

REVISTA

Processos Químicos

Revista Científica da Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Mange

Ano 10
n° 20
Jul/Dez
2016

www.rpqsenai.org.br

Aproveitamento de Resíduos Industriais de Alimentos com Potencial Aplicação em Cosméticos Naturais



INSTITUTO SENAI
DE TECNOLOGIA

ALIMENTOS E BEBIDAS

ISSN 1981-8521

REVISTA **Processos**
Químicos

Revista Científica da Faculdade de
Tecnologia SENAI Roberto Mange



Goiânia, v.10, n.20, ano10, jul/dez 2016.

Pedro Alves de Oliveira

Presidente do Conselho Regional do SENAI

Paulo Vargas

Diretor Regional do SENAI

Ivone Maria Elias Moreyra

Diretora de Educação e Tecnologia

Jorge Quirino Pereira Sobrinho

Gerente de Educação Profissional

Aroldo dos Reis Nogueira

Diretor da Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Mange

Wilson de Paula e Silva

Gerente de Educação e Tecnologia

Joana Darc Silva Borges

Coordenadora da Área de Química

Corpo Editorial

Ademir João Camargo

Anselmo Eucana de Oliveira

Carlito Lariucci

Eurípedes de Almeida Ribeiro Júnior

Gilberto Lúcio Benedito Aquino

Guilherme Roberto de Oliveira

Hamilton Barbosa Napolitano

Kleber Carlos Mundim

Maria Assima Bittar Gonçalves

Roberta Signini

Solemar Silva Oliveira

Valter Henrique Carvalho Silva

Revista Processos Químicos / SENAI.

Departamento Regional de Goiás - v.10,
n.20 (jul/dez 2016). Goiânia: SENAI/
DR. Gerência de Educação Profissional /
Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto
Mange, 2016.
v.: il.

Semestral
Núcleo de Material Didático da Gerência
de Educação Profissional do SENAI/DR/GO
Assistente Técnica: Raíza C. Fonseca
Capa e Diagramação: Juliano Rodrigues
Revisão Linguística: Fernanda Marques

ISSN 1981-8521

1. Educação Profissional - Periódicos. 2.
Processos Químicos.
I. SENAI. Departamento Regional de
Goiás

CDD - 540

Tiragem: 1.500 exemplares

Faculdade de Tecnologia SENAI Roberto Mange
Av. Engenheiro Roberto Mange, nº 239
Bairro Jundiá - CEP 75113-630 - Anápolis-GO
Fone: (62) 3902-6200 - Fax: (62) 3902-6226
e-mail: revistapq.senai@sistemapq.org.br

ARTIGOS GERAIS

- 127 *Aproveitamento de Resíduos Industriais de Alimentos com Potencial Aplicação em Cosméticos Naturais*
Nathalia P. Barbosa & Edemilson C. da Conceição
- 133 *Aspectos Gerais de Cultivo, Métodos de Secagem e Características da Cianobacteria Spirulina Platensis*
Ulliana M. Sampaio, Karolline F. Siqueira, Christiane A. Starling & Flávia I. R. O. Araújo
- 145 *Avaliação Sensorial de Bebida Proteica com Adição da Microalga Spirulina Platensis*
Elaine S. P. Barbosa, Karolline F. Siqueira, Patrícia L. D. Moura & Flávia I. R. O. Araújo
- 151 *Desenvolvimento de Cereal Matinal sem Glúten e com Adição da Microalga Spirulina Platensis*
Elaine S. P. Barbosa, Patrícia L. D. Moura, Karolline F. Siqueira, Adriana A. Carvalho & Flávia I. R. O. Araújo
- 157 *Desenvolvimento de Maionese com Sabor Regional*
Flávia I. R. O. Araújo, Marina S. Araújo, Adriana A. Carvalho & Karolline F. Siqueira
- 167 *Elaboração e Caracterização Físico-Química de Bebida Vegetal de Diferentes Tipos de Arroz (Integral Parboilizado e Quirera)*
Raíza C. Fonseca, Flávia I. R. O. Araújo & Karolline F. Siqueira
- 173 *Pão sem Glúten: Busca por Novos Produtos*
Vilmara A. Franco & Flávio A. Silva
- 193 *Salada Funcional Minimamente Processada*
Fernanda M. Cavalcante, Karolline F. Siqueira & Adriana A. de Carvalho
- 205 *Programa Nutricional para a Melhoria da Saúde do Trabalhador por meio da Adição de Alimento Funcional*
Ludmila C. Borges, Ana Paula C. Silveira, Christiane A. Starling & Karolline F. Siqueira

- 213 *Fichas Técnicas de Preparações para Restaurante de Autosserviço*
Ariany D. B. R. Santiago & Darlan W. B. Roque
- 223 *Cliente Oculto: a Utilização da Pesquisa de Marketing para Avaliação da Qualidade dos Serviços em uma Rede de Confeitarias*
Juliana C. Fernandes, Sarah B. Lopes & Suilly F. Bueno
- 229 *Potencial uso de Resíduos de Lodo de Efluente de Indústria de Papel e Embalagens como Fertilizante Agrícola*
William D. Miranda, Geymme S. C. Soares, Adriano M. Moura & Vanessa S. Leal
- 235 *Desenvolvimento de Macarrão Instantâneo com Farinha de Maçã e Adição de Cafeína e Taurina*
Natália F. de Medeiros, Vitor C. Meleiro & Samer Pereira
- 241 *Desenvolvimento de Massa Fresca Alimentícia Rica em Ômega 3*
Samer Pereira, Vítor da C. Meleiro, Bruno J. C. Teixeira & Natália F. de Medeiros.
- 251 *Desenvolvimento de Produtos sem Glúten: Possibilidades Industriais*
Gisela A. C. dos Santos; Isadora B. R. Machado; Pâmella R. Nascimento & Nástia R. A. Coelho
- 259 *Melhoramento do Perfil Lipídico da Salsicha tipo Viena*
Vitor C. Meleiro; Natália F. de Medeiros & Samer Pereira
- 256 *Avaliação Microbiológica do Fruto In Natura de Diferentes Cultivares de Morangueiro*
Amanda G. Guimarães, Valter C. A. Júnior, Cíntia G. Guimarães, Tiago J. Guedes & Nísia A. V. D. Pinto
- 271 *Desenvolvimento e Validação da Metodologia de Granulometria para Cloridrato de Metformina*
Marcell Gamboa, Cassiano O. Silva, Elias S. Santos, Carlos E. P. da Cunha & Erick O. Lemes
- 281 *Avaliação do Teor de Nitrito em Apresuntados Armazenados em Diferentes Temperaturas*
Gustavo H. F. Faria, Aretha F. Moreno, Miriam F. A. Silveira, Robson M. Geraldine & Deivis M. Carvalho
- 287 *Aproveitamento de Resíduos de Processamento de Castanha de Baru para Desenvolvimento de Gelado Comestível*
Adriana A. Carvalho, Elaine S. P. Barbosa & Karolline F. Siqueira

- 295 *Otimização dos Parâmetros de Produção do Amido de Mandioca Fermentado*
Christiane A. Starling
- 313 *Caracterização de Barra de Frutas Desidratadas com Granola*
Karolline F. Siqueira & Christiane A. Starling
- 319 *Processos não Hidrolíticos Sol-Gel: Conceitos e Aplicações em Catálise Heterogênea*
César A. S. Henriques, Lucas D. Dias, Mário J. F. Calvete & Gilberto L. B. de Aquino
- 333 *Poder de Inchamento e Microscopia Eletrônica de Varredura de Diferentes Genótipos de Arroz de Terras Altas*
Raíza C. Fonseca & Priscila Z. Bassinello

RESUMOS ESTENDIDOS

- 339 *Biossorção de Cr (VI) Utilizando-se o Farelo de Sabugo de Milho*
Glalber L. R. Ferreira & Karla C. R. C. Moraes
- 345 *Substituição de Gordura Animal por Queijo Prato na Produção de Linguiça Suína Tipo Toscana*
Guilherme S. Miranda & Cassandra M. T. Ribeiro

OPINIÃO

- 351 *Bioeconomia: Plataforma Mundial de Inovação e Sustentabilidade nas Cadeias Agroindustriais*
Alexandre Martins

Apresentação

Grandes são os desafios que permeiam a cadeia de alimentos no mundo, desde a disponibilidade para suprir cerca de 9 bilhões de pessoas passando pela produção primária, industrialização até a comercialização. Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA) 2016, o Brasil é o segundo exportador mundial, em volume, de alimentos processados, volume comercializado, ocupando o primeiro lugar na exportação de carne de aves, suco de laranja e açúcar e segundo para café e soja. Destaca-se ainda a importância da indústria alimentícia brasileira para a balança comercial gerando 30,5 bilhões de dólares em alimentos processados e faturamento de R\$ 561,9 bilhões no último ano. Com um contingente de 34,8 mil empresas, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a indústria de alimentos é a maior empregadora de transformação com 1,6 milhões de empregos diretos.

Proporcionalmente à sua representatividade, estão as demandas que cercam as fábricas alimentícias: atendimentos a políticas públicas que norteiam os órgãos regulatórios, tais como, para redução de sal, açúcares e gordura nos produtos; consumidores exigentes em busca de produtos funcionais e diferenciados; a acelerada dinâmica de desenvolvimento de produtos. Conforme o *Brasil Food Trends 2020*, um dos importantes resultados desta pesquisa é a confirmação de que o país tem hoje uma forte aderência às tendências atitudinais de consumo de alimentos encontradas em outros países do mundo. Das quatro tendências encontradas no Brasil, três delas são similares às globais: Conveniência e Praticidade; Confiabilidade e Qualidade; Sensorialidade e Prazer. Além disso, essas três tendências possuem participação equilibrada, de acordo com o enquadramento realizado a partir da principal característica de cada consumidor de alimentos no Brasil. A quarta tendência identificada no país representa a fusão dessas três, representando o nível de exigência do consumidor atual.

Atento às necessidades e com a missão de atuar em transferência de tecnologia e inovação para aumentar a competitividade da indústria brasileira, o SENAI pretende ser reconhecido como a maior rede privada de prestação de serviços em tecnologia e inovação no Brasil, agregando valor aos processos e produtos das indústrias, das micro e pequenas empresas e dos microempreendedores individuais.

Os Institutos SENAI de Tecnologia são unidades com infraestrutura física e pessoas qualificadas para a prestação de serviços técnicos especializados, de metrologia e consultoria, com o objetivo de aumentar a competitividade de indústrias de todos os portes. Os Institutos desenvolvem soluções com base nas tecnologias existentes para criar novos processos e novos produtos.

A indústria em Goiás responde por 2,7% da indústria nacional e 23,2% da economia do estado. O PIB industrial goiano é de R\$ 25,8 bilhões, o maior da região Centro-Oeste, impulsionado pelo setor de alimentos com 52,8%; veículos automotores com 7,3% ; química com 7%. Esses setores juntos representam 67,2% da indústria goiana. Com 19.200 empresas industriais em 2013, Goiás é responsável por 23,7% das exportações efetuadas pelo Estado, com vendas de US\$ 1.7 bilhão. O setor mais importante para as exportações industriais é o de fabricação de produtos alimentícios, que responde por 60,8% do total. Ainda o estado de Goiás é o terceiro com tarifa efetiva mais baixa para o Simples Nacional que propicia e estimula a implantação de novas indústrias advindas de outros estados brasileiros. Contudo, o setor considerado crucial para o crescimento da economia goiana, a indústria alimentícia, recuou 2% ano passado, segundo dados do IBGE, em comparação ao acumulado de 2014.

A inovação e a produtividade, pilares centrais do crescimento das indústrias, necessitam de um ambiente favorável e de políticas que alavanquem os investimentos empresariais em pesquisa e novas tecnologias. O Instituto SENAI de Tecnologia de Alimentos e Bebidas (IST) pretende apoiar as indústrias goianas no atendimento a esses desafios da área de alimentos, atuando em inovação e em tecnologia, além de atuar fortalecendo a economia do estado por meio da elevação da competitividade industrial. Com um investimento em infraestrutura da ordem de 16 milhões, equipamentos de ponta e com uma equipe de 55 colaboradores o IST está preparado para atender às demandas industriais.

O portfólio prevê serviços de consultoria customizadas nas áreas de: segurança de alimentos; manufatura enxuta; melhoria de processos, atendimentos a normas e regulamentos técnicos dos órgãos regulamentadores.

Auditoria para avaliação e implantação de normas; Assessoria para registro de produtos; Consultoria em processo produtivo; Consultoria para elaboração de projeto arquitetônico; Consultoria em segurança de alimentos - APPCC; Consultoria em segurança de alimentos - BPF; Desenvolvimento de produtos e processos; Implantação de Normas de Segurança de Alimentos (ISO 22000, BRC Food, FSSC 22000, Global G.A.P., IFS, SQF, NBR 15635, entre outras); Rotulagem de alimentos e bebidas; Soluções em adequações de layout; Avaliação de emissão atmosférica de fontes estacionárias; Avaliação da qualidade do ar externo; Avaliação de ruído ambiental; Caracterização e valoração de resíduos sólidos; Consultoria e implantação de programa de produção responsável; Consultoria em implantação de Boas Práticas de Fabricação para produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (RDC 48/2013); Diagnóstico ambiental; Desenvolvimento de sistemas de tratamento de resíduos, efluentes e emissões; Elaboração do plano de emergência; Estudo de impacto ambiental - EIA/

RIMA; Inventário de gases de efeito estufa- IGEE; Implantação de programa de Produção Mais Limpa; Licenciamento ambiental; Orientações para implantação da Norma Regulamentadora 20 (Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis); Orientações para implantação da Norma Regulamentadora 35 (Trabalho em Altura); Orientações para implantação da Norma Regulamentadora 13 (Caldeiras e Vaso de Pressão); Plano de gerenciamento de resíduos sólidos; Orientações para implantação da Norma Regulamentadora 12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos); Determinação de índice limiar de gosto primário; Determinação de vida de prateleira; Estudos com consumidores: Grupo de Foco; Estudos com consumidores: Mapa de Preferência; Estudos dos consumidores: Associação de palavras; Perfil Sensorial: Análise Descritiva Quantitativa; Perfil Sensorial: Perfil Descritivo Otimizado; Perfil Sensorial: Perfil Sabor; Teste de Aceitação: Escala de Atitude (FACT); Teste de Aceitação: Escala do Ideal (*Just Right Scales*); Teste de Aceitação: Escala Hedônica; Teste de Diferença: método A não A; Teste de Diferença: método de Comparação Múltipla; Teste de Diferença: método de Comparação Pareada; Teste de Diferença: Método de Ordenação; Teste de Diferença: método Duas em Cinco; Teste de Diferença: método Duo-Trio; Teste de Diferença: Método Triangular; Teste de identificação de gostos primários; Teste de reconhecimento de odores; Contagem de *Bacillus cereus* -MAPA; Contagem de Bolores e Leveduras em placas - MAPA; Contagem de *Clostridium sulfito* redutores e de *Clostridium perfringens* - MAPA; Contagem de Coliformes em alimentos - MAPA; Contagem de mesófilos em placas - MAPA; Contagem de mesófilos em UHT em placas - MAPA; Contagem de *S. aureus* - MAPA; Contagem total de Enterobactérias - MAPA; Número Mais Provável de Coliformes Totais e Coliformes; Termotolerantes em água e gelo - MAPA; Número Mais Provável de coliformes totais e coliformes termotolerantes em alimentos - MAPA; Número Mais Provável de Mesófilos em produtos lácteos UHT e esterilizados, pastosos e viscosos - MAPA; Número Mais Provável de *Pseudomonas aeruginosa* em água - MAPA; Número Mais Provável de *Staphylococcus aureus* - MAPA; Número Mais Provável de *Vibrio parahaemolyticus* - MAPA; Pesquisa de Listeria -MAPA; APesquisa de Salmonella - MAPA; Determinação de Proteína; Determinação de Fibra; Determinação de Lipídios; Perfil de ácido graxos; Determinação de Glicídios; Vitaminas e Minerais; Determinação de resíduos e contaminantes; e Capacidade antioxidante total.

Sejam bem-vindos!

Christiane Almeida Starling
Gerente do IST

Aproveitamento de Resíduos Industriais de Alimentos com Potencial Aplicação em Cosméticos Naturais

Nathalia P. Barbosa & Edemilson C. da Conceição

Os resíduos agroindustriais de alimentos representa uma preocupação mundial e vem causando problemas ambientais, sociais e econômicos a todos envolvidos. Este trabalho tem como objetivo revisar aspectos relacionados aos resíduos industriais e sua aplicação em cosméticos. É notória a necessidade por novas aplicações dos resíduos de alto valor agregado para indústria. O segmento de cosmético cada vez mais crescente e desafiado por inovações, inclusive sociais e ambientais, representa uma aplicação de alto impacto para esses rejeitos ricos em nutrientes, bioativos e vitaminas capazes de apresentar atividades biológicas significativas no desenvolvimento de novos produtos, sendo estes produtos de valoração mundial.

Palavras-chave: *subprodutos; inovação.*

The agro-food waste is a global concern and has caused environmental, social and economic problems to all Involved. This work aims to review aspects related to industrial waste and its application in cosmetics . It is evident the need for new applications of waste with high value added for industry. The cosmetics segment increasingly growing and challenged by innovations, including social and environmental, represents an application of high impact to these rich tailings in nutrients, bioactive and vitamins able to have significant biological activity in developing new products for the world.

Keywords: *byproducts; innovation.*

Introdução

Com a crescente produção de alimentos, verifica-se o aumento da geração de resíduos e diversos estudos em todo o mundo estão sendo realizados a fim de criar soluções para diminuir ou eliminar os passivos ambientais gerados pelas agroindústrias de alimentos (ALBURQUERQUE et al., 2012; VIRMOND et al., 2012; CASTRO; SATO, 2013)^{1,2,3}. Entretanto, para que os resíduos sejam aproveitados e apresentem maior valor agregado é necessário o conhecimento da composição química a partir de investigações científicas e tecnológicas (HOFFMANN et al., 2009)⁴.

Esses resíduos possuem em sua composição vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes importantes para as funções fisiológicas. No entanto, na maioria das agroindústrias, são descartados (MATIAS et al., 2005)⁵. Tais resíduos poderiam ser utilizados, minimizando o desperdício de alimentos e gerando uma nova fonte alimentar ou novos produtos, como por exemplo, na área de cosméticos. As frutas são ricas em muitos nutrientes e compostos antioxidantes, e esses constituintes são responsáveis pelas atividades biológicas dos produtos cosméticos (MELO et al., 2010)⁶.

Segundo Silva e Halberstadt (2012)⁷, as empresas que buscarem a sustentabilidade em seus negócios ganharão espaço de mercado, agregarão valor aos processos e à competitividade. Atualmente, além da lucratividade, é necessário que os empresários de todos os setores se atentem aos aspectos sociais e ambientais (SILVA; HALBERSTADT, 2012)⁷. Afinal, os produtores e fabricantes têm a responsabilidade tanto sobre o produto, mesmo após o seu período de vida útil, quanto pelos resíduos gerados (PEREIRA et al., 2011; SILVA; HALBERSTADT, 2012)^{8,7}.

No caso específico de cosméticos naturais ou à base de produtos naturais, o mercado encontra-se em expansão. Mesmo diante da constatação da quantidade disponibilidade de matéria-prima agroindustrial, ainda não é comum encontrar no mercado produtos dessa categoria que utilizassem, como base de seus produtos, tal matéria. Avaliando o estado da arte do resíduo, verifica-se que, até então, apenas estudos relacionados à composição química foram realizados, sendo testes físico-químicos e ensaios do potencial antioxidante do subproduto, e estes apresentaram resultados relevantes (KOBORI; JORGE, 2005; AMIM; MUKHRIZAH, 2006; KONG; ISMAIL, 2011)^{9,10,11}.

O setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos no Brasil representa um mercado que nos últimos 15 anos apresenta um crescimento significativo e hoje é o 3º maior do mundo. Sobretudo na área de produtos que visem cuidar da pele, não só apostando na manutenção e recuperação de uma pele saudável e com boa aparência, como também na prevenção de possíveis alterações que a pele está sujeita (ABIHPEC, 2014)¹².

A busca por inovações no segmento de higiene pessoal, perfumaria e cosmética é necessária e contínua para se manterem no mercado. As atividades de P&D, objetivando desenvolvimento de inovações ou a instalação de novos processos vinculados ao aproveitamento dos resíduos das agroindústrias de alimentos, é iniciante no país e merece valorização pelo impacto gerado. A obtenção de um material sustentável e rico em nutrientes é fundamental para melhor destinação dos resíduos da produção industrial de alimentos e contribui com inovações em outros segmentos, como o de cosméticos, cada vez mais crescente no mundo.

Fontes dos Dados

Para a realização desse trabalho, buscaram-se artigos originais e revisões indexados nas bases Periódicos Capes, Science Direct, Scifinder e Scielo. Utilizaram-se as palavras-chave: resíduos, cosméticos e inovação (português e inglês). Buscaram-se ainda dados importantes contidos em notícias nacionais e internacionais que tratam de assuntos, tais como química de produtos naturais e sustentabilidade. Não houve restrição no que se refere ao ano de publicação.

Resíduos Agroindustriais

Segundo Crittenden e Kolaczowski (1995)¹³, por definição resíduo, no processo industrial, é tudo que não é considerado matéria-prima segundo as especificações. Ou ainda, insumos, subprodutos ou produto que requer tempo e capital para seu gerenciamento. Várias indústrias geram quantidades significativas de resíduos que prejudicam o meio ambiente, tais como indústria têxtil, de borracha, papel, plásticos, couro, cosméticos, farmacêutica e, principalmente, a de alimentos. A crescente preocupação com o meio ambiente abrange todos os segmentos industriais na busca de alternativas para o correto aproveitamento dos rejeitos (HU; CHEN; YUAN, 2010)¹⁴.

Tratando-se de políticas para evitar a disposição de resíduos pelas agroindústrias no país, foi criada a Lei nº 12.305/10 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), as quais dispõem sobre a prevenção e a redução na geração de resíduos. As indústrias têm o prazo até 2014 para apresentarem o correto destino para seus rejeitos industriais (BRASIL, 2010)¹⁵.

A produção das agroindústrias brasileiras exige, cada vez mais, técnicas mais desenvolvidas para o tratamento dos resíduos eliminados. O passivo ambiental gerado pelas indústrias de alimentos é um resíduo com grande potencial de reutilização e devem apresentar um destino adequado, pois além de gerar impactos ambientais negativos, como problemas ambientais como proliferação de insetos e pragas, conseqüentemente, possíveis transtornos na qualidade dos produtos oferecidos. Entretanto, pode constituir matérias-primas ricas em nutrientes e energia, e exigem investimentos em tratamentos para controlar a poluição (PELIZER; PONTIERI; MORAES, 2007)¹⁶.

Cosméticos

De acordo com a definição conferida pela legislação vigente, Cosméticos, Produtos de Higiene e Perfumes “são preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado” (BRASIL, 2004)¹⁷. Milhões de consumidores usam produtos de higiene pessoal e cosméticos (HPPC) e os seus ingredientes, numa base diária (ABIHPEC, 2014; NOHYNEK et al., 2010)^{12,18}.

Os cosméticos são aplicados principalmente na pele, cabelo e unhas. São produtos utilitários usados extensivamente em todo o mundo para manter e melhorar o aspecto geral do rosto e outras partes do corpo, por exemplo, boca, dedo da mão, olho, cabelo, etc. (PAREEK et al., 2012)¹⁹. Produtos para cuidados pessoais incluem uma grande variedade de produtos e tipos de formulação, tais como sabonetes, shampoo e produtos de higiene pessoal, protetores solares, pele e cabelos cuidados produtos, tinturas de cabelo, maquiagens, batons, cremes dentais, produtos

de higiene dental, desodorantes, pessoal produtos de higiene e muitos outros (ANTIGNAC, 2011)²⁰.

Muitas substâncias de origem botânica, animal, ou de fontes de síntese química, são testados ou investigados como ativos em cosméticos (GAO et al., 2008)²¹. Durante as últimas décadas, tem havido um aumento no uso de produtos naturais em cosméticos. Utilizam uma variedade de princípios ativos de várias plantas, incluindo vitaminas, flavonoides, enzimas, taninos, ácidos de fruta, aminoácidos, açúcares, glicosídeos, óleos essenciais e corante (PAREKK, 2012)¹⁹. Ingredientes cosméticos botânicos incluem aquoso ou não-aquoso extratos vegetais, tinturas, óleos ou óleos essenciais, ingredientes de plantas purificados. A variedade de plantas e alimentos que fornecem estes ingredientes é grande, variando a partir de fontes de alimentos básicos, como cereais, frutas e legumes, a ervas usadas na medicina tradicional (ALLEMANN e BAUMANN, 2009)²².

O principal fator para o mercado crescente por matérias-primas de origem natural é a demanda dos consumidores por produtos que são percebidos quanto mais saudáveis, orgânicos e ecológicos (ALLEMANN e BAUMANN, 2009)²². Nos últimos anos, a indústria de alimentos e saúde nacional / internacional e autoridades de segurança alimentar foram questionados pela organização, segurança e avaliação de aproveitamento de rejeitos como novos ingredientes derivados de alimentos para a utilização em cosméticos. Essas discussões consistentemente produziu um consenso que as especificações adequadas de identidade e composição química são as questões-chave da avaliação de segurança de ingredientes de origem vegetal, ainda carente de estudos científicos (ANTIGNAC, 2011)²⁰.

Desafios Tecnológicos

Alimentos e cosméticos, já por alguns anos, representam uma tendência de significativa potencialidade de mercado. A indústria do segmento higiene pessoal, perfumaria e cosméticos não visa somente à beleza, mas principalmente, busca propiciar com seus produtos a total saúde da pele. Associado a esse fator, verifica-se cada vez mais uma preocupação da academia e o meio empresarial com a utilização de substâncias bioativas naturais em produtos cosméticos (WANG, 2015)²³.

A exploração de subprodutos do processamento de frutas e vegetais, como fonte de compostos funcionais e sua aplicação em cosméticos, é um campo promissor, devido à grande variedade de espécies vegetais contendo categorias de compostos com atividades biológicas comprovadas. Esses subprodutos são parcialmente aproveitados na fabricação de ração animal, mas a maior parte do resíduo é descartada ou utilizada em compostagem.

Existe a necessidade de explorar um possível aproveitamento de resíduos provenientes da agroindústria, com a finalidade de diminuir o impacto ambiental ocasionado pelo descarte deste subproduto e conseqüentemente, atender às Boas Práticas de Fabricação na Indústria de Alimentos exigidas pela legislação sanitária, ambiental e do mercado consumidor. Além disso, o conhecimento do valor nutricional dos subprodutos contribui para agregar valor à cadeia produtiva desse fruto e ainda, contribuir com novas frentes de mercado industrial.

Outro ponto importante consiste no aumento do interesse por cosméticos à base de produtos naturais. Hoje, há uma crescente demanda dos consumidores por cosméticos contendo ingredientes naturais e / ou orgânicos. Em resposta, tem sofrido um crescimento significativo nas vendas de cosméticos natural e orgânico em supermercados, farmácias, salões de beleza e farmácias em todo o mundo, especialmente na América do Norte e Europa Ocidental (ANTIGNAC, 2011)²⁰. De acordo com um novo relatório de mercado publicado pela Transparency Market Research a demanda global por produtos de higiene pessoal orgânicos foi de US \$ 7,6 bilhões em 2012 deve chegar a 13,2 bilhões dólares americanos em 2018, crescendo a uma taxa anual média de 9,6% 2012-2018 (PENNING, 2013)²⁴.

Conclusão e Considerações Finais

Assim, de acordo com as elevadas taxas de produção de resíduos agroindustriais, gerados a partir do processamento da goiaba; a importância dos ativos biológicos para saúde; a manutenção da beleza da população e considerando o crescimento emergente do setor de produtos de Higiene Pessoal, Perfumaria

e Cosméticos, considera-se relevante a pesquisa e o desenvolvimento de cosméticos elaborados a partir de subprodutos da agroindústria de alimentos.

Torna-se emergente a prospecção tecnológica e a exploração econômica dos resíduos agroindustriais, que acenam com amplo espectro de uso e que ainda não estão sendo exploradas comercialmente em todo o seu potencial. Neste contexto, a obtenção, a caracterização do subproduto, pesquisa e avaliação do potencial das atividades biológicas surgem como estudos iniciais em resíduos agroindustriais que poderão ser aplicados na área cosmética.

Assim, agregar valor a subprodutos ricos em nutrientes essenciais, com apelo de mercado, tem grande importância para o desenvolvimento da indústria brasileira de farmoquímicos, cosmética e de alimentos. Os processos para a total utilização dos subprodutos resultantes do processamento de alimentos em larga escala e de forma viável devem ser desenvolvidos e otimizados, contribuindo de forma decisiva para o setor de alimentos e cosméticos, resultando em produção sustentável e inovadora.

Referências

1. Alburquerque, J.A.; Fuente, C.D.L.; Ferrer-Costa, A.; Carrasco L.; Cegarra, J.; Abad, M.; Bernal, M.P. Assessment of the fertiliser potential of digestates from farm and agroindustrial residues. *Biomass and Bioenergy*. **2012**, 40, 181-189.
2. Virmond, E.; De Sena, R.F.; Albrecht, W.; Althoff, C.A.; Moreira, R.F.P.M.; José, H.J. Characterisation of agroindustrial solid residues as biofuels and potential application in thermochemical processes. *Waste Management*, **2012**, 32, 1952-1961.
3. Castro, R.J.S.; Sato, H.H.. Synergistic effects of agroindustrial wastes on simultaneous production of protease and α -amylase under solid state fermentation using a simplex centroid mixture design. *Industrial Crops and Products*. **2013**, 49, 813-821.
4. Hoffmann-Ribani, R.; Huber, L. S.; Rodriguez-Amaya, D.B. Flavonols in fresh and processed brazilian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. **2009**, 22, 263-268.
5. Matias, M.F.O.; Oliveira, E.L.; Gertrudes, E.; Magalhães, M.A. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. *Brazilian Archives of Biology and Technology, Curitiba*. **2005**, 48, 143-150.
6. Melo, P.S. Composição química e atividade biológica de resíduos agroindustriais. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESAL/USP,

- Piracicaba, **2010**.
7. Silva, V.A.; Halberstadt, K.F. Sustainable waste allocation of production chain of agroindustries. 1º Fórum internacional ecoinovar, Santa Maria/RS, **2012**.
 8. Pereira, F.M.; Kavati, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. *Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal*. **2011**, 33.
 9. Kobori, C.N.; Jorge, N. Characterization of some seed oils of fruits for utilization of industrial residues. *Ciênc. agrotec., Lavras*. **2005**, 29, 5, 1008-1014.
 10. Amim, I.; Mukhrizah, O. Antioxidant capacity of methanolic and water extracts prepared from food-processing by-products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. **2006**, 86, 5, 778-784.
 11. Kong, K.W.; Ismail, A. Lycopene content and lipophilic antioxidant capacity of by-products from *Psidium guajava* fruits produced during puree production industry. *Food and Bioproducts Processing*, **2011**, 89, 53-61.
 12. Abihpec, Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. III Caderno de Tendências, **2014-2015**.
 13. Crittenden, B.; Kolaczowski, S. Waste minimization: a practical guide. England: IChemE, **1995**, 81.
 14. Hu, Z.; Chen, H.; Yuan, J.S. Removal of Congo red from aqueous solution by cattail root. *J. Hazard. Mater.* **2010**, 173, 292-297.
 15. Brasil, Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, **2010**.
 16. Pelizer, L. H.; Pontieri, M. H.; Moraes, I. de O. Utilização de resíduos agro-industriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental. *Journal of Technology Management & Innovation*, **2007**, 2, 118-127.
 17. Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Diário Oficial da União. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de **2004**.
 18. Nohynek, G.J.; Antignac, E.; RE, T.; Toutain, H. Safety assessment of personal care products/cosmetics and their ingredients. *Toxicology and Applied Pharmacology*. **2010**, 243, 239–259.
 19. Pareek, A.; Jain, V.; Ratan, Y.; Sharma, S.; Jain, P.K.; Dave, V. Mushrooming of Herbal's in New Emerging Market of Cosmeceuticals. , *International Journal of Advanced in Pharmaceutical & Bio Science*. **2012**, 2 (4), 473-480.
 20. Antignac, E.; Nohynek, G.J.; Re, T.; Clouzeau, J.; Toutain, H. Safety of botanical ingredients in personal care products/ cosmetics. *Food and Chemical Toxicology*. **2011**, 49, 324–341.
 21. Gao, Xing-Hua; Li Zhang; Huachen Wei; Hong-Duo Chen. Efficacy and safety of innovative cosmeceuticals. *Clinics in Dermatology*. **2008**, 26, 367–374.
 22. Allemann, I.B., Baumann, L. Botanicals in skin care products. *Internat. J. Dermatol.* **2009**, 48, 923–934.
 23. Wang, H. M. D. Recent Advancements in Cosmetics and Food from bioactive Natural Products and Chemical Synthetic Compounds. *Current Organic Chemistry*, **2015**, 19, 1.
 24. Penning, A. Demand for Organic Beauty to Grow to Over \$13 Billion by 2018, Report Says. *Cosmetics & Toiletries, Science Applied*. **2013**, 26

Nathalia Pedroso Barbosa^{1*} e Edemilson Cardoso da Conceição²

¹ Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás.

² Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Farmácia, Laboratório de PD&I em Bioprodutos, Praça Universitária, nº 1116, Setor Leste Universitário, Goiânia, Goiás.

*E-mail: nathaliaquifarma@gmail.com

Aspectos Gerais de Cultivo, Métodos de Secagem e Características da Cianobacteria *Spirulina Platensis*

Ulliana M. Sampaio, Karolline F. Siqueira, Christiane A. Starling & Flávia I. R. O. Araújo

O aumento da população mundial estimula diversas pesquisas na busca de fontes alternativas de alimentos, como as microalgas, devido ao seu potencial nutricional e diversificação de uso. A microalga mais estudada para fins alimentícios é a *Spirulina platensis*. O cultivo e comercialização da biomassa de Spirulina em alimentos são realizados em países como Estados Unidos, França, Índia, África e Tailândia. No Brasil, sua comercialização ocorre principalmente em cápsulas, comprimidos ou em pó. Realizou-se esta revisão bibliográfica, por meio de coleta de dados em Periódicos sobre a microalga *Spirulina platensis*, como o seu cultivo, processamento, utilização e aplicação no setor alimentício.

Palavras-chaves: *microalga; cultivo; processamento.*

The increase in world population stimulates several studies in the search for alternative food sources such as microalgae due to its nutritional potential and diversification of use. The microalgae studied further for food purposes is the *Spirulina platensis*. The cultivation and sale of Spirulina biomass in food are carried out in countries like USA, France, India, Africa and Thailand. In Brazil, marketing occurs mainly in capsule, tablet or powder. Held this literature review through data collection in Periodicals on Spirulina platensis, as its cultivation, processing, use and application in the food industry.

Keywords: *microalgae; cultivation; processing.*

Introdução

A utilização de microalgas como alimento humano já é realizada há muitos anos em diversos países, como China, Índia, México, Peru, Japão e outros^{7; 41}.

A espécie *Arthrospira platensis*, conhecida também como *Spirulina*, é uma cianobactéria de origem africana⁴¹ com a capacidade de sintetizar compostos químicos usando dióxido de carbono e energia solar, e liberando oxigênio⁵³. Desenvolve-se bem em temperaturas entre 25 a 30 °C, pH alcalino entre 9,5 e 11, e com concentrações elevadas de sal⁴¹.

A *Spirulina* apresenta um alto valor nutricional de proteínas, vitaminas, como a B₁₂, sais minerais e pigmentos, tornando-se, dessa forma, uma matéria-prima de grande interesse para a indústria de alimentos, farmacêutica e cosmética. Estudos ainda demonstram as propriedades benéficas desta microalga na prevenção de doenças, melhoramento do sistema imunológico e ação antioxidante⁵³. Para que esses micro-organismos possam ser utilizados na alimentação humana, é necessário que haja uma concentração adequada de nutrientes, ausência de substâncias tóxicas e/ou alérgicas, e proporcionar aceitação sensorial⁵⁷.

Os alimentos funcionais são a mais nova demanda do mercado, e a *Spirulina* tem sido empregada para o enriquecimento proteico e a elaboração de novos produtos, aliando a essa aplicação, a incorporação de tecnologias, adequação de padrões e restrições legais⁵⁷. O sucesso de um novo produto depende da capacidade da empresa em traduzir os benefícios esperados do alimento para um determinado segmento de consumidores, definindo as características ideais do produto. Uma das estratégias para se agregar valor aos produtos alimentícios está justamente no uso de novos ou diferentes formas de aplicação de ingredientes, embalagens e processos produtivos⁵¹.

Em países como França, Estados Unidos, China e Tailândia, há um rápido desenvolvimento no emprego da microalga em massas, pães, iogurtes e bebidas^{49; 22}. No Brasil, a *Spirulina* é comercializada na maior parte em forma de comprimidos, cápsulas e em pó como suplementos alimentares para o público que pratica esportes regularmente e pessoas que buscam hábito saudável de vida⁴⁷. Para ampliar o segmento no mercado brasileiro, pesquisas estão sendo realizadas para a uso dessa microalga em diferentes matrizes alimentares.

2. *Spirulina*

Pertencente à ordem Oscillatoriales, o gênero *Spirulina* é uma cianobactéria verde-azulada microscópica, fotossintética, unicelular, filamentosa, composta por tricomas de 5-6 µm de largura e 20-200 µm de comprimento em forma de um espiral, que tem seu habitat em águas alcalinas^{25; 61}, sendo as espécies mais importantes são *S. platensis*, *S. máxima* e *S. fusiformes*. A reprodução da *Spirulina* ocorre por fissão transversal binária, em que há a formação do hormogônio (que gera um novo tricoma) que origina um novo filamento. Sua célula possui uma membrana plasmática cercada por multicamadas da parede celular, gram-negativas, apresentando uma fileira de poros ao redor do tricoma, separados por septos que são visíveis por microscopia óptica⁶⁰.

A parede celular é cercada por uma cápsula composta por polissacarídeos e não apresenta celulose, tornando assim, a *Spirulina*, uma microalga de fácil assimilação pelos demais organismos, chegando a atingir uma porcentagem entre 85 e 95%⁴.

Desde 23 de junho de 1981, a *Spirulina* foi legalmente aprovada pela FDA (*Food and Drug Administration*), como sendo uma fonte proteica, contendo várias vitaminas, com destaque para a provitamina A (betacaroteno) e minerais, como o ferro, além de compostos fenólicos, ficocianina, um corante natural, ácido gama-linolênico e outros ácidos graxos essenciais^{5; 41; 59}.

Estudos nutricionais mostram que essa cianobactéria tem um dos mais altos teores de proteínas já encontrados, podendo atingir entre 60 e 70% de proteínas do seu peso seco, com uma digestibilidade proteica de 70%^{5; 24}, e todos os aminoácidos essenciais (isoleucina, a leucina, a lisina, a metionina, a fenilalanina, a treonina e a valina) nas proporções recomendadas pela FDA, com exceção de metionina¹¹.

O consumo diário de *Spirulina* que seria indicado para suprir as necessidades quanto aos aminoácidos essenciais para um adulto corresponderia a um valor de 25 g/dia^{5; 24}. No entanto, esta quantidade é inviável para o consumo em cápsulas ou para a adição em produtos alimentícios, já que a *Spirulina* quando seca apresenta odor de peixe seco, e em pequenas proporções, causa alterações perceptíveis na palatabilidade e realce da

cor verde⁸. Dessa forma, deve-se considerar também a ingestão de outras fontes de alimentos para se adquirir aminoácidos¹.

COMPOSIÇÃO DA *SPIRULINA*

A composição química da *Sprulina platensis* é dependente da forma e otimização do seu cultivo, o que a torna variável, de acordo com os objetivos da sua produção. Seu conteúdo de proteínas é superior aos demais alimentos, apresentando uma média de 65%, enquanto que na carne e no peixe a média é de 15-20%, soja, 35%, leite em pó, 35%, amendoins, 25%, ovos, 12%, e grãos, 8-14%. A composição média dos principais aminoácidos, ácidos graxos, minerais e vitaminas encontrados na microalga *S. platensis* estão descritos nas Tabelas 1, 2, 3 e 4⁴. Cerca de 1% do peso da *Spirulina* é representado pelo ácido γ -linolênico, que por ser de fácil extração, torna essa microalga fonte de ácidos graxos poli-insaturados e ácido ômega-3 viáveis¹².

Os compostos fenólicos presentes na *Spirulina spp* são clorogênico, salicílico, sináptico e trans-cinâmico, que atuam como compostos antioxidantes em sistemas “in vivo” e “in vitro”^{39; 17}. Quanto aos pigmentos presentes têm-se cerca de 20% do peso seco de ficocianina e 0,37% do peso seco de carotenoides^{52; 24}.

LEGISLAÇÃO

A *Spirulina* está legalmente autorizada como alimento ou complemento alimentar na Europa, Japão e costa asiática do Pacífico. Já nos Estados Unidos, em 1981, a FDA determinou que, por ser uma boa fonte de nutrientes, pode ser comercializada legalmente como complemento alimentício²⁴.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) permite a comercialização, desde que o produto final esteja devidamente registrado, e respeitando a ingestão diária de 1,6 g/dia/indivíduo. A *Spirulina* tem sido empregada basicamente para a produção de cápsulas destinadas ao emagrecimento, embora sua aplicação seja ampla.

PROPRIEDADES ANTINUTRICIONAIS

Algumas espécies de cianobactérias são tóxicas, entretanto, até o momento, diversos artigos não

documentaram nenhuma toxicidade da *Spirulina*. Uma pesquisa realizada por Salazar et al (1998) com ratos alimentados por dieta enriquecida com *Spirulina* a níveis de 10 a 30%, afirmaram não haver toxicidade crônica ou subcrônica, mutagênicidade ou teratogênicidade e nenhum efeito adverso na reprodução ou lactação, nem alergias dermatológicas nos ratos³.

No desenvolvimento de uma farinha desengordura com S. máxima, analisados alguns fatores antinutricionais, em que encontraram-se baixos índices de taninos, devido à presença de antocianina, e ausência das atividades hemaglutinante (lectina, proteína ou glicoproteína não imune), e inibidores de tripsina (inibidores de proteases). Entretanto, deve-se estar atento ao cultivo, pois pode ocorrer toxicidade por possíveis contaminações com outras microalgas tóxicas⁴³.

Métodos de Cultivo

O cultivo de microalgas sofre variações em seu crescimento, conforme o sistema de cultivo utilizado e as condições do meio externo. As variáveis independentes do processo, como disponibilidade de nutrientes, temperatura, iluminação e modelo do fotobiorreator, podem ser controladas, a fim de estimular a biossíntese de determinados compostos, aumento da produtividade e redução de custos²². As vantagens e desvantagens dos métodos de cultivos de forma geral estão expostas na Tabela 5.

CULTIVO ABERTO

A maior parte do cultivo das microalgas é realizado em lagos e tanques abertos que usufruem da luz solar e dióxido de carbono da atmosfera. Os tanques com esta configuração apresentam baixos custos de construção, sendo vantajoso financeiramente para os produtores, mas se deve levar em consideração a espécie a ser cultivada³⁶. Os tanques podem ter variedade de formas e tamanhos, sendo o mais comumente utilizado o *raceway*¹⁹.

Na construção de tanques abertos, pode-se empregar uma ampla gama de materiais, variando de areia simples ou barro, a tijolos ou cimento, ou cloreto de polivinilo, fibra de vidro ou poliuretano, não sendo necessário nenhum material transparente. Estes apresentam também fácil manutenção de limpeza^{14; 52}.

Tabela 1. Composição de aminoácidos da *Spirulina platensis* em base seca.

Aminoácido	Abreviação	%	Aminoácido	Abreviação	%
Isoleucina*	Ile	6,7	Arginina	Arg	7,3
Leucina*	Leu	9,8	Cisteína	Cys	0,9
Lisina*	Lys	4,8	Tirosina	Tyr	5,3
Metionina*	Met	2,5	Alanina	Ala	9,5
Fenilalanina*	Phe	5,3	Ácido aspártico	Asp	11,8
Treonina*	Thr	6,2	Ácido glutâmico	Glu	10,3
Triptofano*	Trp	0,3	Glicina	Gly	5,7
Valina*	Val	7,1	Prolina	Pro	0,2
Histidina*	His	2,2	Serina	Ser	5,1
Asparagina	Asn	ND	Glutamina	Gln	ND

*Aminoácidos essenciais. ND – Não determinado. Fonte: Richmond (2004).

Tabela 2. Percentual de ácidos graxos presentes em *S. platensis* em base seca.

Ácidos graxos	Abreviação	%	Ácidos graxos	Abreviação	%
Ácido láurico	12:0	0,4	Ácido esteárico	18:0	1,3
Ácido mirístico	14:0	0,7	Ácido oléico	18:1	3,8
Ácido miristoleico	14:1	0,2	Ácido linoléico	18:2	14,5
Ácido palmítico	16:0	45,5	Ácido α -linolênico	18:3	0,3
Ácido palmitoleico	16:1	9,5	Ácido γ -linolênico	18:3	21,3
Ácido hexadecadienoico	16:2	1,2	Ácido eicosadienoico	20:2	ND
Ácido heptadecanoico	17:0	0,3	Ácido eicosatrienoico	20:3	0,4

Fonte: Richmond (2004).

Tabela 3. Vitaminas identificadas na biomassa seca de *S. platensis*, no leite de vaca em pó, soja e no ovo de galinha.

Vitaminas	Abreviação	<i>S. platensis</i> (mg/100g)	Leite de vaca em pó (mg/100g)	Soja (mg/100g)	Ovos de galinha (mg/100g)
Ácido ascórbico	C	42,0 - 195,3	6	Tr	0
Calciferol	D	12000 U	ND	ND	ND
Tocoferol	E	10 - 19	ND	ND	ND
Tiamina	B1	0,8 - 15,4	0,29	0,66	0,1
Riboflavina	B2	0,2 - 0,9	1,03	0,04	0,58
Nicotinamida	B3	0,6 - 5,3	0,7	2,2	0,1
Piroxidina	B6	0,3 - 4,0	Tr	0,03	Tr
Cianocobalamina	B12	0,3 - 0,8	ND	ND	ND

Tr – Traços. ND – Não determinado - Fonte: Richmond (2004).

Tabela 4. Minerais identificados na biomassa seca de *S. platensis*, no leite de vaca em pó, soja e no ovo de galinha.

Minerais	Abreviação	<i>S. platensis</i> (mg/100g)	Leite de vaca em pó (mg/100g)	Soja (mg/100g)	Ovos de galinha (mg/100g)
Cálcio	Ca	4.000	890	206	42
Ferro	Fe	1.060	0,5	13,1	1,6
Potássio	K	15.200	1.132	1.922	150
Magnésio	Mg	4.800	77	242	13
Manganês	Mn	26	Tr	2,87	Tr
Molibdênio	Mb	1,5	ND	ND	ND

Tr – Traços. ND – Não determinado - Fonte: Richmond (2004).

Tabela 5. Vantagens e desvantagens dos sistemas de cultivo aberto e fechado de microalgas.

Parâmetros	Tanques (raceways)	Sistemas fechados (fotobiorreatores)
Espaço requerido	Muito	Pouco
Risco de contaminação	Alto	Médio a baixo
Perdas de água	Alto	Baixo
Concentração de oxigênio	Usualmente baixa	Deve ser removido continuamente
CO2 perdas	Alto	Muito baixo
Reprodutibilidade da produção	Variável, mas consistente	Possível dentro de determinadas tolerâncias
Controle do processo	Limitado	Possível
Desgaste do material de construção	Baixo	Usualmente alto
Dependência de condições climáticas	Alto	Menor, por ser protegido
Temperatura	Variável	Necessário resfriamento
Custo de colheita	Alto	Médio
Manutenção	Fácil	Difícil
Custos de construção	Médio	Alto
Concentrações de biomassa na colheita	Baixo (0,1 - 0,5 g/L)	Alto (2 - 8 g/L)
Variedade de espécies cultivadas	Pouca	Alta, quase todas as espécies
Flexibilidade de produção	Nenhuma	Alta
Padronização	Nenhuma	Possível
Período até produção líquida ser alcançada após o início ou interrupções	Longo	Curto
Eficiência dos processos downstream	Baixa, grande volume com baixas concentrações	Alta, volumes menores altas concentrações

Fonte: Adaptado de (PULZ, 2011)

As principais plantas utilizam membranas plásticas de longa duração para o revestimento interno, como PVC resistente a raios UV. Alguns sistemas visando à redução de custos, não usam material de revestimento, o que pode levar à suspensão de sedimentos, percolação e alta probabilidade de contaminação de cultura. Além disso, seu uso é restrito a determinados tipos de solo e condições ambientais⁵².

Um dos principais parâmetros no design de construção é a questão de se obter uma baixa profundidade do tanque, de até 30 cm, para garantir que a luz incida sobre as células¹⁰. Dessa forma, a produtividade será maximizada em uma concentração ótima de biomassa determinada por unidade de área. Nestas condições, com o volume reduzido e a concentração de biomassa maximizada, aspectos operacionais, como manejo de recursos hídricos, recuperação de biomassa, podem ser mais práticos e econômicos. Entretanto, há grandes perdas de dióxido de carbono para atmosfera, alta variação de temperatura e evaporação. Outro parâmetro relevante é o tamanho da área superficial, sendo necessário possuir grandes áreas superficiais para aumentar o aproveitamento da luz⁹.

Inicialmente, é realizado a inoculação da microalga, entre 5 a 7 dias dependendo do tamanho do inóculo, temperatura e iluminação, em que há o crescimento exponencial. Após a obtenção da fase exponencial, coleta-se a cultura e esta é transferida para os tanques. A operação é contínua, e os tanques recebem constantemente CO₂ e os nutrientes, e do lado oposto parte da água com microalgas é removida. As microalgas e nutrientes circulam constantemente com auxílio da agitação produzida por meio de rodas de pás, para garantir a mistura, homogeneidade, suspensão, oxigenação e evitar a fotoinibição¹⁰.

Outra forma de apresentação do sistema aberto é cobri-lo com uma superfície, como se fosse uma estufa para reduzir as desvantagens do sistema totalmente aberto e aumentar a produtividade. Mas, de qualquer forma, haverá uma maior produção nos sistemas fechados⁶¹, quando se refere a produtividade volumétrica³⁶.

CULTIVO FECHADO

O cultivo fechado geralmente é utilizado para produção em larga escala, apresentando a vantagem de obter uma maior concentração de biomassa e maior controle dos parâmetros de cultivo, reduzindo as perdas de dióxido de carbono, evaporação e os riscos de contaminação devido

ao menor contato com o meio externo⁹.

No cultivo fechado, há o uso de fotobiorreatores que podem ser classificados em tubulares, colunas e planares, constituídos de material transparente, para promover a melhor distribuição de luz¹³. Entretanto, os custos de implementação e de operação destes sistemas são os mais caros, apresentando também dificuldades como superaquecimento, entupimento e outros⁹.

O fotobiorreator de coluna possui uma superfície de captação de luz solar e pode ser dividido em duas unidades: a coluna, onde se encontra o meio de cultura e ocorre à captação de luz para a fotossíntese; e uma unidade geradora de bolhas, com função de misturar o meio de cultura e realizar a transferência de gases¹⁶.

O fotobiorreator tubular foi desenvolvido na década de 1950, sendo composto normalmente por material transparente como PET, acrílico e vidro, com diâmetro de até 10 cm, para auxiliar na incidência da luz sobre a cultura. O tamanho dos tubos também é limitado, pois apresenta baixa capacidade de retenção de oxigênio. Esse fotobiorretador pode ser disposto na horizontal, na vertical ou em espiral^{52, 26}.

Assim, como os outros fotobiorreatores, o de placas também possui uma superfície de captação de luz, mas esta é superior, favorecendo uma maior produção. Além disso, também acumulam uma baixa taxa de oxigênio e possui uma maior eficiência no processo de fotossíntese¹⁰.

Meios de Cultivo

Para o desenvolvimento e produtividade das microalgas, é essencial o conhecimento dos nutrientes necessários para o cultivo. Devido à variação na quantidade e tipos de nutrientes, o meio de cultivo pode se adequar aos diferentes grupos de microalgas. Estudaram-se diversos elementos químicos para definir suas importâncias na cinética de crescimento das microalgas. Mas, como certos elementos são essenciais para algumas espécies e para outros não, ainda não foi consolidado um número universal desses elementos. Reconhecem-se cerca de 15 a 21 elementos considerados como essenciais, que foram divididos entre macronutrientes e micronutrientes^{33, 55}.

A *Spirulina* tem capacidade de crescer em ambiente autotrófico, mixotrófico e heterotrófico⁴⁰, sendo que a diferença desses meios está na fonte de energia e

carbono^{17, 45}. O meio padrão para cultivo de *Spirulina* foi desenvolvido por Zarrouk (1996), o qual fornece carbono inorgânico na forma de CO_3^{2-} e HCO_3^- , que se convertem em CO_2 utilizado na fotossíntese. Entretanto, como a fonte de carbono é um dos maiores componentes de custos, a diluição do meio Zarrouk (padrão para o cultivo da microalga *Spirulina*) torna-se uma alternativa a ser estudada, já que a alta concentração de sais do meio aumenta os custos de produção²⁹.

A *Spirulina* apresenta baixa susceptibilidade à contaminação de seus cultivos por outros micro-organismos devido ao seu alto pH, de modo que seus biorreatores podem ser abertos, sendo geralmente de forma retangular com cantos arredondados⁵⁹.

Existe uma quantidade bem menor de dados sobre cultivos heterotróficos e mixotróficos do que sobre os cultivos autotróficos, uma vez que nesses cultivos são utilizados fontes de carbono orgânico. Todavia, os cultivos heterotrófico e mixotrófico apresentam a vantagem de aumentar a produtividade em biomassa e em lipídeo, observando que no modo heterotrófico somente algumas microalgas são capazes de crescerem sem que seja feita alguma manipulação genética³².

AUTOTRÓFICO

No cultivo autotrófico, as células obtêm energia da luz e carbono do CO_2 do ar o HCO_3^- dissolvido na água², produzindo, através da fotossíntese, seus polissacarídeos, proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos²⁸. Apesar da alta eficiência no uso da luz, o crescimento das microalgas é lento em grandes escalas, causado pela alta densidade de células devido à quantidade excessiva de luz⁵⁰. Nesse tipo de cultivo, um aspecto positivo é a possibilidade de uso do dióxido de carbono resultante de processos industriais, favorecendo uma redução dos custos de produção da biomassa²⁷.

Além da luz e do carbono, para haver crescimento autotrófico são necessários nutrientes como nitrato, fósforo, potássio e metais, vitaminas, e uso de temperatura e pH dentro das características de desenvolvimento da microalga cultivada².

HETERÓTROFO

No cultivo heterotrófico, as células utilizam compostos orgânicos como fonte de energia e de

carbono²⁸, não necessitando de luz, podendo, assim, aumentar a concentração celular e a produtividade de biomassa em larga escala²⁰. Estudos^{38; 62; 31} demonstraram também, que nesse tipo de cultivo há um aumento no teor de lipídeos em relação ao cultivo autotrófico, sendo uma vantagem para produção de biomassa destinada a geração de biodiesel. Como consequência, há uma redução nos teores de proteína, clorofila e carotenoides¹⁵, que poderia ser revertido no uso do cultivo mixotrófico, em que há o estímulo da luz. No entanto, em altas concentrações celulares a luz se torna limitante com taxa de crescimento global muito baixa, com consequente diminuição na produção de proteína e clorofila⁴⁴.

MIXOTRÓFICO

No cultivo mixotrófico utiliza-se a luz, compostos orgânicos e inorgânicos como fonte de energia e dióxido de carbono, e compostos orgânicos como fonte de carbono, sendo esse cultivo uma alternativa para a produção fotoautotrófica²⁸.

A combinação de fontes de carbono adversas com o meio Zarrouk pode possibilitar o cultivo da microalga com menores custos e maiores produtividades. A glicose adicionada a este meio, por exemplo, como fonte de carbono, demonstra redução na respiração aeróbia em altas intensidades de luz, com inibição da utilização de glicose pelas células e, em baixas intensidades de luz, a respiração torna-se prioritária, necessitando de maiores concentrações de glicose para atender a demanda do crescimento celular. Dessa forma, as concentrações celulares da microalga podem ser aumentadas pelo uso de glicose como fonte de carbono, desde que adicionada em baixas concentrações no meio de cultivo, demonstrando a capacidade metabólica dessa microalga de converter fontes orgânicas de carbono em biomassa⁴³.

Crescimento da Microalga

ILUMINÂNCIA

A influência da luz está relacionada com o tempo de exposição, intensidade, cor e comprimento de onda que incide sobre a cultura, podendo afetar, por exemplo, o teor de proteínas e clorofila, e principalmente, a produção de biomassa por unidade de área num determinado tempo.

Altas intensidades de luz pode causar foto-oxidação, que leva a perda da cultura, e a fotoinibição, que pode provocar a queda do rendimento. O limite de saturação de luz é aproximadamente de 5-10 Klux por cianobactéria⁴².

A *S. platensis* é mais sensível à fotoinibição quando está acondicionada sob temperatura abaixo da ótima de crescimento. Assim, nos cultivos abertos, a combinação de temperaturas relativamente baixas no período da manhã, com a rápida elevação da incidência luminosa, pode favorecer esse fenômeno, levando as cianobactérias a promover um autosombreamento com a compressão dos tricomas³⁴.

TEMPERATURA

A temperatura influencia nas reações metabólicas, taxa de crescimento³⁶ e conseqüentemente na composição química, podendo aumentar ou reduzir a concentração de alguns compostos. Em clima temperado, utiliza-se temperaturas entre 10 e 25°C e acima de 20°C para regiões com clima tropical. No geral, têm-se que abaixo de 16°C pode haver a redução da taxa de crescimento e superior a 35°C pode ser fatal a espécie cultivada²³.

PH

O controle do pH, geralmente, na faixa de 7 a 9, é importante para que os componentes do meio de cultura possam ser absorvidos e, assim, disponibilizar os elementos químicos³⁴. A *S. platensis* é alcalófila obrigatória, o que dificulta a sobrevivência de outros organismos⁶ e acaba por fornecer certa segurança à qualidade do cultivo aberto. A variação de biomassa em relação ao pH se deve à sua influência na disponibilidade de nutrientes, na atividade de estruturas celulares e de suas enzimas. Um pH superior a 10 pode levar a uma redução na produtividade⁵², ou mesmo em colapso completo, se houver falha na manutenção de pH²³. Para se regular o pH e estimular o crescimento, adiciona-se dióxido de carbono ou tampões como o Tris (2-amino-2-[hidroximetil]-1-3-propanediol) e a glicilglicina³⁴.

AGITAÇÃO

O grau de agitação é importante para evitar declínio na produtividade, rompimento de tricomas e eliminar o

oxigênio supersaturado, sendo necessário, portanto, estudar qual a agitação ideal para os cultivos⁵². As microalgas crescem naturalmente em regimes não turbulentos e, dessa forma, nem sempre, irão se adaptar a agitações vigorosas. Normalmente, realiza-se essa operação por borbulhamento com ar, com pás circulares ou por bombeamento. Entretanto, a agitação turbulenta pode ser vantajosa em sistemas fechados, devido à melhoria de circulação interna e o não depósito de células em zonas escuras^{16;23}.

NUTRIENTES

Os macronutrientes têm diversas funções, como serem fontes dos constituintes estruturais das biomoléculas e regular atividades metabólicas. Já os micronutrientes, como o ferro e o manganês, participam da estrutura e da atividade de enzimas que são envolvidas nas diversas vias metabólicas³⁴.

O carbono é necessário em altas concentrações por ser constituinte de todas as substâncias orgânicas sintetizadas pelas células (proteínas, carboidratos, ácidos nucleicos, vitaminas, lipídeos, e outros). A *S. platensis* permite a combinação entre a fotossíntese e a assimilação heterotrófica de compostos orgânicos, num processo chamado mixotrofia. Esse processo permite a utilização de outros nutrientes como fonte de carbono. O bicarbonato é o mais empregado em meios de cultura. Ele é incorporado e convertido em CO₂, que é destinado à fotossíntese e, em carbonato, que é liberado para o meio extracelular, aumentando o pH do cultivo³⁴.

O dióxido de carbono é a uma fonte de carbono que pode ser utilizado diretamente na fotossíntese¹⁴. Outra fonte de carbono é o acetato, que vem demonstrando o aumento da biomassa e o conteúdo de carotenos, provavelmente, devido ao ácido acético ser um precursor dos carotenoides. Além do carbono, o nitrogênio também é fundamental para o crescimento das cianobactérias. Ele faz parte da estrutura de proteínas, ácidos nucleicos e pigmentos fotossintetizantes (clorofila e ficobilina). Em altas concentrações, em um aumento na concentração de proteínas e clorofila, e em baixas concentrações, há a redução no teor de proteínas e na taxa de divisão celular. A concentração de ácido linolênico aumenta, os ácidos graxos permanecem constantes, as ficocianinas são degradadas e utilizadas como fonte de nitrogênio. Formam-se mais carotenoides e menos clorofilas,

gerando mudanças de cor que tendem ao amarelado³⁴.

A ureia também é estudada para reduzir os custos de produção. Entretanto, sua hidrólise em amônia sob condições alcalinas gera perdas de nutrientes por volatilização e redução da produção devido ao efeito tóxico deste composto³⁴.

Coleta da Biomassa

Não existe um método padrão para a coleta e separação de biomassa, podendo ser realizado a separação da microalga da água por centrifugação, ou por floculação, que tem uma menor demanda energética, e flotação como métodos coadjuvantes. A escolha do método é baseada nas características da microalga, cultivada e no custo, já que, geralmente, este representa cerca de 20 a 30% do total da produção da biomassa. No caso da *Spirulina* spp., as células são relativamente grandes e é fácil separar a biomassa da água por filtração¹⁹.

A centrifugação é um método aplicado com sucesso por ser bastante eficiente. Entretanto, o processo envolve a exposição das células a elevadas forças gravitacionais e de cisalhamento, que podem danificar a estrutura da célula. Também apresenta altos custos e alta demanda de energia. A filtração, microfiltração, eletrocoagulação e biofloculação vêm sendo estudados como processos alternativos^{29; 46; 48; 52; 54}.

Métodos de Secagem

A secagem tem como objetivo a remoção de líquido de um material, que será seco pelo contato com ar insaturado, resultando na redução da umidade do material e do ar. É uma operação bastante difundida, conferindo estabilidade físico-química e microbiológica ao produto, prorrogando a vida de prateleira. Para o processo de secagem, dois estágios podem ser definidos: aquecimento do material e evaporação da sua umidade⁴².

Na secagem de microalgas, têm sido empregados métodos como o *spray dryer*, secador de cabine, liofilizadores e secagem ao sol. Independente do processo escolhido, o processo deve manter critérios de qualidade, como a cor, nutrientes, forma ou textura, e por isso, a liofilização pode ser considerada método de referência para cianobactérias, já que não há alterações nas propriedades nutricionais, sensoriais e físico-químicas, além de se assemelhar com

a biomassa fresca⁴². Esse processo rompe as células da biomassa de microalgas, transformando-as em um pó solto, fazendo com que nenhum outro tratamento seja necessário. As únicas desvantagens desse processo são o custo elevado e a necessidade de mão-de-obra especializada³⁶.

A secagem ao sol é um dos métodos mais atrativos, devido ao seu baixo custo de implantação. Ela é recomendável em regiões de clima seco, com boa irradiação solar e baixo índice de precipitação pluviométrica. Essa secagem não é onerosa e não necessita de mão-de-obra qualificada. Entretanto, demanda longos períodos de secagem, há maiores riscos de contaminação, necessidade de grandes áreas, controle rigoroso de insetos e roedores e apresenta risco de perda de material. A biomassa deve ficar disposta em tabuleiros ou lonas, previamente higienizados, sobre armações, sobre piso de cimento ou pedregulho, que irradiam melhor o calor^{56; 21}.

Os secadores de bandeja são usados em pequenas escalas (1 a 20 t/dia) ou escala piloto. Os custos são baixos, mas não possui um alto controle sobre as condições de secagem, resultando em produtos com qualidade variável se não houver uma distribuição homogênea do ar. O secador de bandeja possui um isolamento externo, e as bandejas onde será colocado o material a ser desidratado são perfuradas. Nesse tipo de secagem o ar é impulsionado por um ventilador que passa por um sistema de aquecimento. O ar aquecido entra em contato com as bandejas permanecendo pelo tempo necessário da operação¹⁸.

O método por *spray dryer* transforma líquidos em produtos secos e pulverizados, através de um sistema centrífugo ou de alta pressão, em que as gotículas atomizadas entram em contato com um fluxo de ar quente. A rápida evaporação permite manter baixa a temperatura do produto. A transferência de calor e de massa é realizada pelo contato direto entre o gás quente e as gotículas dispersas. As partículas finas são separadas do gás em ciclones externos ou em mangas coletoras^{37; 35; 33; 58}. A vantagem desse processo é a formação de partículas esféricas e homogêneas, facilitando o processo de manuseio e envase, com redução de custos³⁰.

Conclusão

A cianobactéria *Spirulina* é uma das microalgas

mais estudadas para o consumo humano, devido a sua composição química, e pela sua facilidade de digestão, por não apresentar celulose em sua parede celular como outras microalgas eucarióticas. A cinética de crescimento de micro-organismos é algo complexo, com diversas variáveis a serem consideradas, principalmente, em relação ao pH, luz e nutrientes. Esses parâmetros devem ser mantidos para que não haja perdas da cultura ou redução da produção. Entretanto, apesar da dificuldade de controle do processo, o seu cultivo em sistemas abertos responde bem a produtividade por área, além de não ter altos custos de implantação, e ser mais viável para pequenos produtores.

Referências

- Andersen, R. A. Algal culturing techniques. Elsevier Academic Press: China, **2005**.
- Andrade, M. R.; Costa, J. A. V. *Ciência e Agrotecnologia*, **2008**, 32, 1551.
- Babadzhanov, A. S. et al. *Chemistry of Natural Compounds*, **2004**, 40, 276.
- Belay, A.; Yoshimichi, O. *Journal of Appl. Phycology*, **1993**, 5, 235.
- Belkin, S.; Boussiba, S. *Plant Cell Physiol.*, **1991**, 32, 953.
- Bertoldi, F. C.; Sant'anna, E.; Oliveira, J. L. B. *Boletim do CEPPA*, **2008**, 26, 9.
- Borja, F. *Spirulina*. *Jornal Tamanduá*. Patos, jan. **2007**. Disponível em: <www.fazendatamandua.com.br/jt-jan07.htm>. Acesso em: 05/04/2014.
- Borowitzka, M. A.; Hallegraeff, G. M. *Algae of Australia: introduction*; McCarthy, P. M.; Orchard, A. E., eds.; Australian Biological Resources Study: Canberra, **2007**, cap. 29.
- Brennan, L.; P. Owend, E. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **2010**, 14, 557.
- Colla, L. M. et al. *Bioresource Technology*, **2007**, 98, 1489.
- Cozza, K. L.; COSTA, J. A. V. *Vetor, Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, **2000**, 10, 69.
- Demirbas, A. *Energy Convers. Manage.*, **2010**, 51, 2738.
- Derner, R. B. et al. *Ciência Rural*, **2006**, 36, 1959.
- Endo, H. et al. *Agricul. Biol. Chem.*, **1974**, 38, 9.
- Eriksen, N. *Biotechnology Letters*, **2008**, 30, 1525.
- Estrada, J. E.; Bescos, P.; Villar Del Fresno, A. M. *Il Farmaco*, **2001**, 56, 497.
- Fellows, P. J. *Tecnologia de processamento dos alimentos*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, **2006**, 602 p.
- Franco, et al. *Quim. Nova*, **2013**, 36, 437.
- García, M. C. et al. *J. Appl. Phycol.*, **2000**, 12, 239.
- Gava, A. J. *Princípios e tecnologia de alimentos*. 2 ed. São Paulo: Nobel, **1998**, 284 p.
- Grobbelaar, J. *J. Appl. Phycol.*, **2009**, 21, 523.
- Gualtieri, P.; Barsanti, L. *Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology*. CRC Press, Taylor e Francis Group. 301 p., **2006**.
- Henrikson, R. *Microalga Spirulina superalimento del futuro*. 1a Edição. Barcelona: Ediciones Urano, **1994**, 222 p.
- Hoff, F. H.; Snell, T. W. *Plankton Culture Manual*. 5 ed. Florida: Aqua Farms, **1999**, 226 p.
- Holanda, L. R. de et al. O cultivo de microalgas para a geração de eletricidade. In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão. **2011**.
- Huang, G. et al. *Appl. Energy*, **2010**, 87, 38.
- Jiang, L. et al. *Appl. Energy*, **2011**, 88, 3336.
- Knuckey, R. M. et al. *Aquacult. Eng.*, **2006**, 35, 300.
- Lannes, C. S. da S.; Medeiros, M. L. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, **2003**, 39, 115.
- LI, Y. et al. *Appl. Energy*, **2011**, 88, 3313.
- Liang, Y.; Sarkany, N.; CUI, Y. *Biotechnol. Lett.*, **2009**, 31, 1043.
- Linoya, K.; Gotoh, K.; Higashitani, K. *Powder technology handbook*. New York: Wiley, **1991**. 794 p.
- Lourenço, S. O. *Cultivo de microalgas marinhas: princípios e aplicações*. São Carlos: RiMa, **2006**. 606p.
- Masters, K. *Spray drying handbook*. 4.ed. London: Godwin, **1985**. 696 p.
- Mata, T. M.; Martins, A. A.; Caetano, N. S. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **2010**, 14, 217.
- Mccabe, W. L.; SMITH, J. C. *Unit operations of chemical engineering*. New York: McGraw-Hill, **1956**. 945 p.
- Miao, X.; WU, Q. *Bioresour Technol.*, **2006**, 97, 841.
- Miranda, M. S. et al. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, **1998**, 31, 1075.
- Moazami, N. et al. *Biomass and Bioenergy*, **2011**, 35, 1935.
- Moraes, I. de O. et al. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, **2013**, 33, 179.
- Morist, A. et al. *Process Biochemistry*, **2011**, 37, 535.
- Muliterno, A. et al. *Ciênc. agrotec.*, **2005**, 29, 1132.
- Ogawa, T.; AIBA, S. *Biotechnol. Bioeng.*, **1981**, 23, 1121.
- Ogbonna, J. C.; Masui, H.; Tanaka, H. *J. Appl. Phycol.*, **1997**, 9, 359.
- OH, H. M. et al. *Biotechnol. Lett.*, **2001**, 23, 1229.
- Perez, K. J. et al. *Alim Nutr.*, **2007**, 18, 77.

47. Poelman, E.; DE PAUW, N.; JEURISSEN, B. *Resour. Conserv. Recy.*, **1997**, 19, 1.
48. Pulz, O.; GrosS, W. *Applied Microbiological Biotechnology*, **2004**, 65, 635.
49. Ragni, M. et al. *J. Phycol.*, **2008**, 44, 670.
50. Rego, A. Ingredientes: novas funcionalidades. In: *Brasil Food Trends 2020*. São Paulo, **2010**. Cap. 5.2, p.99-107.
51. Richmond, A. *Handbook of Microalgal Mass Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. Blackwell Science, **2004**.
52. Rojas, E.; Ávila, M.; Parada, G. *Latin American Journal of Lat. Am. J. Aquat. Res.*, **2012**, 40, 763.
53. Rossignol, N. et al. *Aquacult. Eng.*, **1999**, 20, 191.
54. Shimamatsu, H. *Hydrobiologia*, **2004**, 512, 39.
55. Silva, J. A. *Tópicos da tecnologia dos alimentos*. São Paulo: Varela, **2000**. 232 p.
56. Toledo, J. C. et al. *Gestão & Produção*, **2008**, 15, 117.
57. Van't land, C. M. *Industrial drying equipment: Selection and application*. New York: Marcel Dekker, **1991**. 362 p.
58. Von der weid, d.; dillon, j. C.; falquet, J. *Malnutrition: a silent massacre*. Geneve: Antenna Technology, **2000**.
59. Vonshak, a; tomaselli, I. *Arthrospira (Spirulina): Systematics and ecophysiology*. In: *The Ecology of Cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Holanda, p. 505 – 522, **2000**.
60. Wellinger, A. *Algal biomass does it save world? Shot reflections – IEA Bioenergy: An international collaboration in bioenergy*, april, **2009**.
61. Xu, H.; Miao, X.; Wu, Q.; j. *Biotechnol.*, **2006**, 126, 499

Ulliana M. Sampaio¹,
Karolline F. Siqueira²,
Christiane A. Starling² &
Flávia I. R. O. Araújo^{*2}

¹ Universidade Estadual de Campinas, Cidade Universitária Zeferino Vaz - Barão Geraldo, Campinas, São Paulo, Brasil 13083-970

² Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas, - Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420 – Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: flaviaisaraujo.senai@sistemafieg.org.br

Avaliação Sensorial de Bebida Proteica com Adição da Microalga *Spirulina Platensis*

Elaine S. P. Barbosa, Karolline F. Siqueira, Patrícia L. D. Moura &
Flávia I. R. O. Araújo

O presente trabalho objetivou desenvolver e avaliar a aceitação de uma bebida proteica com adição da microalga *Spirulina platensis*. Nos resultados da escala hedônica, obtiveram-se escores acima de 7 (gostei regularmente) para todos os atributos avaliados. Quanto ao aroma de limão, a bebida deve ser reformulada, diminuindo-se a sua concentração; o gosto doce está com doçura ideal para o consumo; e, 86,4% dos provadores consumiriam o produto, frequentemente, indicando que o produto poderá ter uma boa aceitação no mercado.

Palavras chave: *inovação; teste de aceitação; bebidas vegetais proteicas.*

This study aimed to develop and evaluate the acceptance of a protein drink with addition of micro alga *Spirulina platensis*. The results of the hedonic scale was obtained scores above 7 (like regularly) for all attributes. As for the lemon flavor drink should be changed by decreasing its concentration; the sweet taste is ideal with sweet for consumption; and, 86,4 % of testers often consume the product, indicating that the product may have good market acceptance.

Keywords: *innovation; acceptance test; vegetable protein drinks.*

Introdução

Nos últimos anos, tem-se verificado um interesse crescente dos consumidores por alimentos que, além da função básica de nutrir, promovam efeitos benéficos à saúde¹. As tendências globais apontam um crescimento do mercado em altas taxas, pela conquista natural de novos adeptos a estes alimentos, pelo surgimento quase diário de boas notícias provenientes das pesquisas científicas relacionando os alimentos funcionais à saúde e qualidade de vida, além da introdução de novos produtos no mercado, o que amplia as alternativas mercadológicas².

As características químicas e nutricionais da soja e seus subprodutos qualificam-na também como um alimento funcional. Além da qualidade de sua proteína, estudos mostram que a soja pode ser utilizada de forma preventiva e terapêutica no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer e osteoporose³.

Nutricionalmente, o extrato de soja apresenta 17,7% de lipídios, 33% de proteínas, 41,4% de carboidratos e 2,4% de cinzas (em base seca)⁴. Tem-se, também, o isolado proteico de soja que contém pelo menos 90% de proteína, apresentando como principais componentes as frações glicinina e β -conglucina, sendo livre de lipídios e carboidratos⁵. Inúmeras tecnologias têm mostrado êxito na obtenção de extratos com melhores características sensoriais, porém foi constatado que sua aceitação é aumentada quando associados a aditivos, ingredientes ou a outra matéria-prima que confira características de sabor e aroma diferentes daqueles inerentes ao extrato de soja puro⁶. Além de promover o aumento da digestibilidade de sua proteína, bem como inativa os inibidores de proteases e outros fatores antinutricionais, embora possa ocorrer atividade residual significativa de inibidores de proteases em produtos da soja, após tratamento térmico⁷.

A povidexose é um polissacarídeo sintetizado pela polimerização randômica da glicose e pode ser considerado como alimento funcional, pois é parcialmente fermentado no intestino grosso, mas não é digerido nem absorvido no intestino delgado e, em sua maior parte, é excretado nas fezes^{8,9}. Além disso, este polímero é extremamente estável, incolor e não apresenta sabor residual, sendo também altamente estável dentro de uma faixa ampla de pH, temperatura, condições de

processamento e estocagem¹⁰. É tolerada uma média de 90 g por dia, sem efeitos laxativos¹¹. Segundo Jie et al.¹⁰ a povidexose pode ser também considerada como pré-biótico, pois estimula o crescimento de lactobacilos e bifidobactérias e a fermentação contínua ao longo do cólon.

O colágeno é uma proteína encontrada no tecido conjuntivo, ocorrendo em tendões, cartilagens, na matriz orgânica dos ossos e na camada córnea dos olhos, conferindo resistência e/ou elasticidade a essas estruturas. Do ponto de vista nutricional, o colágeno é considerado uma proteína de qualidade inferior uma vez que quase todos os aminoácidos essenciais ou são sub-representados, ou, no caso da cisteína, completamente ausente. Estudos têm sido realizados em humanos com resultados positivos, especialmente relacionados com a capacidade demonstrada pelo colágeno e gelatina hidrolisados em melhorar as condições das articulações, na prevenção e tratamento da osteoartrite e da osteoporose^{12,13,14,15}.

Pesquisas inovadoras envolvendo a biotecnologia, por meio da utilização de micro-organismos ou enzimas para a produção de novos produtos, inclusive alimentos, estão instigando a sociedade moderna¹⁶. A aceitabilidade de um micro-organismo, em especial para o uso na alimentação humana e animal, depende de seu valor nutricional e segurança o que inclui o baixo teor de ácidos nucleicos, ausência de toxinas e de compostos residuais indesejáveis¹⁷. Várias espécies de microalgas são cultivadas comercialmente em alguns países e a biomassa produzida tem sido utilizada como fonte de produtos para aplicação na indústria de alimentos¹⁸. Segundo Pulz e Gross¹⁹, o mercado de alimentos funcionais, utilizando microalgas em massas, pães, iogurtes e bebidas, apresenta rápido desenvolvimento em vários países, como França, Estados Unidos, China e Tailândia.

A. Spirulina platensis é uma microalga com composição apropriada para uso como complemento alimentar destacando-se pelo seu alto teor de cianocobalamina (vitamina B12), difícil de ser encontrada em dietas vegetarianas; pelo ácido fólico (vitamina B9), necessário para a formação das células e para o bom funcionamento dos sistemas cardiovascular e nervoso; além de seu aporte de minerais (Zn, Mg, Cr, Se, Fe) que são necessários para a manutenção do metabolismo, para a conservação

da pele e das mucosas e para o desenvolvimento normal dos ossos e dos dentes^{20,21}. Em sua composição em base seca, destacam-se os altos teores de proteínas (64 – 74 %), ácidos graxos poli-insaturados, além de compostos antioxidantes^{22,23}.

A *Spirulina* está legalmente autorizada como alimento ou complemento alimentar na Europa, Japão e costa asiática do Pacífico. No Brasil, de acordo com a VII lista dos novos ingredientes aprovados pelas Comissões Técnico-Científicas de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos (CTCAF), a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) permite a comercialização da *Spirulina*, desde que o produto final ao qual o micro-organismo tenha sido adicionado seja devidamente registrado e não tenha alegações terapêuticas. É comercializada em forma de comprimidos, cápsulas e em pó como suplementos alimentares para o público que praticam esportes regularmente e pessoas que buscam hábito saudável de vida²⁴.

O desenvolvimento de produtos está em estreita relação com as necessidades e tendências ou modas de consumo da massa consumidora, o que traz como consequência a necessidade de respostas rápidas das indústrias de alimentos às mudanças do mercado consumidor. A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Os testes de aceitação ou afetivos podem ser empregados para avaliar a aceitação de produtos no início de seu desenvolvimento ou quando ocorre alteração na formulação, modificação nos processos, materiais, embalagens condições de estocagem ou no tempo de conservação dos alimentos²⁵.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a aceitação de uma bebida proteica com adição da microalga *Spirulina*.

Materiais e Métodos

MATERIAIS

A *Spirulina* foi adquirida em uma fazenda de microalgas, empresa Brasil Vital, localizada na zona rural de Anápolis-GO. A legislação RDC/ANVISA nº 16/1999 recomenda que o consumo diário do produto não deve resultar na ingestão de *Spirulina* acima de 1,6 g. Foram utilizados os seguintes ingredientes para a

formulação mistura em pó: fonte de fibra a polidextrose, proteína concentrada de soja, colágeno hidrolizado, extrato micronizado de soja e, os aditivos: aroma idêntico ao natural de limão; goma xantana; sucralose e mix de vitaminas e minerais.

MÉTODOS

Elaboração das amostras

As amostras foram preparadas na Planta de Desenvolvimento de Alimentos do Instituto SENAI de Tecnologia (IST) de Alimentos e Bebidas. A quantidade dos ingredientes para preparo da amostra está apresentada na Tabela 1. Todas as matérias-primas foram pesadas e, em seguida, misturadas em homogeneizador Y de modelo TE-201/10, por 10 minutos. Posteriormente, foram armazenadas em embalagem BOPP metalizado (polipropileno biorientado).

Tabela 1. Ingredientes secos utilizados na formulação da mistura em pó para bebida proteica.

Matéria prima
Colágeno hidrolizado
Spirulina
Extrato micronizado de soja
Proteína concentrada de soja
Polidextrose
Aroma
Sucralose
Goma xantana
Blend de vitaminas e minerais

Análise de proteínas

As amostras foram avaliadas, em triplicata, quanto ao teor de proteínas utilizando-se o procedimento do Instituto Adolfo Lutz (2008)²⁶.

Análise sensorial – teste de aceitação

Os consumidores avaliaram a aceitação global das formulações, utilizando a escala hedônica de nove pontos; a frequência em que está disposto a consumir o produto em determinado período, utilizando escala de atitude de 9 pontos; e, a intensidade do aroma e gosto doce considerado

ideal utilizando-se escala de 5 pontos²⁷. O teste foi realizado em uma academia da região central da cidade de Goiânia-GO, onde as amostras de bebida proteica foram avaliadas, na mesma seção, por cada consumidor. As amostras foram servidas em copos descartáveis de 50 mL (temperatura aproximadamente de 12°C).

Análise dos resultados

Os dados, obtidos por meio da ficha de avaliação (Figura 1), foram analisados por médias e distribuição de frequências utilizando histogramas por meio do programa Excel®.

Resultados E Discussão

De acordo com a análise laboratorial, o conteúdo de proteínas resultou em 64,20 g.100 g-1 na bebida com adição de *Spirulina platensis*. Os testes sensoriais foram realizados no mesmo dia do processamento da mistura em pó para evitar que os resultados sofressem influência negativa durante a vida de prateleira. Todos os testes foram realizados com provadores não-treinados. A avaliação sensorial foi realizada por uma equipe de 25 pessoas (17 mulheres e 8 homens) composta por praticantes de atividade física, não familiarizados com testes sensoriais e idades entre 16 e 60 anos, representativos do público consumidor.

Nome: _____ Sexo: () F () M Data: ___ / ___ / ___	
I. Você está recebendo amostra de bebida funcional. Através da escala expresse o quanto você gostou e desgostou dos atributos sensoriais.	
(9) Gostei muitíssimo (8) Gostei moderadamente (7) Gostei regularmente (6) Gostei ligeiramente (5) Não gostei, nem desgostei (4) Desgostei ligeiramente (3) Desgostei regularmente (2) Desgostei moderadamente (1) Desgostei muitíssimo	Aparência: _____ Cor: _____ Aroma: _____ Sabor: _____ Impressão global: _____
II. Prove a amostra novamente e através da escala abaixo marque o quão ideal se encontra AROMA da bebida funcional.	
(7) aroma muito mais intenso que eu gosto (6) aroma razoavelmente mais intenso que eu gosto (5) aroma levemente mais intenso que eu gosto (4) do jeito que gosto (3) aroma levemente mais fraco que eu gosto (2) aroma razoavelmente mais fraco que eu gosto (1) aroma muito mais fraco que eu gosto.	
III. Prove a amostra novamente e através da escala ao lado, marque o quão ideal se encontra o GOSTO DOCE da bebida.	
(7) gosto doce muito mais intenso que eu gosto (6) gosto doce razoavelmente mais intenso que eu gosto (5) gosto doce levemente mais intenso que eu gosto (4) do jeito que gosto (3) gosto doce levemente mais fraco que eu gosto (2) gosto doce razoavelmente mais fraco que eu gosto (1) gosto doce muito mais fraco que eu gosto	
IV. Marque a resposta que melhor expresse o seu julgamento:	
(9) Beberia isso sempre que tivesse oportunidade. (8) Beberia isso muito frequentemente. (7) Beberia isso frequentemente. (6) Gosto disso e beberia de vez em quando. (5) Beberia isto se tivesse acessível, mas não me esforçaria para isso. (4) Não gosto disso, mas beberia ocasionalmente. (3) Raramente beberia isso. (2) Só beberia isso se não pudesse escolher outro alimento. (1) Só beberia isso se fosse forçado(a).	

Figura 1. Ficha de respostas utilizando escalas hedônica, do ideal e atitude.

A bebida proteica não apresentou média abaixo de 4 (limite inferior de aceitação), alocou-se entre as categorias “gostei moderadamente” e “gostei regularmente” para todos os atributos avaliados (Figura 2). Alguns consumidores associaram a cor verde com sucos de folhosas e, gosto amargo imperceptível comparando aos outros produtos rico em proteínas.

Em relação ao aroma da bebida proteica, observa-se no histograma (Figura 3) que 40% dos provadores acharam o aroma de limão mais intenso do que gostam, considerando-se que 24% acharam o aroma muito mais intenso do que gostam e, 40 % a intensidade do aroma está do jeito que gosta. Portanto, a bebida deve ser reformulada, diminuindo-se a concentração do aroma de limão.

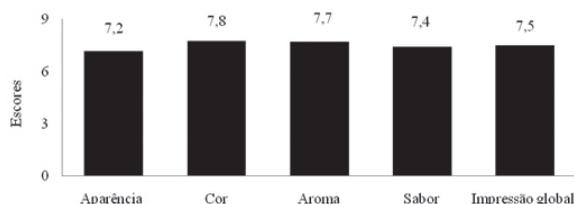


Figura 2. Escores em relação aos atributos sensoriais de bebida proteica com adição da microalga *Spirulina*.

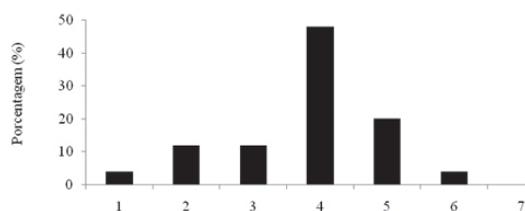


Figura 3. Porcentagem das respostas dos consumidores em cada categoria para ideal do gosto doce da bebida proteica com adição da microalga *Spirulina*.

Quanto ao gosto doce da bebida proteica (Figura 3), 24% dos provadores acharam o gosto mais intenso do que gosta, considerando-se que 20% acharam o gosto razoavelmente mais intenso do que gosta e, 48% o gosto está do jeito que gosta. Com relação a este quesito, a bebida está com doçura ideal para o consumo.

Na atitude de compra os provadores (Figura 4) 86,4% consumiriam o produto frequentemente, indicando que o produto poderá ter uma boa aceitação no mercado, apresentando elevado consumo, sendo que apenas 4,5% não esforçariam para comprar esta bebida. Neste último caso, os provadores podem não conhecer a microalga *Spirulina* ou não são consumidores de produtos proteicos. Alguns consumidores não treinados alegaram que o sabor característico é suave, a cor verde remete aos sucos caseiros naturais provenientes de folhosas (couve, agrião, entre outros) e, ainda, há partículas residuais na boca. Um dos desafios de melhoria tecnológica para uso da microalga em bebidas proteicas é diminuir as partículas da microalga e, assim, contribuir para melhor dispersão em água.



Figura 4. Porcentagem de aceitação da bebida proteica com adição da microalga *Spirulina* utilizando escala de atitude.

Conclusão

Este projeto apresentou a potencialidade da microalga *Spirulina platensis* como matéria-prima de produto industrializado. É um produto que não apresenta risco algum para o consumo humano, tem potencial valor comercial, nutricional e tecnológico. Há necessidade de mais estudos no desenvolvimento de produtos alimentícios com adição dessa microalga, principalmente, na melhoria do flavor.

Referências

- Prates, J. A. M.; Mateus, C. M. R. Rev. Portuguesa de Ciências Veterinárias, 2002, 3-12.
- Gazzoni, D. L. Alimentos Funcionais. Disponível em: <http://www.gazzoni.pop.com.br/alimentos_funcionais.htm>. Acesso em: 12 nov. 2015.

3. Souza, G.; Valle, J. L. E.; Moreno, I. Bol. SBCTA, 2000, 61-69.
4. Bowles, S.; Demiate, I.M. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2006, 652-659.
5. Singh, M.; Mohamed, A. Food Science and Technology, 2005.
6. Rodrigues, R. S. Caracterização de extratos de soja obtidos de grãos, farinha integral e isolado proteico visando formulação e avaliação biológica (em coelhos) de bebida funcional a base de extrato de soja e polpa de pêssegos. Campinas, 2003. 177 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
7. Bayram, M.; Kaya, A.; Öner, M. D. Journal of Food Engineering, 2004, 221-230.
8. Stumm, I.; Battles, W. Food Chemistry, 1997, 291-297.
9. Pfizer Inc. Polidextrose food additive petition. 1978.
10. JIE, Z. et al. American Journal of Clinical Nutrition, 2000, 1503-1509.
11. Fakhouri, F. M. Et Al. Simpósio Latino-Americano De Ciência De Alimentos, Slaca, 6º, Campinas, Anais... Campinas, 2005. (CD Rom).
12. Gómez-Guillén, M.C. et al. Food Hydrocolloids, 2011, 1813-1827.
13. Moskowitz, R. W. Seminars in Arthrites and Rheumatism, 2000, 87-99.
14. Oesser, S. et al. Journal of Nutrition, 1999, 1891-1895.
15. Lehninger, A. L.; NELSON, D. L.; Cox, M. M.. Princípios de bioquímica. 1995.
16. Muliterno, A.; Mosele, P. C.; Costa, J. A. V.; Hemkemeier, M.; Bertolin, T. E.. Colla; L. M.. Ciênc. Agrotec., 2005, 1132-1138.
17. Bekatorou, A.; Koutinas, A. A.; Kaliafas, A.; Kanellaki, M.. Process Biochemistry, 2001, 549-557.
18. Derner, R. B.; Ohse, S.; Villela, M.; Carvalho, S. M.; FETT, R. Ciência Rural, 2006, 1959-1967.
19. Pulz, O.; Gross, W. Applied Microbiology Biotechnology, 2004, 635-648.
20. Brown, M. R.; Mular, M.; Miller, I.; Farmer, C.; Trenerry, C. Journal of Applied Phycology, 1999, 247 – 255.
21. Becker, W. In: Richmond, A. (ed.) Handbook of Microalgal Culture: 2004, 312 - 351.
22. Cohen, Z. In: Vonshak, A. Cell-Biology and Biotechnology, 1997.
23. Colla, L. M.; Reinehr, C. O.; Reichert, C.; Costa, J. A. V. Bioresource Technology, 2007, 1489 – 1493.
24. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 16, de 30 de abril de 1999. Diário Oficial da União, 1999.
25. Chaves, J.B.P; Sproesser, R.L. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos. 1999.
26. Zenebon, O.; Pascuet, N. S.; Tiglea, P. Instituto Adolfo Lutz, 2008.
27. Minim, V. P. R.. Análise sensorial: estudos com consumidores. 2006.

Elaine S. P. Barbosa*,
Karolline F. Siqueira, Patrícia
L. D. Moura & Flávia I. R. O.
Araújo

1 Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil. Telefone: (62 3235 8159)

*E-mail: elaine.spb@gmail.com

Desenvolvimento de Cereal Matinal sem Glúten e com Adição da Microalga *Spirulina Platensis*

Elaine S. P. Barbosa, Patrícia L. D. Moura, Karolline F. Siqueira,
Adriana A. Carvalho & Flávia I. R. O. Araújo

Com a finalidade de aumentar o conteúdo nutricional dos cereais extrusados, adicionou-se a microalga *Spirulina platensis* seca e cereais como fonte de proteínas. O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulação de cereal matinal por extrusão termoplástica utilizando-se farinhas sem glúten e microalga *Spirulina*. Elaborou-se uma formulação de cereal extrusado com adição de 5% de *Spirulina* seca submetido à mistura de aromatização com sacarose, cloreto de sódio e edulcorante. Na avaliação de aceitabilidade, apresentou média entre os escores “gostei ligeiramente” e “nem gostei/nem desgostei”. E, na avaliação de intenção de compras, o cereal extrusado doce obteve maior aceitação.

Palavras chave: *novo produto; extrusão; sensorial.*

In order to increase the nutritional content of the extruded cereals were added microalgae *Spirulina platensis* dried and cereals as a source of protein. The aim of this study was to develop formulation breakfast cereal by extrusion cooking using flours without gluten and *Spirulina*. It developed a cereal formulation extruded with addition of 5% *Spirulina* subjected to dry mixing flavoring with sucrose, sodium chloride and sweetener. Acceptability evaluation showed an average of the scores “like slightly” and “not liked / or disliked.” And in evaluating purchasing intention sweet extruded cereal obtained greater acceptance.

Keywords: *new product; extrusion; sensory.*

Introdução

A doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente, tendo como proteínas deletérias as gliadinas do trigo e as prolaminas do centeio (secalinas) e da cevada (hordeínas)^{1,2}. A reação à ingestão de glúten pelos portadores da doença celíaca é a inflamação do intestino delgado, levando à má absorção de vários nutrientes importantes, incluindo ferro, ácido fólico, cálcio e vitaminas lipossolúveis^{3,4}. O único tratamento eficaz para a doença celíaca é a estrita adesão à dieta isenta de glúten durante toda a vida do paciente, que resultará em recuperação clínica e das mucosas intestinais⁵.

A dificuldade de se manter uma alimentação isenta de glúten pode ser atribuída principalmente à falta de alimentos alternativos sem glúten, já prontos, no mercado brasileiro⁶. Acelbra (2015)⁷ informa que o produto sem glúten que os celíacos desejariam encontrar mais facilmente é o pão (47%), seguido de bolachas e biscoitos (21%), macarrão (21%) e pizza (11%). Na produção de pão comum, glúten de trigo é o ingrediente-chave responsável pela retenção dos gases de fermentação de leveduras e faz o pão crescer. Ao fazer pão sem glúten, este é substituído por uma pasta de amido.

Pelo fato de que produtos sem glúten geralmente não são enriquecidos/fortificados e frequentemente são feitos de farinha refinada, amido ou fécula, estes podem não conter os mesmos níveis de nutrientes que os produtos originais com substituição do glúten⁸. A dieta baseada em produtos sem glúten é, muitas vezes, caracterizada por um baixo teor de alguns componentes nutricionais, como proteínas e componentes minerais, bem como componentes não nutricionais, mas fisiologicamente importantes, como fibra dietética⁹.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos para obtenção de proteínas, por meio de micro-organismos com propósito alimentício. Várias espécies de microalgas são cultivadas comercialmente em alguns países e a biomassa produzida tem sido utilizada como fonte de produtos para aplicação na indústria de alimentos¹⁰. Segundo Pulz e Gross (2004)¹¹, o mercado de alimentos funcionais, utilizando microalgas em massas, pães, iogurtes e bebidas, apresenta rápido desenvolvimento em vários países, como França, Estados Unidos, China e Tailândia.

A *Spirulina* também é considerada uma das fontes mais ricas de provitamina A (beta-caroteno) e de ferro

absorvível, além de apresentar altos níveis de vitaminas e outros minerais, compostos fenólicos, ficocianina, ácido gama-linolênico e outros ácidos graxos essenciais^{12,13}. O conteúdo proteico da *Spirulina* atinge 60-70% do seu peso seco. Estas proteínas apresentam excelente qualidade com um índice balanceado de aminoácidos essenciais. As proteínas presentes possuem digestibilidade de 70%. Entre os aminoácidos não essenciais presentes na *Spirulina* estão: alanina, arginina, ácido aspártico, cistina, ácido glutâmico, glicina, histidina, prolina, serina e tirosina. Entre os aminoácidos essenciais, estão a isoleucina, a leucina, a lisina, a metionina, a fenilalanina, a treonina e a valina. A fim de suprir as necessidades diárias de aminoácidos essenciais requeridas por um adulto saudável, seria necessário o consumo de 25 g/dia de *Spirulina* spp.^{12,14}.

A ação da *Spirulina* foi comprovada em pesquisas experimentais “*in vivo*” e “*in vitro*”, verificando-se: seu efeito protetor na indução do estresse oxidativo e hepatotoxicidade por Cádmio em ratos¹⁵; auxílio na remoção de chumbo existente em águas residuais¹⁶; inibição do crescimento de Células do Carcinoma de Ascite de Ehrlich (EACC), pela ficocianina, atuando como agente quimiosupressor¹⁷, ação hipocolesterolêmica¹⁸, propriedade antidiabética, aumentando a atividade da hexoquinase e diminuindo a atividade da glicose-6-fosfatas¹⁹; manutenção do equilíbrio do sistema imunológico, além de aumentar os lactobacilos intestinais, reduzir as nefrotoxicidades provocadas por metais pesados e drogas²⁰; proteção contra a radiação ultravioleta; atividade antioxidante^{21,22}; e redução da obesidade pelo aumento da atividade da lipase lipoprotéica (LPL) e pelo efeito da proteína na saciedade que devido à elevação do nível de aminoácidos plasmáticos, observada após a ingestão de proteínas, estimula a liberação de hormônios anorexígenos e insulina, os quais irão atuar sobre o centro da saciedade, resultando na redução do apetite^{23,24,25}.

As principais exigências para que os micro-organismos possam ser usados em alimentação humana são: composição adequada, em relação à concentração e qualidade dos nutrientes; ausência de substâncias tóxicas e/ou alérgicas e palatabilidade. A *Spirulina* tem sido utilizada para o enriquecimento proteico de alimentos e a elaboração de novos produtos²⁶. Os alimentos funcionais

são a nova tendência do poderoso mercado alimentício. Novos produtos são demandados e desenvolvidos para atenderem a segmentos específicos de mercado, para incorporarem tecnologias diversas, integrarem-se a outros produtos e usos e se adequarem a novos padrões e restrições legais²⁷.

O processo de extrusão termoplástica, uma técnica de processamento de alimentos caracterizada por sua versatilidade, tem proporcionado numerosas aplicações e começou a ser utilizada industrialmente com maior intensidade há pouco mais de duas décadas, a partir da década de 1990. Consiste em um processo térmico de curta duração que ocorre a temperaturas elevadas, em que materiais amiláceos e/ou proteicos umedecidos são plasticizados e cozidos pela combinação de umidade, pressão, temperatura e cisalhamento mecânico, reestruturando as matérias-primas para criar novas formas e texturas, podendo melhorar as propriedades sensoriais, assim como a digestibilidade do material a ser extrusado²⁸.

A extrusão permite ainda a obtenção de um efeito nutricional benéfico no produto, uma vez que viabiliza a mistura de diferentes matérias-primas e outros nutrientes. Essa técnica permite maior facilidade na produção de misturas alimentícias, destinadas ao consumo humano, produzindo uma variedade de produtos²⁹.

O desenvolvimento de novos produtos é essencial para o mercado de alimentos, uma vez que os consumidores são exigentes e almejam por inovações constantes. Um dos campos da alimentação que apresenta elevado crescimento é aquele dos produtos que trazem algum benefício para saúde, associando o consumo de alimentos a hábitos de vida saudável³⁰. Contudo, independentemente do valor nutricional do alimento, o consumidor espera que os alimentos sejam saborosos e atendam às suas expectativas. A determinação da aceitação pelo consumidor é parte crucial no processo de desenvolvimento ou melhoramento de produtos. Os testes de aceitação ou afetivos podem ser empregados para avaliar a aceitação de produtos no início de seu desenvolvimento ou quando ocorre alteração na formulação, modificação nos processos, materiais, embalagens condições de estocagem ou no tempo de conservação dos alimentos³¹.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver formulação de cereal matinal por extrusão termoplástica utilizando-se farinhas sem glúten e microalga *Spirulina platensis*.

Material e Métodos

PROCESSAMENTO DOS CEREAIS MATINAIS

A *Spirulina platensis* foi adquirida em uma fazenda de microalgas, empresa Brasil Vital, localizada na zona rural de Anápolis-GO. A legislação RDC/ANVISA n° 16/1999 recomenda o consumo diário do produto não deve resultar na ingestão de *Spirulina* acima de 1,6 g.

Na formulação dos cereais extrusados, foram utilizados os seguintes ingredientes: quirera de arroz, farinha de feijão, quinoa, *Spirulina*, proteína isolada de soja, fibra isolada. O processamento foi realizado em extrusor dupla-rosca nas seguintes condições: taxa de compressão da rosca 418,8; velocidade de 1201,8Hz; temperatura de 180 °C na 3ª zona do canhão; formatação do produto com matriz circular de 1,0 cm de diâmetro.

Para obtenção dos produtos extrusados, doce e salgado, foram adicionados, após a extrusão a mistura para aromatização (doce e salgada), conforme descrito na Tabela 1. A base da formulação da mistura doce foi: óleo vegetal, cacau, aroma de cacau, aroma de avelã e água; e, para salmoura, utilizou-se cloreto de sódio. Os cereais foram desidratados em estufa com circulação de ar a 65°C por 2 horas, em seguida, resfriados à temperatura ambiente. Por fim, acondicionados em embalagens BOPP metalizado (polipropileno biorientado).

Tabela 1. Concentração do xarope e salmoura utilizado na formulação de cereais extrusados.

Amostras	Mistura de aromatização doce		Salmoura (%)
	Sacarose (%)	Sucralose (%)	
A	47	0	5
B	35	0	10
C	0	0,05	0

ANÁLISE SENSORIAL

Os testes de aceitação dos cereais matinais doces e salgado foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto SENAI de Tecnologia e Inovação, na cidade de Goiânia-GO, utilizando-se cabines individuais, iluminadas com luz branca. O experimento foi conduzido em duas sessões sendo as amostras servidas monadicamente, em temperatura ambiente, em

copos descartáveis de 50 mL, codificando-se cada uma com números aleatórios de três dígitos.

Para as avaliações dos atributos aparência, cor, sabor, aroma e crocância dos cereais extrusados, foi utilizada a escala hedônica estruturada de 7 pontos, alocados entre “gostei muito” e “desgostei muito”³². Para o atributo intenção de compra, foi aplicada a escala estruturada de 5 pontos, na qual representava a nota máxima “certamente compraria” (5) e a nota mínima “certamente não compraria” (1).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DO CEREAL EXTRUSADO

A composição do cereal extrusado doce foi analisada em laboratório terceirizado credenciado pela ANVISA, adequado às normas para análise de alimentos, com emissão de laudos. As análises foram: carboidratos, proteínas, gorduras totais e fibras alimentares, em triplicata.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados estatisticamente pela análise de variância ANOVA, com média e desvio-padrão utilizando o programa Excel®.

Resultados e Discussão

De acordo com as análises laboratoriais, a composição do cereal extrusado doce foi: 62,2% de carboidratos; 7,7% de gorduras totais; 32,42% de proteínas; 8% de fibras insolúveis; 0,9% de fibras solúveis. Os valores médios e desvio-padrão, obtidos no teste de aceitação com consumidores de cereal matinal doce e salgado, podem ser observados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Os cereais extrusados doce avaliados apresentaram média acima de 4 (limite inferior de aceitação), alocada entre as categorias “gostei ligeiramente” e “não gostei/nem desgostei” (Tabela 2). Alguns consumidores associaram a cor verde e odor com “ração de peixe” ou “produto do mar”. A cor é um dos principais atributos a ser considerado em estudos com adição de microalgas. Dependendo da quantidade de adição de *Spirulina* na formulação, pode haver maior escurecimento afetando sua aparência e, conseqüentemente, ser rejeitado pelos consumidores³³. A adição de cacau e aromas foi uma alternativa para atenuar estes efeitos, mas continuou a ser pouco aceito pelos consumidores não treinados.

Tabela 2. Média dos resultados (n = 94) e desvios-padrões da aceitabilidade sensorial dos cereais extrusados doce, para os atributos: formato, cor, sabor característico, aroma, crocância e aparência global.

Amostras	Atributos					
	Formato	Cor	Sabor Característico	Aroma	Crocância	Aparência global
A	4,9 ± 1,7	4,9±1,7	5,8±1,1	5,9±1,3	6,2±1,1	5,8±1,3
B	4,3 ± 1,7	4,3±1,9	5,3±1,3	5,3±1,4	6,1±1,2	5,1±1,5
C	4,2 ± 1,7	4,1±1,6	5,1±1,5	4,9±1,5	5,6±1,4	4,9±1,4

Tabela 3. Resultados médios (n = 94) e desvio-padrão da aceitabilidade sensorial dos cereais extrusados salgado, para os atributos: formato, cor, sabor característico, aroma, crocância e aparência global.

Amostras	Atributos					
	Formato	Cor	Sabor	Aroma	Crocância	Aparência global
A	3,7 ± 1,6	3,6 ± 1,7	3,4 ± 1,6	3,8 ± 1,7	4,9 ± 1,8	3,9 ± 1,8
B	3,6 ± 1,7	3,7 ± 1,7	4,0 ± 1,7	3,8 ± 1,5	5,2 ± 1,6	4,0 ± 1,5
C	3,7 ± 1,7	3,5 ± 1,6	3,3 ± 1,7	3,7 ± 1,5	5,2 ± 1,7	3,6 ± 1,5

Todas as amostras de extrusado salgados apresentaram nota média abaixo de 4 (limite inferior de aceitação), alocada entre as categorias “não gostei/nem gostei” e “desgostei ligeiramente” (Tabela 3), o que permite afirmar que os cereais extrusados salgados são inadequados para comercialização. De acordo com as observações dos provadores, o gosto salgado realçou o gosto amargo do produto, o que pode estar relacionado com o teor de proteínas.

A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de intenção de compra das seis amostras de cereais extrusados. Estes resultados revelaram que a atitude de compra para as amostras de cereais extrusados doce foi boa, apresentando nota média acima de 3, alocados entre “provavelmente compraria” e “talvez compraria/talvez não compraria”. Entretanto, para os cereais extrusados salgado a atitude de compra foi negativa, ou seja, os consumidores não comprariam o produto.

Conclusão

Este projeto mostrou a potencialidade do valor tecnológico da aplicação da micro alga *Spirulina platensis* como ingrediente para produtos alimentícios industrializados. Ainda há o desafio de melhorias no flavor do cereal extrusado (doce e salgado) para apresentar elevada aceitação do público e, tornar-se compatível com o mercado concorrente de cereais extrusados.

Referências

- Murray, J. A. The widening spectrum of celiac disease. *Am. J. of Clin. Nut.*, Bethesda, v. 69, n. 3, p. 354-365, **1999**.
- Becker, E. W. Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, Oxford, v. 25, n. 2, p. 207-210, **2007**.
- Feighery, C. F. Coeliac disease. *British Medical Journal*, London, v. 319, p. 236-239, **1999**.
- Kelly, C. P.; Feighery, C.; Gallagher, R. B.; Weir, D. G. The diagnosis and treatment of gluten-sensitive enteropathy. *Advanced Internal Medicine*, v. 35, p. 341-364, **2004**.
- Kotze, S. L. M. Doença celíaca. *Jornal Bras. de Gast.*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 23-34, **2006**.
- Sdepanian, V. L.; Morais, M. B.; Fagundes-Neto, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). *Arquivos de Gastroenterologia*, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 232-239, **2001**.
- Associação Dos Celíacos Do Brasil - Acelbra. Disponível em: <<https://www.ancelbra.org.br>>. Acesso em: 11 dez. **2015**.
- Gallagher, E.; Gormley, T. R.; Arendt, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Food Science and Technology*, Oxford, v. 15, n. 3-4, p. 143-152, **2004**.
- Wronkowska, M.; Troszynska, A.; Soral-Smietana, M.; Wolejszo, A. Effects of buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) on the quality of gluten-free bread. *Polish J. of Food and Nut. Sci.*, Olsztyn, v. 58, n. 2, p. 211-216, **2008**.
- Derner, R. B.; Ohse, S.; Villela, M.; Carvalho, S. M.; Fett, R. Microalgas, produtos e aplicações. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1959-1967, **2006**.
- Pulz, O.; Gross, W. Valuable products from biotechnology of microalgae. *Applied Microbiology Biotechnology*, Heidelberg, v. 65, n. 6, p. 635-648, **2004**.
- Belay, A.; Ota, Y.; Miyakawa, K.; Shimamatsu, H. Current knowledge on potential health benefits of *Spirulina*. *Journal of Applied Phycology*, 5: 235-241, **1993**.
- Von Der Weid, D.; Dillon J. C.; Falquet, J. Malnutrition: a silent massacre. *Geneve: Antenna Technology*, 13p., **2000**.
- Henrikson R. Microalga *Spirulina*: superalimento del futuro. *Barcelona: Ediciones Urano S.A*, **1995**.
- Amin, A.; Hamza, A. A.; Daoud, S.; Hamza, W. *Spirulina* protects against cadmium-induced hepatotoxicity in rats. *Am. J. of Pharmacology and Toxicology*, v. 2, n.1, p. 21- 25, **2006**.
- Hong, C.; Shan-Shan, P. Bioremediation potential of *Spirulina*: toxicity and biosorption studies of lead. *J. of Zhejiang University Science*, v. 3, n. 6B, p. 171-174, **2005**.
- El-Baky, H. H. A. Over Production of Phycocyanin Pigment

Tabela 4 – Resultados médios (n = 94) e desvio padrão da intenção de compra dos cereais extrusados.

Amostras	Cereal extrusado	
	Doce	Salgado
A	4,3 ± 1,0	2,2 ± 1,1
B	3,7 ± 1,0	2,6 ± 1,3
C	3,4 ± 1,0	2,1 ± 1,1

- in Blue Green Alga Spirulina sp. and It's Inhibitory Effect on Growth of Ehrlich Ascites Carcinoma Cells. *Journal of Medical Sciences*, v. 4, n. 3, p. 314-324, **2003**.
18. Nagaoka, S.; Shimizu, K.; Kaneko, H.; Shibayama, F.; Morikawa, K.; Kanamaru, Y.; Otsuka, A.; Hirahashi, T.; Kato, T. A novel protein Cphycocyanin plays a crucial role in the hypocholesterolemic action of Spirulina platensis concentrate in rats. *The J. of Nutrition*, v. 135, n. 1, p. 2425-2430, **2005**.
 19. Layam, A.; Reddy, C. L. K. Antidiabetic property of Spirulina. *Diabetologia Croatica*, v. 2, n. 35, p. 29-33, **2006**.
 20. Yang, H. N.; Lee, E. H.; Kim, H. M. Spirulina platensis inhibits anaphylactic reaction. *Life Sciences*, v. 61, n. 13, p. 1237-1244, **1997**.
 21. Bierhals, V.S.; Machado, V.G.; Echevengúá, W. O.; Costa, J. A. V.; Furlong, E. B. Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica de multimisturas enriquecidas com a microalga Spirulina platensis. *Rev. do Inst. Adolfo Lutz*, v. 68, n. 1, p. 42-8, **2009**.
 22. Guarienti, C.; Bertolin, T. E.; Costa, J. A. V. Capacidade antioxidante da microalga Spirulina platensis em células da levedura Saccharomyces cerevisiae submetidas ao estressor paraquat. *Rev. do Inst. Adolfo Lutz*, v. 69, n. 1, **2010**.
 23. Becker, E. W.; Jakober, B.; Luft, D.; Schmillig, R. W. Clinical and biochemical evaluations of Spirulina with regard to its application in the treatment of obesity. *Nutrition Reports International*, v. 33, n. 4, p. 565-574. **1986**.
 24. Lang, V.; Bellisle, F.; Oppert, J. M.; Craplet, C.; Bornet, F. R. J.; Slama, G. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten. *The Am. J. of Clinical Nutrition*, v. 67, n. 6, p. 1197-1204. **1998**.
 25. Paiva, A. C.; Alfnas, R. C. G.; Bressan, J. Efeitos da alta ingestão diária de proteínas no metabolismo. *Rev. Bras. de Nutrição Clínica*, v. 22, n. 1, p. 83-88. **2007**.
 26. Oliveira, H. V. A.; FREITAS, L.A.P. The affect of processing factors on the efficiency of hard gelatin capsules coating in a souled bed. *Proceedings of te 14th Internacional Drying Symposim*. V. B, p. 852-859, São Paulo: **2004**.
 27. Toledo, J. C.; Silva, S. L.; Mendes, G. H. S.; Jugend, D. A gestão do processo de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio portes. *Relatório de Pesquisa FAPESP. GEPEQ/DEP/UFSCar*. São Carlos, 2005. 389p.
 28. Fellows, P. Extrusion. In: FELLOWS, P. *Food processing technology: principles and practice*. Cambridge: Woodhead Publishing, **2002**. cap.14, p.294-308.
 29. Carvalho, R.V. Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural. Lavras (MG), 89 p., 2000. *Dissertação (mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras*.
 30. Gouveia, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. *Inovação Uniemp*, Campinas, v. 2, n. 5, **2006**.
 31. Chaves, J. B. P.; Sproesser, R. L. Práticas de laboratório de análise sensorial de limentos. Viçosa, MG; Universidade Federal de Viçosa, **1999**, 29p.
 32. Minim, V. P. R. *Análise sensorial: estudos com consumidores*. Viçosa, MG: UFV, **2006**. 225 p.
 33. Morais, M. G.; Miranda, M. Z.; Costa, J.A.V. Biscoitos de chocolate enriquecidos com Spirulina platensis: características físico-químicas, Sensoriais e digestibilidade. *Alim. Nutr., Araraquara* v.17, n.3, p.323-328, jul./set. **2006**.

Elaine S. P. Barbosa*,
 Patrícia L. D. Moura,
 Karolline F. Siqueira, Adriana
 A. Carvalho & Flávia I. R. O.
 Araújo

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: elaine.spb@gmail.com

Desenvolvimento de Maionese com Sabor Regional

Flávia I. R. O. Araújo, Marina S. Araújo, Adriana A. Carvalho & Karolline F. Siqueira

A maionese é uma típica emulsão semissólida de óleo em água. Em sua composição comercial típica geralmente encontram-se, além do óleo, gema de ovo, vinagre, sal e especiarias, especialmente, a mostarda. Este trabalho objetivou desenvolver uma maionese sabor regional. O óleo de soja foi substituído parcialmente por óleo de pequi. A maionese foi analisada físico-química, microbiológica e sensorialmente por meio do teste de aceitação. O produto apresentou excelente composição nutricional, boa aceitação sensorial e vida útil de aproximadamente 94 dias.

Palavras-chaves: *pequi; caracterização; aceitação.*

Mayonnaise is a typical semi-solid emulsion of oil in water. In a typical commercial composition usually are, in addition to oil, egg yolk, vinegar, salt and spices, especially mustard. This work aimed to develop a regional flavor mayonnaise . The soybean oil was substituted partially pequi oil . The mayonnaise was analyzed physico- chemical , microbiological and sensory through the acceptance test. Product presented excellent nutritional composition , good acceptance and sensory life useful approximatif of 94 days .

Key words: *pequi; characterization; acceptance.*

Introdução

A maionese é um dos molhos mais antigos, tradicionais e consumidos em nível mundial. É um alimento bastante consumido em residências e também em restaurantes para preparar sanduíches, saladas e outros pratos frios¹. Tradicionalmente, a maionese é produzida em bateladas pela lenta adição de óleo à fase aquosa sob vigorosa agitação, criando um sistema de emulsão óleo em água².

A maionese é uma típica emulsão semissólida de óleo em água. Em sua composição comercial típica geralmente encontram-se, além do óleo, gema de ovo, vinagre, sal e especiarias, especialmente a mostarda. A gema do ovo é o ingrediente mais crítico para a estabilidade da maionese pois tem comportamento anfótero^{3,4}.

Nos Estados Unidos, a Lei 21 CFR 169.1405 exige que a maionese tenha, pelo menos, 65% de óleo vegetal em massa. Dessa maneira, as maioneses encontradas no mercado têm teores de óleo entre 70 e 80%. O mercado para este produto está baseado em diferentes e interessantes sabores e aromas. Mesmo assim, este mercado está preocupado em utilizar outros ingredientes, e versões “mais saudáveis” têm sido desenvolvidas⁶.

No Brasil, a maionese é definida pela RDC nº 276/20057 como o produto cremoso em forma de emulsão estável, óleo em água, preparado a partir de óleo(s) vegetal(is), água e ovos, podendo ser adicionado de outros ingredientes desde que não descaracterizem o produto. Essa resolução estabelece ainda que o produto deve ser acidificado. Como a legislação brasileira não estabelece um teor mínimo de óleo para a fabricação da maionese, a maior parte das maioneses tradicionais encontradas no mercado brasileiro tem como ingrediente em maior quantidade a água, seguida pelo óleo vegetal.

Já é comprovado que a quantidade e o tipo de gordura ingerida pelo homem influenciam no desenvolvimento de doenças crônicas. Este fato vem provocando um aumento na preocupação do consumidor quanto a orientações nutricionais sobre a ingestão de gordura, e uma forte tendência ao consumo de produtos “*low-fast*”, gerando pressão na indústria de alimentos para reduzir a quantidade de gordura ou substituí-la por outras mais saudáveis nos produtos alimentícios. Dessa forma, devido à composição da maionese, muitos estudos têm sido realizados para tentar substituir alguns ingredientes. Dentre esses, a gema do ovo é um dos ingredientes

com potencial para substituição na tentativa de reduzir o teor de colesterol da maionese^{8,9}. Outros têm tentado substituir a fração lipídica na tentativa de obter uma maionese com as características sensoriais típicas, mas com reduzido valor energético^{10,11;12;13;14}.

Nesse ínterim, o óleo de pequi torna-se uma alternativa interessante para compor parte da fração lipídica para a elaboração de maionese. O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) apresenta alta ocorrência, grande volume de comercialização e características sensoriais peculiares. A polpa de pequi é amplamente utilizada em preparações regionais e, no que diz respeito ao seu valor nutricional, caracteriza-se pelo alto teor de fibras, carotenoides e lipídeos. O azeite de pequi possui coloração vermelho-alaranjada devido à presença de pigmentos carotenoides¹⁵. A presença de carotenoides nesse azeite sugere ainda outros tipos de utilização, como na fabricação de produtos que não necessitem de tratamento térmico, evitando, assim, a degradação deste nutriente. Assim, este projeto teve como objetivo o desenvolvimento de uma maionese de sabor regional e que apresentasse características de saudabilidade como substituição parcial de ingredientes gordurosos e acréscimo de ingredientes que conferisse aspectos de funcionalidade. Para isso, foi proposta a substituição parcial do óleo de soja por óleo de pequi.

Materiais e Métodos

INGREDIENTES

Todos os ingredientes usados para preparar a maionese, tais como óleo de soja, óleo de pequi, gema de ovo em pó, amido modificado, goma xantana, sal iodado, aroma de maionese, aroma de frango com pequi, EDTA, açúcar, ácido cítrico, vinagre, mostarda em pó, sorbato, alecrim e páprica doce foram adquiridos a partir de um mercado local.

FORMULAÇÃO DA MAIONESE

A maionese elaborada com óleo de pequi foi preparada utilizando em sua formulação 22,10% de óleo de soja e 2,88% de óleo de pequi, amido modificado, goma xantana, vinagre, ácido cítrico, sal, açúcar, gema de ovo, aroma, sorbato, EDTA, alecrim, mostarda e páprica doce.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Umidade, cinzas e lipídeos totais foram determinados conforme IAL¹⁶. Para a determinação de proteínas foi utilizada a metodologia proposta por AOAC¹⁷. Os carboidratos totais foram obtidos através da subtração dos valores de umidade, cinzas, lipídeos totais e proteína¹⁸. Os minerais cálcio, ferro, fósforo, magnésio, potássio e sódio foram determinados segundo a metodologia preconizada pela AOAC¹⁹. O perfil de ácidos graxos, bem como o teor de ácidos graxos livres e o índice de iodo foram determinados conforme AOCS²⁰. Os teores de beta-caroteno²¹ e vitamina E²² também foram determinados.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para avaliação da conformidade microbiológica da maionese, estabelecida conforme a Resolução nº 12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), foram realizadas análises para determinação de *Salmonella* (25g), coliformes termotolerantes (NMP/g), contagem total de aeróbios mesófilos (UFC/g) e contagem de bolores e leveduras (UFC/g). A fim de atestar a qualidade microbiológica da maionese, foram realizados ensaios no tempo 0, 1, 2 e no tempo final da validade do produto para contagem de bolores e leveduras (UFC/g). Foram utilizadas as metodologias APHA²⁴, ISO 6579²⁵, ISO 7251²⁶, AOAC²⁷.

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

Foi realizado o exame das características sensoriais da amostra, por uma equipe de julgadores selecionados, quanto à acuidade visual. A amostra foi avaliada quanto à aparência, odor, textura/sensação na boca e sabor, à temperatura ambiente. Para quantificar as intensidades das características de odor, textura/sensação na boca e sabor, foi empregada uma escala de 0 a 10 em que o valor “0” corresponde a inexistente ou extremamente fraco, o valor “5” a moderado e o valor “10” a extremamente forte. Esta análise foi realizada no tempo 0 (18 dias), 1 (54 dias), 2 (94 dias) e no tempo final (123 dias) do prazo de validade do produto. A avaliação teve como objetivo verificar se há alterações significativas nos atributos sensoriais durante o tempo de validade do produto.

Visando identificar alterações sensoriais ao longo do tempo, a maionese foi armazenada a 25°C, desde a fabricação, após 18, 54, 94 e 123 dias da data de fabricação.

TESTE DE ACEITABILIDADE

Para a avaliação sensorial, foram recrutados 51 consumidores de maionese, com idade entre 18 e 50 anos, das classes sociais A/B/C, segundo Critério Padrão de Classificação Econômica Brasil 2013²³. Cada consumidor recebeu uma porção de 15 g da amostra em prato branco, descartável, de 10 cm de diâmetro para facilitar a visualização do produto, espátula descartável, acompanhado de pão de forma para que a maionese fosse avaliada. Para a limpeza do palato, foi oferecida água mineral natural.

A avaliação quanto à aceitabilidade foi realizada para os seguintes atributos: de modo geral, aparência, cor, aroma, consistência visual, consistência na boca e sabor, por meio de escala hedônica de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo); quanto à intensidade da acidez e do gosto salgado por meio de escalas do ideal de cinco pontos (5 = muito mais intenso do que eu gosto, 3 = do jeito que eu gosto, 1 = muito menos intenso do que eu gosto), e quanto à intenção de compra por meio da escala de atitude de 5 pontos (5 = certamente compraria; 3 = talvez sim talvez não compraria; 1 = certamente não compraria). Foi ainda solicitado aos consumidores que descrevessem o que mais gostaram e o que menos gostaram na amostra. Além das questões relacionadas à avaliação do produto, os consumidores responderam a questões pessoais e sobre hábitos de consumo de maionese. O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e equipado com o sistema computadorizado Compusense Five Versão 5.4 para coleta dos dados e obtenção de médias e frequências. Entre os resultados da escala do ideal e aceitabilidade de modo global foi aplicado Penalty Analysis.

Resultados e Conclusões

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os resultados das análises físico-químicas encontram-se disponíveis na Tabela 1, 2 e 3.

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

De acordo com os resultados, é possível concluir que a maionese de pequi encontra-se dentro dos padrões estabelecidos na RDC 12 de 2001, conforme pode ser visualizado na Tabela 4.

Tabela 1. Resultados da análise físico-química da maionese de pequi.

Determinação	Resultado		
	/100g	/23g	%VD
Umidade e voláteis (g)	60,04 (0,01)a	13,81	-
Cinzas (g)	2,41 (0,01)a	0,55	-
Lipídeos totais (g)	27,26 (0,03)a	6,27	11
Carboidratos totais (g)	8,95b	2,06	1
Calorias (kcal)	287c	66	3
Ácidos graxos livres (g/100g da fração lipídica expresso em ácido oleico)	1,00 (0,00)a	-	-
Índice de iodo (cgl/g da fração lipídica)	93 (1)a	-	-
Alfa-tocoferol (mg)	3,55 (0,16)a	0,82	-
Beta-tocoferol (mg)	0,26 (0,01)a	0,06	-
Gama-tocoferol (mg)	6,05 (0,60)a	3,69	-
Delta-tocoferol (mg)	4,86 (0,39)a	1,12	-
Tocoferol total (mg)	24,73	5,69	-
Vitamina E (UI)	6	1	-
Vitamina E expressa como alfa-tocoferol (mg)	5,86	1,35	13
Beta-caroteno (µg)	22,96 (0,15)a	5,28	-
Vitamina A (UI)	13	3	0
Proteína (Nx6,25) (g)	1,34 (0,01)a	0,31	0
Cálcio (mg)	34,4 (0,4)a	7,9	1
Ferro (mg)	0,46 (0,03)	0,11	1
Fósforo (mg)	51 (2)a	12	2
Magnésio (mg)	2,9 (0,1)a	0,7	0
Potássio (mg)	26,4 (0,5)a	6,1	-
Sódio (mg)	775 (3)a	178	7

UI = Unidade Internacional, a – Média estimativa de desvio padrão, b – Calculado por diferença: $100 - (g/100g \text{ umidade} + g/100g \text{ cinzas} + g/100g \text{ proteína} + g/100g \text{ lipídeos totais})$, c – O valor calórico da amostra foi calculado pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos multiplicados pelo fator 4 (kcal/g) somado ao teor de lipídeos totais multiplicado pelo 9 (kcal/g), d – Área x% lipídeos / 100 x F de conversão (F = 0,956). Limite de detecção do método = 0,01g/100g.

Tabela 2. Composição de ácidos graxos da maionese de pequi.

Ácido graxos (g)	100 g	23 g	% VD
Saturados	5,08	1,17	5
Monoinsaturados	8,15	1,87	-
Poli-insaturados	12,52	2,88	-
Ômega 3	1,08	0,25	-
Ômega 6	11,44	2,63	-
Trans-isômeros totais	0,24	0,03	-
N.I.	0,03	0,01	-

Tabela 3. Perfil de ácidos graxos da maionese de pequi.

Composição em ácidos graxos	% de Área	(g/100g) d	(g/23g)
C14:0 mirístico	0,11	0,03	0,01
C16:0 palmítico	15,03	3,91	0,9
C16:1 ômega 7 palmítico	0,36	0,09	0,02
C17:0 margárico	0,08	0,02	<0,01
C18:0 esteárico	3,59	0,93	0,21
C18:1 ômega 9 oléico	30,49	7,93	1,82
C18:2 ômega 6 trans t-linoléico	0,56	0,15	0,03
C18:2 ômega 6 linoléico	43,98	11,44	2,63
C20:0 araquídico	0,28	0,07	0,02
C18:3 ômega 3 trans t-linolênico	0,33	0,09	0,02
C20:1 ômega 11 cis-11-eicosenónico	0,49	0,13	0,03
C18:3 ômega 3 alfa linolênico	4,15	1,08	0,25
C22:0 behênico	0,33	0,09	0,02
N.I.	0,1	0,03	0,01
C24:0 lignocérico	0,12	0,03	0,01

Tabela 4. Qualidade microbiológica da maionese de pequi.

Determinação	Método	Resultado / Repetição		
		1	2	3
Salmonella (em 25g)	ISO 6579 (2007), AOAC (2005)	ausente	ausente	ausente
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	ISO 7251 (2005)	<3	<3	<3
Contagem total de aeróbios mesófilos (UFC/g)	APHA (2001)	2,4 x 10 ³	3,6 x 10 ³	4,0 x 10 ³
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	APHA (2001)	<10 ²	2,0 x 10 ² (est)a	<10 ²

Com relação à avaliação da vida de prateleira, a amostra foi avaliada por mais 3 tempos dentro do prazo de validade a contagem de bolores e leveduras (UFC/g). Os valores encontrados permaneceram os mesmos durante todo o período.

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

A maionese de pequi foi avaliada quanto a aparência e para este atributo foi descrita como creme liso, brilhante e consistente de coloração amarela que lembra a coloração de mostarda, com partículas de condimentos de coloração escura avermelhada. Nos demais atributos, os julgadores

pontuaram, de acordo com a escala de 0 a 10. Para o odor, foram atribuídos os seguintes valores: ácido (8), que lembra mostarda (6), condimentos (5) e ovo (4). Não foi detectado pelos julgadores nenhum odor estranho. Para a textura/sensação na boca a característica consistência recebeu nota 7, o aspecto oleoso nota 4, farinhento nota 4, levemente picante nota 3 e levemente adstringente nota 2. Para o atributo sabor, foram pontuadas as características ácido (7), salgado (6), condimento (5-6), mostarda (5-6), doce (3-4), ovo (4) e óleo vegetal (3). Com relação ao sabor, nenhum julgador apontou a presença de sabor estranho.

Com exceção da textura/sensação na boca cujo atributo farinhento sofreu alteração, as demais características sensoriais do produto nos tempos 0 e 1 se mantiveram estáveis. Para a aparência, foi descrita como creme liso, brilhante e consistente de coloração amarela que lembra a coloração de mostarda, com partículas de condimentos de coloração escura e avermelhada. O odor teve como descritores ácido (8), que lembra mostarda (6), condimentos (5) e ovo (4). Nenhum julgador encontrou a presença de odores estranhos. Para a textura/sensação na boca, o atributo consistência obteve o valor 7, oleoso 4, farinhento 4 no tempo 0 e farinhento 2 no tempo 1, levemente picante 3 e levemente adstringente 2. A característica ácida para sabor obteve 7, salgado 6, condimento 5-6, mostrada 5-6, doce 3-4, ovo 4 e óleo vegetal 3. Também nenhum julgador percebeu a presença de sabores estranhos. Após 94 dias da data de fabricação, a alteração percebida pelos avaliadores em relação à avaliação anterior foi a ausência da sensação de produto farinhento. Após 123 dias, a alteração percebida na maionese de pequi em relação à avaliação anterior foi a presença de odor estranho (6) ao abrir a embalagem, lembrando a produto fermentado e, por esta razão, o produto não foi avaliado quanto à textura/sensação na boca e quanto ao sabor. Também foi percebida a presença de bolhas na maionese e fungos na rosca da tampa e do frasco. Nas amostras avaliadas, o lacre se destacou juntamente à tampa na abertura da embalagem. Na Figura 1, são apresentados os perfis sensoriais da maionese aos 18, 54, 94 e 123 dias com base nas características de odor, textura/sensação na boca e de sabor, quando avaliados.

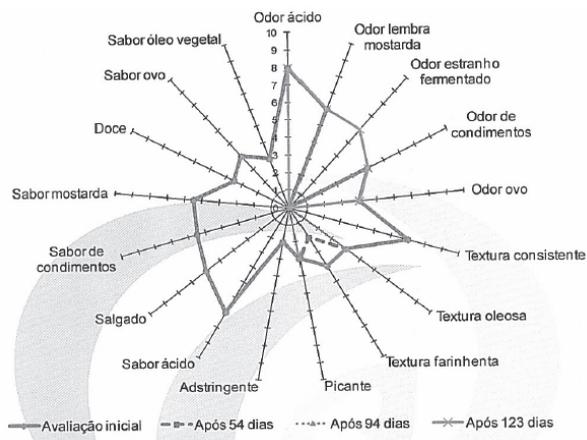


Figura 1. Perfis de odor, textura/sensação na boca e sabor da amostra de maionese de pequi aos 18, 54, 94 e 123 dias.

TESTE DE ACEITABILIDADE

Dentre os 51 consumidores que participaram do teste, 40 eram mulheres e 11 homens. As características do grupo quanto à faixa etária e classe social são apresentadas na Figura 2, e a frequência de hábitos de consumo é apresentada na Figura 3. Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade, intensidade da acidez e do gosto salgado, além da atitude de intenção de compra da maionese pelo grupo de consumidores que participou das avaliações estão apresentado na Tabela 5.

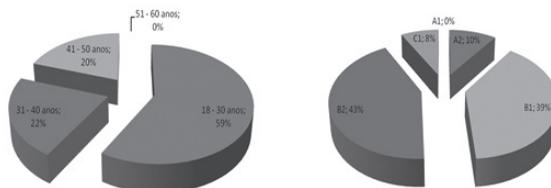


Figura 2. Faixa etária (a) e classe social (b) do grupo de consumidores que avaliou as amostras.

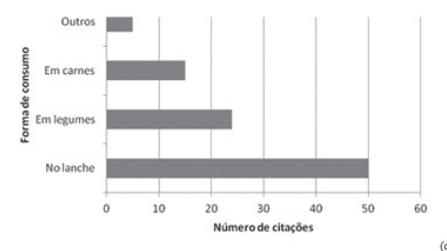
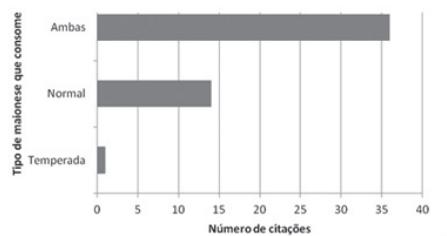
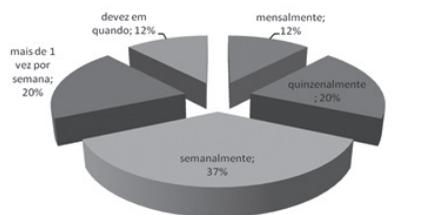


Figura 3. Frequência (a), tipo de maionese (b) e local de consumo (c) citados pelo do grupo de consumidores que avaliou a amostra.

Tabela 5. Resultados* obtidos no teste para avaliação da maionese pelo grupo de consumidores quanto aos atributos avaliados.

Maionese Regional – Tempo 0		
Aceitabilidade	Aparência	6,8 (1,5)
	Cor	6,6 (1,5)
	Aroma	6,6 (1,4)
	Consistência visual	7,2 (1,4)
	Consistência na boca	6,7 (1,4)
	Sabor	5,9 (2,0)
	Produto de modo global	6,5 (1,4)
Intensidade	Acidez	3,5 (0,6)
	Gosto salgado	3,0 (0,6)
Intenção de compra		2,9 (1,1)

* Resultados expressos com média (desvio – padrão)

Nas Figuras 4, 5 e 6, são apresentadas as distribuições em frequência dos valores das escalas, atribuídos pelos consumidores para a intensidade da acidez e gosto salgado: acima do ideal (valores 5 e 4 das escalas), ideal (valor 3) e abaixo do ideal (valores 2 e 1 das escalas), bem como para a intenção de compra: intenção positiva (valores 5 e 4 das escalas), neutralidade (valor 3) e intenção negativa (valores 2 e 1 das escalas).

Observa-se que na Figura 4, a acidez da maionese foi avaliada como mais intensa que o ideal (muito mais ácido/um pouco mais ácido do que eu gosto) para a maioria dos consumidores. Esta característica afetou negativamente a aceitabilidade do produto, conforme ilustrado na Figura 6.

Na Figura 5, observa-se que as maiores frequências dos valores das escalas atribuídos pelos consumidores para a intensidade do gosto salgado são as neutras (do jeito que eu gosto). Esta característica não afetou a aceitabilidade do produto conforme ilustrado na Figura 6. Quanto à intenção de compra, a amostra obteve média próxima “talvez comprasse, talvez não comprasse”. Por meio da Figura 5, observam-se maiores frequências negativas (provavelmente/certamente não compraria) dos valores das escalas atribuídos pelos consumidores para a intenção de compra.

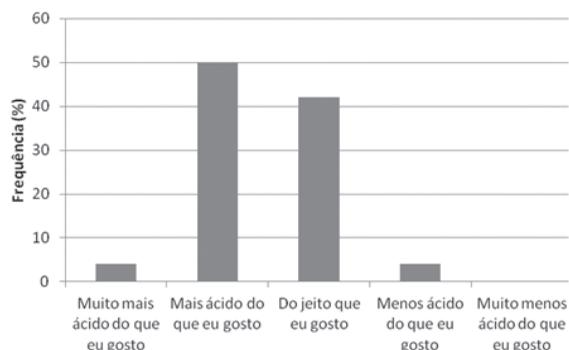


Figura 4. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos para a intensidade da acidez, pelo grupo de consumidores que avaliou a maionese.

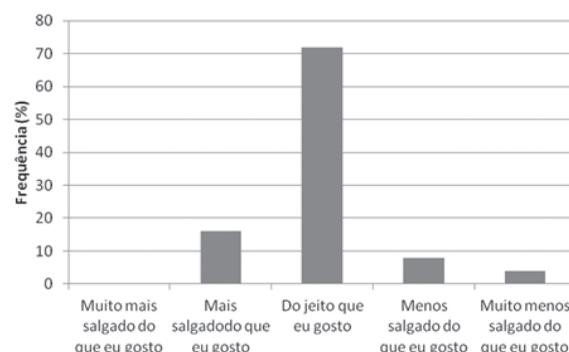


Figura 5. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos para a intensidade do gosto salgado, pelo grupo de consumidores que avaliou a maionese.

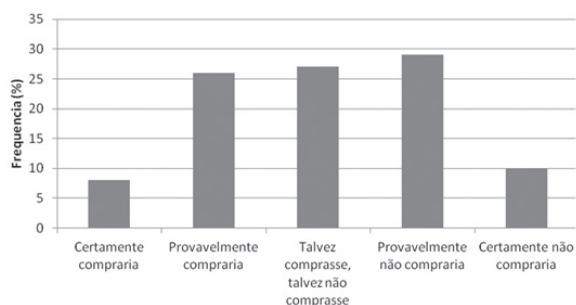


Figura 6. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos para a intenção de compra, pelo grupo de consumidores que avaliou a maionese.

Na Figura 7, é ilustrada a diminuição da aceitabilidade global em relação à intensidade da acidez e do gosto salgado. Em todos os atributos avaliados quanto à aceitabilidade, a maionese obteve médias situadas entre “gostei pouco” e “gostei” na escala empregada, exceto para o sabor, com média próxima de “gostei pouco”. Quanto à intensidade da acidez, a maionese obteve média situada entre “do jeito que eu gosto” e “mais ácido do que eu gosto”, e para a intensidade do gosto salgado, média correspondente a “do jeito que eu gosto”.

A Figura 7 ilustra de forma gráfica o resultado da Penalty Analysis para a maionese. A zona crítica é onde os atributos são percebidos como mais ou menos intensos por um percentual acima de 20% dos consumidores e que impactam no decréscimo maior do que meio ponto quanto à aceitabilidade global. O gráfico apresenta o atributo acidez na intensidade mais ácido do que o ideal nesta zona crítica. A acidez menos intensa do que o ideal e o gosto salgado, mais ou menos intenso que o ideal, produziram impacto em menos que 20% dos consumidores e a diminuição em menos que meio ponto na aceitabilidade global.

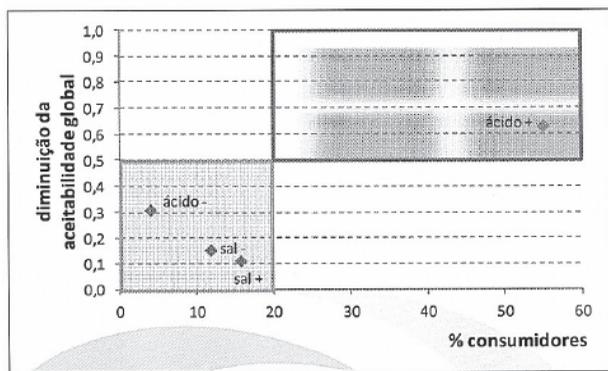


Figura 7. Aceitabilidade global em relação à intensidade da acidez e do gosto salgado percebido pelos consumidores.

Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas as menções dos gostos e desgostos, descritos pelos consumidores. A maionese apresentou o total de frequências de menções negativas superior, cabendo destacar o sabor, em geral, como uma característica negativa da amostra, por ter recebido 46 menções negativas pelo grupo de consumidores.

Tabela 6. Gostos descritos pelos consumidores em relação à maionese (números indicam frequência com que foram citados).

Gostos	Maionese
Aparência, cor, brilho	15
Aroma	7
Sabor, sabor residual, tempero	12
Acidez	2
Gosto salgado	1
Textura, consistência, espalhabilidade	21
TOTAL DE MENSÕES POSITIVA	58

Tabela 7. Desgostos descritos pelos consumidores em relação à maionese (números indicam frequência com que foram citados).

Gostos	Maionese
Aparência, cor	8
Aroma	5
Sabor	15
Gosto doce	7
Sabor artificial, tempero, amargo, estranho	13
Acidez	11
Textura, consistência, ardência	6
TOTAL DE MENSÕES POSITIVA	65

Conclusão

A maionese de pequi manteve-se estável ao longo de 94 dias, com exceção da percepção da sensação de farinhento que não foi mais notada, o que alterou positivamente o produto. Aos 123 dias, foi percebido, imediatamente ao abrir a embalagem, um odor estranho que lembra a característica de fermentação. Esta característica de odor impactou negativamente o produto, pois não era a mesma característica acética percebida desde a avaliação inicial. O destacamento do lacre e a presença de fungo na rosca possivelmente foram as razões do odor estranho. É importante salientar que, ao estipular o prazo de validade de um produto, a empresa deve levar em consideração o risco que está disposto a

assumir quanto à possível percepção dos consumidores em relação às alterações sensoriais que podem ocorrer. Dessa forma, para garantir o padrão de qualidade do produto, é de extrema importância a qualificação dos fornecedores, neste caso, principalmente, do fornecedor de óleo de pequi. É fato que muitas vezes o modo como é feito o beneficiamento dos frutos do cerrado não garante a segurança microbiológica, tendo em vista que não é realizado qualquer tratamento térmico. Portanto, para revolver este problema, é importante que os fornecedores passem por capacitação em boas práticas e que haja constantemente acompanhamento dos processos produtivos que são adotados.

Referências

1. Min, D. B.; Boff, J. M. Lipid Oxidation of Edible Oil. In: Akoh, C. C.; Min, D. B. (ed). Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, **2002**.
2. Depree, J. A., Savage, G. P. Trends in Food Science and Technology, **2001**.
3. Haenhuettl, G. L. Overview of food emulsifiers. In: Hasenhuettl, G. L., Hartel, R. W. (Ed.). Food Emulsifiers and their Applications. **2008**.
4. Narsimhan, G.; Wang, Z. Guidelines for processing emulsion-based foods. In: Hasenhuettl, G. L., Hartel, R. W. (ed.). Food Emulsifiers and their Applications. **2008**.
5. Sec. 169.140 Mayonnaise. Code of Federal Regulations. 2002.
6. Garcia, K.; Sriwattana, S.; NO, H. K.; Corredor, J. A. H.; Prinyawiwatkul, W. Journal of Food Science, **2009**, 248-254.
7. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 276, de 22 de setembro de **2005**.
8. Mancini, F.; Montanari, L.; Peressini, D.; Fantozzi, P. Lwt-Food Science and Technology, **2002**, 517-525.
9. Dolz, M., Hernandez, M. J., Delegido, J. Journal of Applied Polymer Science, New York, **2006**, 897-903
10. Shen, R.; Luo, S.; Dong, J. Food Chemistry, 2011, 65-71.
11. Chouard, G.; Rettenmaier, J.; Shne, S. 100%. Innovations in Food Technology, **2005**, 98-100.
12. Chen, M. B. Academic Periodical of Farm Products Processing, **2005**, 22-24.
13. Saito, S., Takeshita, M., Tomonobu, K., Kudo, N., Shiiba, D., Hase, T. Nutrition, **2006**, 174-178.
14. Izidoro, D. R.; Scheer, A. P.; Sierakowski, M. R.; Haminiuk, C. W. I. Lwt – Food Science and Technology, Zurich, **2008**, 1018-1028.
15. Godoy, H. T.; Rodriguez-Amaya, D. B. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1994, 1306-1313.
16. Zenebon, O.; Pascuet, N. S. (coord.). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz, **2005**.
17. Horwitz, W.; Latimer Jr.; George, W. (ed.). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC, **2010**.
18. Usp. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, **2008**.
19. Horwitz, W. (ed). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th. AOAC, **2005**, 15-18.
20. Firestone, D. (ed.). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, AOCS, **2009**.
21. Carvalho, P. R. N.; Collins, C. A.; Rodriguez-Amaya, D. B. Comparison of provitamin A determination by normal-phase gravity-flow column chromatography and reversed phase high performance liquid chromatography, **1992**.
22. Brubacher, G. Muller-Mulot, W.; Southgate, D. A. T. Methods for the determination of vitamins in food – recommended by COST 91, **1985**.
23. ABEP. Associação Brasileira De Empresas De Pesquisa. Critérios de Classificação Econômica Brasil, **2013**.
24. APHA. Compendium of Methods Microbiological Examination of Food, **2001**.
25. ISO. International Standard ISO 6579, **2007**.
26. ISO. International Standard ISO 7251, **2005**.
27. AOAC. Official Methods of Analysis, **2005**.

Flávia I. R. O. Araújo*,
Marina S. Araújo, Adriana
A. Carvalho & Karolline F.
Siqueira.

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas, – Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil

*E-mail: flaviaisaraujo.senai@sistemafieg.org.br

Elaboração e Caracterização Físico-Química de Bebida Vegetal de Diferentes Tipos de Arroz (Integral Parboilizado e Quirera)

Raíza C. Fonseca, Flávia I. R. O. Araújo & Karolline F. Siqueira

O mercado de bebida à base de bebidas vegetais apresenta forte crescimento como alternativa a pessoas que possuem algum tipo de intolerância a lactose, proteína de soja, ou ainda aqueles que não consomem produtos de origem animal por motivos diversos. Diante disso, este trabalho objetivou desenvolver bebidas à base de diferentes tipos de arroz. Foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis totais, teor de proteína e umidades. Por meio dos resultados, nota-se que os bebidas solúveis de arroz de diferentes tipos de grãos (integral, parboilizado e quirera) apresentaram potenciais a serem explorados industrialmente.

Palavras-chaves: *desenvolvimento de novas bebidas; intolerância a lactose; Oryza sativa.*

The of drink market plant extracts base shows strong growth as alternative to people who have some type of intolerance to lactose, soy protein, or those who do not consume animal products for several reasons. Thus, this study aimed to develop drinks the basis of different types of rice. pH analyzes were performed, total soluble solids, protein and moisture content. By the results, it is observed that the soluble extracts of rice grains of different types (brown, parboiled and grits) showed potential to be exploited industrially.

Keywords: *development of new beverages; lactose intolerance; Oryza sativa.*

Introdução

Novos produtos são demandados e desenvolvidos para atenderem a segmentos específicos de mercado, para incorporarem tecnologias diversas, integrarem-se a outros produtos e usos e se adequem a novos padrões e restrições legais. Trata-se, portanto, de um dos mais importantes processos empresariais, pois dele depende a renovação do portfólio de produtos da empresa e, com isso, sua longevidade no mercado¹. O desenvolvimento de novos produtos pode ser realizado conforme diferentes abordagens.

Nos processos de inovação orientados para o mercado, o sucesso de um produto depende, em grande parte, da capacidade da empresa em conseguir traduzir benefícios esperados por um determinado segmento de consumidores e, a partir deles, definir o conjunto ideal de características requeridas para o desenvolvimento do novo produto. Nesse processo, de agregação de valor aos produtos alimentícios, destaca-se a função estratégica dos ingredientes, das embalagens e dos processos produtivos².

As bebidas vegetais, conhecidas também por extratos, podem ser consumidas por qualquer pessoa e são especialmente indicadas para aquelas que possuem sensibilidade ou alergia tanto à lactose quanto à proteína do leite ou, simplesmente, para quem opta por não consumir alimentos de origem animal, como é o caso dos veganos. Desta forma, as bebidas vegetais são altamente recomendadas para indivíduos intolerantes à lactose ou que adotam dietas vegetarianas, já que sua origem é absolutamente vegetal^{2,3}.

A principal diferença entre as bebidas vegetais e animais está na sua origem. Enquanto as bebidas vegetais são produzidas a partir de grãos e sementes como arroz, amêndoas, soja e aveia, entre outros, as bebidas de origem animal são extraídas de mamíferos, como os leites de vaca, de búfalo e de cabra. Normalmente, as bebidas vegetais são mais leves, com menor quantidade de gorduras saturadas e apresentam o sabor natural do seu grão ou ingrediente base. Já as bebidas de origem animal contêm um odor e sabor mais forte e característico do animal, uma maior quantidade de gorduras saturadas e, por isso, podem ser mais difíceis de digerir⁴.

A suplementação do cálcio que não está presente naturalmente nas bebidas vegetais pode ser feita através

de uma alimentação equilibrada, rica no consumo de alimentos integrais, vegetais folhosos, como a couve, além de legumes, feijão e cereais. Porém, já existem bebidas vegetais enriquecidas com cálcio na mesma proporção das bebidas de origem animal, como o leite de vaca. Sendo assim, as bebidas vegetais são as mais indicadas para o consumo, em especial para quem possui sensibilidade ou alergia aos ingredientes presentes nas bebidas de origem animal^{5,4}. O mercado brasileiro de bebidas vegetais cresceu na categoria das bebidas não alcoólicas no país, sendo que os brasileiros vêm aumentando sua preferência por sucos e bebidas industrializados. Estimulada por este potencial, a indústria de bebidas vegetais vem buscando aumentar a oferta de novos sabores e melhoras na qualidade dos produtos para popularizar seu consumo⁶. Inúmeras tecnologias têm mostrado êxito na obtenção de bebidas com melhores características sensoriais, porém foi constatado que sua aceitação é aumentada quando associados a aditivos, ingredientes ou a outra matéria-prima que confira características de sabor e aroma diferentes daqueles inerentes ao extrato de soja puro⁷. Bebidas hidrossolúveis são de origem vegetal, que possuem apelo comercial nutricional, quanto aos aspectos de saúde, como ausência de gorduras animais e altos teores de minerais⁴. Nos últimos anos, tem-se verificado um interesse crescente dos consumidores por alimentos que além da função básica de nutrir promovam efeitos benéficos à saúde. As tendências globais apontam um crescimento do mercado em altas taxas, pela conquista natural de novos adeptos a estes alimentos, pelo surgimento quase diário de boas notícias provenientes das pesquisas científicas relacionando os alimentos funcionais à saúde e qualidade de vida, além da introdução de novos produtos no mercado, o que amplia as alternativas mercadológicas⁸.

De acordo com Felberg et al.⁹, a busca por alimentos mais nutritivos e saudáveis tem sido demonstrada por uma parcela significativa da população, motivada a consumir alimentos de baixo teor calórico, com menor teor de gordura e sem colesterol, seja por razões médicas, filosóficas ou religiosas. Neste contexto, a soja e seus derivados surgem como uma alternativa valiosa para a referida parcela da população. Devido ao seu odor e sabor característico, o leite de soja é comercializado como bebida nutritiva, adoçada e aromatizada¹⁰. Entretanto,

apesar do seu alto valor nutritivo, o extrato de soja ainda sofre restrições de aceitação por parte dos consumidores devido ao sabor e aroma desagradáveis desenvolvidos durante o processo tradicional de sua elaboração⁹.

O extrato de arroz também é uma bebida de origem vegetal que, recentemente, vem sendo explorada e estudada, por estar introduzida em um mercado que busca cada vez mais esta linha de produtos. Assim, o uso de outros cereais como matéria-prima para a produção de bebidas elaboradas com bebidas vegetais é uma alternativa a ser explorada na elaboração de novos produtos. O arroz pode ser utilizado como uma nova opção neste nicho de mercado, devido à presença de nutrientes e proteínas essenciais⁴.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais importantes em nível mundial, considerando os aspectos sociais, econômicos e culturais. Uma pesquisa que avaliou a relação custo / benefício como fator de escolha de fontes alimentares, revelou que o arroz e seus derivados apresentam um excelente desempenho, por este ser um alimento disponível em todo o território brasileiro, fazendo parte da cultura alimentar, tendo grande aceitabilidade e custo acessível¹¹. O arroz é uma das fontes de nutrientes mais importantes para cerca de metade dos seis bilhões de habitantes do mundo, sendo cultivado em 116 países. No Brasil, é produzido em todos os Estados, porém, a produção nacional está concentrada, principalmente, nas Regiões Sul e Centro-Oeste¹². O Brasil é o maior produtor fora da Ásia, na safra de 2013/2014, produziu aproximadamente 12,5 milhões de toneladas de arroz¹³ e tem seu consumo difundido em todas as classes sociais, sendo responsável por suprir a dieta básica da população com um considerável aporte de calorias, proteínas e sais minerais¹⁴.

Dentre os cereais, o arroz destaca-se pela presença marcante na dieta usual do país e, por apresentar sabor suave, pode contribuir para a obtenção de produtos de soja com propriedades sensoriais adequadas, aumentar o valor agregado, bem como incentivar o consumo da soja na alimentação humana. Além disso, o arroz tem se destacado por apresentar alegação de funcionalidade, demonstrada em inúmeras pesquisas¹⁵. Em alguns países orientais, são comercializadas bebidas à base de arroz, conhecidas como extrato, “leite” ou bebida de arroz, caracterizadas como um produto de sabor suave e

levemente adocicado, decorrente da hidrólise do amido em maltose e em outros açúcares, pela ação de enzimas. A tecnologia é factível, o que favorece a sua produção em regiões onde a produção de arroz é expressiva, como no Brasil, ampliando e diversificando o consumo deste cereal¹⁶.

O arroz é constituído principalmente por amido, apresentando quantidades menores de proteínas, lipídios, fibras e minerais. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita às diferenças devido às variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento¹⁷, produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibras, minerais e vitaminas, enquanto que o centro é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, exceto amido, originando as diferenças na composição deste cereal¹⁸.

A maioria dos grãos de arroz polido é consumida diretamente após cozimento, mas uma parte significativamente crescente tem sido usada na indústria para produção de farinha de arroz, na qual por ser rica em amido, tem ganhado cada vez mais interesse industrial e comercial. As características especiais do amido de arroz, como o pequeno tamanho dos grânulos e sua ampla faixa de teor de amilose, ampliam as oportunidades de desenvolvimento de mercado para este cereal. O amido de arroz pode ser usado por pacientes celíacos, que apresentam intolerância às proteínas do trigo, aveia, centeio e cevada¹⁹, farinha dos grãos; utilizado como ingrediente para sobremesas, produtos de panificação, cereais matinais, produtos hipoalergênicos, fórmulas infantis, alimentos com baixa caloria e fonte de amido²⁰, além de ser uma boa alternativa para a elaboração de bebidas compostas por bebidas hidrossolúveis, devido suas propriedades nutricionais, hipoalergenicidade, ausência de glúten, sabor agradável e não interferência na cor do produto final^{21, 22, 23}.

O trabalho consistiu em elaborar e avaliar parâmetros de qualidade de bebida de arroz (integral, parboilizado e quirera) como uma alternativa a pessoas que possuem algum tipo de intolerância a lactose, proteína de soja, ou ainda aqueles que não consomem produtos de origem animal por motivos diversos.

Material e Métodos

OBTENÇÃO DOS BEBIDAS

Para produção de bebidas vegetais, foram utilizados arroz parboilizado, integral e quirera (grãos polidos quebrados). As formulações foram desenvolvidas na planta de alimentos da Escola SENAI Vila Canaã, Goiânia (GO). Inicialmente, foram adicionados os grãos em água aquecida (80°C), na proporção volumétrica de 1:10 a fim de se obter a bebida. Realizou-se a desintegração em liquidificador industrial (Tron®) até obtenção de uma mistura homogênea. Posteriormente, o homogeneizado foi filtrado em peneira de inox 200 mesh.

As partículas ficaram retidas na peneira e o líquido opaco e esbranquiçado que o atravessou constituiu o extrato, o qual foi adicionado de 6% de proteína isolada de arroz (Tovani®), com o intuito das formulações serem fonte de proteína. A seguir, o extrato foi pasteurizado a 65°C por 15 minutos dos produtos, e envasado em recipientes plásticos de polietileno de alta densidade (PEAD) com tampa rosqueável e mantidos sob temperatura de refrigeração (aproximadamente 7°C) até o momento das análises. Foram desenvolvidas três formulações de bebidas de arroz: F1 (Formulação com arroz integral e adição de 6% de proteína isolada de arroz) e F2 (Formulação com arroz parboilizado e adição de 6% de proteína isolada de arroz) e F3 (Formulação com quirera e adição de 6% de proteína isolada de arroz).

ANÁLISES

As bebidas F1, F2 e F3 foram analisadas no Laboratório de Físico-Química de Alimentos da Escola SENAI Vila Canaã, Goiânia (GO), quanto a pH, sólidos solúveis (°Brix), umidade e teor de proteínas. Realizaram-se as análises em triplicata para cada bebida de arroz (F1, F2 e F3).

As bebidas foram analisadas quanto ao pH em potenciômetro (Tecnal®, TEC-2), o qual apresenta uma acurácia de 0,1, sendo calibrado de acordo com as instruções do fabricante através do uso de substâncias com pH = 4 e pH = 7. Para análise do Teor de sólidos solúveis, foi utilizado Refratômetro (Quimis®), com graduação de 1 a 32 °Brix a 20°C. O aparelho foi calibrado à temperatura ambiente com água deionizada (Índice

de refração = 1,3330 e 0° Brix a 20°C) e procedeu-se às leituras das amostras. A determinação de proteína bruta foi realizada conforme método de Kjeldahl. O teor de nitrogênio total da amostra, multiplicado por 6,25, forneceu a quantidade de proteína bruta. A quantificação da matéria seca foi determinada pelo método de secagem em estufa (ES1A, Olidef CZ, Ribeirão Preto, São Paulo) a 105°C até peso constante, partindo de um volume de 5 mL de extrato fluido. As metodologias acima citadas foram todas realizadas conforme normas da AOAC24.

Os dados obtidos das análises físico-químicas foram expressos na forma de média e desvio-padrão, sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) no programa Statistica®.

Resultados e Discussão

As características físico-químicas das bebidas em relação a diferentes tipos de arroz são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das médias da determinação físico-química de diferentes bebidas de arroz*.

Características	F1	F2	F3
pH	6,66a ±0,06	6,16b ±0,15	6,215b ±0,20
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	1,43a ±0,06	1,33a ±0,23	1,47a ±0,15
Proteína (g / 100 mL)	6,40a ±0,46	6,32a ±0,29	6,22a ±0,37
Umidade (g / 100 mL)	77,00c ±0,42	78,92b ±0,16	83,06a ±0,61

F1 (Formulação com arroz integral e adição de 6% de proteína isolada de arroz) e F2 (Formulação com arroz parboilizado e adição de 6% de proteína isolada de arroz) e F3 (Formulação com quirera e adição de 6% de proteína isolada de arroz).

*Valores correspondem à média (n=3) ± desvio-padrão; letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Com relação ao pH, os valores para bebidas a base de arroz: integral, parboilizado e quirera variou estatisticamente, no qual o pH da bebida elaborada com arroz integral (F1) obteve maior média 6,66, esses resultados são semelhantes aos encontrados por Carvalho et al.4 ao desenvolver formulações de bebida

de arroz integral e quirera. Vale ressaltar que este valor é considerado ácido-neutro e é similar ao valor de produtos como leite de vaca e achocolatados.

As médias dos sólidos solúveis totais (°Brix) para cada formulação podem ser vistos na Tabela 1. Com relação às bebidas vegetais à base de diferentes tipos de arroz, notou-se que não houve diferença significativa entre as formulações F1, F2 e F3, as quais obtiveram um valor baixo de sólidos solúveis totais, uma das justificativas e que apesar de o arroz possuir alto teor de amido (carboidratos), este não se enquadra nos sólidos solúveis. Segundo Moraes²⁵ a escala Brix é calibrada pelo número de gramas de açúcar contidos em 100g de solução. Quando se mede o índice de refração de uma solução de açúcar, a leitura em porcentagem de Brix deve combinar com a concentração real de açúcar na solução. Desta forma, as formulações apresentam baixo teor de açúcares, como esperado para produto a base de arroz por serem considerados neutro.

O teor de proteínas das bebidas de diferentes tipos de arroz foi em torno de 6%. De acordo com a RDC N° 5426, um alimento para ser considerado fonte proteica deve apresentar, no mínimo, 6 gramas para cada porção de 100 mL. Desta forma, as bebidas de arroz F1, F2 e F3 foram conceituadas como fontes proteicas para ingestão diária, o que as tornam diferenciais no mercado pela adição de proteína isolada, uma vez que produtos similares à base de arroz apresentam teor de proteínas igual a zero^{4, 27, 28}.

O teor de umidade (Tabela 1) diferiu ($p \leq 0,05$) entre as formulações, F1 (77,00%), F2 (78,92%) e F3 (83,06%). Essa diferença está associada ao maior teor de carboidratos (amido) e à formação de gel, durante o processamento térmico do produto, no qual a presença de grãos quebrados (quirera) e já pré-gelatinizados (parboilizado) tendem a se tornar mais solúveis na presença de água aquecida. Quando os alimentos amiláceos são cozidos, um dos objetivos é torná-los digeríveis. A frio, a estrutura do amido mantém-se inalterada, mas, com temperaturas mais altas, ocorre o “relaxamento” da estrutura granular cristalina, permitindo a entrada de água no interior dos grânulos de amido, que incham, provocando sua gelatinização e aumentando sua viscosidade de suspensão^{4,29}. Rodrigues & Moreti²⁸ determinaram, em uma bebida de soja, teor de umidade de 94,12 g 100g⁻¹, acima do obtido neste trabalho, isto

se deve, possivelmente, a diferenças no processamento tornando decisórias, para tais divergências.

Conclusão

Por meio dos resultados, nota-se que as bebidas de arroz de diferentes tipos de grãos (integral, parboilizado e quirera) apresentaram pH, teor de sólidos totais, proteínas e umidade similares. Assim, podem ser considerados produtos que devem ser explorados industrialmente como um potencial alternativo ao desenvolvimento de bebidas para pessoas com intolerância à lactose do leite de origem animal ou alergia às proteínas da soja.

A partir desses resultados, pretende-se dar continuidade à avaliação sensorial das bebidas, a fim de observar sua aceitação pelos consumidores alvos e análise da composição centesimal e vida de prateleira para analisar o valor nutricional e validade das bebidas de arroz.

Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo apoio financeiro, e a Escola SENAI Vila Canaã, pela parceria.

Referências

1. Toledo, J. C.; Silva, S. L.; Mendes, G. H. S.; Jugend D. Gestão e Produção, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 117-134, **2008**.
2. Rego, A.. Ingredientes: novas funcionalidades. In: Brasil Food Trends 2020. São Paulo, 2010. Cap. 5.2, p. 99-107. **2010**.
3. Oliveira, P. H. P. Bebida à base de extrato hidrossolúvel de milho, arroz e soja. Brasília, **2013**. 96p. Monografia apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.
4. Carvalho, W. T.; Reis, R. C.; Velasco, P.; Soares Júnior, M. S.; Bassinello, P. Z.; Caliarl, M.; Características físico-químicas de bebidas de arroz integral, quirera de arroz e soja. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 422-429. **2011**.
5. Souto-Maior, J. D.; Novello, Z. Caracterização físico-química e análise sensorial de bebida elaborada à base de extrato de arroz e polpa de abacaxi com hortelã. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.16, n.1, p. 83-91, **2014**.
6. Amaro, A. P.; Bonilha, P. R. M.; Monteiro, M. Efeito do tratamento térmico nas características físico-químicas e microbiológicas da polpa de maracujá. Alimentos e Nutrição. Araraquara. v. 13, p. 151-

- 162, **2002**.
7. Rodrigues, R. S. Caracterização de bebidas de soja obtidos de grãos, farinha integral e isolado proteico visando à formulação e avaliação biológica (em coelhos) de bebida funcional à base de soja e polpa de pêssego. 2003. 177p. Tese. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, **2003**.
 8. Gazzoni, D. L. Alimentos Funcionais. Disponível em: <http://www.gazzoni.pop.com.br/alimentos_funcionais.htm>. Acesso em: 22 jul. **2015**.
 9. Felberg, I.; Deliza, R.; Gonçalves; Antoniassi, R.; Freitas, S. C.; Cabral, L. C. Bebida mista de extrato de soja integral e castanha do Brasil: caracterização físico-química, nutricional e aceitabilidade do consumidor. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v. 15, n. 2, p. 163-174, **2004**.
 10. Silva, D T. Extrato de Soja: características, métodos de obtenção e compostos benéficos a saúde humana. **2008**. 27p. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
 11. Irga – Instituto Rio Grandense Do Arroz. Sabores e saberes do arroz: uma oportunidade para a alimentação escolar. Angélica Margarete Magalhães (coord.). 3. ed. Porto Alegre: IRGA, 98 p. **2008**.
 12. Ferreira, C. M.; Del Villar, P. M. Aspectos da produção e do mercado de arroz. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 25, n. 222, p. 11-18, **2004**.
 13. CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária. Volume 2-Safra 2014/2015, Brasília, v.2, p.1-55, set. **2014**.
 14. Gomes, Algenor S.; Júnior, Ariano M. M. Arroz Irrigado no Sul do Brasil. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. **2004**.
 15. Walter, M.; Silva, L. P.; DenardiN, C. C. Rice and resistant starch: different content depending on chosen methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 18, n. 4, p. 279-285, **2005**.
 16. Salgado, S. M. et al. Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente. *Boletim CEPPA*, v. 23, n. 1, p. 109-122, **2005**.
 17. Zhou, Z.; Robards, K.; Helliwell, S.; Blancherd, C. Review: Composition and functional properties of rice. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 37, n. 8, p. 849-868, **2002**.
 18. Walter, M.; Marchezan, E.; Avila, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural, Santa Maria*, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, **2008**.
 19. Nabeshima, H. A.; El-Dash, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. *Boletim do CEPPA, Curitiba*, v. 22, n. 1, p. 107-120, **2004**.
 20. Lundubwong, N.; Seib, P. A. Rice starch isolation by alkaline protease digestive of wet-milled rice flour. *Journal of Cereal Science, New York*, v. 31, n. 1, p. 63-74, **2000**.
 21. Soares Júnior, M. S. et al. Bebidas saborizadas obtidas de bebidas de quirera de arroz, de arroz integral e de soja. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 34, n. 2, p. 407-413, **2010**.
 22. Fitzgerald, M. A.; Mccouch, S. R.; Hall, R. D. Not just a grain of rice: the quest for quality. *Trends in plant science*, vol. 14, n. 3, p. 133-139. **2009**.
 23. Zavareze, E. R.; El Halal, S. L. M.; Pereira, J. M.; Radunz, A. L.; Elias, M. C.; Dias, A. R. G.; Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. *Brazilian Journal of Food Technology*. 24 - 30 p. **2009**.
 24. Aoac – Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official. Analytical Chemistry. Washington: AOAC, v. 1 e 2, **2010**.
 25. Moraes, R. R. Refratometria. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/ciencia/documentos/REFRAT%D4METRO.PDF>>. Acesso em 01 Mai **2016**.
 26. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Brasília, **2012**.
 27. Jaekel, L. Z.; Rodrigues, R. S.; Silva, A. P. Avaliação físico-química e sensorial de bebidas com diferentes proporções de bebidas de soja e de arroz. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 30, n. 2, p. 342-348, **2010**.
 28. RODrigues, R. S.; Moreti, R. A. Caracterização físico-química de bebida proteica elaborada com extrato de soja e polpa de pêssegos. *Boletim CEPPA, Curitiba*, v. 26, n. 1, p. 1001-1010, **2008**.
 29. Bassinello, P. Z.; Castro, E. M. Arroz como alimento. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, v. 25, n. 222, p. 101-108, **2004**.

Raíza C. Fonseca*, Flávia I. R. O. Araújo & Karolline F. Siqueira

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas, – Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil

*E-mail: raiza.cavalcante@gmail.com

Pão sem Glúten: Busca por Novos Produtos

Vilmara A. Franco & Flávio A. Silva

A doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente ao glúten, caracterizada por atrofia da mucosa do intestino delgado e conseqüente má absorção de nutrientes. O tratamento da DC consiste na introdução de dieta sem glúten de forma permanente. O pão sem glúten é o produto que os celíacos gostariam de encontrar com maior facilidade no mercado permitindo ampla distribuição dos produtos com baixo custo, além da praticidade. O objetivo deste trabalho é apresentar algumas considerações sobre a doença celíaca e ingredientes para a elaboração de produtos se glúten.

Palavras-chave: *Doença celíaca; intolerância; produtos de panificação.*

Celiac disease (CD) is a permanent intolerance to gluten, characterized by atrophy of the small intestinal mucosa and consequent malabsorption of nutrients. Treatment of DC consists in introducing gluten diet permanently. The gluten-free bread is the product that celiacs would like to find more easily the market allowing wide distribution of products with low cost, as well as practicality. The aim of this paper is to present a review of the use of ingredients for the production of products to gluten.

Keywords: *Celiac disease; intolerance; bakery products.*

Introdução

A adesão e obediência à dieta isenta de glúten requer autodeterminação por parte da pessoa com doença celíaca, bem como de seus familiares. Um estudo de usuários registrados na Associação Celíaca Brasileira (ACELBRA) mostrou que 69,4% dos participantes aderiram a uma dieta isenta de glúten^{1,2}. Atualmente, a adesão a uma dieta isenta de glúten é considerado como a primeira linha de terapia por portadores da celíaca doença, que tem sido comprovada para aliviar os sintomas na maioria dos casos e efetivamente prevenir complicações potenciais³.

A doença celíaca é uma intolerância alimentar, enfermidade do sistema imunológico que inviabiliza o metabolismo do glúten, termo empregado para especificar as prolaminas. As frações proteicas do glúten, tóxicas ao paciente com doença celíaca, são diferentes em cada um dos cereais: gliadina no trigo, hordeína na cevada, secalina no centeio. Caso o celíaco ingira esses alimentos, ele sofrerá conseqüências gastrintestinais e nutricionais, podendo ocorrer perda de peso e apresentar sintomas associados à deficiência de vitaminas e minerais⁴. A prevalência dessa doença no Brasil é desconhecida, mas se estima a existência de um portador da doença celíaca para cada 300 habitantes². A quantidade de glúten tolerável varia entre as pessoas com doença celíaca. Embora não haja nenhuma evidência para sugerir um único limiar definitivo, a ingestão diária de glúten menor que 10 mg não deve causar alterações histológicas significativas⁵.

No Brasil, para garantir a prática da dieta isenta de glúten foi promulgada a Lei 10.674, de 16 de maio de 2003, a qual determina que todos alimentos industrializados deverão conter em seu rótulo e bula, obrigatoriamente, as inscrições “contém Glúten” ou “não contém Glúten”⁶. A pesquisa realizada por Araújo e Araújo (2011)² mostrou que apenas 4,8% dos entrevistados leem os rótulos às vezes ou raramente, e 95,2% leem os rótulos frequentemente. O que mostra a preocupação dos celíacos com a veracidade das informações contidas nos rótulos dos produtos.

Estruturalmente, o glúten é uma rede quaternária de proteínas formada pela adição de água e energia mecânica à farinha de trigo. Essa rede proteica tridimensional

é quem confere as propriedades tecnológicas de escoamento e elasticidade, ou viscoelasticidade, à massa de pães⁴.

O glúten com sua particular reologia tem-se mostrado como um grande desafio aos pesquisadores no desenvolvimento de produtos sem glúten. Esse engloba barreiras tecnológicas não exclusivas ao campo das matérias-primas, mas também no processamento e na vida útil. As expectativas dos consumidores para pão sem glúten são muito influenciados pelos atributos dos pães tradicionais, fazendo com que os pesquisadores e os fabricantes procurem tipos de farinhas alternativas para a farinha de trigo. No entanto, é difícil obter a qualidade desejada sem usar algum aditivo, tal como gomas, emulsificantes, ingredientes lácteos, ou fibra alimentar que tem a capacidade de imitar as propriedades viscoelásticas do glúten⁷. Assim, diversos pesquisadores focados no uso destes ingredientes em produtos sem glúten proporcionam possibilidades de produtos melhores no mercado.

Como ingredientes substitutos da farinha de trigo Araújo e Araújo (2011)² relatam em sua pesquisa que os mais estudados e utilizados são: farinha de arroz, amido de milho, amido de mandioca, farinha de soja, farinha de trigo sarraceno, amido de araruta e farinha de grão de bico.

Portanto, este trabalho tem como objetivo apresentar algumas considerações sobre a doença celíaca e ingredientes para a elaboração de produtos se glúten.

Doença Celíaca e seu Tratamento

A doença celíaca é uma enteropatia provocada pela ingestão de glúten em indivíduos geneticamente susceptíveis. Representa uma das alterações genéticas mais comuns na população humana, com prevalência de 1-2% da população mundial^{8,9}. O quadro clínico da doença celíaca é caracterizado por uma mucosa intestinal plana com a ausência de vilosidades normais, resultando má absorção generalizada de nutrientes, sendo este dano causado em pessoas susceptíveis que ingiram não apenas as proteínas do trigo, mas também as de alguns cereais como o centeio, a cevada, seus híbridos e derivados, assim como produtos alimentícios que os contenham.

Durante a última década, estudos bioquímicos intensos têm contribuído para o progresso substancial na compreensão dos princípios gerais que determinam a patogênese desta doença^{10,11,12,13}. A Figura 1 apresenta um esquema simplificado do efeito da doença celíaca na mucosa intestinal.

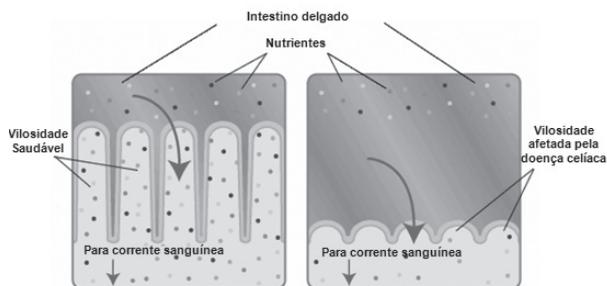


Figura 1. Efeito do consumo de glúten na mucosa intestinal de um paciente celíaco. FONTE: CHILDREN'S BOSTON GROUP, 2009141.

O tratamento da doença celíaca é fundamentalmente dietético. Consiste na exclusão do glúten, termo utilizado para descrever frações proteicas encontradas no trigo, centeio, cevada, aveia e em seus derivados. Para garantir uma dieta isenta de glúten, o celíaco deve sempre conhecer os ingredientes que compõem as preparações alimentares e fazer leitura minuciosa dos ingredientes listados nos rótulos de produtos industrializados^{3,14,15,16}. De acordo com Sdepanian, Morais e Fagundes Neto (1999)¹⁷, para que ocorra a manifestação da doença celíaca, além do uso do glúten na dieta, é também necessária a interação com outros fatores, tais como genéticos, imunológicos e ambientais. A prevalência da doença celíaca é maior quanto mais próximos os familiares: 70% em gêmeos monozigóticos, 10% em parentes de primeiro grau e 2,5% em parentes de segundo grau, enquanto na população geral é de cerca de 1%¹⁸.

De acordo com Protesi e Gandolfi (2005)¹⁹, é mais presente em mulheres, numa proporção de 2:1, e a anemia é um dos seus sintomas mais frequentes. É uma doença autoimune que pode potencialmente afetar qualquer órgão, e não somente o trato gastroentérico, como previamente se supunha. A sua eclosão e o aparecimento dos primeiros sintomas podem ocorrer em qualquer idade. A forma

clássica da doença, com sintomatologia diretamente atribuível à má-absorção, é presentemente observada numa minoria de pacientes. A ampla gama de possíveis sintomas varia consideravelmente entre indivíduos, inclusive no mesmo indivíduo em diferentes fases da doença, o que dificulta o diagnóstico. Se não tratada, manifesta-se frequentemente de forma monossintomática, através de anemia, dermatite herpetiforme, que pode ser considerada a expressão dermatológica da doença, menarca tardia e menopausa precoce, infertilidade, abortos de repetição, hipertransaminasemia, depressão, sintomatologia neurológica progressiva, principalmente ataxia e epilepsia associadas a calcificações cerebrais, osteoporose e hipoplasia do esmalte dentário. Expressiva parcela de pacientes, principalmente, os identificados em estudos de rastreamento, relata, antes do diagnóstico, um indefinível mal-estar geral, que aceitam como seu estado normal, apresentando nítida melhora após a instituição da dieta isenta de glúten.

A manifestação da doença geralmente surge no primeiro ano de vida, época em que o bebê começa a consumir produtos com glúten, como pães e biscoitos, mas também pode aparecer na adolescência e na fase adulta. Não se sabe por que a manifestação é tardia em alguns casos, o que se conhece é que a pessoa que tem predisposição à enfermidade produz anticorpos ao glúten assim que toma contato com o ingrediente. Os anticorpos agem no intestino delgado, atrofiando-o, e o órgão perde a capacidade de absorver nutrientes, o que conduz aos problemas decorrentes da doença²⁰.

Os mecanismos pelos quais a fração gliadina, das proteínas do trigo, dá origem a essa doença ainda são desconhecidos. As hipóteses formuladas a respeito são várias, porém não há verificação experimental concludente. Uma delas é a de que poderia haver uma insuficiência ou falta de certas enzimas intestinais, contudo, comparando-se pessoas saudáveis e enfermas, as diferenças enzimáticas não foram suficientemente expressivas para que a explicação pudesse ser aceita. Evidências experimentais levaram a concluir que o glúten não agride diretamente o epitélio da mucosa, mas que existe uma participação ativa do sistema imunológico no desenvolvimento da doença celíaca²¹.

O único tratamento eficaz para a doença celíaca consiste na supressão total e permanente das prolaminas

presentes no trigo, centeio, cevada e aveia, visto que mesmo quantidades muito pequenas dessas proteínas podem desencadear o quadro clínico da doença²¹.

De acordo com Rigatto (2002)²², quando o paciente não segue a dieta, mesmo que os sintomas não apareçam (dando a falsa sensação de ter adquirido alguma tolerância ao glúten), as vilosidades intestinais estarão sofrendo uma forte agressão.

Após a retirada do glúten da dieta, a resposta clínica é rápida, havendo desaparecimento dos sintomas gastrointestinais dentro de dias ou semanas, observando-se notável aumento da velocidade de crescimento do celíaco depois de pouco tempo de dieta. Embora seguir uma dieta estritamente isenta de glúten a princípio possa parecer simples, na prática evidenciam-se uma série de dificuldades na manutenção desta dieta, não somente por parte do paciente, como também de seus familiares, pois consiste em uma mudança radical do hábito alimentar¹⁷.

No Brasil, em virtude das dificuldades para garantir a prática da dieta isenta de glúten, foi promulgada, em 2003, a Lei Federal nº 10.674, que obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Assim, os portadores da doença celíaca podem identificar os alimentos que não devem consumir⁶.

Para Korn (2010)²³, uma dieta saudável, sem glúten, não precisa ser sem graça ou restritiva. É por isso que a autora escreveu em sua obra “Vivendo sem glúten” várias receitas trazendo alternativas para as dietas restritas ao glúten. De acordo com Canella-Rawls (2003)²⁴, sabe-se que atualmente existem vários produtos desenvolvidos sem glúten. O desenvolvimento deve envolver um cuidadoso e exigente processo de seleção de matérias-primas sem glúten. Durante a fase de produção também deve ser executado um contínuo controle de qualidade de alto nível.

O Glúten

O glúten é uma substância elástica, aderente, insolúvel em água, responsável pela estrutura dos produtos elaborados com farinha de trigo. Das proteínas totais do trigo, 15% correspondem a globulinas e albuminas (não formadoras de glúten) e 85% à gliadina (alta extensibilidade e baixa elasticidade) e à glutenina

(baixa extensibilidade e alta elasticidade), que são formadoras de glúten. A quantidade total de proteínas existente no grão corresponde a um percentual que varia entre 8 a 21%. O entrelaçamento das proteínas, obtido pela mistura com água e pelo batimento da massa, resulta em uma rede elástica, responsável pela retenção dos gases formados no processo de fermentação de massas e no de liberação de vapor de água durante o processo de cocção, que dará o volume final e a textura característica dos produtos^{25,26}.

De acordo com Tedrus et al. (2001)²⁷, a gliadina apresenta peso molecular médio de 40.000, cadeia simples e é extremamente gomosa quando hidratada. Possui pouca ou nenhuma resistência à extensão e é, portanto, responsável pela coesividade da massa. A glutenina é formada por várias cadeias ligadas entre si, apresentando peso molecular médio que varia de 100.000 a vários milhões. É elástica, mas não coesiva e fornece à massa a propriedade de resistência à extensão.

A gliadina e a glutenina combinadas possuem a propriedade de formar com água e energia mecânica uma rede tridimensional viscoelástica, insolúvel em água: o glúten²⁸.

O único cereal que apresenta gliadina e glutenina em quantidade adequada para formar o glúten é o trigo. No entanto, essas proteínas podem ainda estar presentes em outros cereais, como cevada (hordeína), centeio (secalina) e aveia (avenina)^{25,29}.

A expressão “força de uma farinha” normalmente é utilizada para designar a maior ou menor capacidade de uma farinha de sofrer um tratamento mecânico ao ser misturada com água. Também está associada à maior ou à menor capacidade de absorção de água pelas proteínas formadoras do glúten e à capacidade de retenção do gás carbônico, resultando num bom produto final de panificação, ou seja, pão de bom volume, de textura interna sedosa e de granulometria aberta. Uma farinha de trigo forte possui, em geral, maior capacidade de retenção de gás carbônico. Uma farinha fraca, por sua vez, apresenta deficiência nesta característica. A farinha de trigo é o único produto de cereal que, misturado com água em proporção adequada, possui a habilidade de formar massa viscoelástica, capaz de reter gases e apresentar estrutura esponjosa quando aquecida no forno. Em panificação, a massa de trigo está sujeita à deformação em cada etapa do processo³⁰.

A gliadina e a glutenina são a base da utilização da farinha de trigo na preparação industrial ou doméstica de produtos de panificação e de massas. Isso se deve à funcionalidade dessas proteínas, que determinam características importantes na aceitação dos alimentos, afetando significativamente sua qualidade sensorial. Tais propriedades resultam da habilidade que apresentam com respeito ao desenvolvimento de características sensoriais, cinestésicas, de hidratação, estrutural, dentre outras²⁵. A farinha de trigo pode ser adicionada durante o processamento ou no preparo de alimentos na indústria, em domicílio ou nos serviços de alimentação. É comum a adição de trigo na produção de cafés instantâneos, achocolatados em pó, sorvetes, chicletes, sopas e papas enlatadas/desidratadas, embutidos cárneos, maioneses, molhos de tomate, mostardas, iogurtes, alimentos infantis. A presença de gliadina pode ainda ocorrer pela contaminação da farinha de trigo no ambiente, pelos utensílios, pelos manipuladores de alimentos que elaboram produtos com ou sem farinha de trigo^{25,31,32}.

A maioria dos produtos comerciais e publicados na literatura envolve alimentos naturais isentos ou com menos de 20 ppm de glúten (partes por milhão, ou seja, miligramas por quilo). Diversas empresas produzem produtos com base no amido do trigo para que os produtos denominados “sem glúten” possam suprir a necessidade daqueles indivíduos que sofrem de desarranjos ou alergias dietéticas devido ao glúten³³. Como alternativa para os celíacos, existem produtos que, de acordo com Canella-Rawls (2003)²⁴, fazem a substituição total da farinha de trigo por aquelas conhecidas como “gluten free”. Alguns exemplos são a farinha de amaranto, o amido de milho, a farinha de araruta, a farinha de arroz, farinha de grão-de-bico, farinha de milho, farinha de soja, fécula de batata, linhaça e tapioca. Racco (2008)³⁴ fala que o glúten pode ser substituído por soja, farinha de soja, flocos de soja, farinhas de arroz, milho, mandioca, polvilho doce e azedo, fécula de batata, amido de milho, creme de arroz, araruta e quinoa.

Substitutos para Farinhas que Contém Glúten

O glúten, complexo proteico responsável pela qualidade de alimentos, principalmente dos produtos

de panificação³⁵ deve ser eliminado das refeições dos portadores da doença celíaca e substituído por outras opções como farinha de arroz, amido de milho, farinha de milho, fubá, farinha de mandioca, polvilho e fécula de batata¹, além das farinhas de quinoa e de amaranto.

Quando uma farinha é considerada pobre em glúten, há alternativas para enriquecê-la com melhoradores, para favorecer as propriedades gastronômicas da referida proteína. Podem ser utilizados: ácido ascórbico, palmitato de ascorbila, bromato de potássio, persulfatos, tricoletto de nitrogênio. A legislação brasileira, porém, proíbe o uso de melhoradores não fisiológicos e recomenda o ácido ascórbico, que fortalece e confere maior elasticidade ao glúten, retendo gases liberados na fermentação³⁵. Entretanto, não havendo glúten, esses melhoradores não colaboram para a retenção de gases, o que dificulta ainda mais o preparo de alimentos para os celíacos.

Os grãos de cereais apresentam estrutura característica e diferenciada, seus envoltórios e o amido presentes caracterizam seu comportamento não só sob a ação do calor, mas também sob a ação de outros agentes³⁵. Os cereais têm como base os carboidratos e as proteínas, que formam os constituintes principais do organismo vivo, além de serem a mais abundante e econômica fonte de energia para o homem, as proporções de amilose e amilopectina são variáveis entre os amidos procedentes de diferentes espécies vegetais e, mesmo entre amidos provenientes da mesma espécie, variam de acordo com o grau de maturação das plantas. Amidos do trigo e do milho contêm relativamente grandes quantidades de amilose (26% a 30%). O arroz apresenta variação de 8 a 30% de amilose, por sua vez, tubérculos como batata e mandioca contêm pequenas quantidades de amilose (17% a 23%) e grandes quantidades de amilopectina. Portanto, em substituição à farinha de trigo, recomenda-se o uso de produtos que contenham características de amido semelhantes, para se promoverem características funcionais semelhantes²⁸.

Essas proporções influenciam ainda na viscosidade e no poder de geleificação do amido. A amilose é a fração do amido que se apresenta mais viscosa, é solúvel em água e facilita a formação de géis em função da sua estrutura em forma helicoidal. A amilopectina se apresenta menos solúvel e não contribui para a formação de géis³⁶.

A tecnologia da gelatinização do amido é de grande

importância na indústria alimentícia, pois o aumento da solubilidade pelo processo de gelatinização é a base para a elaboração de alimentos amiláceos pré-preparados, como pudins, purê de batata, polenta entre outros. Em produtos como embutidos de carne, o amido é utilizado como estabilizante de emulsão, fato que pode prejudicar os portadores de doença celíaca, uma vez que a farinha de trigo é frequentemente usada como fonte de amido para essas preparações³⁶.

A fécula de batata, a araruta e o polvilho não se comportam da mesma forma que o amido de milho, a farinha de arroz e a farinha de trigo, os quais formam um gel moldável. Isso ocorre porque as primeiras contêm menor quantidade de amilose, que depois de cozida e resfriada, apresenta formação de um gel firme³⁵.

A farinha de arroz, por não conter glúten, é usada como substituto à farinha de trigo em alimentos destinados a portadores da doença celíaca e é amplamente utilizada em alimentos congelados, porque é resistente ao extravasamento do fluido do gel quando o amido da massa é congelado e descongelado³⁷. Ressalta-se que a farinha de arroz é considerada um subproduto do beneficiamento deste cereal, uma vez que os grãos quebrados têm pouca utilização industrial e que a possibilidade do uso desta farinha na produção de pães aumenta seu valor agregado²⁷.

A farinha de milho contém uma proteína denominada zeína, que apresenta pequena capacidade de retenção de gás e também pode conferir elasticidade às preparações³⁷.

O Pão

Define-se pão como sendo o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes. O produto pode ser classificado de acordo com os ingredientes e ou processo de fabricação e/ou formato³⁸. Segundo Gray e Bemiller (2003)³⁹, pão é uma espuma instável, elástica e sólida, que contém uma fase contínua composta, parte por uma rede de proteínas formadoras do glúten interligadas, e parte por moléculas poliméricas do amido principalmente amilose. Um pão de boa qualidade, além de se encaixar nas definições acima mencionadas, deve ser sensorialmente adequado ao consumo.

Grande parte dos produtos de panificação é composta por ingredientes que desempenham funções específicas no processo de formação da massa. Embora os constituintes possam variar em grau de importância no processo de fabricação, todos exercem determinada função. Muitas vezes, a maior ou menor importância desses ingredientes está associada com a quantidade adicionada à massa e ao tipo de produto⁴⁰.

Os ingredientes básicos numa formulação de pão são: farinha, fermento biológico, sal e água. Se faltar qualquer um destes ingredientes, o produto não é pão⁴¹. Entretanto, outros componentes também podem ser adicionados tanto para mudar suas características tecnológicas, tais como melhorar o volume, a maciez, a incorporação de ar ou a durabilidade, como para conferir ao pão alguma outra característica desejada⁴².

Função dos Ingredientes em Produtos Panificados

A farinha de trigo é o produto obtido do endosperma amiláceo de grãos de trigo por moagem e ou outros processos tecnológicos, considerados seguros para produção de alimentos⁴³.

A farinha de trigo é o componente estrutural mais importante dos pães, sendo responsável por fornecer as proteínas formadoras de glúten. Essas proteínas, ao se combinarem com a água, são hidratadas, gerando pontes de ligação entre elas e, mediante a batidura, formam a estrutura viscoelástica da rede de glúten⁴².

O sal, além de conferir e acentuar o sabor desejável de outros componentes, apresenta também função estrutural, contribui para a fixação da água no glúten. Para os biscoitos doces, reduz-se sensivelmente o teor de sal das formulações, não somente em função do sabor, mas especialmente pela ação aglutinante deste sobre as proteínas formadoras do glúten, o que em excesso é indesejável⁴⁴.

De acordo com Queiroz (2001)⁴⁵, devido a sua propriedade higroscópica, o sal influencia na conservação do pão: em ambiente seco reduz o seu ressecamento e em ambiente úmido, favorece o amolecimento da crosta.

Por outro lado, o excesso de sal adicionado à formulação resultará em pães com baixo volume, crosta escura e sem abertura de pestana⁴⁶. A taxa normal de adição de sal é em torno de 2% do peso da farinha, mas

se há presença de açúcar, e, em especial, de altos níveis de açúcar, o nível de sal pode ser reduzido para 1%⁴⁷.

As gorduras também tornam a massa mais macia, melhorando a textura do miolo e contribuindo para retardar o envelhecimento do pão, fazendo com que este fique macio e palatável por um período de tempo mais longo⁴⁸.

As gorduras atuam ainda sobre o sabor (principalmente as gorduras animais) e sobre o valor nutricional. Em massas para pão, é usada na concentração média de 3% sobre a farinha⁴⁹. Porém, quantidades excessivas de gordura são prejudiciais, pois dificultam a hidratação e o desenvolvimento do glúten⁵⁰.

A principal atuação do açúcar é no processo de fermentação, em que o fermento transforma este em gás carbônico e álcool, conferindo ao pão seu volume. Outra função do açúcar é de proporcionar a cor dourada, característica da crosta dos pães, bem como de contribuir para o aroma e sabor do produto final^{41,42}.

As características como textura, aspecto do miolo e volume do pão feito com farinha mista podem ser favorecidas pelo aumento nas porcentagens de açúcar⁴². A adição de pouco açúcar à massa resultará em um pão com crosta muito clara e pouco volume e o excesso, crosta escura, miolo pegajoso e baixa absorção de água⁴⁶.

Com relação ao fermento biológico, de acordo com Damodaran; Parkin, Fennema (2010)³⁶, a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada como fermento em panificação, metaboliza açúcares como glicose, frutose, sacarose e maltose, sob condições anaeróbias, produzindo gás carbônico (CO₂), necessário para o crescimento da massa e para a obtenção de compostos aromáticos característicos de produtos de panificação fermentados. A reação de fermentação é dada por (1):



Em relação à água, segundo Queiroz (2001)⁴⁵, o uso de quantidade correta deste líquido é importante no preparo de pão, porém é difícil especificar sua quantidade por causa das variações na sua absorção pela farinha.

A água é também um ingrediente imprescindível na formação da massa. Ela hidrata as proteínas da farinha de trigo tornando possível a formação da

rede de glúten. A água atua também como solvente e plastificante permitindo que, durante o processo de cozimento do pão, ocorra o fenômeno de gelatinização do amido^{45,48}.

As funções da água na panificação são possibilitar a formação do glúten, controlar a consistência e temperatura da massa, dissolver os sais, suspender e distribuir os ingredientes, possibilitar a ação das enzimas e controlar a maciez e palatabilidade do pão⁵⁰.

Os emulsificantes possuem estrutura molecular composta por uma extremidade hidrofílica e outra hidrofóbica, proporciona a formação de micelas, composto que possui características polares e apolares simultaneamente, pelo envolvimento de gotículas do elemento lipofílico da mistura por moléculas do emulsificante e este envolvido pela substância hidrofílica, e assim sucessivamente, dispersando as substâncias por toda a mistura⁴⁴.

Os emulsificantes utilizados em panificação têm a finalidade de retardar o envelhecimento dos pães, melhorar o manuseio e a força da massa, aumentar a tolerância ao tempo de descanso e de fermentação, entre outras características. Os emulsificantes têm a capacidade de reduzir a tensão interfacial entre as fases que normalmente não se misturam⁵¹. Nos biscoitos, os emulsificantes destinam-se à estabilização das massas, dando tolerância à fermentação nos processos do tipo cream cracker, além de conferir melhor textura a todos os tipos de biscoitos. Dentre os emulsificantes utilizados em produtos de panificação, destacam-se a lecitina de soja, mono e diglicerídeos de ácidos graxos, éster de ácido tartárico diacetilado com mono e diglicerídeos e lactatos⁴⁴.

As enzimas mais utilizadas são amilases e proteases. A enzima alfa-amilase atua sobre as moléculas de amilose e amilopectina, quebrando-as em cadeias menores denominadas dextrinas. A betaamilase atua somente nas extremidades das cadeias de amilose e amilopectina, formando moléculas de maltose⁵¹.

As proteases são enzimas que quebram ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas. Têm sido utilizadas em biscoitos para melhorar a flexibilidade das massas, tornando-as mais fáceis de laminar. Em geral, elas melhoram as características físicas das massas e do produto acabado.

Léon, Durán e Barber (2002)⁵² estudaram a influência de misturas de enzimas contendo alfa-amilase e lipase em formulações de pães ao longo do tempo e verificaram um efeito benéfico na manutenção das propriedades sensoriais e na firmeza do pão. A retrogradação do complexo amilopectina foi inibida pelo uso das enzimas.

Dentre os melhoradores de farinha, os agentes oxidantes são os produtos de maior importância na tecnologia de panificação. Eles atuam diretamente sobre a estrutura das proteínas do glúten, reforçando a rede de glúten através da formação de ligações dissulfídicas. Estas ligações formadas afetam a reologia da massa, aumentando a resistência à extensão e diminuindo a extensibilidade. Como consequência direta da ação reforçadora dos oxidantes sobre o glúten, a capacidade de retenção de gases é aumentada, o que resulta em pães com maior volume. Os agentes oxidantes também aumentam o “oven-rise”, ou salto de forno, aumento rápido de volume que ocorre nos primeiros minutos após a massa entrar no forno⁴⁸.

O glúten com sua reologia ímpar tem-se mostrado como um grande desafio aos pesquisadores de pães sem glúten. Para tanto, vários estudos mostram a aplicação de farinhas sem glúten no desenvolvimento de pães sem glúten.

Função do Amido na Panificação

O amido apresenta grande importância nutricional e industrial. Encontra-se amplamente distribuído em diversas espécies vegetais, como carboidrato de reserva, sendo abundante em cereais, em raízes e tubérculos. É a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, representando 80-90% de todos os polissacarídeos da dieta, e o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados⁵³.

O amido é um polissacarídeo constituído de duas formas poliméricas de glicose: amilose, que é essencialmente linear, com ligações α (1-4) e a amilopectina, uma molécula altamente ramificada, composta por unidades de glicose ligadas em α -1,4 e α -1,6, sendo esta última a responsável pela ramificação da molécula⁵⁴. As proporções em que essas estruturas aparecem diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta⁵⁵.

A amilopectina é, estrutural e funcionalmente, a mais importante das duas frações, pois sozinha é suficiente para formar o grânulo. Quanto à amilose, acredita-se que ela esteja localizada entre as cadeias da amilopectina e aleatoriamente entremeadada entre as regiões amorfas e cristalinas. As moléculas de amilose maiores estão concentradas no centro do grânulo e, provavelmente, participam das duplas hélices com a amilopectina, enquanto as moléculas menores presentes na periferia podem ser lixiviadas para fora do grânulo. Apesar de seu limitado papel na formação de cristais, a amilose pode influenciar a organização das duplas hélices, interferindo na densidade de empacotamento das cadeias de amilopectina⁵⁵.

Nos pães e em outros produtos de panificação, é muito importante compreender o comportamento do amido. Quando a farinha é moída, inevitavelmente, uma proporção significativa de grânulos de amido é fisicamente danificada, rachada ou quebrada. Quando a massa é primeiramente misturada, esses grânulos de amido absorvem alguma água. Durante o fabrico do pão, os estágios de amassadura e fermentação anteriores à cozedura dão tempo para que as α e β -amilases, que estão presentes naturalmente na farinha, transformem uma pequena proporção do amido em maltose e outros açúcares. Estes são fermentados pelas leveduras que produzem CO_2 na massa. Uma vez no forno, os grânulos de amido gelatinizam e sofrem graus variados de disrupção e dispersão⁵⁶.

A Batata-Doce e Seus Derivados

IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA BATATA-DOCE

A família das Convolvuláceas agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies. Dentre estas espécies, somente a batata-doce (*Ipomea batatas* L.) tem cultivo de expressão econômica⁵⁷. No Brasil, a área plantada com batata-doce, em 2010, foi de 41.999 ha, com um rendimento médio de 11.846 kg/ha, colhendo aproximadamente 495.182 toneladas de raízes. O Rio Grande do Sul, em 2010, foi o maior produtor de batata-doce, com 154.071 toneladas, que representam aproximadamente 31% da produção nacional. A área colhida com batata-doce no Rio Grande do Sul foi de 12.576 ha, com um rendimento médio de 12.251 kg/ha,

enquanto que em Goiás a área plantada e colhida foi de 35 ha, com um rendimento de 5.486 kg/ha⁵⁸.

O cultivar é bem disseminado em todas as regiões brasileiras, apresenta certa relevância econômica e é uma hortaliça de ampla aceitação popular, cultivada na maioria das vezes, por pequenos produtores rurais em sistemas agrícolas com reduzida utilização de insumos, sendo consumida principalmente assada ou cozida e industrializada na forma de doces⁵⁹.

A batata-doce apresenta as seguintes características: é resistente à seca, é de fácil cultivo; apresenta baixo custo de produção; permite colheita prolongada; apresenta resistência a pragas e doenças; é mecanizável e protetora do solo, sendo desta forma considerada rústica. Entretanto, quando comparada com o arroz, milho, banana e sorgo, e cultivada em regiões tropicais, é mais eficiente em termos de quantidade de energia líquida produzida por unidade de área e por unidade de tempo. Isso ocorre porque a planta produz grande quantidade de raízes em um ciclo relativamente curto (120 a 150 dias) a um custo baixo, durante o ano inteiro⁵⁹.

A comercialização da batata-doce como hortaliça exige um padrão de tamanho, e não aceita manchas e cicatrizes na casca. Assim sendo, as raízes maiores, com cicatrizes e manchas na casca poderiam ser utilizadas como matérias-primas na produção de produtos alimentícios diferenciados. Considerando que cerca de 20% da produção de raízes de batata-doce não são comercializadas, devido à falta de padrão, têm-se em média, uma perda de 54.000 toneladas por ano⁶⁰.

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DA BATATA-DOCE

A batata-doce é fonte de energia, conforme Tabela 1, minerais e vitaminas, apresenta composição química que varia com a cultivar, condições climáticas, época de colheita, tratos culturais, condições e duração de armazenamento. Ao ser colhida, apresenta cerca de 30% de matéria seca que contém em média 85% de carboidratos cujo componente principal é o amido. Comparada com outras estruturas vegetais amiláceas, possui maior teor de matéria seca, carboidratos, lipídeos, cálcio e fibras que a batata inglesa, mais carboidratos e lipídeos que o inhame, e mais proteína que a mandioca. Durante o armazenamento, parte do amido se converte em açúcares solúveis, atingindo de 13,3 a 29,2% de amido e de 4,8 a 7,8% de açúcares totais redutores⁶¹.

Aliado ao suprimento de vitaminas principalmente as do grupo A e B, torna-se um importante complemento alimentar para famílias de baixa renda, quando se compara com a composição do arroz, que é a base alimentar dessa classe social⁶². O conteúdo de aminoácidos de farinha de batata-doce, segundo IWE et al. (2001)⁶³ apresenta valores altos de ácido glutâmico, seguido de ácido aspártico, leucina e outros (prolina, arginina, lisina, valina etc).

A raiz tuberosa de batata-doce é um alimento à base de carboidratos sendo seu mais importante constituinte o amido. Os grânulos de amido de batata-doce podem apresentar os formatos arredondado, facetado e poliédrico, apresentando em sua maioria a última das formas mencionadas. O hilum é normalmente cêntrico,

Tabela 1. Composição média de 100 g de matéria fresca de batata-doce, mandioca, batata inglesa e inhame.

Componente	Unidade	Quantidade			
		Batata-doce	Mandioca	Batata inglesa	Inhame
Umidade (base úmida)	%	70	63	78	72
Carboidratos totais	g	26,1	32,4	18,5	23,1
Proteína	g	1,5	1,0	2,1	1,7
Lipídeos	g	0,3	0,3	0,1	0,2
Cálcio	mg	32	39	9	35
Fósforo	mg	39	41	50	65
Ferro	mg	0,7	1,1	0,8	1,2
Fibras digeríveis	g	3,9	4,4	2,1	4,0
Energia	kcal	111	141	80	103

com as cruces de polarização variando de fortes, nos grânulos redondos, para fracas, nos grânulos poliédricos. O amido de batata-doce apresenta excelentes propriedades adesivas, podendo também ser utilizado como substrato para a produção de álcool e de outros produtos industriais fermentados⁶⁴.

O amido da batata-doce pode apresentar valores de 15,7 a 21,6% de amilose⁶⁵, ou 18% de amilose⁶⁶. Quanto à estrutura cristalina, os tubérculos como a batata-doce apresentam amido com estrutura tipo B. O conteúdo de amilose e amilopectina e suas estruturas afetam a arquitetura do grânulo de amido, sua gelatinização, perfil de pasta e atributos texturais⁶⁷.

UTILIZAÇÃO DA BATATA-DOCE

A baixa lucratividade da batata-doce acabou por evidenciar a necessidade da busca de outros caminhos mais atrativos para exploração da cultura. Apesar de apresentar um excelente potencial, com multiplicidade de uso, poucos estudos foram efetivamente realizados. Dentre as várias possibilidades de uso da cultura, pode-se destacar a produção de farinha^{68,69}.

A produção de farinhas apresenta grande variabilidade para a indústria de alimentos, principalmente, em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis, por serem rica fonte de amido e sais minerais⁷⁰.

As mudanças no processamento e a crescente exigência do consumidor por alimentos que apresentem, além da alta qualidade sensorial e nutricional, benefícios associados à saúde, fazem surgir a necessidade de novos ingredientes que possam atender a estas exigências do mercado⁷¹.

A produção de farinha de batata-doce é uma importante alternativa para a valorização da cultura, pois se trata de um processo de baixo custo e, que sendo um produto diferenciado, poderá atender a um mercado crescente de produtos naturais e para fins especiais⁵⁷.

De acordo com estudos de SAMMY (1970)⁷², a incorporação de farinha de batata-doce em pães provocou algumas mudanças na cor das amostras, com escurecimento gradual à medida que se elevou o grau de substituição. A casca do pão e sua parte interna apresentaram aspecto quebradiço, que se acentua com o maior teor de farinha de batata-doce. O volume específico dos pães diminuiu com o nível de substituição, bem como a compressibilidade e a extensibilidade.

O Arroz e seus Derivados

O arroz é uma planta monocotiledônea da família *Poaceae* e espécie *Oryza sativa*, que se desdobra em duas subespécies, denominadas *communis* e *brevis*. A subespécie *brevis* compreende variedades de grãos muito curtos, cultivadas no Oriente. A subespécie *communis* compreende, por sua vez, dois grupos distintos: indico, com grãos longos, e japonico, com grãos curtos⁷³.

O Brasil é o maior produtor fora da Ásia, obtendo para a safra em 2012/2013 aproximadamente 11,9 milhões de toneladas de arroz⁷⁴. O arroz é um alimento básico para cerca de 2,4 bilhões de pessoas. Apenas uma pequena quantidade de arroz é consumida como ingrediente em produtos processados, sendo seu maior consumo na forma de grão. O arroz é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, e possui baixo teor de lipídios. Nos países em desenvolvimento, onde o arroz é um dos principais alimentos da dieta, ele é responsável por fornecer, em média, 715 kcal per capita por dia, 27% dos carboidratos, 20% das proteínas e 3% dos lipídios da alimentação. No Brasil, o consumo per capita é de 108 g por dia, fornecendo 14% dos carboidratos, 10% das proteínas e 0,8% dos lipídios da dieta. Portanto, devido à importância do arroz na dieta de grande parte da população, sua qualidade nutricional afeta diretamente a saúde humana^{75,76}.

O arroz é constituído principalmente por amido, apresentando quantidades menores de proteínas, lipídios, fibras e cinzas. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita a diferenças varietais, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento⁷⁷, produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas. Além disso, os nutrientes não estão uniformemente distribuídos nas diferentes frações do grão. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibra, minerais e vitaminas, enquanto o centro é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre o arroz integral e o polido⁷⁸.

O amido é formado basicamente por dois tipos de macromoléculas, a amilose e a amilopectina, e apresenta-se na forma de grânulos, com formas bastante distintas. O amido deve muito de sua funcionalidade a estas duas

macromoléculas, assim como à organização física delas dentro da estrutura granular. A proporção entre amilose e amilopectina é variável com a fonte botânica, a qual confere características específicas à pasta de amido⁵⁹. O amido total presente em farinhas de arroz se divide em disponível e resistente, sendo que o amido resistente é representado pela fração não digerida no intestino delgado de indivíduos saudáveis, sendo fermentado no intestino grosso e suas propriedades são similares às da fibra alimentar. Possui efeito prebiótico e atua no metabolismo lipídico, reduzindo o colesterol e o risco de colite ulcerativa e câncer de cólon^{79,80}.

O amido de arroz não possui um volume de produção expressiva, no entanto, suas características especiais deveriam ser mais bem exploradas. O pequeno tamanho dos grânulos confere uma textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando. Não é um produto alergênico, podendo ser consumido por portadores de doença celíaca como substituto do trigo na elaboração de produtos sem glúten^{81,82}.

A farinha de arroz pode ser obtida através da moagem dos grãos polidos inteiros ou dos quebrados, obtidos do processo de beneficiamento industrial do arroz. A moagem consiste no cisalhamento dos grãos em rolos raiados, para lhes reduzir a granulometrias menores do que 250 µm. Através do peneiramento, há remoção de partículas com granulometrias maiores, garantindo um produto dentro dos padrões tecnológicos, com redução e/ou eliminações de sujidades ou focos de contaminação microscópica. A farinha de arroz deve ter diâmetro inferior a 195µm para apresentar boas propriedades para panificação^{77,83}.

A farinha de arroz é um produto versátil, pois tem gosto suave, apresenta propriedades hipoalergênicas, baixos níveis de sódio e carboidratos de fácil digestão e por isso, é uma das mais indicadas para produzir produtos sem glúten⁸⁴. No entanto, cereais sem glúten, como o arroz, não preenchem as necessidades indispensáveis para processar produtos fermentados panificáveis, pois, quando a farinha de arroz é amassada com água, não ocorre a formação de uma massa viscoelástica que retém o CO₂ formado durante a fermentação e, conseqüentemente, o produto resultante tem baixo volume específico e apresenta características muito distintas do pão de trigo.

Para melhorar a qualidade de pães com farinha de arroz, alguns ingredientes, tais como amido modificado⁸⁵, hidrocoloides^{84,86}, outras fontes de proteína^{87,88,89,90} e enzimas^{89,90,91,92,93,94} têm sido usados.

O desenvolvimento de farinhas que tenham melhores propriedades funcionais para poderem ser aplicadas em produtos e formulações, ou que possam ser moldadas para alimentos de conveniência, ou para fins especiais tem sido objetivo de estudo de diversos pesquisadores^{2,95}.

Desta forma, podem ser obtidos vários novos produtos ou ingredientes a partir dos grãos quebrados e da farinha de arroz como: farinhas pré-gelatinizadas^{96,97}, farinhas torradas⁹⁸, farinhas modificadas por enzimas e farinhas lácteas⁹⁹, farinhas mistas pré-gelatinizadas e macarrão¹⁰⁰, salgadinhos extrusados^{100,101}, extratos hidrossolúveis^{102,103} e filmes biodegradáveis para embalagem de alimentos¹⁰⁴, sobremesas instantâneas⁹⁷, bolos¹⁰⁵, biscoitos, pães, entre outros.

Produtos Panificados Isentos de Glúten

Recentemente, o mercado de produto sem glúten passou por uma transformação do conceito de produtos para pessoas “doentes” para a categoria de Saúde e Bem-estar, sendo uma das histórias de sucesso no mercado global alimentício. Em âmbito global, este mercado cresceu de US\$ 487 milhões em 2002 para US\$ 1,2 bilhões em 2007. A categoria de produtos sem glúten representa um quinto do mercado mundial de produtos para consumidores com intolerâncias, que também engloba alimentos sem lactose, com 60%, e alimentos para diabéticos com o restante. Quando se observa o mercado de produtos de panificação para fins especiais, os produtos sem glúten somam 70% das vendas¹⁰⁶.

A formulação de produtos panificados livres de glúten apresenta um desafio aos tecnólogos e padeiros. Isso reflete na dificuldade do desafio tecnológico e na falta de informação às pessoas que necessitam desses produtos. Nos últimos anos, foram realizadas várias pesquisas e desenvolvimentos mais significativos em produtos livres de glúten, utilizando amidos, produtos de laticínio, gomas e hidrocoloides, probióticos e outras combinações como alternativas ao glúten, a fim de melhorar a estrutura, paladar, aceitabilidade e vida de prateleira dos produtos¹⁴.

Algumas opções como farinha de arroz, creme de arroz, amido de milho, farinha de milho, fubá, farinha de mandioca, polvilho doce, polvilho azedo e fécula de batata são utilizadas na fabricação de produtos de panificação sem glúten. Entretanto, essa substituição provoca mudanças sensoriais nos alimentos, modificando seu sabor, textura, hidratação e aparência⁴ e, muitas vezes, por estas farinhas e amidos serem refinados, apresentam baixos teores de micronutrientes e fibra alimentar, um dos fatores responsáveis pelo consumo inadequado desses nutrientes por celíacos¹⁰⁷. Outros alimentos passaram a ser utilizados como novas opções para a fabricação de alimentos isentos de glúten e também para o aumento de seu valor nutritivo, como por exemplo, o amaranto, a quinoa e, mais recentemente, a chia^{108,109,110,111,112}.

O maior problema da substituição dos cereais que contêm glúten por outras matérias-primas que não o contêm é o fato de que este apresenta algumas propriedades tecnológicas que conferem qualidade aos produtos, como elasticidade, coesividade e hidratação, além de contribuir para o aumento do rendimento¹¹³.

Do ponto de vista industrial, não é apenas a aceitação dos pães sem glúten, que é o problema, mas também tem sido demonstrado que os pães sem glúten têm vida útil mais curta e menos saborosos quando comparados com pães contendo glúten. Isto resulta em ausência de pão sem glúten fresco nos supermercados¹⁴.

Segundo Anton; Artfield (2008)¹¹⁴, há ainda uma necessidade de encontrar substâncias que poderiam melhorar a qualidade de pães sem glúten. Formulações de pão sem glúten com amidos, hidrocoloides, e/ou fontes de proteína têm sido investigados há mais de 40 anos.

A fim de retardar o endurecimento e, assim, melhorar a vida de prateleira do pão sem glúten pode-se aplicar gomas, emulsificantes, enzimas, ou produtos lácteos para dar a estrutura desejada, isoladamente ou em diferentes combinações^{115,116,86,117,118,119}.

Hidrocoloides

A Resolução RDC n° 45 de 03 de novembro de 2010 aprovou o Regulamento Técnico sobre aditivos alimentares autorizados segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF), no qual a goma xantana e guar estão inseridas¹²⁰. A Resolução n.° 383 de 09 de agosto de 1999 aprovou o Regulamento Técnico sobre o uso de aditivos

alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos⁷ – produtos de panificação e biscoitos, sendo que nela os espessantes utilizados para pães com fermento biológico estabelece como limite máximo *quantum satis*¹²¹.

A grande maioria das aplicações de hidrocoloides na indústria alimentar está associada à sua capacidade hidrofílica, ou seja, interação significativamente com a água que se encontra livre no meio onde se aplicam, reduzindo a sua mobilidade e aumentando, assim, a viscosidade das soluções^{122,123}.

Os hidrocoloides são amplamente utilizados como estabilizantes de emulsões, agentes de absorção de água, espessantes e gelificantes. Geralmente, são usados em pequenas concentrações e, em geral, não contribuem para o sabor, aroma ou valor nutricional dos alimentos^{124,125,126}.

Os hidrocoloides aumentam a viscosidade da massa, melhorando a capacidade de retenção de gás e gerando produtos com maior volume e miolos com melhores características estruturais e de textura¹²⁷. Vários hidrocoloides como hidroxipropilmetilcelulose, carboximetilcelulose, gomas locuste, guar e xantana, pectina, β -glucana, estão sendo investigadas visando a melhoria das propriedades dos pães sem glúten^{7,14,116,118,86,128,129}. No geral, os hidrocoloides são adicionados em níveis que variaram de 1 a 4% (base farinha) e os melhores resultados em termos de volume e textura foram obtidos pela incorporação de 1 a 2%. Os resultados são variáveis em função da formulação e das condições de processamento.

Em geral, a escolha de um hidrocoloide é feita em função das características desejadas no produto final, mas é também influenciada pelo fator custo e regularidade no fornecimento¹²⁶.

CARBOXIMETILCELULOSE (CMC)

A substituição química de algumas hidroxilas da celulose por metilas leva à formação da metilcelulose, e a substituição por grupos carboxílicos leva à formação da carboximetilcelulose (CMC), compostos de fácil dissolução e com grande capacidade espessante e estabilizante¹²⁶. A presença de substituintes com grupos $-\text{CH}_2\text{-COOH}$ na cadeia de celulose produz afastamento das cadeias poliméricas e permite maior penetração de

água, conferindo a CMC solubilidade em água a frio (RHOR, 2007). Além disso, soluções com CMC tendem a ser altamente viscosas e estáveis, mas a viscosidade diminui durante o aquecimento¹³⁰. A CMC é usada em produtos de panificação, principalmente, porque a água melhora o sabor do produto, controla as propriedades reológicas das massas à base de cereais, melhora o volume e diminui a formação de cristais de gelo¹³¹.

Goma Xantana

A goma xantana é um polissacárido extracelular secretado pela bactéria *Xanthomonas campestris* na superfície da parede celular durante o seu ciclo de vida normal. Na natureza, estas bactérias encontram-se nas folhas dos vegetais Brassica, como o repolho. Comercialmente, a goma xantana é produzida via fermentação aeróbica, num meio contendo glicose, uma fonte de azoto e vários elementos traço. No final da fermentação, o caldo é pasteurizado para matar a bactéria e a goma xantana é recuperada pela precipitação com álcool isopropílico. Finalmente, o produto é moído, seco e embalado^{126,132}.

A goma xantana é bastante utilizada como estabilizante para alimentos, como cremes, sucos artificiais, molhos para saladas, carne, frango ou peixe, assim como para xaropes e coberturas para sorvetes e sobremesas. Ainda apresenta compatibilidade com a maioria dos colóides usados em alimentos, incluindo o amido, fato que a torna ideal para a preparação de pães e outros produtos para panificação^{133,134}.

INTERAÇÕES ENTRE O AMIDO E OUTROS HIDROCOLOIDES

Como já mencionado, o amido é constituído de dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina. Estes polímeros estão presentes nos grânulos na forma associada. Após a gelatinização do amido, durante o resfriamento, inicia-se um processo em que as moléculas de amilose auto associam-se, e formam um gel. Esse processo é denominado retrogradação do amido⁵⁶.

Os hidrocolóides são, muitas vezes, utilizados nas formulações de pães como uma estratégia para melhorar as propriedades tecnológicas das massas e a qualidade final do pão. A adição dos hidrocolóides tem demonstrado que estes afetam o comportamento

reológico da massa e o endurecimento do pão¹³⁵. A gelatinização do amido na presença de diferentes hidrocolóides influencia a viscosidade da pasta de amido quente. Este comportamento tem sido explicado em termos da formação de complexos entre os polímeros de amido (amilose e amilopectina) e os hidrocolóides durante a gelatinização¹³⁶.

O endurecimento refere-se a todas as alterações físico-químicas que ocorrem nos alimentos após o cozimento, tornando o produto menos aceitável para o consumidor¹³⁷. O endurecimento do pão é considerado um processo muito complexo, que não pode ser explicado por uma única causa. A retrogradação do amido, reorganização dos polímeros no interior da região amorfa, perda do conteúdo de umidade, distribuição de água entre a zona amorfa e a cristalina e a estrutura macroscópica do miolo devem contribuir para o processo de endurecimento¹³⁵.

O fenómeno do endurecimento ainda não é completamente compreendido, embora muitos investigadores concordem que a retrogradação do amido é o fator mais importante que promove o aumento da firmeza do miolo. Investigadores que avaliaram o efeito da adição de diferentes hidrocolóides (carragenato, alginato, xantana, carboximetilcelulose e gelatina) no comportamento de endurecimento do miolo à base de farinhas isentas de glúten, mostraram que a goma xantana reduziu a firmeza do miolo nos diferentes tempos de armazenamento (0, 24 e 72 horas)¹³⁸. Em contraste, outro estudo verificou que o pão contendo xantana mostrou o maior valor da firmeza em comparação com os outros hidrocolóides após 24h de armazenamento¹³⁵. Os variados ingredientes que constituem as formulações dos pães promovem diversos efeitos sobre o endurecimento. Sendo o pão um alimento complexo, em que todos os ingredientes interagem uns com os outros, é difícil estimar os efeitos específicos dos hidrocolóides no processo de endurecimento do pão.

INTERAÇÕES ENTRE OS HIDROCOLOIDES

Bortolotto (2009)¹³⁹, em seu estudo sobre o comportamento da viscosidade de sistemas de carboximetilcelulose de sódio e diferentes componentes nos produtos para indústria alimentícia, encontrou um resultado satisfatório com alguns tipos de gomas que chegaram à viscosidade desejada para os produtos

testados. O estudo mostra que a interação da CMC com a goma xantana depende do percentual utilizado dessas duas gomas. Tanto CMC quanto goma xantana são polímeros de cadeia molecular longa, os dois polímeros são facilmente dissolvidos em água.

A goma xantana é frequentemente usada em combinação com outros hidrocoloides, inclusive com CMC, a fim de se obter o comportamento desejado para os produtos. A sua estrutura ramificada e o alto peso molecular confere à goma xantana uma alta viscosidade. O sinergismo entre esses dois hidrocoloides é de especial interesse comercial, por possibilitar uma nova funcionalidade, além de proporcionar redução das quantidades utilizadas, diminuindo custos. A força do gel está correlacionada com o fenômeno de retrogradação, isto é, quanto maior a força, maior a retrogradação¹⁴⁰.

Referências

1. Acelbra - Associação Brasileira de Celiacos. Disponível em: <<http://www.acelbra.com.br>>. Acesso em: 05 nov. **2014**.
2. Araújo, H. M. C.; Araújo, W. M. C. Coeliac disease. Following the diet and eating habits of participating individuals in the Federal District, Brazil. *Appetite*, London, v. 57, p. 105–109, **2011**.
3. Rashtak, S.; Murray, J. A. Review article: celiac disease, new approaches to therapy. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, Malden, v. 35, n. 7, p. 768–781, **2012**.
4. Almeida, O. P. Pão de forma sem glúten a base de farinha de arroz. 2011. 289 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, **2011**.
5. Akobeng, A. K.; Thomas, A. G. Systematic review: tolerable amount of gluten for people with coeliac disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, Malden, v. 27, n. 11, p. 1044–1052, **2008**.
6. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. LEI n° 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Brasília, DF: ANVISA, 2003. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 29 mar. **2015**.
7. Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G.; Sahin, S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 96, p. 295-303, **2010**.
8. Husby, S. et al. European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, Philadelphia, v. 54, n. 1, p. 136-160, **2012**.
9. Nunes, M. H. B., Moore, M. M., Ryan, L. A. M., Arendt, E. K. Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters. *European Food Research and Technology*, New York, v. 228, p. 633–642, **2009**.
10. Alvarenga, N. B., Lidon, F. C., Belga, E., Motrena, P., Guerreiro, S., Carvalho, M. J. Characterization of Gluten-free Bread Prepared From Maize, Rice and Tapioca Flours using the Hydrocolloid Seaweed Agar-Agar. *Recent Research in Science and Technology*, Canadá, v. 3, n. 8, p. 64-68, **2011**.
11. Korus, J.; Witzcak, M.; Ziobro, R.; Juszcak, L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free bread and dough. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 23, n. 3, p. 988–995, **2009**.
12. Wieser, H.; Koehler, P. The biochemical basics of celiac disease. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 85, n. 1, p. 1-13, **2008**.
13. Witzcak, M.; Korus, J.; Ziobro, R.; Juszcak, L. The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 96, n. 2, p. 258-265, **2010**.
14. Gallagher, E.; Gormley, T. R.; Arendt, E. K. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 56, p. 153-161, **2003**.
15. Ribotta, P. D.; Ausar, S. F., Morcillo M. H., Pérez G. T., Beltramo D. M., León A. E. Production of gluten-free bread using soybean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Chichester, v. 84, p. 1969–1974, **2004**.
16. Sainsbury, K.; Mullan, B.; Sharpe, L. Gluten free diet adherence in coeliac disease. The role of psychological symptoms in bridging the intention–behaviour gap. *Appetite*, London, v. 61, p. 52–58, **2013**.
17. Sdepanian, V. L.; Morais, M. B.; Fagundes-Neto, U. Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais. *Arq. Gastroenterol*, São Paulo, v.36, n.4, **1999**.
18. Pereira, A. S.; Pereira Filho, R. A. Doença Celíaca. Disponível em: <<http://www.sgns.org.br/artigos.php?id=21>>. Acesso em: 23 mai. **2015**.
19. Protesi, R.; Gandolfi, L. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 81, n. 5, p. 357-358, **2005**.
20. Castellón, L. Falsa raridade. Isto É, São Paulo, n. 1650, maio. **2001**.
21. Cáceres, S; Quadrelli, A; SalinAS, G. Doença celíaca: o lado obscuro do trigo. *Ciência Hoje*, v. 16, n. 92, p.40-44, julho, **1993**.
22. Rigatto, C. Entrevista: Dia Internacional do Celíaco. *Nutrição em Pauta*. Ano X, n. 53, mar/abril, **2002**.
23. Canella-Rawls, S. Pão: arte e ciência. 3. ed. São Paulo: SENAC-SP, **2003**. 320 p.
24. Korn, D. Vivendo sem Glúten para Leigos. Rio de Janeiro: Alta

- Books, **2010**. 376 p.
25. Araújo, H. M. C.; Araújo, W. M. C.; Botelho, R. B. A.; Zandonadi, R. P. Doença celíaca: hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Revista de Nutrição, Campinas*, v. 33, n. 3, p. 467-474, **2010**.
 26. Esteller, M. S.; Amaral, R., Lannes, S. C. S. Effect of Sugar and Fat Replacers on the Texture of Baked Goods. *Journal Texture Studies, Malden*, v. 35, p. 383-393, **2004**.
 27. Tedrus, G. A. S.; Ormenese, R. C. S. C.; Speranza, S. M.; Chang, Y. K.; Bustos, F. M. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. *Rev. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 21, n. 1, p. 20 - 25, **2001**.
 28. Bobbio, P. A.; Bobbio, F. O. *Química de Processamento de Alimentos*. 3. ed., São Paulo: Varela, **1992**. 232 p.
 29. Arendt, E.K., Morrisey, A., Moore, M.M., Bello, F.D. Gluten-free Breads. In: _____. *Gluten-free Cereal Products and Beverages*. Academic press, **2008**. cap. 13, p. 289 -311.
 30. Ferrari, M. C. Estudos de viabilidade sobre avaliação de qualidade de farinhas de trigo através de medidas das propriedades do glúten. 1998. 111 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, **1998**.
 31. Castro, F. F. M.; Jacob, C. M. A.; Castro, A. P. B. M.; Yang, A. C. *Alergia alimentar*. Barueri, SP: Manole, **2010**. 275 p.
 32. Gisslen, W. *Panificação e Confeitaria Profissionais*. 5. ed. Barueri: Manole, **2011**. 770 p.
 33. Cauvain, S. P.; YOUNG, L. S. *Tecnologia da Panificação*. 2. ed. São Paulo: Manole, **2009**. 440 p.
 34. Racco, R. Glúten e obesidade, a verdade que emagrece. 1. ed. Rio de Janeiro: RRacco, **2008**. 160 p.
 35. Souza, T.C. *Alimentos: Propriedades Físico-químicas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, **2001**. 240 p.
 36. Damodaran, S.; Parkin, K. L.; Fennema, O. R. *Química de Alimentos de Fennema*. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, **2010**. 900 p.
 37. Freeland-Graves, J. H. *Foundations Of Food Preparation*. 6. ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, **1995**. 768 p.
 38. Brasil. Resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de **2000**. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, DF, 20 de outubro de **2000**.
 39. Gray, J. A.; Bemiller, J. N. Bread staling: molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Technology, Malden*, v. 2, p. 1-21, **2003**.
 40. Borges, J. T. S.; Pirozi, M. R.; Della Lucia, S. M.; Pereira, P. C.; Moraes, A. R. F.; Castro, V. C.. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. B. CEPPA, Curitiba, v. 24, n. 1, 145-162 p., jan./jun. **2006**.
 41. Hoseney, R. C. *Principios de ciencia y tecnologia de los cereales*. Zaragoza: Acribia, **1991**. 330p.
 42. El-Dash, A.; Cabral, L.C.; Germani, R. *Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e soja na produção de pães*. v. 3. Brasília: EMBRAPA, **1994**. 89 p.
 43. Brasil. Portaria nº 354, 18 de julho de 1996. Aprova a Norma Técnica referente a Farinha de Trigo. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, DF, **1996**.
 44. Granotec Do Brasil. Disponível em: <<http://granotec.com.br>>. Acesso em: 14 ago. **2015**.
 45. Queiroz, G. M. Determinação de propriedades termofísicas do pão francês durante o processamento de assamento. 2001. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, **2001**.
 46. Granotec Do Brasil. *Formuladores de pré-misturas e panificação*. Curitiba: Granotec do Brasil, Apostila. **1998**. 90p.
 47. Cauvain, S. P.; Young, L. S. *Technology of breadmaking*. 3. ed. New York: Springer, **2015**. 408 p.
 48. Pavanelli, A.P. *Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade*. Oxiteno S/A Indústria e Comércio. São Paulo, **2000**. 6 p.
 49. Pyler, E. J. *Baking science and technology*. 3. ed. Kansas: Sosland Publishing Co., v.1, **1988**. 588 p.
 50. Germani, R. *Qualidade da farinha de trigo e panificação*. In: *Semana Acadêmica de Engenharia de Alimentos*, Rio de Janeiro, Apostila 74p. **2003**.
 51. Matuda, T. G. Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento: Otimização do uso de aditivos. 2004. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, **2004**.
 52. León, A.E.; Durán, E.; Barber, C. B. de. Utilization of Enzyme Mixtures To Retard Bread Crumb Firming. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, Kidlington*, v. 50, n. 6, p. 1416-1419, **2002**.
 53. Walter, M.; Silva, L. P.; Emanuelli, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. *Ciência rural, Santa Maria*, v. 35, n. 4, p. 974-980, **2005**.
 54. Fitzgerald, M.A.; Mccouch, S.R.; HALL, R.D. Not just a grain of rice: the quest for quality. *Trends in Plant Science, London*, v. 14, p. 133-139, **2009**.
 55. Tester, R.F.; Karkalas, J.; Qi, X. Review: Starch composition fine structure and architecture. *Journal of Cereal Science, London*, v. 39, p. 151-165, **2004**.
 56. Coulter, T.P. *Food the Chemistry of its Components*. The Royal Society of Chemistry, 4. ed., Cambridge: RSC Paperbacks, **2002**. 448 p.

57. Borba, A. M.; Sarmiento, S. B. S.; Leonel, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 25, n. 4, p. 835-843, **2005**.
58. IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 jan. **2015**.
59. Neiva, I. P.; Andrade Júnior, V. C.; Viana, D. J. S.; Figueiredo, J. A.; Mendonça Filho, C. V.; Parrella, R. A. C.; Santos, J.B. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. *Horticultura Brasileira*, Campinas, v. 29, p. 537-541, **2011**.
60. Leonel, M.; Oliveira, M.A.; Filho, J.D. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas (Tropical tubers as starchy raw materials). *Revista Raízes Amidos Tropicais (RAT)*, Botucatu, v. 1, p. 49-68, **2005**.
61. Miranda, J. E. C. De; França, F. H.; Carrijo, O. A.; Souza, A. F.; Pereira, W.; Lopes, C. A.; Dilva, J. B. C. A cultura da batata-doce. Brasília, DF: Embrapa /CNPQ, **1995**. 94 p.
62. Luengo, R. F. A.; Parmagnani, R. M.; Parente, M. R.; Lima, M. F. B. Tabela de composição nutricional das hortaliças. Brasília: EMBRAPA Hortaliças. **2000**. 4 p.
63. Iwe, M. O.; Van Zuilichem, D. J.; Ngoddy, P. O.; Lammers, W. Amino acid and protein dispersibility index (PDI) of mixtures of extruded soy and sweet potato flours. *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie*, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 71-75, **2001**.
64. Amante, E. R. Caracterização de amidos de variedades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) e de batata-doce (*Ipomoea batatas*). 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, **2003**.
65. Noda, T.; Nishiba, Y.; Sato, T.; Suda, I. Properties of starches from several low-amylose rice cultivars. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 80, p. 193-197, **2003**.
66. Gallant, D.J.; Bewa, H.; Buy, Q.H.; Bouchet, B.; Szylit, O.; Sealy, L. On ultrastructural and nutritional aspects of some tropical tuber starches. *Starch-Starke*, Weinheim, v. 34, n. 8, p. 255-262, **1982**.
67. Thomas, D. J.; Atwell, W. A. Starches. Saint Paul: Zagan Press, **1997**. 93 p. (Zagan Press Handbook Series).
68. Santos, J. C. Dos; Souza, D. C. L.; Santana, M. M. De; Castro, A. A.; Silva, G. F. DA. Estudo da cinética de secagem de batata-doce (*Ipomoea batatas*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 323-328, **2012**.
69. Alves, R. M. V., Ito, D., Carvalho, J. L. V., MELO, W. F., GODOY, R. L. O. Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 59-71, jan./mar. **2012**.
70. Carvalho, F. M.; Santos, A.; Viana, A. E. S.; Lopes, S.C.; Egler, P.G. Avaliação da atividade poluidora da manipeira na bacia do Rio Santa Rita em Vitória da Conquista, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005. Resumos. Campo Grande. **2005**.
71. Idris, N. A.; HA, C. M. C.; HASSAN, H.; EMBONG, M. S.; ABDULLAH, A. Performance evaluation of shortenings based on palm oil and butterfat in yellow cake. *Fett/Lipid*, Kuala Lumpur, v. 98, n. 4, p. 144-148, **1996**.
72. Sammy, G. M. Studies in composite flour. The use of sweet potato flour in Bread and pastry makin. *Tropical agriculture*, New Delhi, v. 47, n. 2, p. 115, **1970**.
73. Vieira, N. R. A.; Santos, A. B.; Santana, E. P.; A Cultura do Arroz no Brasil. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, **1999**. 633p.
74. CONAB. COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>>>. Acesso em: 13 ago. **2015**.
75. Kennedy, G.; Burlingame, B.; Nguyen, N. Nutrient impact assessment of rice in major rice-consuming countries. *International Rice Commission Newsletter*, Roma, v. 51, p. 33-42, **2002**.
76. Silva, E. M. M. Produção de macarrão pré-cozido à base de farinha mista de arroz integral e milho para celiacos utilizando o processo de extrusão. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Instituto de Tecnologia, Universidade Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, **2007**.
77. Cardoso, M. B. Características tecnológicas e funcionais de farinhas mistas de arroz e trigo para elaboração de sopas. 2003. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, **2003**.
78. Walter, M.; Marchezan, E.; Avila, L. A. De. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, **2008**.
79. Shama, K.; Bianco-Peled, H.; Shimoni, E. Polymorphism of resistant starch type III. *Carbohydrate Polymers*, Kidlington, v. 54, n. 3, p. 363-369, **2003**.
80. Nabeshima, h. A.; el-dash, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. B. CEPPA, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, **2004**.
81. Polanco, I.; Molina, M.; Pietro, G.; Carraco, S.; Lama, R. Dieta y enfermedad celiaca. *Alimentaria*, Madrid, v. 33, n. 264, p. 91-93, **1995**.
82. Elias, M. C.; Franco, D. F. Pós-Colheita e Industrialização de Arroz. In: Ariano Martins de Magalhães Júnior; Algenor da Silva Gomes; Alberto Baêta dos Santos. (Org.). *Sistemas de Cultivo de Arroz Irrigado no Brasil*. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, **2006**, v. 1, p. 229-240.
83. Embrapa. Disponível em <<http://www.embrapa.gov.br/embrapa/imprensa/noticias/2007/junho/4asemana/noticia>> 2007. Acesso em: 15 fev. **2015**.

84. Sivaramakrishnan, H. P.; Senge, B.; Chattopadhyay, P. K. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 62, n. 1, p. 37-45, **2004**.
85. Clerici, M. T. P. S.; El-Dash, A. A. Farinha extrusada de arroz como substituto de glúten na produção de pão de arroz. *Archivos Latino-americanos de Nutrición*, Venezuela, v. 56, n. 3, p. 288-298, **2006**.
86. Lazaridou, A.; Duta, D.; Papageorgiou, M.; Belc, N.; Biliaderis, C. G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 79, n. 3, p. 1033-1047, **2007**.
87. Bonet, A.; Blaszcak, W.; Rosell, C. M. Formation of homopolymers and heteropolymers between wheat flour and several protein sources by transglutaminase catalyzed crosslinking. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 83, n. 6, p. 655-662, **2006**.
88. Marco, C.; Pérez, G.; León, A. E.; Rosell, C. M. Effect of transglutaminase on protein electrophoretic pattern of rice, soybean, and rice-soybean blends. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 85, n. 1, p. 59-64, **2008**.
89. Marco, C.; Rosell, C. M. Effect of different protein isolates and transglutaminase on rice flour properties. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 84, n. 1, p. 132-139, **2008a**.
90. Marco, C.; Rosell, C. M. Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 88, n. 1, p. 94-103, **2008b**.
91. Caballero, P. A.; Gómez, M.; Rosell, C. M. Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination. *Journal of Food Engineering*. Oxford, v. 81, n. 1, p. 42-53, **2007**.
92. Gujral, H. S.; Rosell, C. M. Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, London, v. 39, n. 2, p. 225-230, **2004**.
93. Moore, M. M.; Heinbockel, M.; Dockery, P.; Ulmer, H. M.; Arendt, E. K. Network Formation in Gluten-Free Bread with Application of Transglutaminase. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 83, n. 1, p. 28-36, **2006**.
94. Renzetti, S.; Bello, F. D.; Arendt, E. K. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, London, v. 48, n. 1, p. 33-45, **2008**.
95. Dors, G.C.; Castiglioni, G.L.; Augusto-Ruiz, W. Utilização de farinha de arroz na elaboração de sobremesa. *Vetor*, Rio Grande, v. 16, n. 2, p. 63-67, **2006**.
96. Becker, F. S. Caracterização de farinhas cruas e extrusadas obtidas a partir de grãos quebrados de diferentes genótipos de arroz. 2010. 76 f. Dissertação - (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, **2010**.
97. Guimarães, F. I. T.; Caliari, M.; Soares Junior, M. S. Instrumental Analysis of Texture, Color and Acceptance of Instant Dessert Formulated with Broken-rice Grains. *Food Science and Technology Research*, Basel, v. 20, n. 4, p. 785-792, **2014**.
98. Tavares, J. A. S.; Soares Júnior, M. S.; Becker, F. S.; Costa, E. E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1102-1109, **2012**.
99. Ferreira, S. M. Modificação enzimática da farinha de grãos quebrados de arroz para produção de alimento sem glúten. 2012. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, **2012**.
100. Moura, C. M. A. Qualidade de farinhas pré-gelatinizadas e macarrões formulados com arroz (*Oryza sativa* L.) e linhaça (*Linum usitatissimum* L.). 2011. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, **2011**.
101. Soares Júnior, M. S.; Santos, T. P. B.; Pereira, G. F.; Minafra, C. S.; Caliari, M.; Silva, F. A. Development of extruded snacks from rice and bean fragments. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, p. 189-198, **2011**.
102. Carvalho, W. T.; Soares Junior, M. S.; Reis, R. C.; Velasco, P.; Bassinello, P. Z.; Caliari, M. Características físico-químicas de extratos de arroz integral, quirera de arroz e soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical* (Online), Goiânia, v. 41, n. 3, p. 421-429, **2011**.
103. Soares Júnior, M. S.; Bassinello, P. Z.; Caliari, M.; Reis, R. C.; Lacerda, D. B. C. L.; Koakuzu, S. N. Development and chemical characterization of flour obtained from mesocarpo of “pequizeiro” fruit. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 30, n. 4, p. 949-954, **2010**.
104. Sousa, G. M.; Soares Júnior, M. S.; Yamashita, F. Active biodegradable films produced with blends of rice flour and poly (butylene adipate co-terephthalate): Effect of potassium sorbate on film characteristics. *Materials Science & Engineering. C, Biomimetic Materials, Sensors and Systems*, Amsterdam, v. 33, p. 3153-3159, **2013**.
105. Souza, T. A. C.; Soares Junior, M. S.; Campos, M. R. H.; Souza, T. S. C.; Dias, T. D.; Fiorda, F. A. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 2, p. 717-728, **2013**.
106. Hudson, E. No longer niche. *Baking & Snack International*, Montpellier, v. 5, n. 4, p. 20-21, **2009**.
107. Thompson, T.; Dennis, M.; Higgins, L. A.; Lee, A. R.; Sharrett, M. K. Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron calcium and grain foods? *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, Malden, v. 18, p. 163-169, **2005**.
108. Alvarez-Jubete, L.; Auty, M.; Arendt, E. K.; Gallagher, E. Baking properties and microstructure of pseudocereal Xours in gluten-

- free bread formulations. *Eur Food Res Technol*, New York, v. 230, p. 437–445, **2010**.
109. Breshears, K. L.; Crowe, K. M. Sensory and Textural Evaluation of Gluten-Free Bread Substituted With Amaranth and Montina™ Flour. *Journal of Food Research*; Bratislava, v. 2, n. 4, p. 1–10, **2013**.
110. Capriles, V. D.; Arêas, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais. B. CEPPA, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 129-136, **2011**.
111. Crockett, R.; Ie, P.; Vodovotz, Y. How do xanthan and hydroxypropyl methylcellulose individually affect the physicochemical properties in a model gluten-free dough? *Journal of Food Science*, Malden, v. 76, n. 3, p. 274-282, **2011a**.
112. Purhagen, J. K.; Sjö, M. E.; Eliasson, A. C. The anti-staling effect of pre-gelatinized flour and emulsifier in gluten-free Bread. *European Food Research and Technology*, New York, v. 235, p. 265–276, **2012**.
113. Borges, J. T. S.; Ascheri, J. L. R.; Ascheri, D. R.; Nascimento, R. E.; Freitas, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. B. CEPPA, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 303-322, **2003**.
114. Anton, A. A.; Artifield, S. D. Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Abingdon, v. 59, n. 1, p. 11-23, **2008**.
115. Crockett, R.; Ie, P.; Vodovotz, Y. Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free Bread. *Food Chemistry*, Kidlington, v. 129, p. 84–91, **2011b**.
116. Gambus, H.; Sikora, M.; Ziobro, R. The effect of composition of hydrocolloids on properties of gluten-free bread. *Acta Scientiarum Polonorum*, Lublin, v. 6, n. 3, p. 61-74, **2007**.
117. Padalino, L.; Mastromatteo, M.; Lecce, L.; Cozzolini, F.; Del Nobile, M. A. Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. *Journal of Cereal Science*, London, v. 57, p. 333- 342, **2013**.
118. Sánchez, H. D.; Osella, C. A.; De La Torre, M. A. Optimization of Gluten-Free Bread Prepared from Cornstarch, Rice Flour, and Cassava Starch. *Journal of Food Science*, Malden, v. 67, n. 1, p. 416-419, **2002**.
119. Sciarini, L. S.; Ribotta, P. D.; Leon, A. E.; Perez, G. T. Incorporation of several additives into gluten free breads: Effect on dough properties and bread quality. *Journal of Food Engineering*, Kidlington, v. 111, p. 590–597, **2012**.
120. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2010. Disponível em: < <http://www.anvisa.gov.br/e-legis/>>. Acesso em: 09 jul. **2015**.
121. Brasil. Resolução RDC nº 383, de 5 de agosto de 1999. Aprova o Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares, estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos 7 – produtos de panificação e biscoitos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 09 ago. 1999. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/faa2fb0043447422ba93bbff1ba42680/Resolu%C3%A7%C3%A3o+n%C2%BA+383,+de+05+de+agosto+de+1999+biscoito.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em 09 abr. **2012**.
122. Miller, R. A.; Hoseney, R. C. The Role of Xanthan Gum in White Layer Cakes. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 70, p. 585-588, **1993**.
123. Morris, V. J. Science, structure and applications of microbial polysaccharides. In: *Gums and Stabilizers for the Food Industry*. Phillips, G.O., Williams, P.A., Wedlock, D.J. (Eds.), Oxford, p. 315- 328, **1990**.
124. Cubero, N.; Monferrer, A.; Villalta, J. Aditivos Alimentarios. Madrid: S.A. Mundi-Prensa Libros, **2002**. 240 p.
125. Imenson, A. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. Oxford: Blackwell Publishing, **2010**, 368 p.
126. Phillips, G.O.; Williams, P.A. *Handbook of Hydrocolloids*. 2, ed., Cambridge: Woodhead Publishing, **2009**. 948 p.
127. Gallagher, E.; Gormley, T.R.; Arendt, E.K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, London, v. 15, p. 143–152, **2004**.
128. Mc Carthy, D. F.; Gallagher, E.; Gormley, T. R.; Schober, T. J.; Arendt, E. K. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 82, p. 609-615, **2005**.
129. Schober, T. J.; Messerschmidt, M.; Bean, S. R.; Park, S. H.; Arendt, E. K. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 82, p. 394-404, **2005**.
130. Selomulyo, V. O.; Zhou, W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science*, London, v. 45, p. 1–17, **2007**.
131. Gimeno, E.; Moraru, C. I.; Kokini, J. L. Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating. *Cereal Chemistry*, St Paul, v. 81, n. 1, p. 100-107, **2004**.
132. Rochefort, W. E.; Middleman, S. Rheology of Xanthan Gum: Salt, Temperature, and Strain Effects in Oscillatory and Steady Shear Experiments. *Journal of Rheology*, Melville, v. 31, p. 337-369, **1987**.
133. Luviélmo, M. M.; Scamparini, A.R.P. Goma xantana: produção, recuperação, propriedades e aplicação. *Estudos Tecnológicos*, São Leopoldo, v. 5, n 1, p. 50-67, **2009**.
134. Faria, S.; Petkowicz, C. L. De O.; Moraes, S. A. L. De; Terrones, M. G. H.; Resende, M. M. De; França, F. P. De; Cardoso, V. L. Characterization of xanthan gum produced from sugar cane broth. *Carbohydrate Polymers*, Kidlington, v. 86, n. 2, p. 469–476, **2011**.
135. Guarda, A.; Rosell, C. M.; Benedicto, C.; Galotto, M.J. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. *Food*

Hydrocolloids, Oxford, v. 18, p. 241-247, **2004**.

136. Rodge, A.B.; Sonkamble, S.M.; Salve, R.V.; Syed, I.H. Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. *Journal Food Process Technology*, v. 3, p. 1-7, **2012**.
137. Koxsel, H. F. Effects of xanthan and guar gums on quality and staling of gluten free cakes baked in microwave-infrared combination oven. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Escola Superior de Ciências Naturais e Aplicada, Universidade Técnica do Oriente Médio, 2009. Disponível em < etd.lib.metu.edu.tr/upload/12610410/index.pdf > Acesso em: 25 ago. **2015**.
138. Sciarini, L.S.; Ribotta, P.D.; León, A.E.; Pérez, G.T. Effect of hydrocolloids on gluten-free batter properties and bread quality. *International Journal of Food Science and Technology*, Malden, v. 45, p. 2306–2312, **2010**.
139. Bortolotto, D. F. J. Estudo do comportamento da viscosidade de sistemas de carboximetilcelulose de sódio e diferentes componentes nos produtos para indústria alimentícia. 2009. 42 f. Monografia (conclusão do Curso de Licenciatura Plena em Química) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, **2009**.
140. Katzbauer, B. Properties and applications of xanthan gum. *Polymer Degradation and Stability*, Kidlington, v. 59, p. 81-84, **1998**.
141. Children’s Boston Group. The gluten-free diet: a guide for teens. Disponível em: <http://www.youngmenshealthsite.org/gluten_free_diet.html>. Acesso em: 22 mar. **2015**.

Vilmara A. Franco^{*1} & Flávio A. Silva²

¹ Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

² Universidade Federal de Goiás, Departamento de Engenharia de Alimentos, Goiânia, 74690-900.

*E-mail: vilmara.senai@gmail.com

Salada Funcional Minimamente Processada

Fernanda M. Cavalcante, Karolline F. Siqueira & Adriana A. de Carvalho

Nesse artigo, pretendeu-se, por meio de um estudo de caso, desenvolver uma salada funcional minimamente processada. O objetivo foi desenvolver um novo produto, que apresentasse praticidade, com características nutricionais diferenciadas, com qualidade, e seguro microbiologicamente. Realizou-se pesquisa de mercado, com a construção de um metaprojeto, pesquisa com consumidores e análise de concorrentes. No teste de mercado, verificou-se que 94% dos entrevistados consomem salada de hortaliças, 71% não conhecem saladas prontas para consumo e 41% certamente comprariam salada pronta para consumo. O resultado da análise sensorial foi satisfatório, indicando que o produto teve boa aceitação pelos consumidores.

Palavras-chave: *novo produto; inovação; produtos minimamente.*

In this article, it was intended, through a case study, develop a functional minimally processed salad. The goal was to develop a new product, to produce practical, with different nutritional characteristics, quality, healthy, microbiologically safe. We conducted market research and analysis, with the construction of a meta-project, consumer research and analysis of competitors. The market test it was found that 94% of respondents consume vegetable salad, 71% do not know salads ready for consumption and 41% certainly buy salad ready for consumption. The result of sensory analysis was satisfactory, indicating that the product was well received by consumers.

Keywords: *new product development; innovation; minimally products.*

Introdução

Em tempos de economia e mercados globalizados é patente a necessidade de elevar a competitividade das empresas, mediante aperfeiçoamento dos processos produtivos, redução dos custos de produção, melhoria da qualidade, segurança dos produtos e desenvolvimento de novos produtos e/ou processos. A crescente competição no mercado tem levado as empresas a buscarem vantagens competitivas, que podem ser obtidas por meio da inovação. Ao longo dos últimos anos, a busca por um estilo de vida mais saudável tem sido uma resposta dos indivíduos à estressada e assoberbada vida contemporânea. A alimentação, por sua vez, têm importante papel no estilo de vida, estando diretamente relacionada a um estilo de vida e hábitos mais saudáveis¹ (SALGADO; DE ALMEIDA, 2008).

Quando o assunto é consumo de alimentos, é possível distinguir perfis diferentes entre os brasileiros. Pesquisas Brasil Food Trends, 2020² mostra que a maior parcela dos consumidores (34%) pode ser enquadrada no grupo que prioriza produtos que oferecem conveniência e praticidade. Os consumidores estão cada vez mais exigentes e conscientes da qualidade dos alimentos que ingerem. Por um lado, a cadeia alimentar globalizada elevou as expectativas de se obter todos os tipos de alimentos frescos em qualquer época do ano, e os consumidores estão priorizando a conveniência e a praticidade dos alimentos, em resposta às necessidades do cotidiano apressado e ao pouco tempo que dispõem.

Os alimentos funcionais surgiram com vista a unir tecnologia pelo desenvolvimento de novos produtos e benefícios saudáveis, além da função básica de nutrir, constituindo uma grande tendência do setor alimentício. O consumo de frutas, legumes, verduras e hortaliças, minimamente processadas, têm sido associados à diminuição do risco de mortalidade e redução de doenças crônicas, tais como doenças cardiovasculares derrames e alguns tipos de câncer. No Brasil, o processamento mínimo de frutas e hortaliças é recente, mas já se configura como um nicho de mercado que cresce e se consolida³.

Mudanças importantes nos perfis sócio demográficos, atitudinais e de estilo de vida das populações são fatores que costumam ser associados à intensificação do consumo, de hortaliças minimamente processadas

destacando-se: o aumento do número de pessoas mais velhas; a crescente participação da mulher no mercado de trabalho; o aumento da distância entre a moradia e o trabalho, sobretudo nas cidades de maior porte; a crescente busca por uma alimentação mais saudável; a valorização da praticidade e conveniência; o aumento do número de pessoas morando sozinhas; a crescente preferência por comidas prontas e por comidas frescas; o crescimento do mercado de food service (mercado institucional), entre outros⁴.

O consumo crescente desse tipo de produto é um fenômeno de âmbito mundial, associado com fatores decorrentes das profundas mudanças sociais, políticas e econômicas das últimas décadas, que impuseram novos hábitos, estilos e ritmos de vida à sociedade e à vida privada dos sujeitos. A expressão “alimento funcional” teve origem no Japão na década de 80, com o objetivo de denominar alimentos industrializados que, além de nutritivos, continham algum ingrediente que auxilia em funções fisiológicas e corporais específicas⁵ (FAO, 2007).

Com alta tecnologia agregada, tais produtos se diferenciam dos alimentos convencionais em características, benefícios e muitas vezes preço, embora visualmente possam se assemelhar com o correspondente convencional⁶ (BARCELLOS, 2009).

Hoje em dia, o alimento funcional ganhou maior percepção de marketing, sendo usualmente conceituado como todo o produto desta nova categoria, promovidos no mercado a partir dos benefícios que pode oferecer à saúde. Lideradas por Japão, Estados Unidos e Europa, as nações tem registrado – em diferentes proporções – aumento de seus mercados consumidores, bem como disponibilidade de produtos criados para este segmento. O Brasil, embora sendo um mercado jovem, exemplifica o crescimento deste nicho, com resultados surpreendentes para o pouco tempo de criação do setor³ (FAO, 2007).

Desenvolvimento

PESQUISA E ANÁLISE DE MERCADO

Pesquisa Metaprojetual

Hoje com o cenário cada vez mais complexo, fluido e dinâmico, é necessário estimular e alimentar constantemente o mercado por meio da inovação e

diferenciação pelo design e pela inovação. Diante deste cenário, múltiplas realidades distintas passam a conviver de forma simultânea e cada indivíduo, a partir de sua potencialidade e competência como comprador, usuário e consumidor. Tal realidade transforma o consumidor em uma incógnita e, por isso, exige das pesquisas mercadológicas maior capacidade de interpretação em detrimento dos simples aspectos técnicos de obtenção de dados estatísticos. Esse fato nos exige uma crescente capacidade de construir relações, propor associações e promover novas interações possíveis⁷.

Em uma linguagem mais simples, é possível dizer que a fase metaprojetual é o momento de colocar os dados possíveis e inerentes ao projeto para uma reflexão inicial até chegar à formulação mais precisa sobre o conceito a ser desenvolvido. O objetivo é coletar e organizar as informações que nos permitam compreender e mapear o contexto em que a empresa está inserida (as forças macroeconômicas, as principais tendências socioculturais e tecnológicas, além de forças do mercado local). O modelo metaprojetual se consolida por intermédio da formatação e prospecção teórica que precede a fase do projeto. Dessa maneira, foi construído um metaprojeto para auxiliar no desenvolvimento do conceito a cerca do desenvolvimento do novo produto^{8,9}.

Pesquisa on line com consumidores

A fim de verificar a validade e a viabilidade de uma hipótese e também responder questões-chave para a inserção de um novo produto no mercado, realizou-se uma pesquisa on line com cerca de 250 potenciais consumidores do tipo de produto. A aplicação do questionário planejado teve como objetivos coletar informações importantes para esta proposta. Alguns dos objetivos desejados com a pesquisa foram: conhecer o potencial de consumo do novo produto e embasar decisões de entrada em um novo mercado (pratos prontos para consumo); preferência (*share-of-mind*) para observar a elasticidade do mercado com relação a produtos e marcas, ajudando a dimensionar os investimentos em comunicação, tendo em vista que a empresa será uma nova marca entrante neste seguimento de mercado; definir o melhor local para ponto de venda do produto; conhecer o comportamento do consumidor para desenvolver o produto na medida da necessidade para embasar campanhas publicitárias.

Portanto, para reunir todas essas informações necessárias para a mitigação de erros e fracassos, as seguintes etapas da Figura 01 foram contempladas nesta pesquisa:



Figura 01: Etapas da pesquisa de mercado pela internet

A estratégia adotada para entrevistar os consumidores foi por meio da estruturação de um questionário on line elaborado, utilizando uma ferramenta do Google Drive. O questionário foi disparado para 800 pessoas e à medida que estas responderam, o banco de dados foi sendo alimentado.

Análise da Concorrência: Análise das 5 Forças Competitivas de Porter

Para análise da concorrência, utilizou-se o modelo das Cinco Forças que é destinado à análise da competição entre empresas. É necessário conhecer bem o setor e as características que governam as suas forças competitivas. Considerando os cinco fatores do modelo, como as “forças” competitivas, foi possível traçar a estratégia competitiva para aconselhar a empresa a adotar, a partir da abrangência das regras da concorrência que definem a atratividade do negócio.

Ressalta-se que a análise da concorrência considerou o cenário goiano.

As cinco forças consideradas, conforme apresentado na Figura 02, foram:

- 1) Entrada dos concorrentes;
- 2) Ameaça dos produtos concorrentes;
- 3) Poder de negociação dos compradores;
- 4) Poder de negociação dos fornecedores;
- 5) Rivalidade entre os concorrentes atuais.

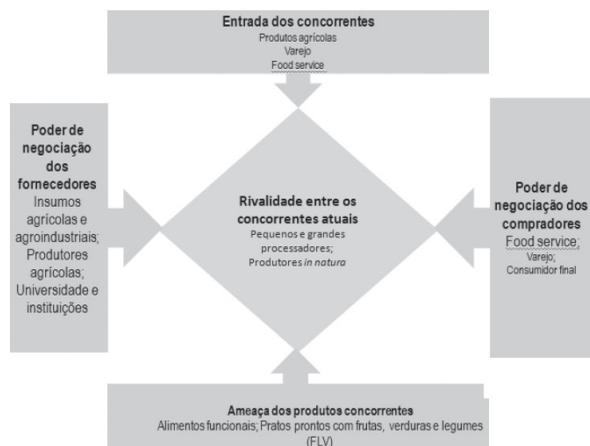


Figura 2. Diagrama de Swot - Fonte: <https://cotidianoparalelo.wordpress.com/tag/swot/>

Análise SWOT

SWOT é a sigla dos termos ingleses *Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). Ela é um importante instrumento utilizado para planejamento estratégico que consiste em recolher dados importantes que caracterizam o ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças) da empresa. A partir do cruzamento das informações dos quatro quadrantes, é possível obter um moldura que permita delinear estratégias importantes para o futuro da empresa¹⁰. A análise SWOT foi realizada mediante o cruzamento das forças da empresa em relação às oportunidades do mercado e as fraquezas, segundo as ameaças do mercado, conforme diagrama de SWOT, apresentado na Figura 03.

As informações descritas abaixo devem ser enquadradas nas categorias SWOT para análise do cenário da empresa¹¹:

- *Strengths* (forças) - vantagens internas da empresa em relação às concorrentes. Ex.: qualidade do produto oferecido, bom serviço prestado ao cliente, solidez financeira, etc.
- *Weaknesses* (fraquezas) - desvantagens internas da empresa em relação às concorrentes. Ex.: altos custos de produção, má imagem, instalações desadequadas, marca fraca, etc.;
- *Opportunities* (oportunidades) – aspectos

externos positivos que podem potencializar a vantagem competitiva da empresa. Ex.: mudanças nos gostos dos clientes, falência de empresa concorrente, etc.;

- *Threats* (ameaças) - aspectos externos negativos que podem por em risco a vantagem competitiva da empresa. Ex.: novos competidores, perda de trabalhadores fundamentais, etc.

ANÁLISE SWOT

Na conquista do objectivo



Figura 3. Diagrama de Swot - Fonte: <https://cotidianoparalelo.wordpress.com/tag/swot/>

Prospecção do mercado

Prospecção de Mercado é um processo de identificação dos clientes potenciais, estimando a viabilidade da inserção de um bem ou serviço no mercado, por meio da coleta de dados de determinado público-alvo, é a busca de novos clientes, aumento de receita e aumento do nicho de mercado.

Um dos grandes pesadelos de muitas empresas que estão iniciando um negócio ou estão em plena atividade é a Prospecção de Mercado. Muitas empresas iniciam seu empreendimento sem planejar o processo de prospecção e vendas de seu negócio e, muitas vezes, possuem grande potencial de crescimento, mas ficam limitadas ou estagnadas por não entenderem como fazer este processo de forma eficaz.

O processo de prospecção de mercado inicia-se pelo entendimento claro dos acionistas (*stakeholders*) e clientes internos do posicionamento da empresa no mercado, qual sua missão, o que se propõe a fazer, qual sua essência e diferencial competitivo.

Para prospectar o mercado e ter resultados efetivos, é primordial passar segurança, confiança e credibilidade, e ter internalizado a cultura da empresa e seu propósito de existir, conhecendo de forma aprofundada seus produtos, serviços, processos e diferenciais, a essência básica que o discerne da concorrência.

Para saber quem é o público-alvo, é preciso ter claro qual o posicionamento de mercado, ou seja, como quer ser visto, percebido, desejado, qual a imagem e mensagem quer passar para o seu consumidor, e qual perfil de consumidor seu produto ou serviço abrange.

Para conseguir atingir o público-alvo, com mais assertividade, é importante fazer uma pesquisa de mercado para entender mais sobre para quem focará seus esforços de vendas, definindo primeiramente as regiões que deseja abranger e pesquisar sobre a cultura local (valores, crenças, hábitos, tradições, etc.), sobre os concorrentes diretos e indiretos, sobre os dados demográficos (sexo, idade, renda, educação, etc.), sobre os dados psicográficos (estilo de vida, hábitos, atividades, opiniões, interesses, etc.); enfim, é preciso conhecer profundamente a região e o perfil do consumidor para quem deseja focar os esforços, buscando segmentar suas ações e estratégias de marketing e vendas¹².

Business Model Generation: Canvas

Em um mercado cada vez mais complexo e competitivo, é de fundamental importância planejar as atividades e áreas que devem ser priorizadas nas estratégias da empresa, evitando, assim, desperdício de energia com atividades que não conduzem ao resultado planejado. Como estratégia simplificada, foi recomendada a utilização do Business Model Generation Canvas, conforme modelo apresentado na Figura 04. Essa metodologia¹³ baseia-se em um Canvas, no qual estão dispostos os nove elementos principais de um Modelo de Negócio:

- 1) Clientes: Neste bloco, foram definidos quem são os clientes que se pretende atingir;
- 2) Proposições de valor: Neste bloco foram

definidos quais os problemas dos clientes e como satisfazê-los. Também foram definidos o(s) produto(s) que seriam comercializados. Além disso, foram listados os diferenciais da empresa e como ela agregaria valor aos clientes;

- 3) Canais: no terceiro bloco, foram colocadas as ideias de como seria a comunicação com os clientes e como alcançá-los da maneira mais efetiva. Isso inclui todas as formas de contato possíveis e também a entrega do produto;
- 4) Relacionamento com os clientes: Neste momento, foram definidos como estabelecer e manter relações com os clientes, além de como fazer a manutenção das relações já estabelecidas;
- 5) Fontes de receita: Nessa área do mapeamento, todas as fontes que gerarão renda deverão ser contempladas. Foi pensado no quanto os clientes querem pagar, pelo que eles querem pagar e como seria esse pagamento. Dessa, forma construiu-se um modelo real;
- 6) Recursos-chave: Aqui foram listados todos os recursos necessários para colocar o empreendimento em funcionamento: recursos físicos, financeiros, capital humano, etc.
- 7) Atividades-chave: Neste bloco, foram listadas todas as atividades que serão desenvolvidas para cumprir as ideias anteriores relacionadas aos produtos, canais de distribuição, relacionamento com clientes, etc.
- 8) Parcerias-chave: Contar com parcerias melhoram consideravelmente o nível de uma empresa. Isso pode ser feito por terceirização de serviços, na aliança com outros grupos não concorrentes ou mesmo em uma parceria sólida com os fornecedores, para garantir vantagens às duas partes. No oitavo bloco, foram inseridas todas as opções de parcerias-chave e foi pensado como elas poderiam complementar o empreendimento.
- 9) Estrutura de custos: No último bloco, foram reunidas as informações sobre os custos do empreendimento. Todos os custos deverão ser apontados: fixos e variáveis. Analisar quais são as partes mais caras do processo e devem-se ressaltar os custos mais importantes para o desenvolvimento da empresa

Este modelo auxilia as empresas a alinhar suas atividades, ilustrando o potencial de ocorrência de trade-offs.



Figura 04. Modelo de Canvas - Fonte: <http://www.agenciadecocriacao.com.br/modelos-de-negocios/>

DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO

A formulação foi definida, segundo informações obtidas por pesquisa bibliográfica científica, pesquisa metaprojetual, pesquisa on line com consumidores e no relatório de Food Trends 2020². Além disso, foi definido que os ingredientes utilizados na composição da salada deveriam fornecer determinados nutrientes que pudessem receber destaque entre os demais. Dessa maneira, a proporção de cada ingrediente foi estudada de tal maneira que ao final fornecesse quantidades suficientes de nutrientes para o atendimento à legislação pertinente.

Análise sensorial

Para avaliar se a formulação seria aceita pelo mercado consumidor, foi aplicado um teste de aceitação em escala hedônica. Este método, utilizado em análise sensorial de alimentos, bebidas e água, expressa a reação afetiva do consumidor ao escolher um produto pelo outro. É a forma usual de se medir a opinião de um grande número de consumidores com respeito às suas preferências, gostos e opiniões.

Com a escala hedônica, o indivíduo expressou o grau de gostar ou de desgostar do produto, de forma globalizada. A escala utilizada¹⁴ foi a de 9 pontos, que contém os termos definidos situados, por exemplo, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei; nem desgostei”, conforme pode ser visualizado na Figura 05 a seguir.

Também foi avaliada a intenção de compra deste produto. Para isso, foi utilizada a escala de atitude ou de intenção, na qual os consumidores expressaram sua vontade de consumir, adquirir ou comprar, a salada pronta para consumo. A escala utilizada foi a de 7 pontos. Os termos definidos situaram, por exemplo, entre “comeria sempre” a “nunca comeria”. A ficha utilizada para coletar os dados está apresentada na Figura 06 a seguir.

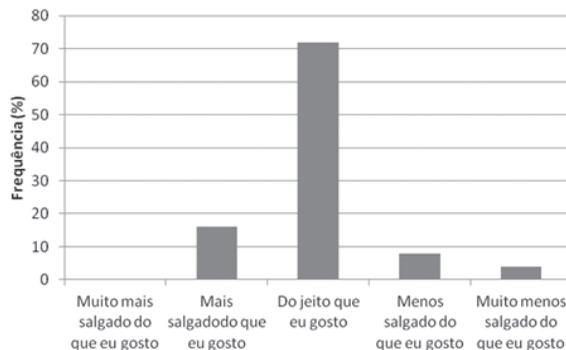


Figura 05. Ficha de avaliação sensorial para avaliar o grau de aceitação do novo produto. Fonte: ABNT, NBR 14141, 1998.



Figura 06. Ficha de avaliação sensorial para avaliar a intenção e consumo de novo produto. Fonte: ABNT, NBR 14141, 1998

Resultados

PESQUISA DE MERCADO

A partir das respostas, foi possível observar que 84% dos entrevistados não conheciam um produto similar no mercado. Também, em consonância com a forte tendência mundial relatada no Food Trends Brasil 2020², os aspectos do produto que mais atraíram os entrevistados foram a saudabilidade do produto seguida pela praticidade.

Quando questionados sobre quais seriam os ingredientes que não poderiam faltar na salada, a alface, tomate e cenoura foram os mais votados.

Considerando a análise de mercado, é possível verificar que a maioria das saladas oferecidas em restaurante do tipo fast food são acompanhadas por algum grelhado. Dessa forma, era importante conhecer a capacidade de compra do produto quando este não estivesse acompanhado de uma proteína. Cerca de 90 % dos entrevistados responderam que comprariam a salada pronta para consumo sem a presença de carne.

Dentre as opções apresentadas como para molhos de acompanhamento da salada, o sabor picante, vinagrete e italiano foram os mais votados. Outra questão muito importante foi o local onde esses consumidores gostariam de comprar a salada pronta para o consumo. Quase 80% dos entrevistados gostariam de encontrar o produto em supermercado. Em segundo lugar, vigoraram os Empórios, seguidos pelas Lojas de Conveniência.

Quando questionados sobre qual seria o motivo para que não adquirissem o produto, o item preço foi o mais votado. Outra questão muito importante e estratégica para empresa foi sobre o comportamento dos consumidores frente aos produtos desconhecidos no mercado. Mais de 80% dos entrevistados disseram estar abertos a novos produtos e novas marcas.

Em acordo com a questão sobre os ingredientes preferidos, a questão sobre quais seriam os atributos mais importantes levados em consideração na hora da compra da salada pronta foi a composição/ingredientes. Dessa maneira, foi crucial a pergunta sobre quais hortaliças deveriam estar presentes na salada.

Por fim, foram analisadas algumas informações sobre o perfil dos entrevistados. A maior parte das pessoas que apreciaram o novo produto são solteiras que moram com a família e pertence a faixa etária entre 18 a 40 anos.

Diante dos desafios da vida moderna, fica bem evidente que as pessoas estão buscando cada vez mais por produtos práticos e saudáveis.

Análise da Concorrência: Análise das 5 Forças Competitivas de Porter

Por meio das observações realizadas, foi possível chegar aos seguintes resultados sobre a análise da concorrência¹⁵:

Entrada dos concorrentes:

O segmento de hortaliças processadas, apesar do potencial, ainda chama pouca atenção de investidores de outros segmentos. Dessa maneira, a entrada de novos concorrentes pode vir da própria cadeia produtiva, seja por parte de produtores rurais que vendem produto *in natura*, seja por meio de integração vertical para trás por parte do varejo ou do *food service*. Nesse sentido, as barreiras de entradas atuais são quase inexistentes.

Ameaça dos produtos concorrentes

Se for considerado o pressuposto de que a necessidade principal do consumidor de hortaliças tipo salada pronta é a conveniência, aliada às características intrínsecas do produto, novos alimentos funcionais ou pratos prontos podem ser considerados substitutos. Para o item salada pronta para consumo, de acordo com a pesquisa realizada, mais de 70 % dos entrevistados não sabem da existência de um produto similar no mercado. Dessa maneira, é possível afirmar que não existem concorrentes diretos para o produto.

Poder de negociação dos compradores

Os compradores se dividiram em três grupos de interesse: varejo, *food service* e consumidor final. Os intermediários constituem-se dos pertencentes ao canal atacado/varejo/feiras livres/sacolões/mercados municipais e dos operadores de *food service* – comercial (restaurantes, *fast food*, *rotisseries* etc.), comercial/serviço (hospitais, escolas, catering, hotéis etc.), comercial/alternativo (lojas de conveniência, supermercado, etc) e social (exército, escolas, presídios e restaurantes populares). Em todos os casos, parece claro que o poder de barganha encontra-se na mão dos compradores, que estabelecem as regras para compra e exposição do produto, com destaque para o papel desempenhado pelo varejo. Quanto aos consumidores finais, apesar da liberdade de escolha entre as marcas disponíveis no mercado, o produtor que nesse momento detém um produto reconhecidamente de qualidade, estabelece a forma, volume e preços na comercialização, quando se considera a venda direta.

Poder de negociação dos fornecedores

O pequeno produtor/processador encontra-se em

posição desfavorável em relação aos fornecedores, que definem o preço e a política de mercado. Isso se aplica principalmente aos fornecedores de insumos agrícolas e agroindustriais, especialmente, no que se refere aos equipamentos indispensáveis aos ganhos de escala, com qualidade. No caso desta empresa, ela se encontra em uma posição favorável por ser a produtora de cerca de 90 % da matéria-prima que será utilizada na produção da salada funcional minimamente processada.

Rivalidade entre os concorrentes atuais

A relação de rivalidade se revela na política de preço dos vendedores de produtos *in natura*, de grandes processadores e de processadores mal qualificados. A escala produtiva permite liderança em custo. O investimento em comunicação é insipiente, além da construção de marcas, o que restringe essa ação dos líderes de mercado.

Análise SWOT

Segue abaixo a descrição da análise de SWOT:

- **Forças e Oportunidades:** A empresa já está estabelecida no mercado de hortaliças minimamente processadas fornecendo seus produtos para grandes redes. A partir do fato de ser produtora de hortaliças, isso a fez empreender para o desenvolvimento de saladas prontas para consumo. Dessa maneira, a empresa pode ter preços mais competitivos no mercado. Além, disso, pode garantir a qualidade de seus produtos do início ao fim da cadeia produtiva. A empresa ainda tem forte experiência no setor. Está há mais de 18 anos atuando no mercado. A Figura 07 mostra a análise de SWOT para forças e oportunidades da empresa.

- **Fraquezas e Ameaças:** A empresa não possui marca registrada e nem a patente de seus produtos. A empresa não possui processo administrativo definido. Também falta um planejamento estratégico para expansão. De acordo com os *trends*, existe grande interesse pelos consumidores por esse tipo de produto. Com isso, surge como uma forte ameaça da possibilidade de entrar no mercado novas empresas que estejam mais estruturadas. O processo de comunicação da empresa com seus clientes não tem desenvolvimento definido. Isso pode se tornar algo extremamente impactante, tendo em vista que a empresa entrará no mercado direto com o consumidor final. Até o momento, seus produtos são destinados a consumidores *Food Service*. Mesmo sendo reconhecida no mercado de produtos minimamente processados, a empresa não possui uma estratégia de comunicação com o público que deseja atingir. Isso poderia ser considerado como uma ameaça, tendo em vista que seu produto e marca são novos entrantes neste mercado. Entretanto, conforme pesquisa on line realizada com consumidores, 84% dos entrevistados dizem ser abertos com relação a novas marcas e produtos. A Figura 08 mostra a análise de SWOT para fraquezas e ameaças da empresa.

SWOT											Total		
Fator de Corte	4	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10		
Consumidores procuram cada vez mais por praticidade	1	1	4	4	3	1	2	3	3	1	4	19	
Não existe concorrentes diretos para o produto em desenvolvimento	5	4	4	5	3	1	1	4	5	3		35	
Consumidores estão preocupados com a saúde	1	1	5	1	1	1	1	1	1	4		17	
Disponibilidade no mercado de vendas e programas que estimulam a competitividade e a inovação	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5		11	
Total	8	7	14	11	11	4	5	9	8	16	7	7	13

Figura 07: Forças X Oportunidades

SWOT											Total		
Fator de Corte	4	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 10		
Entrada de concorrentes no mercado	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	
Fornecimento dos insumos que não são produzidos estão sujeitos a volatilidade	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4		
Não aceitação por parte dos consumidores por questões culturais (ingredientes não comuns na dieta convencional)	1	1	5	1	1	1	4						
	0	A 4											
	0	A 5											
Total	8	7	14	11	11	4	5	9	8	16	7	7	13

Figura 08: Fraquezas x Ameaças

Prospecção do mercado

A empresa em questão está presente no mercado há mais de 18 anos e atua principalmente no mercado de *food service*, tendo como principais clientes as redes de *fast food*. Foram avaliadas as forças de mercado local para definir qual seria o público-alvo, tendo vista que seus produtos atendem à demanda de vegetais processados para elaboração de pratos e lanches.

Foi realizado um levantamento no Cadastro Industrial do número de estabelecimentos disponíveis, na cidade de Goiânia. Também, foi realizada uma busca no site guiamais.com.br. Foi possível encontrar 492 supermercados, 31 lojas de conveniência, 162 academias, 168 clínicas de estética, 312 padarias, 07 spa e 249 postos de gasolina. Vale ressaltar que os postos de gasolina foram considerados, tendo em vista que em cada um deles é possível encontrar uma loja de conveniência.

Para sua nova linha de produtos, a empresa pretende atuar primeiramente nas redes de supermercado, principal local onde os consumidores gostariam de encontrar a salada pronta para consumo, conforme pesquisa on line realizada. Uma vez inserido o produto neste ponto de venda, segundo sua a capacidade produtiva e infraestrutura logística, a empresa estenderá seu produto em outros pontos, conforme foi pontuado.

Não foram constatados, na análise de mercado, concorrentes diretos para o produto proposto no projeto. Existem algumas redes de supermercados e alguns produtores que expõem seus produtos em feiras livres que comercializam saladas prontas para consumo, conforme pode ser visualizado na Figura 09. Todavia, são produtos feitos de improviso sem qualquer estudo prévio para garantir a qualidade e segurança dos alimentos, além de não possuírem rotulagem adequada.

Para a estruturação dos pontos de venda, foi utilizada a estratégia de instalação de equipamento de refrigeração com a identificação da empresa e do produto.



Figura 09: Comercialização de salada pronta para consumo em feiras livres e supermercados

DESENVOLVIMENTO DA LOGOMARCA DA EMPRESA

Para a identificação da empresa no mercado, foram desenvolvidas várias logomarcas, e a própria empresa, responsável pela escolha e aprovação da que julgaram como a melhor opção apresentada.

DESENVOLVIMENTO DA EMBALAGEM

Diante das evidências tanto da literatura publicada quanto da pesquisa realizada com consumidores, o produto será apresentado em embalagem prática e para consumo individual. Ao adquirir o produto, o consumidor poderá consumir o seu conteúdo de imediato, pois, cada porção será acompanhada de um garfo descartável (embalado individualmente) e uma porção de molho tipo sachê.

DESENVOLVIMENTO DA ARTE PARA FREEZERS EXPOSITORES

A fim de melhor sinalizar a presença do novo produto, foi pensada a estratégia de colocar nos pontos de venda freezers expositores com a identificação da empresa. Foram apresentadas várias artes para a empresa, e esta definiu a melhor opção para ser utilizada na estampagem dos equipamentos, utilizados para armazenamento dos produtos nos pontos de venda.

DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO

Os ingredientes que compõem a formulação da salada funcional minimamente processada, e suas quantidades respectivas são informados na Tabela 01. Atendendo às normas do INMETRO nº 157 de 19 de agosto de 2002¹⁶, com relação ao conteúdo líquido da embalagem, a soma dos ingredientes totaliza 160 g, ou seja, a empresa optou por trabalhar com uma margem de 10 g de segurança, pois os ingredientes podem perder. Todos os cálculos nutricionais foram baseados na porção individual de 150 g.

Tabela 1: Ingredientes- salada funcional:

Ingredientes
Alface Tipo I
Alface Tipo II
Tomate
Cenoura
Chia

ANÁLISE SENSORIAL DO PRODUTO

Todos os testes realizados para análise sensorial seguiram as normas da ABNT¹⁴. Na Figura 10, pode-se observar a realização da análise sensorial.

Foram analisadas duas saladas de hortaliças cruas, com chia e sem chia, com amostra de peso unitário 30 g/provador, em prato transparente, oferecida com 10 mL de molho para salada tipo italiano em copo transparente e garfo transparente.

Foi realizado o teste de aceitabilidade, no qual se recrutaram 10 consumidores de saladas de hortaliças, em geral, sem restrições, quanto ao sexo, idade ou classe social. Tais pessoas já haviam participado da pesquisa on line sobre a salada pronta para consumo e de uma avaliação sensorial preliminar dos testes de formulação realizados.

A amostra foi avaliada quanto à aceitabilidade de modo global e em particular da aparência, sabor, textura, por meio de escala hedônica de nove pontos (9= gostei extremamente, 5= não gostei nem desgostei e 1= desgostei extremamente) e quanto à intenção de compra por meio de escala de sete pontos (5=comeria sempre, 3= comeria o ocasionalmente e 1=nunca comeria), solicitando-se a descrição de gostos e desgostos associados à amostra, conforme modelo de ficha apresentado na Figura 05.

A amostra foi apresentada com códigos de três números aleatórios, uma porção de 30 g por consumidor, sendo oferecida água mineral natural para limpar o palato.

Os resultados médios obtidos no teste de aceitabilidade de modo geral e em particular da aparência, sabor, textura da amostra de salada de hortaliças pronta para consumo são apresentadas na Figura 11, sendo também apresentadas as porcentagens de aceitação, indiferença e rejeição por meio da escala hedônica utilizada, correspondentes às porcentagens de valores da escala de 9 a 6 (acima do ponto médio), 5 (ponto médio) e de 4 a 1 (abaixo do ponto médio), respectivamente atribuídos pelos consumidores consultados, bem como as porcentagens de intenção e compra positiva (valores de 7 a 5), duvidosa (valor 4) e negativa (3 a 1), representada na Figura 12.

Verifica-se que a amostra de salada de hortaliças pronta para consumo obteve médias entre “gostei extremamente“ e “gostei moderadamente“ na escala utilizada para avaliação da aceitabilidade de modo global, da aparência e da textura. Quanto à intenção de compra, a amostra obteve média entre “comeria sempre” e

“comeria muito frequentemente”, evidenciando intenção de compra superior a 75%.

Pelos gostos e desgostos, descritos pelos consumidores, verificou-se que as maiores frequências de menções positivas referem-se à aceitação de modo geral. Quanto às razões de desgosto, verifica-se que as citações negativas dizem respeito ao molho oferecido para ser degustado com a salada (foi considerado um pouco salgado, mas isso está relacionada à marca utilizada).



Figura 10. Realização da análise sensorial

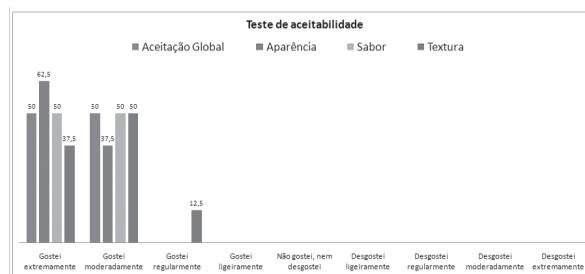


Figura 11. Distribuição de frequência dos valores de escala atribuídos pelos consumidores à amostra de salada de hortaliças pronta para consumo quanto à aceitabilidade de modo global e da aparência, sabor e textura.

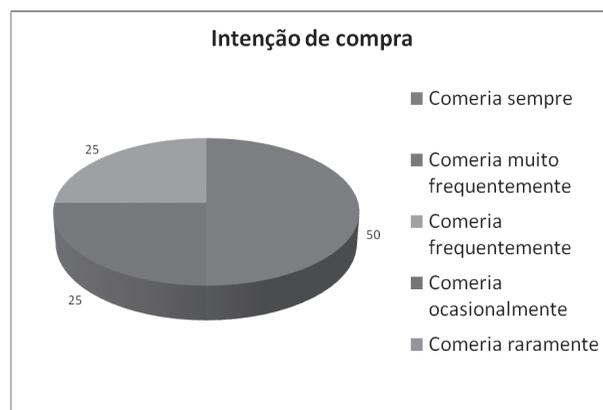


Figura 12. Distribuição em frequência dos valores da escala atribuídos pelos consumidores à amostra de salada de hortaliças pronta para consumo quanto à intenção de compra.

DESENVOLVIMENTO DE ROTULAGEM NUTRICIONAL

A definição das informações nutricionais foi realizada a partir dos resultados obtidos da análise centesimal do produto, e com o auxílio da Tabela de Composição dos Alimentos (TACO, 2011)¹⁷. A partir dos resultados das análises e das informações da literatura, foi possível elaborar a informação nutricional (Tabela 2).

Diante dos resultados, foi possível constatar que a presença de três nutrientes que fazem com que a salada desenvolvida possa ser fonte de fibras, ferro e cálcio. Dessa forma, na comunicação da embalagem será utilizada a estratégia de um produto diferenciado por ser fonte de ingredientes importantes para uma alimentação saudável.

Tabela 2. Informação nutricional da salada desenvolvida.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção 150 g (1 bandeja)		
	Quantidade por porção	%VD (*)
Valor energético	65 kcal = 273 kJ	3
Carboidratos	6,1 g	2
Proteínas	3,4 g	5
Gorduras Totais	3,0 g	6
Gorduras Saturadas	0 g	0
Gorduras Trans	0 g	0
Fibra Alimentar	6 g	24
Cálcio	100 mg	13
Ferro	2,9 mg	21
Sódio	6,9 mg	0

Conclusão

Todas as necessidades para o desenvolvimento e lançamento de um novo produto foram contempladas neste estudo de caso. Hortaliças embaladas, minimamente processadas, destacam-se por ganhar cada vez mais espaço nas gôndolas de supermercados. Esses produtos, além de aliar praticidade, variedade e qualidade, reduzem de maneira significativa as perdas que ocorrem no campo devido à introdução de tecnologias e processos em alimentos que estão aptos e prontos para o consumo.

Meidante a realização deste estudo de caso, foi possível atingir o objetivo esperado, a partir do qual desenvolveu-se um novo produto inovador, que

apresentasse praticidade, com características nutricionais diferenciadas, com qualidade, saudável, seguro microbiologicamente, bem como uma nova oportunidade de mercado para a empresa. A partir do conhecimento do consumidor e de suas necessidades, a empresa pode moldar suas estratégias, a fim de obter maior sucesso no lançamento de seu produto, assim como maior potencial competitivo.

A salada funcional minimamente processada foi aprovada pelos consumidores, e considerada como um produto ótimo e original, sendo que 94% dos entrevistados demonstraram interesse em se tornarem consumidores deste produto. Os aspectos considerados como os que mais atraem o consumidor no momento da compra foram: saudabilidade, praticidade e preço. Ressalta-se que a aplicação de processos mínimos e métodos combinados de conservação elevou a vida de prateleira da salada, mantendo as características de cor, sabor e aromas. Diante dos resultados das análises realizadas, foi possível constatar a presença de três nutrientes que fazem com que a salada desenvolvida possa ser fonte de fibras, ferro e cálcio.

Os resultados apresentados neste estudo de caso por meio da realização da pesquisa metaprojetual, da pesquisa online com consumidores, da análise de concorrência, da análise de SWOT, da prospecção de mercado, do Canvas e da análise sensorial do produto comprovam que o produto desenvolvido poderá ter uma boa aceitação no mercado.

Referências

1. Salgado, J. M., De Almeida, M. A. Mercado de alimentos funcionais: desafios e tendências, 2008. Disponível em: <http://www.sbaif.org.br/artigos_cientificos.htm>. Acesso em 12 Dez. 2015.
2. Relatório Brasil Food Trends, 2020. Disponível em: <http://www.brazilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/files/publication.pdf>. Acesso em 09 Fev. 2015.
3. Fao. Report on Functional Foods (November 2007). Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agn/index_en.stm>. Acesso em 17 Dez. 2014.
4. Santos, M. C. Do A.; Silva, T. Avaliação do mercado de frutas e hortaliças embaladas, minimamente processadas, orgânicas e desidratadas na capital de Minas Gerais. Contagem: CEASAMINAS/MG, 2010. 113 p. Disponível em: <<http://www.ceasaminas.com.br/informacoesmercado/artigos/processados.pdf>>. Acesso em 20 Jan. 2015.

5. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2008. Estudos de Mercado SEBRAE: Hortaliças Minimamente Processadas. Disponível em: <[http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/AD2DEF96449FB0F832574DC0046776D/\\$File/NT0003907A.pdf](http://201.2.114.147/bds/bds.nsf/AD2DEF96449FB0F832574DC0046776D/$File/NT0003907A.pdf)>. Acesso em 05 Jan. **2015**.
6. Barcellos, M. D. de. O processo decisório de compra de alimentos funcionais: uma pesquisa sobre as motivações, atitudes e intenções de consumo no Brasil. Projeto Universal (CNPQ). Porto Alegre: **2009**.
7. Agência de Cocriação, 2012. Modelo de Negócios. Disponível em: <<http://www.agenciadecocriacao.com.br/modelos-de-negocios/>>. Acesso em 11 Jan. **2015**.
8. Artigonal Diretório de Artigos Gratuitos, 2010. Prospecção de Mercado Afinal o que é? Disponível em: <<http://www.artigonal.com/vendas-artigos/prospeccao-de-mercado-afinal-o-que-e-3421231.html>>. Acesso em 08 Fev. **2015**.
9. Asa Customer Connection, 2010. Prospecção de Mercado Afinal o que é? Disponível em: <<http://asaestrategias.blogspot.com.br/2010/09/pensando-sobre.html>>. Acesso em 15 Fev. **2015**.
10. Cotidiano Paralelo, 2012. Análise SWOT. Disponível em: <<https://cotidianoparalelo.wordpress.com/tag/swot/>>. Acesso em 27 Fev. **2015**.
11. Wright, Peter.; Mark, J. Kroll.; Parnell, John. Administração estratégica: conceitos. 1.ed. São Paulo: Atlas, **2000**.
12. UNIEMPRESA, 2013. As Cinco Forças de Porter. Disponível em: <<http://www.uniempre.org.br/as-cinco-forcas-de-porter>>. Acesso em 03 Mar. **2015**.
13. SEBRAE Canvas auxilia você a criar novos modelos pro seu empreendimento. Disponível em: <<http://www.techtodo.com.br/tudo-sobre/sebrae-canvas.html>>. Acesso em 19 Jan. **2015**.
14. ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 14141: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, **1998**.
15. Smart Consultoria Jr. 2014. Análise de competitividade: As cinco forças de Porter. Disponível em: <<http://www.smartconsultoria.com/analise-de-competitividade-as-cinco-forcas-de-porter>>. Acesso em 12 Fev. **2015**.
16. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Inmetro Portaria INMETRO nº 157, de 19 de agosto de **2002**.
17. Taco. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ª ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA, UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em 12 Dez. **2014**.

Fernanda M. Cavalcante*, Karolline F. Siqueira & Adriana A. de Carvalho.

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: fernandamc.senai@gmail.com

Programa Nutricional para a Melhoria da Saúde do Trabalhador por meio da Adição de Alimento Funcional

Ludmila C. Borges, Ana Paula C. Silveira , Christiane A. Starling & Karolline F. Siqueira

Com o objetivo de desenvolver receitas à base de soja e introduzi-las na dieta dos trabalhadores da empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda., foi aprovado no Edital SENAI SESI de Inovação no ano de 2009 o projeto denominado “Desenvolvimento de programa nutricional para a melhoria da saúde do trabalhador, por meio da adição de alimento funcional à dieta – equilibra”. O desenvolvimento do projeto se deu por meio da parceria firmada entre a empresa, o SENAI e o SESI do Estado de Goiás. O objetivo principal teve como foco a promoção de soluções inovadoras para a segurança e saúde na indústria.

Palavras-chave: *proteína; soja, receituários; formulações à base de soja.*

With the aim of developing soy-based recipes and introduce them in the diet of the company’s workers Genix Pharma Ltda., Was approved in the Notice SENAI Innovation SESI in 2009 the project called “nutritional program development for the improvement of worker health by the addition of functional food diet - balance “. The project development was through the partnership between the company, SENAI and SESI the State of Goiás. The main objective was focused on promoting innovative solutions for safety and health in the industry.

Keywords: *protein; soy; prescriptions; soy formulations.*

Introdução

Lançado em 2004, o Edital SENAI SESI de Inovação já aprovou 686 projetos em parceria com 589 empresas industriais brasileiras e *startups* de base tecnológica, com investimentos de mais de R\$ 380 milhões em projetos inovadores, até o ano de 2015. O objetivo do Edital é financiar o desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços inovadores da indústria nacional. O desenvolvimento é realizado em conjunto com o SENAI ou SESI, dependendo do escopo do projeto. Os projetos selecionados por meio do Edital devem promover o aumento da competitividade e da produtividade industrial em um cenário global, por meio da inovação tecnológica e da promoção de soluções inovadoras para a segurança e saúde na indústria.

Denominado como “Desenvolvimento de programa nutricional para a melhoria da saúde do trabalhador por meio da adição de alimento funcional à dieta – equilibra”, este foi aprovado no Edital SENAI SESI de Inovação no ano de 2009 e desenvolvido em conjunto com o SENAI e SESI do estado de Goiás, tendo em vista que o objetivo principal teve como foco a promoção de soluções inovadoras para a segurança e saúde na indústria.

O objetivo do projeto foi desenvolver receitas à base de soja e introduzi-las na dieta dos trabalhadores, por meio de um programa que englobasse ações educativas, o enriquecimento da alimentação com alimento funcional e o monitoramento por meio de análises laboratoriais, com vista na melhoria da qualidade de vida do trabalhador da Indústria.

A resolução Nº 18 de 30 de abril de 1999, da ANVISA¹, define alegação de propriedade funcional como “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”. A mesma resolução define que “o alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”.

Segundo CHIARELLO (2002)², atualmente, a soja é a cultura que mais impacta o PIB (Produto Interno Bruto) agrícola brasileiro. Dos R\$ 55 bilhões alcançados pela agricultura em 2001, R\$ 14 bilhões foram representados

por produtos em grãos, farelo e óleo. Durante os últimos 25 anos, em virtude dos investimentos públicos feitos em P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), principalmente, por meio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, foi possível a adaptação e introdução da soja em praticamente todas as regiões do país.

Mais de 90% da produção dos insumos utilizados na produção animal e na indústria de óleos e gorduras são representados pela soja. Já com relação à leguminosa, em escala reduzida, esta é utilizada na obtenção de produtos tradicionais da cultura oriental, como leite de soja, tofu, natto, misso e shoyu. Na busca por produtos de maior valor agregado, a soja surge como matéria-prima de outras indústrias de alimentos, empregando-a como ingrediente funcional e/ou nutricional para a produção de farinhas, proteínas texturizadas, concentradas e isoladas (CHIARELLO, 2002)².

Desde a Antiguidade, é reconhecida a importância da alimentação na manutenção da saúde. Recentes descobertas no campo nutricional, relacionando hábitos alimentares com a incidência de doenças, estão mudando os paradigmas dos consumidores e das indústrias de alimentos. É visível a preocupação crescente com a alimentação e sua relação com saúde e longevidade, principalmente, nos países desenvolvidos, criando um grande mercado para alimentos que possam beneficiar a saúde. Partindo deste princípio, um assunto bastante discutido trata-se da definição de alimentos funcionais que, de forma genérica, são caracterizados como os alimentos ou ingredientes alimentares que podem acarretar benefícios à saúde, além de suas propriedades nutricionais, quando consumidos como parte de uma dieta saudável. Neste contexto, a partir de estudos recentes, uma série de potenciais benefícios para a saúde podem estar relacionados a componentes da soja, proporcionando com que a soja e seus derivados façam parte dos ingredientes de maior sucesso na fabricação de alimentos funcionais. Entre os potenciais benefícios, destacam os efeitos preventivos em doenças cardiovasculares, osteoporose e câncer, além do alívio dos sintomas da menopausa (CHIARELLO, 2002)².

As proteínas são componentes da dieta, necessárias à sobrevivência de homens e animais, tendo como função primordial suprir o organismo de aminoácidos essenciais (OETTERER, et al. , 2006)⁴. A soja é uma planta

leguminosa, rica em proteínas, de alto valor biológico, e que representa uma alternativa importante na alimentação humana, podendo estar presente na mesa da maioria das famílias. A soja e seus derivados são alguns dos ingredientes de maior sucesso na fabricação de alimentos com alegação de propriedades funcionais. Estudos recentes apontam uma série de potenciais benéficos para a saúde, que podem estar relacionados a componentes da soja. Os altos níveis de colesterol sanguíneo e do LDL-colesterol (*low density lipoprotein, cholesterol*) estão associados às doenças cardiovasculares, tais como o infarto do miocárdio e a arteriosclerose, e também tem sido demonstrada a relação entre DAC (Doença Arterial Coronariana) e concentrações séricas reduzidas de HDL-colesterol (*high density lipoprotein, cholesterol*). A participação dos triglicerídeos na aterogênese ainda permanece em discussão, porém se justifica a dosagem sérica de rotina desse lipídeo, devido à sua frequente vinculação à doença cardiovascular aterosclerótica e a outros distúrbios metabólicos. Pesquisas da American Heart Association (Associação Americana do Coração) têm demonstrado que a ingestão de proteínas de soja reduzem as taxas de LDL-colesterol (CHIARELLO, 2002)².

O consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis. (BRASIL, 2008)¹. No Brasil, apesar dos números superlativos em relação ao volume de produção da leguminosa, a falta de hábito da população em consumir alimentos contendo soja e o desconhecimento de potenciais benefícios relacionados à sua inclusão na dieta resultam em um mercado ainda muito incipiente. (CHIARELLO, 2002)². Diante desta realidade, nota-se a importância proporcionada pelo desenvolvimento do projeto.

O trabalho foi realizado como parte do Projeto de Inovação Tecnológica do Edital de Inovação SESI/SENAI 2009, e em parceria com a Empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda. Instalada em Anápolis, Goiás, o principal polo farmacêutico do Brasil, a Genix Indústria Farmacêutica Ltda. consolida a sua participação no mercado desde 2001 como um dos maiores fabricantes de cápsulas de gelatina duras vazias do mundo. É considerada por especialistas do

segmento farmacêutico como a fábrica modelo na América Latina, devido à utilização dos melhores padrões de tecnologia internacional. Seus equipamentos são importados do Canadá e possuem tecnologia avançada e grande capacidade produtiva, além de uma equipe profissional que garante a qualidade dos produtos. A empresa buscou o desenvolvimento deste projeto, vislumbrando o aumento da competitividade e da produtividade industrial em um cenário global, e a segurança e saúde dos trabalhadores.

A Empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda. busca se aperfeiçoar nos quesitos inovação e produtividade. NAPOLITANO *et. al.* (2013)³ define inovação tecnológica como a introdução de um novo produto ou processo no mercado, ou de uma versão melhorada dos já existentes. Segundo os autores a empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda. foi parceira de um projeto que teve como objetivo apresentar um produto inovador no mercado nacional de filmes plásticos, criado a partir da transformação de resíduos derivados da cápsula para medicamento farmacêutico.

O objetivo do projeto foi desenvolver receitas a base de soja e introduzi-las na dieta dos trabalhadores, por meio de um programa que englobasse ações educativas, o enriquecimento da alimentação com alimento funcional e o monitoramento por meio de análises laboratoriais, com vistas na melhoria da qualidade de vida do trabalhador da indústria.

Métodos

O Projeto teve andamento juntamente com o Programa Cozinha Brasil (SESI), que proporcionou a participação de nutricionistas responsáveis pelo programa. O cozinha Brasil teve o objetivo de oferecer cursos de curta e média duração, gratuitos à população, para o ensino da prática de uma alimentação nutritiva e saudável, de baixo custo e que respeita as diferenças regionais e das estações. Além de receitas fáceis e saborosas, os aprendizes também foram capacitados a: escolher os alimentos por seu valor nutritivo, preço e apresentação; aproveitar integralmente os alimentos, reduzindo o desperdício; preparar refeições observando a limpeza e preservando o sabor e os nutrientes dos alimentos; consumir alimentos em quantidade adequada

e sob condições de higiene; e promover a melhoria da renda familiar.

Durante a sensibilização dos funcionários, foram realizadas várias palestras com temas direcionados à melhoria da saúde do trabalhador, além da elaboração de *folders* e *banners* para orientações de uma alimentação saudável. O desenvolvimento do receituário à base de soja foi realizado pela equipe SENAI e pela equipe do Cozinha Brasil do SESI. Os resultados obtidos foram satisfatórios.

Foi realizada uma seleção das preparações já servidas, selecionadas as mais aceitas pelos funcionários da empresa, e reformuladas incluindo derivados de soja como ingrediente principal. Além destas, foram desenvolvidas novas formulações à base de soja.

Os ingredientes funcionais, utilizados na elaboração das formulações, foram: proteína texturizada clara e escura (PTS), extrato de soja, kinako (farinha torrada) e soja em grãos. Esses foram submetidos à análise de proteína para verificação do teor de proteína em cada insumo. Estas análises foram realizadas pelo Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Goiás. Os receituários e formulações foram desenvolvidos nas unidades do SENAI e SESI Vila Canaã e por meio do Programa Cozinha Brasil. Para cada formulação foi elaborada uma ficha técnica de preparação, constando todos os ingredientes, quantidades e o modo de preparo.

Na elaboração dos cardápios, foram incluídas receitas doces e salgadas e distribuídas durante o período de trabalho dos funcionários da empresa, com maior ênfase no almoço, ocasião em que o funcionário pode ingerir a quantidade correta de proteína de forma mais eficaz.

Todas as preparações foram elaboradas com o objetivo da ingestão mínima diária de 25 gramas de proteína de soja por pessoa, conforme o FDA (*Food and Drug Administration*). Assim, a ingestão de soja auxilia na redução do risco de doenças cardiovasculares, pela diminuição dos níveis de colesterol. Dessa forma, espera-se uma melhoria na saúde do trabalhador, contribuindo para a minimização do índice de abstinência no trabalho.

A análise sensorial de cada preparação foi realizada por uma equipe não treinada, com um teste de aceitação, pela equipe do SESI e SENAI. Foi observado que a maioria das formulações não apresentava o gosto residual

da soja, permitindo que a aceitabilidade de cada produto fosse garantida.

ETAPAS DO PROJETO

Para o desenvolvimento do projeto, foram previstas a execução das seguintes etapas: Elaboração do material promocional (*Folders* de divulgação do projeto; Brindes; *Banners*); Lançamento da campanha na empresa (Degustação de produtos à base de soja; Palestra de apresentação); Primeira realização de exames laboratoriais com todos os funcionários da empresa e primeira aplicação de anamnese com todos os funcionários da empresa; Seleção do grupo de trabalho; Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido; Sensibilização dos funcionários participantes do projeto por meio de palestras; Desenvolvimento das preparações à base de soja e análise sensorial; Elaboração dos cardápios; Início dos cardápios na empresa e segunda realização de exames laboratoriais com o grupo. Segunda avaliação nutricional com o grupo selecionado por meio da aplicação do processo de anamnese; Curso do Programa Cozinha Brasil com os funcionários e familiares na empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda.; Palestras sobre alimentação e hábitos de vida saudáveis; Terceira e quarta realização de exames laboratoriais com o grupo selecionado e avaliação nutricional com o grupo selecionado; Elaboração da caixa de receitas saudáveis; Tabulação dos resultados, classificação dos ganhadores, premiação pela empresa para os participantes do projeto, confecção dos cheques simbólicos e encerramento do projeto na empresa com a entrega da caixa de receitas.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

As primeiras atividades executadas foram a elaboração de material promocional com o objetivo de distribuir aos funcionários da empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda. para a divulgação do projeto. A Figura 1 apresenta os brindes produzidos para a divulgação. Além desta ação, o lançamento da campanha na empresa se deu, também, por meio da degustação de produtos à base de soja, conforme ilustra a Figura 1. Além disso, houve uma palestra com a finalidade de esclarecer o contexto do programa no qual a empresa foi inserida.



Figura 1. Lançamento do programa na empresa: degustação de produtos a base de soja

Em um segundo momento, realizaram-se exames laboratoriais em todos os funcionários da empresa e foi aplicado, também, o processo denominado “anamnese”. Segundo SANTOS, VEIGA, ANDRADE (2010)⁵, a anamnese é definida como a primeira fase de um processo, na qual a coleta dos dados permite ao profissional de saúde identificar problemas, determinar diagnósticos, planejar e implementar a sua assistência. Para alguns autores, devem ser coletados quatro tipos de dados nessa primeira fase que são: subjetivos, objetivos, históricos e atuais, que

podem ser obtidos por meio de entrevista, observação, exame físico, resultados de provas diagnósticas, revisão de prontuário e pela colaboração de outros profissionais. Além dos exames laboratoriais, foi realizada a aferição de medidas dos funcionários, que constitui um dos dados que compõem o processo de anamnese.

Diante dos dados coletados, foi possível realizar a seleção do grupo de funcionários que participou do programa. O critério de seleção baseou-se nos seguintes requisitos pré-estabelecidos no projeto: colesterol acima de 180mg/dl (segundo Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia); IMC maior ou igual a 25 kg/m² (limite inferior da faixa limítrofe, associado a fatores de risco para desenvolvimento de doenças cardiovasculares); e, em alguns casos, com triglicérides elevado.

Após a realização dos exames, foi constatado que 61 funcionários se adequaram aos requisitos pré-estabelecidos no projeto, os quais se submeteram à assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido para a inserção destes no programa. Em seguida, o próximo passo foi a sensibilização do grupo selecionado por meio de três palestras voltadas aos seguintes temas: atualidades na alimentação; doenças causadas por má alimentação e dietas da moda.

Em paralelo à sensibilização do grupo selecionado, foram desenvolvidas preparações à base de soja, seguida de análise sensorial. Diante de tais resultados, a equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto elaborou cardápios diferenciados para a inserção das preparações à base de soja nas refeições dos funcionários da empresa. A inserção das preparações se deu no café da manhã, almoço, sobremesa e lanche. Após tal ação, foram realizadas avaliações periódicas (exames laboratoriais e aplicação de anamnese) a cada dois meses, em todo o grupo selecionado, totalizando o quantitativo de quatro avaliações.

Como forma de beneficiar os funcionários mais comprometidos com o programa, vislumbrando o empenho de cada participante, foi prevista uma premiação pela empresa aos cinco participantes melhor classificados, quanto à redução do nível de colesterol total durante o desenvolvimento do programa. Por fim, como entrega final do projeto, foi desenvolvida uma caixa de receitas à base de soja para os funcionários darem continuidade ao consumo de soja.

Resultados

Os resultados do projeto foram avaliados em função das etapas previstas e do objetivo geral estabelecido. Para a inserção de formulações à base de soja nas refeições dos funcionários da empresa, foram desenvolvidos cardápios diferenciados, apresentados na Figura 2.



Figura 2. Frango xadrez com proteína texturizada e recheio de lasanha à base de proteína com brócolis

Sendo um dos objetivos do projeto o desempenho dos funcionários quanto à redução do nível de colesterol total, os resultados dos exames do primeiro e do quinto funcionário melhor classificados. Foi possível observar que 36,40% dos participantes reduziram os níveis de colesterol total e 49,09% reduziram o IMC (Índice de Massa Corporal). O Figura 3 apresenta o resultado dos cinco funcionários melhor classificados quanto à redução do nível de colesterol total.

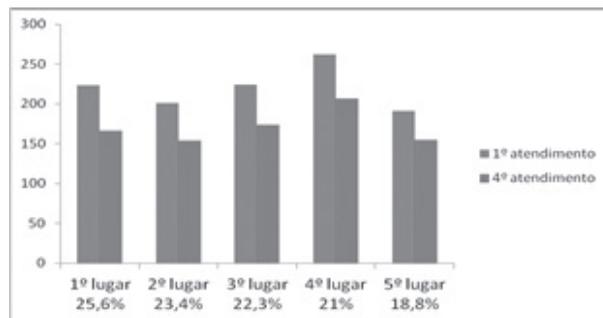


Figura 3. Resultado dos cinco funcionários melhor classificados

Alguns dados importantes observados após o término do programa referem-se à diminuição do absenteísmo dos funcionários assim como à melhora da disposição dos colaboradores que participaram do programa. Segundo dados levantados, o número de funcionários da empresa, em 2009, era de 282, tendo um aumento para 305 funcionários no ano de 2010. No mesmo período, foi observado que, em 2009, a empresa teve 147 casos de absenteísmo, enquanto que em 2010 este número foi reduzido para 113 casos. Fazendo uma relação entre os dados coletados, observa-se o índice de absenteísmo de 52,13 % no ano de 2009, o qual este mesmo índice foi reduzido para 37,05 % no ano de 2010. Como consequência de tais resultados, tem-se o aumento da produtividade da indústria. Como entrega final do projeto, foi elaborado e distribuído um receituário com todas as preparações à base de soja, desenvolvidas no projeto, conforme apresentado na Figura 4.



Figura 4. Entrega final do projeto: caixa de receitas a base de soja

Conclusão

Tendo em vista que faz parte dos objetivos do SESI e do SENAI desenvolver ações que viabilizem a aproximação Instituição/Indústria, e que os projetos selecionados por meio do Edital SENAI SESI de Inovação devem promover o aumento da competitividade e da produtividade industrial em um cenário global, por meio da inovação tecnológica e da promoção de soluções inovadoras para a segurança e saúde na indústria, pode-se dizer que o projeto foi um sucesso.

A indústria ganhou ao ter colaboradores mais envolvidos, motivados e comprometidos. Do outro lado, os colaboradores ganharam por se sentirem inseridos dentro do processo organizacional do qual fazem parte e pela qualidade de vida obtida com o desenvolvimento do projeto. Em relação ao SESI e ao SENAI, o ganho diz respeito ao exercício de sua missão e visão e maior visibilidade e credibilidade junto aos seus clientes, acometidas a partir de um produto viável. Como resultado, foi obtida a redução do nível de colesterol dos funcionários participantes da pesquisa, sendo significativa em relação ao número de participantes.

O desenvolvimento do projeto impactou positivamente nas ações de responsabilidade social da empresa Genix Indústria Farmacêutica Ltda., o qual contribuiu fortemente para que a indústria obtivesse boa avaliação no PSQT - Prêmio SESI Qualidade no Trabalho, que homenageia as indústrias brasileiras que investem na valorização e na qualidade de vida dos trabalhadores. Pioneiro no setor, o Prêmio estimula o exercício da cidadania nas relações de trabalho e incentiva as empresas a incorporarem a responsabilidade social em suas estratégias, compartilhando boas práticas.

Por fim, tendo em vista o objetivo do projeto, pode-se concluir que este foi um sucesso, pois as ações educativas e a introdução de receitas à base de soja na dieta dos colaboradores, tendo como consequência o enriquecimento da alimentação com alimento funcional, permitiram a melhoria da qualidade de vida do trabalhador da Indústria.

Referências

1. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Nº 18. Diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e

ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **1999**.

2. Chiarello, M. D. Soja e os Alimentos Funcionais – Encontro Franco Brasileiro de Biociência e Biotecnologia – Alimentos Funcionais e Nutracêuticos, Brasília, **2002**, p.7. (Embrapa. Documentos, 85).
3. Napolitano, H.; Afonso, F.; Carvalho, V.; Teixeira, I. Bioprodutos a partir de Resíduos da Produção de Cápsulas Derivadas de Gelatina Bovina. Revista Processos Químicos. Jul/Dez de **2013**.
4. Oetterer, M.; Regitano-D'arce, M. A. B.; Spoto, M. H. F. Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri, SP: Manole, **2006**. 632 p.
5. Santos, N.; Veiga, P.; Andrade, R. Importância da anamnese e do exame físico para o cuidado do enfermeiro. Revista Brasileira de Enfermagem – REBEn. Centro Universitário Jorge Amado, Salvador, BA, **2010**.

Ludmila C. Borges, Ana Paula C. Silveira*, Christiane A. Starling & Karolline F. Siqueira

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas, – Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: anasilveira.senai@sistemafieg.org.br

Fichas Técnicas de Preparações para Restaurante de Autosserviço

Ariany D. B. R. Santiago & Darlan W. B. Roque

As transformações na alimentação brasileira, principalmente em ambientes escolares, têm gerado mudanças na produção das refeições. As fichas técnicas trazem a padronização da produção das refeições e beneficia os trabalhos dos profissionais na cozinha, assim como o trabalho dos nutricionistas. Facilitam o planejamento, a padronização e execução das refeições, além da segurança dos alimentos. As fichas técnicas são ferramentas que beneficiam todas as categorias, o trabalho, além de controlar o valor energético total e os nutrientes fornecidos na alimentação, principalmente dos escolares, promovendo alimentação de forma adequada e mais saudável.

Palavras-chaves: *ficha-técnica; preparação; escolares.*

The changes in the Brazilian power primarily in school settings have generated changes in the production of food. Datasheets bring standardization of production of meals and enjoys the work of professionals in the kitchen, as well as the work of nutritionists. Facilitate the planning, standardization and implementation of meals in addition to food safety. The fact sheets are tools that benefit all categories, work, and to control the total energy and nutrients provided in the diet, especially the school , promoting food properly and healthier .

Keywords: *plug - technical; preparation; school.*

Introdução

O alimento representa grande importância para o ser humano, ajudando-o a viver melhor e obter desenvolvimento mental e físico adequados (AQUINO, SANTOS, 2010).

A relação da alimentação com os aspectos de saúde dos indivíduos vem sendo estudada há anos pela ciência da nutrição, que procura através da alimentação adequada, individual ou coletiva, promover a saúde, retardando ou evitando o aparecimento de doenças (VEIROS, 2002). A infância é a fase inicial na qual ocorre a formação e crescimento, a alimentação nessa etapa é essencial para um crescimento e desenvolvimento adequados. É importante respeitar horários e refeições a serem realizadas (AQUINO, SANTOS, 2010).

A hora da alimentação pode ser um momento educacional apropriado para se refletir questões colocadas dentro do campo da saúde, como hábitos alimentares, cultura, cidadania e fome e, portanto, sua inserção no projeto político pedagógico de uma creche/escola pode, em muito, contribuir para a formação do cidadão (OLIVEIRA et al, 2008).

A escola, como uma grande formadora de personalidade, e de opinião, tende a ser uma formadora de bons hábitos alimentares, mostrando a importância de uma alimentação adequada, saudável, principalmente, quando esta dispõe de boas práticas de higiene e de profissionais nutricionistas.

A UAN (Unidade de Alimentação e Nutrição) se trata de uma unidade de trabalho ou órgão de uma empresa, que desempenha atividades relacionadas à alimentação e nutrição, independente da escala hierárquica que ocupa (TEIXEIRA, 2006).

Produzir refeições envolve fatores como o número de operadores, o tipo de alimento utilizado, as técnicas de preparo e infraestrutura, necessitando de equipamentos e utensílios que aperfeiçoem as operações, tornando-as mais rápidas e confiáveis em relação ao produto final (MATOS; PROENÇA, 2003).

O planejamento de cardápios tem como objetivo programar tecnicamente as refeições que atendam às necessidades nutricionais de seus comensais, qualidade higiênico-sanitárias das preparações e econômica na escolha dos alimentos (CAMPOS, 2006).

Os cardápios devem ser variados, suprir às necessidades nutricionais dos comensais, levando em consideração hábitos e preferências alimentares da clientela, sazonalidade, oferta, custo alimentício, disponibilidade da área de equipamentos, número e capacitação de funcionários, tipo e quantidade de refeições e tipo de preparação (VEIROS, 2003). As fichas técnicas são instrumentos que facilitam o planejamento em uma Unidade de Alimentação.

A ficha técnica de preparo é “um instrumento gerencial de apoio operacional, pelo qual se fazem levantamento de custos, a ordenação do preparo e o cálculo do valor nutricional da preparação”, sendo, portanto, útil para subsidiar o planejamento de cardápio (AKUTSO, et al., 2005).

Este referido trabalho tem como objetivo geral avaliar e elaborar por meio de formulários pré-estabelecidos fichas técnicas das preparações de um restaurante do tipo autosserviço em ambiente escolar. E como objetivos específicos, determinar a quantidade e qualidade dos ingredientes que devem ser usados, confirmando, assim, as especificidades de compra, determinar o rendimento que é possível conseguir com a receita, avaliar o custo dos alimentos, estabelecer o valor nutricional das preparações, padronizar a qualidade das preparações e determinar os fatores de cocção e correção dos produtos.

Metodologia

O estudo é do tipo observacional, transversal, descritivo, de abordagem qualitativa. Conforme Rouquayrol e Filho (2003), o estudo se caracteriza como observacional, pois o investigador tem um papel passivo. Segundo Gil (1996), a pesquisa descritiva, tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis e também qualitativa, pois há uma relação dinâmica entre o mundo e o sujeito que não pode ser traduzida em números.

O trabalho foi realizado na Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) de uma Escola Particular da cidade de João Pessoa, sob a supervisão do profissional de nutrição.

A metodologia empregada neste estudo se deu por meio de visitas realizadas no restaurante da escola para observar e analisar o modelo da gestão da Unidade de Alimentação e Nutrição, assim como a utilização das

fichas técnicas de preparo como fator fundamental para o sucesso na produção de refeições.

A escola tem em seus pilares princípios cristãos, oferece ensino bilíngue e em tempo integral, oferecendo o serviço de alimentação de forma opcional para os alunos, sendo esta a Unidade de Alimentação e Nutrição. A Unidade de Alimentação e Nutrição atende a cerca de 95% dos alunos, além de funcionários da escola.

O Restaurante da escola oferece um serviço de alimentação e nutrição, no qual é composto por três refeições (lanche manhã, almoço e lanche tarde), sendo optativo para o responsável o número de refeições. São servidos em média 250 lanches vespertinos; 430 almoços e 250 lanches matutinos. O cardápio dos lanches e almoço é disponibilizado no site da escola e segue princípios que permitem uma alimentação balanceada, nutritiva e segura, sob a supervisão de nutricionistas.

A UAN funciona das 7h às 17h horas oferecendo refeições aos alunos, às 17h tem início o *Food Service*, com estilo cafeteria, apresentando diversificados lanches a todos os públicos.

A distribuição das refeições é do tipo cafeteria fixa com copeiros determinando as quantidades servidas na distribuição. As saladas e frutas são servidas sem restrição de quantidade e sem o porcionamento dos copeiros.

O quadro de funcionários da UAN é composto por 31 funcionários, sendo: 6 nutricionistas, 4 cozinheiros, 11 auxiliares de cozinha, 1 estoquista, 8 funcionários da limpeza, 6 funcionários que trabalham no sistema do *Food Service* e 1 caixa, além dos estagiários de Nutrição.

ESTRUTURA FÍSICA

A estrutura física da Unidade é subdividida nas seguintes áreas:

Área Externa

Esta área é dotada de quatro pias que dão suporte para higienização pessoal dos alunos e demais comensais antes de entrar nos refeitórios.

Refeitório

A Unidade dispõe de dois refeitórios amplos. São ambientes climatizados e ambos são dotados de três balcões de distribuição, sendo dois balcões quentes e um

frio. Nas ilhas quentes são servidos os almoços e na fria, as saladas e frutas. Possui refresqueiras duplas, nas quais são servidos sucos, água e pias de apoio para lavagem das mãos. Em todo o local, são distribuídas mesas e cadeiras que comportam a demanda do fornecimento de refeições.

Sala da Nutrição

É uma sala pequena, porém consegue se adequar sem comprometer o trabalho da nutrição. É um ambiente climatizado, com estantes e armários utilizados para guardar documentos inerentes ao serviço, possui também três computadores, sendo um direcionado exclusivamente para o monitoramento da produção mediante câmeras.

Estoque de gêneros perecíveis

Os alimentos perecíveis são estocados em duas geladeiras, um refrigerador e freezers, sendo um para aves, um para carnes vermelhas, um para peixes, outro para sobras de alimentos, um para as preparações do *Food Service*, dois para polpa de frutas, um para sobras de lanches e outros dois dão apoio no recebimento de carnes e ao *Food Service*.

Estoque de gêneros não perecíveis

Os gêneros não perecíveis são acondicionados em sala específica, são organizados em estantes contando também com estrados onde são empilhados os monoblocos com hortifrutí. A sala é dotada de ar-condicionado que é utilizado ininterruptamente mantendo o ambiente satisfatório para o armazenamento dos gêneros principalmente os hortifrutí. Atualmente, existe um funcionário responsável exclusivamente pelo estoque.

Área de pré-preparo

A unidade dispõe de duas salas para pré-preparo de alimentos, uma encontra-se ao lado da cozinha onde são feitos o pré-preparo de carnes e saladas e outra sala está localizada no Anexo II, onde são feitos os pré-preparos dos lanches. Nesta última, estão localizados dois balcões de polpas (Polpa 1 e Polpa 2), um freezer, um refrigerador. Cada sala conta ainda com três bancadas em inox, duas estantes (nas quais são armazenados utensílios e produtos para uso imediato nesta sala) e duas pias, sendo uma delas para lavagem das mãos.

Sala fria

Local onde são feitos pré-preparos das frutas, fatiados os queijos e/ou presuntos, bolos, e montados os lanches em geral.

Cozinha quente

Essa área é dotada de sistema de exaustão, dois fogões industriais, forno industrial, micro-ondas, bancadas em inox, estantes em inox para armazenamento de utensílios e produtos para uso imediato na sala, além de pias sendo uma delas para lavagem das mãos.

Despensa

Existe uma pequena despensa, local onde ficam armazenados os gêneros não perecíveis em pequenas quantidades, para atender à demanda semanal do restaurante e necessários ao preparo diário das refeições, esta é ventilada e iluminada artificialmente.

Copa – lavagem

Esta área é destinada para a lavagem dos utensílios. É dotada de uma bancada na qual são recebidos pratos, bandejas e talheres que são coletados separadamente. A copa-lavagem conta com bancada em inox, lavatório, prateleiras para apoio dos utensílios e uma máquina de lavagem e secagem dos pratos e talheres.

Além destas, na entrada dos funcionários da Unidade, tem-se acesso aos armários utilizados por eles para guardarem seus pertences; dois banheiros, sendo um da administração e outro dos funcionários; uma estante onde são armazenados os materiais de limpeza utilizados diariamente e uma pia com sabão líquido e papel secante para a higiene das mãos antes do início do trabalho.

Revisão da Literatura

FICHAS TÉCNICAS NA PREPARAÇÃO AO LONGO DA HISTÓRIA

No século XVIII, surgiam os primeiros registros de estabelecimentos que possuíam um menu fixo de comidas. Esses estabelecimentos eram albergues ou hospedarias que funcionavam em horários fixos (MARTINS, 2003).

O hábito de comer fora de casa está se tornando um costume não apenas para comemorar ocasiões especiais

e sim vem adquirindo importância entre as pessoas. Alimentar-se fora de casa se tornou algo necessário devido à correria do dia a dia das pessoas, ao fato de as mulheres alcançarem o mercado de trabalho, a distância entre o trabalho e a residência em que vivem e a falta de tempo para preparar alguma refeição no lar (BELERZI; ZILBER, 2011).

A alimentação fora do domicílio se inicia já na Antiguidade, em locais de comércio e feiras, com os artesãos e camponeses que passavam vários dias longe de suas famílias, negociando mercadorias e ao mesmo tempo mantendo vínculos sociais e de amizade entre eles (UNIVALE, 2011 apud FLANDRIN, 1998).

O *Food service*, termo utilizado para serviços de alimentação fora do lar, deve oferecer quatro condições básicas: variedades de pratos, oferta de produtos e serviços seguros e especializados, garantia do produto e preço compatível com a alimentação oferecida (TORRES, 2001 apud MARTINS, 2003).

Muitas oportunidades são oferecidas para pequenas e médias empresas do setor de alimentação. Uma tendência atual e muito interessante é o da promoção a alimentação saudável, a qual procura por qualidade de vida e bem-estar, muitos consumidores têm abandonado o *fast food* e adotado a alimentação saudável como um estilo de vida. O instituto de pesquisa Euromonitor em um de seus estudos comprova esta tendência. De acordo com o levantamento, as vendas de alimentos saudáveis no país passaram de US\$ 6,26 bilhões em 2005 para US\$ 14,8 bilhões em 2010, o que representa um crescimento de 136%. No mesmo período, o segmento de alimentos em geral cresceu 44% (ABRASEL, 2010). Isso representa maior preocupação com a garantia de qualidade, aperfeiçoamento da gestão, busca por melhores custos e lucros.

A ausência de fichas técnicas juntamente a cardápios pré-estabelecidos é um dos problemas em restaurantes do tipo Self-Service. A forma de preparo das refeições difere de estabelecimento para estabelecimento, devido à presença de funcionários diferentes, equipamentos diferentes e fichas técnicas (MARTINS, 2003). Assim, para garantir os dados do restaurante é feita uma padronização dos processos. Esse sistema de padronização permite que técnicas pessoais e da empresa sejam registradas e difundidas em treinamentos

(CAMPOS, 1992 apud MARTINS, 2003).

As fichas de preparação possibilitam ter um maior controle da qualidade das refeições e das calorias oferecidas, além de possuir informações sobre o valor nutritivo dessas, incluindo dados sobre rendimentos e o tempo de cocção (MARTINS 2003).

A padronização também apresenta como vantagem garantir ao cliente fixo o mesmo aspecto físico e sensorial da preparação que o deixará satisfeito, assim como a empresa (MARTINS, 2003).

Em restaurantes tipo Self-Service, os clientes se servem montando seus pratos por meio dos balcões quentes, frios e neutros de distribuição que estão em temperaturas adequadas para distribuição e geralmente são cobradas as refeições por pessoa ou por peso (MARTINS, 2003).

A UAN, Unidade de Alimentação e Nutrição, é considerada uma unidade de trabalho, que desempenha atividades relacionadas à alimentação e nutrição (TEXEIRA et al., 2000 apud MARTINS 2003). Ela possui por objetivo fornecer uma alimentação segura e equilibrada dentro dos padrões de sanidade, mantendo ou recuperando a saúde do cliente (PROENÇA; MATOS, 1997 apud MARTINS, 2003). É de muita importância realizar um bom planejamento antes de iniciar qualquer atividade para, assim, evitar muitos transtornos na sua execução (LEMONS, 2008). Dentre os instrumentos utilizados para facilitar o planejamento e monitorar indicadores, está a ficha técnica de preparação.

Pelas recomendações nutricionais atuais, há ingredientes que devem ter seu uso reduzido no preparo dos alimentos, como açúcares simples, sal e gorduras. Estes desempenham importante papel na definição das características sensoriais dos alimentos, que devem ser exaltadas às nutricionais. Mas, observa-se que as técnicas culinárias, desenvolvendo preparações atraentes esteticamente e sensorialmente, aliadas ao prazer proporcionado pelos órgãos do sentido, desde o visualizar até o saborear uma preparação, viabilizam e podem assegurar que as recomendações nutricionais sejam seguidas (ALVAREZ et al, 2001).

As fichas técnicas de produção e custo são receitas padronizadas das preparações que compõem um cardápio contendo informações claras e precisas que possibilitem a reprodutibilidade da preparação (TEICHMAN, 2000; PHILIPPI, 2003).

RESTAURANTES NO BRASIL E O USO DE FICHAS TÉCNICAS

Os restaurantes coletivos abrangem os situados nas empresas, hospitais e catering de um modo geral. Os restaurantes comerciais são os *fast foods*, restaurantes tradicionais a La cart, cafés, bares, serviços de entrega, de pagamento por quilo, entre outros (PINTO; GOMES, 2010).

Segundo a ABRASEL, Associação Brasileira de Bares e Restaurantes, o setor de bares restaurantes fatura o equivalente a 2,4 % do Produto Interno Bruto (PIB) e é responsável por 85 dos empregos diretos no Brasil (PINTO; GOMES, 2010).

A alimentação fora do lar vem crescendo de acordo com a média nacional. Enquanto em 2010 o faturamento do varejo alimentar brasileiro cresceu 12,8% ante 2009, o do food service cresceu 16,5%, passando de R\$ 64,4 bilhões para R\$ 75,1 bilhões (ABRASEL, 2010).

O mercado de refeições coletivas fornece 9,4 milhões de refeições/dia, movimentando uma cifra de 9,8 bilhões de reais por ano, oferece 180 mil empregos diretos, consomem diariamente 3,0 mil toneladas de alimentos e representa uma receita de 1 bilhão de reais anuais entre impostos e contribuições (ABERC, 2010).

Esses dados comprovam a importância de se padronizar técnicas, medidas, custos dentre outros fatores e tudo isto pode ser proporcionado a partir da implantação do uso de fichas técnicas.

Ao falarmos da qualidade do setor de bares e lanchonetes, podemos citar fatores como infraestrutura, abordagem ao cliente, dentre outras que servem de cativo de clientes e o sucesso do empreendimento. A qualidade desses serviços é muito importante para a satisfação do cliente além de ser um dos principais fatores que define a concorrência (DAENA, 2011). A percepção da qualidade do serviço e o cumprimento das promessas de seu provedor são elementos importantes para fidelização de seus clientes. Sendo assim, “os níveis mais elevados de qualidade resultam em níveis mais elevados de satisfação de clientes, ao mesmo tempo em que justificam preços mais altos e permitem custos menores” (KOTLER, 2006, p.146 apud BRANBILLA et al, 2011).

E relação ao atendimento, este também deve ser de boa qualidade e que os funcionários tenham uma boa interação com os clientes que determinam se o serviço se encontra ou não de forma favorável ao que esperavam encontrar no estabelecimento (DAENA, 2011).

A cada ano, é visto que os bares e restaurantes investem cada vez mais em relação à sofisticação. Além da boa convivência entre os funcionários, uma boa infraestrutura, bom atendimento e boa acessibilidade dos preços dos produtos (DAENA, 2011).

A concorrência leva a empresa a avaliar constantemente seu lucro e desempenho, assim a implementação, o monitoramento e aperfeiçoamento contínuo do controle de gestão leva os gestores a identificarem espaços de mercado e compararem o desempenho entre esses espaços e refaçam suas estratégias. A qualidade de uma refeição é influenciada por inúmeros fatores, entre eles, a qualidade da matéria-prima, a higiene dos utensílios utilizados, manipuladores envolvidos no processo, bem como o monitoramento de parâmetros, como tempo e temperatura (KAWASAKI; CYRILLO, 2007; EMRICH; VIÇOSA; CRUZ, 2006). Todos esses dados são otimizados e proporcionados pelo uso de técnicas de preparação.

É importante aliar o uso da ficha técnica à gastronomia para combinar e garantir o processo fiel das preparações ou na formação de uma receita definitiva. Segundo Silva (2008), as fichas técnicas padrão são fórmulas escritas para reproduzir um item alimentar em quantidade e qualidade especificadas para uso em um determinado estabelecimento.

A ficha técnica de preparo de alimentos nos dá alguns indicadores, ferramentas que auxiliam a atividade nas cozinhas. São eles o fator de correção (FC), que é obtido pela relação entre o peso bruto (PB) de um alimento e o peso líquido (PL) do mesmo alimento, quando este se encontra limpo, pré-preparado. O segundo indicador, importante para as fichas técnicas, é o fator de cocção (FC) ou fator de conversão, que é a relação entre a quantidade de alimento cozido, pronto para o consumo, e a quantidade de alimento cru e limpo usado na preparação.

ALIMENTAÇÃO ESCOLAR X ALIMENTAÇÃO DE ESCOLARES

A alimentação desempenha um papel primordial

durante todo o ciclo de vida dos indivíduos. Entre as distintas fases da vida, pode-se destacar, como exemplo, a idade escolar, que se caracteriza por um período em que a criança apresenta um metabolismo muito mais intenso, quando comparado ao do adulto (ANGELIS, 2000).

A alimentação qualitativa e quantitativamente adequada na infância é essencial para garantir o crescimento e o desenvolvimento da criança, pois proporciona energia e nutrientes suficientes e necessários para o bom desempenho de suas funções e para a manutenção da sua saúde (MENEGAZZO, 2011).

Com a evolução das Doenças Crônicas (DCNT) não transmissíveis e o aumento da prevalência de obesidade, surge um desafio à Segurança Alimentar e Nutricional, pois essas doenças podem ser diagnosticadas em jovens incluindo os pré-escolares. A Organização Mundial de Saúde demonstra que esses índices vêm aumentando alarmantemente nos últimos anos (MENEGAZZO, 2011). Tais práticas são promovidas na referida UAN.

Os novos hábitos alimentares passam a ser incorporados na faixa etária dos pré-escolares, levando ao descobrimento de outros sabores, texturas e cores, influenciando o padrão alimentar a ser adotado pela criança. O ambiente escolar, assim, torna-se de grande importância para criança que passa a conviver com outras crianças, educadores e cuidadores durante um ou dois períodos do dia, ajudando na formação de seus valores, dentre eles, a alimentação (MENEGAZZO, 2011).

A monotonia das cores das preparações interferem na escolha das crianças, pois o primeiro contato que elas possuem com o alimento é de maneira visual. A variedade de cores também possibilita ir a favor das recomendações nutricionais, as quais mostram que quanto maior a variedade de cores do prato, maior a quantidade de vitaminas e minerais a serem ingeridos (MENEGAZZO, 2011).

A educação é um processo que procura capacitar o indivíduo para agir conscientemente diante de novas situações da vida, aproveitando a experiência anterior de cada um. Já a educação da saúde visa à autocapacitação dos indivíduos (VEIROS, 2002). Por isso, as campanhas de educação alimentar, associadas a uma oferta adequada, podem iniciar um processo de conscientização e mudança de comportamento alimentar na busca da saúde.

O nutricionista atua como educador na produção de refeições tanto para os clientes como para os funcionários,

mediante a supervisão e orientação diária. Por meio da distribuição de refeições, durante o intervalo das atividades escolares, o restaurante visa atender às necessidades nutricionais dos alunos durante sua permanência em sala de aula, contribuindo para o crescimento, o desenvolvimento e a aprendizagem dos estudantes, bem como para a formação de bons hábitos alimentares.

Embora pareça um trabalho simples, a avaliação nutricional dos alimentos e dos custos em cardápios é de grande importância, tanto sob o aspecto social quanto da saúde, pois revela a qualidade da alimentação (MASCARENHAS E SANTOS, 2006). Há necessidade de uma atenção especial voltada para este grupo etário (escolares), no sentido de fornecer alimentos em quantidade e qualidade que satisfaçam suas reais necessidades nutricionais, de forma a minimizar riscos à saúde e permitir que seu potencial genético de crescimento e desenvolvimento seja atingido.

Para facilitar a gestão destas práticas, torna-se primordial a utilização de fichas técnicas de preparo. Assim, observa-se a produção de cada preparação, bem como a quantidade utilizada dos ingredientes, tornando-se importante para a nutrição dos escolares.

Resultados e Discussão

Este trabalho foi realizado no Restaurante de uma Escola Particular, localizada na cidade de João Pessoa. Foram realizadas várias ações durante este período, tendo destaque o preparo de fichas técnicas para o restaurante.

As fichas técnicas foram elaboradas a partir das preparações servidas no local. Foram acompanhadas inúmeras preparações incluindo fichas para produção de produtos de panificação, sobremesas e para guarnições. O método de confecção da ficha se deu mediante cardápio diário, no qual foi verificado o tipo de preparação e a possibilidade de realizar sua ficha técnica. Com o auxílio de alguns funcionários, era aferido o peso dos ingredientes e a forma de preparo do mesmo alimento.

Os alunos contam com uma alimentação balanceada dentro dos critérios de higiene e segurança alimentar adequada, obedecendo aos critérios de valor energético para as necessidades diárias deles.

Abaixo, a tabela com os valores energéticos de algumas das preparações, a partir das quais foram elaboradas as fichas técnicas.

De acordo com os cálculos do valor calórico, os alimentos com maior densidade energética foram o misto quente e o croissant misto. Por serem alimentos de valor energético mais elevado, há um controle na ingestão desses obedecendo aos critérios de ingestão diários em relação aos macronutrientes ingeridos diariamente em cada refeição.

Tabela 1: Valor calórico por porção de produtos de panificação.

PREPARAÇÃO	PORÇÃO	VALOR CALÓRICO
Croissant misto	42g	64, 31 kcal
Pão delícia	25g	89, 62 kcal
Biscoito de nata	3g	10, 78 kcal
Pastel de cenoura com recheio de frango	45g	79, 57 kcal
Misto quente	110g	327, 02 kcal
Patê de frango	13g	40, 34 kcal
Crema de frango	13g	7, 54 kcal
Biscoito goiabinha	3g	12, 36 kcal

A presença de queijo e presunto no misto quente eleva seu valor calórico, devido à presença de mais gorduras. O biscoito de nata obteve menos valor em relação às calorias. Mesmo utilizando a nata que apresenta um teor de gordura significativa, o per capita por pessoa por ser bem baixo se torna um alimento de calorias baixa.

A opção por alimentos mais saudáveis que excluam frituras, salgadinhos e refrigerantes são opções diárias do lanche dos escolares. Fazendo-se necessário lembrar que o buffet apresenta alimentos de todos os grupos. Sempre há frutas da estação, sucos, cereais, leite ou iogurte e os carboidratos obedecendo a porções e quantidades desses, em que se encaixam as fichas técnicas aqui apresentadas como grupo dos lanches.

A seguir, encontra-se o valor calórico de alguns bolos que são preparações para o lanche. Eles apresentaram entre 191,9kcal a 206,2 kcal por porção de 60 gramas de bolo, apresentando valor calórico menor do que os industrializados, como por exemplo, o bolo de chocolate pronto - fatia de 60g contém 306,60kcal (PINHEIRO, et al, 2008) além de não ter acréscimo de estabilizantes

nem quaisquer outro produto químico, enfatizando a importância de produtos produzidos na unidade de alimentação, sempre novos e sem aditivos químicos, como pode ser visto na tabela:

Tabela 2: Valor calórico por porção de bolo fornecido a comensais no Restaurante Cidade Viva

PREPARAÇÃO	PORÇÃO	VALOR CALÓRICO
Bolo Formigueiro	60g	206,2kcal
Bolo de Chocolate	60g	202,83kcal
Bolo Inglês	60g	191,93kcal

Conclusão

A estratégia de promoção da alimentação saudável no ambiente escolar apresentada neste relatório propiciou a ampliação dos conhecimentos das fichas técnicas utilizadas na Unidade de Alimentação e Nutrição sendo de grande importância na saúde de seus comensais e de multiplicadores das informações que toda a equipe representa no âmbito escolar. As preparações fornecidas neste restaurante representam grande papel na alimentação dos escolares de toda a equipe de trabalho e que dia a dia se faz presença à educação continuada em alimentação, conferindo aprendizado mútuo entre a equipe e os escolares. Pode-se observar também que alguns lanches são boa fonte calórica, suprimindo as necessidades de energia diárias dos escolares.

Além disso, foi observado que alguns alimentos possuem menor valor calórico que os industrializados, sendo assim, alimentos mais seguros e adequados para os estudantes, livres de conservantes e outras substâncias contidas nos industrializados.

Observa-se, então, que a necessidade da utilização de fichas técnicas resulta em um melhor preparo dos alimentos e seguridade desses, além de observar e elencar novos ingredientes nas refeições.

Referências

1. Aktuso, R de C. et al. A ficha técnica de preparação como instrumento de qualidade na produção de refeições. *Rev. Nutrição*,

Campinas, v. 2, n. 18, **2005**.

- Alvarez, T. S.; Gândara, L. L.; Martins, E. A. Encantando o cliente com a culinária e os 500 anos do Brasil. *Rev. Hig. Alimentar*, São Paulo, v. 15, n. 84, p. 14-19, maio **2001**.
- Aquino, A.M. da S.; Santos, L. A. S. Hábitos Alimentares nas escolas. UnB, Brasília, **2010**.
- Cardoso, M. F.; Miguel, V.; Pereira, C. A. M. ; Avaliação das condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação em panificadoras. *Alim. Nutr. Araraquara*, v. 22, n. 2, p. 211-217, abr./jun. **2011**.
- Barros, R. M. ; Garcia, P. P. C.; Almeida, S. G. Análise e elaboração dos fatores de correção e cocção de alimentos. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*, v. 3, n. 16, mai. **2011**.
- Berlezzi, F. L. C.; Zilber, M.A.; Aplicação do modelo servqual em restaurantes fast food de São Paulo: um estudo da qualidade de serviços. *Revista da Micro e Pequena empresa*, v. 5, n. 2, p. 3-20, mai./ago. **2011**.
- Brambilla, F. R.; Vargas, J. L.; Feijó, F. P.; Bueno, L. A.; Monteiro, I. F.; Atitude Empreendedora, Gestão de Serviço e Satisfação dos Clientes: Um Estudo Analítico no Segmento de Restaurantes. *Ingepro- Inovação, Gestão e Produção*, v. 3, n. 3, mar. **2011**.
- Brasil. Ministério da Saúde. Escolas promotoras de saúde : experiências do Brasil / Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, **2006**. 272 p. – (Série Promoção da Saúde; nº 6).
- Emrich, N.E.; Viçosa, A.L.; Cruz, A.G. Boas práticas de fabricação em cozinhas hospitalares: um estudo comparativo. *Hig Aliment*. **2006**; 20(144):15-24.
- GIL, A. C. Como elaborar projeto de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas, **1996**.
- Kawasaki, V.M.; Cyrillo, D.C, Machado, F.M.S. Sistematização de dados de tempo e temperatura para avaliação da segurança higiênico-sanitária, em unidades de alimentação e nutrição. *Hig Aliment*. **2007**; 21(149):35-40.
- Martins, C.C. Padronização das preparações de restaurante do tipo Self Service. 2003. 66f. (Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos)- Universidade de Brasília, Brasília, **2003**.
- Mascarenhas, J.M.O.; Santos, J.C.dos. Avaliação da Composição Nutricional dos Cardápios e Custos da Alimentação Escolar da rede Municipal de Conceição do Jacuípe/BA. *Sitientibus, Feira de Santana*, n. 35, **2006**.
- Menegazzo, M.; Fracalossi, K.; Fernandes, A. C.; Medeiros, N. I. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio de centros de educação infantil. *Rev. Nutrição*, Campinas, v. 24, n. 2, p. 243-251, mar./ abr., **2011**.
- Oliveira, S. P. de et al. Promoção do consumo de frutas, legumes e verduras em escolas: diagnóstico inicial— Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, **2008**.

16. Pinto, L. J. S.; Gomes, J. S. Controle de Gestão em empresas recém internacionalizadas: o que mudou no restaurante Spoletto após parceria com a Domino's Pizzaria. *Revista de Ciências Gerenciais*, v. 14, n. 19, set. **2011**.
17. Philippi, S.T. *Nutrição e técnica dietética*. Barueri: Manole; **2003**.
18. Rouquayrol, M. Z.; Filho, N. de A. *Epidemiologia e saúde*. 6 ed. Rio de Janeiro: Medri, **2003**.
19. Santos, J. M. P.; Lanzillotti, H. S. Aplicação do modelo Sistema Toyota de Produção em Unidades de Alimentação e Nutrição. *Ceres: Nutrição e Saúde*, v. 3, n. 1, p. 9-18, **2008**.
20. Silva, Sandra M. Chmin Seabra; Martinez, Silvia. *Cardápio- Guia Prático para a Elaboração*. 2 ed. São Paulo: Roca, **2008**.
21. Teles, P. O Empreendedorismo Em Bares E Lanchonetes E A Exigência Do Mundo Contemporâneo. *Daena: International Journal of Good Conscience*, v.6, n. 1, p. 72-88, jun. **2011**.
22. Teichman, I.T.M. *Tecnologia culinária*. Caxias do Sul: EDUCS; **2000**.
23. Veiros, Marcela Boro. Análise das condições de trabalho do nutricionista na atuação como promotor de saúde em uma Unidade de Alimentação e Nutrição: um estudo de caso. **2002**. 225 f. Dissertação.
24. Veiros, M.B.; Proença, R.P.C. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio em uma unidade de alimentação e nutrição: método AQPC. *Revista Nutrição em Pauta*. Edição set/out, **2003**.
25. Wolkoff, D.B. Reflexões sobre nutrição em unidades de alimentação e nutrição: entrevista com Rossana Pacheco da Costa Proença. *Ceres: Nutrição e Saúde*, v. 8, n.1, p. 47- 51, **2006**.

Ariany D. B. R. Santiago^{1*}
Darlan W. B. Roque²

¹ Centro de Ensino Profissional Odilon Ribeiro Coutinho – SENAI CEP:58082-050, Av. das Indústrias , s/n, Distrito Industrial, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

² Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar. Universidade Federal da Paraíba. 58220-000. Bananeiras, Paraíba, Brasil.

*Email: arianyroque@hotmail.com

Cliente Oculto: a Utilização da Pesquisa de Marketing para Avaliação da Qualidade dos Serviços em uma Rede de Confeitarias

Juliana C. Fernandes, Sarah B. Lopes & Suilly F. Bueno

Na pesquisa de Cliente Oculto, os avaliadores observam a qualidade do serviço de uma empresa. Essa pesquisa foi realizada a fim de avaliar a qualidade da prestação de serviços de uma rede de confeitarias. Os itens do questionário foram divididos em blocos: aparência física, atendimento, fechamento de venda e experiência de compra. Para discussão dos resultados, foi determinado um índice de satisfação com quatro níveis: até 25% inaceitável, de 26 a 50% aceitável, de 51 a 75% ideal e acima de 76% superação. No bloco experiência de compra, a média de satisfação geral no atendimento foi de 36%, classificando a prestação do serviço como aceitável.

Palavras-chave: *Satisfação; qualidade; serviços.*

Mystery Shopping is a tool used to measure quality of services. The mystery shoppers evaluate anonymously the services offered by the establishment. This research was conducted to evaluate the quality of services in a confectionery company. The checklist items divided into groups: Physical Appearance, Customer Service, Closing and Shopping Experience. For discussion of the results, it was given a percentage satisfaction rate with four levels: up to 25% unacceptable, 26-50% acceptable, 51-75% ideal and above 76% overcoming. In Shopping Experience group, the average of overall satisfaction in service was 36%, which classify the service as acceptable.

Keywords: *Satisfaction; quality; services.*

Introdução

Atualmente, as empresas procuram ser mais competitivas no mercado. Com isso, a avaliação da qualidade dos serviços e do atendimento ao cliente é importante para atender às exigências dos consumidores. Assim, para essa avaliação, é necessário confrontar as expectativas dos clientes e a percepção sobre o serviço recebido¹. Sendo, então, a consequência de um atendimento de excelência, a fidelização do cliente².

Neste artigo, utilizou-se a técnica denominada Cliente Oculto, também conhecida como cliente/consumidor misterioso. É uma das variáveis de pesquisa de marketing, a observacional, composta pelo registro do comportamento de pessoas, objetos e acontecimentos³. A vantagem do Cliente Oculto reside no fato de ser possível observar o que realmente as pessoas fazem, ou seja, o pesquisador vê o que as pessoas fazem e não o que elas dizem fazer. Essa ferramenta é um indicador de como estão sendo realizadas as interações com os consumidores, sendo extremamente relevante devido ao momento de alta competitividade em que vivemos e à alta repercussão negativa que pode haver⁴.

A origem do estudo neste artigo sobre a técnica de Cliente Oculto na avaliação da qualidade dos serviços foi a expectativa de poder analisar a aplicabilidade da técnica, quantificar a satisfação dos clientes, podendo-se apontar melhorias. Assim, poderá elaborar estratégias para atingir a excelência no atendimento e um índice de satisfação superior às perspectivas.

Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo demonstrar a aplicação da técnica de Cliente Oculto como forma de avaliação da qualidade em serviços de uma rede de lojas de produtos alimentícios do ramo de confeitaria, composta por 6 lojas, sendo 2 lojas próprias (Eng. Portela, Ana Shopping) e 4 franquias (Jaiara, Jundiá, Alexânia e Caldas Novas).

Métodos

Para coleta dos dados referente à pesquisa de Cliente Oculto, foi elaborado um questionário com os itens a serem avaliados pelo cliente/avaliador oculto, sendo estruturado em quatro blocos:

- 1) Aparência Física – avaliação da apresentação pessoal dos funcionários, exposição dos produtos e a aparência física da loja.
- 2) Atendimento – avaliação do atendimento ao cliente na abordagem, cortesia, gentileza, demonstração e conhecimento dos produtos e procedimento de venda no geral.
- 3) Fechamento – avaliação do procedimento de fechamento da venda.
- 4) Experiência de Compra – avaliação geral da visita em relação à qualidade dos produtos adquiridos e satisfação no atendimento como um todo.

Nos blocos 1, 2 e 3 foram estabelecidas três alternativas de respostas objetivas para cada item, em que o avaliador assinala a resposta SIM para os itens em conformidade com a questão, NÃO para os itens não conformes e NA para os itens não avaliados ou não aplicáveis à loja avaliada. No bloco 4, foram estabelecidas quatro alternativas de resposta em cada item, para avaliação geral da satisfação do consumidor em relação à experiência de compra: Superação, Ideal, Aceitável e Inaceitável.

Para análise dos dados obtidos na avaliação do Cliente Oculto, foram estabelecidos critérios de pontuação para as respostas assinaladas no questionário, a fim de se calcular a porcentagem de conformidade ao final de cada bloco e classificar o índice de satisfação do atendimento.

A cada item do questionário dos blocos 1, 2 e 3, foram atribuídos pontos para as respostas afirmativas, de acordo com a importância de cada questão no padrão do atendimento. Esses pontos foram atribuídos, segundo os critérios informados pela empresa pesquisada, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Escala de Pontuação - Blocos 1, 2 e 3

ESCALA DE PONTUAÇÃO	
1 Ponto	Item pouco importante
2 Pontos	Item importante
3 Pontos	Item muito importante

No caso de respostas negativas, a pontuação atribuída ao item é igual a zero. Para as respostas NA, o item não recebe nenhuma pontuação e é desconsiderado para o cálculo da porcentagem do índice de satisfação.

Na análise do bloco 4, há quatro tipos de respostas possíveis para cada item, de acordo com a satisfação do consumidor no atendimento, pontuadas, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Escala de Pontuação - Bloco 4

RESPOSTA	PONTUAÇÃO
Superação	4 Pontos
Ideal	3 Pontos
Aceitável	2 Pontos
Inaceitável	1 Ponto

A partir dos critérios de pontuação definidos acima, a pontuação individual de cada bloco, para cálculo da porcentagem de satisfação, ficou estabelecida, conforme Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Pontuação dos itens - Bloco 1

ITEM	QUESTÃO	PONTOS
1.1.1	A apresentação pessoal do atendente está adequada?	3
1.1.2	Na área interna da loja, móveis, expositores e equipamentos estão em boas condições de funcionamento, conservação, higiene e limpeza?	2
1.1.3	O balcão está bem abastecido, com salgados médios/pequenos, tortas, bolo gelado, trufas, bombons, cupcake, tacinhas e docinhos?	3
1.1.4	Todos os produtos expostos no balcão contêm etiqueta de identificação com data de manipulação e validade?	2
TOTAL DE PONTOS DO BLOCO 1		10

Tabela 2: Pontuação dos itens - Bloco 2

ITEM	QUESTÃO	PONTOS
2.1.1	O atendente aborda o consumidor em tempo adequado?	3
2.1.2	O atendente faz uma saudação gentil ao abordar o consumidor?	3
2.1.3	O atendente faz algum tipo de pergunta padrão ao iniciar o atendimento?	1
2.1.4	O atendente tem conhecimento para argumentar com o cliente sobre os produtos?	3
2.1.5	O atendente oferece a demonstração de algum produto para o consumidor? (item sem pontuação, utilizado apenas para informação)	0
2.1.6	O atendente tem conhecimento para orientar o consumidor sobre a rede de lojas?	2
2.1.7	O atendente separa os produtos que você escolheu e os embala corretamente?	2
2.1.8	O atendente pergunta se você deseja que os produtos sejam aquecidos, ou os aquece prontamente?	2
2.1.9	O atendente aquece os salgados por, no mínimo, 40 segundos antes de servir ao cliente?	2
2.1.10	O atendente pergunta ao consumidor se deseja algo mais ou alguma bebida para acompanhar?	2
2.1.11	O atendente pratica a venda adicional, oferecendo ao cliente algum produto adicional além do que ele foi comprar?	3
TOTAL DE PONTOS DO BLOCO 2		23

Tabela 3: Pontuação dos itens- Bloco 3

ITEM	QUESTÃO	PONTOS
3.1.1	O atendente entrega a comanda com os produtos adquiridos para pagamento?	2
3.1.2	O atendente do caixa valida com o consumidor os produtos que está adquirindo, o valor total e a condição de pagamento?	2
3.1.3	O atendente do caixa entrega o cupom fiscal de forma espontânea?	2
3.1.4	Os atendentes (caixa e balcão) valorizam o atendimento, despedem-se e convidam o consumidor para voltar novamente à loja?	3
3.1.5	Os atendentes mantiveram a postura prestativa e positiva no momento em que esteve na loja?	3
3.1.6	Durante o atendimento, os atendentes que estavam atrás do balcão mantiveram coordenação, comunicação e cooperação com a equipe?	3
3.1.7	O atendente do caixa era o mesmo atendente do balcão? (item sem pontuação, utilizado apenas para informação)	0
TOTAL DE PONTOS DO BLOCO 3		15

Na avaliação da Experiência de Compra, para cada tipo de resposta, foi atribuída uma pontuação diferente, conforme descrito nos critérios de pontuação. Sendo estabelecida como pontuação máxima para o bloco a soma dos pontos da resposta de maior valor, ou seja, a superação.

Neste bloco, foram avaliados três itens, como mostra a Tabela 4.

Após a soma dos pontos obtidos ao final de cada bloco, pode-se calcular a porcentagem de satisfação no atendimento, onde se estipulou que 100% corresponde ao total máximo de pontos possíveis em cada bloco.

Foram definidos 4 níveis de satisfação no atendimento, conforme mostrado no Quadro 3.

Tabela 4: Pontuação dos itens - Bloco 4

ITEM 4.1. Em relação à qualidade dos produtos adquiridos nessa visita:	Pontos
SUPERAÇÃO – Supera e surpreende as expectativas. Os produtos apresentam aparência e sabor melhores que o esperado, que destacam a empresa XX das outras lojas especializadas em salgados, tortas e sobremesas.	4
IDEAL – Atende àquilo que era esperado. Os produtos apresentam aparência e sabor esperados, como qualquer outra loja especializada em salgados, tortas e sobremesas.	3
ACEITÁVEL – Atende parcialmente ao que era esperado e requer melhorias em alguns aspectos. Os produtos apresentam boa qualidade e sabor, mas deixam a desejar em alguns aspectos, como temperatura, aparência, etc.	2
INACEITÁVEL - Não houve atendimento do que era esperado e há necessidade de melhorias em vários aspectos. Experiência foi desagradável.	1
ITEM 4.2. Pensando nessa visita, independentemente, de qualquer outra experiência anterior com esta loja ou com essa marca, como foi sua experiência de compra?	Pontos
SUPERAÇÃO - Supera e surpreende as expectativas. Tem uma experiência memorável e marcante, é notório o carinho prestado em cada contato. Tem vontade de voltar à loja com frequência e tem grande admiração pela marca e loja.	4
IDEAL - Atende àquilo que era esperado. Tem uma boa experiência como qualquer outra loja especializada em salgados, tortas e sobremesas e percebe-se um atendimento exclusivo e carinhoso. Tem vontade de voltar à loja novamente.	3
ACEITÁVEL - Atende parcialmente ao que era esperado e requer melhorias em alguns aspectos. Tem uma boa experiência como qualquer outra loja especializada em salgados, tortas e sobremesas e percebe-se um esforço para que o atendimento seja agradável e carinhoso. Antes de voltar a esta loja, visitaria outra loja XX para comparar.	2
INACEITÁVEL - Não houve atendimento do que era esperado e há necessidade de melhorias em vários aspectos. Experiência foi desagradável. Difícilmente, voltaria à loja, prefiro conhecer um concorrente.	1
ITEM 4.3. Pensando nessa visita, independente de qualquer outra experiência anterior com esta loja ou com essa marca, você indicaria nossa loja a um amigo ou parente?	Pontos
SUPERAÇÃO - Sim, indicaria com toda certeza. O atendimento é fantástico, as pessoas se preocupam com o consumidor e dão toda atenção e carinho. Sempre têm alguma novidade em produtos, promoção e/ou campanha.	4
IDEAL - Sim, indicaria. O atendimento é diferenciado e exclusivo, as pessoas têm carinho pelo consumidor. Sempre tem alguma novidade.	3
ACEITÁVEL - Sim, indicaria, mas acabo comentando sobre algo que não foi positivo. As pessoas se esforçam para que o atendimento seja agradável e carinhoso. É uma loja como qualquer outra loja especializada em chocolates finos.	2
INACEITÁVEL - Não indicaria. Informaria a meus amigos e parentes sobre uma série de pontos negativos que aconteceram quando estive na loja. O atendimento é ruim, a vendedora sequer saiu de trás do balcão para atender. Não fiquei sabendo sobre algum produto diferenciado, campanha e/ou promoção.	1
TOTAL MÁXIMO DE PONTOS DO BLOCO 4	12

Quadro 3: Índice de Satisfação

ÍNDICE DE SATISFAÇÃO	
0 a 25 %	Inaceitável
26 a 50 %	Aceitável
51 a 75 %	Ideal
76 a 100 %	Superação

Resultados e Discussão

No bloco de Aparência Física, foi possível avaliar que as lojas de Caldas Novas e Jaiara apresentaram os menores índices de satisfação, 30% e 20% respectivamente; as lojas de Alexânia, Ana Shopping, Eng. Portela e Jundiá apresentaram 50% da satisfação do avaliador, todas apresentando valor abaixo da média ideal de satisfação; como pode ser observado no Gráfico 1.

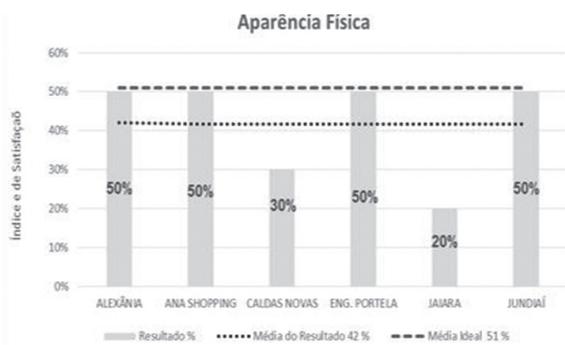


Gráfico 1. Índice de Satisfação - Aparência Física

Todas as lojas ficaram não conformes, referente ao item de identificação dos produtos expostos. Na loja da Jaiara, o único item conforme foi referente à limpeza, organização e conservação dos equipamentos e mobiliários.

Em termos de apresentação pessoal, os atendentes das lojas de Alexânia e Caldas Novas não estavam seguindo o recomendado quanto ao uso do uniforme padrão.

O bloco seguinte, apresentado pelo Gráfico 2, consolidou a mensuração dos dados relacionados ao Atendimento. Neste item, pode-se observar que a maioria das lojas ultrapassaram significativamente o índice ideal de satisfação de 51%, sendo a média do resultado calculada em 78%.

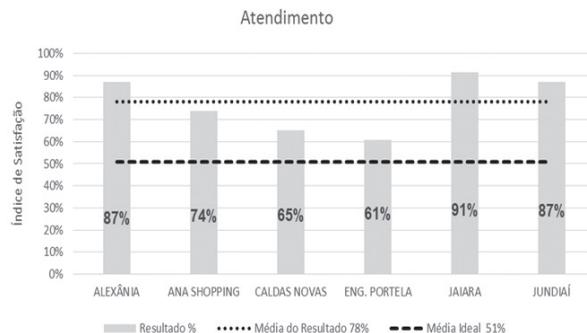


Gráfico 2: Índice de Satisfação - Atendimento

A loja Eng. Portela deparou-se com problemas quanto à abordagem, saudação ao consumidor, que permitiu uma pontuação relativamente menor às demais, o que resultou no índice de satisfação de 61%, apresentado pela loja.

A loja da Jaiara foi a única que praticou a venda adicional.

No Gráfico 3, referente ao Fechamento da Venda, observou-se que as lojas estão com média de resultado em 34%, ou seja, muito inferior ao índice ideal de 51%.

Esse baixo índice de 34% é justificado pela quebra do fluxo em não entregar a comanda, pela falta de validação com o cliente dos produtos consumidos, pela não entrega espontânea do cupom fiscal e falta de coordenação e cooperação do trabalho em equipe entre os atendentes.

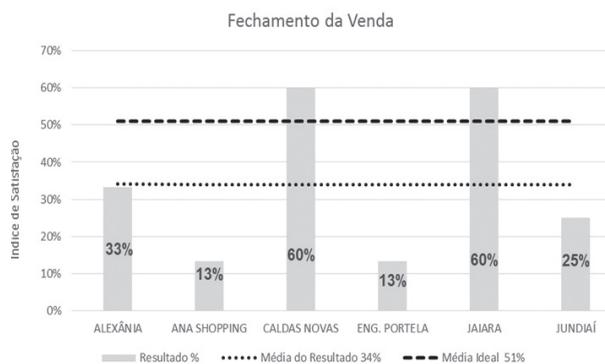


Gráfico 3. Índice de Satisfação - Fechamento da Venda

O último item da avaliação do questionário, referente à Experiência de Compra, representado pelo Gráfico 4, avaliou a qualidade do produto e a satisfação perante a experiência de compra de um modo geral.

Ao analisar o Gráfico 4, observou-se que a média de 36% corresponde à satisfação do Cliente Oculto, perante a avaliação relacionada à percepção geral de qualidade, quanto aos produtos adquiridos, a experiência de compra e a indicação a conhecidos. Assim, é um índice considerado aceitável dentro do intervalo de 26% a 50%, a qual foi estabelecida na metodologia.

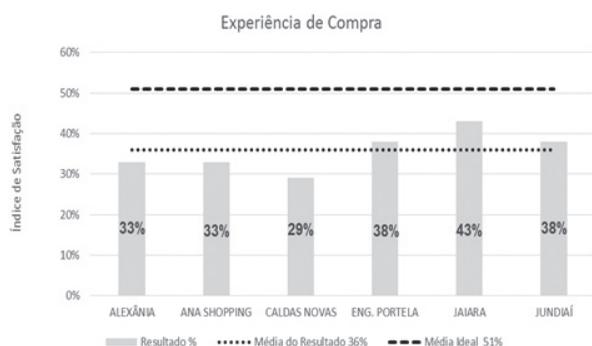


Gráfico 4: Índice de Satisfação - Experiência de Compra

Significando que, para as lojas serem consideradas ideais, o índice deveria estar acima de 51%. Portanto, 36% representam uma satisfação aceitável como qualquer outra loja do ramo.

Conclusão

Esta técnica apresentou-se viável, pois possibilitou analisar de forma analítica os quesitos solicitados pela empresa. Avaliando de forma quantitativa o índice de satisfação desde a estrutura física até o fechamento da venda. Apresentando para a empresa, por meio das observações relatadas pelos avaliadores (Clientes Ocultos), os seguintes pontos para melhoria:

- Padronização do uso completo do uniforme;
- Planejamento da distribuição dos produtos para as lojas e franquias, principalmente, as localizadas em outras cidades, a fim de manter a qualidade e variedade dos produtos oferecidos;

- Promover treinamentos referentes à abordagem ao cliente e instrução aos colaboradores sobre a importância da entrega do cupom fiscal;
- Disponibilidade de o atendente servir o cliente a mesa, para não aguardar no balcão enquanto o produto é aquecido.
- Incentivo à prática da venda adicional de produtos e apresentação das campanhas promocionais vigentes, pelos atendentes;
- Oferta espontânea de degustação dos produtos em todas as lojas, como forma de atrair e aproximar o cliente.

Desta forma, esta técnica de marketing prestou com o seu objetivo de demonstrar efetivamente a qualidade na prestação de serviço em relação ao consumidor em todos os momentos do atendimento e a sua percepção quanto à estrutura física da loja.

Referências

1. Coutinho, L.; Ferraz, J.C. Estudo da Competitividade da indústria brasileira. Campinas, SP, Papirus. **1995**. p. 510.
2. Schreiber, D. (Org.). Inovação e Aprendizagem Organização. Recurso Eletrônico. Novo Hamburgo: Feevale. **2013**. 835 p.
3. Englert, N.F. Cliente Oculto: Análise do processo de coleta, entrega e utilização das informações obtidas na melhoria do atendimento no varejo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) – Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, **2011**.
4. Paladini, E.P.; Bridi, E. Gestão e Avaliação da Qualidade em Serviços para Organizações Competitivas. São Paulo: Editora Atlas, **2013**. 241 p.

Juliana C. Fernandes^{1*},
Sarah B. Lopes² & Suilly F.
Bueno³

¹Av. Anhanguera, Q. 91, L. 3, N° 8.278, Apt. 02, Edifício Maria Alves Corrêa, Setor Campinas, Goiânia- GO

²Rua Minas Gerais, Q. 05, L. 06- B, Bairro Santa Luzia, Luziânia- GO

³Rua Bela Vista, 275, Jardim Gonçalves, Anápolis- GO

*E-mail: correajf_@hotmail.com

Potencial uso de Resíduos de Lodo de Efluente de Indústria de Papel e Embalagens como Fertilizante Agrícola

William D. Miranda, Geymme S. C. Soares, Adriano M. Moura & Vanessa S. Leal

A grande demanda nos processos industriais tem levado à geração de uma quantidade significativa de resíduos sólidos industriais. Tais resíduos apresentam como suas características um grande impacto ambiental. A gestão adequada destes resíduos irá trazer benefícios ao meio ambiental e à saúde humana. O estudo de caso avaliado possibilita uma aplicação do lodo gerado na indústria de papel, na forma de complemento de fertilizante agrícola, apresentando teores relevantes do macronutriente nitrogênio (N) na ordem de 75 mg/kg e fósforo (P) 2,0 mg/kg.

Palavras-chave: *lodo – fertilizante – resíduo.*

The great demand in industrial processes has led to the generation of a significant amount of industrial wastes. Such residues present as its features a large environmental impact. Proper management of these wastes will benefit the environmental and human health. The reported case study provides an application sludge generated in paper industry, as agricultural fertilizer complement, showing relevant contents of the macronutrient nitrogen (N) in the order of 75 mg / kg and phosphorus (P) 2.0 mg / kg .

Keywords: *sludge – fertilizer – residue.*

Introdução

Resíduos são considerados tudo aquilo que não é aproveitado nas atividades humanas, resultantes de residências, comércios, redes pública, indústrias e outros. Os resíduos industriais são uns dos maiores responsáveis pelos danos ambientais, pois, dependendo do tipo de industrialização, podem conter produtos químicos, resíduos sólidos, cinzas, gases, plásticos, lodos, óleos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, cerâmicas, vidros e diversos outros, podendo ser danosos o meio ambiente (VALOIS, 2013). Devido a isso, as empresas devem possuir um plano de gerenciamento desses resíduos, o que já vem acontecendo na atualidade, devido às exigências das legislações ambientais e da aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que determina que todas as indústrias deverão realizar diagnósticos da situação atual em relação à geração e gestão de resíduos, elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e apresentar aos órgãos competentes do Estado onde está localizada (ALMEIDA et al, 2014).

Os fertilizantes são compostos orgânicos ou inorgânicos utilizados para repor os nutrientes do solo que são essenciais ao desenvolvimento vegetal. O lodo em questão é um fertilizante orgânico vegetal, podendo ser obtido através do processo de compostagem. Este fertilizante fornece nutrientes ao solo e contribui para o melhor desenvolvimento das plantações, sendo um meio sustentável, já que é produzido a partir da reciclagem de resíduos orgânicos (SILVA, 2008).

No processo industrial em questão, o processo de formação do lodo se dá pela estação de tratamento de efluente da indústria. Os processos de tratamento na empresa são classificados em físico-químicos e biológicos. O tratamento primário é constituído por sistemas físico-químicos, gerando, a partir disso, o lodo que é centrifugado, armazenado e disposto no aterro sanitário do município. No processo de tratamento do efluente, são geradas cerca de 350 toneladas de lodo (Figura 1) por mês, na proporção de 60%, pois este é centrifugado restando, portanto, 140 toneladas de lodo seco.

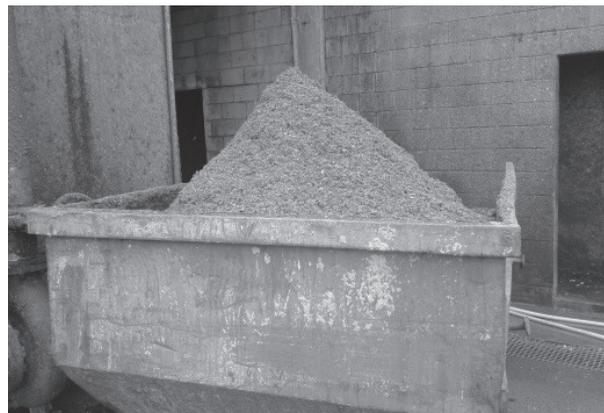


Figura 1. Lodo centrifugado.

Segundo o Decreto 86.955/82 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, fertilizantes são “substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas”. Eles têm a função de repor ao solo os elementos retirados em cada colheita, com a finalidade de manter ou mesmo ampliar o seu potencial produtivo, elevando a produtividade em certas culturas. Os principais nutrientes químicos, encontrados nos fertilizantes, são classificados em duas categorias, são elas: macronutrientes (carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco, sódio, silício e cobalto).

Este artigo tem a função de avaliar os teores percentuais dos macronutrientes de maior deficiência nos solos, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) – NPK. Segundo Fernandes & Dias (2006), o nitrogênio, como importante componente das proteínas e da clorofila, frequentemente, é fator primordial no aumento da produtividade agrícola. O fósforo é responsável pelos processos vitais das plantas, pelo armazenamento e utilização de energia, promove o crescimento das raízes e a melhora da qualidade dos grãos, além de acelerar o amadurecimento dos frutos. O potássio é responsável pelo equilíbrio de cargas no interior das células vegetais, inclusive pelo controle da hidratação e das doenças da planta.

Metodologia

As determinações analíticas para avaliação de parâmetros físico-químicos e do teor percentual dos macronutrientes indicados foram realizadas utilizando procedimentos de referências internacionais e complementados em laboratórios certificados pela ISO/IEC 17025:2005.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para a descrição do lodo coletado na indústria (Figura 1), foram realizadas análises físico-químicas no laboratório de química ambiental da Faculdade Tecnologia SENAC de Goiás, além da complementação de outras análises em laboratório credenciado pelo Inmetro. Os parâmetros avaliados foram os seguintes: pH, Umidade, Matéria Orgânica, Resíduo Mineral Fixo, Carbono Orgânico Total, Nitrogênio Total e Fósforo Total.

Os parâmetros de pH, Umidade, Matéria Orgânica e Resíduo Mineral Fixo, foram determinados no laboratório de química da faculdade SENAC e realizadas em triplicata (Figura 2), os parâmetros de Carbono Orgânico Total, Nitrogênio Total e Fósforo Total foram realizados em laboratório credenciado pelo Inmetro. Essas análises levaram em consideração referenciais teóricos e a Resolução do CONAMA nº 375 de 2006 (de forma comparativa, já que não se aplica a este tipo de lodo específico) que determina os principais parâmetros a serem analisados no lodo para definir se há ou não, potencial para aplicação agrônômica.



Figura 2. Amostras de lodo coletadas.

pH

Para a determinação de pH, a amostra de lodo foi dissolvida com água destilada (1:10) em um béquer de vidro com o auxílio de um bastão de vidro, seguido da filtração em papel de filtro. O filtrado foi levado para o pHmetro para medição.

UMIDADE

Foram pesadas 50 gramas da amostra em cápsula de porcelana devidamente identificada. As amostras foram secas a 105°C por 2 horas em estufa de secagem. Após o procedimento, as amostras foram resfriadas em um dessecador e posteriormente pesadas em uma balança analítica. Para o cálculo do teor de Umidade, foi utilizada a Equação 1.

$$\% = \frac{100 \times (p_{cv} - p_f)}{p_a} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

- p_{cv} = peso da cápsula vazia
- p_f = peso final
- p_a = peso da amostra

MATÉRIA ORGÂNICA (MO)

Para a análise da Matéria Orgânica do método da mufla, foi realizado seguindo o método estabelecido por Goldin (1987), com as seguintes modificações: secagem prévia das amostras em estufa a 105 °C, por um período de 24 h, visando eliminar toda a água presente nos resíduos, como a higroscópica, a capilar ou de cristalização (RODELLA & ALCARDE, 1994). Após esse período, as cápsulas de porcelana com as amostras foram acondicionadas em forno do tipo mufla e incinerados a uma temperatura de 550°C, por 3h. Posteriormente, o conjunto (cápsula + resíduo) foi acondicionado em dessecador e, em seguida, pesado (CARMO & SILVA, 2012). O teor de matéria orgânica foi determinado em razão da perda de massa do resíduo incinerado, considerando-se o material perdido pela queima no intervalo de variação da temperatura de 105 a 550°C, conforme a Equação 2 (CARMO & SILVA, 2012).

$$MO(\%) = [P - (T - C) \times 100] / P \quad \text{Equação 2}$$

Em que P é igual ao peso da amostra (g) depois de aquecida a 105 °C; C é igual ao tara do cadinho (g); T é igual ao peso da cinza + cadinho (g).

RESÍDUO MINERAL FIXO (RMF)

Os procedimentos realizados para a análise de Resíduo Mineral Fixo foram determinados de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de 2014. A amostra foi colocada na cápsula de porcelana e deixada na mufla a 550°C durante 3 horas, depois deixou esfriar em dessecador e, logo após, a amostra foi pesada em balança analítica, registrando a massa obtida. O Resíduo Mineral Fixo foi calculado através da Equação 3.

$$\%RMF = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0} \quad \text{Equação 3}$$

Em que m₂ é igual a massa do cadinho com amostra após incineração, em gramas; m₁ é igual a massa do cadinho vazio, em gramas; m₀ é igual a massa da amostra, em gramas.

CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT), NITROGÊNIO TOTAL (NT), FÓSFORO TOTAL (P) E POTÁSSIO (K)

Para a determinação dos nutrientes do lodo (COT, NT, P e K), foram utilizadas as metodologias de análises internacionalmente reconhecidas, baseadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW, 2012).

Resultados e Discussões

De acordo com as análises realizadas, para o parâmetro de pH, o valor encontrado para a amostra analisada foi menor que 6. Este valor do pH tem influência direta do

Policloreto de Alumínio, pois seu pH é baixo, interferindo diretamente no processo gerando uma digestão em meio ácido. Para a determinação da Umidade, encontrou-se um valor estimado de 80% na amostra de lodo centrifugado. Já para a determinação de Matéria Orgânica, o valor encontrado foi de 92%, em média. Após este procedimento, realizou-se a determinação de Resíduo Mineral Fixo (Cinzas), obtendo-se um valor próximo a 8%. Outras determinações realizadas em laboratório parceiro foram as análises de Carbono Orgânico Total (36,0 mg/kg), Fósforo total (2,0 mg/kg), Nitrogênio total (74,9 mg/kg) e Potássio (0,8 mg/kg). A tabela 1 apresenta os resultados encontrados para todas as determinações analíticas realizadas.

Baseado nos dados encontrados, observa-se que os resíduos de lodo avaliados têm potencial suficiente para serem utilizados como fertilizantes agrícolas. Os resultados indicam que esse pode ser classificado como fertilizante do tipo misto (combinação de fosfatados, nitrogenados e potássicos). A aplicação do lodo requer uma avaliação prévia tanto do solo a ser aplicado, do manejo e do tipo de cultura. Outros macronutrientes também podem ser avaliados, como cálcio e magnésio.

A Resolução do CONAMA n° 375 de 2006 considera que o lodo proveniente de esgoto sanitário ou de efluente constitui em sua composição, matéria orgânica e nutrientes favoráveis para as plantas e que sua aplicação no solo traz benefícios tanto para a agricultura, quanto para a silvicultura. Além disso, trata-se de uma alternativa que apresenta vantagens ambientais, quando comparado a outras práticas de destinação final do lodo, considerando também que a aplicação do lodo na agricultura se enquadra nos princípios de reutilização de resíduos de forma ambientalmente adequada, estando de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010. Como não há uma legislação específica à aplicação do lodo de processos industriais, pode-se adotar as práticas estabelecidas no CONAMA n° 375 como referência técnica.

Conclusão

Todo o percentual de lodo gerado pela indústria de transformação avaliada (140 toneladas) é encaminhado ao aterro sanitário municipal onde a empresa se encontra.

O estudo mostra o tamanho do impacto desse resíduo no meio ambiente, além de reduzir drasticamente a vida útil do aterro. Uma boa gestão do resíduo será capaz de dar um destino mais ambientalmente adequado, como o proposto neste artigo, já que foi encontrado altos teores do macronutriente nitrogênio no lodo, indicando uma possível aplicação como fertilizante agrícola (NPK 75-2-0,8).

William D. Miranda*,
Geymme S. C. Soares,
Adriano M. Moura &
Vanessa S. Leal.

Faculdade de Tecnologia SENAC-GO. Av. Independência, 1615, Leste Vila Nova, Goiânia, Goiás, Brasil.

*Email: w.dmiranda@yahoo.com.br. (62) 9680-5844

Referências Bibliográficas

1. Almeida, A. C. et al. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública. Brasília, **2014**.
2. Carmo, D. L.; Silva, C. A. Métodos de quantificação de carbono e matéria orgânica em resíduos orgânicos. Tese (Doutorando em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras - UFLA. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, **2012**.
3. Decreto nº 86.955 de 18 de fevereiro de **1982**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).
4. Fernandes, E.; Dias, V. P. Fertilizantes: Uma Visão Global Sintética. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 24, p. 97-138, set. **2006**.
5. Goldin, A. Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. Commun. Soil Sci. Plant. Anal. **1987**.
6. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2014. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 25-09-**2015**.
7. Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de **2010**.
8. Resolução do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Nº 375 de 29 de Agosto de **2006**.
9. Rice; E.W. et al. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22ª edição. Pharmabooks Editora. **2012**.
10. Rodella, A. A.; Alcarde, J.C. Avaliação de materiais orgânicos empregados como fertilizantes. Scientia Agricola. Piracicaba, **1994**.
11. Silva, E. C; F. Produção de composto orgânico. Trabalho de Conclusão do Curso de Tecnologia em Cafeicultura (Graduação) - Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho, Muzambinho, **2008**.
12. Valois, R. S. Comissão de Meio Ambiente e Qualidade de vida na Escola (COM-VIDA): análise de uma política pública de educação ambiental e sua implementação em duas escolas de Teresina - Piauí. 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Rio Claro, **2013**.

Desenvolvimento de Macarrão Instantâneo com Farinha de Maçã e Adição de Cafeína e Taurina

Natália F. de Medeiros, Vitor C. Meleiro & Samer Pereira

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um macarrão instantâneo energético com substituição parcial da farinha de trigo (FT) por farinha de maçã (FM), proporcionando valor nutricional maior e consequentemente efeitos fisiológicos e metabólicos benéficos, devido à adição de cafeína e taurina no molho complementar. O produto desenvolvido apresentou alto teor proteico, conformidade com os parâmetros de qualidade microbiológica, exigidos pela legislação e alta aceitabilidade (93%) na avaliação sensorial. A substituição da FM por FT contribuiu qualitativas e quantitativas com relação à sua composição centesimal e o produto desenvolvido demonstrou viabilidade de produção.

Palavras- Chave: *Macarrão instantâneo; farinha de maçã; energético.*

The aim of this study was to develop an energetic instant noodles with partial substitution of wheat flour (FT) for apple flour (FM), providing greater nutritional value and hence physiological and metabolic effects beneficial due to the addition of caffeine and taurine in complementary sauce. The developed product showed high protein content, compliance with microbiological quality parameters required by the legislation and high acceptability (93%) in the sensory evaluation. The replacement of FM FT contributed qualitative and quantitative with respect to its chemical composition and the developed product showed production feasibility.

WordsKey: *Instant noodles; apple flour; energy.*

Introdução

A RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA³, atualmente em vigor no Brasil, define macarrão instantâneo ou massa alimentícia instantânea como o produto não fermentado, apresentado de diversas formas, recheado ou não, obtido pelo empasto, amassamento mecânico, cozimento e desidratação ou não da mistura de farinha de trigo ou sêmola/semolina de trigo durum e ou farinha de outros vegetais, adicionado ou não de outros ingredientes, acompanhado ou não de temperos e ou complementos, isoladamente ou adicionados diretamente à massa. Para seu preparo, o produto é reidratado a frio ou a quente e o tempo de cozimento é reduzido ou desnecessário.

Esse alimento está inserido no grupo dos carboidratos complexos, apresentando um índice glicêmico entre baixo e moderado, sendo sua ingestão recomendada na alimentação escolar e hospitalar. Entretanto, em termos de valor nutricional, este alimento é deficiente, uma vez que se destaca pela sua riqueza em carboidratos (75%) em detrimento a quantidade e qualidade de proteínas (12,35% de proteína, sendo 0,74 mg% de lisina e 0,35 mg% de metionina)¹⁰.

O desenvolvimento de um macarrão instantâneo com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de maçã e adição de cafeína e taurina torna este produto diferenciado com características funcionais e energéticas. A farinha de maçã contribui para o consumo de fibras solúveis na dieta alimentar podendo desempenhar um papel importante na prevenção de doenças cardiovasculares com a perda de peso e no tratamento da obesidade por aumentar a sensação de saciedade pós-alimentar reduzindo o apetite¹².

A taurina sendo o aminoácido condicionalmente essencial para os seres humanos com ingestão diária de fibras solúveis evidencia as possíveis aplicações clínicas e o seu envolvimento na prevenção da degeneração da retina, sendo considerado também um aminoácido semiessencial em situações de estresse ou desnutrição^{11, 13, 14}. A cafeína, um derivado trimetilado da xantina, ao ser ingerida oralmente é absorvida rapidamente pelo trato gastrointestinal, podendo provocar importantes alterações fisiológicas no desempenho atlético, e em conjunto com taurina proporciona um efeito de equilíbrio cárdico, aumentando a disposição do indivíduo⁴.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi o desenvolvimento de um macarrão instantâneo, contendo em sua formulação ingredientes com propriedades funcionais distintas, melhorando sua composição nutricional e que atenda aos parâmetros físico-químicos, sensoriais e microbiológicos legais vigentes, bem como as exigências do mercado consumidor quanto à qualidade tecnológica de um produto inovador.

Materias e Métodos

PROCESSO DE OBTENÇÃO DO MACARRÃO INSTANTÂNEO

Para a realização deste trabalho, as maçãs da variedade Pomerana foram adquiridas no comércio local da cidade de Vassouras-RJ. A elaboração da farinha ocorreu nas dependências do CTS SENAI Alimentos e Bebidas, localizado no município de Vassouras-RJ. Para o desenvolvimento do macarrão instantâneo utilizou-se a farinha de maçã e procedeu-se a elaboração da seguinte formulação: farinha de trigo (62,5 %), farinha de maçã (9,6%), sal (0,73%), ovo (23,14%), água (4,03%), cafeína e taurina (mg/ sachê).

O produto foi elaborado através das etapas mostradas pelo fluxograma da figura 1. Na etapa extrusão e porcionamento a massa alimentícia recebe a forma característica de macarrão especificamente de seu tipo. Foram distribuídas porções iguais de macarrão de forma manual, utilizando balança para a pesagem de unidades contendo em média 151g, para obtermos 68g de massa devido ao seu rendimento de 45% da massa cozida para a massa instantaneizada. Já na etapa de instantaneização a massa seca foi imersa em óleo (quente/fervente) com temperatura correspondente á, em média, 80°C por 10 a 20 segundos, para a produção do macarrão instantâneo obtido por um processo de secagem/desidratação por fritura (umidade). A secagem é feita após a saída do macarrão do processo de fritura, em que esse absorveu altos índices de lipídeos que serão parcialmente eliminados, durante esta etapa, em forno industrial a uma temperatura correspondente a 150°C durante 2 minutos. No empacotamento, o macarrão foi cortado e empacotado manualmente em polipropileno (PP) tipo 5 em pacotes de 68g, seguindo as especificações do produto.

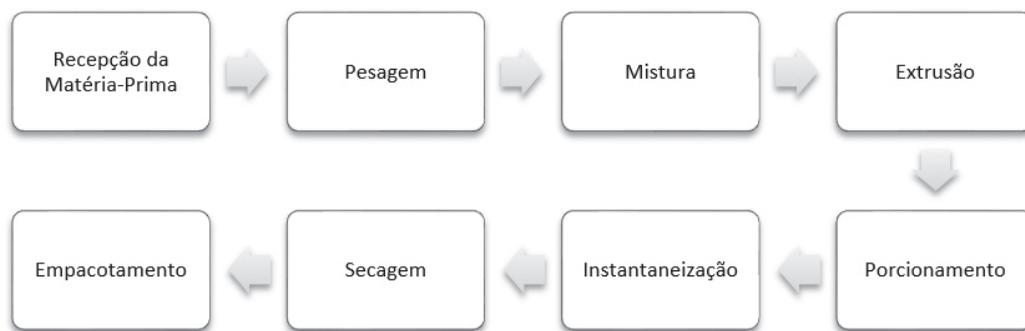


Figura 1: Fluxograma de Processamento de Macarrão Instantâneo.

ANÁLISES FÍSICAS QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

O macarrão instantâneo foi submetido às análises de composição centesimal, realizadas em triplicatas, conforme metodologias do Instituto Adolfo Lutz⁶.

As análises microbiológicas foram realizadas, conforme a RDC 12/2001, em que foram pesquisados Coliformes a 45°C de no máximo 10^2 NMP/g, *Staphylococcus coagulase* positivo no máximo 5×10^3 UFC/g, *Salmonella spp.* ausência em 25g e para *Bacillus Cereus*, máximo de 3×10^3 UFC/g, seguindo a metodologia padrão preconizada pela APHA¹.

ANÁLISE SENSORIAL

As análises sensoriais foram realizadas na sala de degustação no CTS Alimentos e Bebidas, com 50 participantes, maiores de 15 anos, sendo estes funcionários e alunos, entre homens e mulheres.

Foi realizado o teste de aceitação por escala hedônica de 3 pontos, sendo as alternativas descritas como gostei, indiferente e desgostei, foram coletadas as informações de frequência de consumo e atividade física, para fins estatísticos⁹.

Resultados e Discussões

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A composição centesimal para o macarrão instantâneo com substituição parcial de farinha de maçã (MISFM) e para massas instantâneas, conforme os padrões legislativos da RDC n°93 (2000) e da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011) encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das determinações analíticas do MISFM.

Análises (%)	MISFM (%)	Legislação (%)	TACO (%)
Umidade	8,58 ± 0,94	10,0 (Máx.)	6,0
Cinzas	3,43 ± 2,72	2,5 (Máx.)	5,6
Proteínas*	12,06 ± 0,00	8-15	8,8
Lipídios	15,86 ± 0,41	NA	17,2
Carboidratos	6,37 ± 0,04	NA	62,4
Ac. Titulável (mg/100g)	9,91 ± 0,01	3,0 (Máx.)	NA
Pectinas	1,2 ± 0,05	NA	NA
Índice de Peróxido	0	30,0 (Máx.)	NA

Os resultados encontrados para as análises de umidade, proteínas e índice de peróxido estão de acordo com os limites estabelecidos pela legislação vigente. Já para as análises de lipídeos, carboidratos e pectinas não há limites estabelecidos.

O MISFM apresentou valores de acidez entre $9,91 \pm 0,01\%$, tais valores encontram-se superior ao padrão citado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária², que recomenda para massas instantâneas um teor máximo de 3,0 em ml de solução N de NaOH/ 100g de acidez, pois uma variação além desse limite, deve ser considerada como um sinal de alarme sob o ponto de vista sanitário.

A acidez de um alimento pode ser originada dos próprios compostos naturais do alimento, pode ser formada pela fermentação ou pelo tipo de processamento pelo qual o alimento passou e, ainda, ser o resultado da deterioração que esse sofreu⁵, por isso, acidez elevada pode ser um indicativo de perda de qualidade do produto.

Em relação ao teor médio de cinzas, foram encontrados $3,43 \pm 2$, 72% no MISFM, valor superior ao dos parâmetros legislativos da RDC nº93 (2000) de massas instantâneas para cinzas, que estabelece máximo de 2, 5% e inferior ao determinado pela Tabela (TACO) que foi de 5,6. Esse fato resulta do aporte de minerais, como cálcio, magnésio e potássio, consideravelmente presentes na maçã¹³.

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA

Os resultados das análises microbiológicas, apresentados na tabela 2, evidenciaram que o produto apresentou características microbiológicas adequadas, uma vez que os valores obtidos estão abaixo dos padrões exigidos na vigente, indicando que a matéria-prima e o macarrão foram processados em condições adequadas.

Tabela 2: Caracterização microbiológica do Macarrão Instantâneo.

Análises	MISFM	Legislação Massas Alimentícias
Bacillus Cereus (*UFC/g)	< 10 UFC/g	3x10 ³ UFC/g (Máx.)
Coliformes a 45° C (**NMP/g)	3,6 NMP/g	10 ² NMP/g (Máx.)
Salmonella sp. (**UFC/25g)	Ausência/ 25g	Ausência/25g
Staphylococcus Coagulase Positivo (*UFC/g)	< 10 UFC/g	5x10 ³ UFC/g (Máx.)

ANÁLISE SENSORIAL

Na Figura 2, estão apresentadas as avaliações sensoriais de aceitabilidade, em escala hedônica de 3 pontos, de gostei, indiferente e desgostei.

É perceptível que 93% dos julgadores optaram por gostei, enquanto uma pequena parcela escolheu a opção indiferente (6%) e desgostei (1%), indicando com isto, que o macarrão obteve uma excelente aceitabilidade por eles. Os resultados encontrados nesse estudo foram baixos, quando comparados com os valores de MALUF 8, que obteve uma aceitabilidade de 97% na elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado e 97, 30% de aceitabilidade encontrado por NICOLETTI 10 no enriquecimento nutricional de macarrão com uso subprodutos agroindustriais de baixo custo.

GÊNERO DOS PROVADORES

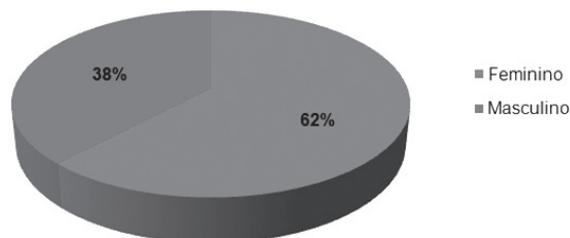


Figura 2: Aceitação por escala hedônica de 3 pontos.

Conclusão

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível a elaboração do macarrão instantâneo com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de maçã. Pode-se verificar que o macarrão instantâneo preparado com a farinha de maçã apresentou valor proteico (12,06%) superior ao limite da legislação (mínimo de 8- 15%) e da Tabela TACO (8,8%). As análises microbiológicas encontram-se dentro dos padrões microbiológicos, tornando o produto satisfatório para o consumo humano. Na avaliação sensorial, o produto apresentou ótima aceitabilidade com 93% de aprovação. Assim é viável a inclusão desse alimento como alimento processado e como produto inovador.

Referências

1. Apha/Awwa/Wef. Eaton, A.D (2005).; et al. Standard methods for the examination of water and food. 21ª ed. Washington: American Public Health Association. 1082 p
2. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº93, de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massas alimentícia. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 01 nov. 2000.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005.
4. Carvalho, J. M. et al. Perfil dos principais componentes em bebidas energéticas: cafeína, taurina, guaraná e glucoronolactona. Rev Inst Adolfo Lutz , v. 65, n. 2, p. 78-85, 2006.

5. Fernandes, A. F. et al. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol.28, suppl. 0, pp. 56-65, Dez. 2008 . Disponível em: . Acesso em: 10/10/2015.
6. Instituto Adolfo Lutz - Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, **2008**.
7. Jones, P. J. Clinical nutrition: 7. Functional foods - more than just nutrition. *Clinical Basics*, Montreal, v. 166, n. 12, p. 1555-1563, **2002**.
8. Maluf, Márcia Luzia Ferrarezi. Elaboração de massa fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado. *Rev. Inst Adolfo Lutz*. 2010; 69(1):84-90.
9. Minim, V. P. R. Análise Sensorial: estudo com consumidores. Viçosa, MG: Ed. UFV, **2006**. 225 p.
10. Nicoletti, A. M. Enriquecimento nutricional de macarrão com uso de subprodutos agroindustriais de baixo custo. 2007. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, **2007**.
11. Redmond H. P, Stapleton Pp, Neary P, Bouchier-Hayes D. Immunonutrition: the role of taurine. *Nutrition*. **1998**;14:599-604. Review.
12. Schaffer S, Solodushko V, Azuma J. Taurine-deficient cardiomyopathy: role of
13. Scheeren, P. et al. Aproveitamento de maçãs não conformes à comercialização na elaboração de pães. *Revista destaques acadêmicos - CETEC/UNIVATES*, v. 4, n. 4, p. 67-75, **2012**.
14. Schuller-Levis G.B., Gordon R.E., Wang C., Park E.: Taurine reduces lung inflammation and fibrosis caused by bleomycin. *Adv. Exp. Med. Biol.*, **2003**; 526: 395-402.

Natália F. de Medeiros* ;
Vitor C. Meleiro & Samer
Pereira

Rua: Prefeito Antônio Caraméz, 1007, Bairro: Santa Rita, Cidade:
Mendes/RJ, C.E.P.: 26700-000.

*E-mail. vmeleiro@gmail.com

Desenvolvimento de Massa Fresca Alimentícia Rica em Ômega 3

Samer Pereira, Vítor da C. Meleiro,
Bruno J. C. Teixeira & Natália F. de Medeiros

O macarrão é consumido por diversos públicos, sendo prato principal ou acompanhamento. A farinha de arroz utilizada no desenvolvimento, por não possuir as proteínas que compõem o glúten, permite que pessoas que sofram de doença celíaca possam consumi-la. Este estudo teve por objetivo desenvolver uma massa fresca a partir da farinha sem glúten, enriquecida com ômega 3. Este foi adicionado à formulação para agregar valor nutricional, por ser uma gordura boa para o organismo, contribuindo na prevenção de algumas doenças quando associado a práticas de vida saudável. Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais para caracterização do produto e, conforme os resultados alcançados nestas análises, principalmente em relação à avaliação sensorial, obteve-se ao final um produto adequado ao consumo, inclusive pelas pessoas portadoras da doença celíaca, uma vez que foi utilizada farinha sem glúten.

Palavras Chave: *Farinha sem Glúten; Macarrão; Ômega-3.*

Pasta is a processed food highly consumed by a broad public as a main course or side dish. Based on the fact that rice flour does not have gluten proteins in its composition it can be an alternative food raw material to compose pasta formulations in order to attend potential consumers with celiac disease. The aim of this research is to develop a fresh pasta matrix based on gluten-free flour enriched with Omega-3 fatty acids. This important unsaturated fatty acid was added to the food matrix formulation to aggregate nutritional value and to contribute to the prevention of some important diseases, mainly when combined with a life style based on healthy habits. Microbiological, sensory, physical and chemical analysis were performed to a fully food characterization of the final product. Special emphasis was taken on the sensory evaluation concerning the application of gluten-free rice flour on the development of pasta foods. As a result, the final product is expected to be more attractive and consumed by people who have celiac disease.

Keywords: *Gluten-free flour; Pasta; Omega-3 fatty acids.*

Introdução

O macarrão é um alimento consumido por diversos tipos de públicos, sendo, em média, consumido, por pessoa, 6,2 kg ao ano no Brasil. As massas Alimentícias são os produtos obtidos a partir da farinha de trigo (*Triticumaestivum L.* e ou de outras espécies do gênero *Triticum*) e/ou derivados de trigo durum (*Triticumdurum L.*) e/ou derivados de outros cereais, leguminosas, raízes e ou tubérculos, resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação (BRASIL, 2005)³.

Mesmo atingindo um grande público, os celíacos não podem consumir o macarrão tradicional devido ao glúten ser a principal proteína presente no trigo. O uso da farinha de arroz no projeto é direcionado a todos os públicos, focando em pessoas que sofrem de doença celíaca ou não, devido a sua ausência de glúten. Segundo o Conselho Nacional de Saúde, a cada quatrocentas pessoas no Brasil, uma é portadora de doença celíaca, e a cada oito pessoas que têm a doença, apenas uma recebe o diagnóstico.

O ômega 3 é uma gordura boa ao organismo, e sabendo que não é sintetizado no corpo humano, surge, então, a importância da sua ingestão. Segundo a RDC N° 54, DE 12 DE NOVEMBRO (2012)⁴ Ácidos graxos ômega 3: São ácidos graxos poli-insaturados, nos quais a primeira dupla ligação se encontra no terceiro carbono a partir do grupo metil (CH₃) do ácido graxo. Para fins deste Regulamento, se consideram como ácidos graxos ômega 3: o ácido alfa-linolênico, o ácido eicosapentaenóico (EPA), e o ácido docosaexaenóico (DHA).

Sendo o macarrão um alimento popular e acessível a todas as classes sociais, esse foi produzido levando em consideração o valor nutricional que seria agregado a ele, a partir da farinha de arroz, que é facilmente digerida pelo organismo. Assim, essa produção objetiva beneficiar os portadores de doença celíaca ou não. Há também a adição de ômega 3, que pode garantir o bom funcionamento do cérebro, e ajuda na prevenção de doenças cardiovasculares, quando associado a uma dieta saudável e equilibrada.

Metodologia

PROCESSO

A elaboração do produto (Massa fresca alimentícia isenta de glúten e rica em ômega 3 foi feita na planta piloto do CTS- Alimentos e bebidas/Vassouras-RJ. Vide figura 1.

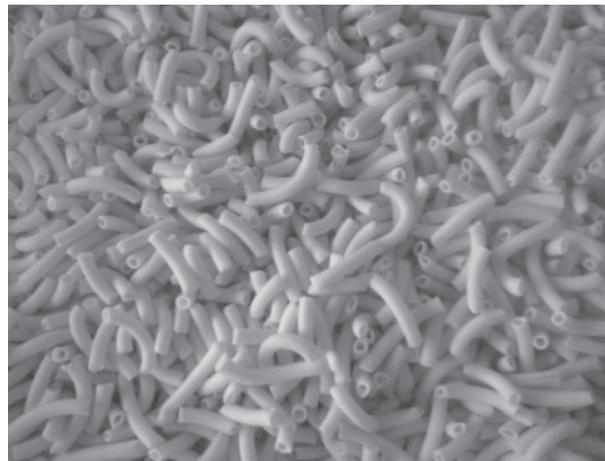


Figura 1: Processo de macarrão

Equipamentos e Utensílios

Tabela 1: Equipamentos e utensílios

Utensílios / equipamentos	Quantidade
Bandejas	2
Proveta	1
Mesa	2
Colheres	2
Pá	1
Faca	1
Funil	1
Extrusora	1
Béquer	1

Formulação

Tabela 2: Formulação

Insumos	(5Kg) Kg	%
Farinha sem glúten	3,320	66,4
Ovo	0,953	19,06
Sal	0,075	1,5
Água	0,652	13,04
Ômega-3	45 cápsulas	(9 cápsulas/Kg)

Fluxograma Do Processo



Figura 2: Fluxograma do Processo

Descrição Do Fluxograma

Etapa que consiste na homogeneização dos ingredientes. Neste processo usou-se farinha sem glúten, ômega-3, ovos, sal e água. Primeiramente foi adicionado a farinha de arroz e o sal por cinco minutos, em seguida o ômega-3 e os ovos já homogeneizados, e por fim a água, que foi espalhada de forma uniforme. (Figura 3)

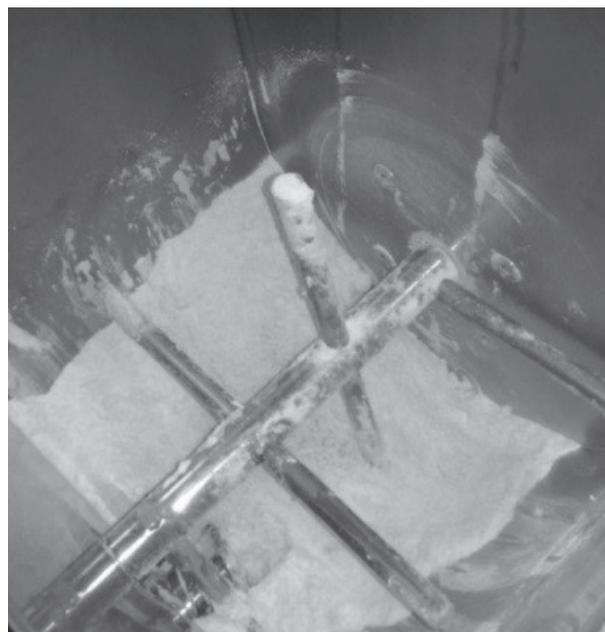


Figura 3: Mistura

AMASSAMENTO: Segundo o dossiê técnico da REDETEC-Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro (2006)⁹, o amassamento é, de fato, o responsável pelo desenvolvimento da estrutura da massa, que se torna homogênea e fácil de ser trabalhada. Após todos os ingredientes terem sido adicionados, foram aguardados cinco minutos para a massa atingir a consistência esperada para prosseguir à próxima etapa.

TREFILAÇÃO: Nessa etapa, a massa alimentícia foi empurrada pela rosca sem fim para matriz/trefila, que, por força, diminui o diâmetro e aumenta o comprimento, caracterizando o macarrão (BONATTO; KENNEDY, 2008)².

LAMINAÇÃO: Processo no qual a massa passou por uma série de cilindros responsáveis pela redução de sua espessura, transformando-a em uma lâmina fina e uniforme.

CORTE : A lâmina proveniente da etapa de laminação foi cortada manualmente em formato e comprimento específico (padre nosso) – Figura 4;



Figura 4: Corte

EMPACOTAMENTO: Tem como função proteger o produto de contaminação, perda de umidade para o ambiente, entre outros fatores que possam influenciar nas características do produto. A embalagem usada foi a de polietileno, após essa etapa, o produto foi mantido em refrigeração na câmara frigorífica (Figura 5).



Figura 5: Corte

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas determinarão se o produto está apto ao consumo ou não, de acordo com os resultados obtidos a partir das análises de *Bacillus cereus/g*, *Estafilococos coagulase positiva/g*, *Salmonella sp/25g* e *Coliformes 45°C/g*(coliformes termotolerantes), realizadas de acordo com a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001)⁵, as metodologias utilizadas foram as descritas na APHA (2010)¹.

ANÁLISES FÍSICOS-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas para determinar as características do macarrão, sendo elas pelo Padrão de Qualidade e Identidade (PIQ) do produto e pelas legislações, obrigatórias e opcionais.

Realizaram-se análises de umidade e substâncias voláteis, acidez total da massa, cinzas em base seca, proteína e lipídeos, e foram realizadas, segundo a Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro (2000)⁶, RDC Nº 54, de 12 de novembro (2012)⁴ e a RDC 360, de 23 de dezembro (2003)⁷, utilizando as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz, (2008)¹⁰.

ANÁLISE SENSORIAL

As análises sensoriais foram realizadas por meio de Teste afetivo de aceitação avaliando aspecto, cor, odor, sabor e textura do produto a fim de determinar a média de aceitação dos provadores para verificar se o produto desenvolvido (macarrão) poderá ter um bom índice de consumo ou não.

Realizaram-se análises segundo a legislação vigente da Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro (2000)⁶ e seguiu as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008)¹⁰.

Ficha

A ficha utilizada para realizar a análise sensorial do produto proposto (macarrão) foi desenvolvida, segundo Instituto Adolfo Lutz (2008)¹⁰, na qual o julgador deveria preencher seu gênero respectivo, a data e experimentar a amostra. Antes disso, deveria comer um biscoito de sal e beber um copo de água para poder limpar as papilas gustativas, logo após, marcar de acordo com o quanto gostou ou desgostou do produto na ficha, podendo ou não deixar seu comentário abaixo – Figura 6.

Gênero: () F () M Data: __/__/__

Você está recebendo uma amostra de Macarrão. Marque a opção que mais represente o quanto você gostou do produto.

				
Desgostei Muito	Desgostei	Indiferente	Gostei	Gostei Muito

Comentários: _____

Figura 6: Ficha de avaliação sensorial

Julgadores

A análise foi realizada com 92 julgadores, onde 37 participantes se identificaram como gênero feminino, 53 como masculino e 2 participantes não se identificaram, não marcando nenhum gênero.

Resultados e Discussão

MICROBIOLOGIA

Estafilococos Coagulase Positiva

A leitura das placas foi realizada utilizando o contador de UFCs, no qual não se verificou nenhuma contaminação típica. Após a incubação das placas, seguindo o modo, o tempo e a temperatura adequados, as placas foram retiradas das estufas e levadas para o contador de UFCs, no qual não foi constatado nenhum crescimento de colônia típica de *estafilococos coagulase positiva/g*.

Bacillus Cereus

A leitura das placas foi realizada utilizando o contador de UFCs, no qual não se verificou nenhuma contaminação típica. Após a incubação das placas, seguindo o modo, tempo e a temperatura adequados, as placas foram retiradas das estufas e levadas para o contador de UFCs, no qual não foi constatado nenhum crescimento de colônia típica de

estafilococos coagulase positiva/g.

Salmonella SP

No final do último procedimento (estriamento no Ágar Hektoen), constatou-se que o resultado para *Salmonella* é ausência, pois a placa com o meio ficou alaranjada e, caso houvesse contaminação, ela iria ficar verde azulada apresentando um centro negro nas colônias, devido à produção de H₂S.

Coliformes 45°C (Coliformes Termotolerantes)

A leitura dos tubos foi realizada, baseando-se no método de leitura dos tubos, considerando positivos, aqueles que apresentaram turbidez, assim como presença de gás no interior do tubo de Durham. Foi utilizado para a contabilidade dos resultados o método da Tabela do Número Mais Provável (NMP), na qual se constatou presença em todos os tubos com diluição 10-1, bem como, na diluição 10-2. Em contrapartida, nos tubos com diluição 10-3, não foi constatado o mesmo.

Após analisada a presença nos tubos, foi feita uma análise comprovatória, por meio de placas de Petri contendo meio BEM, na qual ficou evidenciada a aparência verde brilhante na placa 10-1 e em menor percepção na placa 10-2.

Tabela 3: Limite microbiológico

LIMITE ACEITÁVEL							
Grupo alimentício	Micro-organismo	Tolerância para Amostra INDICATIVA	Tolerância para Amostra Representativa				Resultado (NMP/g)
			N	c	m	M	
massas alimentícias frescas, cruas e não fermentadas, com ou sem ovos, com ou sem recheio e cobertura, e similares, refrigeradas	Bacillus Cereus /g	5x10 ³	5	2	10 ³	5x10 ³	-
	Coliformes 45°C /g	10 ²	5	3	5x10	10 ²	7
	Estafilococos coagulase positiva/g	5x10 ³	5	2	10 ³	5x10 ³	-
	Salmonella sp p/25g	Aus.	5	0	Aus.	-	Aus.

FÍSICO-QUÍMICA

Umidade

Para a amostra 1 (M1), foi alcançado um resultado de 32,1494% de umidade, pois ao final do processo de secagem, o peso total (amostra + cadinho) foi de 30,7217g, tendo uma perda de 1,0102g.

Para a amostra 2 (M2), foi alcançado um resultado de 31,9565% de umidade, pois ao final do processo de secagem, o peso total (amostra + cadinho) foi de 38,1490g tendo uma perda de 0,9671g.

Para a amostra 3 (M3), foi alcançado um resultado de 31,8715% de umidade, pois ao final do processo de secagem, o peso total (amostra + cadinho) foi de 66,3260g tendo uma perda de 1,0044g.

Calculando a média de umidade:

$$\frac{31,8715\% + 31,9565\% + 32,1494\%}{3} = 31,9924\% \quad (1)$$

Acidez

Na titulação, foram gastos 4,7ml da solução de hidróxido de sódio com um fator de 0,92, aplicando a seguinte fórmula:

$$\frac{V \times f \times 100}{P \times c} \quad (2)$$

V é igual ao nº de ml da solução de hidróxido de sódio 0,01 M gasto na titulação; f é igual ao fator da solução de hidróxido de sódio 0,01 M; P é igual ao nº de g da amostra usado na titulação; c é igual ao correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

$$\frac{4,7 \times 0,92 \times 100}{3,3052 \times 100} \quad (3)$$

Obtendo como resultado: 1,3082% de acidez.

Cinzas

Aplicou-se a seguinte fórmula para calcular o resultado de cinzas:

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ Cinzas} \quad (4)$$

Sendo:

N é igual ao nº de g de cinzas; P é igual ao nº de g da amostra.

Para a amostra M1:

$$\frac{100 \times 0,0503}{3,1422} = 1,6007\% \text{ Cinzas} \quad (5)$$

Para a amostra M2:

$$\frac{100 \times 0,0402}{3,0263} = 1,3283\% \text{ Cinzas} \quad (6)$$

Para a amostra M3:

$$\frac{100 \times 0,0310}{3,1514} = 0,9836\% \text{ Cinzas} \quad (7)$$

• Média das amostras:

$$\frac{1,6007\% + 1,3283\% + 0,9836\%}{3} = 1,3042\% \text{ Cinzas} \quad (8)$$

Proteínas

Usou-se a fórmula abaixo para alcançar o resultado de proteínas:

$$\frac{V \times 0,14 \times f}{P} = \% \text{ Proteínas} \quad (9)$$

V é igual ao volume de ácido sulfúrico 0,05M gasto na titulação P é igual ao nº de g da amostra; f é igual ao fator de conversão

Para M1:

$$\frac{8,1 \times 0,14 \times 5,7}{1,02} = 6,3370\% \text{ Proteínas} \quad (10)$$

Para M2:

$$\frac{9 \times 0,14 \times 5,7}{1,04} = 6,9057\% \text{ Proteínas} \quad (11)$$

Para M3:

$$\frac{8,5 \times 0,14 \times 5,7}{1,01} = 6,7158\% \text{ Proteínas} \quad (12)$$

• Média de proteínas:

$$\frac{6,3370\% + 6,9057\% + 6,7158\%}{3} = 6,6528\% \text{ Proteínas} \quad (13)$$

Lipídios

Aplicou-se a seguinte fórmula para obter o resultado de lipídios:

$$\frac{100 \times N}{P} = \% \text{ Lipídios} \quad (14)$$

N é igual ao nº de gramas de lipídios; P é igual ao nº de gramas da amostra.

Para M1:

$$\frac{100 \times 0,0519}{5,1768} = 1,002 \% \text{ Lipídios} \quad (15)$$

Para M2:

$$\frac{100 \times 0,0350}{5,1159} = 0,6841\% \text{ Lipídios} \quad (16)$$

Para M3:

$$\frac{100 \times 0,1200}{5,1548} = 2,3279\% \text{ Lipídios} \quad (17)$$

• Média de lipídios:

$$\frac{1,002\% + 0,6841\% + 2,3279\%}{3} = 1,338\% \text{ Lipídios} \quad (18)$$

Legislação De Determinação Físico Química

Tabela 4: Limite Aceitável em físico-química

Análise	Massa	Limite máximo (%)	Resultado (%)
Umidade	Massa Alimentícia Úmida ou Fresca	35,0	31,9924
Acidez	Massa Alimentícia	5,0	1,3082
Lipídeos	Massa Alimentícia	9,73	1,338
Proteínas	Massa Alimentícia	15,21	6,616
Cinzas em base seca	Massa Alimentícia designada "com ovos"	5,0	1,3042

SENSORIAL

Escala Hedônica Afetiva

A escala hedônica afetiva utilizada varia de “desgostei muito” a “gostei muito”.

- Não foi identificada nenhuma marcação nas figuras que representavam “desgostei muito” e “desgostei”.



- Foram identificados 9 marcações na figura “indiferente”, em que dos 9 que marcaram, 7 eram de gênero masculino e 2 de gênero feminino.



- Foram identificados 33 marcações na figura “gostei”, em que das 33 que marcaram, 21 eram de gênero masculino, 11 de gênero feminino e 1 sem identificação de gênero.

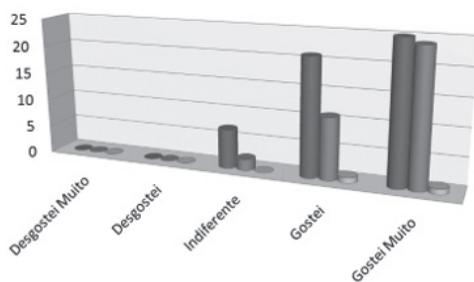


- Foram identificadas 50 marcações na figura “gostei muito”, em que das 50 que marcaram, 25 eram de gênero masculino, 24 de gênero feminino e 1 sem identificação de gênero.



GRÁFICOS

GÊNERO (Figura 7)



	Desgostei Muito	Desgostei	Indiferente	Gostei	Gostei Muito
■ Masculino	0	0	7	21	25
■ Feminino	0	0	2	11	24
■ Desconhecido	0	0	0	1	1

Figura 7: Gráficos de gênero

Fonte: Desenvolvidos pelos autores, 2015.

PERCENTUAL (Figura 8)

Análise Sensorial

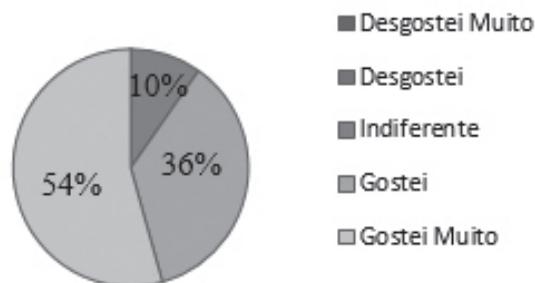


Figura 8: Gráfico percentual

Fonte: Desenvolvidos pelos autores, 2015.

Segundo FARIA, yotsuyanag (2002)⁸, este teste tem como critério de aprovação o mínimo de 60% de “acerto”, aceitando 20% de erro em cada figura

Contando com a porcentagem de “gostei” e “gostei muito” totaliza-se 90 % de “acerto”, por tanto, em níveis aceitáveis segundo FARIA, yotsuyanag (2002)⁸.

3.3.5- COMENTÁRIOS

- Desgostei muito: Não foram identificados nenhuns comentários.
- Desgostei: Não foram identificados nenhuns comentários.
- Indiferente: Das 9 marcações na figura “indiferente”, 3 julgadores deixaram seus comentários referentes ao macarrão, e todos se identificaram como gênero masculino.
 - O macarrão parece está pouco cozido.
 - Muito mal, sem textura, aspecto ruim.
 - Textura muito mole.
- Gostei: Das 33 marcações na figura “gostei”, 6 julgadores deixaram seus comentários referentes ao macarrão, e dos 6 que deixaram seus comentários, 2 se identificaram como gênero feminino e 4, como masculino.
 - O macarrão estava bom.

2. Só está um pouco cozido demais.
 3. Gostei, mais o sabor está meio amargo.
 4. Sabor, pouco ácido, textura boa.
 5. Muito bom.
 6. Gostei bem, muito bom.
- Gostei muito: Das 50 marcações na figura “gostei muito”, 20 julgadores deixaram seus comentários referentes ao macarrão, e destes, 9 se identificaram como gênero feminino e 11, como masculino.
 1. Muito bom.
 2. Produto muito saboroso.
 3. Sensacional.
 4. Produto maravilhoso, Com certeza compraria! Parabéns!!!
 5. Gostei muito.
 6. O macarrão está ótimo.
 7. Está muito bom!!!
 8. Achei muito leve e saboroso!
 9. Eu gostei muuuuuuito S2 S2 muito mesmo.
 10. Muito bom! Parabéns!
 11. Estava muito bom! Me surpreendeu.
 12. Apesar de já estar com molho, gostei muito e consumia sem problemas.
 13. Muito bom!
 14. Muito bom!
 15. Excelente nota 10.
 16. Parabéns.
 17. Tá uma delícia!!!
 18. Delicioso.
 19. Textura e gosto magníficos.
 20. Gostei muito, parabéns.

Conclusão

Tendo cumprido os objetivos, no desenvolvimento da formulação rica em ômega-3 e sem glúten, o macarrão está apropriado para o consumo;

As análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas para a caracterização do produto, onde os resultados foram satisfatórios estando de acordo com o Padrão de Identidade e qualidade (PIQ) e com as legislações vigentes;

A análise sensorial foi realizada, tendo participado 92 julgadores onde não foram identificadas as opções desgostei e desgostei muito, e os resultados foram satisfatórios e estão dentro do esperado. O sabor do ômega-3 não interferiu no julgamento da massa, portanto, o seu uso se torna viável, devido ao valor nutricional que ele fornece;

Desta forma, o produto torna-se adequado ao consumo, e poderá contribuir para promoção da saúde, sensorialidade e prazer aos consumidores com restrição alimentar devido ao glúten as quais precisam de mais opções de consumo.

Referências

1. Apha/ Awwa/ Wef. Eaton, A.D., et al. Standard methods for the examination of water and food. 21^a ed. Washington: American Public Health Association, **2010**.
2. Bonatto, F; Kennedy, M. Manual de boas práticas: fabricação de macarrão com ovos. Fertay Ind.e Comercio de Alimentos, Ponta Grossa, PR, **2008**.
3. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. **2005**.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC Nº54, de 12 de novembro de 2012, Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. **2012**.
5. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 ementa não oficial: Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. publicação: D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 10 de janeiro de **2001**.
6. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº93, de 31 de outubro de 2000. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massas alimentícia. Diário Oficial da União; Poder Executivo, 01 nov. **2000**.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 ementa não oficial: Aprova Regulamento Técnico sobre

Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. publicação: D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 26 de dezembro de **2003**.

8. Faria, E. V. De; Yotsuyanagi, K. Técnicas de análise sensorial. Campinas: ITAL / LAFISE, **2002**.
9. Guerreiro, L. Dossiê Técnico Massas Alimentícias. REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro Setembro, **2006**.
10. Instituto Adolfo Lutz - Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, **2008**.

Samer Pereira^{*}, Vítor C.
Meleiro, Bruno J. C. Teixeira
& Natália F. de Medeiros.

Centro de Tecnologia SENAI Alimentos e Bebidas. Rua Nilo Peçanha,
85, Centro, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil. CEP 27.700-000.

*E-mail: samer@firjan.org.br

Desenvolvimento de Produtos sem Glúten: Possibilidades Industriais

Gisela A. C. dos Santos; Isadora B. R. Machado;
Pâmella R. Nascimento & Nástia R. A. Coelho

Objetivou-se desenvolver formulações de falso pão de queijo, bolacha salgada e massa de crepe sem glúten. Procurou-se substituir a farinha de trigo por ingredientes, como fécula de batata, polvilhos doce e azedo, amaranto, farinha de milho, farinha de arroz, amido de milho. Conclui-se que as amostras de bolacha salgada sem glúten alcançaram boa aceitação, principalmente, a amostra com amaranto. Os resultados mostraram que o falso pão de queijo é viável, industrialmente, ao menos sob o ponto de vista tecnológico. Para os crepes, sugere-se que sejam realizados estudos adicionais, tanto microbiológicos quanto de embalagem, para definir parâmetros da vida de prateleira.

Palavras-chave: *glúten; desenvolvimento; panificação.*

This study aimed to develop formulations of fake cheese bread, crackers and pasta crepe gluten. Sought to replace wheat flour for ingredients such as potato starch, sweet and fermented cassava starch, amaranth, corn flour, rice flour, corn starch. We conclude that the gluten-free crackers samples achieved good acceptance, mainly the sample with amaranth. The results showed that the fake cheese bread is feasible industrially, at least from a technological point of view. For the pancakes, it is suggested that further studies are conducted, both microbiological as packaging, to define the shelf life parameters.

Keywords: *gluten; development; bakery.*

Introdução

O desenvolvimento de novos produtos, sejam panificáveis ou não, exige que vários ingredientes sejam testados, a fim de identificar tanto a combinação quanto as quantidades desses, que gerarão melhores propriedades tecnológicas e sensoriais¹. Nesse sentido, a aplicação da tecnologia de alimentos surge como alternativa e esperança para pessoas que precisam de produtos para dietas especiais.

A doença celíaca (DC) é uma intolerância à ingestão de glúten, contido em cereais como cevada, centeio, trigo e malte, em indivíduos geneticamente predispostos, caracterizada por um processo inflamatório que envolve a mucosa do intestino delgado, levando à atrofia das vilosidades intestinais, má absorção e uma variedade de manifestações clínicas². O tratamento da doença é fundamentalmente dietético, caracterizando-se pela exclusão de alimentos fontes de glúten, mesmo nos períodos de latência, uma vez que esses tendem a ser transitórios³. Para garantir uma dieta isenta de glúten, o celíaco deve sempre conhecer os ingredientes que compõem as preparações alimentares e fazer leitura minuciosa dos ingredientes, listados nos rótulos de produtos industrializados⁴.

O glúten é uma substância elástica, aderente, insolúvel em água, responsável pela estrutura das massas alimentícias. É constituído por frações de gliadina e de glutenina que, na farinha de trigo, totalizam 85% da fração proteica. O trigo é o único cereal que apresenta gliadina e glutenina em quantidade adequada para formar o glúten, sendo essas as responsáveis por determinar características importantes na aceitação dos alimentos, afetando significativamente sua qualidade sensorial⁴.

A maior dificuldade na alimentação dos celíacos está no acesso aos produtos elaborados com substitutos da farinha de trigo que apresentem características sensoriais favoráveis e agradáveis ao consumidor. É possível encontrar no mercado alguns produtos sem glúten desenvolvidos a partir de cereais como o arroz e batata. Na sua maioria, não são produzidos em larga escala, o que representa agregação de valor comercial interessante para as indústrias³.

Os hábitos alimentares estão envolvidos com o sentimento dos indivíduos. Relacionam-se com valores familiares e culturais. Nesse aspecto, pode-se considerar

que a restrição alimentar causa sofrimento, rompimento do afeto, perda do alimento. A experiência da doença impõe uma ruptura obrigatória de um hábito alimentar e a adesão a uma dieta isenta de glúten implica a adoção de novas práticas alimentares⁴.

Heisler et al.⁵ verificaram que a substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar teve uma aceitabilidade de 100%. Segundo ele, a farinha de arroz é de rápida e fácil digestão no organismo, muito superior a do milho, o que a torna especialmente indicada para alimentos infantis, de idosos e pessoas com necessidades especiais de alimentação. Por não conter glúten, pode ser incluída na alimentação de pessoas com doença celíaca, sendo esta uma das grandes vantagens desta farinha.

César et al.⁶, no estudo 'Elaboração de pão de glúten', ao formularem um pão que pudesse ser consumido por pacientes celíacos, utilizando como base amilácea substituinte da farinha de trigo o creme de arroz e o polvilho doce, observaram no pão aparência e sabor característicos do pão tradicional. A casca ficou crocante e dourada, apresentando textura típica de pão. Entretanto, por não utilizar nenhum tipo de conservante no produto formulado, notaram o crescimento de bolores após quatro dias de armazenamento.

Carolino et al.⁷ na elaboração de nhoque de inhame sem glúten concluíram que é possível elaborar uma massa alimentícia sem glúten. Isso se dá pela associação de ingredientes à base de amido que atuam na substituição da farinha de trigo, juntamente às propriedades do inhame. Os resultados foram considerados satisfatórios, em relação à qualidade da massa e as características sensoriais, demonstrando aceitação pelos consumidores.

Um estudo realizado para a elaboração de massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico foi conduzido por Schmielei et al.⁸. Os resultados mostraram que o uso de isolado proteico de soja, albumina de ovo modificada e desidratada e farinha de arroz pré-gelatinizada são importantes para a obtenção de massas com características tecnológicas melhores que a amostra controle (somente com farinha de arroz). Obteve-se um produto final com menor tempo de cozimento, baixa perda de sólidos na água de cozimento e maior firmeza do que a amostra controle, características importantes neste tipo de produto. A adição de 17% de isolado proteico de soja, 15% de albumina de ovo modificada e desidratada

e 15% de farinha de arroz pré-gelatinizada na farinha de arroz resultou em melhores condições tecnológicas, e os modelos matemáticos foram validados, podendo prever as respostas analisadas pelo delineamento utilizado.

Na pesquisa realizada por Batista et al.⁹, foi desenvolvida farinha de inhame, com o objetivo de estudar a possibilidade de associação de ingredientes à base de amido que atuam na substituição da farinha de trigo, em produtos para celíacos. Em harmonia com as propriedades do inhame e técnicas de preparo adequadas, é possível obter resultados satisfatórios em relação à qualidade da massa e nas características sensoriais.

Segundo Monteiro¹⁰, a elaboração de disco de pizza pré-assado sem glúten e sem lactose, obteve aceitação de 70% de provadores não celíacos. Foram utilizadas diferentes proporções de farinha de arroz, inhame e quinoa como substituintes da farinha de trigo. Castro et al.¹¹, visando melhorar a qualidade de vida de pacientes celíacos, oferecendo-lhes alternativas melhores em relação aos alimentos que visam compor sua dieta, desenvolveram biscoitos de queijo e bolos com grãos, flocos e farinha de quinoa. Foram criados biscoitos de queijo com flocos de quinoa, bolo de farinhas de milho e de quinoa e de bolo de banana com farinha de quinoa. De acordo com a análise sensorial, os dois primeiros se mostraram bem palatáveis, com textura e aroma agradáveis. Já a última preparação apresentou gosto amargo. Entretanto, concluíram ser viável a utilização de quinoa na substituição de produtos que contêm glúten, considerando-a de boa digestibilidade, o que evidencia sua qualidade proteica.

Kirinus et al.¹², utilizando a farinha de soja e a de quinoa no preparo de macarrão caseiro sem glúten, constataram, por meio da avaliação sensorial, ser viável essa substituição. A maioria das pessoas que participou da análise sensorial demonstrou maior aceitação pelo macarrão elaborado com farinha de soja, relatando odor forte no macarrão elaborado com farinha de quinoa. Apesar disso, concluíram a viabilidade da elaboração do macarrão caseiro tanto com farinha de soja quanto com farinha de quinoa. Devido à maior aceitação do macarrão com farinha de soja, esse pode ser sugerido como uma alternativa à mais na alimentação de pacientes celíacos.

Ferreira et al.³, no estudo 'Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo', concluíram a viabilidade da

produção de biscoitos tipo cookies para celíacos. Segundo eles, a aceitação dos cookies de farinha de sorgo tanto pelos provadores não celíacos quanto pelos provadores celíacos foi considerada ótima. As formulações de cookies sem glúten apresentaram diferença estatística somente nos descritores sensoriais cor e odor. Quanto às análises físicas e químicas, apresentaram características próximas aos biscoitos feitos com farinha de trigo. Embora seja viável o consumo desses cookies, eles devem ser ingeridos moderadamente devido à densidade calórica e ao alto teor de fibras.

Materiais e Métodos

O desenvolvimento de todos os produtos foi realizado no laboratório de Panificação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC), no Campus II, em Goiânia.

FALSO PÃO DE QUEIJO

Os experimentos foram realizados em três repetições.

Foram utilizados polvilho doce, azedo, fermento químico, sal e fécula de batata, além do aroma de queijo.

Todos os ingredientes secos foram pesados em uma balança (Balança 6270 - 5Kg Toledo) com auxílio de um béquer de 1000 mL, colher e copo descartável. Procedeu-se à homogeneização dos ingredientes secos para posterior acréscimo dos outros componentes da formulação (água, óleo e ovos).

O preparo do falso pão de queijo foi completado com o acréscimo de ovos, água e óleo de soja, em quantidades estabelecidas para uma formulação tradicional. O óleo e a água foram fervidos, acrescentados à massa em pó para o esaldamento. Após o resfriamento da massa esaldada, foram acrescentados os ovos e todos os ingredientes foram misturados até obtenção de uma massa homogênea¹³. Após essa etapa, foram feitas bolinhas uniformes com as mãos untadas com óleo e colocadas em uma forma de alumínio própria para assamento. O forno deve ser preaquecido (20 minutos), e o tempo de assamento leva em torno de 30 minutos. Todas as operações foram realizadas de forma manual.

Os pãezinhos foram então colocados em forno elétrico pré-aquecido, marca Eletrolux, com temperatura de 180°C até aparentarem total assamento (aproximadamente 30 minutos), conforme recomendação de SILVA, GARCIA e FERREIRA¹⁴.

Os produtos foram avaliados sensorialmente em termos de aparência, aroma, sabor, textura e presença de alvéolos internos.

BOLACHA SALGADA

Os materiais utilizados estão apresentados na Tabela 1

Tabela 1 - Formulações Testadas

FORMULAÇÕES TESTADAS	
Experimentos	Insumos
1º Experimento	Farinha de arroz, amido de milho, óleo, sal e água.
2º Experimento	Farinha de arroz, fécula de batata, óleo, sal e água.
3º Experimento	Farinha de arroz, água, farinha de milho, margarina e sal.
4º Experimento	Amido de milho, água, amaranto em flocos, margarina, farinha de milho e sal.

Fonte: Nascimento¹⁵

As formulações, em percentual livre e sobre base de farinha (% b.f.), estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 - Formulação da bolacha sem glúten amostra B

Ingredientes	Peso(g)	% b.f.
Farinha de arroz	73	100
Água	180	391,3
Farinha de milho	46	158,7
Margarina	20,5	44,6
Sal	2,5	5,44

Fonte: URZÊDA¹⁶, citado por Nascimento¹⁵ adaptado.

Tabela 3 - Formulação da bolacha sem glúten amostra B

Ingredientes	Peso(g)	% b.f.
Amido de milho	46	100
Água	80	174
Amaranto em flocos	73	158,7
Margarina	20,5	44,6
Farinha de milho	17	37
Sal	2,5	5,44

Fonte: URZÊDA¹⁶, citado por Nascimento¹⁵ adaptado.

Os equipamentos usados na produção foram balança marca Shimadzu, modelo BL320H e balança marca C&F, modelo P3, forno elétrico marca Layr, linha Crystal Plus e utensílios como: rolo de massa, espátula para bolo, colher.

ANÁLISE SENSORIAL

Os testes aplicados foram o de aceitação com uso da escala hedônica de 9 (nove) pontos, o teste de atitude com uso da escala (FACT) e o de preferência por ordenação.

A análise sensorial foi realizada em duas repetições: com voluntários que estavam presentes no Campus II da instituição. Participaram dos testes estudantes, professores, funcionários da PUC Goiás e funcionários da limpeza terceirizada. O número de provadores foi de 32 para a primeira repetição e para a segunda, foi de 31 provadores, para o teste de aceitação e intenção de compra. Para o teste de preferência, o número de provadores foi de 65, sendo 32 na primeira repetição e 33 na segunda. A diferença entre os provadores dos testes de aceitação, intenção e preferência foi devido a alguns provadores terem respondido às fichas de avaliação de maneira inadequada, invalidando as fichas.

Cada provador recebeu duas amostras codificadas com números aleatórios de três dígitos, um copo com água para a limpeza do palato e as duas fichas de avaliação.

CREPES

Cinco formulações foram desenvolvidas, em três repetições, com o objetivo de identificar aquela que apresentasse melhores características sensoriais.

Para o preparo de massa de crepe sem glúten, optou-se por testar as seguintes farinhas: A - arroz (100%); B - polvilho doce (50%) e amido de milho (50%); C - polvilho doce (75%) e polvilho azedo (25%); D - amido de milho (50%) e farinha de arroz (50%) e E - farinha de arroz (50%) e polvilho doce (50%). Para obtenção da massa de crepe pronta, foi necessário acrescentar a essas formulações outros ingredientes, como: ovo, leite, sal e óleo. Todas as massas foram preparadas em frigideira de material antiaderente, em fogão doméstico. Simulando o preparo pelo consumidor final.

Todas as formulações passaram por análise de perda de massa e determinação do teor nutricional. A análise da perda de massa foi feita da seguinte maneira: as massas de crepe, já ‘assadas’ foram acondicionadas em bandejas de isopor e recobertas com filme plástico de PVC (polivinilclorila) e armazenadas em temperatura de refrigeração e ambiente. A perda de massa foi determinada em balança marca Shimadzu, modelo BL320H, durante 7 (sete) dias para cada amostra, sob armazenamento em temperatura ambiente.

Resultados e Discussões

FALSO PÃO DE QUEIJO

Os resultados demonstraram que a massa de falso pão de queijo comportou-se no escaldamento semelhantemente ao escaldamento do pão de queijo tradicional, no qual toda a massa seca ficou aglutinada e pouco pegajosa. APLEVICZ¹⁸ comenta que na fabricação de produtos, nos quais o polvilho azedo é escaldado, proporciona ao produto sabor agradável, com crosta fina, crocante, maior volume, além de maior absorção em água. Segundo PIZZINATO¹⁹, no processo de escaldamento, ocorre quebra de pontes de hidrogênio que mantêm o seu arranjo molecular, com isso, ocorre o fenômeno de hidratação e inchamento dos grânulos facilitando a gelatinização, formando uma pasta viscosa de amido.

Durante o amassamento da massa, esta teve uma boa homogenização. Todos os ingredientes se misturaram por completo, mantiveram uma textura de fácil manipulação e o tempo de mistura foi o mínimo possível para que a massa atingisse a consistência desejada. Observou-se que a massa não ficou aderida ao recipiente, no qual se realizou essa etapa e manteve uma maciez semelhante

à formulação tradicional. Nesse processo, ocorre incorporação de certa quantidade de ar, que irá participar da expansão do volume e melhorar a textura do produto assado. No processo de amassamento, o ideal é que a massa não apresente textura seca (dura), nem pegajosa²⁰.

Durante o processo de modelagem, a massa apresentou um despregar da colher com facilidade e uma fácil manipulação com as mãos, facilitando o processo de formação das bolinhas.

No processo de assamento, foi preciso ter cuidado com o tempo da preparação dentro do forno para que não ocorresse um endurecimento excessivo do produto. Nesta etapa, foi observado o escurecimento externo e o crescimento da massa. PIZZINATO¹⁹ afirma que o aumento de volume do pão de queijo se deve à expansão de vapor e ar durante o assamento.

Como se trata de produto sem adição de leite nem queijo, a oferta de aminoácidos básicos, para ocorrência da Reação de Maillard, responsável pelo processo de escurecimento (não enzimático) no produto tradicional, fica praticamente reduzida ao que os ovos agregam à preparação. A cor amarelada do produto assado pode ser atribuída, nesse caso, à utilização de ovos caipiras na preparação.

Segundo SOUZA-SOARES e SIEWERDT²¹, o ovo tem propriedades de aeração e coagulação, fornecendo ao pão de queijo uma melhor estrutura, textura mais leve e aerada, maior volume e cor amarelada natural. Isso significa que a intensidade da cor de produto assado não será (e não foi) idêntica à que se observa na formulação de pão de queijo tradicional. Se o tempo de assamento for superior a 30 minutos, conforme observações experimentais para a formulação estudada, o produto apresentar-se-á extremamente seco e duro.

Com relação à aparência do falso pão de queijo, observou-se que houve presença de rachadura na parte superior do produto. Isso, provavelmente, deve-se à presença do polvilho azedo na formulação, conforme comentário feito por PEREIRA et. al.²², em que relata que pão de queijo produzido com polvilho azedo apresenta maior volume, textura mais porosa com maior número de células de ar, miolo esponjoso, mais leve e elástico, casca com rachaduras e uniforme quando comparado ao pão de queijo produzido com polvilho doce. MINIM et. al.²³ relata também que formulações compostas por polvilho doce e azedo apresentam mais uniformidade, aroma e sabor.

O aroma do falso pão de queijo foi muito semelhante ao que se observa no produto tradicional, tanto antes quanto durante o assamento. Entretanto, após o assamento, a intensidade do aroma sofreu redução significativa. Isso pode ser explicado pela presença de voláteis no aditivo. Como o assamento provoca perda de água e a maior parte das substâncias voláteis se liga à molécula de água, ocorre, invariavelmente, perda do aroma durante esta etapa.

Os falsos pães de queijo foram avaliados quanto à presença de alvéolos no interior do produto. Constatou-se que os alvéolos estiveram presentes, mas não a ponto de provocarem o murchamento do produto após seu resfriamento. Segundo PIZZINATO¹⁹, essa formação de alvéolos é devido às transformações que a massa sofre por causa da evaporação de uma pequena quantidade de água e a sua expansão (pela ação do vapor de água e dos gases) durante o assamento.

O sabor apresentou-se leve e discreto, devido à perda de substâncias voláteis do aroma durante o assamento, ou seja, ficou inferior ao do produto tradicional. KECHICHIAN²⁴ relata que durante o processamento geralmente há perda parcial ou total do aroma em muitos alimentos

CREPES

Os resultados do processamento indicaram que o comportamento em termos de textura, quesito maciez, dificuldade para virar na frigideira e sabor, variou entre as amostras testadas. No quesito ‘dificuldade para virar’ foi observado que a amostra B (polvilho doce 50% e amido de milho 50%) foi a que apresentou maior dificuldade, sendo a amostra A, feita exclusivamente com farinha de arroz, a que apresentou maior facilidade para virar na frigideira. Ainda no quesito ‘dificuldade para virar’, as amostras D, C e E ficaram em segundo, terceiro e quarto lugar, respectivamente. Durante o corte das massas de crepes, foi observado que as amostras B e C apresentavam elasticidade. As demais apresentavam textura macia. Schamne, Dutcosky, Demiate²⁵ desenvolveram pães sem glúten e muffins usando farinha de arroz e milho e amido de mandioca, visando uma boa aceitação sensorial e bom valor nutritivo. O uso de amido de mandioca, nas formulações de pão, foi restrito a um máximo de 50% da quantidade de farinha utilizada devido às limitações tecnológicas desse, entre

elas, a produção de miolo pegajoso. Notaram, ao final da produção, que o amido de mandioca foi o produto amiláceo que mais influenciou na elasticidade do pão sem glúten. Todas as amostras apresentaram sabor agradável. Em relação à perda de massa, foi observado que as massas de crepe, armazenadas em temperatura ambiente, apresentaram uma maior perda de massa em relação às aquelas armazenadas em temperatura de refrigeração. Para os produtos armazenados em temperatura ambiente, observou-se a presença de bolores no quarto dia de armazenamento (formulações A, B, C, D e E). Isso se deve ao fato de que a velocidade de ocorrência das reações de deterioração é maior em temperatura ambiente do que em temperatura de refrigeração. Quanto ao teor nutricional das amostras, notou-se que as formulações que possuem farinha de arroz são as que apresentam maior valor calórico, entretanto, também são as que apresentam maior quantidade de proteína e de fibra.

Conclusões

FALSO PÃO DE QUEIJO

Conclui-se que a formulação testada resulta em falso pão de queijo com aparência muito semelhante à do produto original. A semelhança do produto assado com o produto tradicional permite afirmar que é viável a fabricação industrial deste produto, ao menos sob o ponto de vista tecnológico. No quesito aroma, sugere-se que sejam testadas novas concentrações, ou combinação de aromas de diferentes marcas, para verificar a permanência do aroma após o assamento.

Sugere-se que sejam realizados testes físico-químicos e microbiológicos para verificação da qualidade e validade do produto seco, além da realização de testes com embalagens apropriadas.

BOLACHA SALGADA

Conclui-se que as bolachas salgadas sem glúten desenvolvidas neste trabalho foram bem avaliadas sensorialmente, sendo que a formulação A, com amaranto, foi mais bem avaliada com 63,5% das respostas favoráveis a aceitação do produto.

CREPES

Com relação às formulações testadas, conclui-se que

aquela elaborada exclusivamente com farinha de arroz foi a mais viável, tanto sensorial quanto tecnologicamente, porque perdeu menos massa durante o armazenamento em temperatura ambiente, ficando em segundo lugar no caso do armazenamento em temperatura de refrigeração. Sugere-se que sejam realizados estudos adicionais, tanto microbiológicos quanto de embalagem, para definir com maior exatidão os parâmetros da vida de prateleira do produto.

Referências

1. Sosa, D.E.F.; Fariña, L.O.; Kottwitz, L.B.; Falconi, A.; Cerutti, E.; Araújo, C.; Pootz, E. Pão de queijo adicionado de concentrado proteico de soro. Segundo simpósio de inovação tecnológica, Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, **2003**.
2. Silva, T.S.G.; Furlanetto, T.W. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. *Rev. Assoc. Med. Bras.*, São Paulo, v. 56, n. 1, **2010**.
3. Ferreira, S.M.R.; Luparelli, P.C.; Schieferdecker, M.E.M.; Vilela, R.M. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. 2009. Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná, Brasil. **2009**. 11.
4. Araújo, H.M.C.; Araújo, W.M.C.; Botelho, R.B.A.; Zandonadi, R.P. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Revista de Nutrição, Campinas*, v.23, n.3, **2010**. 467-474.
5. Heisler, G.E.R.; Antônio G. A.; Mouro R. S.; Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar; *Alimento Nutricional, Araraquara*, v. 19, n3, **2008**. 299-306.
6. César, A.S.; Gomes, J.C.; Staliano, C.D.; Fanni, M.L.; Borges, M.C. Elaboração de pão sem glúten. *Revista Ceres. Março/Abril. 2006*. 150-155.
7. Carolino, F.T.; Pulito, D.R.; David, M. Elaboração do nhoque de inhame sem glúten. Desenvolvimento do rótulo e propagação do nhoque de inhame sem glúten. 5º Simpósio de Ensino de Graduação. 5ª Mostra Acadêmica Unimep. Universidade Metodista de Piracicaba. **2007**.
8. Schmielei, M.; Jaekel, L.Z.; I Ishidai, P.M.G.; Chang, Y.K.; Stell, C.J.S. Massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.43, n.5, **2013**. 908-914.
9. Batista, V.; Ramos, C.S.S.; Silva, W.D.F.; Cardoso, M.R.V.; Carlos, F. G. Farinha de Inhame (*Dioscorea Sp.*): Uma Alternativa Para Celíacos. I Jornada Científica e VI FIPA do CEFET Bambuí, Bambuí, **2008**. 4.
10. Monteiro, S. Z. Utilização de mesclas de farinha de arroz, inhame e quinoa na elaboração de disco de pizza pré-assado sem glúten e sem lactose. **2013**. 82.
11. Castro, L.I.A.; Vila Real, C.M.; Pires, I.S.C.; Pires, C.V.; Pinto, N.A.V.D.; Miranda, L.S.; Rosa, B.C.; Dias, P.A. Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd*): digestibilidade in vitro, desenvolvimento e análise sensorial de preparações destinadas a pacientes celíacos. *Alim. Nutr., Araraquara*. v.18, n.4, out./dez. **2007**. 413-419.
12. Kirinus, P.; Copetti, C.; Oliveira, V.R. Utilização de farinha de soja (*Glicine Max*) e de quinoa (*Chenopodium Quinoa*). *Alim. Nutr., Araraquara*. v.21, n.4, out./dez. **2010**. 555-561.
13. Junior, W.Q.; Araújo, M.R.; Mendonça, A.L. Desenvolvimento de pão de queijo utilizando farinha de arroz. *Estudos, Goiânia*, v. 36, n. 5/6, **2009**. 827-834.
14. Silva, M.E.; Garcia, G.K.S.; Ferreira, H.F. Caracterização química, física e avaliação da aceitação de pão de queijo com baixo teor energético. *Alimentação e Nutrição, Araraquara*, v.14, n.1, p. 69-75, **2003**.
15. Nascimento, P. R. Desenvolvimento de bolacha sem glúten. 2015.60 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Curso de Engenharia de Alimentos, Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, **2015**.
16. Urzêda, A. R. Desenvolvimento de novos produtos para celíacos com o uso de farinha de trigo mourisco. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Curso de Engenharia de Alimentos, Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, **2010**. 29.
17. Minim, V.P.R. Análise sensorial: estudo de consumidores. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.
18. Aplevicz, K.S.; Demiate, I.M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de okara. *Ciência e agrotecnologia*, v. 31, n. 5, set./out., **2007**. 1416-1422.
19. Pizzinato, A. Processo de fabricação de pão de queijo. Instituto de tecnologia de alimentos. Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo. Campinas: ITAL, **2000**, 87-101.
20. Pereira, J. Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo. 2001. Tese (Dourado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, **2001**.222.
21. Souza-soares, I.a.; siewerdt, F. Aves e Ovos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005. 138.
22. Pereira, J.; Ciacco, I.C.F.; Vilela, F.R.; Pereira, R.G.F.A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 24, n. 4, Oct./Dec. **2004**.
23. Minim, V.P.R.; Machado, P.T.; Canavesi, E.; Pirozi, M.R. Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 20, n. 2, May/Aug. **2000**.
24. Kechichian, V. Seminário Pão de Queijo: ingredientes formulação e processo. Instituto de tecnologia de alimentos, Campinas, **2000**.
25. Schamne, C.; Dutcosky, S.D.; Demiate, I.M. Obtention and characterization of gluten-free baked products. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 30, n. 3, **2010**.

26. Santos, G.A.C. Desenvolvimento de massa de falso pão de queijo. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Nutrição) – Curso de Nutrição, Pontifícia Universidade Católica, Goiânia, **2012**. 27.
-

Gisela A. C. dos Santos;
Isadora B. R. Machado;
Pâmella R. Nascimento &
Nástia R. A. Coelho*

Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Escola de Engenharia de Alimentos - Avenida Universitária, número 1440, Setor Universitário, Goiânia, Goiás, Brasil, CEP 74605-010.

*E-mail: nastiacoeelho@gmail.com

Melhoramento do Perfil Lipídico da Salsicha tipo Viena

Vitor C. Meleiro; Natália F. de Medeiros & Samer Pereira

Para execução do trabalho, foram elaboradas três formulações de salsicha: padrão, Fonte de ω -3 e alto conteúdo de ω -3 e, submetidas a análises físico-química, microbiológica, sensorial e posterior avaliação estatística dos resultados por meio do método Anova. Todas as formulações atenderam aos padrões legais estabelecidos, tanto físico-químicos como microbiológicos. Na avaliação estatística, verificou-se a formação de dois grupos estatísticos diferentes, em nível de 5%, entre a amostra padrão e as amostras com melhoramento do perfil lipídico, os resultados das avaliações sensoriais de aceitação com provadores, apresentaram boa resposta em comparação com parâmetros gerais de aprovação.

Palavras chave: *salsicha; ômega 3; perfil lipídico.*

For execution of work were prepared three sausage formulations: Standard, ω -3 source and high ω -3 content, and subjected to physical and chemical analysis, microbiological, sensory and subsequent statistical evaluation of the results through the Anova method. All formulations met the legal standards set both physicochemical and microbiological. Statistical evaluation showed the formation of two different statistical groups at the 5% level, between the standard sample and the samples with improvement of the lipid profile, the results of sensory evaluation of acceptance with tasters showed good response compared with parameters general approval.

Key words: *sausage; omega 3; lipid profile.*

Introdução

Em razão de modificações sociais, econômicas e culturais que vêm ocorrendo, nas últimas décadas, no País, foram percebidas alterações nos hábitos e comportamentos alimentares; por exemplo, o incremento da participação do consumo alimentar fora de casa,¹ o aumento do consumo de alimentos processados² e a substituição das refeições e preparações tradicionais por lanches com elevada concentração de energia, gorduras, açúcar de adição e sódio.³ Tais características desta dieta associam-se a condições relacionadas com a nutrição e o metabolismo, como a obesidade, as doenças cardiovasculares, a hipertensão, o diabetes e o câncer,⁴ as quais são as principais responsáveis pelos óbitos no Brasil.⁵

Contribuindo com esse quadro, o aumento do poder aquisitivo da população brasileira, aumentou também o consumo de carnes que, atualmente, é o segundo produto que o consumidor brasileiro mais gastou dinheiro, logo após o pão. Dentre os produtos cárneos mais vendidos, um dos que se destaca é a salsicha. Esse aumento tem ocorrido desde a alta no consumo de cachorro-quente, que sendo vendido em bares e lanchonetes e comércio ambulante. Outro fator que contribui para o aumento no consumo deste embutido está relacionado à variedade de pratos e preparos que têm a a salsicha como base, além do baixo custo deste embutido.⁶

Verificando esta nova tendência de dieta, composta por alimentos processados de fácil preparo em detrimento as refeições tradicionais e, buscando colaborar para a melhoria da qualidade nutricional, buscou-se a alternativa de melhoramento do perfil de lipídios que compõem a salsicha por meio da substituição da gordura animal pelo óleo vegetal e a incorporação de um ácido graxo, com funcionalidade comprovada, objetivando oferecer um alimento de melhor qualidade nutricional e mais um fonte de ingestão do ômega 3 (ω -3).

Métodos

Utilizando as instalações do SENAI-RJ - CTS Alimentos e Bebidas, foram elaboradas três formulações de salsicha tipo Viena sendo; a formulação 1 padrão, em acordo com o padrão legal⁷, e as formulações 2 e 3 com substituição parcial de gordura animal por óleo de soja e

adição do ácido graxo ômega 3 (ω -3), em quantidades suficientes que as classifique, respectivamente, como fonte de ω -3 e alto conteúdo de ω -3, de acordo com o determinação legal estabelecida⁸. Conforme formulação na tabela 1:

Tabela 1: formulações de salsicha tipo Viena

	Padrão	Fonte	Alto Conteúdo
Ingredientes	%	%	%
Paleta Suína	30,00	30,00	30,00
Paleta Bovina	24,80	24,80	24,80
Toucinho	20,00	3,00	3,00
Óleo de Soja	---	16,84	16,80
Ômega 3	---	0,06	0,10
Gelo	10,00	10,00	10,00
Proteína Texturizada de Soja (Hidratada)	10,00	10,00	10,00
Fécula de Mandioca	2,00	2,00	2,00
Sal	1,80	1,80	1,80
Sal de Cura	0,25	0,25	0,25
Fosfato	0,30	0,30	0,30
Eritobato	0,25	0,25	0,25
Aroma de Alho	0,10	0,10	0,10
Aroma de Fumaça	0,10	0,10	0,10
Condimentos para Salsicha	0,40	0,50	0,50
Total	100,00	100,00	100,00

Para avaliação da composição centesimal das três formulações, foram realizadas análises físico-químicas para determinação de proteína, gordura, umidade e cinzas em triplica para cada formulação, seguindo a metodologia estabelecida pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)⁹ e, a quantificação de carboidratos totais foi realizada por cálculo de diferença: Carboidratos Totais= (%P + %G + %U + %Cz) – 100

Para validação da qualidade microbiológica das formulações e, posterior avaliação sensorial, as formulações foram submetidas a análises microbiológicas, seguindo a metodologia estabelecida Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)¹⁰.

Para avaliação sensorial, as formulações foram submetidas ao teste de aceitação por escala hedônica¹¹, utilizando uma ficha de avaliação, conforme figura 1. Esta avaliação foi realizada em momentos distintos para cada formulação, com a intenção de evitar a comparação direta entre amostras.

Gênero: () F () M Data: _/_/_

Você está recebendo uma amostra de salsicha, marque a opção que melhor representa a sua opinião sobre este produto.

Muito Ruim Ruim Indiferente Bom Muito Bom







01 02 03 04 05

Comentários: _____

Figura 1: Ficha de análise sensorial

Na avaliação estatística, foram utilizados os escores da ficha de avaliação sensorial, com o objetivo de atribuir valores ao resultado obtido e, possibilitar quantificar percentual de aceitação para cada amostra e comparação entre as médias das diferentes amostra, por meio da Anova, para verificação se há diferença significativa, em nível de 5%, entre as três amostras, com auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0.

Resultados

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, sem repetição, com objetivo de determinar a composição centesimal da salsicha tipo Viena e, possibilitar a comparação com o padrão legal¹², estabelecido pela Instrução Normativa (IN) nº 4 do Ministério de agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), que aprova o Regulamento Técnico de identidade e Qualidade de salsicha.

Os resultados obtidos mostram que, em comparação com a IN nº 4, tanto a formulação padrão quanto as duas formulações com adição de ω -3 e substituição parcial da gordura suína por óleo de soja, atendem ao padrão legal em todos os quesitos, conforme apresentado na tabela 2.

Tabela 2: Resultados físico-químicos e comparação com padrão legal (IN nº 4).

Análises	Média ± Desvio Padrão (%)			IN nº 4
	Padrão	Fonte	Alto Conteúdo	
Umidade	61,06 ± 0,44	56,81 ± 0,06	55,21 ± 0,33	65% máx.
Gorduras	11,97 ± 0,92	18,67 ± 0,12	23,50 ± 0,41	30% máx.
Proteínas	16,51 ± 0,18	16,66 ± 0,00	14,66 ± 0,54	12% mín.
Carboidratos	9,44 ± 1,26	5,09 ± 0,31	3,78 ± 0,77	7% máx.
Cinzas	1,07 ± 0,03	2,77 ± 0,20	2,84 ± 0,20	-

Na comparação entre a formulação padrão e as formulações com alteração do perfil lipídico, percebe-se que, como as formulações como a modificação no perfil lipídico atendem aos parâmetros de composição físico-química da salsicha, estas contribuem para a melhoria das características nutricionais deste produto, visto que, colabora com a redução na ingestão de gorduras saturadas e incorpora ω -3 à composição.

A avaliação microbiológica teve por princípio a validação das condições higiênico-sanitárias do processo e do produto para, posteriormente, submetê-lo à avaliação sensorial comprovadores. Para comprovação destes parâmetros, após o processamento todas as formulações foram submetidas a análises microbiológica, tendo como parâmetros de comparação o padrão legal estabelecido pela RDC¹² do Ministério da Saúde¹³. Estão dispostos, na tabela 3, os resultados das análises microbiológicas para as três formulações, seguido do padrão estabelecido pela RDC¹².

Tabela 3: Resultados microbiológicos e comparação com padrão legal (RDC12)

Micro-organismo	Padrão	Fonte	Alto Conteúdo	RDC 12
Coliformes a 45°C/g	7 NMP/g	4 NMP/g	4 NMP/g	< 103 NMP/g
S. coagulase positiva	12x102 UFC	14x102 UFC	12x102 UFC	< 3x103 UFC
C. sulfito reductor	5,9x10	3,7x10	3,1x10	< 3x102 UFC
Salmonella sp.	Aus. / 25g	Aus. / 25g	Aus. / 25g	Ausência / 25g

Os resultados microbiológicos mostraram que, em comparação com a RDC¹², o processo e os produtos elaborados atendem aos padrões legais e, desta forma, encontram-se em acordo para realização dos testes sensoriais com provadores.

Foi realizado o teste de aceitação por escala hedônica, em que cada julgador opinou o quanto gostou ou não de cada uma das três formulações. Para tanto, foi utilizado um universo de 136 julgadores, entre alunos e professores do CTS-Alimentos e Bebidas – SENAI Vassouras – RJ, conforme exposto na figura 2.

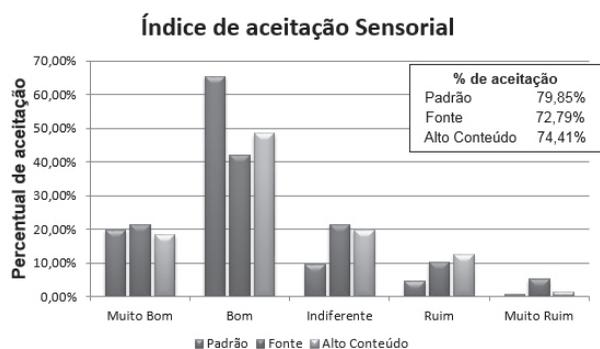


Figura 2: Resultados da análise sensorial de salsicha

Os resultados da análise sensorial mostraram que a formulação padrão obteve um índice de aceitação (79,85%) mais alto que as formulações fonte de ω -3 (72,79%) e alto conteúdo de ω -3 (74,41%). Ainda assim, pode-se afirmar que os índices de aceitação são satisfatórios tanto para a formulação padrão quanto para as formulações com adição de ω -3, já que, um produto para ser considerado aceito é necessário que o resultado da análise sensorial seja maior que 70%¹⁴.

No tratamento estatístico, foi aplicado o teste de Anova de um critério, para comparação entre as médias de aceitação obtidas na análise sensorial e, verificação se há diferença significativa, em nível de 5%, para a aceitação das amostras analisadas.

Nos resultados descritos na tabela 4, percebe-se que o valor de F (5,60254) é maior que o valor de F crítico (3,01800) e o valor P (0,00398) é menor que 0,05. Assim, estes parâmetros mostram que, existe diferença significativa, em nível de 5%, para as médias obtidas em análise sensorial entre as amostras de salsicha.

Tabela 4: Resultado de Anova com médias sensoriais

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	9,55425	2	4,94362	5,60254	0,00398	3,01800
Dentro dos grupos	357,367	405	0,88238			
Total	367,254	407				

Para determinar a diferença entre as médias de aceitação das amostras de salsicha, foi aplicado o teste de Tukey, como descrito na tabela 5.

Tabela 5: Resultado para o teste de Tukey e agrupamento das amostras

	Média ± Desvio Padrão	DMS
Padrão	3,99 ± 0,73 a	0,29
Fonte	3,64 ± 1,08 b	0,29
Alto Conteúdo	3,69 ± 0,96 b	0,29

A diferença obtida entre as médias de aceitação das amostras de salsicha (0,29) separa as amostras em dois grupos, a e b, em que a amostra de melhor média de aceitação foi a Padrão, configurando o grupo a e as amostras com melhoramento do perfil lipídico formam um segundo grupo b, em que, entre estas duas amostras, não há diferença significativa, em nível de 5%, para análise sensorial de aceitação.

Conclusão

O melhoramento da qualidade nutricional da salsicha, por meio da substituição de gordura animal por óleo de soja e incorporação do ácido graxo ω -3, mostrou-se totalmente viável dos pontos de vista tecnológico, legal e sensorial, tendo em vista que, a tecnologia aplicada para elaboração da salsicha com melhoramento do perfil lipídico foi a mesma utilizada na fabricação da salsicha padrão sem necessidades de adequações nos equipamentos ou processo. Do ponto de vista legal, as análises de composição físico-química mostraram

que todas as amostras estão em conformidades com os parâmetros legais estabelecidos. Na avaliação sensorial, observou-se que as amostras padrão, fonte de ω -3 e alto conteúdo de ω -3, obtiveram índice de aceitação maior que 70% e, mesmo considerando que houve diferença significativa, em nível de 5%, entre a amostra padrão e as amostras com melhoramento do perfil lipídico, todas superaram o valor mínimo para que um produto seja considerado aceito.

Referências

1. Bezerra IN, Sichieri R. Eating out of home and obesity: a Brazilian nationwide survey. *Public Health Nutr.* **2009**;12(11):2037-43. DOI:10.1017/S1368980009005710.
2. Dishchekenian VRM, Escrivão MAMS, Palma D, Anconalopes F, Araújo EAC, Taddei JAAC. Padrões alimentares de adolescentes obesos e diferentes repercussões metabólicas. *Rev Nutr.* **2011**;24(1):17-29. DOI:10.1590/S1415-52732011000100002.
3. Monteiro CA, Levy RB, Claro RM, Castro IR, Cannon G. Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. *Public Health Nutr.* **2011**;14(1):5-13. DOI:10.1017/S1368980010003241.
4. Malik VS, Popkin BM, Bray GA, Despres JP, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a metaanalysis. *Diabetes Care.* **2010**;33(11):2477-83. DOI:10.2337/dc10-1079.
5. Schmidt MI, Duncan BB, Silva GA, Menezes AM, Monteiro CA, Barreto SM, et al. Chronic noncommunicable diseases in Brazil: burden and current challenges. *Lancet.* **2011**;377(9781):1949-61. DOI:10.1016/S0140-6736(11)60135-9.
6. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística www.ibge.gov.br; acessado 10/11/2013.
7. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa - 4, DE 31/03/2000. Regulamentos Técnicos de identidade qualidade de carne mecanicamente separada, salsicha mortadela e linguiça.
8. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. RDC – 54, de 12/11/2012 Regulamento Técnico Mercosul sobre Informação Nutricional Complementar.
9. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA Instrução Normativa n. 20 de 21/07/99. Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes.
10. Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA Instrução Normativa n. 62 de 26/08/2003 Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de produtos de Origem Animal e Água.
11. Minim, V. P. R. *Análise Sensorial: estudo com consumidores*. Viçosa, MG: Ed. UFV, **2006**. 225 p.
12. Brasil. Instrução Normativa - 4, DE 31/03/2000. Regulamentos Técnicos de identidade qualidade de carne mecanicamente separada, salsicha mortadela e linguiça.
13. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.
14. Teixeira, e.; Meinert, E. M.; & Barbeta, P. A. *Análise Sensorial de Alimentos. Série Didática*. Florianópolis: Editora UFSC, **1987**, p 18 - 102

Vitor C. Meleiro* ; Natália F. de Medeiros & Samer Pereira

Centro de Tecnologia SENAI Alimentos e Bebidas. Rua Nilo Peçanha, 85, Centro, Vassouras, Rio de Janeiro, Brasil. CEP 27.700-000.

*E-mail: vmeleiro@firjan.org.br

Avaliação Microbiológica do Fruto *In Natura* de Diferentes Cultivares de Morangueiro

Amanda G. Guimarães, Valter C. A. Júnior, Cíntia G. Guimarães, Tiago J. Guedes & Nísia A. V. D. Pinto

O objetivo deste estudo foi avaliar a microbiologia dos frutos *in natura* de diferentes cultivares de morangueiro. Os morangos *in natura* das oito cultivares foram avaliados quanto aos coliformes totais, bolores e leveduras e aeróbios mesófilos em três épocas de colheita. Não foi detectada a presença de coliformes totais em nenhuma das oito cultivares de morangueiro. Apesar da maior ocorrência de aeróbios mesófilos para cultivar Aromas e as altas quantidades de bolores e leveduras para cultivar Toyonoka, estes resultados foram menores que encontrados na literatura, o que pressupõe a dizer que os morangos foram cultivados com uma boa prática agrícola.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa Duch; bolores e leveduras; qualidade.*

The aim of this study was to evaluate the microbiology of fruits *in natura* of different cultivars of strawberry. The strawberries *in natura* eight cultivars were evaluated for total coliforms, molds and yeasts and mesophilic aerobic three harvest seasons. There were detected the presence of total coliforms in any of the eight strawberry cultivars. Despite the higher incidence of mesophilic aerobic to cultivate Aromas and the high amount of molds and yeasts to grow Toyonoka, these results are lower than in the literature, which presumes to say that strawberries were grown on good agricultural practice.

Keywords: *Fragaria x ananassa Duch; yeasts and molds; quality.*

Introdução

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch), pertencente da família das rosáceas, é apreciado em muitos países por apresentar características sensoriais atrativas e nutricionais bem definidas, sendo assim, sua comercialização in natura, processada ou congelada^{1,2}. A cultura se destacou também pela alta rentabilidade por área e demanda intensa de mão-de-obra familiar o que contribuiu para a geração de renda para os pequenos agricultores³.

Embora seja uma cultura economicamente importante, são poucas as informações disponíveis quanto aos aspectos microbiológicos pós-colheita dos morangueiros. Esta caracterização é importante para verificar quais e quantos micro-organismos estão presentes, além de conhecer se a microbiota altera de cultivar para cultivar utilizada no cultivo. A presença de micro-organismos em números reduzidos em frutos, não significa risco para o consumidor ou uma qualidade inferior. Porém se os princípios de higienização e de higiene foram violados, além dos frutos estiverem em condições que permitem a entrada e/ou crescimento de agentes infecciosos podem se tornarem um veículo e/ou substrato para a multiplicação de diversos micro-organismos^{4,5}.

Os frutos de morangos possuem a camada externa fina, sendo altamente perecível por possuir rápida perda de água nos seus tecidos em função da alta taxa respiratória⁶, podendo acarretar uma baixa conservação in natura e conseqüentemente suscetível a incidência de micro-organismos tendo perdas tanto nutritivas quanto econômicas^{7,8}. Conforme o tipo de cultivar de morangueiro e as condições do ambiente estas perdas podem ocorrer em apenas 48 horas depois de colhido⁹.

É indispensável também verificar se os padrões e especificações quanto aos aspectos microbiológicos para alimentos, nacionais ou internacionais, estão sendo atendidos adequadamente¹⁰. Assim, a microbiota normalmente presente constitui-se em bolores, leveduras, bactérias lácticas e outros micro-organismos ácido tolerantes como bactérias acéticas, *Zymomonas* e algumas espécies de *Bacillus*¹¹. Esses micro-organismos quando presentes nos alimentos podem fornecer a ocorrência de contaminação, sobre provável presença de patógenos ou sobre a deterioração potencial dos alimentos, além de indicarem condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento¹⁰.

Com isso, é importante avaliar se diferentes cultivares de morangueiro possam resultar em alterações quanto às avaliações microbiológicas, já que cada cultivar tem sua genética própria e possui aspectos físico-químicos diferentes. Então, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a qualidade de frutos in natura de diferentes cultivares de morangueiro quanto as análises microbiológicas.

Materiais e Métodos

MATERIAL VEGETAL

As mudas das oitos cultivares de morangueiro (Festival, Campinas, Toyonoka, Dover, Oso Grande, Camarosa, Diamante e Aromas) foram doadas pela Empresa Multiplanta Biotecnologia Vegetal Ltda. As mudas foram multiplicadas e os morangos produzidos na empresa Mape Frutas Ltda, localizada no município de Datas, Minas Gerais (18° 26' latitude S, 43° 39' longitude W, a 1.244 m de altitude). O clima é tropical úmido Aw, na classificação de Köppen, com uma estação seca no inverno e estações chuvosas no verão, e o solo foi classificado como Neossolo quartzarênico.

As mudas de morangueiro foram cultivadas em delineamento experimental de blocos casualizados, com oito cultivares e quatro repetições¹². As parcelas experimentais foram compostas por dezoito plantas espaçadas de 30x30cm, com área útil de dois metros quadrados. O plantio deu-se em março de 2012 sob cultivo protegido em túnel baixo coberto com plástico de 75 micras de espessura com altura de 80 cm da superfície do canteiro. O canteiro foi coberto com plástico ("mulching") branco de trinta micras, com 20 cm de altura, 64 m de comprimento e 1 m de largura. A fertirrigação foi realizada por meio de tubos gotejadores e os tratos culturais recomendados pela cultura. Os frutos, para a caracterização microbiológica, foram colhidos manualmente no estágio a 75%, em junho, agosto e outubro de 2012, com temperaturas médias de 14,83 °C, 16,75 °C e 19,37 °C, respectivamente.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para as análises microbiológicas, considerou-se o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo, sendo as cultivares

a parcela principal e a época de colheita a subparcela. Desta forma, o modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = m + g_i + e_{ij} + c_k + g_{cik} + d_{ijk}, \quad (1)$$

em que: Y_{ijk} = observação referente à k -ésima colheita, da i -ésima cultivar; m = média geral; g_i = efeito da i -ésima cultivar ($i = 1, 2, \dots, 8$) assumido como fixo; e_{ij} = efeito da interação entre a i -ésima cultivar e o j -ésimo repetição (1,2,3) (erro A); c_k = efeito da k -ésima colheita ($k = 1, 2, \dots, K$) assumida como fixo; g_{cik} = efeito da interação entre a i -ésima cultivar e a k -ésima colheita assumida como fixo; d_{ijk} = efeito da interação entre a k -ésima colheita, j -ésimo repetição e i -ésima cultivar assumido como aleatório (erro B).

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Tecnologia Biomassa do Cerrado, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no Campus JK, em Diamantina, Minas Gerais. Para cada época de colheita, uma mistura dos morangos das parcelas foi colhida e pesada, perfazendo um total de 25 gramas de cada cultivar. Retiraram-se os pecíolos e sépalas dos frutos e estes foram lavados em água destilada, simulando a maneira do consumo dos consumidores. Para a metodologia das análises microbiológicas, os morangos foram transferidos para bolsas esterilizadas e homogeneizados em 225 mL de solução de cloreto de sódio 0,85%. Em seguida, foram realizadas diluições decimais seriadas (10-1, 10-2 e 10-3) em solução de cloreto de sódio 0,85%, em triplicata para verificar as seguintes análises:

- Coliformes totais (CT), com o uso de Petrifilms EC 3M®, nos quais uma alíquota de 1 mL de amostra foi aplicada perpendicularmente ao gel na base do petrifilm. Foram incubados a 35 ± 2 °C por 48h. Os resultados foram expressos por logaritmo da contagem microbiana (média de três repetições) em Unidades Formadoras de Colônia por grama de material (log UFC g-1)¹³.
- Bolores e leveduras (BL), determinadas pelas contagens utilizando o método de plaqueamento direto em superfície em meio Ágar Batata Dextrose (BDA), acidificado com solução de ácido tartárico a 10%¹⁴. Alíquotas de 100 µL

foram semeadas na superfície do Agar e as placas foram incubadas a 25 ± 2 °C por 5 dias. A contagem para os cálculos é significativa quando predomina nas placas entre 25 e 300 colônias. Os resultados foram calculados por logaritmo da contagem microbiana (média de três repetições) e expressos em Unidades Formadoras de Colônia por grama de material (log UFC g-1)¹³.

- Aeróbios mesófilos totais (AM), determinados pelas contagens pelo método semeadura em profundidade em Ágar Padrão para Contagem (PCA), com incubação a 35 ± 2 °C por 2 dias 15. A contagem para os cálculos é significativa quando predomina nas placas entre de 25 a 300 aeróbios mesófilos. Os resultados foram calculados por logaritmo da contagem microbiana (média de três repetições) e expressos em Unidades Formadoras de Colônia por grama de material (log UFC g-1)¹³.

Após a análise de variância, quando identificada significância a 5% de probabilidade pelo teste F para os efeitos de cultivar, colheita e interação (cultivar x colheita) foi feita a comparação entre as médias pelo teste Tukey pelo programa computacional Genes¹⁶.

Resultados e Discussão

Não foi detectada a presença de coliformes totais em níveis significativos nos frutos de nenhuma das cultivares de morangueiro. Isto pode ser atribuído ao emprego de boas práticas agrícolas, já que os coliformes totais avaliam as condições higiênicas do produto, pois, quando em alto número, indica contaminação decorrente de falha durante o processamento, limpeza inadequada ou tratamento térmico insuficiente^{17,14}. Além disso, a presença de ácidos orgânicos na composição do morango, principalmente, ácido cítrico, confere condição inóspita ao desenvolvimento do grupo coliforme¹⁸. A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º 12, de 02 de janeiro de 2001¹⁹ estabelece para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, o limite máximo para amostra indicativa de 5×10^2 UFC g-1 para coliformes, e que quantidades superiores a estas podem apresentar perdas no valor nutricional, alterações sensoriais, riscos de deterioração e/ou presença de patógenos o que os torna impróprios para o consumo²⁰.

As fontes de variação: cultivares de morangueiro e a época da colheita apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para as outras duas variáveis avaliadas, aeróbicos mesófilos totais e bolores e leveduras (Tabela 1). A fonte de variação, interação cultivar e época da colheita também foram significativas para ambas as características, o que leva a concluir que as cultivares resultaram diferentes respostas à época que foi realizada a colheita. Esta diferença é observada na Tabela 2.

Tabela 1. Resumo da análise de variância em blocos ao acaso em esquema de parcela subdividida no tempo, das características: aeróbicos mesófilos (AM) e bolores e leveduras (BL) de cultivares de morangueiro e épocas de colheitas

FV	GL	Quadrado médio	
		AM	BL
Cultivar	7	4,84*	1,08*
Erro 1	14	0,00	0,00
Época colheita	2	0,02*	0,10*
Cultivar x época colheita	14	0,03*	0,04*
Erro 2	32	0,00	0,01
CV 1(%)		0,91	1,73
CV 2(%)		1,21	2,22

* significativos 5% de probabilidade pelo teste F; ns: não significativo pelo teste F

A alta ocorrência de bactérias aeróbicas mesófilos totais é um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos, além da informação sobre a alteração incipiente dos alimentos e sua provável vida útil (ICMF, 1984). Foi observada em maior quantidade na cultivar Aromas (5,41 log UFC g⁻¹) e a menor ocorrência foi a Toyonoka (3,09 log UFC g⁻¹) (Tabela 2), isso pode ser devido à própria genética e o teor de umidade diferentes em cada cultivar, o que favorece o crescimento deste tipo de micro-organismos²¹. Já que na mesma época das colheitas dos frutos, Guimarães¹ avaliaram estas mesmas cultivares quanto aos aspectos físico-químicos e observaram que a cultivar Aromas teve em média um teor de umidade de 91,87% enquanto que a cultivar Toyonoka foi de 87,91%. Confrontando com os trabalhos de Ponce²², obtiveram valores de aeróbicos mesófilos totais em morango abaixo apenas da cultivar Aromas, com 5,2 log UFC g⁻¹. A época de colheita que mais detectou a presença de bactérias aeróbica mesófilos total foram as que tiveram maior temperatura (agosto e outubro). A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n°. 12, de 02 de janeiro de 2001 19, ainda não estabelecem parâmetros para contagem padrões em placas para aeróbicos mesófilos.

Tabela 2 Contagem de aeróbicos mesófilos totais e bolores e leveduras de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em três épocas de colheita

	Aeróbicos mesófilos totais (log UFC g ⁻¹)				Bolores e Leveduras (log UFC g ⁻¹)			
	Épocas de colheita*				Épocas de colheita*			
Cultivares*	Junho	Agosto	Outubro	Média	Junho	Agosto	Outubro	Média
Aromas	5,50 Aa	5,44 Aa	5,28 Ab	5,41 A	3,46 Cb	3,52 CDab	3,60 Ca	3,53 C
Camarosa	3,91 Da	3,86 Eab	3,82 Eb	3,86 D	3,90 Bb	3,88 Bb	4,01 Ba	3,93 B
Campinas	3,40 Eb	3,50 Fa	3,48 Fa	3,46 E	3,52 Ca	3,45 DEa	3,50 CDa	3,49 CD
Diamante	4,61 Ba	4,55 Ba	4,40 Bb	4,52 B	3,51 Ca	3,47 DEa	3,50 CDa	3,49 CD
Dover	4,09 Cb	4,28 Ca	3,93 Dc	4,10 C	3,45 Cb	3,62 Ca	3,20 Ec	3,42 D
Festival	4,06 Ca	4,07 Da	4,07 Ca	4,06 C	3,44 Cb	3,62 Ca	3,40 Db	3,49 CD
Oso Grande	3,41 Eb	3,28 Gc	3,50 Fa	3,39 F	3,27 Da	3,47 Ea	3,03 Fb	3,21 E
Toyonoka	3,12 Fa	3,02 Hb	3,13 Ga	3,09 G	4,20 Ab	4,43 Aa	4,22 Ab	4,32 A
Média	3,95 b	4,00 a	4,01 a	3,99	3,61 b	3,67 a	3,56 b	3,61

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Os bolores e leveduras são fungos podendo estar presentes no solo, ar, água e em matéria orgânica, e sua presença fornece informações das condições higiênicas deficientes em equipamentos e matéria prima com contaminação excessiva²³. O aparecimento de bolores e leveduras nos morangos era de se esperar, devido o pH ácido 1,25. A maior ocorrência de bolores e leveduras foi observada na cultivar Toyonoka (4,32 log UFC g-1) e a menor a cultivar Oso Grande (3,21 log UFC g-1) (Tabela 2). Estes resultados têm forte ligação nas características físico-químicas de cada cultivar, principalmente, porque os bolores e leveduras conseguem se multiplicar em alimentos com baixa textura, além da baixa umidade e altas concentrações de açúcar²¹. Isso é confirmado nos trabalhos de Andrade⁷ avaliaram estas mesmas cultivares quanto à textura, a Toyonoka apresentou menor firmeza (4,6 N) o que pode ter facilitado a entrada destes fungos, enquanto que a cultivar Oso Grande apresentou maior firmeza (6,5 N). Nos trabalhos de Guimarães¹, nas mesmas épocas de colheitas e nas mesmas cultivares, encontraram a maior quantidade de sólidos solúveis (8,68 °Brix) e açúcares redutores totais (6,84 g 100g-1) para a cultivar Toyonoka e menores respectivamente para a cultivar Oso Grande, com 6,08 °Brix e 4,98 g 100g-1. A época de colheita que mais detectou os bolores e leveduras foi o mês de agosto (3,67 log UFC g-1). Os resultados deste trabalho apresentaram baixos valores de bolores e leveduras se comparados com os trabalhos de Moraes²⁴, Ponce²² e Nascimento e Silva²⁵ encontraram 4,38 log UFC g-1, 5,8 log UFC g-1 e 4,61 log UFC g-1 em morangos, respectivamente.

No Brasil, não existe legislação específica que estabeleça limites permitidos para bolores e leveduras em frutos. Mas, quando encontradas contagens elevadas, tornam-se uma preocupação no âmbito da saúde pública, porque algumas espécies de fungos são produtoras de micotoxinas podendo gerar danos à saúde humana¹⁰. Brackett²⁶ relatou a contaminação microbiana em vegetais de até 6,0 log UFC g-1. Já Vitti²⁷ consideram que, acima de 5 log UFC g-1, são impróprios para o consumo humano com perdas no valor nutricional, alterações sensoriais, riscos de deterioração e/ou presença de patógenos²⁰.

Conclusões

Não foi detectada a presença de coliformes totais em nenhuma das oitos cultivares de morangueiro. Apesar da maior ocorrência de aeróbicos mesófilos para a cultivar Aromas e as altas quantidade de bolores e leveduras para cultivar Toyonoka, estes resultados são menores que encontrados na literatura, o que pressupõe a dizer que os morangos foi cultivados em boa prática agrícola.

Agradecimentos

À FAPEMIG e Capes, pelas bolsas e recursos disponibilizados para o desenvolvimento do projeto; à empresa Multiplanta Biotecnologia Vegetal Ltda., pela doação das matrizes de morangueiro; à empresa Mape Frutas Ltda., pela concessão da área experimental e pelo apoio na condução do projeto.

Referências

1. Guimarães, A. G.; Andrade Júnior, V. C.; Azevedo, A. M.; Guedes, T. J.; Pinto, N. A. V. D. *Fruits* **2016**, 151.
2. Oliveira, C. M.; Gonçalves, A.; Vieira, G.; Dessimoni, N. A. V. *2010. Revv Bras. Armazenamento*, **2010**, 35, 107.
3. Gimenez, G.; Andriolo, J.; Godoi, R. *Cienc. Rural* **2008**, 38, 273.
4. Gonçalves, P. M. R. *Higiene Alimentar* **1998**, 12, 38.
5. International commission on microbiological specifications for foods (ICMF). *Microorganismos de los alimentos: técnicas de analisis microbiológico*. Zaragoza: Acribia, **1984**.
6. Mirahmadi, F.; Hanafi, Q. M.; Alizadeh, M.; Mohamadi, H.; Sarsaifee, M. *Afr. J. Food Sci. Technol.* **2011**, 2, 109.
7. Andrade júnior, V. C.; Guimarães, A. G.; Azevedo, A. M.; Pinto, N. A. V.D.; Ferreira, M. A. M. *Hortic. Bras.* **2016**, 34, 405.
8. Reis, K. C.; Sinqueira, H. H.; Alves, A. P.; Silva, J. D.; Lima, L. C. O. *Ciênc. Agrotec.* **2008**, 32, 196.
9. Ronque, E. R. V. *A cultura do morangueiro*. Emater: Paraná, **1998**.
10. Franco, B. D. G. M.; Landgraf, M. *Microbiologia de Alimentos*. Atheneu: São Paulo, **2003**.
11. Siqueira, R. S.; Borges, M. F. *Microbiologia de frutos e produtos derivados*. Embrapa/CTAA: Rio de Janeiro, **1997**.
12. Guimaraes, A. G., Andrade Júnior, V. C. D., Elsayed, A. Y. A. M., Fernandes, J. S. C., & Ferreira, M. A. M. *Ver. Bras. Frutic.* **2015**, 37, 112.
13. American Public Health Association (APHA). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4th ed., Washington DC: Frances Pouch Downes & Keith Ito, **2001**.

14. Silva, N.; Junqueira, V. C.; Silveira, N. F. A. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. 2th. ed., Varela: São Paulo, **1997**.
15. Morton, R. D. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4th ed., American Public Health Association: Washington DC., **2001**.
16. Cruz, C. D. Acta Sci. Agron. **2013**, 35, 271.
17. Carvalho, A. C. F. B.; Cortez, A. L. L.; Salotti, B. M.; Bürger, K. P.; Vidal-Martins, A. M. C. Arq. Inst. Biol. **2005**, 72, 303.
18. Mattiuz, B. H.; Miguel, A. C. A.; Nachtigal, J. C.; Duriga, J. F.; Camargo, U. A. Rev. Bras. Frutic. **2004**, 26.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12 de 02 de janeiro de **2001**.
20. Arruda, M. C.; Jacomino, A. P.; Spoto, M. H. F.; Gallo, C. R.; Moretti, C. L. Ciênc. Tecnol. Aliment. **2004**, 24, 53.
21. Silva Junior, E. A. Manual do controle higiênico-sanitário em alimentos. Varela: São Paulo, 4th ed., **1995**.
22. Ponce, A. R.; Bastiani, M. I. D.; Minim, V. P.; Vanetti, M. C. D. Ciênc. Tecnol. Aliment. **2010**, 30, 113.
23. Siqueira, R. S. Manual de microbiologia de alimentos. Embrapa: Brasília, Embrapa/CTAA: Rio de Janeiro, **1995**.
24. Moraes, I. V. M. Morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Estadual de Campinas: Campinas. **2005**.
25. Nascimento, M. S.; Silva, N. Braz. J. Food Technol. **2010**, 13, 11.
26. Brackett, R. E. Chapman & Hall. **1994**, 269.
27. Vitti, M. C. D.; Kluge, R. A.; Gallo, C. R.; Schiavinato, M. A.; Moretti, C. L.; Jacomino, A. P. Pesq. Agropec. Bras. **2004**, 39, 1027.

Amanda G. Guimarães^{1*},
Valter C. A. Júnior^{2a}, Cíntia
G. Guimarães^{2b}, Tiago J.
Guedes^{2c}, Nísia A. V. D. Pinto²

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Departamento de Agronomia. Avenida Alberto Lamego, nº 2000, Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil, CEP28013-602.

²Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus JK, Rodovia MGT 367 - Km 583, nº 5000, Alto da Jacuba CEP 39100-000- Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

*E-mail: amandaguiimaraes@yahoo.com.br

Desenvolvimento e Validação da Metodologia de Granulometria para Cloridrato de Metformina

Marcell Gamboa, Cassiano O. Silva, Elias S. Santos,
Carlos E. P. da Cunha & Erick O. Lemes

O tamanho das partículas de uma substância é importante para as operações de produções e processamento. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi desenvolver e validar um método adequado para análise quantitativa de tamanho de partículas da matéria-prima Cloridrato de Metformina, utilizando as técnicas de microscopia e difração a laser. Para a sua execução, foi adotada uma abordagem quantitativa aplicada, explicativa e utilizando-se um procedimento experimental laboratorial. O desenvolvimento e validação do método de granulometria transcorreram de forma satisfatória, considerando todas as etapas propostas neste estudo, conseguindo chegar a um método desenvolvido e validado de fácil execução e confiável.

Palavras-chave: *desenvolvimento; validação; Cloridrato de Metformina.*

The particle size of a substance is important for the production and processing operations. Thus, the aim of this study was to develop and validate an appropriate method for quantitative analysis of particle size of the raw material from Metformin hydrochloride, using microscopy techniques and laser diffraction. For its implementation adopted a quantitative approach was applied explanatory and using an experimental laboratory procedure. The development and validation of the past grading method satisfactorily considering all the steps proposed in this study, managing to reach a developed and validated method is easy to perform and reliable.

Keywords: *development; validation; Metformin hydrochloride.*

Introdução

As partículas estão presentes no nosso cotidiano em formas e apresentações variadas. Mais de 75% de todos os materiais processados na indústria são na forma particulada. As “partículas” podem ser sólidas, líquidas ou gasosas, ocorrendo em qualquer destas três fases, algumas são naturais, outras são processadas industrialmente e outras completamente sintetizadas¹.

O estudo das partículas torna-se relevante diante do universo de formas e tamanho as quais podem estar representadas; características que devem ser consideradas para o desenvolvimento e validação do método analítico de granulometria de partículas em fármacos e excipientes. Utilizando métodos analíticos apropriados, é possível avaliar a distribuição de tamanho das partículas, obtendo importantes informações a serem utilizadas no desenvolvimento e fabricação de produtos farmacêuticos¹.

As partículas processadas em tamanhos ideais proporcionam melhor desempenho do processo produtivo, obtendo produtos de melhor qualidade para a população. Medicamentos na forma de pó que apresentam partículas grandes podem não ter efetiva absorção pelo corpo, enquanto que partículas menores podem ser absorvidas mais rapidamente². A etapa de desenvolvimento analítico deve considerar todas as hipóteses levantadas em torno do material a ser analisado, bem como para qual será a aplicação desse, as partículas devem ser conhecidas com suas formas relatadas, para as partículas de tamanho esférico e homogêneo, o tamanho pode ser determinado unicamente através do diâmetro, entretanto para partículas não esféricas a medida do tamanho depende do método e técnica utilizada, o diâmetro de cada partícula pode ser determinado individualmente por microscopia através da medida linear².

ESTUDO DO TAMANHO DAS PARTÍCULAS

A análise granulométrica de um fármaco consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem as amostras (presumivelmente representativas dos sedimentos) e no tratamento estatístico dessa informação. Basicamente, é necessário determinar as dimensões das partículas individuais e estudar a sua distribuição, quer pelo peso de cada classe dimensional considerada, quer

pelo seu volume, quer ainda pelo número de partículas integradas em cada classe³.

A distribuição do tamanho de partícula influi de maneira significativa em várias etapas de produção e na microestrutura do material, afetando a resistência mecânica, a densidade e as propriedades térmicas e elétricas dos produtos acabados. Portanto, a sua determinação é uma etapa crítica em todos os processos que, de alguma maneira, envolvam materiais na forma de pós. Caso realizada incorretamente, podem ser geradas perdas econômicas, decorrentes de produtos de baixa qualidade e de altas taxas de rejeição⁴.

O tamanho de partícula exerce influência direta sobre a velocidade de dissolução do fármaco e sua biodisponibilidade, uma vez que, partículas de tamanhos reduzidos dispersam-se mais rapidamente por toda superfície de contato para absorção, especialmente, se este é limitado pela dissolução⁵.

É comum termos o tamanho da partícula avaliado através da medição da distância de um lado até o outro lado dessa, isto no caso de partículas esféricas, todavia temos uma grande variedade de formas irregulares, portanto não esféricas. Dessa forma, é determinante utilizar o cálculo do tamanho das partículas, considerando a medida da esfera equivalente, a qual se baseia no diâmetro equivalente. Um exemplo de demonstrar como esta correlação é refere-se a quando, hipoteticamente, possuímos a massa e densidade da partícula em análise, assim é possível encontrarmos o volume da partícula, o volume da esfera equivalente é o mesmo da partícula irregular na forma não esférica, é caracterizado pelo volume do diâmetro equivalente. Se dissermos que uma partícula irregular apresenta volume de diâmetro equivalente igual a 1 micrômetro, queremos dizer que tem o mesmo volume de diâmetro equivalente de uma partícula esférica de 1 micrômetro de diâmetro⁵.

MICROSCOPIA

A microscopia pode ser utilizada de forma preliminar à medição do tamanho das partículas, é a única técnica de medida direta. Por essa razão, é frequentemente utilizada como método padrão. É possível a realização de medidas relativas não só ao tamanho, mas também à forma das partículas, fornecendo uma quantidade maior de informações do que as outras técnicas convencionais.

Para a observação ao microscópio, as partículas são depositadas sobre uma lâmina, não havendo a necessidade de embutimento⁴.

A quantificação ou determinação do tamanho das partículas em microscópio conta com o advento da câmara de Neubauer (Figura 1), que consiste de uma lâmina de microscopia, bem mais alta do que uma lâmina normal, na qual existe uma câmara gravada no vidro, as duas partes mais escuras no centro. Cada lâmina contém geralmente duas câmaras, ao lado da câmara, existem dois suportes, as duas barras cinza-claro ao lado da câmara, que mantém uma lamínula especial de quartzo exatamente a 10,1mm acima do chão da câmara. Assim, quando se coloca uma solução na câmara e a cobre com a lamínula, a profundidade da solução é conhecida.

Nesta câmara, também são gravadas marcações que a

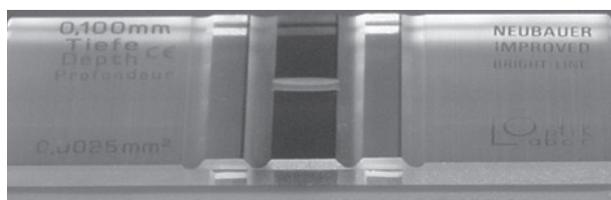


Figura 1. Câmara de Neubauer.

dividem em quadrantes de dimensões conhecidas. Cada câmara possui 9 quadrados de contagem, cada um com 1mm² de área (Figura 2), resultando em uma área total de 9 mm².

Observando-se o gabarito de uma Câmara de Neubauer

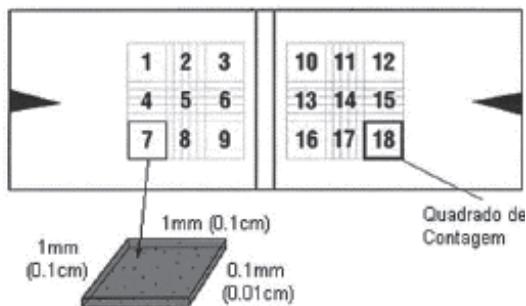


Figura 2. Área sob a Laminula.

(Figura 3), percebe-se que existem três tipos diferentes de quadrados de contagens, denominados A, B e C. Pode-se notar que as marcações destes quadrantes têm dimensões diferentes, permitindo que sejam realizadas contagens de partículas de tamanhos diferentes: partículas grandes são contadas no quadrante A, as de tamanho intermediário no quadrante B e as partículas muito pequenas no quadrante C.

DIFRAÇÃO A LASER

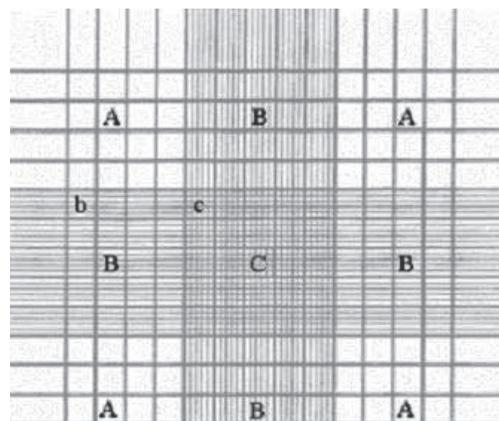


Figura 3. Gabarito de uma Câmara de Neubauer.

A difração a laser é uma técnica amplamente utilizada para determinação do tamanho de partículas para materiais que vão desde centenas de nanômetros a vários milímetros de tamanho. A utilização desta técnica está baseada em suas características peculiares, como: ampla faixa dinâmica que se inicia em submicrons até milímetros de tamanho, combinada à facilidade da medição, promovendo medições rápidas e respostas instantâneas, gerando resultados em menos de um minuto com grande repetibilidade e número de partículas amostradas em cada região⁵.

O equipamento de difração a laser utiliza a luz para determinação da distribuição do tamanho de partículas e baseia-se na exposição das partículas de uma amostra representativa dispersada em concentração adequada a um feixe de luz monocromática proveniente de um laser He-Ne, o espalhamento da luz apresenta ângulos variados que são detectados através de detectores (Figura 4) em que partículas pequenas dispersam a luz em grandes angulações e partículas grandes dispersam a luz em pequenas angulações (Figura 5), nesta técnica é aplicada

a teoria de Mie, em adição à teoria de Fraunhofer, considerando para cálculo de tamanho das partículas, o complexo compreendido entre o índice de refração da amostra, índice de refração do meio dispersante e o comprimento de onda da luz espalhada combinados em duas dimensões, há como foco de interesse a distribuição do tamanho primário das partículas através da proporção do volume dessas em seus diferentes tamanhos, tendo aglomeramentos e aglomerados dispersos antes da medição⁷.

VALIDAÇÃO

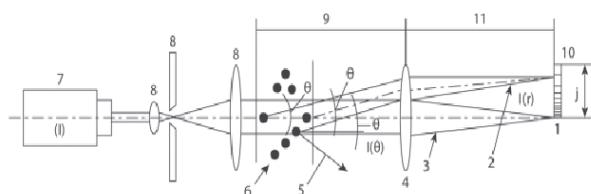


Figura 4. Exemplo de set-up de um equipamento de difração a laser⁷.

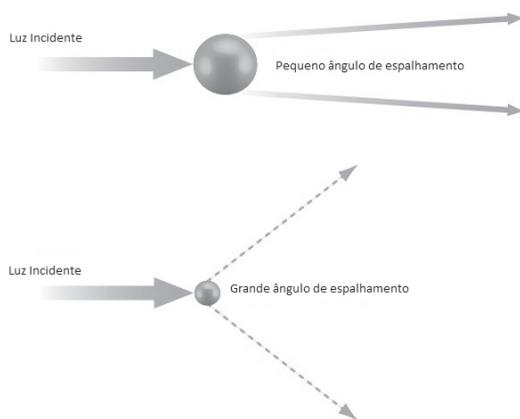


Figura 5. Dispersão do laser conforme o tamanho das partículas.

A validação da metodologia granulométrica é necessária para que todas as medidas e determinações sejam corretas com resultados precisos (reprodutíveis), tendo as variações analíticas contabilizadas estatisticamente. A validação da metodologia deve garantir, por meio de estudos experimentais, que o método atenda às exigências das aplicações analíticas, assegurando a confiabilidade dos resultados⁸.

A precisão de um método analítico pode ser expressa como o desvio padrão ou desvio padrão relativo (coeficiente de variação) de uma série de medidas. A precisão pode ser expressa como desvio padrão relativo (DPR) ou coeficiente de variação (CV%), o valor máximo aceitável deve ser definido de acordo com a metodologia empregada, a concentração do analito na amostra, o tipo de matriz e a finalidade do método, não se admitindo valores superiores a 5%⁸.

Precisão intermediária (precisão inter-corridas): concordância entre os resultados do mesmo laboratório, mas obtidos em dias diferentes, com analistas diferentes e/ou equipamentos diferentes. Para a determinação da precisão intermediária, recomenda-se um mínimo de 2 dias diferentes com analistas diferentes⁹.

FÁRMACO CLORIDRATO DE METFORMINA

Cloridrato de Metformina é um hipoglicemiante de uso oral, sendo, frequentemente, indicado para o tratamento da diabetes mellito do tipo II. Pertence ao grupo das biguanidinas e apresenta baixa toxicidade. Esta é quimicamente representada com a fórmula molecular $C_4H_{11}N_5$, (Figura 6) é comercializada como sal Cloridrato de Metformina (Metformina HCl) na sua grande maioria com a forma farmacêutica de comprimidos, em que o tamanho das partículas comprimidas interfere diretamente na solubilidade do fármaco¹⁰.

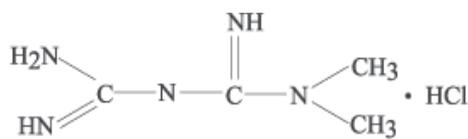


Figura 6. Estrutura molecular da substância Cloridrato de Metformina.

A molécula Cloridrato de Metformina (dimetibiguanida) é um derivado da guanidina, composto ativo hipoglicemiante da *Galega officinalis* (Figura 7). Essa erva medicinal, também conhecida como lilac francês, foi usada por séculos na Europa como tratamento diabético desde a época medieval¹¹.

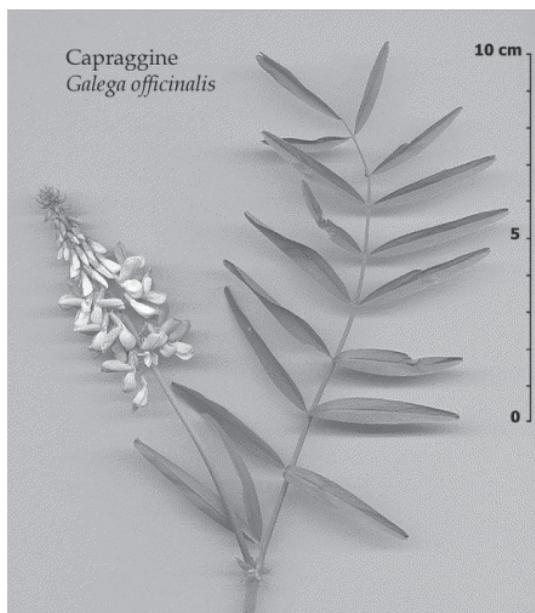


Figura 7. Galega officinalis.

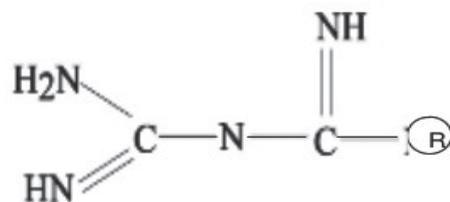


Figura 8. Estrutura Molecular da biguanida.

Metodologia

DESENHO DO ESTUDO

Para realização do estudo, foi utilizada uma metodologia quantitativa aplicada, explicativa, e um procedimento experimental laboratorial, baseada nos princípios de microscopia óptica e difração a laser, que propiciaram, através de ferramentas estatísticas, calcular o tamanho de partícula do fármaco Cloridrato de Metformina¹⁴.

LOCAL E CAMPO

Para o desenvolvimento e validação do método analítico proposto, foi utilizado o microscópio marca Quimis modelo Q7085-4 da Faculdade Anhanguera de Anápolis e o módulo de via úmida do equipamento Malvern modelo Mastersizer 3000 de uma Indústria Farmacêutica do Distrito Agroindustrial da cidade de Anápolis – Goiás.

AMOSTRA

Foi utilizada a matéria-prima Cloridrato de Metformina, na forma de pó cristalino branco, obtida no local da execução da pesquisa.

ANÁLISE

A análise foi iniciada com a realização de testes de solubilidade das amostras, série com água, seguida de isopropanol e óleo mineral para que fosse definido o solvente dispersante ideal, ao qual a amostra deveria ser preferencialmente insolúvel para que se pudessem evitar as ocorrências de solubilização de partículas ou aglomeração dessas.

O uso das guanidinas (fenformina, buformina e metformina) e seus derivados data do início do século passado. A Metformina e a fenformina foram introduzidas em 1957, e a buformina, em 1958. Apesar da longa história e de décadas de sucesso no uso clínico da Metformina no tratamento da DM2, seu mecanismo de ação permanece um enigma. Nem mesmo todo avanço da bioquímica e da biotecnologia conseguiu determinar exatamente seu alvo de atuação¹².

Há muitos anos, o extrato da planta *Galega officinalis* demonstrou importante efeito terapêutico ao reduzir os sinais e sintomas clássicos de *diabetes mellitus* descompensado. Em seguida, quando foi melhor estudada, demonstrou ser rica em guanidina, um composto altamente tóxico para o uso clínico diário. Por isso, em 1920 dois compostos químicos foram sintetizados, decametile biguanida (Sintalina A) e dodecmetile biguanida (Sintalina B) que demonstraram boa tolerância e eficácia como opção terapêutica para o diabetes. Quase dez anos após, na Alemanha, foi sintetizada a Dimetil-biguanida, denominada Metformina, conhecida quimicamente como monoclóridrato de 1,1-dimetilbiguanida (figura 8)^{13,14}.

A amostra foi saturada no dispersante, em seguida com auxílio de uma micropipeta, a amostra foi aplicada em câmara de Neubauer com dimensões padrões de 50 μ m. A câmara de Neubauer foi posicionada no microscópio com foco em lente objetiva que propiciou melhor visualização das partículas. Nessa etapa do estudo, foram observadas as características morfológicas da partícula, o tamanho em relação ao quadrante de 50 μ m e o número de partículas por quadrante.

A etapa de desenvolvimento do método pela técnica de difração a laser contou com os dados obtidos anteriormente, com o estudo por microscopia, para propor a faixa de trabalho a ser utilizada nas análises do tamanho das partículas de Cloridrato de Metformina e suas características morfológicas, as quais foram necessárias para informar ao software do equipamento se as partículas apresentam formas esféricas ou irregulares.

No equipamento, foi colocado o solvente dispersante para o preenchimento da cuba do módulo via úmida, os parâmetros iniciais do equipamento como obscuração, RPM, tempo de medida, tempo de background e utilização de ultrassom, foram testados, devendo obedecer, como parâmetros básicos, os listados abaixo:

- Nível de obscuração: 3 a 30%
- RPM: 1800
- Tempo de medida: 5 Segundos
- Intervalo de Leitura: 5 minutos
- Tempo de background: 5 minutos
- Ultrassom: 0

Na sequência, estes parâmetros foram variados para a eleição dos melhores parâmetros, utilizados durante o desenvolvimento e validação do método. A adição da amostra no equipamento foi realizada gota a gota a dispersão da amostra na cuba do equipamento até que o nível de obscuração fosse alcançado. Em seguida, foi efetuado o comando no software do equipamento para que esse pudesse realizar no mínimo seis leituras seguidas no equipamento no tempo de leitura estabelecido.

Para a avaliação estatística, os resultados foram organizados na forma de histograma para que fosse possível a visualização da distribuição do tamanho das partículas. Essa avaliação serviu de base para o desenvolvimento da especificação de tamanho de partículas para a matéria-prima Cloridrato de Metformina, a qual foi seguida na etapa de validação do método analítico.

Para a validação do método, o solvente dispersante, preparo da amostra, preparo do equipamento e descrição dos dados estatísticos, foram os mesmos estabelecidos em toda a etapa de desenvolvimento. Durante a validação da metodologia, foram realizados testes de precisão e precisão intermediária através da reprodutibilidade dos resultados nos tamanhos determinados na especificação, em dias diferentes com analistas diferentes onde o desvio padrão relativo entre as amostras e as precisões foi menor que 2%¹⁵.

INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Como critério de inclusão, optou-se por utilizar a matéria-prima Cloridrato de Metformina, devido ao tamanho de partícula ser de suma importância na dissolução deste fármaco e por apresentar histórico de tamanho de partículas maior que 50 μ m, sendo possível a visualização na câmara de Neubauer.

Resultados e Discussão

TESTE DE SOLUBILIDADE DO FÁRMACO

Foram realizados testes de solubilidade do fármaco Cloridrato de Metformina, de acordo com o termo descritivo de solubilidade da Farmacopeia Brasileira 5^a Ed., onde o solvente "Solúvel" indica que 1g de sólido deve dissolver-se em 10 a 30 partes de solvente enquanto que o solvente "Praticamente insolúvel ou Insolúvel" indica que 1g de sólido não deve dissolver-se em mais de 10.000 partes do solvente¹⁶.

Os resultados encontrados para os solventes: Água, Óleo mineral e Isopropanol foram:

- Água – Solúvel;
- Óleo Mineral – Praticamente insolúvel ou Insolúvel;
- Isopropanol – Praticamente insolúvel ou Insolúvel.

Foi observado, por meio dos resultados, que o solvente Isopropanol apresentou menor grau de solubilidade da matéria-prima Cloridrato de Metformina,

sendo o solvente apropriado para a análise, visto que as partículas não podem solubilizar no dispersante para evitar aglomeração ou fracionamento das partículas. No comparativo com o solvente óleo mineral, também descrito como "Praticamente insolúvel ou Insolúvel", o reagente dispersante Isopropanol obtém vantagens, no sentido de melhor desempenho do equipamento, devido à característica de fácil aderência do óleo mineral nas paredes do equipamento proporcionando difícil estabilização e limpeza desse.

VISUALIZAÇÃO DA PARTÍCULA – MICROSCOPIA

Após a definição do solvente adequado para a dispersão da amostra de Cloridrato de Metformina, o preparo foi realizado saturando o fármaco na forma de pó no solvente Isopropanol e aplicado na câmara de Neubauer, na qual foi possível visualizar na lente de 40x que a partícula apresenta forma irregular e não esférica, com tamanho menor que 1mm^2 , correspondente à dimensão do quadrante utilizado, conforme figura 9.



Figura 9. Partícula de Cloridrato de Metformina na objetiva de 40x.

A visualização da partícula contribuiu para o desenvolvimento do método analítico de granulometria, no sentido de conhecer a característica morfológica da partícula e de reportar ao software do equipamento de difração a laser, que utiliza esta informação para ajustar o tipo correto de cálculo a ser realizado para dimensionamento do tamanho da partícula. Na amostra analisada, não foi possível visualizar, através da câmara de Neubauer, a distribuição das partículas, de forma a ser possível contar ou medir o tamanho exato dessas. Assim, tornou-se possível apenas obter uma noção de tamanho, o que será de grande importância, quanto ao comparativo a ser realizado com os dados do método de difração a laser.

DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DE DIFRAÇÃO A LASER

Foram realizados testes no equipamento de Difração a laser da marca Marvern, utilizando o módulo de via úmida, adicionando à cuba, preenchida com o solvente Isopropanol, uma porção da amostra saturada no mesmo dispersante para avaliação dos parâmetros de medida do equipamento. Foram realizados os testes com o advento do ultrassom e sem ultrassom, com intervalo de 5 minutos entre as leituras e leitura imediata. Então, verificou-se melhor desempenho do equipamento para obtenção da faixa de obscuração estabelecida de 3 a 30 e visualização do histograma de distribuição do tamanho de partículas, no modo ultrassom desligado e intervalo de leitura de 5 minutos. Isso foi considerado ideal para as leituras, visto que o ultrassom ligado pode realizar a quebra de partículas, gerando resultados questionáveis e dificuldades na validação do método analítico.

TESTE DE REPETIBILIDADE

Os resultados encontrados no teste de Repetibilidade foram avaliados, conforme a repetibilidade das leituras, as quais estão dispostas na tabela 1 e a distribuição do tamanho das partículas, correspondente ao histograma 1 (Figura 10).

Tabela 1. Dados obtidos no teste de repetibilidade.

Repetibilidade 01/11/2015				
RPM	1800			
Tempo de Leitura	5 Segundos			
Intervalo de Leitura	5 Minutos			
Ultrassom	0			
Leitura	d (0,1)	d (0,5)	d (0,9)	Residual
1	24,35	57,6	147,77	1,629
2	24,52	57,4	147	1,647
3	24,49	57,51	145,32	1,648
4	24,41	57,08	140,68	1,671
5	24,4	57,54	148,62	1,633
6	24,11	56,75	140,55	1,651
Média	24,38	57,31333333	144,99	1,6465
RSD %	0,59946927	0,579489022	2,4548767	0,905540745

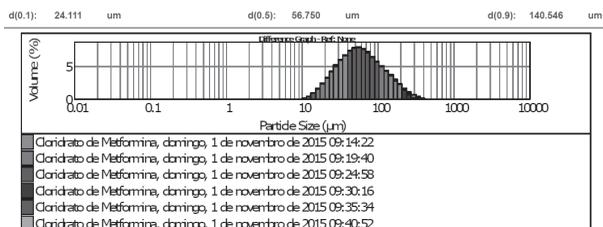


Figura 10. Histograma 01 das leituras realizadas no teste de Repetibilidade.

Os resultados encontrados, conforme tabela 01, demonstram que o equipamento e o método encontram-se adequados quanto à reprodução dos resultados das seis leituras realizadas da mesma amostra de Cloridrato de Metformina. Os critérios de aceitação utilizados foram: desvio padrão relativo (RSD %) < 2,0 e residual < 2,0 para os diâmetros d(0,1), d(0,5) e d(0,90).

A figura 10 demonstra a imagem da sexta leitura do teste de repetibilidade em que o diâmetro médio em d(0,1)=24,111µm, em d(0,5)=56,750µm e d(0,9)=140,546µm significando que, na distribuição em percentual de volume, 10% das partículas de Cloridrato de Metformina encontram-se com tamanhos até 24,111 µm, 50% das partículas até 56,750µm e 90% até 140,546µm.

TESTE DE PRECISÃO

Os resultados encontrados no teste de Precisão foram avaliados, conforme a reprodutibilidade das leituras, dispostas na tabela 02 e a distribuição do tamanho das partículas corresponde ao histograma 2 (Figura 11).

Os resultados encontrados, conforme tabela 02

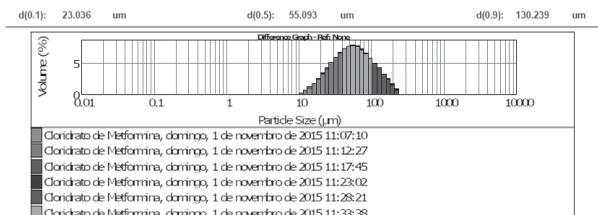


Figura 11. Histograma 2 das leituras realizadas no teste de Precisão.

Tabela 2. Dados obtidos no teste de Precisão.

Precisão Intermediária 02/11/2015				
RPM	1800			
Tempo de Leitura	5 Segundos			
Intervalo de Leitura	5 Minutos			
Ultrassom	0			
Leitura	d (0,1)	d (0,5)	d (0,9)	Residual
1	23,43	55,64	131,22	1,894
2	23,42	55,68	130,53	1,924
3	23,31	55,34	128,45	1,948
4	23,2	55,2	129,5	1,958
5	23,17	55,11	129,13	1,918
6	23,04	55,09	130,24	1,949
Média	23,26167	55,3433333	129,845	1,931833333
RSD %	0,657842	0,4715519	0,777213546	1,251975713

,demonstram que as seis leituras realizadas da mesma amostra de Cloridrato de Metformina estão abaixo do desvio padrão relativo médio de 3,0% para partículas maiores que 10µm para os diâmetros d(0,1), d(0,5) e d(0,90).

A figura 11 demonstra a imagem da sexta leitura do teste de Precisão, na qual o diâmetro médio em d(0,1)=23,036µm, em d(0,5)=55,093µm e d(0,9)=130,239µm significa que na distribuição em percentual de volume, 10% das partículas de Cloridrato de Metformina, encontram-se com tamanhos até 23,036 µm, 50% das partículas até 55,093µm e 90% até 130,239µm. É possível observar que a distribuição no teste de Precisão não apresentou diferença significativa em comparação ao teste de Repetibilidade, considerando que se trata de um novo preparo de amostra e novo acondicionamento do equipamento, podemos dizer que o método segue apto a ser validado até esta etapa.

TESTE DE PRECISÃO INTERMEDIÁRIA

A precisão intermediária é avaliada por meio da média entre os RSDs das leituras realizadas no teste de Precisão e Precisão intermediária (Tabela 3).

No teste de precisão intermediária, as amostras foram

preparadas em dia diferente e com analista diferente do que realizou a preparação no teste de Precisão, desta forma, é possível verificar se o método em questão sofre interferências com a mudança das condições e é possível simular a utilização desse na rotina do laboratório, visto que a metodologia será utilizada por diferentes analistas em compartilhamento do equipamento com demais metodologias.

Os resultados demonstrados na tabela 04 fornecem a comparação entre os RSDs dos testes de Precisão e Precisão intermediária, em que fica comprovada a eficiência do método dentro da variação proposta de no máximo de 3,0% de desvio padrão relativo entre os dois testes.

Tabela 3. Dados obtidos no teste de Precisão.

Precisão Intermediária 04/11/2015				
RPM	1800			
Tempo de Leitura	5 Segundos			
Intervalo de Leitura	5 Minutos			
Ultrassom	0			
Leitura	d (0,1)	d (0,5)	d (0,9)	Residual
1	25,95	59,84	140,84	1,756
2	25,76	59,47	138,58	1,782
3	25,66	59,18	138,15	1,78
4	25,47	58,51	134,94	1,775
5	25,38	58,36	136,16	1,769
6	25,32	58,35	137,24	1,79
Média	25,59	58,95166667	137,65167	1,775333333
RSD %	0,94887379	1,077409574	1,4896485	0,66425008

Tabela 4. Correlação entre os resultados encontrados nos testes de Precisão e Precisão intermediária.

Diâmetro	RSD %		
	d (0,1)	d(0,5)	d(0,9)
Precisão	0,657842	0,4715519	0,777213546
Precisão intermediária	0,94887379	1,077409574	1,4896485
Média RSD	1,132278895	1,010256687	1,522037796
Especificação	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Status	Conforme	Conforme	Conforme

A figura 12 demonstra a imagem da sexta leitura do teste de Precisão intermediária, na qual o diâmetro médio em $d(0,1)=25,316\mu\text{m}$, em $d(0,5)=58,348\mu\text{m}$ e $d(0,9)=137,244\mu\text{m}$ significando que na distribuição em percentual de volume, 10% das partículas de Cloridrato de Metformina encontram-se com tamanhos até $25,316\mu\text{m}$, 50% das partículas até $58,348\mu\text{m}$ e 90% até $137,244\mu\text{m}$.

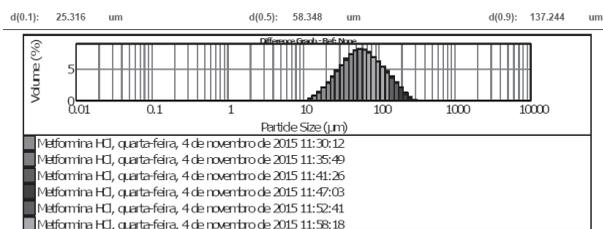


Figura 12. Histograma 03 das leituras realizadas no teste de Precisão intermediária.

ESPECIFICAÇÃO PARA TAMANHO DE PARTÍCULAS DE CLORIDRATO DE METFORMINA

De acordo com os dados obtidos em todos os resultados dos testes realizados foi possível propor uma especificação para controle de qualidade do fármaco Cloridrato de Metformina no que diz respeito ao tamanho de partículas, portanto, baseado nos diâmetros médios encontrados, a especificação sugerida é para que 10% das partículas apresentem-se abaixo de $25\mu\text{m}$, 50% das partículas apresentem-se abaixo de $55\mu\text{m}$ e 90% das partículas apresentem-se abaixo de $135\mu\text{m}$, ou seja:

$$d(0,1) < 25\mu\text{m}; d(0,5) < 55\mu\text{m}; d(0,9) < 135\mu\text{m} \quad (1)$$

Com esta especificação acredita-se e ficou demonstrado, por meio da eficácia e robustez do método, que é possível controlar o tamanho das partículas do insumo farmacêutico Cloridrato de Metformina como critério de aprovação desse, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho produtivo.

Conclusões

O estudo de granulometria, realizado acima, da matéria-prima Cloridrato de Metformina na forma de pó demonstrou que a metodologia desenvolvida por meio das técnicas de microscopia e difração a laser é eficaz e robusta para utilização na rotina laboratorial como ferramenta de controle da qualidade física do material.

Foi possível observar, durante a performance dos testes, que a câmara de Neubauer é de extrema importância no reconhecimento das partículas e definição de suas principais características, como por exemplo, a estrutura e forma. Todavia, a técnica por câmara de Neubauer, por si só, não pode ser indicada, no que diz respeito à contagem e dimensionamento do tamanho das partículas, visto que mediante a câmara, foi possível apenas visualização subjetiva e qualitativa das partículas. De contrapartida, a técnica de Microscopia, a difração a laser mostrou-se como uma técnica quantitativa de fácil aplicação e confiável, utilizando a via úmida do equipamento da marca Malvern, em que os resultados encontrados apresentaram-se, conforme os critérios utilizados para a validação da metodologia. Assim, foi possível a criação de uma especificação para avaliação da matéria-prima.

O desenvolvimento e validação do método de granulometria de Cloridrato de Metformina transcorreram de forma satisfatória, considerando todas as etapas propostas neste estudo. Dessa forma, conseguiu-se chegar a um método, desenvolvido e validado de fácil execução e confiável podendo ser disponibilizado para a indústria farmacêutica, como fonte de pesquisa para análise e estudo de tamanho de partículas de Cloridrato de Metformina. Trata-se, portanto, de uma forma de prevenção e melhoria operacional no processo produtivo de comprimidos que utilizam este mesmo princípio ativo.

Referências

- Merkus, H. G. Particle Size Measurements: Fundamentals, Practice Quality. Springer Science & Business Media, **2009**.
- Allen, T. Powder Sampling and Particle Size Determination. Elsevier, **2003**.
- Dias, J. A. A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos. Universidade do Algarve Faro, **2004**.
- Papini, C. J. Estudo Comparativo de Métodos de Determinação do Tamanho de Partículas. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, **2003**.
- Washington, C. Particle Size Analysis In Pharmaceuticals And Others Industries: Theory And Practice. CRC Press, **2005**.
- Lucarini, A. C.; Silva, L. A.; Bianchi, R. A. C. Um Sistema Para a Contagem Semi-Automática de Microorganismos. Revista pesquisa & tecnologia FEI. **2004**, 26.
- USP. United States Pharmacopoeia Convention, General chapter Light Difraccion Measurement of Particle size, US Pharmacopoeia, **2015**, 37.
- A. C. Fundamentos de Química Analítica. Equilíbrio iônico y análisis químico, Univ. Nacional de Colombia, **2002**.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, BRASIL. Resolução RE nº 899 de 29/5/2003, Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, **2003**.
- Saraiva, A. M. Biguanides in the treatment of diabetes mellitus. Acta Med. Port., Lisboa, Suppl. **1989**, 15S-18S.
- Fernandes, C.; Guimarães, F. P. O.; Narita, M. A. Cloridrato de Metformina, Revisão Bibliográfica. Fundação Educacional de Fernandópolis, **2011**.
- La Roca, M. F.; Sobrinho, J. L. S.; Nunes, L. C. C.; Neto, P. J. R. Desenvolvimento e Validação de Método Analítico: passo importante na produção de medicamentos. Revista Brasileira de Farmácia, **2007**.
- Sirtori, C. R.; Franceschini, G.; Galli-Kienle, M.; Cighetti, G.; Galli, G.; Bondioli, A.; Conti, F. Disposition of metformin (N,N-dimethylbiguanide) in man. Clin. Pharmacol. Ter, St. Louis, **1978**, 24, 683-693.
- Pinho, J. J. R. G.; Storpirtis, S. Estudo comparativo "in vitro" das propriedades biofarmacocinéticas de comprimidos de Cloridrato de Metformina comercializados no Brasil, Revista Brasileira de ciências farmacêuticas, **2001**.
- Moresi, E. Metodologia da Pesquisa. Universidade Católica de Brasília, **2003**.
- Farmacopéia Brasileira. Farmacopeia Brasileira, Capítulo Geral Solubilidade. Brasília, **2010**, 5a.

Marcell Gamboa*, Cassiano O. Silva, Elias S. Santos, Carlos E. P. da Cunha & Erick O. Lemes.

Faculdade Anhanguera de Anápolis, Curso de Farmácia, AV. Universitária, 683 - Centro, Anápolis, Goiás, Brasil, CEP 75080-150.

* E-mail: marcellgamboa@hotmail.com

Avaliação do Teor de Nitrito em Apresuntados Armazenados em Diferentes Temperaturas

Gustavo H. F. Faria, Aretha F. Moreno, Miriam F. A. Silveira, Robson M. Geraldine & Deivis M. Carvalho

O estudo objetivou avaliar o teor de nitrito, o pH e a cor de apresuntados, armazenados a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ e a $8 \pm 1^\circ\text{C}$, durante 40 dias. A temperatura de armazenamento afetou significativamente o teor de nitrito, visto que as amostras a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ apresentaram menor teor, em todos os tempos avaliados. O tempo de armazenamento exerceu efeito significativo sobre o teor de nitrito das amostras, em ambos os tratamentos. O pH médio das amostras foi de 6,6. A cor dos apresuntados não foi alterada significativamente pelas temperaturas utilizadas, durante o tempo de armazenamento. A diferença de cor somente foi observada no 40º dia de armazenamento, em ambas as temperaturas.

Palavras - chave: *carne; processamento; nitrito.*

The study aimed to evaluate the nitrite content, pH and pressed ham color stored at $4 \pm 1^\circ\text{C}$ and $8 \pm 1^\circ\text{C}$, for 40 days. The storage temperature significantly affected nitrite content, where as the samples at $8 \pm 1^\circ\text{C}$ had lower contents in all time periods studied. The storage time had a significant effect on the nitrite content of the samples in both treatments. The average pH of the samples was 6.6. There was no significant change in color, during 30 days of storage of pressed ham, used in temperatures. The color of the pressed ham was not significantly affected by the temperatures used during the storage time. A color difference was observed only after 40 day of storage at both temperatures .

Keywords: *meat; processing; nitrite.*

Introdução

A carne é uma matéria-prima altamente perecível, portanto, as condições de armazenamento são determinantes na sua conservação. Diante dessa característica, a fabricação de produtos curados não só aumenta a diversidade de produtos oferecidos ao consumidor, mas também é uma forma de propiciar o aumento da validade das carnes¹.

O uso de aditivos na industrialização desses produtos é regulamentado e deve ser controlado para que seja seguido seu padrão característico e garantida a segurança do consumidor. Os sais de cura, nitratos e nitritos de sódio e de potássio exercem papel importante tanto na conservação de produtos cárneos, inibindo o crescimento de micro-organismos patogênicos, como o *Clostridium botulinum*, quanto na manutenção de características sensoriais determinantes na sua atratividade. Estes sais são adicionados em produtos industrializados, como presunto, apresuntado, salsicha, mortadela, entre outros, no processo de cura, proporcionando a fixação da cor, sabor, aroma e melhoria no rendimento².

Existe grande preocupação da comunidade científica com possíveis efeitos tóxicos que esses sais podem causar à saúde humana^{3,4}. O nitrito pode se combinar com a hemoglobina, transformando-a em metahemoglobina, reduzindo a eficiência no transporte de oxigênio, principalmente, em crianças, podendo causar sintomas como cianose, fadiga, dispneia, cefaleia e até morte⁵. Outro possível efeito é a reação entre o nitrito e as aminas secundárias e terciárias, formando N-nitrosaminas, que podem apresentar atividade carcinogênica, mutagênica e teratogênica⁶. A toxicidade do consumo de alimentos que contenham nitritos e nitratos está relacionada à quantidade ingerida, por isso se faz importante o controle da quantidade adicionada no produto.

Em presença de nitrito e outros subprodutos da reação, os pigmentos da carne podem sofrer várias alterações que dependem de fatores intrínsecos e extrínsecos. A reação inicial consiste na conversão da mioglobina e oximioglobina em metamioglobina. Esta reage com óxido nítrico formando o complexo nitrosometamioglobina, que pode reduzir-se ao nitrosomioglobina, pigmento da carne curada sem ação do calor. O nitrosohemocromo é o pigmento final que deve estar presente nas carnes curadas submetidas ao aquecimento. Apresenta coloração rósea característica de produtos curados⁷.

A dosagem de nitrato/nitrito empregada durante o processamento dos produtos cárneos é um fator de grande importância. Não apresenta relação direta clara com os valores residuais, visto que está relacionado ao grau de complexidade das reações e da matriz cárnea e às interações entre ingredientes. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas de armazenamento de apresuntados quanto ao teor de nitrito, pH e cor, durante 40 dias.

Metodologia

Os apresuntados foram processados com carne suína (paleta) e toucinho, resfriados a 4°C, adquiridos no Mercado Municipal da cidade de Goiânia-Goiás. O sal de cura (nitrito de sódio), o estabilizante (tripolipolifosfato de sódio), o antioxidante (ascorbato de potássio), os condimentos e a fécula de mandioca foram fornecidos pela empresa Fego Alimentos LTDA e utilizados conforme recomendação descrita no rótulo. Todo procedimento foi realizado seguindo rigorosamente as Boas Práticas de Fabricação⁸.

A primeira etapa do processamento consistiu na limpeza da carne suína e retirada do excesso de gordura. Em seguida, a carne e o toucinho foram moídos em disco de 5 mm. Os ingredientes açúcar, sal, estabilizante, condimentos e sal de cura foram adicionados à massa e misturados, manualmente, por 5 minutos. Em seguida, o antioxidante foi acrescentado e misturado até obter massa uniforme, que foi acondicionada em sacos plásticos de polietileno e armazenada sob refrigeração (4 ± 2 °C), por 24 horas, para ocorrer a cura. Após o processo de cura, a fécula de mandioca foi adicionada à massa e misturada por 5 minutos. A massa foi colocada em formas de aço inoxidável, previamente forradas com filme de celulose regenerada, em quantidade suficiente para obtenção de apresuntados com, aproximadamente, 1,0 Kg. Após a prensagem da massa, foi realizado o cozimento em água a 80 ± 2 °C, durante 80 minutos. Em sequência à cocção, os apresuntados, ainda enformados, foram resfriados em refrigerador rápido com circulação de ar forçado, até temperatura interna de, aproximadamente, 1°C. Foi feita a desenformagem dos apresuntados e retirado o filme de celulose regenerada. Os apresuntados foram fracionados, de forma a obter amostras de 100 g. As amostras foram embaladas a vácuo em filme aluminizado e armazenadas sob refrigeração, utilizando-se duas temperaturas, 4 ± 1 °C e 8 ± 1 °C.

Analísaram-se as amostras quanto ao teor de nitrito, pH e cor, a cada 10 dias de armazenamento, iniciando-se no tempo T0 (data de fabricação) e finalizando-se no tempo T40 (40 dias de armazenamento).

O teor de nitrito e o pH foram determinados, conforme metodologias descritas nas NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ⁹. Para a determinação do teor de nitrito, baseou-se nas reações de diazotação de nitritos com ácido sulfanílico e copulação com cloridrato de alfa-naftilamina em meio ácido, formando o ácido alfa-naftilamino-p-azobenzeno-p-sulfônico de coloração rósea. O produto resultante foi determinado espectrofotometricamente a 540 nm.

A cor dos apresuntados foi medida em colorímetro de bancada (Hunter Associates Laboratory Inc – Coloquest II, Reston, EUA), operando no sistema CIE (L*, a*, b*). Os valores de L* (Luminosidade), a* (intensidade da cor verde a vermelho) e b* (intensidade da cor amarela a azul) foram obtidos após a calibração do equipamento (padrão branco e preto), utilizando o software Universal v 3.6 10. Com os dados obtidos foi calculada a diferença de cor ΔE^* (Equação 1).

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \quad (1)$$

Em que: ΔL , Δa , Δb são os diferenciais entre os parâmetros de cor das amostras.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos com parcelas subdivididas no tempo, com 3 repetições, sendo os resultados submetidos a análise de variância (ANOVA) e a comparação entre as médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando o programa Statística 7.0.

Resultados e Discussão

O processamento dos apresuntados foi considerado satisfatório, visto que, ao final do processo de fabricação, foi possível identificar aspectos característicos do produto, como aroma, coloração rósea, confirmando a formação do pigmento nitrosohemocromo após o cozimento do produto, e textura coesa. Essas características apresentaram-se semelhantes às dos produtos encontrados no comércio.

Observou-se que as amostras apresentaram teor médio de nitrito de $140,48 \pm 0,77$ mg.kg⁻¹ após a fabricação (T0), estando, portanto, dentro do limite máximo permitido pela legislação brasileira em vigor, que é de 150 mg.kg⁻¹¹¹.

A temperatura de armazenamento afetou significativamente ($p \leq 0,05$) o teor de nitrito das amostras de apresuntado nos tempos avaliados (Tabela 1). As amostras armazenadas a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ apresentaram menor teor de nitrito em relação às amostras submetidas ao tratamento a $4 \pm 1^\circ\text{C}$, sugerindo que temperaturas de armazenamento mais altas favorecem a degradação do nitrito. Esse aditivo está sujeito a uma série de reações relacionada às suas propriedades como alimento. A quantidade adicionada no momento do processamento será de certa forma consumida, e ao longo do tempo será identificada uma redução na quantidade de nitrito residual detectável, que pode ser mais ou menos rápida, dependendo de fatores intrínsecos, inerentes à matéria-prima, e/ou extrínsecos, inerentes às condições de armazenamento¹², como a temperatura. A concentração de nitrito em carnes cai sensivelmente durante o processo de aquecimento e armazenamento, sendo que esta diminuição ocorre mais em altas temperaturas do que em baixas temperaturas de armazenamento¹³.

Tabela 1. Teor de nitrito em apresuntados armazenados a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ e a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ por 40 dias.

Teor de Nitrito (mg.Kg ⁻¹)					
Temperatura (°C)	Tempo de armazenamento (dias)				
	T0	T10	T20	T30	T40
4	140,45 ± 0,70Aa	128,71 ± 0,56Ba	102,46 ± 0,30Ca	88,06 ± 0,68Da	19,65 ± 0,04Ea
8	140,52 ± 0,84Aa	119,40 ± 0,32Bb	91,39 ± 1,01Cb	67,47 ± 0,54Db	11,74 ± 0,07Eb

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (dentro de cada tempo) ou maiúsculas (dentro de cada temperatura) não apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Verificou-se que o tempo de armazenamento exerceu efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o teor de nitrito das amostras, em ambas as temperaturas. A redução do teor de nitrito é explicada por CASSENS et al.¹⁴, que consideram o tempo e a temperatura de armazenamento como fatores que podem contribuir para a diminuição do nitrito residual detectável, à medida em que ele se combina com o pigmento da carne ou em outras reações. Segundo Ferraccioli¹², o nível de nitrito residual detectado em carnes é bastante reduzido em relação ao teor adicionado, pois esse pode reagir com aminas da carne durante o processamento e armazenamento.

Observou-se que as amostras apresentaram pH médio de 6,6. Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre tratamentos, nos tempos avaliados. Também Silva et al.¹⁵, analisando valores de pH em patês de presunto, em função do tempo de armazenamento, não encontraram diferenças significativas. Das cinco amostras de patê analisadas, quatro apresentaram pH próximo de 6,5.

Observa-se, pelos resultados apresentados na Tabela 2, que não houve alteração significativa ($p > 0,05$) da cor característica de produtos curados durante o armazenamento dos apresuntados, nas temperaturas utilizadas. Diferenças de cor foram observadas apenas entre o 30º e o 40º dia de armazenamento, para ambas as temperaturas. Os sais de cura influenciam fortemente na estabilidade da cor dos produtos¹⁶.

A cor rósea, característica dos produtos curados cozidos, como é o caso dos apresuntados produzidos nesse trabalho, é formada por meio de modificações químicas entre os pigmentos naturais da carne e suas reações com o nitrito. Nessas reações, ocorre formação de nitrosomioglobina de cor vermelho-rosado que, com o cozimento do produto, é transformado em nitrosohemocromo, pigmento responsável pela coloração desses produtos¹⁷.

A embalagem a vácuo e opaca (filme aluminizado), utilizada no acondicionamento dos apresuntados, contribuiu para a manutenção da estabilidade da cor rósea, durante o período avaliado, visto que o pigmento nitrosohemocromo é instável ao oxigênio e à luz¹⁸. A cor e sua estabilidade são parâmetros importantes na avaliação da qualidade global da carne e de seus derivados¹⁹. São atributos determinantes para decisão de compra pelos consumidores, a cor e a aparência dos produtos cárneos, influenciando significativamente na percepção de seu frescor²⁰.

Conclusão

A temperatura e o tempo de armazenamento dos apresuntados influenciaram o teor de nitrito, porém não afetaram o pH do produto. Não houve alteração significativa da cor característica de produtos curados durante o armazenamento dos apresuntados, nas temperaturas utilizadas. A diferença de cor somente foi observada no 40º dia de armazenamento, em ambas as temperaturas.

Referências

- Duarte, M.T. Avaliação do teor de nitrito de sódio em linguças do tipo frescal e cozidas comercializadas no estado do Rio de Janeiro. **2010**. Tese (Doutorado em medicina veterinária). Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.
- Araújo, J. M. A. Química de alimentos: teoria e prática. 5ª ed. UFV: Viçosa, **2011**.
- Ferguson, L. R. Meat Sci.. **2010**, 84, 308.
- Araújo, P. F.; Rodrigues, R. S. Revista Higiene Alimentar. **2008**, 22, 54.
- Okafor, P. N.; Ogbonna, V. I. J. Food Compos. Anal.. **2003**, 16, 213.

Tabela 2. Diferença de cor em apresuntados armazenados a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ e a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ por 40 dias.

Temperatura ($^\circ\text{C}$)	Diferença de cor (ΔE)				
	Tempo de armazenamento (dias)				
	T0	T10	T20	T30	T40
4	33,56 \pm 0,45Aa	33,99 \pm 0,78Aa	34,16 \pm 0,44Aa	34,55 \pm 0,55Aa	35,96 \pm 0,28Ba
8	33,70 \pm 0,81Aa	33,70 \pm 0,63Aa	34,83 \pm 0,53Aa	35,14 \pm 0,73Aa	35,60 \pm 0,47Ba

Médias seguidas das mesmas letras minúsculas (dentro de cada tempo) ou maiúsculas (dentro de cada temperatura) não apresentam diferença significativa entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

6. Martins, D. I.; Mídio, A. F. Toxicologia de alimentos. 2ª ed. Varela: São Paulo, **2000**.
7. Roça, R. O. Tecnologia da carne e produtos derivados. Faculdade de Ciências Agrônômicas UNESP: Botucatu, **2010**.
8. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 216, **2004**.
9. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 5ª ed., Instituto Adolfo Lutz: São Paulo, **2008**.
10. Hunterlab. User's manual hunter associates laboratory, Reston, 1997.
11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 51, de 29 de dezembro de **2006**.
12. Ferraccioli, V. R. Avaliação da qualidade de salsichas do tipo hot dog durante o armazenamento. **2012**. Dissertação (Mestrado em engenharia de processos químicos e bioquímicos). Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP.
13. Jay, J. M.; Tondo, E. C. Microbiologia de alimentos. 6ª ed. Artmed: Porto Alegre, **2005**.
14. Cassens, R.; Greaser, M.; Ito, T.; Lee, M. Food Technol.. **1979**, 33, 46.
15. Silva, J. G. et al. Ciênc. Tecnol. Aliment.. **2003**, 23, 10.
16. Pardi, M.C.; Santos, I.F.; Souza, E.R.; Pardi, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Ed. UFG: Goiânia, **2007**.
17. Ordóñez, J. A. P. et al. Tecnologia de alimentos. 2ª ed. Artmed: Porto Alegre, **2005**.
18. Faria, J. A. F.; Felício, P. E.; Neves, M. A.; Romano, M. A. Revista Tec Carnes. **2001**, 3, 16.
19. Troy, D. J.; Kerry, J. P. Meat Sci.. **2010**, 86, 214.
20. Ramos, E. M.; Gomide, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Ed. UFV: Viçosa, **2007**.

Gustavo H. F. Faria; Aretha
F. Moreno; Miriam F.
A. Silveira*; Robson M.
Geraldine & Devis M.
Carvalho

Endereço dos autores: Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Rodovia Goiânia/Nova Veneza, Km 0, Goiânia, Goiás, Brasil - CEP 74690-900.

*E-mail: miriamfas.ufg@gmail.com;

Aproveitamento de Resíduos de Processamento de Castanha de Baru para Desenvolvimento de Gelado Comestível

Adriana A. Carvalho, Elaine S. P. Barbosa & Karolline F. Siqueira

Nos últimos anos, a demanda crescente do setor de gelados comestíveis no mercado brasileiro provoca nas indústrias a busca de novas matérias-primas e sabores como diferencial competitivo. O presente trabalho propôs desenvolver e produzir industrialmente um gelado comestível com castanha de baru para aproveitamento do subproduto do fruto no mercado. A polpa de baru é descartada na indústria de beneficiamento, gerando um subproduto. O gelado comestível com castanha de baru resultará em um produto inovador, com propriedades nutricionais potenciais e, alto valor agregado.

Palavras chave: *cerrado; castanha; sorvete.*

In recent years, the growing demand of ices sector in the Brazilian market causes the industry to search for new raw materials and flavors as a competitive advantage. This paper proposed to develop and industrially produce an edible ice cream with baru nuts for use by product of the fruit in the market, such as analysis of the pulp. The pulp of baru is discarded in the processing industry, generating a byproduct. Edible ice cream with baru nuts will result in an innovative product with potential nutritional properties and high added value.

Keywords: *baru; chestnut; ice cream.*

Introdução

O cerrado é um dos biomas mais ricos do Brasil, possuindo diversas espécies, as quais estão sendo estudadas quanto à sua composição química, valor nutritivo e conservação¹. Devido à crescente necessidade de valorização e preservação das espécies nativas, aliada à necessidade de novas fontes alternativas de nutrientes a custos acessíveis, maiores esforços têm sido feitos para estudar o potencial de muitas espécies do cerrado².

As espécies de plantas nativas do cerrado têm-se destacado por apresentar potencial nutritivo com forte apelo sensorial e econômico, constituindo matéria-prima disponível para formulação de novos produtos alimentícios³. Das espécies nativas do cerrado, o baru (*Dipteryx Alata vog.*) destaca-se pela amplitude de ocorrência e por convivência pacífica com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais, em que as plantas são preservadas na abertura de pastos⁴. Possui diversos nomes populares, tais como: fruta-de-macaco, castanha-de-burro, cumaru, cumbaru, barujo, castanha-de-ferro, coco-feijão, cumaru-da-folha-grande, cumarurana, cumaru-verdadeiro, cumaru-roxo, cumbaru, emburena-brava, meriparajé, e pau-cumaru⁵. O baru é constituído por uma casca fina e escura de coloração marrom, polpa com sabor adocicado e adstringente, a qual abriga uma amêndoa dura e comestível.

A castanha do baru, que representa 5% do rendimento em relação ao fruto inteiro, possui valor de mercado considerável; a polpa, no entanto, ainda é pouco utilizada na alimentação humana. Considerando que a polpa possa ser usada para outras finalidades, o percentual de rendimento aproveitável do fruto aumenta para mais de 50%⁶. Devido às suas características químicas, existe interesse tecnológico na casca e polpa do baru, composta principalmente por amido, fibra insolúvel e açúcares, e rica em vitaminas e sais minerais, como o potássio, cobre, ferro, cálcio, fósforo e magnésio. A polpa do fruto imaturo contém elevados teores de taninos, que diminuem com a maturação do fruto, tornando o consumo dos frutos caídos no chão mais adequado. O uso de subprodutos agroindustriais para o incremento de produtos alimentícios garante o enriquecimento nutricional com baixo custo, além da importante tarefa do reaproveitamento destes subprodutos⁶.

A flora do cerrado é desprezada pela maioria da população, que tende a considerá-la desprovida de utilidade. É importante lembrar que as frutas do cerrado podem funcionar como fontes alternativas de alimentos compondo cardápios regionais⁷. A conscientização da população do cerrado, quanto ao seu potencial de frutos nativos, pode contribuir de forma benéfica ao combate de suas deficiências nutricionais⁸.

A possibilidade de conservação dos recursos naturais, associada ao aproveitamento de produtos ou subprodutos provenientes do cerrado justifica a investigação de seu potencial para a formulação de produtos. Desta forma, a proposta deste trabalho foi avaliar a potencialidade da casca e polpa do baru, sendo este último como ingrediente no desenvolvimento de gelado comestível.

Materiais e Métodos

ANÁLISE CENTESIMAL DA POLPA DE BARU

O experimento foi realizado com duas repetições, e as análises foram realizadas em triplicata, com exceção da análise de fibra, que foi realizada com quatro replicatas.

O baru (*Dipteryx alata V.*) foi obtido na região Centro-Oeste, na comunidade “Promessa de Futuro”, localizada no município de Pirinópolis, Goiás. Os frutos foram adquiridos de 10 barueiros diferentes, sendo 115 frutos de cada árvore, colhidos quando começaram a cair do barueiro, o que indicou o ponto ideal de colheita dos frutos⁹. Em seguida, foram misturados e homogeneizados.

Optou-se por colher apenas os frutos que caíram no momento da colheita para obtenção de graus de maturação parecidos para todos os frutos. Realizada a amostragem durante a colheita dos frutos, esses foram higienizados seguindo as etapas: limpeza em água corrente e depois sanitização com hipoclorito de sódio 2,5%, a 200 ppm por 15 minutos¹⁰.

A despolpa dos frutos ocorreu nos dias das análises e foi realizada de forma manual, com auxílio de facas de mesa, retirando-se primeiramente as cascas, que foram descartadas.

A amostra foi dividida em sete caixas plásticas, previamente higienizadas. As caixas foram armazenadas em uma sala localizada no laboratório de Dietética, na Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás, a temperatura ambiente, com ventilação, ao abrigo do Sol e devidamente limpa.

Fez-se a composição centesimal das polpas das amostras três dias após a colheita dos frutos e também ao final de quatro meses. As análises realizadas foram: teor de proteínas e cinzas¹¹, fibras¹², lipídios¹³ e teor de umidade¹⁴. O teor de carboidratos foi determinado por diferença, subtraindo-se de 100 os teores de proteínas, lipídios, cinzas, umidade e fibras.

VIDA DE PRATELEIRA DO SORVETE

As amostras foram preparadas em uma indústria de gelados comestíveis, localizada na região metropolitana de Goiânia – Goiás. As amostras foram acondicionadas em embalagens rígidas e transparentes, contendo 300 g, com informação referente à data de fabricação devidamente identificadas. Estocou-se o produto em freezer com temperatura nominal de - 18° C durante 180 dias. As amostras foram avaliadas antes e mensalmente durante a estocagem, sendo amostrada uma unidade a cada avaliação, identificadas conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Identificação das amostras para análise de vida de prateleira.

Tempo de estocagem (dias)	Amostras	
	Sorvete de baru com Praliné	Sorvete de Baru com Castanha de baru torrada
0	SP 1	ST 1
30	SP 2	ST 2
60	SP 3	ST 3
90	SP 4	ST 4
120	SP 5	ST 5
150	SP 6	ST 6
180	SP 7	ST 7

AValiação Sensorial

Os testes sensoriais foram realizados no laboratório de Análise Sensorial. Para avaliação de aparência, aroma, textura e sabor foram utilizadas iluminação natural. Os horários de testes foram estabelecidos, de acordo com a disponibilidade dos provadores.

Visando identificar as alterações durante a estocagem em relação aos atributos do produto preparado, foi conduzida avaliação sensorial consensual por equipe de seis julgadores,

selecionados quanto à acuidade sensorial, conforme descrito¹⁵, com descrição das características detectadas.

A ficha de avaliação continha uma escala não estruturada para cada termo descritivo levantado. A escala era composta de uma linha de 10 cm, tendo expressões quantitativas (pontos âncora) nas extremidades esquerda (equivalente ao ponto um) e direita (equivalente ao ponto dez) com os termos: “pouco” / “fraco” / “pouca” e “muito” / “forte” / “muita”, respectivamente. Os provadores por meio de um traço vertical na escala escolhiam a melhor posição que refletisse a sua avaliação para cada termo descritivo. Os valores eram obtidos, medindo-se a distância entre os pontos-âncoras da extremidade esquerda e o traço vertical feito pelo provador, com auxílio de uma régua¹⁵.

Resultados e Discussões

VIDA DE PRATELEIRA DA POLPA DE BARU.

A avaliação centesimal da polpa do baru foi realizada com 120 dias de armazenamento, pois este foi o tempo máximo que a polpa permaneceu íntegra. A partir daí, nas mesmas condições iniciais de estocagem, já se iniciou um processo de degradação da fruta (polpa), com aparecimento de bolores e leveduras. A Tabela 2 apresenta a composição centesimal aproximada da polpa de baru, recém-colhido e com 120 dias de armazenamento.

Tabela 2 - Composição centesimal aproximada (g.100g-1) da polpa de baru em diferentes tempos de armazenamento (3 e 120 dias).

Componente	Polpa com 3 dias	Polpa com 120 dias
Umidade	12,09 ± 0,57*	22,47 ± 1,04
Proteínas	3,68 ± 0,62	3,37 ± 1,21
Lipídios totais	3,27 ± 0,13*	1,76 ± 0,42
Fibra alimentar total	19,10 ± 0,20*	27,00 ± 0,00
Cinzas	3,82 ± 0,25*	2,77 ± 0,35
Carboidratos	58,04	42,63

* Valores constituem média ± desvio-padrão de duas repetições com três replicatas cada, exceto para fibra alimentar total (quatro replicatas); ^b Calculado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, fibra alimentar total e cinzas; * Diferença significativa pelo teste t de Student entre os tempos de armazenamento (P<0,05).

Comparando-se os valores encontrados na literatura, verifica-se que há uma divergência entre os valores de alguns componentes encontrados na polpa de baru, mas, de forma geral, a polpa deste fruto apresenta: 3,5% a 10,13% de proteína, 3,27 a 4,13% de lipídios, 1,79 a 2,99% de cinzas. Quanto ao teor de fibras, a polpa do baru é considerada um alimento rico em fibra, apresentando por volta de 19 %. A fibra insolúvel predomina tanto na polpa como na amêndoa, mas principalmente, na polpa^{2,16,17,18,19,20,21}.

Pelos valores observados em outros estudos, pode-se verificar que os valores encontrados neste trabalho ficaram dentro das faixas já encontradas, exceto para carboidratos, que apresentou um valor 3 vezes maior que o relatado por Takemoto et al. (2001)¹⁷, que relata que os carboidratos totais representam um valor em torno de 15,8 % da polpa do baru. Segundo Vallilo, Tavares e Aueds (1990)²⁰ e Almeida et al. (1991)¹⁹, o valor energético da polpa está em torno de 300 kcal .100 g⁻¹, enquanto os encontrados neste estudo variaram entre 276,31 e 199,84 kcal .100 g⁻¹.

Comparando-se as composições centesimais, pode-se observar que a proteína foi o único componente a se manter significativamente igual ($P > 0,05$) ao longo de 120 dias de estocagem. O aumento no valor da umidade se deve, provavelmente, às condições ambientais de umidade que foram modificando ao longo do experimento, afetando significativamente a quantidade de água livre na polpa do fruto e comprovando mais uma vez que este parâmetro está relacionado à estabilidade de alimento²³, uma vez que a partir de 120 dias, quando a umidade ambiental estava alta, o fruto começou a apresentar o crescimento de fungos. O teor de cinzas diminuiu por possuir relação inversa com a umidade.

A diminuição dos carboidratos ao longo do período de estocagem pode ser explicado também pelo aumento da umidade, pois com tal fato, os carboidratos se diluem na composição. Ainda pode estar associado aumento da quantidade de fibras. Possivelmente, o aumento na quantidade de fibras, do primeiro para o sexto tempo de estoque, deve-se pela ocorrência da transformação dos amidos presentes na polpa em amido resistente, que foram detectados como fibras insolúveis^{24,25,26}.

Pôde-se observar que, durante toda a etapa de estocagem, os componentes químicos de um alimento vão se perdendo e, ou se transformando em outras substâncias que determinam a vida útil desse. A menor ou maior vida de prateleira de um fruto depende, entre outros fatores, da maneira como é estocado, do ambiente em que é mantido, uma vez que a mudança dos constituintes naturais é inevitável e pode ocorrer de forma acelerada quando as condições são adversas.

VIDA DE PRATELEIRA DO SORVETE COM PRALINÉ

Os Perfis Sensoriais das amostras analisadas estão representados na Figura 1, em que as características sensoriais iniciais ($T = 0$) do produto encontram-se descritas a seguir:

- Aparência: massa gelada e cremosa de coloração marrom claro, com pequenos pedaços de polpa de baru de coloração caramelo, partículas escuras e pontos marrom avermelhados, observando-se ao redor das partículas calda de coloração caramelo;
- Aroma: aroma global pouco intenso lembrando a ameixa preta seca - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 5 para o aroma global e nota 5 para ameixa preta seca. Livre de odores estranhos;
- Textura: pouco cremoso, levemente arenoso e de rápido derretimento, com presença de partículas firmes;
- Sabor: sabor global suave, frutal característico de baru lembrando a ameixa preta seca, doce, levemente ácido e levemente lácteo, com presença de calda com intensidade moderada de sabor caramelo - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 6,5 para o sabor global, nota 7 para o sabor frutal, nota 7 para doce, nota 4 para ácido, nota 4 para o sabor lácteo e nota 5 para o sabor caramelo da calda. Livre de sabores estranhos.



Figura 1. Perfil de aroma e sabor obtido a partir da avaliação consensual dos julgadores para o sorvete de baru com pralinés antes e após 180 dias de estocagem sob congelamento.

As amostras armazenadas nos tempos 30, 60, 90 e 120 dias de estocagem mantiveram as características iniciais do produto. Aos 150 dias de estocagem verificou-se que alguns SP apresentam sabor oxidado, com intensidade moderada – nota 5 em escala de 1 (fraco) a 10 (forte). Aos 180 dias, as características observadas aos 150 dias se mantiveram, ficando o produto com as características a seguir:

- Aparência: massa gelada e cremosa de coloração marrom claro, com pequenos pedaços de praliné de coloração caramelo, partículas escuras e pontos marrom avermelhados, observando-se ao redor dos pralinés calda de coloração caramelo;
- Aroma: aroma global pouco intenso lembrando a ameixa preta seca - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 5 para o aroma global e nota 5 para ameixa preta seca. Livre de odores estranhos;
- Textura: pouco cremoso, levemente arenoso e de rápido derretimento, com presença de partículas firmes;
- Sabor: sabor global suave, frutal característico de baru lembrando a ameixa preta seca, doce, levemente ácido e levemente lácteo, com presença de calda com intensidade moderada de sabor caramelo - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 6,5 para o sabor global, nota 7 para o sabor frutal, nota 7 para doce, nota 4 para ácido, nota 4 para o sabor lácteo e nota 5 para o sabor caramelo da calda. Presença de sabor oxidado em alguns pedaços de praliné – nota 5 em escala de 1 (fraco) a 10 (forte).

Assim, verifica-se que, ao longo da estocagem, a principal alteração do produto refere-se ao desenvolvimento de sabor oxidado nos pralinés presentes no sorvete a partir de 150 dias de estocagem. A Figura 1 ilustra o aroma e sabor do produto, considerando as notas atribuídas consensualmente pelos julgadores ao produto no início e após 180 dias de estocagem.

SORVETE DE BARU COM CASTANHA DE BARU TORRADA

As características sensoriais iniciais do produto (tempo inicial) encontram-se descritas a seguir.

- Aparência: massa gelada e cremosa de coloração marrom claro, com pequenos pedaços de castanha de coloração caramelo, partículas escuras e pontos marrom avermelhados;
- Aroma: aroma global pouco intenso lembrando a castanha torrada e ameixa preta seca - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 5 para o aroma global e nota 4 para castanha torrada e ameixa preta seca. Livre de odores estranhos;
- Textura: pouco cremoso e de rápido derretimento, com presença de partículas firmes;
- Sabor: sabor global suave, frutal característico de baru lembrando a ameixa preta seca, doce, levemente ácido e levemente lácteo, com sabor intenso de castanha torrada - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 6,5 para o sabor global, nota 6,5 para o sabor frutal, nota 7 para doce, nota 4 para ácido, nota 4 para o sabor lácteo e nota 7 para o sabor de castanha torrada. Livre de sabores estranhos.

Até completar 30, 60, 90 e 120 dias de estocagem, as características iniciais do produto mantiveram-se e estáveis.

Aos 150 dias de estocagem, verificou-se que algumas castanhas apresentam sabor oxidado, com intensidade moderada – nota 5 em escala de 1 (fraco) a 10 (forte). Aos 180 dias de estocagem as características observadas aos 150 dias se mantiveram, ficando o produto com as características a seguir:

- Aparência: massa gelada e cremosa de coloração marrom claro, com pequenos pedaços de castanha de coloração caramelo, partículas escuras e pontos marrom avermelhados;

- Aroma: aroma global pouco intenso lembrando a castanha torrada e ameixa preta seca - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 5 para o aroma global e nota 4 para castanha torrada e ameixa preta seca. Livre de odores estranhos;
- Textura: pouco cremoso e de rápido derretimento, com presença de partículas firmes;
- Sabor: sabor global suave, frutal característico de baru lembrando a ameixa preta seca, doce, levemente ácido e levemente lácteo, com sabor intenso de castanha torrada - em escala de 1 (fraco) a 10 (forte), as intensidades correspondem a nota 6,5 para o sabor global, nota 6,5 para o sabor frutal, nota 7 para doce, nota 4 para ácido, nota 4 para o sabor lácteo e nota 7 para o sabor de castanha torrada. Presença de sabor oxidado em alguns pedaços de castanha torrada – nota 5 em escala de 1 (fraco) a 10 (forte).



Figura 2. Perfil de aroma e sabor obtido a partir da avaliação consensual dos julgadores para o Sorvete de Baru com Castanha de Baru Torrada antes e após 180 dias de estocagem sob congelamento.

Assim, verifica-se que, ao longo da estocagem, a principal alteração do produto refere-se ao desenvolvimento de sabor oxidado nas castanhas torradas presentes no sorvete a partir de 150 dias de estocagem. A Figura 2 ilustra o aroma e sabor do produto, considerando as notas atribuídas consensualmente pelos julgadores ao produto no início e após 180 dias de estocagem.

Conclusão

Os resultados obtidos neste trabalho permitiram

ampliar as possibilidades de aplicação de polpa de baru como ingrediente na indústria alimentícia, uma vez que, as análises químicas ao final de três e 120 dias mostraram que a polpa de baru apresenta, em geral, teores de nutrientes favoráveis à saúde humana, aumentando o aproveitamento do fruto, que atualmente se restringe ao consumo da amêndoa.

Ao longo da estocagem sob congelamento, a única alteração dos dois produtos relacionou-se ao desenvolvimento de sabor oxidado nos Pralinés e nas Castanhas de Baru Torradas, sendo estas alterações percebidas a partir de 150 dias de estocagem com intensidade moderada, que se manteve até o final de estocagem aos 180 dias. A definição do prazo de validade deverá levar em conta o risco que a empresa está disposta a assumir em relação à possível percepção de alterações sensoriais no produto pelos consumidores.

Referências

1. Rigonato, V. D.; Almeida, M. G.. A singularidade do cerrado: a interrelação das populações tradicionais com as fitofisionomias. VIII EREGEO – Encontro Regional de Geografia, Cidade de Goiás, **2003**.
2. Togashi, M.; Sgarbieri, V. C.. Caracterização química parcial do fruto do baru. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85–95, **1994**.
3. Hiane, A. P. et al. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do sul. *Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos*, v. 10, n. 1, p. 35-42, **1992**.
4. Corrêas, G. C. et al. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do Estado de Goiás. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 30, n. 2, p. 5-11, **2000**.
5. Botezelli, L.; Davide, A. C.; Malavasi, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* vogel (baru). *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 9-18, **2000**.
6. Ribeiro, J. F. et al. Baru (*Dipteryx alata* vogel) Jaboticabal: Funep, **2000**. 41 p.
7. Avido, M. F.; Derreira, L. T.. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. 2005. Disponível Em: < <http://www.biotechnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em; 22 mar. **2015**.
8. Pinto, P. C. R. Consumo alimentar de frutos do Cerrado, fontes de Vitamina A, por moradoras de comunidades das cidades satélites do Distrito Federal Sano, S. M.; Ribeiro, J. F.; Brito, M. A. Baru: biologia e uso. Planaltina: EMBRAPA Cerrado, **2004**. 52 p.

9. Sano, S. M.; Ribeiro, J. F.; Brito, M. A. Baru: biologia e uso. Planaltina: EMBRAPA Cerrado, **2004**. 52 p.
10. Silva, J. A. Tópicos da Tecnologia de Alimentos. São Paulo: Livraria Varela, **2000**. 227 p.
11. Association Of Official Agricultural Chemists – AOAC. Official methods of analysis. Washington D. C., **1984**, 1141 p.
12. Association Of Official Agricultural Chemists – AOAC. Official methods of analysis. 15ª ed. Washington D. C., **1990**, p. 1105-1106.
13. Bligh, E. G.; Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, v. 37, p. 911–917, **1959**.
14. Instituto Adolfo Lutz - IAL. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo: O Instituto, **1985**. 533 p.
15. Chaves, J. B. P.; Sproesser, R. L. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, **2002**. 81 p.
16. Rocha, L. S. Caracterização Físico-química, microbiológica e sensorial de pães de forma elaborados com subprodutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.). 2007. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, **2007**.
17. Takemoto, E.; Okada, I. A.; Garbelotti, M. L.; Tavares, M.; Aued-Pimentel, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do município de Pirenópolis, Estado de Goiás. *Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo*, v. 60, n. 2, p. 113–117, **2001**.
18. Togashi, M.; Sgarbieri, V. C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de sementes de baru (*Dypterix alata* Vog). *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 15, n. 1, p. 66–69, **1995**.
19. Almeida, S. P.; Silva, J. A.; Ribeiro, J. F. Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. 2ª ed. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, **1991**.
20. Vallilo, M.; Tavares, I.; Aueds, S. Composição da polpa e da semente do fruto de cambaru (*Dypterix alata* Vog). Caracterização do óleo da semente. *Revista Instituto Florestal, Piracicaba*, v. 2, p. 115–1255, **1990**.
21. Filgueiras, T. S.; Silva, E. Estudo preliminar do baru (*Leg. Faboideae*). *Brasil Florestal*, v. 6, p. 33–39, **1975**.
22. Almeida, S. P.; Proença, C. E. B.; Sano, S. M.; Ribeiro, J. F. Cerrado: espécies vegetais úteis. 2ª ed. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, **1998**.
23. Cecchi, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 3ª ed. Campinas: UNICAMP, **2005**. 207p.
24. Institute of medicine of the national academies. Dietary Reference Intaker. Washington: The National Academies Press, **2005**. 1331p.
25. Lobo, A. R.; Silva, G. M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. *Revista Nutrição, Campinas*, v. 16, n. 2, p. 219-226, **2003**.
26. Kritchevsky, D.; Bonfield, C.; Anderson, J. W. Dietary Fiber. Washington, Plenum Press, **1988**. 499p.

Adriana A. Carvalho, Elaine S. P. Barbosa* & Karolline F. Siqueira

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: elaine.spb@gmail.com

Otimização dos Parâmetros de Produção do Amido de Mandioca Fermentado

Christiane A. Starling

O amido de mandioca fermentado (polvilho azedo) pode ser considerado um amido modificado química e enzimaticamente com propriedade de expansão. É produzido em pequenas indústrias, onde não existe um sistema interno de controle de qualidade dos processos e produtos. O presente trabalho teve como objetivos diagnosticar a qualidade do polvilho azedo produzido artesanalmente em municípios produtores de Goiás; avaliar experimentalmente a influência do volume do ácido láctico, massa de inóculo e do tempo de fermentação sobre a característica de expansão do polvilho azedo produzido experimentalmente e comparar os resultados alcançados com parâmetros diagnosticados dos polvilhos produzidos artesanalmente.

Palavras-chave: *polvilho azedo; expansão; fécula.*

The fermented cassava starch (cassava starch) can be considered a chemically and enzymatically modified starch with expansion property. It is produced in small factories, where there is an internal system of quality control processes and products. This study aimed to: diagnose the quality of home made sour in producing municipalities of Goiás; evaluate experimentally the influence of the volume of lactic acid, mass of inoculum and fermentation time on characteristic expansion of cassava starch produced experimentally, and compare the results with parameters diagnosed from fermented cassava produced by craftsmen.

Keywords: *sour; expansion; cassava starch.*

Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de mandioca, tendo produzido, em 2008, 26 milhões de toneladas, numa área cultivada de 1,91 milhões de hectares¹. A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) desempenha, por seu alto teor energético, um importante papel na dieta alimentar dos brasileiros. Além de ser uma das mais tradicionais culturas agrícolas brasileiras, sendo cultivada em praticamente todo o território nacional².

A industrialização da mandioca é uma boa alternativa para agregar valor a esta cultura tradicional cujo produto possui o teor de amido em torno de 80 % sobre a matéria seca³.

A mandioca é utilizada como matéria-prima nas indústrias, tendo uma grande variedade de uso, com destaque para a fécula. A fécula e seus produtos derivados têm apresentado competitividade crescente em outros mercados de produtos para a alimentação humana ou como insumos em diversos ramos industriais, tais como de papel, embalagem, cola, mineração, têxtil e farmacêutica. São nesses mercados que ocorrem as maiores oportunidades de agregação de valor e encontram-se as maiores perspectivas para o desenvolvimento da atividade mandioqueira⁴.

A indústria de amido vem crescendo e se aperfeiçoando, levando a necessidade de produtos com características específicas que atendam às exigências do mercado, o que possibilita o processamento de matérias-primas amiláceas ainda pouco exploradas⁵. O polvilho azedo, produto típico brasileiro e muito utilizado na culinária em geral, é obtido por fermentação natural da fécula, sendo a falta de qualidade, um dos maiores problemas no mercado de exportação⁶.

O processo de globalização provoca mudanças constantes na economia brasileira obrigando as empresas a repensarem suas formas de gerenciamento. O setor de polvilho está inserido nesse contexto, obrigando os empresários do setor a revisarem suas práticas, bem como reduzirem custos e despesas. A busca pela eficiência no processo de produção do polvilho é, também, uma forma de sobrevivência em um cenário econômico que a cada dia se torna mais competitivo⁷. O polvilho azedo apresenta grande heterogeneidade na qualidade, sendo ainda um produto artesanal, mesmo quando fabricado em feccularias modernas. Sua caracterização é muito importante para tentar entender melhor os principais problemas ligados aos processos de produção e a potencialidade do uso alimentar⁸.

O polvilho azedo é caracterizado pelas suas propriedades físicas, químicas e reológicas, as quais são diferentes do amido nativo do qual se originou. A propriedade de expansão é uma das mais importantes características do produto, sendo um parâmetro fundamental na sua avaliação⁹.

Garcia e Leonel¹⁰ estudando a influência da modificação química e da secagem da fécula de mandioca no processo de expansão, observaram que a concentração de ácido láctico, durante processo de modificação fotoquímica, interfere no desenvolvimento da expansão, sendo que o aumento da expansão é significativo com o aumento da concentração de ácido láctico.

O presente trabalho justifica-se pela necessidade de padronização do processo produtivo do polvilho azedo, propiciando ao segmento industrial a possibilidade de produção em larga escala, com padrão de qualidade definidos, e com a minimização dos custos operacionais.

Assim, tendo em vista a otimização dos parâmetros de produção e a padronização da qualidade do polvilho, o presente trabalho teve como objetivos diagnosticar a qualidade do polvilho azedo produzido artesanalmente em municípios produtores de Goiás; avaliar experimentalmente, por meio da metodologia de superfície de resposta, a influência do volume do ácido láctico, massa de inóculo e do tempo de fermentação sobre a característica de expansão do polvilho e, finalmente, comparar os resultados alcançados com parâmetros diagnosticados dos polvilhos produzidos artesanalmente nos municípios de maior produção de Goiás.

Material e Métodos

Os ensaios e as análises foram conduzidos nos Laboratório de Alimentos e Planta Piloto do SENAI, localizados na Escola SENAI Vila Canaã, na Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária (EMPRAPA-GO), nos Laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual e Londrina (DCTA/UEL), no Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT/Botucatu) da Universidade Estadual Paulista e no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos (LCQA) da Faculdade de Farmácia (UFG-GO).

METODOLOGIA DO DIAGNÓSTICO

Para coleta dos dados, foram utilizadas as técnicas de investigação quantitativas e qualitativas, como a realização de entrevistas e observação assistemática¹¹.

MATERIAL

Matéria-prima

As amostras de fécula de mandioca foram provenientes da Indústria FEBELA- Fecularia Bela Vista LTDA, localizada no município de Bela Vista no Estado de Goiás, da safra de 2009, cultivar Branca de Santa Catarina. Até a realização do ensaio, a fécula foi mantida em embalagem original (sacos em polietileno de alta densidade de 25 kg), estocados à temperatura ambiente, sob estrados.

A fécula de mandioca foi analisada quanto aos parâmetros: teor de amido, amilose; amilopectina; expansão; índice de absorção de água; pH; acidez titulável, umidade e contagem total de mesófilos. As análises de amido foram realizadas segundo Rickard; Behn¹² e demais parâmetros físico-químicos seguiram metodologia do Instituto Adolfo Lutz¹³. O índice de absorção de água foi determinado, segundo metodologia proposta por Cereda¹⁴ e o de expansão, segundo metodologia proposta por Pereira et al.¹⁵. A avaliação microbiana foi realizada, segundo metodologia oficial da American Public Health Association¹⁶.

Insumos

O ácido láctico utilizado no ensaio foi da marca Synth®, P.A., concentração de 85 % e densidade de 1,206 g / mL.

Inóculo

O inóculo foi preparado utilizando a fécula de mandioca e água, sendo esse deixado para fermentar por 10 dias.

DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi conduzido conforme delineamento central composto rotacional (DCCR) com 3 fatores ou variáveis independentes. Foi realizado um ensaio fatorial ²³ com cinco pontos centrais e seis pontos axiais, totalizando 19 experimentos. Estudou-se o efeito das três variáveis independentes: volume de ácido láctico (X1), massa de inóculo (X2) e tempo de fermentação em horas (X3) sob a variável resposta, expansão do polvilho obtido (Y), expostos na Tabela 1 e o delineamento completo na Tabela 2.

Tabela 1. Níveis das variáveis: volume de ácido láctico, massa de inóculo e tempo de fermentação do fatorial 2³ com seis pontos centrais e seis axiais.

Variáveis		Níveis				
		-1,68	-1	0	+1	+1,68
Volume de ácido láctico (mL)	X1	0,00	6,00	15,00	24,00	30,00
Massa de Inoculo (g)	X2	0,00	15,20	37,50	59,80	75,00
Tempo de fermentação (h)	X3	7,68	24,00	48,00	72,00	88,32

Tabela 2. Planejamento Fatorial 2³ com seis pontos centrais e seis axiais sendo as variáveis reais: volume de ácido láctico, massa de inóculo e tempo de fermentação.

Experimento	Variáveis Codificadas			Variáveis reais		
	X1	X2	X3	Acido láctico (mL)	Massa (g)	Tempo fermentação (h)
1	-1	-1	-1	6	15,2	24
2	1	-1	-1	24	15,2	24
3	-1	1	-1	6	59,8	24
4	1	1	-1	24	59,8	24
5	-1	-1	1	6	15,2	72
6	1	-1	1	24	15,2	72
7	-1	1	1	6	59,8	72
8	1	1	1	24	59,8	72
9	-1,68	0	0	0	37,5	48
10	1,68	0	0	30	37,5	48
11	0	-1,68	0	15	0	48
12	0	1,68	0	15	75	48
13	0	0	-1,68	15	37,5	7,68
14	0	0	1,68	15	37,5	88,32
15	0	0	0	15	37,5	48
16	0	0	0	15	37,5	48
17	0	0	0	15	37,5	48
18	0	0	0	15	37,5	48
19	0	0	0	15	37,5	48

CONDUÇÃO DO ENSAIO

O ensaio foi conduzido em três etapas:

Preparação do Inóculo

A fécula de mandioca foi pesada (500g) colocada em bandejas de plástico com 5L de capacidade, devidamente identificadas, suspensas com água em excesso (2 litros), para formar uma camada sobrenadante sobre o amido e colocada na estufa fechada. O equipamento foi mantido desligado e os inóculos à temperatura ambiente, somente colocados na estufa para evitar que poeira e sujidades contaminassem as amostras. O tempo de fermentação da fécula para preparação do inóculo foi de 10 dias, conforme estabelecido no protocolo experimental.

Fermentação da fécula

A fécula de mandioca foi submetida à fermentação natural em laboratório. Inicialmente, a massa de inóculo foi pesada na bandeja de plástico, com capacidade de 5L, e devidamente identificada. Em seguida, foram adicionados dois litros de água destilada à bandeja. Logo em seguida, o ácido láctico foi adicionado diretamente sobre a mistura de inóculo e água conforme Tabela 2. Posteriormente, as amostras de fécula de mandioca (500g) foram adicionadas às bandejas de plástico e homogeneizadas com auxílio de uma colher de inox. Finalmente, a bandeja de plástico com a massa foi levada à estufa para fermentar, a qual permaneceu desligada e os experimentos mantidos à temperatura ambiente, entre 25 – 28 °C.

Oxidação solar

Após o período de fermentação, o excesso de água do processo fermentativo foi drenado, por meio do transbordamento dessa, e as féculas fermentadas, acondicionadas em bandejas revestidas com folha de alumínio, com altura de camada de massa de no máximo 0,5 cm. Os experimentos foram submetidos à secagem solar, sendo que o tempo de exposição variou de 8 - 10 horas. Foi utilizado como parâmetro de final de secagem o mesmo utilizado pelos produtores de polvilho, que é o de pressionar a massa na mão e perceber a não formação de aglomerado para interrupção da secagem. Após este período, os polvilhos produzidos (Figura 1) foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade, devidamente identificados, mantidos à temperatura ambiente, para posteriormente serem analisados.



Figura 1. Polvilho seco.

MÉTODOS

Físico-químicos

A umidade e a determinação das cinzas foram determinados pelo método da AACC¹⁷.

Para a análise de proteína bruta, determinou-se o nitrogênio total pelo método oficial n° 960.52 da AOAC International¹⁸. O nitrogênio total foi convertido em proteína bruta, utilizando-se o fator 5,95. Os equipamentos utilizados foram o bloco digestor (Tecnal, TE-0070) e o destilador de nitrogênio (Tecnal, TE-0363).

O teor de lipídeo foi determinado em extrator de óleos e graxas (Marconi, MA 044/8/50), utilizando o método oficial n° 032/IV do Instituto Adolfo Lutz¹³.

Os carboidratos foram calculados por diferença.

O pH e a acidez titulável foram determinadas segundo o método descrito por Plata Oviedo¹⁹.

A acidez foi realizada no mesmo material usado para determinação do pH, conforme descrito por Plata Oviedo¹⁹. Após a determinação do pH, foram adicionadas duas a quatro gotas de fenolftaleína. A mistura foi novamente agitada enquanto NaOH 0,1N era adicionado, até que o pH atingisse 8,3. A acidez titulável foi expressa em miliequivalentes de NaOH por 100 g de amostra.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Microbiológicas

Para a contagem de fungos e bolores e contagem total de mesófilos, o plaqueamento foi realizado em triplicata

e até a diluição 10-3 utilizando metodologia do APHA¹⁶.

Microscopia sujidades - Pesquisa de insetos, larvas e fragmentos de insetos e de pelos de roedores

Foi utilizado o método descrito pela AOAC¹⁸.

Determinação da propriedade de expansão

Para avaliar a qualidade de aplicação industrial do polvilho azedo, foram aplicados os seguintes testes de expansão de biscoitos, segundo metodologia proposta por Maeda e Cereda²⁰. Na preparação dos biscoitos, foram pesados 50g de polvilho azedo e colocados, aproximadamente, 40 mL de água fervente sobre a amostra. A massa foi modelada, testando-se a consistência nas mãos até tornar-se suficientemente homogênea e macia para ser moldada. Caso permanecesse dura e quebradiça, um pouco mais de água fervente seria adicionada até obter-se a consistência ideal. Com a massa modelada, foram confeccionados três biscoitos redondos de 10g cada, aproximadamente, os quais foram distribuídos em assadeira e levados ao forno elétrico termostatizado a temperatura de 200 °C, por 25 minutos. Após esfriarem, os biscoitos confeccionados foram medidos com o uso do paquímetro digital, SHAN® através da medida do diâmetro médio, antes e após o forneamento. O índice de expansão foi calculado, segundo Pereira et al.¹⁵ e Marcon³, por meio da razão entre o diâmetro médio final (após assado) e o diâmetro médio inicial (antes de assado).

Propriedades viscoamilográficas

As propriedades da pasta dos polvilhos foram avaliadas pelo Rapid Visco Analyser (RVA), série 4, da Newport Scientific e programa de computador ThermoLine for Windows, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, em Goiânia. Foi utilizada a concentração de 2,5 g de amostra em 25 mL de água, corrigidos para a base de 14% de umidade. O equipamento operou no modo standard 2 (NEWPORT SCIENTIFIC, 1995), com modificações na programação: 50°C por 1 minuto, aquecimento de 50 a 92 °C a uma taxa de 5,6 °C / min., manutenção da pasta a 92 °C por 5 minutos, resfriamento de 92 a 50 °C à uma taxa de 5,6 °C / min e 01 min para finalização.

Dos perfis viscoamilográficos obtidos, foram extraídos os parâmetros: temperatura de pasta, viscosidade máxima (pico), quebra de viscosidade (diferença entre a

viscosidade máxima e da pasta mantida a 92 °C por 5 minutos), viscosidade final e tendência à retrogradação (diferença entre viscosidade final e da pasta a 92 °C por 5 minutos). A viscosidade foi expressa em RVU (Rapid Visco Units).

Microscopia eletrônica de varredura

A microscopia eletrônica não foi realizada em todas as amostras, haja vista o número de experimentos. Para essa análise selecionou-se a fécula, o polvilho de maior expansão e o polvilho artesanal, para fins de comparação. As amostras foram diluídas em álcool etílico 100 % (1/10 p/v) e posteriormente duas gotas da solução foram colocadas sobre os “stubs”. Após este procedimento, as amostras foram cobertas em 10 µm de ouro metalizador (MED-010 da Balzers) e avaliadas em microscópio eletrônico de varredura (SEM 515 Philips), sob tensão de 20 KV e tamanhos de 120, 200, 2000 e 4000 vezes. Foram escolhidas as microscopias com tamanho de 2000 vezes para serem apresentadas neste trabalho.

2.5 MÉTODOS ESTATÍSTICO

A análise estatística foi realizada no programa SAS for windows e passos do Statistica for windows versão 7.0 (PROC ANOVA / TUKEY, PROC RSREG; ANOVA / MANOVA)²¹.

Para avaliação dos resultados de expansão do polvilho, foi empregada a análise de variância (ANOVA) e determinada a significância pelo emprego do teste F ($P \leq 0,05$). Para o estudo comparativo das médias, foi feito teste Tukey, verificando-se as médias estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade^{22, 23}. A Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) foi empregada para a análise do efeito combinado das variáveis independentes (x_1, x_2, x_3) nas respostas avaliadas (y_1). A resposta pode ser escrita como sendo função (f) de x : $y_1 = f(x_1, x_2, x_3)$.

As médias dos dados de cada um dos 19 experimentos para cada resposta foram tratadas por análise de regressão múltipla da MSR, para desenvolver modelos matemáticos de segunda ordem, contendo termos lineares, quadráticos e de interação das 3 variáveis independentes, com o emprego do SAS for windows (23). A equação geral deste modelo preditivo é representada pela Equação 1.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{33} x_3^2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \epsilon \quad (1)$$

Em que y_i é igual a função resposta genérica ou variável dependente; x_1, x_2, x_3 é igual ao níveis codificados das variáveis independentes; β_0 é igual ao ponto central do sistema ou ponto estacionário; β_s é igual ao coeficientes estimados pelo método dos mínimos quadrados; ϵ é igual ao resíduo que mede o erro experimental, apresentando uma distribuição normal com média zero e variância igual a 2 s

Resultados e Discussão

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO POLVILHO PRODUZIDO MUNICÍPIOS DO ESTADO DE GOIÁS

O diagnóstico foi realizado em produtores dos municípios com maior produção de polvilho do Estado de Goiás, sendo estes: Bela Vista de Goiás, Piracanjuba, Porangatu e Inhumas. Foram visitados oito produtores e observado o processo de produção do polvilho. A realidade encontrada foi de uma produção marcada pelo empirismo e falta de padronização nas etapas de fermentação e secagem, além de péssimas condições higiênico-sanitárias de processamento.

As amostras recolhidas foram analisadas quanto ao índice de expansão (IE), pH, acidez, teor de amido, umidade, resíduo mineral, presença de bolores e leveduras, bactérias mesófilas e microscopia (presença de sujidades).

Para o IE, 63% das amostras apresentaram variação entre 0,5 - 1,0; 12,5% entre 1,0 - 1,5 e 25% entre 1,5 - 2,0. A maioria, portanto, apresentaram baixas expansões.

Em relação ao pH, observou-se que 62,5% das amostras apresentaram variação no pH no intervalo de 3 - 4, 24,5% entre 4 - 5 e 13% entre 5 - 6. Não existe especificação na legislação a respeito do pH de polvilho azedo. A faixa de variação de pH, obtida por Marcon (24), ao analisar amostras de polvilho azedo, foi entre 3,73 - 4,76. Portanto, semelhante à observada neste trabalho.

Sabendo que a acidez máxima permitida pela legislação brasileira é de 5,0 mL NaOH 1N / 100 g (25), observa-se que somente 12,5% das amostras não

atenderam ao padrão especificado, entre 6 - 7 mL NaOH 1N / 100 g. Enquanto que 62,5% obtiveram acidez entre 2-3 mL NaOH 1N / 100 g; 12,5% entre 3 - 4 mL NaOH 1N / 100 g e 12,5% entre 4 - 5 mL NaOH 1N / 100 g.

A legislação prevê um teor de amido de, no mínimo, 80,0 g (100 g)-1 (25). Nas amostras avaliadas, observou-se que todas atenderam à legislação, com 37,5% com teor de amido de 86 g (100 g)-1; 37,5% com 87 g (100 g)-1 e 25% com 88 g (100 g)-1.

O teor de umidade variou de 7,00 a 9,00 em 12,5 % das amostras, 9,00 a 11,00 g (100 g)-1 em 50 % das amostras e 11,00 a 13,00 g (100 g)-1 em 37,5 %. Considerando que o padrão previsto na legislação é de no máximo 18 g (100 g)-1 (26) pode-se afirmar que as amostras atenderam à legislação brasileira.

Com relação ao teor de cinzas, todas as amostras atenderam aos parâmetros exigidos na legislação de, no máximo, 0,5 g (100 g)-1, sendo que a maior frequência foi observada entre 0,05 - 0,08 g (100 g)-1, com 50 % das amostras neste intervalo e os maiores valores encontrados foram de 0,11 a 0,14 g (100 g)-1 em 13 % das amostras.

Com relação à análise microbiológica, 100% das amostras apresentaram contagem para bolores e leveduras menor ou igual a 40 UFC . g-1, portanto todas atendem à legislação, que prevê contagem de até 103 UFC . g-1 (25). Em relação à contagem de bactérias mesófilas, 62,5% das amostras apresentaram contagem dentro da faixa de 10 -102 UFC . g-1 e 37,5% das amostras dentro da faixa de 102 -103 UFC . g-1. Considerando o padrão previsto na legislação de 5×10^5 UFC . g-1 (25), pode-se afirmar que todas as amostras apresentaram valores dentro da faixa estabelecida.

Para a análise de microscopia, 100% das amostras apresentaram contaminações, sendo 75% com presença de cascas e 25% com presença de casca e insetos, o alto grau de contaminação provavelmente é devido à falta de condições higiênico-sanitárias ao longo do processo.

Observou-se também que, apesar dos problemas de falta de uniformidade, a qualidade microbiana das amostras se enquadrou nos limites estabelecidos pela legislação brasileira. As possíveis razões para tal fato são a alta acidez do produto e o efeito da radiação ultravioleta do sol.

Apesar das precárias condições de alguns estabelecimentos produtores de polvilho, apenas 12,5% das amostras não se encontravam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, referente à acidez das amostras. Portanto, conclui-se que, com pequenas interferências no processo produtivo, pode-se adequar a totalidade do polvilho aos padrões de comercialização, principalmente, com a implantação de boas práticas de fabricação e controles no processamento.

CARACTERIZAÇÃO DA FÉCULA DE MANDIOCA

As características físico-químicas e contagem total de mesófilos da amostra de fécula de mandioca *in natura* utilizada nos ensaios são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Características físico-químicas da fécula de mandioca utilizada no ensaio científico

Características	Média ± Desvio Padrão
Índice de expansão	1,24 ± 0,02
pH	5,48 ± 0,37
Acidez titulável [mL de NAOH 1 N (100 g) ⁻¹]	1,60 ± 0,05
Amido [g (100 g) ⁻¹]	98,45 ± 0,00
Amilose [g (100 g) ⁻¹]	14,92 ± 0,01
Amilopectina [g (100 g) ⁻¹]	83,53 ± 0,01
Umidade [g (100 g) ⁻¹]	11,95 ± 0,07
Cinzas [g (100 g) ⁻¹]	0,05 ± 0,01
Proteína [g (100 g) ⁻¹]	0,10 ± 0,07
Lipídeos [g (100 g) ⁻¹]	0,20 ± 0,01
Absorção de água (mL 50 g ⁻¹)	39,00 ± 0,52
Contagem total de mesófilos (UFC g ⁻¹)	101

O índice de expansão da fécula de mandioca utilizada foi de 1,24, portanto está dentro da faixa de variação encontrada por Marcon (24), de 1,18 -1,49, ao analisar cinco amostras de fécula de mandioca comerciais, dentre elas a marca YOKI®.

O valor de pH encontrado foi de 5,48, portanto abaixo do valor apontado como normal para fécula de mandioca, que é de 6,2. Valor 3% maior foi determinado por Cavallet et al. (27), na avaliação da fécula de mandioca, encontrando pH de 5,6. Esta diferença é provavelmente devido a variações de clima, solo, e cultivares utilizadas.

A acidez titulável apresentou-se acima de 0,94 mL de NAOH 1 N (100g)-1, valor esse tido como comum para fécula de mandioca. Cavallet et al. (27) encontrou maior valor, 1,54 mL de NAOH 1 N (100 g)-1, quando analisou a fécula de mandioca da cultivar Branca de Santa Catarina, da cidade de Marechal Cândido Rondon (PR). Observa-se que o teor de amido da fécula de mandioca utilizada, encontra-se dentro dos padrões da legislação sendo superior a 80,00 g (100 g)-1, e próximos aos encontrados por Plata Oviedo e Camargo (28) de 99,60 g (100 g)-1 e superior ao encontrado por Cavallet (29) 96,94 g (100 g)-1.

O valor de amilose detectado [14,92 g (100 g)-1] foi inferior ao encontrado por Takizawa et al. (30) de 18,6 g (100 g)-1 e 8,5% menor que o encontrado por Leonel et al. (31) de 16,3 g (100 g)-1 ao analisar fécula de mandioca da variedade Branca de Santa Catarina.

A umidade de 11,95 g (100 g)-1 está de acordo com a legislação que prevê para a fécula de mandioca: umidade máxima 18,0 g (100 g)-1 (26) e dentro da faixa que Marcon (24) encontrou para as féculas analisadas 11,72-14,19 g (100g)-1. Valor 8% maior foi encontrado por Garcia e Leonel (10) para a fécula de mandioca 12,95 g (100 g)-1.

O teor de cinzas de 0,05 g (100 g)-1 está de acordo com a legislação que prevê no máximo 0,05 g (100 g)-1 de cinza (25).

Observa-se que o valor de lipídeos encontrado para a fécula de mandioca de 0,2 g (100g)-1 é 10 % menor que o encontrado por Cereda et al.(32), enquanto Sarmento (33) quantificou 0,22 g (100 g)-1.

Para valor de proteína foi obtido teor de 0,1 g (100g)-1 que coincide com o encontrado por Cereda (8) na sua avaliação da fécula de mandioca.

Quanto a contagem total de mesófilos, o valor encontrado, 101 UFC g-1, indica baixo índice de contaminação microbiana.

A fécula de mandioca nativa utilizada nesse ensaio atendeu aos parâmetros exigidos pela legislação brasileira.

ÍNDICE DE EXPANSÃO DOS POLVILHOS EXPERIMENTAIS

Os dados obtidos para IE, no segundo ensaio, com as novas faixas de variação de volume de ácido láctico, massa de inóculo e a mesma variação do tempo de fermentação estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Médias e desvios-padrão do índice de expansão dos polvilhos experimentais em função do volume de ácido láctico (X1), massa de inóculo (X2) e tempo de fermentação (X3).

Experimento	Variáveis independentes			Resposta
	Volume de ácido láctico adicionado (mL)	Massa de inóculo (g)	Tempo de fermentação (h)	
1	6,0	15,2	24,00	1,7 ± 0,07
2	24,0	15,2	24,00	1,8 ± 0,10
3	6,0	59,8	24,00	1,6 ± 0,11
4	24,0	59,8	24,00	1,7 ± 0,14
5	6,0	15,2	72,00	1,6 ± 0,07
6	24,0	15,2	72,00	1,9 ± 0,10
7	6,0	59,8	72,00	1,7 ± 0,08
8	24,0	59,8	72,00	1,8 ± 0,08
9	0,0	37,5	48,00	1,6 ± 0,09
10	30,0	37,5	48,00	1,6 ± 0,14
11	15,0	0,0	48,00	1,8 ± 0,10
12	15,0	75,0	48,00	1,7 ± 0,12
13	15,0	37,5	7,68	1,7 ± 0,08
14	15,0	37,5	88,32	1,6 ± 0,06
15	15,0	37,5	48,00	1,9 ± 0,08
16	15,0	37,5	48,00	2,0 ± 0,06
17	15,0	37,5	48,00	2,1 ± 0,10
18	15,0	37,5	48,00	2,0 ± 0,19
19	15,0	37,5	48,00	1,9 ± 0,09

A análise de variância para o IE mostrou que o modelo matemático completo foi significativo (P = 0,0188), com coeficiente de determinação de 81,51%, falta de ajuste não significativa (FA = 0,3605), coeficiente de variação baixo (5,35%), podendo ser considerado preditivo. Os efeitos quadráticos do volume de ácido láctico (P = 0,000065), da massa de inóculo (P = 0,009525) e do tempo de fermentação (P = 0,000452), foram significativos. O

efeito linear do volume de ácido láctico, apesar de não ser significativo (P = 0,083), foi mantido para melhorar o ajuste do modelo. O modelo ajustado e o coeficiente de determinação (R2) estão apresentados na Tabela 3.

A partir deste modelo, foram traçados gráficos que apresenta a variação do IE em função da massa de inóculo (g) e do tempo de fermentação (h), com o volume de ácido láctico fixado em 6 mL, 15 mL e 24 mL (Figura 2 a,b,c).

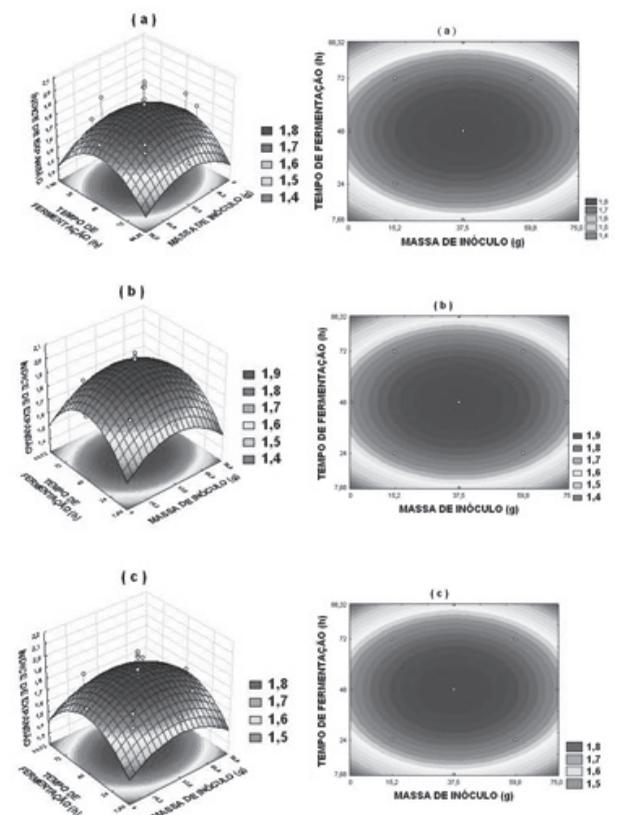


Figura 2. Índice de expansão dos polvilhos de mandioca experimentais em função do tempo de fermentação (h) e da massa de inóculo (g), com o volume de ácido láctico fixado em 6 mL(a), 15 mL(b) e 24 mL(c).

Ao analisar a Figura 2a, observa-se que quando o volume de ácido láctico é igual a 6 mL, a região de máximo índice de expansão (1,8) está compreendida no intervalo 27,3 - 48,5 g para massa de inóculo e de 38,8 - 54,8 h para o tempo de fermentação. Já quando o volume de ácido láctico é de 15 mL, Figura 2b, a região de

máxima expansão (1,9) é observada quando o intervalo de variação para massa de inóculo é de 29,8 - 45,3 g e de 41,8 - 50,8 h para o tempo de fermentação. Na Figura 2c, a região de máxima expansão (1,8) ocorre quando o intervalo de variação para massa de inóculo é de 23,0 - 51,2 g e para o tempo de fermentação de 40,8 - 57,6 h.

Observa-se, claramente, nos gráficos da Figura 2, o efeito quadrático do tempo de fermentação e massa de inóculo. O índice de expansão aumentou com a elevação destas variáveis independentes até atingir a região de máximo, diminuindo em seguida.

Para melhor visualização do efeito do volume de ácido lático, também foram elaborados gráficos com a variação do Índice de expansão em função do volume de ácido lático (mL) e do tempo de fermentação (h), fixando-se a massa de inóculo em 15,2 g (a), 37,5 g (b) e 59,8 g (c) (Figura 3).

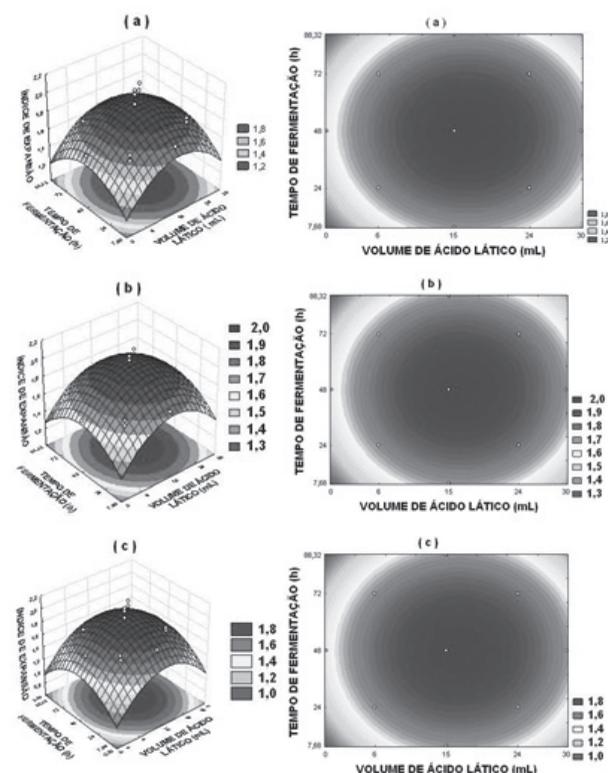


Figura 3. Índice de expansão dos polvilhos de mandioca experimentais em função do tempo de fermentação (h) e do volume de ácido lático (mL), com massa de inóculo fixada em 15,2 g (a), 37,5 g (b) e 59,8 g (c).

Ao analisar a Figura 3a, observa-se que, quando a massa de inóculo é igual a 15,2g, a região de máxima expansão (1,8) localiza-se no intervalo fixado em 10,12 - 22,15 mL para o volume de ácido lático e de 36,0 - 62,4 h para o tempo de fermentação.

Quando a massa de inóculo foi fixada em 37,5 g, Figura 3b, a região de máxima expansão (2,0) é compreendida quando o intervalo de variação para o volume de ácido lático é de 10,8 - 21,3 mL e de 36,0 - 65,3 h para o tempo de fermentação.

Na Figura 3c, a região de máxima expansão (1,8) ocorreu quando o intervalo de variação para volume de ácido lático foi de 10,8 - 21,8 mL para o volume de ácido lático e de 36,0 - 62,4 h para o tempo de fermentação.

Das condições citadas, a segunda combinação ternária é a ideal, pois propiciou o maior índice de expansão e o menor tempo de fermentação. Considerando as dificuldades operacionais que as indústrias enfrentam para atender o tempo de fermentação necessário à produção do polvilho, entendemos que, devido à diminuição dos custos operacionais e conseqüente aumento do fluxo de produção, o menor tempo de fermentação é a melhor opção.

Ainda considerando a combinação ternária como ideal, temos que o volume mínimo de ácido lático a ser adicionada é de 10,8 mL (500 g)-1 de fécula, ou seja, 2 % que quando extrapolados para uma produção de 1 tonelada diária teríamos um consumo de 20 L de ácido lático, e um incremento de R\$ 240,00 ao custo de produção. Porém, os custos oriundos da acidificação são pequenos quando comprados ao ganho propiciado pela redução do tempo de fermentação 48 - 60 d para 48 h. Garcia e Leonel (2005) concluíram que a concentração de ácido lático, durante o processo de modificação fotoquímica, interfere no índice de expansão, sendo o aumento da expansão significativo com o aumento da concentração de ácido lático.

Em relação à adição da massa de inóculo, não haveria um incremento de custo, uma vez que essa retorna ao processo e também pouco impacto na produção, tendo em vista que a massa de inóculo adicionada por tonelada seria de 75 kg, podendo ser preparado em pequenos tanques, já utilizados no processo produtivo do polvilho.

Existem divergências quanto à forma de avaliação da expansão do polvilho azedo. Alguns autores referem-se à densidade, outros, a volume específico e outros, à índice de expansão, resultando em dados conflitantes quanto aos

parâmetros de expansão considerados ideais (ASCHERI e VILELA, 1995; PEREIRA et al., 1999; MAEDA e CEREDA, 2001; PLATA OVIDO e CAMARGO, 2005).

Demiante et al. (2000) e Silva et al. (2006) afirmaram que o método de avaliação da propriedade de expansão, utilizando o painço para medir o volume de deslocamento, não é muito sensível e possui baixa reprodutibilidade. Demiante et al. (2000) concluíram que o índice de expansão apresentou-se como uma das características mais adequadas para a caracterização do polvilho azedo utilizado em biscoitos de polvilho, uma vez que há relação entre a expansão e o peso do produto, existindo uma relação com o grau de qualidade.

Na Figura 4, observa-se a aparência e tamanho final do biscoito produzido com o polvilho do experimento 18, ponto que se encontra na região de máxima expansão segundo os gráficos analisados, além do polvilho artesanal de maior expansão verificada no diagnóstico e a fécula de mandioca utilizada para produção do polvilho no ensaio. Pode-se observar uma visível diferença entre os produtos do experimento 18 foram maiores que os produzidos com polvilho artesanal e a fécula de mandioca.



Figura 4. Índices de expansão da fécula de mandioca, do polvilho artesanal e polvilho do experimento 18.

A maior expansão alcançada (IE = 2,0) foi do polvilho com 48 h de fermentação. Esse valor se aproxima do resultado alcançado por Marcon (24) para a amostra de maior expansão (PAM). A autora,

ao analisar polvilhos azedos com fermentação de 48 dias, polvilho azedo seco em estufa (PASE), polvilho azedo seco ao sol (PASSOL) e polvilho azedo referência - mix (PAM), obteve índices de expansão com valores de 1,46, 1,66 e 2,00, respectivamente. A autora concluiu que o IE aumentou proporcionalmente em relação ao volume específico para as diferentes amostras analisadas e foi inversamente proporcional à densidade específica. A amostra PAM, que corresponde a um pool das amostras preferidas pelos padeiros, referência como polvilho azedo de boa performance, apresentou o melhor índice de expansão (2,0), o maior volume específico (10,07 mL g⁻¹) e a menor densidade específica (0,1 mL g⁻¹).

Pereira et al. (15) avaliaram féculas de araruta, batata-baroa, batata-inglesa e mandioca como fontes alternativas na produção de amidos fermentados com propriedade de expansão e compararam com o polvilho azedo industrial. Concluíram que os biscoitos obtidos a partir do polvilho azedo comercial foram os que apresentaram maior expansão (1,99), valor 1% menor ao alcançado neste trabalho.

ACIDEZ E PH

Na Tabela 5, são apresentadas as médias de pH e acidez dos polvilhos, assim como as condições experimentais.

A análise de variância para a acidez titulável mostrou que o modelo matemático completo foi significativo (P = 0,0000), a falta de ajuste não foi significativa (FA = 0,0820), o coeficiente de variação foi médio (11,35%) e 97,59% das respostas são explicáveis pelo modelo completo, sendo reduzido para 97,00% no modelo ajustado, podendo ser considerado preditivo. Os efeitos linear e quadrático do volume de ácido láctico foram significativos (P = 0,000; P = 0,003, respectivamente), assim como o efeito da interação entre volume de ácido láctico e massa de inóculo (P = 0,030). Os efeitos lineares da massa de inóculo (P = 0,1356) e quadrático do tempo de fermentação (P = 0,2374) e, a interação da massa de inóculo e tempo de fermentação (P = 0,2319) não foram significativos, mas foram mantidos no modelo ajustado.

A partir do modelo ajustado (Tabela 6), foi traçado gráfico que apresenta a variação de acidez em função do volume de ácido láctico (mL) e da massa de inóculo (g), como pode ser observado na Figura 5.

Tabela 5. Modelo de regressão ajustado e coeficiente de determinação (R2) do Índice de Expansão em função do volume de ácido láctico (mL), da massa de inóculo (g) e do tempo de fermentação (h).

Resposta	MODELO	R2
Índice de Expansão	$y = 1,9836 + 0,04121x_1 - 0,1242 x_1^2 - 0,0665 x_2^2 - 0,1009x_3^2$	0,79

y: resposta; x1: Volume de Ácido láctico (mL); x2: Massa de Inóculo (g); x3: Tempo de Fermentação (h). *Itálico: o efeito apesar de não ser significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro contribuiu com a resposta.*

Tabela 6. Médias e desvios-padrão da acidez e do pH dos polvilhos de mandioca experimentais obtidos em função do volume de ácido láctico (X1), massa de inóculo (X2) e tempo de fermentação (X3).

Experimento	Variáveis independentes			Resposta	
	Volume de ácido láctico adicionado (mL)	Massa de inóculo (g)	Tempo de fermentação (h)	Índice de expansão	pH
1	6,0	15,2	24	3,70 ± 0,00	3,16 ± 0,00
2	24,0	15,2	24	13,75 ± 0,35	2,60 ± 0,03
3	6,0	59,8	24	3,35 ± 0,07	3,06 ± 0,09
4	24,0	59,8	24	10,40 ± 0,14	2,73 ± 0,01
5	6,0	15,2	72	3,20 ± 0,00	3,24 ± 0,01
6	24,0	15,2	72	12,75 ± 0,21	2,69 ± 0,01
7	6,0	59,8	72	3,75 ± 0,07	3,09 ± 0,00
8	24,0	59,8	72	11,15 ± 0,07	2,69 ± 0,06
9	0,0	37,5	48	1,80 ± 0,00	4,17 ± 0,04
10	30,0	37,5	48	15,00 ± 0,00	2,66 ± 0,04
11	15,0	0,0	48	6,49 ± 0,45	2,83 ± 0,01
12	15,0	75,0	48	6,70 ± 0,00	2,93 ± 0,00
13	15,0	37,5	7,68	4,85 ± 0,07	3,05 ± 0,04
14	15,0	37,5	88,32	6,50 ± 0,00	2,85 ± 0,07
15	15,0	37,5	48	6,10 ± 0,14	2,95 ± 0,05
16	15,0	37,5	48	7,05 ± 0,07	2,85 ± 0,00
17	15,0	37,5	48	7,35 ± 0,07	2,84 ± 0,02
18	15,0	37,5	48	7,05 ± 0,07	2,86 ± 0,01
19	15,0	37,5	48	6,75 ± 0,35	2,85 ± 0,01

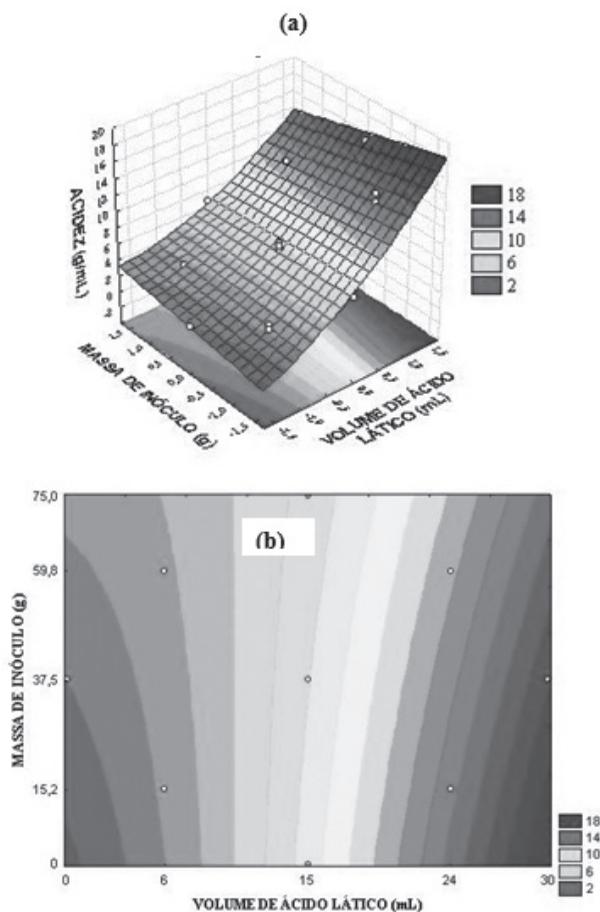


Figura 5. Acidez titulável dos polvilhos de mandioca experimentais, em função do volume de ácido láctico (X1) e da massa de inóculo (X2), com o tempo de fermentação (X3) fixado em 48 h.

O volume de ácido lático aplicado foi diretamente proporcional à acidez do polvilho. Em relação à massa de inóculo, observou-se que, na região do gráfico para valores de ácido lático até 8 mL, aumentando a massa de inóculo, ocorreu o aumento na acidez do polvilho. Provavelmente, este efeito deve-se à aceleração da fermentação com acréscimo do inóculo e consequente produção de ácidos orgânicos que provocariam o aumento da acidez titulável. Na região entre 8 - 13 mL de ácido lático, a massa de inóculo não afetou a acidez titulável do polvilho. Enquanto, na região acima de 13 mL de ácido lático, o aumento da massa de inóculo resultou na redução da acidez do polvilho. Provavelmente, ocorreu maior adição de ácido lático que provocou o desfavorecimento da microbiota, responsável pela fermentação, propiciando uma inibição da fermentação e a redução da acidez.

Carvalho et al. (34) afirmam que 80,6 % dos micro-organismos responsáveis pela fermentação do polvilho são bactérias ácido lácticas (BAL), que a fermentação é realizada por microbiota mista, o que produz aumento da acidez titulável e também que a presença de leveduras seria de vital importância para o fornecimento de açúcares fermentáveis para a atuação das outras bactérias do processo.

A grande variação na acidez titulável dos polvilhos de mandioca é atribuída ao fato de as fermentações não serem submetidas às análises de controle, sendo interrompidas em diferentes estágios de desenvolvimento e de produção dos ácidos (35; 36; 37). Segundo Cereda (38), essas variações se devem não somente ao teor de ácidos formados, mas também à natureza desses ácidos. Neste trabalho, a variação de acidez, no entanto se dá provavelmente pela quantidade distinta de ácido utilizada em cada experimento, uma vez que o tempo de fermentação não sofreu grandes variações.

Dias (39) concluiu que os amidos tratados com ácidos butíricos, acético ou propiônico tiveram sua acidez titulável reduzida por ocasião da secagem solar, evidenciando a possível evaporação ou destruição destes ácidos, o que não ocorreu com os amidos tratados com o ácido lático, que mantiveram valores altos de acidez após a secagem.

Considerando que o ácido lático não evapora após a secagem e o limite estabelecido na legislação brasileira

de 5 mL de NaOH 1N(100 g)-1 para acidez titulável, tem-se que os valores de acidez encontrados para os polvilhos experimentais da região de máxima expansão (experimentos 15 a 19) são superiores aos permitidos. Tal fato nos remete à necessidade de utilização de quantidades de ácido lático mínimas, considerando a faixa de variação de 10,8 - 21,3 mL sinalizadas na otimização.

A análise de variância para pH mostrou que o modelo matemático completo foi significativo ($P = 0,0073$) e a falta de ajuste também ($FA = 0,0028$), com coeficiente de variação baixo (6,24) e 85,42% das respostas foram explicadas pelo modelo completo, sendo reduzido para 81,00% no modelo ajustado. Assim, o modelo não pode ser considerado preditivo, apenas para visualizar a tendência da resposta. O efeito linear e quadrático do volume de ácido lático foram significativos para o pH dos polvilhos de mandioca ($P = 0,000001$; $P = 0,001223$, respectivamente) e o gráfico que ilustra o modelo ajustado é apresentado na Figura 6.

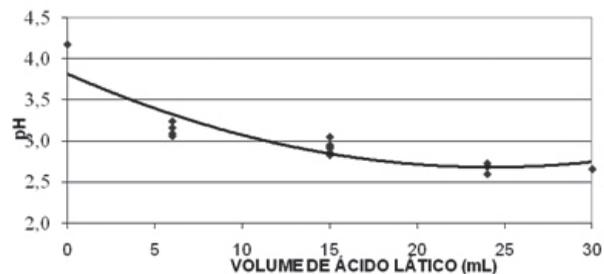


Figura 6. pH dos polvilhos de mandioca em função do volume de ácido lático (mL).

Com o aumento do volume de ácido lático, ocorreu a diminuição do pH tendendo para estabilização a partir de 25 mL de ácido lático.

Segundo Dias et al. (40), o acompanhamento do processo de produção do polvilho indicou intensa redução do pH nos primeiros dias de fermentação, com reduções menos intensas até estabilização, no final da fermentação. Este comportamento foi semelhante ao observado por Cereda e Lima (35), Cereda (38), Cereda e Giaj-Levra (36), Aschieri e Vilela (37), Carvalho et al. (34) e Pereira

et al. (15), afirmam que a queda do pH ocorre em função da formação de compostos aromáticos e, principalmente, ácidos orgânicos. Entretanto, os autores estudaram tempos de fermentação muito maiores, de 30-60 d, do que os estudados neste trabalho.

Marcon (3) encontrou valores de pH 3,77; 3,87 e 4,27 para polvilhos azedos de diferentes regiões polvilheiras de Santa Catarina e para polvilhos fermentados em laboratório valores de 3,77 a 4,58.

Tanto os resultados apresentados no presente trabalho quanto nos publicados sobre o pH de amidos nativos de mandioca revelam uma grande variação neste parâmetro. Vários autores afirmam que o pH de polvilho azedo é baixo (41; 37; 28; 34; 15; 42; 43; 6; 3; 44; 9), o que foi comprovado pelos resultados obtidos neste trabalho que obteve valores de 2,6 a 4,1.

PROPRIEDADES DE PASTA DOS POLVILHOS ARTEZANAL E EXPERIMENTAL SELECIONADO E DA FÉCULA DE MANDIOCA

A análise de RVA é uma ferramenta importante no estudo da viscosidade de produtos fonte de amido. Essa análise gera informações importantes, relacionando aspectos de viscosidade durante o aquecimento e resfriamento sobre agitação. As diferenças de viscosidade entre o polvilho artesanal, o polvilho experimental (experimento 18) e fécula de mandioca (sem fermentação) estão ilustradas na Figura 7.

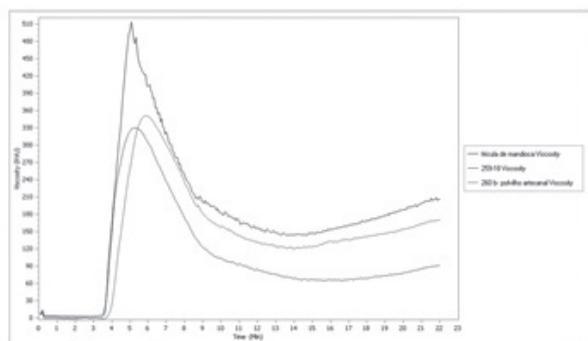


Figura 7. Amilogramas da fécula de mandioca, polvilho artesanal e polvilho do experimento 18.

Observou-se que a fécula apresentou maior pico de viscosidade, comparativamente ao polvilho azedo, o mesmo foi observado por outros autores (2; 9).

Os polvilhos apresentaram valores de viscosidade de pasta menores do que a da fécula de mandioca. Isto porque o amido irradiado com UV sofre mudanças nas propriedades funcionais com aumento da capacidade de ligação de água e da solubilidade e diminuição do pico de viscosidade, o que pode ser observado após exposição à luz solar, particularmente com fécula de mandioca que foi previamente acidificada (45; 46; 28). A viscosidade das pastas de amidos nativos de diferentes fontes é maior se comparada com a dos amidos que sofreram processo de modificação por agentes oxidantes. Isto se deve ao fato da oxidação reduzir o tamanho das cadeias que compõem o amido (47). A fécula de mandioca tem menor liberação de água que o polvilho azedo, reafirmando a despolimerização do amido durante o processo fermentativo. A quebra das cadeias seria responsável pela menor capacidade do polvilho azedo reter a água; portanto, fécula e polvilho azedo são produtos diferenciados quanto à funcionalidade (2).

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Os resultados da composição centesimal para polvilhos de mandioca obtidos nos experimentos estão apresentados na Tabela 8.

A umidade e as cinzas no polvilho de mandioca são úteis para controlar as condições de secagem e a presença de resíduos de solo no processamento do amido. Os valores obtidos estão em conformidade com a legislação, de acordo com a RDC n° 263 de 22 de setembro de 2005, o valor de umidade do polvilho deve ser de no máximo 18 g (100 g)-1 e o de cinzas de 0,50 g (100 g)-1 (26).

Observa-se uma diferença significativa entre as amostras em relação à umidade, em que a amostra do experimento 5 diferiu das demais e apresentou o maior valor de umidade. Isso porque o parâmetro de retirada das amostras do Sol foi o mesmo utilizado pelos produtores artesanais, ou seja, o toque manual, sendo portanto uma medida imprecisa e responsável por essa divergência .

Tabela 8. Composição centesimal dos polvilhos de mandioca experimentais.

Experimento	Umidade g (100g) ⁻¹	Cinzas g (100g) ⁻¹	Proteína g (100g) ⁻¹	Lipídios g (100g) ⁻¹	Carboidratos g (100g) ⁻¹
1	8,26 ± 0,087EF	0,093 ± 0,000BCDEFG	0,227 ± 0,000CDE	0,209 ± 0,026CDEF	99,472 ± 0,026DEF
2	13,14 ± 0,127B	0,092 ± 0,008BCDEFG	0,239 ± 0,001B	0,294 ± 0,001AB	99,375 ± 0,006GHI
3	6,88 ± 0,006G	0,105 ± 0,004BCDEFG	0,222 ± 0,003DEF	0,300 ± 0,011AB	99,373 ± 0,011GHI
4	9,52 ± 0,255D	0,111 ± 0,000BCDEFG	0,228 ± 0,004CDE	0,291 ± 0,014ABC	99,371 ± 0,018GHI
5	16,17 ± 0,254A	0,170 ± 0,004A	0,248 ± 0,000A	0,276 ± 0,041ABCD	99,361 ± 0,037HI
6	4,95 ± 0,270H	0,098 ± 0,011BCDEFG	0,218 ± 0,004FGH	0,269 ± 0,025ABCD	99,417 ± 0,011FGHI
7	6,87 ± 0,743G	0,129 ± 0,016ABCD	0,222 ± 0,003DEF	0,307 ± 0,023A	99,347 ± 0,010I
8	5,23 ± 0,214H	0,087 ± 0,004EFG	0,222 ± 0,001DEF	0,125 ± 0,012G	99,567 ± 0,007A
9	7,72 ± 0,137FG	0,095 ± 0,003BCDEFG	0,227 ± 0,001CDE	0,224 ± 0,001BCDEF	99,455 ± 0,005DEF
10	4,93 ± 0,302H	0,089 ± 0,007DEFG	0,219 ± 0,000FGH	0,219 ± 0,001BCDEF	99,473 ± 0,007DEF
11	5,48 ± 0,028H	0,095 ± 0,000BCDEFG	0,220 ± 0,000EFG	0,240 ± 0,007ABCDE	99,445 ± 0,007DEFG
12	5,55 ± 0,101H	0,079 ± 0,000G	0,221 ± 0,001DEF	0,149 ± 0,020GF	99,552 ± 0,019ABC
13	1,98 ± 0,064 J	0,082 ± 0,007FG	0,211 ± 0,001H	0,233 ± 0,016ABCDE	99,474 ± 0,024CDEF
14	3,76 ± 0,234 I	0,085 ± 0,004EFG	0,213 ± 0,000GH	0,148 ± 0,001GF	99,555 ± 0,003AB
15	10,99 ± 0,045C	0,13 ± 0,004AB	0,235 ± 0,002BC	0,202 ± 0,011DEFG	99,432 ± 0,017EFGH
16	9,13 ± 0,144DE	0,121 ± 0,001BCDEF	0,228 ± 0,000CD	0,279 ± 0,046ABCD	99,373 ± 0,046GHI
17	11,86 ± 0,056 C	0,125 ± 0,000ABCDE	0,233 ± 0,001BC	0,165 ± 0,003EFG	99,483 ± 0,003BCDEF
18	11,78 ± 0,338 C	0,131 ± 0,007ABC	0,223 ± 0,002DEF	0,147 ± 0,011GF	99,499 ± 0,016ABCDE
19	9,42 ± 0,035 D	0,091 ± 0,011CDEFG	0,228 ± 0,002CD	0,164 ± 0,015EFG	99,518 ± 0,006ABCD

¹ Valores apresentados em base seca, exceto para teor de umidade;

Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna para cada constituinte se diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste Tukey.

Quando se observa o valor de cinzas, encontrado nas amostras de polvilho, verifica-se que as amostras dos experimentos de 1 a 4, 6, 9, 11 e 16 não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) entre si, porém diferem-se da amostra 5 de maior valor ($P \leq 0,05$). A elevação do teor de cinzas do polvilho azedo deve-se ao processo de secagem ao Sol, ao ar livre, o qual sofre a ação dos ventos e de poeira.

Quando se compara a composição química da fécula de mandioca com a do polvilho, percebe-se que a fermentação enriquece o teor proteico do polvilho azedo em cerca de dez vezes. Cereda (41), Ascheri e Vilela (37), Plata Oviedo e Camargo (28) afirmam que esse fenômeno ocorre devido aos resíduos metabólicos produzidos por micro-organismos durante a fermentação. Neste trabalho, não houve um enriquecimento tão acentuado, mas houve um aumento do teor proteico. Os valores de proteína encontrados nos polvilhos dos experimentos

3, 7, 8, 12 e 18 não diferiram entre si ($P > 0,05$), sendo todos superiores a 0,2 g (100 g)⁻¹. NAKAMURA (48), ASCHERI e VILELA (37) citam valores de proteína nos polvilhos azedo de 0,60 a 1,83 g (100 g)⁻¹, sendo superiores a 0,1 g (100 g)⁻¹ na maioria destes.

Quanto ao teor de lipídeos, as amostras de polvilho de mandioca experimentais 5, 6 e 16 apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$), com relação às amostras 8, 12, 14 e 18. Os valores, entretanto, são maiores do que os encontrados por ASCHERI e VILELA (37) que obtiveram 0,006 g (100 g)⁻¹ de lipídeo como teor máximo. Já Marcon et.al. (9) encontrou uma faixa de variação de 0,16 - 0,22 g (100 g)⁻¹ para o teor de lipídeos, próxima a encontrada neste trabalho.

Considerando os valores de carboidratos encontrados, temos que a amostra do experimento 8 diferiu das demais apresentando o maior valor, as amostras dos experimentos 2, 3, 4, 6 e 16 não diferiram entre si ($P > 0,05$).

CONTAGEM TOTAL DE MESÓFILOS E DE BOLORES E LEVEDURAS

A Tabela 9 apresenta os valores encontrados para as análises microbiológicas de Contagem Total de Mesófilos e Bolores e Levedura para os polvilhos experimentais.

Tabela 9. Contagem total de mesófilos e de bolores e leveduras dos polvilhos experimentais.

Experimentos	Mesófilos (UFC g-1)	Bolores e Leveduras (UFC g-1)
1	4,3 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
2	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
3	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
4	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
5	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
6	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
7	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
8	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
9	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
10	8,8 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
11	3,0 x 10 ²	<1,5 x 10 ²
12	3,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
13	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
14	3,9 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
15	3,1 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
16	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
17	2,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
18	7,5 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²
19	4,1 x 10 ⁴	<1,5 x 10 ²

Observou-se que as amostras apresentaram a mesma contagem para bolores e leveduras, menor ou igual a 1,5 x 10² UFC g-1, portanto atenderam à legislação brasileira, que prevê contagem máxima de 10³ UFC g-1 para esta análise. Com relação à contagem de bactérias mesófilas dos polvilhos experimentais, observou-se contagem na faixa de 3 x 10² a 8,8 x 10⁴ UFC g-1, sendo que 11 das 19 amostras experimentais apresentaram contagem de 2,5 x 10⁴ UFC g-1. Considerando o padrão da legislação de 5 x 10⁵ UFC g-1, todas as amostras encontravam-se dentro da faixa permitida.

Cereda e Vilpoux (2003) publicaram variações de 1,2 a 3,6 x 10² UFC g-1 para bolores e leveduras em amostras de polvilho azedo e de 10 a 3,1 x 10³ UFC g-1 para contagem total de mesófilos, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. As diferenças apontadas se devem provavelmente aos diferentes estágios de fermentação das amostras. Neste trabalho, o tempo de fermentação variou de 7,68 a 88,32 h, o que permite considerar que a contagem de mesófilos está sendo incrementada pelas bactérias lácticas na primeira fase da fermentação, uma vez que a fermentação foi interrompida nesta fase, não sendo atingida a fase de decréscimo das bactérias lácticas. Tal fato explicaria os valores contagem de mesofilos superiores aos encontrados nos polvilhos artesanais (com fermentação média de 60 d).

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A Figura 8 ilustra a microscopia eletrônica de varredura em diferentes aumentos da fécula de mandioca. Observou-se a forma ovalada predominante e superfície lisa dos grânulos de amido. Enquanto que nos polvilhos azedo artesanal e experimental (experimento 18) (Figura 9) observaram-se superfícies porosas e presença de orifícios e rachaduras típicas do amido que sofreu processo de fermentação.

Os grânulos de fécula de mandioca assim como dos polvilhos azedos observados através da microscopia eletrônica de varredura mostraram formas predominantemente ovaladas, arredondadas e truncadas, típicas de amido de mandioca, com diâmetros variados, que não sofreram mudanças durante a fermentação (Figuras 8 e 9).

Diferentemente das féculas de mandioca, os grânulos dos polvilhos azedos, apresentam perfurações devido à ação de enzimas amilolíticas. Estas atuam primeiramente sobre as zonas amorfas dos grânulos colocados em excesso de água no processo fermentativo (43).

O aspecto alterado da superfície dos grânulos de amido de mandioca, após a fermentação, com perfurações e rachaduras, comprova o efeito do ataque das amilases (32; 3). O mesmo efeito foi observado no polvilho artesanal e nos experimentais, não sendo observadas diferenças microscópicas entre eles.

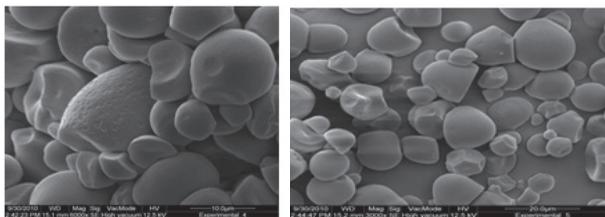


Figura 8. Micrografias eletrônicas de varredura de grânulos de amido de mandioca nativo (fécula).

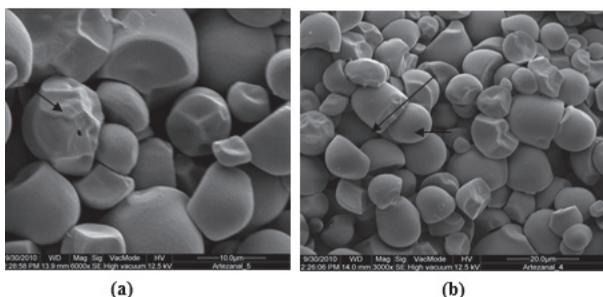


Figura 9. Micrografias eletrônicas de varredura de grânulos de amido fermentado do polvilho azedo (a) experimental e polvilho artesanal (b).

Conclusão

O diagnóstico da qualidade do polvilho indicou não haver padrão de qualidade para o produto, pois verificou presença de casca e insetos em todas as amostras analisadas. Quanto à acidez, 12,5% das amostras não se encontravam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, para as demais análises, os resultados estão em conformidade.

Os padrões físico-químicos e microbiológicos, encontrados para a amostra de fécula utilizada nos ensaios, estão de acordo com a legislação brasileira vigente e com a literatura.

Os resultados da otimização do processo indicaram que a região de máxima expansão (2,0) ocorreu quando o intervalo de variação para o volume de ácido láctico foi de 10,8 - 21,3 mL e de 36,0 - 65,3 h para o tempo de fermentação, quando a massa de inóculo foi de 37,5 g.

O índice de expansão alcançado com o polvilho experimental foi superior ao alcançado com a fécula

de mandioca e com o polvilho artesanal de maior expansão, detectado no diagnóstico.

A produção de polvilho azedo experimental, a partir de fécula de mandioca, utilizando o método de fermentação rápida e acidificação (da região de máxima expansão) apresentou valor de acidez superior ao permitido pela legislação, em relação ao pH os valores encontrados para os polvilhos experimentais são coincidentes com a literatura. A viscosidade de pasta do polvilho azedo experimental foi inferior a do polvilho artesanal, não comprometendo a expansão, sendo que essa não esteve diretamente relacionada à viscosidade.

Os polvilhos azedos experimentais atenderam aos padrões microbiológicos vigentes para a contagem total de mesófilos e bolores e leveduras. Atenderam também aos limites previstos na legislação para umidade e cinzas. Os polvilhos azedos, experimental e artesanal apresentaram predominantemente formas esféricas, reniformes e perfurações, quando da observação pela microscopia eletrônica de varredura.

Finalmente, pode-se dizer que a produtividade industrial pode ser incrementada pela redução do tempo médio de fermentação utilizado (45 d) para o proposto de (48h) utilizando a acidificação e a adição de inóculo.

Referências

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Ibge. Estatística da Produção Agrícola. Maio: 2009.
2. Aplevicz, K. S.; Demiate, I. M. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2007, 478-484.
3. Marcon, M. J. A. Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC.
4. Gameiro, A. H.; Cardoso, C. E. L. Embrapa Informação Tecnológica, 2003.
5. Leonel, M.; Cereda, M. P. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2002, 65-69.
6. Silveira, I. A.; Carvalho, E. P.; Schwan, R. F.; Pilon, L. Higiene Alimentar, 2000, 26-31.
7. Lima J. W. C. Análise ambiental: processo produtivo de polvilho em indústrias do extremo sul de Santa Catarina. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

8. Cereda, M. P.; Vilpoux O. Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, 2002, 449-503.
9. Marcon, M. J. A.; Vieira, G. C. N.; Simas, K. N.; Santos, K.; Vieira, M. A.; Castanho, R. D. M.; Amante, E. R. Brazilian Archives Biology and Technology, 2007, 1073-1081.
10. Garcia, A. C. D. B.; Leonel, M. Ciência Agro técnica, 2005, 629-634.
11. Haguete, T. M. F. Metodologias qualitativas na sociologia. 2000.
12. Rickard, J. E.; Behn, K. R. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1987, 373-9.
13. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 1985.
14. Cereda, M. P. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 1983, 305 –320.
15. Pereira, j. Ciacco; c. F.; vilela, e. R.; texeira, L. S. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 1999, 287-293.
16. APHA - American Public Health Association. Compendium of methods for the microbiological of foods. 1992.
17. AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods of the AACC. 1995.
18. AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC International. 1997, v.1 e v.2.
19. Plata Oviedo, M. Secagem do amido fermentado de mandioca: modificação química relacionada com a propriedade de expansão e características físico-químicas. 1998.
20. Maeda, K. C.; Cereda, M. P. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2001, 139-143.
21. Statistica for Windows (2008) Software. Version 7.
22. Pimentel Gomes, F. Curso de estatística experimental. 1990, 467.
23. The Sas System for Windows 3.95 – Release 6.08. SAS Institute, Inc. 1992.
24. Marcon, M. J. A. Proposta para o mecanismo de expansão do polvilho azedo com base nas características físico químicas. 2009.
25. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução nº. 12, de Julho de 1978. Diário Oficial da União, 1978, 23-24.
26. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução nº. 263, de Setembro de. Diário Oficial da União, 2005, 368-369.
27. Cavallet, L. E.; Ferreira, S. M. R; Lima, J. J.; Tullio, L. T.; Quadros, D. A. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2006, 522-526.
28. Plata Oviedo, M.; Camargo, C. R. O. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1995, 59-65.
29. Cavallet, L. E. Investigação do processo de fixação biológica de n2 atmosférico na fermentação de fécula de mandioca. 2002.79 f Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.
30. Takizawa, F. F.; Silva, G. O.; Konkel, F. E.; Demiate, I. M. Brazilian Archives of Biology and Technology, 2004, 921-931.
31. Leonel, M.; Garcia, A. C. D. B.; REIS, M. M. Brazilian Journal of Food Technology, 2004, 129-137.
32. Cereda, M. P.; Nunes, O. L. G. S.; Westby, A. Science, 1995, 43-49.
33. Sarmiento, S. B. S. Caracterização da fécula de mandioca (Manihot esculenta Crantz) no período de colheita de cultivares de uso industrial. São Paulo, 1997. 162f. Tese (Doutorado em Bromatologia), Faculdade de Ciências Farmacêuticas.
34. Carvalho, E. P.; Canhos, V. P.; Ribeiro, V. E.; Carvalho, H. P. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1996, 129-137.
35. Cereda, M. P.; Lima, U. A. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciências e Tecnologia, 1981, 107 - 122.
36. Cereda, M. P.; Gaj-Levra, L. A. Revista Brasileira de mandioca, 1987, 29-33.
37. Ascheri, D. P. R.; Vilela, E. R. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 1995, 269-279.
38. Cereda, M. P. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 1983, 297 – 304.
39. Dias, A. R. G. Efeito de oxidantes, de ácidos orgânicos e da fração solúvel em água na propriedade de expansão do amido de mandioca fermentado. 2001, 183f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos).
40. Dias, A. R. G.; Elias, M. C.; Oliveira, M.; Helbig, E. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2007, 794-799.
41. Cereda, M. P. Tecnologia e qualidade do polvilho azedo. Informe Agropecuário, 1987, 63-68.
42. Demiate, I. M.; Barana, A. C.; Cereda, M. P.; Wosiaorg, M. P. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1999, 131-135.
43. Demiate, I. M.; Cereda, M. P. Energia na Agricultura, 2000, 36-46.
44. Marcon, M. J. A.; Vieira, M. A.; Santos, K.; De Simas, K. N.; Castanho, R. D. M.; Amante, E. R. Journal of Food Process Engineering, 2006, 362-372.
45. Mestres, C.; Rouau, X. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1997, 147-155.
46. Nunes, O. L. G. S. Efeito da radiação ultravioleta sobre as propriedades funcionais da fécula de mandioca tratada com ácido láctico. 1994. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista.
47. Silva, R. M.; Ferreira, G. F.; Shirai, M. A.; Haas, A.; Scherer, M. L.; Franco, C. M. L. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008, 66-77.

48. Nakamura, I. M. Contribuição ao estudo da fécula de mandioca fermentada. 1975. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.
-

Christiane A. Starling

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas,– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: christianestarling@gmail.com

Caracterização de Barra de Frutas Desidratadas com Granola

Karolline F. Siqueira & Christiane A. Starling

A crescente demanda do consumidor por alimentos que apresentem qualidade nutricional e sensorial tem feito com que a indústria busque novas formas de apresentação das barras de cereais, muitas vezes, sem aporte nutricional. O objetivo deste trabalho foi caracterizar química e microbiologicamente uma barra a base de frutas desidratadas e granola, produto de um Edital de inovação. A barra apresentou conteúdo elevado de alguns micronutrientes e fonte de fibra alimentar, sendo uma alternativa para indivíduos com intolerância ao glúten, diabéticos e consumidores que buscam um produto diferenciado por sua qualidade sensorial e nutricional.

Palavras-chave: *barra; frutas; qualidade.*

The growing consumer demand for foods that have nutritional and sensory quality has made the industry look for new forms of presentation of cereal bars , often without nutritional support . The aim of this study was to characterize chemically and microbiologically a slash the base of dried fruit and granola, product of an innovation Notice. The bar presents a high content of some micronutrients and source of dietary fiber and is an alternative for individuals with gluten intolerance, diabetics and consumers who seek a differentiated product for their sensory and nutritional quality.

Keywords: *bar; fruit; quality.*

Introdução

A crescente demanda do consumidor por alimentos que apresentem benefícios associados à saúde, coloca alguns alimentos e ingredientes na lista de preferência de um número cada vez maior de consumidores brasileiros, como a soja, a linhaça, castanhas, frutas secas, entre outros¹⁷.

À medida que aumenta a preferência dos consumidores pelos alimentos naturais, cresce o consumo de frutas secas e das barras de cereais. A tendência de consumir um produto mais nutritivo como substituto de doces e tortas tem feito que a indústria busque novas formas de apresentação das barras de cereais²⁵.

A associação entre barra de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência já documentada no setor de alimentos, o que tem beneficiado o mercado destes produtos. Muitos compostos encontrados nos alimentos são responsáveis por efeitos benéficos, observados em indivíduos que os consomem. Com o tempo, para as refeições cada vez mais curtos e com uma tendência de comer uma variedade cada vez menor de alimentos, a variedade de nutrientes também diminuiu, e para que se tenha uma boa saúde, a dieta precisa ser bastante equilibrada²⁵.

No início da década de 90, os principais consumidores de barras eram os esportistas. Atualmente, o consumo também é feito por pessoas não atletas e observa-se a produção de barras para segmentos de mercado específicos, como barras contendo vitaminas e minerais específicos para mulheres; barras formuladas visando à saúde da próstata do homem; barras para diabéticos, que estabilizam o nível de açúcar do sangue; barras sem glúten para portadores de doença celíaca e barras que auxiliam no funcionamento do intestino. Esses são alguns dos mais variados exemplos das novas barras produzidas para segmentos específicos¹⁷.

As barras de cereais apresentam formato retangular e tamanho pequeno, que com o passar dos anos, tem se modificado, passando de um produto “duro” e crocante para um produto “macio” e mastigável. Atualmente, também é oferecido coberto com chocolate¹⁷.

Alguns alimentos são formulados de forma a suprir algumas deficiências ou melhorar a absorção de nutrientes, e/ou alguma outra ação ao ponto de conseguirem um benefício fisiológico no indivíduo, promovendo a saúde

e reduzindo o risco a certas doenças. O Brasil possui um número muito grande de frutas nativas de grande valor nutricional, com altos teores de vitaminas e minerais, sendo usadas pela população há séculos como uma forma de complementar a dieta diária. Frutas são alimentos frágeis e com alta perecibilidade, e a fim de conseguir conservar pelo maior tempo possível o fruto *in natura* a desidratação é um método bastante eficiente¹⁶.

O desenvolvimento de novos produtos pode auxiliar no aumento do consumo de cereais integrais e frutas desidratadas, resultando na melhoria de ingestão de fibra e de outros componentes saudáveis. Os benefícios destes alimentos contribuem positivamente para redução de doenças crônicas e conseqüentemente com redução dos efeitos induzidos por estas, contribuindo com a melhoria da qualidade de vida¹⁶.

A criação de novos produtos, modificação em suas formulações e complementação de produtos existentes, com frutas desidratadas torna-se necessário para garantir ao consumidor um produto que tenha algum diferencial em relação às barras de cereais já existentes no mercado. A dieta alimentar do consumidor, focada na preocupação de consumir alimentos mais saudáveis, tem impulsionado o mercado que cresce cerca de 20% ao ano, por exemplo, para as das barras de cereais. No cenário brasileiro, há crescimento significativo, principalmente, devido à tendência de consumo de alimentos saudáveis com alto teor de fibra e baixo teor de gordura¹⁷.

A divulgação da importância da fibra alimentar junto à recomendação do incremento de seu consumo têm levado a indústria de alimentos a desenvolver novos produtos e preparados dietéticos enriquecidos com fibra. Uma maior ingestão de fibra alimentar pode ocorrer por meio de alimentos de origem vegetal, natural e dos processados (barras de cereais, granola, frutas desidratadas, cereais matinais²³.

O valor das fibras foi reconhecido há mais de duas décadas e o seu consumo está associado à integridade funcional do trato gastrointestinal. As indústrias de alimentos, aproveitando a oportunidade, colocaram no mercado vários produtos enriquecidos em fibras, visando atender à demanda crescente de indivíduos interessados em resgatar hábitos saudáveis, levando ao questionamento de como obter a quantidade diária de fibras recomendada por meio do consumo de alimentos naturais²³.

As fibras alimentares têm ocupado uma posição de destaque devido à ação benéfica desses nutrientes no organismo e à relação entre o seu consumo em quantidade adequada e a prevenção de doenças⁴.

No Brasil, o Ministério da Saúde, pela portaria nº 41, de 14 de janeiro de 1998, define fibras alimentares como: “Qualquer material comestível de origem vegetal que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, determinado segundo o método 985.29 da AOAC 15^aed. 1990 (método enzimático-gravimétrico) ou edição mais atual⁵.”

Analisando o hábito alimentar da população brasileira, verifica-se uma baixa ingestão de alimentos fontes de fibras, principalmente, nos grandes centros urbanos, onde a correria do dia a dia influencia de forma negativa no estilo de vida das pessoas, contribuindo para o maior consumo de produtos refinados, menor frequência de alimentos naturais na dieta e a substituição de refeições caseiras por lanches rápidos, na maioria das vezes gordurosos e desbalanceados¹⁶.

A relação entre o consumo de fibra alimentar e a incidência de enfermidades gastrointestinais tem sido demonstrada²⁶. Na África, onde o consumo médio de até 150g de fibra ao dia, a população não apresenta praticamente enfermidades como a constipação crônica, diverticulose e cólon irritável. Por outro lado, em países industrializados, com um consumo de fibra consideravelmente menor (aproximadamente 15g/dia), apresentam um número muito alto dessas enfermidades, desencadeando o preocupante aumento da incidência e mortalidade pelo câncer colorretal¹⁶.

Frequentemente, as fibras das frutas possuem uma característica específica diferencial, que consiste na presença de quantidades significativas de compostos minoritários com elevada atividade biológica, tais como polifenóis e carotenoides²³.

Dentre os alimentos ricos em fibras, também destaca-se a granola, que é um produto alimentar constituído por uma mistura de frutas secas, grãos de cereais e sementes oleaginosas, tais como o amendoim e castanha-do-pará. Embora seja um alimento nutritivo, rico em fibras, carboidratos e lipídios, possui baixo teor de proteínas, apresentando-se como produto energético, e de sabor agradável²².

Para o consumidor, tais produtos significam opções variadas para as diversas necessidades, enquanto para a

indústria alimentícia representam uma oportunidade de colocarem no mercado produtos inovadores.

Assim, visando ao aproveitamento de ingredientes, cada vez mais usados em alimentos com alegação funcional, e o aumento no consumo de barras cereais, principalmente, por ser um alimento saudável e prático, esse trabalho teve como objetivo a caracterização microbiológica, físico-química de uma formulação de um novo produto: uma barra elaborada com frutas desidratadas e granola, desenvolvida no âmbito de um Edital de inovação em parceria com uma indústria goiana, como uma alternativa para indivíduos com algum tipo de restrição alimentar, como diabéticos e celíacos ou aqueles que buscam um produto que alie qualidade nutricional e sensorial.

Material e Métodos

OBTENÇÃO DA AMOSTRA

As barras de frutas desidratadas com granola foram produzidas em uma indústria de produtos naturais, localizada em Goiânia. Após uma sequência de testes determinados por planejamento experimental, obteve-se a formulação final do produto com os seguintes ingredientes: frutas desidratadas (abacaxi, ameixa, banana, maçã) e granola (soja tostada e linhaça).

CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas da barra de frutas foram as seguintes: coliformes termotolerantes, Salmonella, Bacillus cereus, bolores e leveduras. De acordo com os métodos: nº 7251 da ISO¹⁴ nº 6579 da ISO¹⁷ e Downes e Ito¹⁰, respectivamente. A determinação direta da atividade de água pelo higrômetro Aqualab modelo 3TE (DECAGON, USA), à temperatura de 25°C (3 repetições).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

As amostras da barra de frutas com granola foram submetidas a análises físico-químicas para determinação da sua composição centesimal.

A determinação de proteínas foi realizada acordo com o procedimento da AOAC² método nº 920.87 a análise de cinzas foi obtida por aquecimento do produto em temperatura próxima a (550-570)°C, de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2005), método 018 por ZENEBOON e PASCUET²⁸ umidade e voláteis por HORWITZ¹³.

A determinação dos lipídios totais foi realizada de acordo com a técnica descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), método nº 034B (ZENEBO e PASCUET²⁸. Os micronutrientes (Cálcio, Cobre, Ferro, Fósforo, Magnésio, Manganês, Potássio, Sódio, Zinco) foram analisados conforme os métodos nº 985.35 e 984.27 da AOAC² e o selênio por OLSON¹⁸.

A fibra alimentar total foi determinada pelo método 985.29 AOAC² e PROSKY²⁰ fibra alimentar insolúvel pelo método 991.43, segundo HORWITZ¹³ e PROSKY²¹ e fibra alimentar solúvel pelo método 991.43 conforme PROSKY²¹. Para carboidratos foi realizado o cálculo por diferença: 100 - (g/100g umidade + g/100g cinzas + g/100g lipídios totais + g/100g proteína + g/100g de fibra alimentar total). A determinação de açúcares por realizada po cromatografia líquida (HPLC) conforme BURGNE.

As calorias foram determinadas por PASSMOR¹⁹. O valor energético por 100g do alimento foi determinado multiplicando-se as quantidades encontradas de carboidratos disponíveis, proteínas e lipídeos por 4, 4 e 9, respectivamente, e ao final somou-se o resultado das três multiplicações: valor energético (Kcal) = [(HC * 4) + (PTN * 4) + (LIP * 9)]

Resultados e Discussão

A amostra de barra de frutas com granola apresentou atividade de água (aw) de 0,61. Este valor assegura ao produto estabilidade microbiológica, pois de acordo com Scott²⁴ produtos alimentícios com aw < 0,6 são microbiologicamente estáveis.

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados da caracterização microbiológica.

Tabela 1. Caracterização microbiológica de amostra de barra de frutas com granola

Determinação	Resultado
Salmonella (em 25g)	Ausente
Coliformes termotolerantes (NMP/g)	<3
Bacillus cereus (UFC/g)	10 ² (est) a
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g)	10 (est) a
Atividade de água a 25°C	0,613

NMP = Número mais provável. UFC = Unidades formadoras de colônias.
a Contagem estimada, abaixo do limite de quantificação do método.

Os resultados das análises microbiológicas indicaram que a amostra estava dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Grupo de Alimentos¹⁰, Item m.

Os resultados da caracterização físico-química da barra de frutas com granola confirmaram que o produto desenvolvido possui qualidade nutricional, superior aos produtos do mesmo nicho, como as barras de cereais disponíveis no mercado, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização físico-química de amostra barra de frutas com granola

Determinação	Resultado		
	/100g	/25 g	%VD
Umidade e voláteis (g)	14,8 (0,0) a	3,7	-
Cinzas (g)	2,1 (0,01) a	0,5	-
Lipídios Totais (g)	8,0 (0,1) a	2,0	4
Proteína (g)	7,7 (0,0) a	1,9	3
Carboidratos (g)	58,1 (4,9) b	14,5	5
Calorias (kcal)	335 c	84	4
Frutose (g/100g)	17,6 (0,2) a	4,4	-
Glicose (g/100g)	14,9 (0,0) a	3,7	-
Sacarose (g/100g)	12,1 (0,2) a	3,0	-
Fibra alimentar total (g)	9,31 (0,11) a	2,33	9
Fibra alimentar solúvel (g)	2,30 (0,09) a	0,58	-
Fibra alimentar insolúvel (g)	7,01 (0,19) a	1,75	-

a - Média e estimativa de desvio padrão.

b - Calculado por diferença: 100 - (g/100g umidade + g/100g cinzas + g/100g lipídios totais + g/100g proteína + g/100g de fibra alimentar total).

c - O valor calórico da amostra foi calculado pela soma das porcentagens de proteína e carboidratos multiplicados pelo fator 4 (Kcal/g) somado ao teor de lipídios totais multiplicado pelo fator 9 (Kcal/g).

De acordo com Figuerola et al.¹¹, a relação recomendada de fibras solúveis e insolúveis para uma boa dieta é de 1:2. Com base apenas nessa relação, a aplicabilidade dietética da formulação da barra de frutas com granola é maior que a maior parte das barras disponíveis no mercado. A barra foi classificada como fonte de fibras alimentares, de acordo com a

legislação brasileira que exige um mínimo de 2,5 g de fibras/porção para tal classificação. A barra de frutas apresentou um teor de fibras alimentares 40% superior aos valores reportados por Brito et al⁷ para barras de cereais comerciais e em relação aos valores de barras de frutas elaboradas com cascas, apresentados por Brito et al⁸, cerca de 200% superior.

A amostra também apresentou elevado conteúdo de minerais importantes como fósforo (P), com teores compatíveis aos encontrados em alimentos ricos em fósforo, como feijão (0,471 g/100 g) e gema de ovo (0,5 g/100 g). Destacaram-se também os micronutrientes Manganês (Mn), Magnésio (Mg) e zinco (Zn), com teores consideráveis de manganês (30% IDR) e teor de magnésio semelhante ao encontrado em alimentos como quinoa (118 mg/100 g) e soja (86 mg/100 g).

A barra de frutas desidratadas não teve adição de açúcar na sua formulação, sendo esse um diferencial estratégico para posicionamento desse novo produto no mercado. No entanto, para utilização da alegação “sem adição de açúcar” nos dizeres de rotulagem, faz-se necessário o detalhamento dos tipos de açúcares presentes na amostra para identificação na informação nutricional, conforme exigido pela legislação. Por tal motivo, na caracterização físico-química da amostra, as análises de frutose, glicose e sacarose foram realizadas por Cromatografia Líquida.

Conclusão

A formulação de uma barra elaborada com 80% de frutas desidratadas gerou um produto com considerável teor de proteínas, micronutrientes, sendo classificado como fonte de fibras alimentares, pela legislação brasileira, trata-se de uma alternativa para consumidores de alimentos saudáveis e/ou funcionais. Pelos resultados obtidos a partir da caracterização microbiológica e físico-química, verificou-se que o produto apresenta boa estabilidade e quando comparado com as barras existentes no mercado, na maior parte, a base de cereais, constatou-se a qualidade nutricional e também a funcionalidade conseguida por meio de fibras das frutas e a adição de outros ingredientes com aporte nutricional, como a soja e a linhaça, caracterizando tal produto de consumo rápido como um alimento de alta qualidade nutricional, além de contribuir com o consumo de frutas.

A barra de frutas desidratadas com granola representa uma alternativa para indivíduos com intolerância ao glúten, diabéticos e consumidores que buscam um produto diferenciado por sua qualidade sensorial e nutricional. Esse produto está associado à uma tendência mundial, que são os produtos com foco em saudabilidade, representando também uma oportunidade de mercado para a empresa.

Referências

1. AOAC- Association Of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington: AOAC; **1990**. 1298p.
2. AOAC Official Method 2003.09 (Salmonella PCR Bax System). In: HORWITZ, W. (ed.), Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, **2005**. Chapter 17, p.194.
3. Barbosa, M. Na onda da barra. Com uma gestão alternativa e um produto campeão de vendas, Nu-trimental afasta a crise e volta a ser uma empresa saudável. Disponível em: <http://www.terra.com.br/istoedinheiro>. Acesso em: 16 mai. **2016**
4. Boustani, P.; Mitchell, V.W. Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. *British Food Journal*, v. 92, n. 5, p. 17-22, **1990**.
5. Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n° 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Disponível em <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97>> Acesso em: 10 abr. **2016**.
6. Brasil, Ministério Da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde, **2005**.
7. Brito, I.P.; Campos, J. M.; Souza, T. F. L.; Wakiyama, C.; Azeredo, G.A. Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. *B. CEPPA, Curitiba*, v. 22, n. 1, p. 35-50, **2004**.
8. Brito, M. M. De; Sousa, A. L. O.; Lima, R. S. V.; Lima, L. S. L.; Farias, V. L. De; Barbosa, M. C. F.; Elaboração e avaliação centesimal de barras de frutas desidratadas com adição de cascas, p. 4744-4751 . In: *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química - COBEQ 2014* [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, **2015**.
9. Burgner, E.; Feinberg, M. Determination of mono - and disaccharides in foods by interlaboratory study: Quantitation of Bias components for liquid chromatography. *Journal of AOAC International*, v. 75, n. 3, p. 443-464, **1992**.
10. Downes, F. P. & Ito, K. (eds.). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4th ed. Washington:

- American Public Health Association, **2001**. 676 p.
11. Figuerola, F. et al. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chem.*, v. 91, n. 3, p. 395-401, **2005**.
 12. Freitas, D. G.C.; Moretti, R. H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n. 2, p. 318-324, abr-jun., **2006**
 13. Horwitz, W. (Ed.). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005. Current Through Revision 1, **2006**. cap. 32, met. 920.87, p. 14.
 14. ISO 7251. *Microbiology of food and animal stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive Escherichia coli - most probable number technique*, 3rd ed. The International Organization for Standardization, **2005**.
 15. ISO 6579. *Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of Salmonella spp.*, 4th ed. The International Organization for Standardization, 2002, Corrigendum 1:2004, Amendment 1:**2007**.
 16. Márquez, L. R. Fibra Terapêutica. *Nutrição em Pauta*. Nov **2001**. Disponível em <<http://www.nutricaoempauta.com.br/novo/51/entrevista1.html>> Acesso em 09 maio **2016**.
 17. Matsuura, F. C. A. U. Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais. Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, **2005**.
 18. Olson, O.E.; Palmer, I.S. ; Cary, Eke. Modification of the official fluorimetric method for selenium in plants. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC, v. 58, n.1, p. 117-121, **1975**.
 19. Passmore, R.; Nicol, B.M.; Rao, M.N. *Manual Sobre Necessidades Nutricionales Del Hombre*. Ginebre: O.M.S., 1975. (Série de Monografia, 61). United States Department Of Agriculture. *Composition of Foods. Agriculture Handbook N°8*, WASHINGTON; USDA, **1963**.
 20. Prosky, L.; Asp, N-G; Furda, I.; Devries, J.W.; Schweizer, T.F. & Harland, B.F. Determination of total dietary fiber in foods, food products and total diets: Interlaboratorial Study. *Journal of The Association Official Analytical Chemists*, Arlington, v.67, n.6, p.1044-1052, **1984**.
 21. Prosky, L.; Asp, N-G.; Schweizer, T.F.; Devries, J. W.; Furda, I. Determination of insoluble and soluble dietary fibers in foods and food products. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists International*, v.75, n.2; p.360-367, **1992**.
 22. Rosa, V.; Granada, G. G.; Zambiasi, R. C.; Caracterização física e química de granolas. In: 9º Congresso DE Iniciação Científica / 2º Encontro Da Pós Graduação – UFPEL, FURG, UCPEL, Pelotas – RS, **2000**. Resumos ...: Pelotas – RS, v. 2, p. 715.
 23. Saura-Calixto, F. Fibra dietética de manzana; hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad. *Alimentaria*. v. 5, p. 57-61, **1993**.
 24. Scott, W. J. Water relations of food spoilage microorganisms. *Adv. Food Res.*, v. 7, n. 9, p. 83-127, **1957**.
 25. Tettweiler, P. *Snack Foods Worldwide*. *Food Tech.* v. 45, p. 58-62, **1991**.
 26. Tunngland, B. C.; Meyer, D. Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*. v. 1, p. 73-77, **2002**.
 27. Zenebon, Odair; Pascuet, Neus Sadocco (Coord.). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA; São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, **2005**. cap. 4, met. 018, p. 105.
 28. Zenebon, Odair; Pascuet, Neus Sadocco (Coord.). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde/ANVISA; São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, **2005**. cap. 4, met. 034B, p. 11.

Karolline F. Siqueira* & Christiane A. Starling

Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas– Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: karollinefs@gmail.com

Processos não Hidrolíticos Sol-Gel: Conceitos e Aplicações em Catálise Heterogênea

César A. S. Henriques, Lucas D. Dias,
Mário J. F. Calvete & Gilberto L. B. de Aquino

O desenvolvimento de novos materiais é um tópico de relevância no âmbito das ciências dos materiais, em razão da importante função desempenhada em diversas aplicações na sociedade moderna. No entanto, existe grande preocupação e necessidade no desenvolvimento de processos eficientes e alternativos aos processos sol-gel, sendo este o mais utilizado na síntese de catalisadores heterogêneos. Desse modo, o objetivo deste trabalho é proporcionar um estudo geral sobre os princípios da via alternativa não hidrolítica sol-gel (NHSG), suas potencialidades e vantagens, tais como o controle da estrutura e composição, mostrando ser um método mais eficiente que o processo sol-gel convencional.

Palavras-chaves: *não hidrolíticos sol-gel; materiais porosos; catálise heterogênea.*

The development of new materials is a topic of relevance on the ambit of science materials, because of the important role played in several applications in modern society. However, there is a major concern and necessitate in development of process efficient and alternatives to sol-gel process, it is the most used on the synthesis of heterogeneous catalysis. Thus the objective this work is afford a general study about the principles of the via alternative non-hydrolytic sol-gel (NHSG), its potential and advantages, such as the control of structure and composition, showing that must efficient method than the conventional sol-gel process.

Keywords: *Non-hydrolytic sol-gel; porous materials; heterogeneous catalysis.*

Introdução

O desenvolvimento de materiais é, atualmente, um tópico de extrema relevância no campo das ciências dos materiais, devido ao papel que estes desempenham na sociedade moderna. Contudo, materiais cerâmicos, obtidos por processos sol-gel, há muito que são utilizados no nosso quotidiano.

O método de produção de cerâmica – método da cerâmica – utiliza condições reacionais severas que apenas conduzem a fases termodinamicamente estáveis, impedindo a formação de sólidos metaestáveis. Correntemente, a química orgânica oferece-nos vias sintéticas, altamente sofisticadas, capazes de quebrar ligações químicas de forma controlada, fazendo do método da cerâmica uma abordagem bastante grosseira. Assim, não é surpreendente que novas abordagens de síntese de materiais porosos tenham surgido, possibilitando a obtenção de sólidos com morfologias cristalinas bem definidas, uniformes e com uma maior homogeneidade.¹ Porém, a influência de diversos parâmetros torna a formação da rede inorgânica um processo complexo, sendo, portanto, necessária uma compreensão detalhada dos padrões que influenciam a taxa e o curso da formação dos géis para moldar as propriedades finais do material.

Está bem estabelecido que os fatores que influenciam o delineamento dos materiais são o tipo de precursor e de catalisador, a razão entre os reagentes, o tipo de solvente, a temperatura, o pH e as concentrações dos componentes em misturas de precursores². O estudo pormenorizado destes fatores, resultado da forte dedicação que a comunidade científica tem dado a esta área, permitiu uma grande evolução no processo sol-gel que, presentemente, pode ser dividido em duas principais rotas: a rota hidrolítica sol-gel e a rota não hidrolítica sol-gel. Ambas têm como finalidade a síntese de materiais através da conversão de uma solução coloidal num sistema de rede tridimensional (gel) diferenciando-se, contudo, pela estratégia adotada.

A rota hidrolítica sol-gel ou processo sol-gel aquoso, como o próprio nome indica, utiliza água não só como solvente mas também como ligante. Em geral, são usados sais metálicos inorgânicos (tais como cloretos, nitratos, sulfatos) ou alcóxidos de metal como precursores. Estes últimos são os mais amplamente utilizados, uma vez que reagem facilmente com água, numa etapa denominada por hidrólise, formando uma sol por polimerização –

via condensação – cuja continuação do processo leva à formação de um gel. A rapidez do processo, diretamente relacionada com o passo da hidrólise, constitui umas das principais limitações desta abordagem, pois o controle estrutural, da morfologia, da composição e da homogeneidade do material é restrito. Para colmatar este problema, podem utilizar-se estratégias alternativas, como a realização da pré-hidrólise ácida dos precursores menos reativos³ ou a modificação química dos mais reativos⁴. Outro problema do processo sol-gel aquoso é a precipitação do gel diretamente no meio reacional levando à formação de um material, geralmente, amorfo. Este pode, posteriormente, ser seco por evaporação (recorrendo-se, por vezes, à temperatura) o que muitas vezes conduz ao colapso dos poros da rede, não permitindo, assim, o controle sobre o tamanho e forma do cristal. Neste contexto, e de forma a contornar esta dificuldade, Pajonk⁵ utilizou dispositivos de secagem supercríticos. Rao⁶, por sua vez, procedeu a uma troca de solvente, bem como, à derivatização da superfície hidroxilada por sililação, antes do passo da evaporação. Recentemente, outros autores^{7,8}, utilizaram agentes de molde para preparar materiais mesoporosos ordenados e combinaram esta estratégia com o processamento aerossol para permitir a texturização em multi-escala⁹.

Apesar de todos os esforços realizados para contornar os problemas do processo aquoso sol-gel, a forte sensibilidade a pequenas alterações na síntese e a ocorrência simultânea de reações de hidrólise e de condensação torna o controle do processamento de óxidos de metal em meio aquoso muito difícil.

Assim, nas duas últimas décadas, tem sido realizado um enorme esforço de forma a encontrar alternativas à rota sol-gel aquosa. Foi, neste âmbito, que Vioux e os seus colaboradores sugeriram, pela primeira vez, o termo “sol-gel não hidrolítico” (NHSG, do inglês “*Non-hydrolytic sol-gel*”).^{10,11,12} Esta nova aproximação tem sido utilizada na preparação de óxidos,^{13,14} híbridos orgânicos-inorgânicos,^{15,16} nanopartículas de óxidos,^{17,18} filmes por deposição de camada atômica^{19,20} e nanoestruturas.^{21,22} Neste trabalho, serão abordados os princípios da rota NHSG, com o intuito de mostrar quais as suas potencialidades e vantagens relativamente ao processo sol-gel convencional. Por fim, será apresentada a aplicação do processo NHSG na preparação de catalisadores heterogêneos.

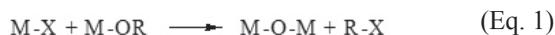
Rota de condensação não hidrolítica

REAÇÕES CONDENSAÇÃO NÃO HIDROLÍTICA

Esta rota pode ser definida como a conversão de um precursor molecular, dissolvido num solvente orgânico, num sólido inorgânico sem utilização de água como doador de oxigênio. Para além desta diferença fundamental, relativamente ao processo sol-gel aquoso, a lista de potenciais precursores também é consideravelmente diferente. Para esta rota, a lista é maior e inclui, para além de sais metálicos inorgânicos e alcóxidos de metais, acetatos e acetilacetatos de metais. Quanto ao doador de oxigênio, necessário para a formação do óxido de metal, este pode ser fornecido pelo solvente orgânico utilizado (éteres, álcoois, cetonas ou aldeídos) ou pelo componente orgânico do precursor (alcóxidos ou acetilacetatos). Assim, a formação da ligação metal-oxigênio-metal, unidade estrutural destes materiais, pode ser efetuada através das seguintes vias.

Eliminação de haletos de alquilo

As primeiras reações a serem estudadas foram as condensações não hidrolíticas envolvendo eliminação de haletos de alquilo, através da reação entre alcóxidos e haletos metálicos (eq. 1), devido à ampla disponibilidade e baixo custo dos haletos metálicos.



No caso de metais e metais de transição, esta reação ocorre a temperaturas moderadas (80-150°C), com grupos alquílicos primários ou secundários, embora seja necessária maior energia de ativação que no processo hidrolítico. A velocidade de reação é ainda mais baixa, no caso do silício, que necessita de um ácido de Lewis, tal como o $FeCl_3$ ou $AlCl_3$, para catalisar a condensação.²³

Alternativamente, as espécies de alcóxido de metal podem também ser produzidas *in situ* através da reação de haletos metálicos com éteres (eq. 2) ou com álcoois (eq. 3), o que é de particular interesse se o alcóxido for caro ou não estiver disponível comercialmente.



As espécies de alcóxido de metal reagem seguidamente da maneira apresentada na eq. 1 para formar as pontes oxo. As vias alcóxido e a via na qual a espécie alcóxido é, por reação de haletos metálicos com éteres, têm se mostrado bastante importantes no controle da homogeneidade e textura na síntese de mistura de óxidos.^{24,25,26,27,28}

Por sua vez, na rota em que o álcool é utilizado como precursor, as reações envolvidas dependem do tipo de álcoois. Com álcoois primários e secundários, formam-se grupos alcóxidos (eq. 3) que, num segundo passo, reagem com haletos metálicos de acordo com a eq. 1. Os álcoois terciários e benzílicos podem, também, levar à formação de grupos hidroxilos (eq. 4), que reagem depois com os haletos de metal de acordo com a equação^{2,5}.



Note-se que a reação do haleto de metal com álcoois (eq. 3) ou com hidróxido metálico (eq. 5) liberta ácido que pode catalisar reações secundárias, tais como a eliminação de grupos éter, que conduz a vias complexas (como mostra o tópico seguinte).

Eliminação de éteres

A condensação entre dois alcóxidos de metal resulta na eliminação de éteres e na formação do respetivo óxido de metal (eq. 6). Esta reação requer uma temperatura relativamente elevada, razão pela qual se tem verificado uma decomposição térmica em vez do processamento sol-gel.²⁹



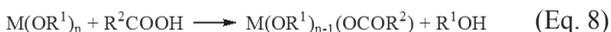
O interesse nos aspectos mecanísticos da transformação de alcóxido de metal em oxo-alcóxido, como intermediários, levou à descoberta deste processo. As reações de eliminação de éteres são características de metais de transição como Mo^{VI}, W^{VI} e Nb^V, nas quais o material inorgânico é diretamente produzido na presença de precursores alcóxidos básicos. Na literatura, foi possível observar também a formação de espécies oxo e eliminação de éteres através da reação entre alcóxidos metálicos e aldeídos ou cetonas.^{30,31}

Eliminação de ésteres

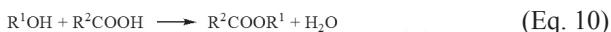
A condensação direta entre carboxilatos de metal e alcóxidos de metal, em solventes apolares e apróticos, permite a obtenção de óxidos de metal através da rota não hidrolítica (eq. 7).



O primeiro passo da reação entre o alcóxido e o ácido carboxílico resulta na libertação de um álcool, através da troca de grupos carboxilatos e alcoxi no metal (eq. 8).³²



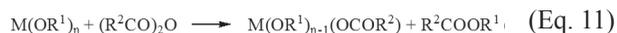
Apesar da condensação aprótica direta (como descrito na equação 2.7) não poder ser descartada, a hidroxilação não hidrolítica de derivados carboxilato com álcool formado na reação (eq. 9)⁴² é mais provável de ocorrer, assim como, a esterificação do ácido carboxílico (eq. 10), com a formação *in situ* de água,³³ o que faz com que o processo possa não ser estritamente não hidrolítico, pelo menos em solução.



Contudo, com base em considerações cinéticas, vários autores, defendem que a formação de óxidos de metal por esta via envolve principalmente acetoxilação (eq. 8), seguida de condensação aprótica (eq. 7).

A reação de alcóxidos com ácidos carboxílicos é particularmente interessante com precursores de alto peso molecular, em que a solubilidade é limitada, ou em sínteses em meios alternativos como solventes perfluorados, líquidos iônicos^{37,38} e CO₂ supercrítico³⁹ para realizar a síntese sol-gel.

Alternativamente, pode fazer-se uso da reação de alcóxidos de metal com anidridos (eq. 11) que conduz à formação *in situ* de grupos carboxilato, que podem, então, condensar com alcóxidos (eq. 7), proporcionando uma via inequívoca de sol-gel não hidrolítica.



Esta aproximação foi usada, com sucesso, na preparação de óxido de titânio⁴⁰ (utilizando o TiCl₄ como catalisador) e mistura de óxidos de titânio e sílica.⁴¹

Eliminação de amidas

Outra reação de hidroxilação não hidrolítica é providenciada pela eliminação de amida de precursores carboxilados (eq. 12).



Condensação Aldólica

Cetonas e aldeídos podem ser usados como doadores de oxigênio em processos não hidrolíticos sol-gel embora possam gerar água *in situ* aquando a formação de compostos carbonilo α,β-insaturados, esquema 1. No entanto, tal como na esterificação e na desidratação de álcoois, a eliminação da água pode ser considerada apenas formal, na presença de uma grande quantidade de metais.

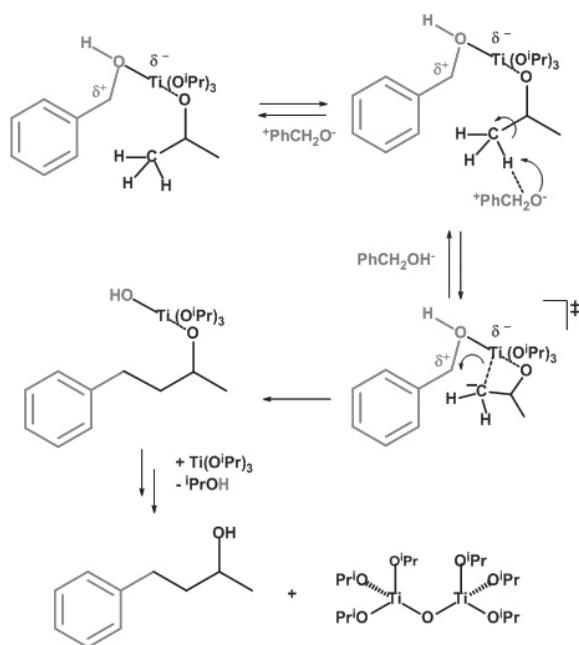


Esquema 1: Reação geral na formação de compostos carbonilo α,β-insaturados, através de cetona.

Apesar da limitação da utilização de cetonas e aldeídos como precursores para a transformação sol-gel, vários autores^{44,45,46} têm preparado óxidos metálicos utilizando esta estratégia, uma vez que acetilacetatos de metais estão, para alguns metais, mais disponíveis que os alcóxidos.

Eliminação de álcoois envolvendo a formação de ligações C-C

Esta rota centra-se na reação de álcoois primários, tais como álcool benzílico e o álcool *p*-metoxibenzílico, com alcóxidos de metal na presença de espécies básicas, cuja reação é diferente da anteriormente apresentada que resulta na eliminação de éteres. A química mecanística deste processo é análoga à proposta por Guerbet,⁴⁷ em que o alcóxido de metal alcalino reage com o álcool benzílico, por meio de um mecanismo de acoplamento C-C, que leva à formação de um novo álcool, de maior peso molecular, e do respetivo óxido de metal, como mostra o esquema 2.



Esquema 2: Proposta mecanística para a eliminação do álcool envolvendo a formação de ligações C-C.

Comparativamente com a reação de alcóxidos metálicos com álcoois, apresentada na secção 2.1.2, que usualmente prossegue através da eliminação do éter, a maior diferença do ponto de vista experimental é a dissolução de bário metálico no álcool antes da adição do alcóxido de metal. No entanto, o mecanismo de reação é completamente alterado e apenas quantidades vestigiais de éteres foram encontradas no final da reação.⁴⁸

Decomposição térmica

Os caminhos e mecanismos discutidos anteriormente dependem de reações entre a espécie precursora e o solvente ou entre duas espécies precursoras a temperaturas abaixo dos 350°C. Altas temperaturas conduzem ao aumento das vias reacionais, bem como, da sua complexidade e podem resultar, por vezes, na decomposição térmica dos precursores.

Por exemplo, a decomposição térmica dos precursores de alcóxido envolve geralmente a eliminação de alcenos e formação de grupos hidroxilo que, de seguida, podem condensar com outros alcóxidos e formar pontes oxo com a eliminação do álcool. Por sua vez, os grupos hidroxilos, formados através da decomposição térmica, podem também condensar entre si, levando à formação de água. Contudo, como a condensação entre grupos M-OH é cineticamente impedida, estas reações de decomposição podem ser consideradas não-hidrolíticas.

Assim, diversas rotas não hidrolíticas baseadas na decomposição térmica de vários precursores, a relativamente altas temperaturas, têm sido empregadas na preparação de nanopartículas,^{49,50,51} mistura de óxidos^{52,53} e ligação de espécies catalíticas à superfície de suportes de sílica.^{54,55}

CONTROLE DA COMPOSIÇÃO E HOMOGENEIDADE

A condensação não hidrolítica tem por base uma química que permite um maior controle sobre a cinética das reações comparativamente com a rota hidrolítica, uma vez que apresentam maior energia de ativação. Por esta razão, não é necessária a utilização de modificadores de reatividade que normalmente requer procedimentos elaborados. Tendo em conta estes fatos, é possível, por este método, a preparação de matérias de mistura de óxidos ou híbridos orgânico-inorgânico bastante homogêneos, que dificilmente seriam obtidos pela rota hidrolítica.

Óxidos e mistura de óxidos de metais

A preparação de materiais porosos com elevada homogeneidade e relações definidas de mistura de óxidos de metais ficou facilitada com a utilização de meios não hidrolíticos. A utilização de rotas não hidrolíticas permite a obtenção de elevada homogeneidade molecular na

mistura de óxidos de metais devido à formação de fases metaestáveis à baixa temperatura. Exemplo disso foi a preparação de vários sistemas binários (Si-Ti,^{34,56,57} Si-Zr,⁶⁷ Si-Al,^{58,59} Sn-Al,⁶⁰ Ti-Al,^{36,61,62} Ti-Zr,^{35,63} Zr-Mo,³⁷ Ga-Mo,³⁸ V-Nb,⁶⁴ Fe-Ti⁶⁵ e Ti-V^{66,67}), com um excelente controle sobre a estequiometria e homogeneidade dos óxidos mistos, utilizando a via da eliminação do halogeneto de alquila. O mesmo método foi também aplicado a certos sistemas ternários, como V-Si-Nb,⁷⁴ Co-Al-Si,⁶⁸ e até mesmo quartenários, Na₃Zr₂Si₂PO₁₂.⁶⁹ Na preparação do sistema binário, Al-Ti (Al/Ti = 2) foi obtida, por cristalização direta, uma fase metaestável *pseudobrookite* β-TiAl₂O₅, em vez das fases estáveis de rutilo e corindo. Este comportamento demonstra que, partindo de um gel homogêneo, a cristalização para um óxido misto metaestável, requer uma menor distância de difusão do que para a separação de fases para as fases estáveis sendo, portanto, significativamente mais rápida. Pela via do éter (eq. 2.6), também foi possível a síntese de outras fases metaestáveis, como do ZrW₂O₈³⁷ e Ga₂Mo₃O₁₂.³⁸

A elevada homogeneidade permite aumentar a atividade catalítica dos materiais, como constatou Vioux e os seus colaboradores^{70,71,72} aquando a preparação de óxidos mistos de Si-Ti para aplicação em oxidações. A rota não hidrolítica impede a formação de TiO₂ e assim os locais de titânio na rede estão mais disponíveis para catalisar oxidações.

A calcinação a que os xerogéis são normalmente submetidos pode ser vantajosa para as suas potenciais aplicações uma vez que esta pode alterar a composição e homogeneidade dos materiais. Exemplo disso é calcinação a 500°C a que os catalisadores de V-Ti são submetidos, que faz com que as espécies de Vanádio migrem para a superfície, figura 1, devido à sua baixa temperatura Tammann (temperatura à qual os átomos apresentam mobilidade).⁷⁷ Esta abordagem permitiu resolver algumas lacunas das abordagens clássicas em que catalisadores eram preparados através da impregnação de um precursor de titânio em sílica, seguida da deposição de um precursor de vanádio. Esta via apresenta algumas limitações, pois as espécies impregnadas possuem tendência a aglomerarem sobre a superfície de apoio.⁷³ O aumento da atividade catalítica em reações de oxidação também foi observado em materiais inorgânicos de Si-Ti após calcinação, devido à baixa densidade de silanóis.⁸¹

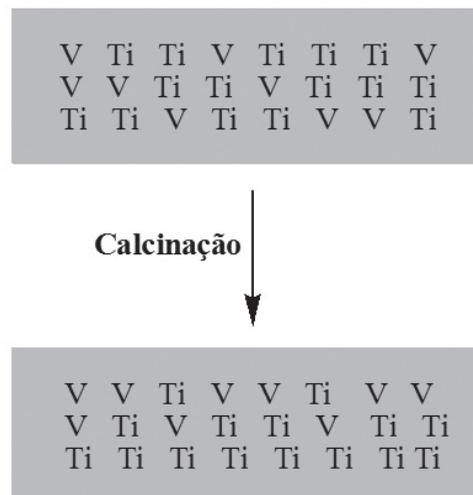


Figura 1: Migração das espécies de vanádio para a superfície após calcinação a 500°C.

Materiais híbridos orgânico-inorgânicos

Embora, para este tipo de materiais, as condições de reação sejam menos suaves do que no processo hidrolítico sol-gel, as vias não hidrolíticas podem ser utilizadas para a encapsulação ou imobilização covalentemente de espécies orgânicas ou organometálicas em matrizes de óxido. Nos últimos anos, têm sido preparados diversos materiais híbridos orgânico-inorgânicos, de forma a contornar alguns problemas, tais como a fraca solubilidade de componentes orgânicos em água e a separação de fases entre os componentes orgânicos e inorgânicos. As reações de condensação não hidrolíticas são particularmente úteis para preparar materiais híbridos orgânico-inorgânicos transparentes cujas propriedades podem satisfazer aos requisitos para aplicações em fotônica, tais como um baixo teor de hidroxilos e um elevado grau de homogeneidade.

Para além da aplicação na área da fotônica, diversos catalisadores híbridos orgânico-inorgânicos têm também sido preparados por incorporação de espécies orgânicas em materiais inorgânicos. Uma estratégia que tem sido adoptada é a encapsulação de complexos metálicos, como metaloporfirinas ou catalisador de Jacobsen – figura 2 – em matrizes de alumina, no poro do material.^{74,75,76}

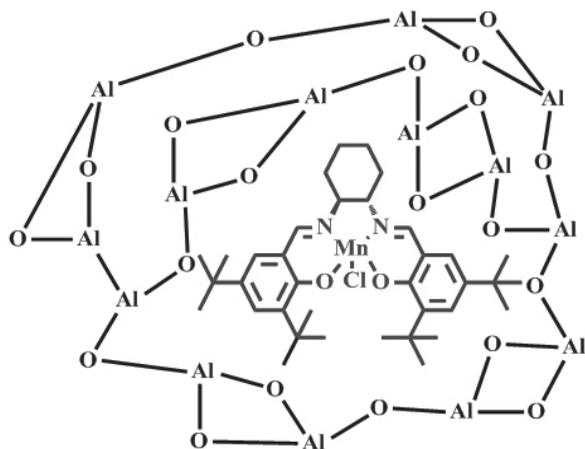
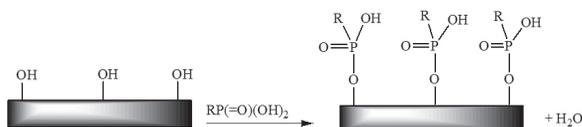


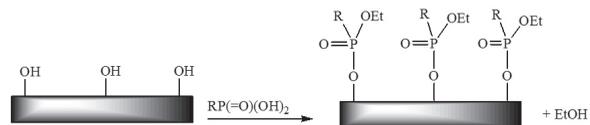
Figura 2: Representação esquemática do catalisador de Jacobsen encapsulado numa matriz de alumina

A ligação covalente de organossilanos RSiX_3 ($\text{X}=\text{Cl}, \text{OR}, \text{H}$) à superfície hidroxilada não pode ser considerada não hidrolítica, na verdade, a diminuição da densidade das monocamadas com a água, presente no meio reacional, indica que a hidrólise dos grupos Si-X pela água adsorvida está, provavelmente, envolvida no primeiro passo.^{77,78,79} Por outro lado, a modificação do óxido de metal da superfície com ácido fosfônico^{80,81,82,83} não requer a presença água como reagente, envolve, antes, a condensação não hidrolítica direta de grupos P-OH com os grupos hidroxilo da superfície, esquema 3.



Esquema 3: Reação da superfície hidroxilada com ácido fosfônico.

A modificação da superfície do poro com grupos orgânicos também tem sido realizada com fosfonatos de dietileno em solventes orgânicos a temperaturas moderadas. A clivagem da ligação P-O-C na superfície de óxido de metal, sob condições suaves, sugere que a coordenação dos átomos de oxigênio do fosforilo ao ácido de Lewis, que se encontra à superfície, aumenta a eletrofilicidade do átomo de fósforo, o que facilita a condensação dos grupos P-O-Et com os grupos hidroxilo da superfície, não envolvendo a formação de água, esquema 4.



Esquema 4: Reação da superfície hidroxilada com fosfonatos de dietileno.

CONTROLE DA MORFOLOGIA, ESTRUTURA E TEXTURA

As elevadas energias de ativação envolvidas na rota NHSG refletem-se na redução drástica das taxas de reação e na tendência para favorecer a cristalização controlada e obter formas cristalográficas incomuns. A morfologia do produto final depende fortemente dos parâmetros de síntese que permitem uma versatilidade atrativa para a preparação de produtos bem estruturados. Desse modo, as rotas do éter e alcóxido oferecem uma simples abordagem para a preparação de materiais porosos com elevada área de superfície e elevado volume de poros desordenados na ausência de agentes *template* e sem secagem supercrítica. Por outro lado, existe também a possibilidade a utilização de *templates* que fornecem um “escudo” protetor orgânico de forma a dirigir a estrutura/organização desejada.

Dessa forma, o processo não hidrolítico sol-gel oferece múltiplas opções para a síntese de materiais porosos com as propriedades catalíticas, eletrônicas e sinterização pretendidas.

Sem template

A escolha do solvente é muito importante na transformação sol-gel pois este, em conjunto com os subprodutos da síntese, funcionam como *template*, uma vez que ficam encurralados no gel formado. Os poros são posteriormente formados por remoção da fase líquida, pelo que a porosidade dos sólidos resultante da rota não hidrolítica depende muito dos parâmetros da síntese como a concentração, o precursor de metal, o doador de oxigênio e o catalisador utilizados.³³

Para além dos parâmetros de síntese, a porosidade dos materiais depende também do tratamento pós-síntese. Os géis obtidos por via não hidrolítica, que são geralmente mais condensados que os obtidos por vias hidrolíticas, são capazes de resistir às tensões geradas pela evaporação do solvente, mantendo por isso uma elevada porosidade

após secagem, sem ser necessário o uso de condições supercríticas. O colapso dos poros não ocorre, pois as forças de capilaridade são reduzidas devido às fracas interações entre a superfície (terminada em cloretos e alcóxidos) e a fase líquida. Além deste motivo, o fato de a tensão superficial da fase líquida ser mais baixa do que a da água evita também o colapso dos poros.

Desse modo, foram preparados xerogéis sílica-titânio de mesoporos homogêneos com uma área de superfície entre 450 e 1200 m²g⁻¹ e com volume de poros de 0.24 a 2.4 cm³g⁻¹ utilizando a via de eliminação de halogeneto de alquila sem recurso a *template* ou secagem supercrítica.⁸¹ A obtenção de xerogéis com esta porosidade mostrou ser controlada pela quantidade de solvente usada e pelo grau de condensação, o que permitiu o ajustamento da textura do material variando apenas o volume de solvente, temperatura ou o tempo de reação.

Também na síntese de nanopartículas, através da reação entre haletos metálicos e o álcool benzílico, é possível controlar o crescimento de cristais, sem a utilização de qualquer ligando adicional e utilizando uma temperatura de 40 °C.⁸⁴

Os produtos obtidos diretamente do processo de sol-gel não hidrolítico podem ainda ser modificados a *posteriori* com grupos orgânicos que contribuem para o controlo do tamanho e da forma das estruturas através de ligações de Van der Waals, de interações π - π e de ligações covalentes.⁸⁵ Esta é uma estratégia importante, pois a imobilização de catalisadores homogêneos sobre uma matriz sólida permite, por um lado, conjugar os elevados desempenhos catalíticos destes (atividade, seletividade, estereosseletividade) com a sua heterogeneização e, por outro, contornar o problema de processamento de espécies ativas que são instáveis ou insolúveis.

Com *template*

A maioria das estratégias desenvolvidas para preparar óxidos mesoporosos envolve a adição de agentes orgânicos (*templates*) que promovem uma porosidade ordenada e estreitas distribuições do tamanho dos poros. O processamento tem por base o *self-assembly* entre espécies óxido policondensado e o *template* que é mantido nos produtos sólidos até ao passo da calcinação ou lavagem, em que é eliminado do modelo, como mostra a figura 3.

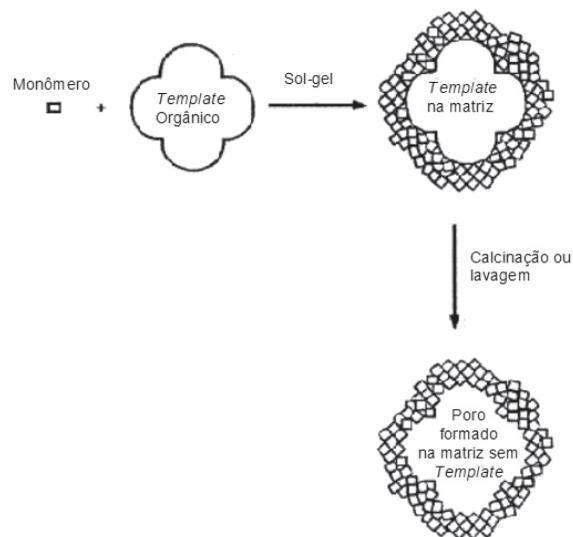


Figura 3: Síntese de materiais inorgânicos recorrendo ao *template*

A formação de micelas ou mesofases é feita com base em interações hidrofóbicas/hidrofílicas e, portanto a maioria dos procedimentos envolvem o uso de água. Porém, Stucky *et al.*^{86,87} prepararam óxidos de metais com mesoporos ordenados baseados na reação de cloretos metálicos com álcoois na presença de um *template* anfílico. Reações não hidrolíticas estiveram, provavelmente, envolvidas na síntese destes materiais mesoporosos, embora a água (resultante da umidade atmosférica ou partir do solvente ou precursores) estivesse presente no processo.

Tilley e os seus colaboradores utilizaram a decomposição termolítica de derivados de terc-butoxi(siloxanos) na presença de blocos de copolímeros para obter óxidos mesoporosos, constituídos por vários metais, com elevada área de superfície e com poros com estreitas distribuições e com estrutura do tipo *wormhole*.⁸⁸

Embora o uso de *templates* tenha levado à síntese de materiais com poros que apresentam áreas de superfície e volume que variam entre 450-550 m²g⁻¹ e 0.35-0.45cm³g⁻¹, respetivamente, o processamento sem *template* permite também obter materiais com os poros com uma área superficial muito próxima (415-555m²g⁻¹) e volumes maiores (0.7-1.0 cm³g⁻¹).

A rota não hidrolítica tem sido também empregue na síntese de nanopartículas mesoestruturadas na presença de blocos de copolímeros. Nanopartículas de óxido de estanho e óxido de cério foram obtidas através da rota eliminação do álcool e dispersas em THF, sem a utilização de estabilizadores. A adição de um bloco copolímero (polibutadieno-poli(óxido etileno) e evaporação do THF, induz o *self-assembly* dos nanocristais com micelas do copolímero.⁸⁹ Após calcinação, foram obtidos nanopartículas mesoporosas de óxido de estanho e cério altamente ordenadas.

Outra estratégia mais recente,⁹⁰ baseia-se na utilização de bloco de copolímero de poli-isopreno insaturado, que pode ser convertido numa fase amorfa de carbono mantendo os poros intatos durante a cristalização, sob atmosfera inerte. Após remoção do carbono amorfo por calcinação a 450°C, foram obtidos óxidos metálicos cristalinos com mesoporos bem ordenados e com uma área superficial entre 54 e 89 m²g⁻¹.

Aplicação de materiais porosos em catálise heterogênea

Os óxidos metálicos representam uma das mais importantes e amplas categorias de catalisadores na área da catálise heterogênea, quer como fases ativas quer como suportes. A utilização de metais de transição e metais nobres em materiais porosos tem permitido a sua aplicação como catalisadores. Dentre os catalisadores de óxido de metal, os de metais de transição ocupam um lugar de destaque, devido ao seu baixo custo de produção, fácil reutilização e elevada seletividade. Por este motivo, estes catalisadores têm vindo a ser aplicados em muitas reações orgânicas, síntese em química fina, química verde e há já aplicações industriais na área do petróleo, figura 4.



Figura 4: Aplicações catalíticas dos óxidos metálicos.

Os materiais porosos preparados pela rota NHSG, como já foi discutido nos tópicos anteriores, possuem áreas de superfície maiores, o que reduz o tempo de reação e aumenta o rendimento ou conversões das reações. Estas características, associadas à simplicidade de manuseio, diminuição do tamanho do reator, diminuição de problemas de corrosão, rentabilidade e possibilidade de reciclagem e reutilização, fazem desta abordagem uma boa estratégia futura, em especialmente em nível industrial.

Na seção seguinte será abordada a utilização de óxidos de metais, dentro das áreas representadas na figura 4, na promoção de alguns tipos de reações.

REAÇÕES DE OXIDAÇÃO

Os óxidos metálicos são muito usados como catalisadores em oxidações seletivas, tendo, por isso, grande impacto na indústria.

Catalisadores heterogêneos à base de óxidos de Nb-V, Nb-V-Si e Cr-Si têm sido utilizados em desidrogenações oxidativa de alcanos. As formulações catalíticas, baseadas em vanádio e nióbio, estão entre as mais estudadas, pois o óxido de nióbio é pouco ativo, mas muito seletivo enquanto que o óxido de vanádio é bastante ativo sob condições oxidações, mas pouco seletivo. A sua grande utilização é também devido ao fato de estes serem sintetizados, pela rota não hidrolítica da eliminação do haleto de alquila, com elevado grau de homogeneidade o que permite controlar a sua atividade catalítica.^{93,74, 94, 95}

Por outro lado, materiais inorgânicos de silício (óxidos Ti-Si e Ta-Si) têm sido empregues em reações de oxidativas e epoxidações, com peróxido de hidrogênio, sob condições moderadas.⁹⁶ Este tipo de catalisadores era de difícil obtenção através de rotas sol-gel convencionais ou eram apenas utilizados na catálise de substratos pequenos devido ao pequeno tamanho dos poros. Contudo, a utilização de rotas não hidrolíticas melhorou significativamente o volume e área de poros dos materiais obtidos o que tem permitido a sua aplicação em substratos mais volumosos.^{67, 81} Além disto, a atividade e seletividade de catalisadores de SiO₂-TiO₂ pode ser ajustada através de modificações durante ou pós-síntese, como é exemplo a introdução de grupos hidrofóbicos orgânicos (SiMe, SiPh ou SiMe₃).^{97,98,99}

Ciuffi e os seus colaboradores utilizaram a via do éter para preparar óxidos de Co-Al-Si e Co-Al, que

aplicaram na oxidação de hidrocarbonetos. Verificaram que não ocorria lixiviação do cobalto, ao contrário do que acontecia com as amostras preparadas pela via hidrolítica de sol-gel.^{100,78} Esta via foi também utilizada para preparar óxidos de Fe-Al que foram aplicados na oxidação seletiva de ciclo-hexeno e ciclo-hexano.¹⁰¹

Óxidos mistos de vanádio-titânio (V-Ti, V-Mo-Ti, V-W-Ti), por sua vez, têm vindo a ser muito estudados e explorados industrialmente na oxidação total de diversos poluentes orgânicos atmosféricos.^{102,103} A rota não hidrolítica veio colmatar algumas limitações das rotas convencionais onde, para a obtenção deste tipo de materiais, eram necessários vários passos reacionais. Adicionalmente, na calcinação, ocorre a migração de espécies de vanádio para a superfície dos materiais, o que aumenta a atividade desses.

Além destes exemplos, também o catalisador de Jacobsen, encapsulado em matrizes de alumina, figura 3, tem sido utilizado na oxidação seletiva de ciclohexano, estireno e ciclo-octeno com recurso a diferentes oxidantes.⁸⁵

REAÇÕES DE REDUÇÃO

A redução de poluentes orgânicos, entre os quais NO_x, é cada vez mais importante devido à forte vigilância das entidades reguladoras desta área. As regulamentações são cada vez mais rigorosas e existe uma forte preocupação com o ambiente, principalmente, com a libertação, para o ar, de NO_x. É neste contexto que os materiais porosos inorgânicos à base de óxidos de metais se podem apresentar como uma importante ferramenta nesta área, uma vez que podem catalisar a redução destes poluentes.

Para este efeito, óxidos mistos de V-Ti têm sido utilizados na redução catalítica seletiva de NO_x recorrendo a amoníaco como agente redutor. Elaborados procedimentos foram propostos para aumentar a atividade destes catalisadores de V-Ti, mas o processo sol-gel não hidrolítico usando precursores modificados quimicamente, procedimentos para promover a dispersão das espécies de vanádio ou a utilização da secagem supercrítica permitiram aumentar a área de superfície do material.^{76,77} A utilização deste catalisador, neste tipo de reações, requer a presença de agentes redutores o que é uma desvantagem na aplicação, por exemplo, em veículos. Por esta razão, os catalisadores suportados em óxidos mistos de prata-alumínio (Ag-Al e Ag-Nb-Al) são muito atraentes para a redução de NO_x

dado que utilizam hidrocarbonetos, também produzidos na combustão dos motores, como agentes redutores. Para este efeito, apesar de os óxidos mistos de Ag-Al serem os mais ativos e seletivos, os catalisadores utilizados possuem também nóbio, pois a sua presença aumenta bastante a área de superfície e o tamanho dos poros, o que conduz a um aumento significativo da atividade à baixa temperatura.^{104,105} Todas estas modificações que conduziram a melhorias na atividade e seletividade dos catalisadores são resultado da utilização de rotas não hidrolíticas de sol-gel.

REAÇÕES DE ALQUILAÇÃO

Nanopartículas de óxido de estanho preparadas através do aquecimento de SnCl₄ em álcool benzílico têm sido utilizadas para promover reações de alquilação. No mecanismo proposto, o átomo de cloro à superfície da nanopartícula pode ser transferido para álcool benzílico, originando cloreto de benzilo. Este atua como agente de alquilação e no final o cloro retorna à superfície da nanopartícula.¹⁰⁶

Este tipo de nanopartículas também tem sido utilizado para catalisar a alquilação de Friedel-Crafts de compostos aromáticos (benzeno, tolueno e metoxibenzeno) com vários álcoois benzílicos.

A síntese de catalisadores capazes de promover estas reações só é possível através da rota NHSG, pois a presença de átomos de cloro na superfície das nanopartículas é mesmo necessária, sendo que de outro modo os catalisadores são inativos.

REAÇÕES DE POLIMERIZAÇÃO/ OLIGOMERIZAÇÃO

Os metalocenos são largamente usados como catalisadores para a polimerização de olefinas, devido à sua elevada atividade e estereoseletividade. Por este motivo, muito tempo se dedicou à sua heterogeneização, especialmente em matrizes de sílica^{107,108} Si-Ti¹⁰⁹ e Si-W¹¹⁰ preparadas por NHSG. O catalisador, cuja imobilização consistiu no encapsulamento nas matrizes sólidas, apresentou uma atividade moderada para a polimerização de olefinas, não se verificando a ocorrência de lixiviação.

A oligomerização de álcoois benzílicos utilizando nanofios de W₁₈O₄₉, formados a através do aquecimento

de isopropóxido de tungstênio em álcool benzílico foi também reportada, neste contexto, por Olliges-Stadler e colaboradores.¹¹¹

REAÇÕES DE HIDROGENAÇÃO

Para esta reação, Anderson e os seus colaboradores descreveram a encapsulação de nanopartículas de paládio numa matriz de sílica, preparada por vias não hidrolíticas utilizando líquidos iônicos como solventes. Este material foi avaliado na hidrogenação do cinamaldeído, em tolueno, a 80°C e a uma pressão de 10 bar de hidrogênio, tendo sido observada conversão completa após 1h.¹¹²

A mesma técnica foi utilizada para o encapsulamento de $[\text{RhCl}(\text{PPH}_3)_3]$ e $[\text{Rh}_2(\text{COD})_2(\text{dppm})(\mu_2\text{-Cl})]\text{BF}_4$ em matrizes de sílica. A área de superfície específica do material obtido foi relativamente baixa ($<20 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$), o que foi atribuído ao aprisionamento de líquidos iônicos. Para comparação, foi também realizado o encapsulamento de $[\text{RhCl}(\text{PPH}_3)_3]$ e $[\text{Rh}_2(\text{COD})_2(\text{dppm})(\mu_2\text{-Cl})]\text{BF}_4$ em matrizes de sílica por processos hidrolíticos convencionais (na ausência de líquidos iônicos). Todos os materiais foram testados como catalisadores na hidrogenação do estireno a 100 °C e 25 bar de pressão de H_2 e a sua atividade foi comparada com o respetivo catalisador homogêneo. O $[\text{RhCl}(\text{PPH}_3)_3]$ encapsulado, por ambas as vias descritas anteriormente, foi bastante mais ativo quando comparado com o catalisador homogêneo e praticamente não se verificou lixiviação.

FOTOCATÁLISE

A via não hidrolítica sol-gel tem um papel importante na degradação fotocatalítica heterogênea de poluentes orgânicos em águas residuais. O dióxido de titânio (TiO_2) é um dos mais utilizados devido à sua abundância, baixo custo, facilidade de processamento e excelente atividade catalítica. Contudo, o titânio apresenta limitações para esta aplicação como uma *band gap* larga e uma alta taxa de recombinação de eletrões fotogerados. Neste sentido, a preparação de materiais de TiO_2 modificados de forma a reduzir a *band gap* e aumentar a separação de carga de eletrões fotogerados é necessária para aumentar a atividade fotocatalítica dos materiais obtidos. As estratégias utilizadas neste sentido centram-se na dopagem do TiO_2 com átomos de N, P ou metais de transição ou na dispersão de espécies de TiO_2 em zeólitos

ou matrizes de sílica.^{115,116,117} Assim, a rota não hidrolítica assume um papel importante, pois está bem estabelecido que as propriedades catalíticas destes materiais dependem da morfologia, fase cristalina, área superficial, tamanho de partícula e estrutura eletrônica.

METÁTESE DE ALCENOS

A metátese de olefinas, com base em catalisadores de MoO_3 , é uma reação de grande importância na síntese orgânica, na química da polimerização e na indústria (petroquímica). Os catalisadores são, principalmente, preparados através da impregnação de Mo em suportes de sílica, alumina, titânio e sílica-alumínio.^{118,119} Foi observado, com base em trabalhos experimentais e estudos teóricos, que para que o catalisador seja ativo é necessário que o suporte tenha acidez e que as espécies de MoOx estejam altamente dispersas.

Neste contexto, materiais à base de óxidos mistos de Mo-Al-Si foram preparados por via não hidrolítica de sol-gel e avaliados na metátese de propeno para eteno e buteno, exibindo atividade mais elevada do que outros sistemas de referência.¹²⁰

Conclusão

O processo não hidrolítico de sol-gel complementa o processo sol-gel convencional, oferecendo vias versáteis que já provaram ser particularmente úteis para a preparação de uma grande variedade de catalisadores heterogêneos.

A principal vantagem da utilização de processos não hidrolíticos é possibilidade de controle da estrutura e composição, em nível molecular, dos óxidos de metal. Muitos exemplos aqui apresentados mostram que a rota não hidrolítica veio solucionar muitos problemas do processo de sol-gel convencional, pois permitiu a síntese, num só passo, de catalisadores mistos com controlada homogeneidade composicional e excelentes propriedades texturais, partindo de precursores de cloreto de baixo custo e evitando o uso de modificadores de reatividade.

A alteração das reações que levam à formação das ponte oxo e a alteração do meio reacional, leva a que a cinética de reação, o grau de condensação e a natureza dos grupos residuais no gel sejam alterados. Todos estes aspetos fazem com que a homogeneidade, textura e propriedades de superfície dos materiais obtidos sejam afetadas.

A versatilidade deste método permite também a fácil incorporação de dopantes ou grupos orgânicos, durante o processo de síntese do material ou a *posteriori*, e as condições não aquosas utilizadas por esta rota facilitam a imobilização de espécies catalíticas sensíveis ou pouco solúveis em água como, por exemplo, complexos organometálicos, proporcionando oportunidades únicas para a descoberta de novos catalisadores com maior desempenhos catalíticos.

Há ainda muito a ser feito para explorar todas as possibilidades oferecidas por este processo, que terá crescente aplicação no *design* de novos materiais.

Referências

- B. L. Cushing, V. L. Kolesnichenko, C. J. O'Connor, *Chem. Rev.*, **2004**, 104, 3893.
- L. B. Capeletti, "Efeitos da rota sol-gel no encapsulamento de indicadores colorimétricos e fluorimétricos e em suas performances como sensores de pH e gás amônia", *Porto Alegre*, **2012**.
- B. E. Yoldas, *J. Mater. Sci.*, **1986**, 21, 1086.
- C. Sanchez, J. Livage, M. Henry, F. Babonneau, *J. Non-Cryst. Solids*, **1988**, 100, 65.
- G. M. Pajonk, *Appl. Catal.*, **1991**, 72, 217.
- S. S. Prakash, C. J. Brinker, A. J. Hurd, S. M. Rao, *Nature*, **1995**, 374, 439.
- A. Taguchi, F. Schuth, *Microporous Mesoporous Mater.*, **2005**, 77, 1.
- A. Corma, *Chem. Rev.*, **1997**, 97, 2373.
- D. P. Debecker, M. Stoyanova, F. C.-Justin, U. Rodemerck, C. Boissiere, E. M. Gaigneaux, C. Sanchez, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **2012**, 51, 2129.
- R. Corriu, D. Leclercq, P. Lefevre, P. H. Mutin, A. Vioux, *Chem. Mater.*, **1992**, 4, 961.
- R. J. P. Corriu, D. Leclercq, P. Lefevre, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Mater. Chem.*, **1992**, 2, 673.
- R. J. P. Corriu, D. Leclercq, P. Lefevre, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Non-Cryst. Solids*, **1992**, 146, 301.
- A. Vioux, *Chem. Mater.*, **1997**, 9, 2292.
- P. H. Mutin, A. Vioux, *Chem. Mater.*, **2009**, 21, 582.
- J. N. Hay, H. M. Raval, *Chem. Mater.*, **2001**, 13, 3396.
- N. Pinna, *J. Mater. Chem.*, **2007**, 17, 2769.
- Y.-w. Jun, J.-s. Choi, J. Cheon, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **2006**, 45, 3414.
- M. Niederberger, *Acc. Chem. Res.*, **2007**, 40, 793.
- M. Leskela, M. Ritala, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **2003**, 42, 5548.
- G. Clavel, E. Rauwel, M. G. Willinger, N. Pinna, *J. Mater. Chem.*, **2009**, 19, 454.
- N. Pinna, M. Niederberger, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **2008**, 47, 5292.
- G. Garnweitner, M. Niederberger, *J. Mater. Chem.*, **2008**, 18, 1171.
- L. Bourget, R. J. P. Corriu, D. Leclercq, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Non-Cryst. Solids*, **1998**, 242, 81.
- M. Andrianainarivelo, R. Corriu, D. Leclercq, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Mater. Chem.*, **1996**, 6, 1665.
- M. Andrianainarivelo, R. J. P. Corriu, D. Leclercq, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Mater. Chem.*, **1997**, 7, 279.
- M. Andrianainarivelo, R. J. P. Corriu, D. Leclercq, P. H. Mutin, A. Vioux, *Chem. Mater.*, **1997**, 9, 1098.
- A. P. Wilkinson, C. Lind, S. Pattanaik, *Chem. Mater.*, **1999**, 11, 101.
- S. D. Gates, J. A. Colin, C. Lind, *J. Mater. Chem.*, **2006**, 16, 4214.
- P. H. Mutin, A. Vioux, *Chem. Mater.*, **2009**, 21, 596.
- V. G. Kessler, *Chem. Commun.* **2003** 1213.
- V. G. Kessler, K. V. Nikitin, A. I. Belokon, *Polyhedron*, **1998**, 17, 2309.
- E. Stathatos, P. Lianos, U. Lavrencic-Stangar, B. Orel, *Adv. Mater.*, **2002**, 14, 354.
- C. Wang, Z. Deng, Y.-D. Li, *Inorg. Chem.*, **2001**, 40, 5210.
- J. Caruso, M. J. Hampden-Smith, *J. Sol-Gel Sci. Technol.*, **1997**, 8, 35.
- M. Jansen, E. Guenther, *Chem. Mater.*, **1995**, 7, 2110.
- K. G. Sharp, *Adv. Mater.*, **1998**, 10, 1243.
- S. Dai, Y. H. Ju, H. J. Gao, J. S. Lin, S. J. Pennycook, C. E. Barnes, *Chem. Commun.*, **2000**, 3, 243.
- M.-A. Neouze, J. Le Bideau, F. Leroux, A. Vioux, *Chem. Commun.*, **2005** 1082.
- R. Sui, A. S. Rizkalla, P. A. Charpentier, *J. Phys. Chem. B*, **2004**, 108, 11886.
- P. Arnal, R. J. P. Corriu, D. Leclercq, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Mater. Chem.*, **1996**, 6, 1925.
- M. Fujiwara, H. Wessel, H. S. Park, H. W. Roesky, *Chem. Mater.*, **2002**, 14, 4975.
- Z. Zhang, X. Zhong, S. Liu, D. Li, M. Han, *Angew. Chem., Int. Ed.* **2005**, 44, 3466.
- P. D. Cozzoli, M. L. Curri, A. Agostiano, G. Leo, M. Lomascolo, *J. Phys. Chem. B*, **2003**, 107, 4756.

44. N. Steunou, F. Ribot, K. Boubekeur, J. Maquet, C. Sanchez, *New J. Chem.*, **1999**, 23, 1079.
45. G. Garnweitner, M. Antonietti, M. Niederberger, *Chem. Commun.*, **2005** 397.
46. S. Zhou, M. Antonietti, M. Niederberger, *Small*, **2007**, 3, 763.
47. M. Guerbet, *Compt. Rend.*, **1902**, 135, 172.
48. M. Niederberger, G. Garnweitner, N. Pinna, M. Antonietti, *J. Am. Chem. Soc.*, **2004**, 126, 9120.
49. B. Koo, J. Park, Y. Kim, S.-H. Choi, Y.-E. Sung, T. Hyeon, *J. Phys. Chem. B*, **2006**, 110, 24318.
50. Y. W. Jun, M. F. Casula, J.-H. Sim, S. Y. Kim, J. Cheon, A. P. Alivisatos, *J. Am. Chem. Soc.*, **2003**, 125, 15981.
51. J. Joo, S. G. Kwon, J. H. Yu, T. Hyeon, *Adv. Mater.*, **2005**, 17, 1873.
52. K. W. Terry, T. D. Tilley, *Chem. Mater.*, **1991**, 3, 1001.
53. K. L. Fajdala, T. D. Tilley, *Chem. Mater.*, **2001**, 13, 1817.
54. J. Jarupatrakorn, T. D. Tilley, *J. Am. Chem. Soc.*, **2002**, 124, 8380.
55. C. Nozaki, C. G. Lugmair, A. T. Bell, T. D. Tilley, *J. Am. Chem. Soc.*, **2002**, 124, 13194.
56. J. N. Hay, H. M. Raval, *J. Mater. Chem.*, **1998**, 8, 1233.
57. V. Lafond, P. H. Mutin, A. Vioux, *Chem. Mater.*, **2004**, 16, 5380.
58. S. Acosta, R. Corriu, D. Leclercq, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Sol-GelSci. Technol.*, **1994**, 2, 25.
59. D. Janackovic, A. Orlovic, D. Skala, S. Drmanic, L. K. Kostic-Gvozdenovic, V. Jokanovic, D. Uskokovic, *Nanostruct. Mater.*, **1999**, 12, 147.
60. J. H. Harreld, J. Sakamoto, B. Dunn, *J. Power Sources*, **2003**, 115, 19.
61. R. Linacero, M. L. Rojas-Cervantes, J. D. D. Lopez-Gonzalez, *J. Mater. Sci.*, **2000**, 35, 3269.
62. M. Mann, G. E. Shter, G. S. Grader, *J. Mater. Res.*, **2002**, 17, 831.
63. J. Xu, C. Lind, A. P. Wilkinson, S. Pattanaik, *Chem. Mater.*, **2000**, 12, 3347.
64. F. Barbieri, D. Cauzzi, F. De Smet, M. Devillers, P. Moggi, G. Predieri, P. Ruiz, *Catal. Today*, **2000**, 61, 353.
65. W. Huang, X. Tang, I. Felner, Y. Koltypin, A. Gedanken, *Mater. Res. Bull.*, **2002**, 37, 1721.
66. A. F. Popa, P. H. Mutin, A. Vioux, G. Delahay, B. Coq, *Chem. Commun.*, **2004** 2214.
67. P. H. Mutin, A. F. Popa, A. Vioux, G. Delahay, B. Coq, *Appl. Catal., B*, **2006**, 69, 49.
68. B. L. Caetano, L. A. Rocha, E. Molina, Z. N. Rocha, G. Ricci, P. S. Calefi, O. J. de Lima, C. Mello, E. J. Nassar, K. J. Ciuffi, *Appl. Catal., A*, **2006**, 311, 122.
69. M. L. Di Vona, E. Traversa, S. Licoccia, *Chem. Mater.*, **2001**, 13, 141.
70. O. Lorret, V. Lafond, P. H. Mutin, A. Vioux, *Chem. Mater.*, **2006**, 18, 4707.
71. A. M. Cojocariu, P. H. Mutin, E. Dumitriu, F. Fajula, A. Vioux, V. Hulea, *Chem. Commun.* **2008** 5357.
72. V. Lafond, P. H. Mutin, A. Vioux, *J. Mol. Catal. A*, **2002**, 81, 182.
73. P. Ratnasamy, D. Srinivas, H. Knözinger, *Adv. Catal.*, **2004**, 48, 1.
74. O. J. de Lima, D. P. de Aguirre, D. C. de Oliveira, M. A. da Silva, C. Mello, C. A. P. Leite, H. C. Sacco, K. J. Ciuffi, *J. Mater. Chem.*, **2001**, 11, 2476.
75. T. C. O. Mac Leod, D. F. C. Guedes, M. R. Lelo, R. A. Rocha, B. L. Caetano, K. J. Ciuffi, M. D. Assis, *J. Mol. Catal. A*, **2006**, 259, 319.
76. J. M. A. Caiut, S. Nakagaki, O. J. De Lima, C. Mello, C. A. P. Leite, E. J. Nassar, K. J. Ciuffi, H. C. Sacco, *J. Sol-Gel Sci. Technol.*, **2003**, 28, 57.
77. A. Ulman, *Chem. Rev.*, **1996**, 96, 1533.
78. C. P. Tripp, M. L. Hair, *Langmuir*, **1995**, 11, 1215.
79. A. Y. Fadeev, T. J. McCarthy, *J. Am. Chem. Soc.*, **1999**, 121, 12184.
80. W. Gao, L. Dickinson, C. Grozinger, F. G. Morin, L. Reven, *Langmuir*, **1996**, 12, 6429.
81. R. Helmy, A. Y. Fadeev, *Langmuir*, **2002**, 18, 8924.
82. E. S. Gawalt, M. J. Avaltroni, M. P. Danahy, B. M. Silverman, E. L. Hanson, K. S. Midwood, J. E. Schwarzbauer, J. Schwartz, *Langmuir*, **2003**, 19, 200.
83. P. H. Mutin, G. Guerrero, A. Vioux, *J. Mater. Chem.*, **2005**, 15, 3761.
84. M. Niederberger, M. H. Bartl, G. D. Stucky, *Chem. Mater.*, **2002**, 14, 4364.
85. M. Antonietti, M. Niederberger, B. Smarsly, *Dalton Trans.*, **2008** 18.
86. P. D. Yang, D. Y. Zhao, D. I. Margolese, B. F. Chmelka, G. D. Stucky, *Nature*, **1998**, 396, 152.
87. P. D. Yang, D. Y. Zhao, D. I. Margolese, B. F. Chmelka, G. D. Stucky, *Chem. Mater.*, **1999**, 11, 2813.
88. J. W. Kriesel, M. S. Sander, T. D. Tilley, *Adv. Mater.*, **2001**, 13, 331.
89. J. Ba, J. Polleux, M. Antonietti, M. Niederberger, *Adv. Mater.*, **2005**, 17, 2509.
90. A. S. Deshpande, N. Pinna, B. Smarsly, M. Antonietti, M. Niederberger, *Small*, **2005**, 1, 313.
91. A. P. Amrute, A. Bordoloi, N. Lucas, K. Palraj, S. B. Halligudi, *Catal. Lett.*, **2008**, 126, 286.

92. S. J. Singh, R. V. Jayaram, *Tetrahedron Lett.*, **2008**, 49, 4249.
93. T. C. Watling, G. Deo, K. Seshan, I. E. Wachs, J. A. Lercher, *Catal. Today*, **1996**, 28, 139.
94. P. Moggi, G. Predieri, D. Cauzzi, M. Devillers, P. Ruiz, S. Morselli, O. Ligabue, *Stud. Surf. Sci. Catal.*, **2002**, 143, 149.
95. P. Moggi, M. Devillers, P. Ruiz, G. Predieri, D. Cauzzi, S. Morselli, O. Ligabue, *Catal. Today*, **2003**, 81, 77.
96. R. A. Sheldon, M. Wallau, I. W. C. E. Arends, U. Schuchardt, *Acc. Chem. Res.*, **1998**, 31, 485.
97. R. Mariscal, M. Lopez-Granados, J. L. G. Fierro, J. L. Sotelo, C. Martos, R. Van Grieken, *Langmuir*, **2000**, 16, 9460.
98. T. Tatsumi, K. A. Koyano, N. Igarashi, *Chem. Commun.*, **1998** 325.
99. Y. Deng, W. F. Maier, *J. Catal.*, **2001**, 199, 115.
100. O. J. de Lima, A. T. Papacidero, L. A. Rocha, H. C. Sacco, E. J. Nassar, K. J. Ciuffi, L. A. Bueno, Y. Messaddeq, S. J. L. Ribeiro, *Mater. Charact.*, **2003**, 50, 101.
101. G. P. Ricci, Z. N. Rocha, S. Nakagaki, K. A. D. F. Castro, A. E. M. Crotti, P. S. Calefi, E. J. Nassar, K. J. Ciuffi, *Appl. Catal., A*, **2010**, 389, 147.
102. R. Delaigle, D. P. Debecker, F. Bertinchamps, E. M. Gaigneaux, *Top. Catal.*, **2009**, 52, 501.
103. W. B. Li, J. X. Wang, H. Gong, *Catal. Today*, **2009**, 148, 81.
104. P. Forzatti, L. Lietti, *Heterog. Chem. Rev.*, **1996**, 3, 33.
105. D. P. Debecker, P. H. Mutin, *Chem. Soc. Rev.*, **2012**, 41, 3624.
106. P. Makowski, R. Rothe, A. Thomas, M. Niederberger, F. Goettmann, *Green Chem.*, **2009**, 11, 34.
107. A. Fisch, C. F. Petry, D. Pozebon, F. C. Stedile, N. S. M. Cardozo, A. R. Secchi, J. H. Z. dos Santos, *Macromol. Symp.*, **2006**, 245-246, 77.
108. A. G. Fisch, N. S. M. Cardozo, A. R. Secchi, F. C. Stedile, N. P. da Silveira, J. H. Z. dos Santos, *J. Non-Cryst. Solids*, **2008**, 354, 3973.
109. A. G. Fisch, N. S. M. Cardozo, A. R. Secchi, F. C. Stedile, P. R. Livotto, D. S. de Sa, Z. N. da Rocha and J. H. Z. Dos Santos, *Appl. Catal., A*, **2009**, 354, 88.
110. A. G. Fisch, N. S. M. Cardozo, A. R. Secchi, F. C. Stedile, C. Radtke, D. S. De Sa, Z. N. da Rocha, J. H. Z. dos Santos, *Appl. Catal., A*, **2009**, 370, 114.
111. I. Olliges-Stadler, M. D. Rossell, M. Niederberger, *Small*, **2010**, 6, 960.
112. K. Anderson, S. Cortinas Fernandez, C. Hardacre, P. C. Marr, *Inorg. Chem. Commun.*, **2004** 73.
113. S. J. Craythorne, A. R. Crozier, F. Lorenzini, A. C. Marr, P. C. Marr, *J. Organomet. Chem.*, **2005**, 690, 3518.
114. S. J. Craythorne, K. Anderson, F. Lorenzini, C. McCausland, E. F. Smith, P. Licence, A. C. Marr, P. C. Marr, *Chem.–Eur. J.*, **2009**, 15, 7094.
115. R. Asahi, T. Morikawa, T. Ohwaki, K. Aoki, Y. Taga, *Science*, **2001**, 293, 269.
116. A. M. Tripathi, R. G. Nair, S. K. Samdarshi, *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, **2010**, 94, 2379.
117. X. Chen, S. S. Mao, *Chem. Rev.*, **2007**, 107, 2891.
118. D. P. Debecker, D. Hauwaert, M. Stoyanova, A. Barkschat, U. Rodemerck, E. M. Gaigneaux, *Appl. Catal., A*, **2011**, 391, 78.
119. J. Handzlik, J. Ogonowski, J. Stoch, M. Mikolajczyk, *Appl. Catal., A*, **2004**, 273, 99.
120. D. P. Debecker, K. Bouchmella, C. Poleunis, P. Eloy, P. Bertrand, E. M. Gaigneaux, P. H. Mutin, *Chem. Mater.*, **2009**, 21, 2817.

César A. S. Henriques^{1*},
Lucas D. Dias¹, Mário J. F.
Calvete¹ & Gilberto L. B. de
Aquino²

¹CQC, Departamento de Química, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal,

²Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, Brasil.

*Email: c.henriques@qui.uc.pt

Poder de Inchamento e Microscopia Eletrônica de Varredura de Diferentes Genótipos de Arroz de Terras Altas

Raíza C. Fonseca & Priscila Z. Bassinello

O arroz apresenta uma ampla faixa de conteúdo de amilose, pode ser utilizado em diversas aplicações industriais, principalmente, para uso alimentício. O objetivo deste estudo foi caracterizar genótipos de arroz com diferentes teores de amilose, quanto a tamanho dos grânulos e poder de inchamento. Foram analisados onze genótipos de plantio de terras altas provenientes da safra 2013 da Embrapa Arroz e Feijão. Foram observados três distintos grupos de amilose (ceroso, baixo e intermediário). O tamanho dos grânulos de arroz caracterizou-se poliédrico, irregular e amidos ricos em amilose mostraram poder de inchamento inferior, mesmo submetidos a maiores temperaturas.

Palavras-chaves: *amilose; qualidade de grãos; Oryza sativa.*

The rice, to present a wide range amylose content can be used in various industrial applications, especially for food use. The aim of this study was to characterize rice genotypes with different levels of amylose as the size of the beads and swelling power. They were analyzed eleven upland planting genotypes from the 2013 harvest of Embrapa Rice and Beans. We observed three different groups of amylose (waxy, low and intermediate). The size of rice grains characterized polyhedral, jagged and high amylose starches show less swelling power even subjected to higher temperatures.

Keywords: *amylose; grain quality; Oryza sativa.*

Introdução

O arroz é um dos cereais mais consumidos em todo o mundo e está inserido na dieta de grande parte da população mundial, atuando como importante fonte de carboidratos, principalmente, no Brasil. A qualidade de grãos em arroz influencia o valor do produto no mercado, na aceitação do produto pelo consumidor e na adoção de novas cultivares¹. O amido de arroz, por apresentar uma ampla faixa no seu conteúdo de amilose, pode ser utilizado em diversas aplicações industriais, principalmente, para uso alimentício, como ingrediente em vários alimentos, tais como, sobremesas, produtos de panificação, fórmulas infantis, produtos hipoalergênicos, como espessante, estabilizador de coloides, agente gelificante e de volume, adesivo, na retenção de água, dentre outros².

A análise da qualidade de grãos baseia-se no resultado de não somente um, mas de uma série de testes específicos, diretos ou indiretos, que em conjunto, servem como indicadores da qualidade de uma determinada cultivar ou linhagem que está sendo desenvolvida. A escolha do tipo de análise a ser adotada irá depender fundamentalmente da infraestrutura disponível e dos objetivos do programa de melhoramento genético³.

A utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV) para observação de tamanho e concentração dos grânulos de amido para diferentes teores de amilose, além de propriedades funcionais de poder de inchamento do amido, ambos auxiliam a desvendar o perfil de comportamento do amido de arroz^{4,5}. Segundo SINGH et al. (2003)², quando as moléculas de amido são aquecidas em excesso de água, a estrutura cristalina é rompida, e as moléculas de água formam pontes de hidrogênio entre a amilose e amilopectina, expondo seus grupos hidroxil, o que causa um aumento no inchamento e na solubilidade do grânulo.

O poder de inchamento (PI) indica a habilidade do amido em hidratar em condições específicas de cozimento. Essa propriedade funcional do amido é extremamente importante na sua forma de aplicação, pois a escolha do amido para determinado tipo de utilização está baseada em suas propriedades⁶.

Esse poder de inchamento e solubilidade varia de acordo com a fonte do amido, fornecendo evidências da interação entre as cadeias de amido dentro dos domínios amorfos e cristalinos. A extensão destas interações é

influenciada pela proporção amilose: amilopectina e pelas características dessas moléculas.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os parâmetros de tamanho de grânulo de amido e determinar o poder de inchamento de onze diferentes genótipos de terras altas.

Material e Método

Foram analisadas farinhas (150 mesh) de onze genótipos de arroz com faixas distintas de amilose, pertencentes ao plantio terras altas, multiplicados na fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão em Santo Antônio de Goiás/GO, safra 2013, quanto ao Teor de Amilose (TA) por cromatografia de exclusão de tamanho – SEC7. Os amidos foram extraídos por método alcalino com NaOH 0,1% (WANG; WANG, 2004)⁸ e analisados quanto ao grau de hidratação pelo poder de inchamento (PI) segundo Schoch (1964)⁹, sendo determinado nas temperaturas de 55°C, 65°C, 75°C, 85°C e 95 °C. Ambas as análises de TA e PI foram realizadas no Laboratório de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz e Feijão. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Os amidos dos onze genótipos foram avaliados em DSM 940A microscópio eletrônico de varredura, Jeol, JSM-6610, equipado com EDS, (Thermo Scientific, Spectral Imaging, Tokyo, Japão), com aumentos de 5000 vezes, realizado no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução na Universidade Federal de Goiás.

Resultados e Discussão

Os teores de amilose dos onze genótipos foram agrupados em três faixas distintas, conforme apresentado na Tabela 1. Observa-se, a partir dos resultados apresentados, que os genótipos variaram entre ceroso (dois genótipos), baixo (cinco genótipos) e intermediário teor de amilose (quatro genótipos), confirmando, assim, que se trata de linhagens contrastantes. Este conteúdo de amilose é considerado um dos principais parâmetros para a qualidade tecnológica e de consumo do arroz¹⁰.

O amido de arroz pode apresentar diferentes quantidades de amilose variando entre 1 a 37% e classifica-se em quatro grupos: baixo teor de amilose (12-20%), conteúdo

Tabela 1. Agrupamentos dos genótipos quanto ao teor de amilose¹.

Classe de TA	Genótipo	TAA(%)
Ceroso	N2583	0,14 d ± 0,05
	BGA6030	0,15 d ± 0,06
Baixo	Xingu	9,79 c ± 0,89
	SBT432	9,84 c ± 0,67
	Douradão	10,80 c ± 0,58
	SBT282	11,02 c ± 1,57
	Primavera	18,94 b ± 1,58
Intermediário	Acrefino	20,48 ab ± 0,68
	Cambará	20,62 ab ± 0,48
	Arroz da Terra	21,04 ab ± 1,57
	BGA4243	22,29 a ± 1,28

¹ Valores correspondem à média (n=3); letras diferentes minúsculas na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

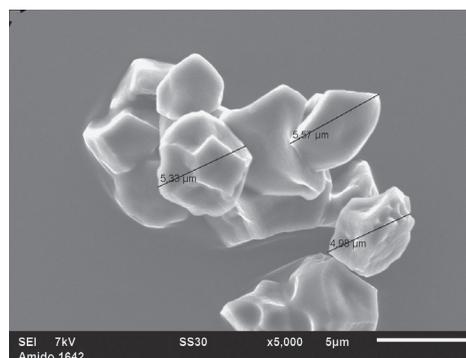
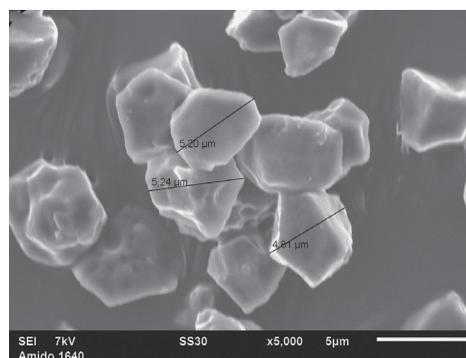
intermediário de amilose (20-25%), alto teor de amilose (>25%) e ceroso (pouco a nenhum teor de amilose)¹¹. Cultivares com baixo teor de amilose apresentam grãos aquosos e pegajosos no cozimento; com alto teor, apresentam grãos secos, soltos e mais duros e com teor intermediário, possuem grãos soltos e macios¹². Amidos com elevados níveis de amilose são associados com a menor resposta glicêmica e o esvaziamento mais lento do trato gastrointestinal que aqueles com baixos níveis de amilose¹³.

Em relação à estrutura granular dos amidos de arroz de diferentes genótipos, observou-se variação no tamanho e na forma, conforme determinado por microscopia eletrônica de varredura. Segundo Juliano (1985)¹⁴, Franco et al. (2001)¹⁵, Qi-hua et al. (2009)¹⁶, o tamanho dos grânulos do amido de arroz é muito pequeno variando de 3 a 9µm em formas poligonais irregulares. O tamanho granular encontrado neste estudo foi de 4,33-6,21µm em diferentes amidos de arroz (Tabela 2). Algumas fotomicrografias dos grânulos de amido de arroz para diferentes classes de teor de amilose foram apresentadas nas Figuras de 1 a 3. Os grânulos de amido foram observados como sendo poliédricos, de formas irregulares e com faces distintas e angulares. Outros autores observaram perfis similares nos grânulos de amido de arroz^{17,18,19,20}. O genótipo, a técnica de isolamento, práticas agrônômicas, condições climáticas e a biossíntese do amido foram relatados como sendo responsáveis pela diversidade do grânulo de amido^{17,19}.

Tabela 2. Médias dos tamanhos granulares de diferentes amidos de arroz medidos por meio da análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Genótipo	MEV
	Grânulo de amido (µm)
N2583	4,98ab±0,54
BGA6030	5,25ab±0,47
Xingu	5,93a±0,73
SBT432	5,24ab±1,14
Douradão	4,84ab±0,66
SBT282	5,16ab±0,72
Primavera	4,33b±0,90
Acrefino	5,16b±1,09
Cambará	5,11ab±0,62
Arroz da Terra	6,21a±0,88
BGA4243	5,03ab±0,82

Valores correspondem à média (n=3) ± desvio-padrão; letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey (P < 0,05). MEV = microscopia eletrônica de varredura.

**Figura 1.** Fotomicrografia obtida por microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de Amido 1642 (genótipo: N2583-ceroso).**Figura 2.** Fotomicrografia obtida por microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de Amido 1640 (genótipo: Primavera-baixo TA).

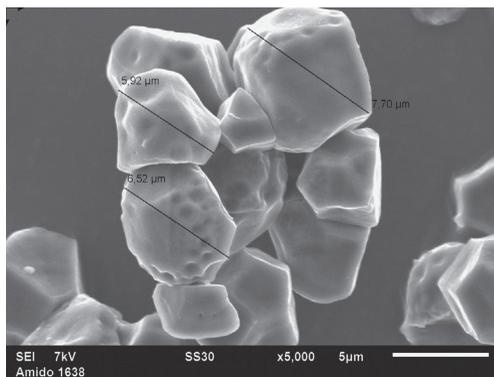


Figura 3. Fotomicrografia obtida por microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de Amido 1638 (genótipo: Arroz da Terra-TA intermediária).

O tamanho e o formato dos grânulos podem influenciar as propriedades físico-químicas do amido. Alguns autores mencionam a relação entre o tamanho de grânulo de amido e a digestibilidade²¹, o teor de amilose, poder de intumescimento, a solubilidade, a capacidade de absorção de água e a textura^{22,23}.

O PI dos onze genótipos avaliados nas diferentes temperaturas de aquecimento variou, consideravelmente, mostrando um aumento linear com a temperatura (Figuras 4 a 6). A forte influência da temperatura sobre a capacidade de retenção de água relaciona-se com a maior vibração das moléculas do grânulo de amido sob altas temperaturas^{17,24,25}. Os amidos pertencentes à classe de teor de amilose ceroso (N2583 e BGA6030) apresentaram nas temperaturas de 30 °C, 55 °C e 65°C valores superiores de PI em comparação aos amidos de baixa e intermediária amilose (Figura 5 e 6). Este comportamento também foi encontrado em outros estudos de Zavareze et al. (2010)²⁶; Freitas e Leonel (2008)²⁷; Yonemoto, Calori-Domingues e Franco (2007)²⁸ sobre propriedades do amido, nos quais amidos isentos de amilose mostraram-se com inchamento superior, mesmo após um período prolongado de aquecimento. Demonstra-se, assim, que um dos fatores que interferem no intumescimento do amido é o conteúdo de amilose, pois a alta quantidade de amilose reduz o poder de inchamento.

A redução do PI dos grânulos de amido tem sido atribuída aos seguintes fatores: aumento da cristalinidade e redução da hidratação, interação entre as moléculas de amilose e/ou entre amilopectina, aumento da força de ligação intramolecular e da resistência do grânulo

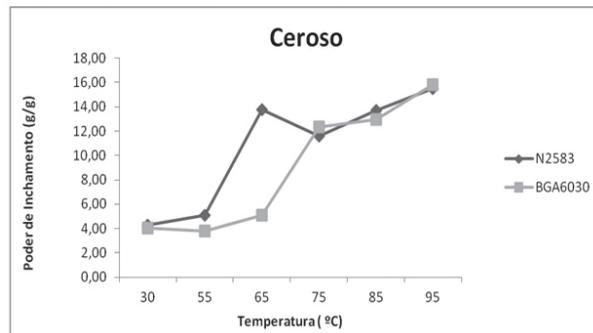


Figura 4. Curva do poder de inchamento (PI%) dos diferentes amidos cerosos.

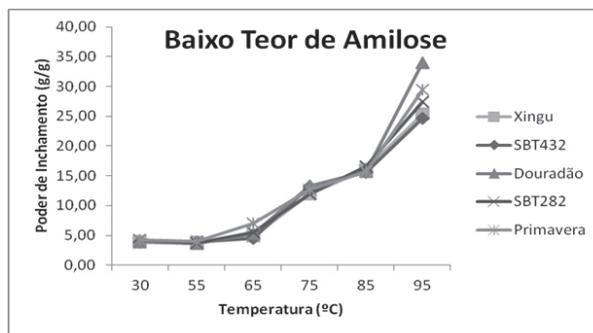


Figura 5. Curva do poder de inchamento (PI%) dos diferentes amidos com baixo teor de amilose.

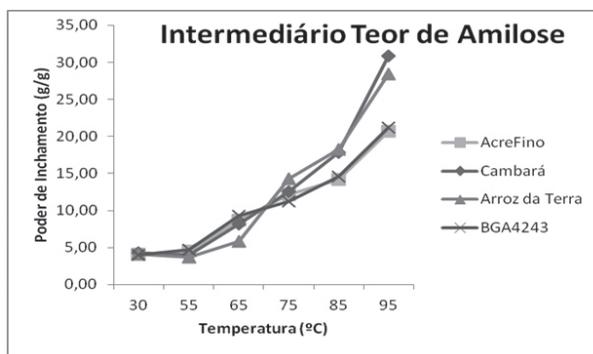


Figura 6. Curva do poder de inchamento (PI%) dos diferentes amidos com teor de amilose intermediário.

e a formação do complexo amilose-lipídio, e essa compreensão da estrutura dos grânulos de amido é importante no entendimento de suas propriedades físico-químicas, as quais determinam o comportamento do amido nos mais diversos processos industriais a que eles normalmente são submetidos^{18,30,31}.

Conclusão

Com base nos resultados, foram observados três distintos grupos de amilose dos onze genótipos (ceroso, baixo e intermediário) analisados. Em relação ao tamanho dos grânulos de arroz, foram caracterizados na forma poliédrica, de irregulares e com faces distintas e angulares para todos os genótipos. Notou-se que amidos de arroz ricos em amilose mostraram poder de inchamento e solubilidade inferiores, mesmo submetidos a maiores temperaturas.

Portando, é possível concluir que há relação entre diferentes propriedades relacionadas a tamanho dos grânulos e poder de inchamento, juntamente com o teor de amilose em amidos de arroz, são ferramentas significativas para prever o comportamento de diferentes genótipos de arroz, auxiliando a diferenciar características peculiares.

Agradecimentos

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Embrapa Arroz e Feijão, pelo apoio financeiro.

Referencias

1. Castro, E. M.; Vieira, N. R. A.; Rabelo, R. R.; Silva, S. A. Qualidade de grãos em arroz. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 30 p. **1999**.
2. Singh, N. et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry*, v.81, n.219-231, **2003**.
3. Vieira, N. R. A.; Rabelo, R. R. Qualidade tecnológica. I: SANTOS, A. B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N. R. A. (Ed.). A cultura do arroz no Brasil. 2. ed. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão., cap. 23, p. 969-1005, **2006**.
4. Dias, A. R. G.; Zavareze, E. R.; Spier, F.; Castro, L. A. S.; Gutkoski, L. C. Effects of annealing on the physicochemical properties and enzymatic susceptibility of rice starches with different amylose contents. *Food Chemistry*, Oxford, v. 123, p. 711-719, **2010**.
5. Webber, F. H.; Collares-Queiroz, F. P.; Chang, Y. K. Caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 29, n. 4, p. 748-753, **2009**.
6. Wani, A. A.; Singh, P.; Shah, M. A.; Schweiggert-Weisz, U.; Khalid; Wani, G. I. A. Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Malden, v. 11, n. 5, p. 417-436, **2012**.
7. Fitzgerald, M. A.; Mccouch, S. R.; Hall, R. D. Not just a grain of rice: the quest for quality. *Trends in Plant Science*, Oxford, v. 14, n. 3, p. 133-139, **2009**.
8. Wang, L.; Wang, Y. J. Rice starch isolation by neutral protease and high-intensity ultrasound. *Journal of Cereal Science*, London, v. 39, n. 2, p. 291-296, **2004**.
9. Schoch, T. J. Swelling power and solubility of granular starches. In: WHISTLER, R. L. (ed). *Methods in Carbohydrate Chemistry*, New York: Academic Press, p. 106-109. v. 4. **1964**.
10. Walter, M.; Marchezan, E.; Avila, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, **2008**.
11. Techawipharat, J.; Supphantharika, M.; Bemiller, J.N. Effects of cellulose derivatives and carrageenans on the pasting, paste, and gel properties of rice starches. *Carbohydrate Polymers*, v. 73, n. 3, p. 417-426, **2008**.
12. Pereira, J. A.; Rangel, P. H. N. Produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí. *Ciência Agrotecnologia*, v. 25, n. 3, p. 569-575, **2001**.
13. Frei, M. et al. Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chemistry*, v.83, p.395-402, **2003**.
14. Juliano, B.O. Polysaccharides, proteins, and lipids of rice. In: JULIANO, B.O. (Ed.). *Rice: chemistry and technology*. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, Cap.3, p.17-57, **1985**.
15. Franco, C. M. L.; Cabral, R. A. F.; Tavares, D. Q. Structural and physicochemical of lintnerized native and sour cassava starches. *Starch/ Starke*, Weinheim, v. 54, p. 469-475, Apr. 2002.
16. Qi-Hua, L.; Xue-Biao, Z.; Lian-Qun, Y.; Tian, L. Effects of chalkiness on cooking, eating and nutritional qualities of rice in two indica varieties. *Rice Science*, Hangzhou, v. 16, n. 2, p. 161-164, **2009**.
17. Kong, X. ; Zhu, P.; Sui, Z.; Bao, J. Physicochemical properties of starches from diverse rice cultivars varying in apparent amylose content and gelatinisation temperature combinations. *Food Chemistry*, Oxford, v. 172, p. 433-440, **2015**.
18. Mir, S. A.; Bosco, S. J. D. Cultivar difference in physicochemical properties of starches and flours from temperate rice of Indian Himalayas. *Food Chemistry*, Oxford, v. 157, p. 448-456, **2014**.
19. Wani, A. A.; Singh, P.; Shah, M. A.; Schweiggert-Weisz, U.; Khalid; Wani, G. I. A. Rice starch diversity: effects on structural, morphological, thermal, and physicochemical properties - A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Malden, v. 11, n. 5, p. 417-436, **2012**.
20. Lawal, O. S. et al. Rheology and functional properties of starches isolated from five improved rice varieties from West Africa. *Food Hydrocolloids*, Amsterdam, v. 25, n. 7, p. 1785-1792, **2011**.
21. Riley, C. K.; Wheatley, A. O.; Asemota, H. N. Full length research

- paper isolation and characterization of starches from eight *Dioscorea alata* cultivars grown in Jamaica. *African Journal of Biotechnology*, v. 5, n. 17, p. 1528-1536, **2006**.
22. Kaur, A.; Singh, N.; Ezekiel, R.; Sodhi, N. S. Properties of starches separated from potatoes stored under different conditions. *Food Chemistry, Oxford*, v. 114, p. 1396-1404, **2009**.
23. Kaur, A.; Singh, N.; Sodhi, N. S. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological thermal and rheological properties of starches. *Food Chemistry, Oxford*, v. 79, n. 2, p. 183-192, **2002**.
24. Gani, A.; Wani, S. M.; Masoodi, F. A.; Salim, R. Characterization of rice starches extracted from Indian cultivars. *Food Science and Technology International, London*, v. 19, n. 143-152, **2013**.
25. Simi, C. K.; Abraham, T. E. Physicochemical, rheological and thermal properties of Njavara rice (*Oryza sativa*) starch. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington*, v. 56, p. 12105-12113, **2008**.
26. Zavareze, E. Da R.; Pereira, J. M.; Moura, F. A.; Spier, F.; Helbig, E. Teor de amido resistente e perfil de textura de amidos de arroz com diferentes níveis de amilose modificados hidrotermicamente. *Brazilian Journal Technology, Campinas*, v. 13, p. 96-101, **2010**.
27. Freitas, T. S.; Leonel, M. Amido resistente em fécula de mandioca extrusada sob diferentes condições operacionais. *Alimentos e Nutrição, Araraquara*, v.19, n.2, p. 183-190, **2008**.
28. Yonemoto, P. G.; Calori-Domingues, M. A.; Franco, C. M. L. Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 27, p. 761-771, **2007**.
29. Sodhi, N. S.; Singh, N. Morphological, thermal and rheological properties of starches separated from rice cultivars grown in India. *Food Chemistry, Oxford*, v. 80, p. 99-108, **2003**.
30. Jane, J.; Chen, Y. Y.; Lee, L. F.; Mcpherson, A. E.; Wong, K. S.; Radosavljevic, M. Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chemistry, St Paul*, v. 76, p. 629-637, **1999**.

Raíza C. Fonseca¹ & Priscila Z. Bassinello²

¹ Instituto SENAI de Tecnologia em Alimentos e Bebidas, - Rua Professor Lázaro Costa nº 348, Vila Canaã, CEP: 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

² Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12, CEP: 75375-000 - Zona Rural, Santo Antônio de Goiás - Goiás, Brasil.

*E-mail: raiza.cavalcante@gmail.com

Biossorção de Cr (VI) Utilizando-se o Farelo de Sabugo de Milho

Glalber L. R.Ferreira & Karla C. R. C. Morais

Foi investigada a capacidade de adsorção do Cr(VI) em solução aquosa, pela aplicação da biomassa de farelo de sabugo de milho, coletadas junto ao comércio local do município de Goiânia/GO, em sistema de batelada, apresentando taxa de remoção de Cr(VI) da ordem de 100% para a concentração iniciais de Cr(VI) e nas concentrações de 30 e 40 mg/L do metal resultado numa Efbiossorção de 98,87 e 92,27%, respectivamente, com qeq máximo de 1,54 mg/g para um período de 120 horas para um conteúdo de 5 g da biomassa. Uma vez já definido que a respectiva biomassa é um resíduo industrial, e sabendo que esse vem sendo estudado na reutilização em outros processos, os resultados obtidos demonstram elevado potencial para o farelo de sabugo de milho, o qual pode ser utilizado em sistemas de adsorção para tratamento do respectivo metal pesado Cr(VI), podendo esse ser aplicável nas atividades industriais geradoras do respectivo resíduo.

Palavras-chave: Cr(VI), farelo de sabugo de milho, adsorção, biomassa.

The adsorption capacity Cr(VI) was investigated in aqueous solution by the application of biomass corncob meal, collected at the local shops in the city of Goiânia/GO, batch system, with removal rate Cr(VI) of the order of 100% for the initial concentration of Cr(VI) and the concentrations of 30 and 40 mg/L resulted in a metal Efbiosorption 98,87 and 92,27%, respectively, with a maximum of q and q 1,54 mg/g for a period of 120 hours to a content of 5 g of biomass. Once we decided that their biomass is an industrial waste, and knowing that it has been studied in reuse in other processes, the results show high potential for bran corn cobs, which which can be used in adsorption systems for the treatment of the respective heavy metal Cr (VI) and the same is applicable in the industrial activities generating the respective residue.

Keywords: Cr(VI), corncob meal, adsorption, biomass.

Introdução

Os efluentes industriais têm agravado a contaminação ambiental devido à situação de degradação ambiental e do equilíbrio dos ecossistemas naturais. Um dos compostos mais preocupantes encontrados nesses efluentes são os metais pesados, os quais se apresentam nocivos ao meio ambiente e à saúde humana, devido a sua capacidade de bioacumulação e alto tempo de permanência no meio.

Esses metais são responsáveis pela degradação ambiental, visto que esses produzem alterações na qualidade das águas e do solo. Estas alterações têm um impacto direto no equilíbrio dos ecossistemas ambientais, afetando direta ou indiretamente a saúde dos seres humanos^{1,2}. Dentre os metais, o cromo se destaca, devido à grande gama de utilização em diversos processos industriais, como na indústria do aço e de ligas, indústria de cimento, galvanoplastia, curtumes, entre outras^{2,3}.

Os compostos de Cr(VI) como, cromatos, dicromatos e o ácido crômico apresentam alto potencial deletério, devido a sua grande toxicidade para a saúde humana³. Os efluentes contendo o metal possuem alto poder de contaminação, sendo necessário tratamento adequado para serem lançados diretamente nos corpos receptores, obedecendo às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA^{4,5}.

A remoção desses metais dos efluentes líquidos pode ser alcançada por vários processos físico-químicos, como a oxidação/redução, precipitação/filtração, coagulação, troca iônica, separação por membranas. No entanto, estes métodos apresentam algumas desvantagens como a remoção incompleta de metais, a elevada necessidade de energia, a geração de subprodutos ou resíduos tóxicos e custo elevado⁶.

Recentemente, estudos têm sido realizados visando à descoberta de agentes adsorventes de baixo custo, como o caso de biomassas como biossorventes na remoção de metais pesados contidos em efluentes líquidos. As vantagens de se utilizarem biossorventes estão notadamente na relação custo–benefício inerente a essa tecnologia contemporânea. Entendem-se por biossorventes biomassas como: algas, bactérias, fungos e materiais biológicos, em geral (casca de coco, madeira, turfa, etc.), revelando eficácia na captura de íons metálicos em ambientes aquosos, sendo que sua disponibilidade regional diminui o custo total de sistemas de tratamento^{7,8}.

O sabugo pertence a parte central da espiga de milho na qual os grãos estão presos, sendo gerado após ser debulhado o milho. É sabido que para cada 100 kg de espigas de milho, aproximadamente 18 kg (70% base úmida), são formados pelo sabugo. O sabugo se torna um resíduo excedente e sem utilização definida, que na maioria das vezes, é deixado no campo após a colheita, ou mesmo, é servido como ração animal⁹.

Diante das considerações anteriormente expostas e do impacto sócio-ambiental da presença dos metais pesados nos efluentes industriais e pelos potenciais deletérios comprovados para a saúde humana, este trabalho visa estudar a eficiência do farelo de sabugo de milho frente a testes de biossorção do Cr(VI) em solução sintética em diferentes concentrações.

Materiais e Métodos

SOLUÇÃO SINTÉTICA DE CR(VI)

A solução de Cr(VI) foi preparada a partir do reagente dicromato de potássio P.A. (K₂Cr₂O₇), da marca Synth e pureza 99%, para 1 L de solução sintética, na concentração de 1000 mg/L. O valor do pH foi ajustado para 5,6 utilizando-se as soluções de HCl 1,0 mol/L e NaOH 1,0 mol/L.

QUANTIFICAÇÃO DO ÍON CR(VI)

A quantificação do íon Cr(VI) para determinação da equação de regressão linear e posterior verificação de sua concentração nos materiais em estudo nos experimentos, foi utilizado como agente de complexação o reativo difenilcarbazida PA, da marca Synth e pureza 100%, segundo metodologia apresentada no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater¹⁰.

BIOMASSA CELULÓSICA

A biomassa utilizada foi sabugo de milho, sendo coletado junto ao comércio local do município de Goiânia, Goiás, sendo seco em estufa de circulação a 60 °C por 48 horas, posteriormente, foram moidas em moinho de facas e em seguida passado em peneira de 70 mesh, e armazenado em saco plástico com uso da seladora a vácuo para posterior utilização.

PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O processo de biossorção para o íon Cr(VI) foi determinado por meio de planejamento experimental, com o uso de 3 repetições. A variável de entrada corresponde a quantidade do íon metálico (5, 10, 20, 30, 40, 80 e 160 mg/L). Os demais parâmetros como temperatura, pH, agitação orbital, foram mantidos constantes. A variável resposta para essa etapa corresponde à concentração de íons Cr(VI) adsorvidos.

ESTUDO DA BISSORÇÃO DE CR(VI)

A pesquisa de adsorção foi realizada em triplicata para cada concentração citada anteriormente, sendo verificado a concentração do metal em solução a cada 24 horas num período máximo de 120 horas. Foram pesados 5 g do adsorvente (farelo de sabugo de milho) em erlenmeyers de 300 mL, sendo adicionada a alíquota da solução padrão de Cr(VI) correspondente à concentração previamente estabelecida para determinação da curva padrão. Os erlenmeyers foram avolumados para 100 mL com água destilada, e conduzidos para uma mesa de agitação regulada para 120 rpm.

A cada período de 24 horas, foram retiradas alíquotas de 1,5 mL da solução para tubos eppendorf e centrifugados a 3000 rpm por 5 minutos. Foi retirado um volume de 1,0 mL dos tubos eppendorf para tubos de ensaio e adicionado 1 mL de difenilcarbazida 0,5%, observando o comportamento do adsorvente frente ao metal pesado.

A capacidade de adsorção de um adsorvente é dada por (qe) e representa a massa de adsorvato (em miligramas) retida pela massa de biossorvente (em gramas), a expressão de (qe) está definida na Equação 1 abaixo representada:

$$q_{eq} = (C_o - C_{eq})V/M \quad (1)$$

Em que, “Co” e “Ceq” representa as concentrações iniciais e de equilíbrio do metal em solução (mg/L), respectivamente, “V” é o volume da solução em litro (L) e “M” a massa do resíduo em grama (g).

Já a eficiência da biossorção ($E_{f \text{ Biossorção}}$) do Cr(VI) pelo biossorvente foi determinada pela Equação 2:

$$E_{f \text{ Biossorção}} = \left(\frac{C_i - C_f}{C_i} \right) \times 100 \quad (2)$$

Em que o “Ef Biossorção” confere a eficiência da biossorção em %, já o “Ci” representa a concentração inicial do íon Cr(VI) na solução (mg/L), e por fim, o “Cf” a concentração final do íon Cr(VI) na solução no tempo t (mg/L).

Análise Estatística

Para a avaliação da influência do Cr(VI) sobre a atividade enzimática do isolado *P. ostreatus*, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando o software Statistica 7.0. As médias entre os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

PRINCÍPIO DO MÉTODO

A reação entre o DFC (H_4L) e dicromato ($Cr_2O_4^{2-}$), decorre do princípio da formação de um quelato na coloração violeta intenso ($[Cr(HL)_2]^+$) e do 1,5-difenilcarbazona (H_2L), conforme apresentado na Equação 1:

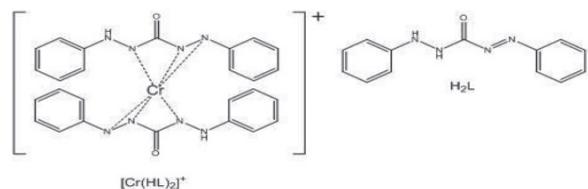
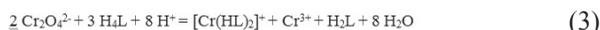


Figura 1: Estrutura do complexo DFC + $[Cr(HL)_2]^+$, e da difenilcarbazona (H_2L).

O quelato formado é constituído pelo Cr(III), sendo a reação acima realizada em meio ácido, com pH igual a 5,6, sendo o Cr(VI) reduzido para Cr(III) e complexado com DFC. Com o emprego de cálculos estequiométricos, foi calculada a concentração mínima de DFC para a complexação quantitativa do íon crômio. A curva analítica gerada pelos dados espectrofotométricos apresentou-se linear, resultando num excelente valor do coeficiente de correlação ($r = 0,9994$) e equação da reta linear $y = 0,0641x + 0,1027$.

Estudo da Cinética

A fim de alcançar uma maior eficiência no processo de biossorção de Cr(VI) pela biomassa lignocelulósica do farelo de sabugo de milho, teve como objetivo a verificação da influência do parâmetro tempo. Os resultados deste planejamento são apresentados na Figura 2.

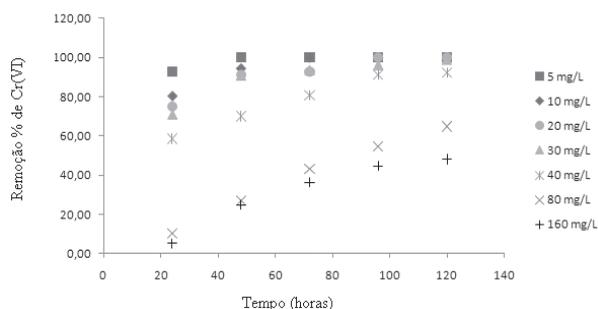


Figura 2: Cinética de biossorção de Cr(VI) pela biomassa lignocelulósica farelo de sabugo de milho.

Os resultados dos testes cinéticos da biossorção do íon Cr(VI), pela biomassa celulósica, são apresentados na Figura 2. Verifica-se que ocorreu uma redução de mais de 50%, nas concentrações de 5, 10, 20, 30 e 40 mg/L do íon metálico na solução sintética, nas primeiras 24 horas, atingindo o equilíbrio em torno de 100 horas, apresentando uma redução acima de 90% nas mesmas concentrações do referido metal em estudo. A cinética de biossorção de

Cr(VI) ocorreu em duas fases: sendo evidenciada uma fase inicial, na qual a biossorção foi rápida, e assim, contribuindo significativamente para a captação do íon metálico presente na solução, e uma segunda fase, mais lenta, constante e pouco significativa. Esse comportamento, com sorção inicial rápida, seguida de um período mais lento, é típico para a biossorção de metais que não envolvem nenhuma reação de energia, mas, com uma interação puramente físico-química, entre a biomassa e a solução do metal.

Verificou-se, também, que após 120 horas, a biomassa atingiu 64,91, 48,08% da sua capacidade de saturação para as concentrações do íon Cr(VI) de 80 e 160 mg/L, respectivamente. A concentração de biossorvente utilizada foi de 50 g/L. Esta remoção do Cr(VI) foi devido à ligação do metal em estudo aos sítios ativos do agente lignocelulósico, presente na estrutura celular do material biológico. A partir da cinética de adsorção, foi possível verificar que o tempo de equilíbrio de adsorção é rápido, ocorrendo em 120 horas para a maioria das concentrações do íon metálico. Foi possível verificar eficiência quanto ao percentual de remoção do Cr(VI) em diferentes concentrações, conforme apresentado na Tabela 1.

A quantidade do metal adsorvido por grama de resíduo (qe) foi bastante favorável, num período máximo de 120 horas, demonstrando um aumento de qe conforme se aumentava a concentração do íon metálico, o que é apresentado inversamente proporcional à representação de eficiência do biossorvente frente a uma determinada concentração do contaminante, sendo possível observar um aumento progressivo da Ef biossorção, conforme a diminuição da concentração do íon metálico.

Tabela 1. Detalhes da biossorção do Cr(VI) em meio líquido, em 120 horas de incubação

Cr(VI) mg/L	Espectrofotometria de UV-visível				
	Cr(VI) em solução (mg/L)		Cr(VI) no Biossorvente (mg/L)	Ef biossorção %	qe (mg/g)
	Inicial	Final			
5	4,98	ND	4,98	100,00	0,0996
10	9,92	ND	9,92	100,00	0,1984
20	20,03	ND	20,03	100,00	0,4006
30	29,95	0,34	29,61	98,87	0,5922
40	40,09	3,10	36,99	92,26	0,7398
80	80,02	28,08	51,94	64,91	1,0388
160	160,08	83,08	77,00	48,08	1,5400

Conclusões

Os resultados obtidos indicam que o farelo de sabugo de milho apresentaram características favoráveis ao seu uso como material adsorvedor do íon metálico Cr(VI) em solução aquosa, sabendo que esse é abundante no estado de Goiás, e que muitas vezes, não é aproveitado da maneira correta, sendo descartado de forma aleatória em feiras e ruas da nossa grande cidade. A biomassa apresentou resultados de remoção de Cr(VI) de até 98,87 e 92,26% para as concentrações máximas de 30 e 40 mg/L do metal, sabendo que o pH foi mantido em 5,6, a variável tempo correspondeu ao fator de maior influência no processo biossorção, resultando em 120 horas. A capacidade adsorptiva atingida pela biomassa foi de 1,54 mg de Cr(VI) por g de biomassa.

Referências Bibliográficas

1. Ahalya, N.; Ramachandra, T. V.; Kanamadi, R. D. Biosorption of Heavy Metals. *Research Journal of Chemistry and Environment*. v. 7, n 4, p. 71-79, **2003**.
2. Harte, S.C., W.T. Holdren, G.W. Schnelder And B. Sirley. A guide to everyday pollution hazard- Toxics A to Z, BSMS, Dehradun. p. 112. **1993**.
3. Dal Magro, C.; Deon, M. C.; Thomé, A.; Piccin, J. S.; Colla, L. M., Biossorção passiva de cromo (VI) através da microalga *Spirulina platensis*. *Química Nova*, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, v. 36, n. 8, p. 1139-1145, **2013**.
4. Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, Dispõe sobre as condições e padrões lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, DF: CONAMA, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 09 de novembro de **2014**.
5. Duffus, J. H. "Heavy metals" – a meaningless term? *Pure Applied Chemistry*. v. 75, n 9, p. 1357. **2003**.
6. Souza, M. V.; Vianna, M. W. S.; Zandim, B. M.; Fernandes, R. B. A.; Fontes, M. P. F. Metais pesados em amostras biológicas de bovinos. *Ciência Rural*, Santa Maria, RS, v. 39, n. 6, p. 1774-1781, **2009**.
7. Calfá, B. A.; Torem, M. L. Biorreagentes – aplicações na remoção de metais pesados contidos em efluentes líquidos por biossorção/bioflotação. *Revista Escola de Minas, Ouro Preto, Minas Gerais*, v. 60, n. 3, p. 537-542, **2007**.
8. Carol, D.; Kingsley, S. J.; Vincent, S. Hexavalent chromium removal from aqueous solutions by *Pleurotus ostreatus* spent biomass. *International Journal of Engineering Science and Technology*. v.4, n.1. p. 7-22. **2012**.
9. Vieira, R. C.; Antunes, D. P. C.; Bispo, V. G.; Barbosa, R. Q.; Silva, M. C. S.; Almeida, R. M. R. G. Caracterização físico-química da palha e sabugo de milho. 5º Encontro Nacional de Tecnologia Química. Maceió, AL, **2012**.
10. Apha - American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition. Water Environment Federation, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, DC, USA, **1999**.

Glaber L. R. Ferreira* &
Karla C. R. C. Morais

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, Escola Senai Vila Canaã, Rua Professor Lázaro Costa, nº 348, Vila Canaã, CEP 74415-420, Goiânia, Goiás, Brasil.

*E-mail: glalberocha@gmail.com

Substituição de Gordura Animal por Queijo Prato na Produção de Linguiça Suína Tipo Toscana

Guilherme S. Miranda & Cassandra M. T. Ribeiro

Com o propósito de fornecer um produto cárneo diferencial, o objetivo desse trabalho foi a substituição de gordura animal por queijo prato na produção de linguiça tipo toscana. Análises microbiológicas e físico-química foram realizadas e todas estavam dentro do padrão estabelecido. As análises foram realizadas em dois tempos, (zero e trinta dias), as amostras foram mantidas congeladas a -12°C . A análises de textura e sensorial tiveram resultados satisfatórios. Os resultados encontrados neste trabalho justificam a produção de um embutido frescal cárneo, com a utilização do queijo prato no lugar da gordura animal, obtendo-se, assim, uma característica diferenciada no produto.

Palavras Chaves: *Produto cárneo; legislação; redução de lipídeos; análise sensorial.*

In order to offer a meat product differential, the objective was to replace animal fat for cheese platter in the production of sausage Tuscan type. Microbiological analysis and physical chemistry were performed and all were within the established pattern. The analyzes were carried out in two times (zero and thirty days), the samples were kept frozen at -12°C . The sensory analysis of texture and had satisfactory results. The findings of this study justify the production of a built frescal meat, cheese using the plate instead of animal fat obtaining a distinctive feature in product.

Keywords: *Meat product; legislation; lipid-lowering; sensory analysis.*

Introdução

A carne suína é a mais industrializada, comercializada e consumida no mundo, consolidando-se nas últimas décadas como fonte de proteína animal de grande importância para alimentação humana. A suinocultura brasileira tem sua maior representação nas regiões Sul (15,6 milhões de cabeças), Sudeste (5,6 milhões de cabeça) e Nordeste (5,2 milhões de cabeças), uma vez que estas regiões representam respectivamente 49,9%, 18% e 16,8% do rebanho brasileiro (CENTEC, 2004). A partir da Idade Média, uma grande variedade de linguiça passou a ser comercializada, variedades estas fortemente influenciadas pelo tipo de clima predominante na região. Climas frios intensificam as variedades frescas cruas ou defumadas, enquanto que os climas mais quentes encontrados na Itália, parte sul da França e da Espanha levaram a enfatizar os embutidos desidratados, mais precisamente os diferentes tipos de salames (TERRA, 2004).

A linguiça toscana trata-se de um produto carne embutido cru e curado, feito a partir da carne suína exclusivamente com adição de tecidos adiposos e ingredientes, acondicionados em envoltórios naturais (tripas) ou artificiais, depois do processo tecnológico e conservação adequada (BRASIL, 1952). Possui características organolépticas próprias como cor, sabor, textura e odor, dependo dos ingredientes incluídos em sua composição. As linguiças constituem os derivados cárneos com maior quantidade fabricada em nosso país (250.000 toneladas em 1994), isso se deve por não exigir alta tecnologia para sua fabricação (TERRA, 2000). Por esse aspecto, deve-se atender aos requisitos mínimos de higiene na obtenção da matéria-prima, manipulação, fabricação e acondicionamento, uma vez que a linguiça toscana não sofre tratamento térmico que ajude na redução da flora microbiana inicial e da sua umidade que é de no máximo 70% (BRASIL, 2000).

O queijo é um dos mais antigos alimentos preparados que a história da humanidade registra. A arte da fabricação de queijos teve seu início perdido num passado, milhares de anos antes do nascimento de Cristo. Os egípcios estão entre os primeiros povos que cuidaram do gado e tiveram, no leite e no queijo, fonte importante de sua alimentação (ALBUQUERQUE, 2002). O queijo é a coalhada que se forma com a coagulação do leite de alguns mamíferos pela adição de coalho ou enzimas coagulantes e/ ou pelo

ácido láctico, produzido pela atividade de determinados micro-organismos presentes normalmente no leite ou adicionados a ele intencionalmente; dessora-se a coalhada por corte, aquecimento ou prensagem, dando-lhe forma em moldes e, em seguida, submetendo-a à maturação durante determinado tempo a temperaturas e umidades relativas definidas (ORDOÑEZ, 2005). O queijo prato encontra-se entre os mais consumidos no Brasil. É classificado como um queijo gordo, de média umidade e de massa semicozida, obtido por coagulação enzimática do leite, complementada pela ação de bactérias lácticas específicas (EMBRAPA, 2005).

O Produto deve apresentar consistência elástica, textura macia e compacta, podendo apresentar pequenas olhaduras bem distribuídas.

Materiais e Métodos

A pesquisa experimental foi realizada na Faculdade de tecnologia Senai Toledo/PR, no período de maio a setembro de 2015. Elaborou-se uma formulação de linguiça tipo Toscana que teve como base a carne suína (65,0 %), queijo prato (18,5 %), água gelada (8,5 %), sal (1,7 %), sal de cura (nitrito e nitrato 1,5%) e fosfato (1,5 %), alho (0,9 %), eritorbato de sódio (0,8 %), tripolifosfato de sódio (0,8 %), glutamato monossódico (0,8 %).

A linguiça foi preparada moendo a carne em disco de 8mm, os cubos de queijo foram picados manualmente com tamanhos variando entre 0,3 a 0,6 cm, os ingredientes foram pesados, e a seguir foram adicionados, primeiramente, o fosfato com a água para auxiliar na extração das proteínas miofibrilares da carne, e posteriormente adicionado o sal de cura, alho, eritorbato de sódio, tripolifosfato de sódio, glutamato monossódico e por último o queijo prato. Depois da homogeneização, foi deixada a massa curar por 24 horas em temperatura de 2°C, e em seguida, no processo de embutimento, ou seja, envase da carne em envoltório artificial de celulose, com gomos entre 8 a 12 cm com calibre 32 seguindo os aspectos higiênico-sanitário adequado e armazenado em temperatura de -12°C em congelador por 30 dias.

Após o desenvolvimento dos produtos, os teores de umidade e cinzas foram determinados gravimetricamente no tempo zero e após 30 dias em duplicata, conforme métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de proteínas foi determinado conforme metodologia

da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1998) através da técnica de Kjeldahl para análise de nitrogênio total (utilizando o fator de correção de 6,25). Os resultados foram expressos em g 100 g⁻¹ em base seca.

Para extração dos lipídios totais foi empregado o método de extração de gordura a quente, Gold 'Fish segundo Silva (1990). O pH da amostra foi determinado conforme descrito nas instruções do medidor de pH portátil (Modelo: mPA.210P, Marca: MARKE MBI10P), as análises foram realizadas no tempo zero e após 30 dias da fabricação em duplicata.

As análises microbiológicas de *Salmonella sp*, *Coliformes termotolerantes*, *Clostridium sulfito redutor* e *Staphylococcus aureus* foram feitas por laboratório credenciado pelo MAPA. Todas as análises (físico-químicas e microbiológicas) foram realizadas em duplicata, as análises foram realizadas no tempo zero e após trinta dias da fabricação.

A atividade de água foi realizada conforme descrita nas instruções do medidor de atividade de água (Modelo: S40001901, Marca Decagon, USA) em triplicata.

A análise de textura foi realizada no texturômetro, marca TA. HD. Plus texture analyser. As análises foram realizadas em triplicata, na amostra *in natura* e assada em forno elétrico, expressas como média e desvio padrão em Newton.

A análise sensorial, aprovada pelo comitê de ética e pesquisa com seres humanos sob número 092677/2015 do produto, foi realizada por meio do teste de aceitabilidade em escala hedônica de 9 pontos no laboratório de processo, com a participação de 63 julgadores não treinados ao consumo de linguiça frescal. Antes de cada teste, os julgadores receberam orientação do método e procedimento da avaliação. Em todos os testes, foram oferecidas água, à temperatura ambiente e linguiça tipo toscana com queijo prato para todos os julgadores. Para o teste, a amostra foi assada na churrasqueira, e servida em pratos descartáveis brancos. A análise sensorial foi aplicada com uma escala hedônica de 9 pontos, em que para 1 era de desgostei muitíssimo e 9 gostei muitíssimo.

Resultados e Discussões

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os valores referentes ao resultado da análise de composição centesimal, esta apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Análises físico-química de linguiça frescal com queijo prato.

ANÁLISES	RTIQ – MAPA (BRASIL 2000)	AMOSTRA - TEMPO ZERO	AMOSTRA - TRINTA DIAS
Umidade	70% (MAX)	70,45%±0,75	68,53%±2,52
Cinzas	*	3,36%±0,03	3,02%±0,16
Proteína	12% (MIN)	17,46%±0,16	16,65%±0,36
Lipídio	30% (MAX)	4,53%±0,30	5,48%±0,13
pH	*	5,34±0,05	5,53±0,01
Atividade de água	*	-	0,94±0,0027

Rtiq – regulamento técnico de identidade e qualidade de linguiças de 31 de março de 2000; *Mapa* – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
*não estabelecido, - não realizado.

Na análise de umidade, encontrou-se para a amostra tempo zero, um maior percentual de umidade, e já na amostra de trinta dias, encontrou-se um menor percentual de umidade ficando dentro dos padrões estabelecidos pelo RTIQ. A amostra de umidade tempo zero encontrou-se 0,64% fora de padrão estabelecido pelo RTIQ, e a amostra de 30 dias já estava dentro de padrão. Perdas de umidade podem ocorrer na estocagem de produtos cárneos, devido à diminuição da força iônica dos sistemas proteicos, que, com o decorrer do tempo de armazenamento, diminuem a capacidade de ligação com a água, liberando-a. CLAUS (1990). Nascimento (2012), ao estudar linguiças frescas elaboradas com carnes de avestruz e suas características físico-química, encontrou níveis de umidade em torno de 66,8% sendo utilizadas em sua formulação 75% de carne de avestruz e 25% de carne suína.

Os teores de cinzas para a linguiça toscana para os dois momentos, estão apresentados na Tabela 1, não apresentaram diferença entre os tempos.

Para a análise de proteína, a amostra analisada no tempo de trinta dias obteve uma menor porcentagem de proteína, isso ocorre pela maior presença de umidade no produto, ficando em conformidade com o descrito por (CONCEIÇÃO, GONÇALVES, 2009), quanto maior o teor de umidade, menos nutrientes são encontrados. A amostra de trinta dias apresentou uma menor concentração proteica, mas estando dentro do padrão mínimo estabelecido pela legislação RDC 12 de 12%

de proteína, porém a legislação não permite a adição de proteína não carne para a linguiça tipo toscana. Um teor de 17,65 % de proteína foi relatado por (PAULINO, 2005), esse valor se aproxima do encontrado neste trabalho. Apesar deste valor estar dentro dos padrões estabelecidos no Regulamento Técnico (MAPA, 2000), considera-se desejável que o nível proteico do alimento seja alto.

A análise de lipídio encontrou uma porcentagem de média 5,01 já que para a fabricação da linguiça não se utilizou nenhum tipo de gordura ou toucinho, apenas utilizou-se a gordura da carne suína naturalmente presente e o queijo prato que possui um teor de 15% de lipídios na porção de trinta gramas, especificados em sua embalagem. Os produtos com maior porcentagem de lipídios geralmente apresentam uma maior maciez e suculência ao consumo. O baixo teor de lipídios está ligado ao fato de que não foi adicionada gordura animal ou vegetal aos produtos, apenas utilizada a gordura da carne suína e do queijo prato em sua fabricação. Alguns julgadores da análise sensorial comentaram sobre a linguiça toscana estar seca, isso ocorre pela quantidade baixa de lipídios, atributos importantes da qualidade da carne, correlacionados com maciez, sabor e suculência no produto final. (PAULINO, 2005) encontrou um teor de lipídio na sua formulação controle de 28,43% em que foram adicionados 14% de toucinho para a fabricação, em outra formulação, na qual ele reduz 50% de toucinho obteve-se um percentual de lipídio de 17,15 alterando significativamente o percentual de lipídios. Estes valores de gordura são maiores aos encontrados neste estudo. Isso pode ser explicado pelo fato das substituições no trabalho destes autores terem ocorrido em percentuais bem maiores aos realizados neste. Com o baixo percentual de lipídios, observa-se uma maior força de cisalhamento, que o contribui para um produto com menor maciez, relatado por julgadores na análise sensorial.

Na análise do pH, observou-se um elevação após os trinta dias que passou de 5,34 para 5,53 obtendo uma média de 5,44. Este aumento não influenciou na presença de micro-organismos psicrotróficos ou crescimento de flora bacteriana mesófila o que é indesejável para o produto, isso pode ser visualizado na tabela 2, em que para os micro-organismos *clostridium sulfito reductor*,

coliformes *termotolerantes*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella sp* todos ficaram abaixo do limite permitido pelo regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos de 2 de janeiro de 2001 (RDC 12). No trabalho de Paulino (2005), o qual estudava o efeito da redução de gordura e substituição parcial de sal em linguiça tipo toscana, em sua formulação controle, encontrou uma média de pH em 5,99 que perto da neutralidade pode ter favorecido o crescimento de micro-organismos, que este pH pode ter ocorrido por ter uma redução de sal em 50%, já em uma de suas formulações encontrou-se um pH de 5,51 que provavelmente houve um declínio no pH por uma produção de ácido láctico suficiente para impedir o crescimento de uma flora bacteriana.

Tabela 2. Análise de tensão de cisalhamento da linguiça toscana.

AMOSTRA	MÉDIA E DESVIO PADRÃO
Linguiça in natura	6,66±1,02N
Linguiça assada	19,36±0,86N

A atividade de água encontrada em 0,94, considerada quantidade alta de água livre, estaria disponível para reações químicas, enzimáticas e microbiológicas que poderiam estar comprometendo as características sensoriais e microbiológicas do produto. (VAZ, 2005) relata valores de atividade de água em 0,98 que a maior presença de água livre é propícia ao crescimento de micro-organismo, elemento de suma importância para indústrias de alimentos para garantir a qualidade e segurança alimentar para o consumidor, não colocando em risco de contaminação por micro-organismos patógenos.

ANÁLISE DE TEXTURA

A força de cisalhamento é uma técnica utilizada para avaliar a maciez de carne. Maior o valor de cisalhamento corresponde à maior força para romper a amostra. Foi visualizado na Tabela 2 menor força de cisalhamento para a linguiça *in natura*, isso é determinado por ter maior concentração de umidade. Já para a linguiça assada, a força de cisalhamento foi mais alta, isso pode ser explicado pelo fato de ausência de toucinho em sua formulação.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Na Tabela 3, estão apresentados os dados referentes às análises microbiológicas, realizadas nas linguiças tipo toscana com queijos prato, os resultados estão de acordo com a RDC 12 de 2001, que fala sobre os parâmetros microbiológicos de alimentos.

Tabela 3. Análises microbiológicas

	RDC 12	AMOSTRA – TEMPO ZERO	AMOSTRA - TRINTA DIAS
C. sulfito reductor 46°C/g	3x10 ³ UFC/g	<1,0x10 ⁴ UFC/g	*
Coliformes a 45°C/g	5x10 ³ UFC/g	<1,0x10 ⁴ UFC/g	<1,0x10 ⁴ UFC/g
Estaf.coag. positiva/g	5x10 ³ UFC/g	<1,0x10 ⁴ UFC/g	<1,0x10 ⁴ UFC/g
Salmonella sp	AUSÊNTE	AUSÊNTE	*

Rdc 12 – Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos de 02 de janeiro de 2001. * não realizado, fonte: elaborado pelo autor (2015)

Todas as amostras apresentaram resultados dentro do padrão estabelecido pela legislação brasileira (RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001) que estabelece o Regulamento Técnico dos Padrões Microbiológicos para carnes e produtos cárneos. Os sais de cura, utilizados em embutidos, são a base de nitratos e nitritos que geram substâncias inibidoras de micro-organismos especialmente contra *Clostridium botulinum*, (VAZ, 2005). Já que a linguiça tipo toscana é um alimento comercializado cru, são essenciais as condições sanitárias de boas práticas de fabricação para que o alimento seja seguro, obedecendo aos padrões microbiológicos determinados, não ocorrendo nenhum risco à saúde.

O grupo coliforme constitui o indicador de contaminação fecal mais frequentemente utilizado, sendo empregado há mais de cem anos como parâmetro bacteriano, na definição de padrões para a caracterização e avaliação da qualidade de águas e alimentos. (SOUZA, 2006).

Dentre os micro-organismos envolvidos em intoxicações alimentares e na produção de metabólitos,

capazes de causar moléstias ao homem, as bactérias do gênero *Staphylococcus coagulase* positiva têm se destacado (GENIGEORGIS, 1989). A presença de *Staphylococcus* em alimentos pode sugerir, inadequadas e deficientes condições de manipulação, de limpeza e desinfecção, visto que são indicadores destas. Sua incidência em produtos crus é reduzida devido à competição entre os micro-organismos presentes, um pequeno número destes micro-organismos é previsto em todos os produtos alimentares em que houve manipulação humana (HUSS, 1997).

ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial das amostras de linguiças tipo toscana com queijo prato foi realizada após a obtenção dos resultados da análise microbiológica e verificação de que todas as formulações estavam dentro dos padrões estabelecidos. O resultado da análise sensorial do teste de aceitação foi realizado em escala hedônica de nove pontos, classificando quanto o julgador gostou ou desgostou do produto, os resultados estão expressos abaixo na figura 1.

A Figura 1 mostra que a maioria dos julgadores aprova a linguiça tipo toscana com queijo prato, obtendo-se uma média de aceitabilidade igual a 8,0 que indica uma grande aceitabilidade pelo público consumidor.

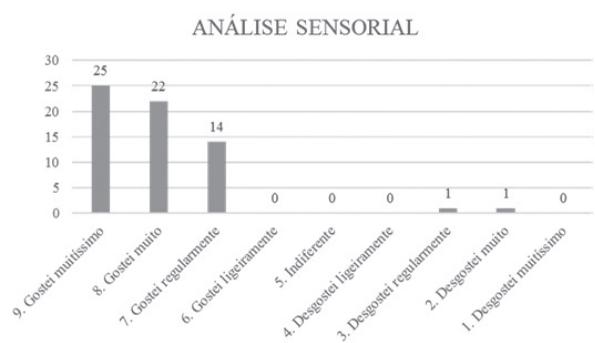


Figura 1. Análise sensorial da linguiça tipo toscana com queijo prato.

Conclusão

A linguiça tipo toscana com substituição do toucinho no queijo prato apresentou-se dentro dos limites físico-químicos previstos pela legislação. A substituição do toucinho pelo o queijo prato obteve um nível baixo

de lipídios, proporcionando característica diferente ao produto. Os padrões físico-químicos foram todos alcançados pela legislação.

Quanto à qualidade microbiológica da lingüiça frescal, pode-se concluir que essa se encontra dentro dos padrões exigidos pela legislação, pois não se constatou presença de *Clostridium sulfito redutor*, coliformes, *Staphylococcus* e *Salmonella* em nenhuma das amostras analisadas nos dois períodos.

Na análise sensorial, observou-se boa aceitabilidade pelos julgadores, com média 8,0. Assim, se produzido em grande escala, seria um produto com uma característica diferenciada com uma boa aceitação pelo público consumidor.

Referências

1. Albuquerque, L. C. - Queijos no mundo – origem e tecnologia. Vol. II. São Paulo: Epamig **2002**.
2. AOAC – Association of Official Analytical Chemists. Horwitz, w. (ed). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 17. Ed. Arlington: aoac inc, **2000**. V. 1.
3. Centec, suinocultura - Instituto Centro de Ensino tecnológico. Edições Demócrito Rocha, Ministério da Ciência e Tecnologia, Fortaleza, **2004**
4. Claus, J.R.. et al. - low fat, high added water bologna effects of massing, pre-blending, and time of addition of water and fat on physical and sensory characteristics. Journal of food science, v.55, n.2, p.338-345, **1990**.
5. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Queijo prato. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/994402/queijo-prato>> acesso em: 10 de março de **2015**.
6. GENIGEORGIS, C. - present state of knowledge on staphylococcal intoxication. International journal of food microbiology, v. 9, n. 4, p. 327-360, **1989**.
7. HUSS, H. H. - Garantia da qualidade dos produtos da pesca. Departamento de investigação dos produtos da pesca, ministério da agricultura e pesca, fao, documento técnico sobre as pescas, 334, roma, **1997**.
8. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do instituto adolfo lutz. V. 1: métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. Ed. São paulo: imesp, 2008. P. **13**.
9. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento a. Secretária da defesa agropecuária. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Aprovada pelo decreto nº30.691 de 29/03/1952, alterada pelos decretos nº1255 25/06/1962, nº 1236 02/09/1994, nº1812 08/02/1996, nº2244 04/06/1997. Brasília, 241p. 1997. Disponível em: www.agricultura.gov.br . Acessado em: 09 de março de **2015**.
10. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento b. Instrução normativa nº4 de 31 de março de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de lingüiça. Disponível em: www.agricultura.gov.br . Acessado em: 09 de março de **2015**.
11. Ordoñez, A. J. - tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Vol. 2. Porto alegre: artmed, **2005**.
12. PAULINO, Flávia de Oliveira. Efeito da redução de gordura e substituição parcial de sal em lingüiça suína tipo toscana. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense. **2005**.
13. SILVA, D.J. - análise de alimentos (método químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, **1990**. 165p
14. VAZ, S.K. Elaboração e caracterização de lingüiça fresca “tipo toscana” de tilápia (*Oreochromis niloticus*) dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de mestre, programa de pós-graduação em tecnologia de alimentos, setor de tecnologia da Universidade Federal do Paraná. **2005**.
15. Souza, cristina paiva de. Segurança alimentar e doenças veiculadas por alimentos: utilização do grupo coliforme como um dos indicadores de qualidade de alimentos. São paulo. **2006**.
16. TERRA. N.N. Defeitos nos Produtos Cárneos: origens e soluções. São paulo: varela **2004**

Guilherme S. Miranda &
Cassandra M. T. Ribeiro*

Federação das Indústrias do Estado do Paraná – Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Rua Júlio de Castilhos 3465. Vila Industrial. CEP 85-904-175, Toledo, Paraná, Brasil.

*E-mail: cassandra.ribeiro@pr.senai.br

Bioeconomia: Plataforma Mundial de Inovação e Sustentabilidade nas Cadeias Agroindustriais

A Bioeconomia e suas Diretrizes

Diante do crescimento populacional em nível mundial e o significativo aumento da capacidade de consumo das populações, cresce a necessidade dos setores produtivos e da sociedade pela busca por novas fontes de matéria-prima e pela intensificação do uso de recursos de base biológica, recicláveis e de fontes renováveis.

O termo Bioeconomia foi conceituado e aplicado pela primeira vez por cientistas durante evento científico internacional em 1997 e, desde então, tem sido gradativamente adotado em diversos países na elaboração e alinhamento de programas públicos e privados, servindo como base estratégica para a estruturação de plataformas de inovação tecnológica, baseadas no uso sustentável de recursos biológicos e como incentivo na identificação e formação de *clusters* regionais. Tomando-se como base suas principais diretrizes frente à realidade mundial, a Bioeconomia deve tornar-se futuramente o principal conceito para a renovação das principais economias mundiais e um dos importantes instrumentos para políticas e estratégias de inovação.

A Bioeconomia, em seu conceito mais amplo, busca diretamente a transformação do conhecimento em desenvolvimento industrial sustentável nas áreas ligadas ao manejo e aproveitamento de recursos biológicos. Neste contexto, a prototipagem e a inovação, importantes pilares da pesquisa aplicada, fomentam a base para mudanças estruturais de setores produtivos baseados neste novo conceito. Tais mudanças impactam diretamente no

surgimento de oportunidades de crescimento em diversos setores, melhorando a qualidade de vida da sociedade de forma substancial.

As principais diretrizes da Bioeconomia reúnem linhas que servirão de base para fomento de macroprogramas de pesquisa, os quais tenham seus trabalhos focados em:

- Garantia de abastecimento de alimentos em nível mundial
- Produção de alimentos saudáveis e seguros
- Garantia de produção agrícola sustentável
- Desenvolvimento de energia baseada no uso sustentável da biomassa
- Uso industrial de recursos naturais renováveis

Como se pode constatar nas diretrizes do programa, o conceito de Bioeconomia sempre esteve inserido diretamente na agricultura e nas cadeias agroindustriais alinhadas à produção sustentável, mas apenas recentemente tem sido abordado de maneira mais estratégica, de forma que os impactos da sustentabilidade nas cadeias e sua importância na relação com outros setores, como a exemplo o energético, fiquem mais visíveis e fáceis de serem administrados.

A implantação de programas baseados na Bioeconomia são diretamente dependentes de apoios financeiros de agências em níveis federais, estabelecendo plataformas, estimulando o trabalho em redes interestaduais e buscando a soma de competências em projetos de alto impacto e a níveis estaduais, trabalhando junto a suas universidades públicas e privadas, instituições

de pesquisa e desenvolvimento e setores produtivos na implantação dos programas e, por fim, ao nível do setor privado, participando no cofinanciamento de projetos e, principalmente fazendo com que a inovação traga benefícios diretos à sociedade.

A Bioeconomia no Mundo

Países como EUA, Canadá, Alemanha, Rússia, Austrália, Grã-Bretanha e Finlândia já possuem programas estreitamente alinhados com a Bioeconomia e países como Malásia, Brasil, Argentina e África do Sul estão se estruturando politicamente para a inserção dos países em contexto mundial. Programas elaborados pela Comunidade Europeia, como “Horizon 2020”, têm sido lançados para fomentar programas e atividades de pesquisa em torno da Bioeconomia e formar redes temáticas entre países membros.

Constata-se hoje no Brasil uma notável intensificação de iniciativas para a estruturação conselhos e de plataformas concenuais, visando ao fomento de projetos de pesquisa e trabalhos em torno da Bioeconomia, bem como a formação de grupos de discussão com formadores de opiniões em diversos setores para preparar a inserção do país em discussões globais junto a líderes políticos, cientistas, indústria e sociedade.

Entre os países que já apresentam conselhos e plataformas devidamente estruturadas para projetos de Bioeconomia, a Alemanha, por meio do Ministério Federal da Educação e Pesquisa (BMBF) é um dos países que mais têm se destacado no sentido de buscar parcerias para projetos bilaterais com o Brasil. Tais iniciativas desdobraram-se em 3 chamadas públicas, sendo que a última, no ano de 2015, foi realizada em parceria com a Fapesp no Estado de São Paulo para a análise das propostas submetidas por parceiros dos dois países.

Projetos multidisciplinares em rede, liderados por instituições de P&D de ambos os países e que contam principalmente com estratégicas participações de suas respectivas indústrias, têm sido destaque das parcerias em projetos de Bioeconomia entre Brasil e Alemanha. Tais projetos focam oportunidades em cadeias agrícolas, a exemplo, o conceito de biorefinaria possa ser diretamente aplicado, buscando o desenvolvimento de inovadores produtos com maior valor agregado, processos e o aproveitamento de subprodutos em aplicações técnicas ou

energéticas. Os resultados destes projetos irão fomentar o crescimento industrial mediante a inovação, além de promover também trocas comerciais entre ambos países.

A Bioeconomia no Brasil

Considerado como país de maior biodiversidade do planeta, e frente ao embasamento técnico da Bioeconomia no setor produtivo, o Brasil coloca-se numa situação favorável ao desenvolvimento de uma série de produtos e processos em setores, como energia renovável, alimentos funcionais e biofortificados, biopolímeros e cosméticos. A Bioeconomia apresenta-se aqui como uma nova e promissora vertente econômica, a qual envolve desafios nos ambientes políticos, econômico, cultural e ambiental, abrindo, assim, possibilidades concretas para o aproveitamento sustentável de toda esta biodiversidade. Com a Bioeconomia, o país poderá transformar e dinamizar segmentos essenciais de sua economia, como a agricultura, alimentos, fibras e energia.

Mesmo diante de um cenário econômico relativamente desfavorável e uma constatada retração do PIB brasileiro e, apesar dos gradativos aumentos nos preços dos insumos e o desaquecimento geral da economia, o setor agropecuário tem se mantido aquecido pelo aumento de produtividade e a demanda mundial por alimentos. Abre-se, diante deste cenário, excelente oportunidade para o país diante de sua riqueza em recursos.

Há no Brasil a necessidade de estruturação de uma base sólida para a construção de uma estratégia nacional visando à inserção do país na Bioeconomia. Além de iniciativas estaduais, o Governo Federal tem se mobilizado por meio de articulações interministeriais, no sentido de criar um grupo de discussão e trabalho que tenha como foco a definição de uma agenda estratégica, a qual deverá apontar áreas prioritárias de alto impacto, nas quais o Brasil apresente vantagens competitivas no cenário mundial. Esta agenda permitirá futuramente ao país direcionar seus investimentos estratégicos e orientar o fortalecimento de sua base científica e tecnológica. Isso permitirá abrir oportunidades para a modernização de sua infraestrutura de pesquisa e inovação e para o estímulo ao empreendedorismo.

Mesmo ainda não tendo definidas suas principais diretrizes e políticas para a inserção na Bioeconomia, alguns estudos e levantamentos realizados no país

expõem diagnósticos que demonstram a seriedade com a qual o tema é discutido no país.

No âmbito da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), dando sequência ao incentivo e estímulo à inovação nos setores da biotecnologia e biodiversidade, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) realizou, em 2012, em parceria com a Harvard Business Review Brasil (HBR Brasil), o “Fórum de Bioeconomia: Desenvolvendo uma Agenda para o Brasil”. O evento foi o primeiro debate multissetorial e internacional sobre o assunto no país, traduzindo o desejo da indústria brasileira de avançar nos aspectos econômico, social e ambiental do desenvolvimento da bioeconomia no Brasil.

Além destes estudos, o programa PAISS, lançado pelo BNDES/FINEP em 2010 em edição única, até o momento, procurou identificar de forma ampla agentes dos mais diversos setores, interessados no etanol de segunda geração, outros biocombustíveis e novos materiais sustentáveis. Tais estudos permitiram um olhar crítico e profundo em setores estratégicos da Bioeconomia como a indústria química, a produção de etanol de segunda geração e a química de base renovável.

A Bioeconomia Aplicada à Indústria de Alimentos

Nos últimos 5 anos, o Brasil tem batido seguidos recordes em sua produção agropecuária, sendo impulsionado por safras recordes. Nos últimos 40 anos, a agricultura brasileira também tem avançado significativamente na direção da sustentabilidade. Nenhum outro país conseguiu incorporar conjunto tão amplo de práticas sustentáveis em tão curto período.

O agronegócio e a produção de alimentos, atuando como um dos mais importantes pilares de nossa economia, devem nesta década, estar alinhados e inseridos nas discussões mundiais em torno da Bioeconomia. Isso permitirá que o setor continue respondendo de forma sustentável à demanda mundial por alimentos e matérias-primas e principalmente aumentando sua capacidade de investimentos e agregando valor às suas exportações. Além da produção de alimentos, a agricultura também é responsável pela produção de energia renovável e matérias-primas para a indústria química, conforme previsto pela Bioeconomia.

A Bioeconomia aplicada à indústria de alimentos pode ser exemplificada até o momento por alguns projetos que envolvem a biotecnologia, por meio do uso de enzimas e micro-organismos em processos fermentativos para produção de alimentos, aromas e ingredientes funcionais. Além destes, vários projetos têm focado o desenvolvimento de processos para o uso de plantas como fonte de proteínas de alto valor biológico. Por fim, outras linhas de trabalho têm focado a redução de perdas em processo e distribuição, bem como o aproveitamento de subprodutos ou restos gerados na produção para o desenvolvimento de novas frações e de produtos de maior valor agregado.

É de grande importância, sob o ponto de vista técnico-científico, econômico, social e ambiental, que universidades, instituições de pesquisa e desenvolvimento e, principalmente, o setor privado, busquem um alinhamento com as diretrizes sugeridas pela Bioeconomia para um desenvolvimento mundial sustentável. Trata-se aqui de uma estratégia chave para que o país possa buscar meios para agregar valor ao longo de suas cadeias produtivas e inserir sua economia e sua sociedade em um patamar mais elevado em nível mundial e criar condições para a criação de uma base sólida para seu desenvolvimento.

Referências:

1. Confederação Nacional da Indústria. Bioeconomia: Uma agenda para o Brasil - Brasília: CNI, 2013
2. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 - Unser Weg zu einer bio-basierten Wirtschaft - Bonn, Berlin, 2010

Alexandre M. Moreira

Fraunhofer Project Center for Innovation in Food and Bioresources
at ITAL-Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo,
Brasil.

*E-mail: martins@ivv.fraunhofer.de

Instruções para Envio de Artigos para a Revista Processos Químicos

Prezado(a) autor(a),

Para que seu artigo possa entrar em nosso processo de avaliação, visando à possível publicação na revista Processos Químicos, o texto deverá satisfazer às seguintes condições:

- ▶ Utilizar somente o editor Microsoft Word, numerando todas as páginas;
- ▶ Conter, no máximo, 40 laudas, incluindo Figuras, Tabelas, Esquemas etc.;
- ▶ Conter Resumo e *Abstract*, ambos com até 100 palavras;
- ▶ Conter Palavras-chave e *Keywords*, ambos com até 3 palavras;
- ▶ Título com, no máximo, 20 palavras;
- ▶ Titulação do autor (créditos). Dados pessoais do autor: endereço, telefone, e-mail;
- ▶ As figuras, tabelas, esquemas etc. devem ser colocados após as referências e devidamente identificados. Se escaneados, devem ser em alta resolução (800 dpi/ bitmap para traços) com extensão TIF ou JPEG. As fotos ou desenhos com cor (300 dpi/grayscale) devem ser enviados com extensão tif/jpg, para não termos problemas ao aplicá-las no padrão da Revista. Outras extensões possíveis: CDR, EPS ou CDX. No caso particular de esquemas contendo estruturas químicas, estas deverão ter sempre a mesma dimensão, para que possam ser reduzidas uniformemente. Considerar que as figuras deverão ter largura máxima de uma coluna (8,5 cm) ou, excepcionalmente, de 2 colunas (17,5 cm).

► As figuras (gráficos, esquemas, etc.) deverão ter qualidade gráfica adequada (usar somente fundo branco).

► A primeira página deverá conter o título do trabalho, nome e endereço dos autores (para a revista, a menor unidade é o departamento). Havendo autores com diferentes endereços, estes deverão se seguir imediatamente ao nome de cada autor. Os autores devem ser agrupados por endereço. Indicar com asterisco(*) o autor para correspondência, colocando seu e-mail no rodapé desta página (um só e-mail). A segunda página deverá conter o título, o resumo e o *abstract* do trabalho;

► As referências bibliográficas deverão ser numeradas e todas citadas ao final do artigo. Será utilizada a abreviatura da revista como definida no *Chemical Abstracts Service Source Index* (ver <http://www.cas.org/sent.html>). Caso a abreviatura autorizada de uma determinada revista não possa ser localizada e não for óbvio como o título deve ser abreviado, deve-se citar o título completo. Exemplos de citações:

1. Varma, R. S.; Singh, A. P.; J. Indian Chem. Soc. **1990**, 67, 518.
2. Provstyanoi, M. V.; Logachev, E. V.; Kochergin, P. M.; Beilis, Y. I.; Izv. Vyssh. Uchebn. Zadev.; Khim. Khim. Tekhnol. **1976**, 19, 708.
3. Lemos, T. L. G.; Andrade, C. H. S.; Guimarães, A. M.; Wolter-Filho, W.; Braz-Filho, R.; J. Braz. Chem. Soc. **1996**, 7, 123;
4. Ângelo, A. C. D.; de Souza, A.; Morgon, N. H.; Sambrano, J. R.; Quim. Nova **2001**, 24, 473.
5. Regitz, M. Em *Multiple Bonds and Low Coordination in Phosphorus Chemistry*; Regitz, M.; Scherer, O. J., eds.; Georg Thieme Verlag: Stuttgart, **1990**, cap. 2.
6. Cotton, F.A.; Wilkinson, G.; *Advanced Inorganic Chemistry*, 5th ed., Wiley: New York, **1988**.

► Espaço duplo entre linhas;

► Fonte: *Times New Roman* 12;

► A linguagem empregada deve ser atual. Isso implica a não utilização de termos, tais como: destarte, outrossim, descrever-se-á.

► O texto deve apresentar discurso impessoal, ou seja, expressões, tais como: constatamos, verificamos, utilizamos devem ser substituídas por constatou-se, foi verificado, utilizou-se.

► Enviar uma cópia do artigo, acompanhada de carta de encaminhamento à Editoria da Revista Processos Químicos, por meio do site www.rpqsenai.org.br. Maiores informações podem ser obtidas mediante endereço eletrônico: revistapq.senai@sistefieg.org.br.

SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS QUE SE ENCAIXAM NA INDÚSTRIA

