

INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS MORRINHOS – GO
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

THALITA MARTINS DA SILVA

TRABALHO DE CURSO

APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE PERICARPO DE MILHO
PARA A PRODUÇÃO DE SNACKS

MORRINHOS-GO

2016

THALITA MARTINS DA SILVA

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE PERICARPO DE MILHO
PARA A PRODUÇÃO DE SNACKS**

Trabalho de Curso apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador (a): Ana Paula Silva Siqueira

MORRINHOS - GO

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

S586a Silva, Thalita Martins da.

Aproveitamento tecnológico de pericarpo de milho para a produção de snacks. / Thalita Martins da Silva. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2016.

49 f. : il. color.

Orientador: M.^a Ana Paula Silva Siqueira.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Superior de Tecnologia em Alimentos, 2016.

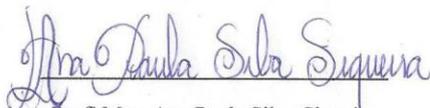
1. Resíduo. 2. Fibra de Milho. 3. Alimentação Saudável
I. Siqueira, Ana Paula Silva. II. Instituto Federal Goiano.
Tecnologia em Alimentos. III. Título

CDU 633.15:613.2(043)

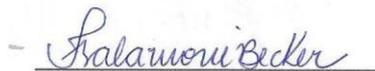
· THALITA MARTINS DA SILVA

**APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DE PERICARPO DE
MILHO PARA A PRODUÇÃO DE SNACKS**

Aprovada em 17 de Outubro de 2016, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:


Profª Msc. Ana Paula Silva Siqueira

Orientadora

- 

Profª Msc. Fernanda Salamoni Becker

Membro



Profª Msc. Marília Assis dos Santos

Membro

*Aos meus pais pelo apoio e incentivo;
Meu irmão que sempre torceu por mim,
As minhas primas e amigos por estarem
sempre ao meu lado.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença e pelas oportunidades em minha vida;

Aos meus Pais Idevania e Marcos pelo apoio, incentivo, paciência e confiança;

Meu irmão por torcer pela minha felicidade;

À Helen e ao meu Tio Estenio por me acompanhar no pré-teste do produto e torcer sempre por mim. Aos meus primos Maiesk e Arlene por me ajudarem; Evelin, Jessica e Aline por estarem sempre comigo;

À minha orientadora Ana Paula Silva Siqueira pela confiança, apoio, críticas construtivas, ensinamentos e experiências durante o projeto;

À empresa Caramuru Alimentos pela ajuda e fornecimento da matéria-prima, a Skimilho LTDA por disponibilizar tempo e os equipamentos;

A todos os amigos e colegas que contribuíram de alguma forma com o resultado deste trabalho.

RESUMO

Grandes quantidades de resíduos nutritivos da indústria de processamento de milho são descartados ou destinados somente para alimentação animal. O pericarpo do milho, gerado na elaboração da farinha biju, não tem destinação específica. Diante dessa problemática, elaborou-se três formulações de *snack* de milho utilizando o pericarpo de milho visando a utilização nobre para o resíduo e incremento nutricional para o *snack*. As formulações foram: Formulação 1 - 20% de pericarpo e 80% de grits, Formulação 2 - 30% de pericarpo e 70% de grits e Formulação 3 - 100% do grits de milho. O resíduo do milho e os *snacks* foram avaliados quanto à sua composição centesimal, e os *snacks* também foram avaliados quanto a coloração, expansão, textura e avaliação sensorial. Observou-se que as amostras com maior adição de pericarpo de milho (30%) apresentaram maior teor de fibra ($3,57 \pm 0,06 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) em relação a amostra controle ($0,27 \pm 0,01 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) o que melhorou também a textura e a aceitação global dos *snacks*.

Palavras Chaves: Resíduo, Fibra, Extrusão, Alimentação Saudável.

ABSTRACT

Large amounts of nutrient waste from the corn processing industry is discarded or intended only for animal feed. The corn pericarp generated in the preparation of bijou flour, no specific destination. Faced with this problem, it produced three formulations of corn snack using corn pericarp order to noble use for waste and increase nutrient for the snack. The formulations were: Formulation 1 - 20% of the pericarp and 80% of grits, Formulation 2 - 30% of pericarp and 70% of grits and Formulation 3 - 100% of maize grits. The residue of corn and snacks were evaluated for their chemical composition, and the snacks were also evaluated for staining, expansion, texture and sensory evaluation. It was observed that the samples with higher addition of corn pericarp (30%) had higher fiber content (3.57 ± 0.06) compared to control sample (0.27 ± 0.01) which also improved texture and overall acceptance of snacks.

Key Words: Waste, Fiber, Extrusion, Healthy Food

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Seção transversal de um grão de milho.....	13
FIGURA 2	Fluxograma das etapas do processo da Farinha de Milho Biju.....	15
FIGURA 3	Segmentação da máquina extrusora em função da interação com a massa.....	18
FIGURA 4	Distribuição percentual da intenção de compra dos snacks.....	39
FIGURA 5	Análise de agrupamento de snack controle, 20% e 30%.....	41
FIGURA 6	Análise de Componentes Principais dos snacks controle, 20% e 30%.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Formulações dos dois snacks de grits de milho com resíduo de milho e a amostra comercial.....	30
TABELA 2	Granulometria do grits de milho e do resíduo de milho.....	33
TABELA 3	Parâmetros de composição centesimal do snacks.....	35
TABELA 4	Luminosidade, Hue, Chroma dos snacks controle, 20% e 30%.....	37
TABELA 5	Textura e Expansão das amostras controle, 20% e 30%.....	37
TABELA 6	Média e desvio padrão do Teste de Aceitação realizados para a avaliação dos extrusados das amostras controle, 20% e 30%.....	39

SUMÁRIO

1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
1.1	Resíduo Agroindustrial.....	10
1.2	Alimentos Funcionais.....	10
1.3	Fibras Alimentares.....	11
1.4	Milho.....	12
1.4.1	Estrutura e Composição do grão de milho.....	12
1.5	Processamento do Milho.....	14
1.6	Snacks.....	16
1.7	Processo de Extrusão.....	17
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Objetivos Gerais.....	19
2.2	Objetivos Específicos.....	19
	REFERÊNCIAS.....	20
	ARTIGO.....	25

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Resíduo Agroindustrial

O termo resíduo é utilizado em sentido amplo, englobando não somente sólidos como também efluentes líquidos e materiais presentes nas emissões atmosféricas (TIMOFIECSY; PAWLOWSKY, 2000). Os resíduos podem muitas vezes, serem de alto potencial de utilização e empregada tecnologia adequada, estes materiais podem ser convertidos em produtos comerciais ou matérias-primas para processos secundários (LAUFENBERG, 2003). O aproveitamento de resíduos da agroindústria na alimentação humana e animal é uma prática que além de minimizar custos de produção, pode muitas vezes diminuir problemas de contaminação ambiental de ordem sanitária (BACKES, 2007).

A utilização de resíduos é uma maneira também, de combater o desperdício, no caso de frutas, hortaliças e cereais esse aproveitamento ocorre por meio da utilização de partes não convencionais, antes desprezadas (cascas, talos, folhas e outros resíduos) na elaboração de novos produtos. Estudos sobre aproveitamento de resíduos e subprodutos apresentam resultados relevantes quanto à redução do desperdício de alimentos nas etapas produtivas e no desenvolvimento de novos produtos, além de proporcionar uma economia nos gastos com alimentação, diversificar e agregar valor nutricional às preparações (DAMIANI, 2011; SILVA; RAMOS, 2009). Essa alternativa tecnológica utiliza o alimento de forma sustentável, reduz a produção de lixo orgânico, beneficia a renda familiar e promove a segurança alimentar.

1.2 Alimentos Funcionais

Alimentos funcionais são alimentos ou bebidas que, consumidos na alimentação cotidiana, podem trazer benefícios fisiológicos específicos, devido à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis (CÂNDIDO; CAMPOS, 2005). Devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns. São consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (SOUZA, et al., 2003).

Os alimentos e ingredientes funcionais podem ser classificados de dois modos: quanto à fonte, de origem vegetal ou animal, ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis

áreas do organismo: no sistema gastrointestinal; no sistema cardiovascular; no metabolismo de substratos; no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular; no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidantes (SOUZA, et al., 2003).

Nesse contexto, as fibras alimentares possuem todas as características necessárias para serem consideradas como um ingrediente importante na formulação dos alimentos funcionais, devido aos seus efeitos benéficos como, por exemplo: aumento do volume de massa fecal, diminuição do tempo de trânsito intestinal, diminuição dos níveis de colesterol e glicemia, retenção de substâncias que podem ser perigosas para o organismo humano (agentes mutagênicos e cancerígenos) (HEREDIA et al., 2002).

1.3 Fibras Alimentares

A fibra alimentar é um membro do grupo dos hidratos de carbono complexos da dieta (também designados de carboidratos, glícidos, sacarídeos ou açúcares) que têm ações diversas e individuais (EASTWOOD, 2003). São amplamente estudadas em decorrência de seus benefícios, entre eles: a redução de colesterol sanguíneo, melhorias na função do intestino grosso e diminuição da glicemia pós-prandial (colaborando desta forma para a prevenção ou redução de doenças intestinais), diminuição do risco de doença cardíaca coronária e diabetes (KENDALL et al., 2010; MANN; CUMMINGS, 2009; MUDGIL; BARAK, 2013). Além disso, as fibras também colaboram para as propriedades reológicas de produtos devido as suas características de solubilidade, viscosidade, formação de gel, capacidade de retenção de água e aumento de volume através de associação entre moléculas (CUMMINGS; STEPHEN, 2007; MUDGIL; BARAK, 2013).

Grãos de cereais são fontes importantes de fibra dietética, que ocorrem em quantidades decrescentes do pericarpo para o endosperma. As fibras derivadas de cereais incluem principalmente polissacarídeos da parede celular dos grãos: celulose, hemicelulose, lignina, pectina e amido resistente (CALLEGARO et al., 2005; SLAVIN, 2010).

A quantidade e a composição da fibra alimentar variam com o tipo do tecido e as proporções dos diferentes constituintes e difere de um alimento para outro, sendo que a maior concentração é encontrada nos farelos dos cereais que corresponde à cobertura externa dos grãos e em alimentos como frutas ou verduras. Há alternativas para a complementação e balanceamento da dieta com fibras, nas quais são utilizadas fibras sintéticas e produtos enriquecidos com fibras (CHO; DREHER, 2001; MÁRQUEZ, 2001).

A fibra do milho está principalmente no pericarpo, entretanto, também está na parede celular do endosperma (CALLEGARO et al., 2005). A fibra do milho é composta quase completamente por fibra insolúvel (cerca de 90%), essas fibras são compostas de celulose (~28%) e hemicelulose (~60%), e uma pequena quantidade de lignina (~1%) (PAES, 2006; ROSE, et al., 2010).

1.4 Milho

Cereal que possui o maior número de produtos industrializados e é utilizado, não somente na alimentação animal e humana, mas também nas indústrias farmacêuticas, bélica e aérea. Tem sido consumido pelos povos americanos desde o ano 5 mil a.C., e foi a alimentação básica de várias civilizações importantes ao longo dos séculos (PINAZZA, 1993).

O milho (*Zeamays L.*) pode ser cultivado em qualquer solo, clima ou altura no mundo, a sua produtividade está ligada a fertilidade do solo e as colheitas (PRETO; MORTOZA, 2010). No Brasil, 4% do milho produzido é consumido diretamente e 10% é utilizado por indústrias alimentícias, que transformam os grãos, a partir dos processos de moagem úmida ou moagem seca, gerando diversos produtos, tais como amido, farinhas, canjica, flocos de milho, óleo e xaropes, e subprodutos, como o gérmen de milho, dentre outros (ALEXANDER, 1999; PAES, 2006).

A elaboração de extrusados expandidos se faz a partir da utilização do milho na forma de grits. A obtenção de produtos como grits é precedida pela produção de canjica por degerminação e esta por redução em canjiquinha sendo esse o milho ideal para elaboração de extrusados expandidos (ASCHERI, 2009).

1.4.1 Estrutura e Composição do grão de milho

O milho constitui a base energética da dieta de várias espécies animais, é composto de casca (6,5%), glúten (10%), gérme (8,5%) e água (15%) rico em energia e pobre em proteína, principalmente lisina, e rico em pró-vitamina A e pigmentantes, apresenta baixos teores de triptofano, lisina, cálcio, riboflavina, niacina e vitamina D. A parte principal da planta é a espiga composta de 70% de grãos, 20% de sabugo e 10% de palhas (BARBOSA, 2004).

O grão do milho (Figura 1) é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo e pedúnculo, as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão, que são geralmente amarelos ou brancos, podendo

apresentar outras colorações, como o preto e o vermelho. O peso individual do grão varia, em média, de 250 a 300 mg e possui aproximadamente 70 à 73% de amido, 9 à 10% de proteínas, 4 à 5% de óleo, 1 à 2% de cinzas, 2% de açúcares e 9 à 10% de fibras (LUCCHIN, et al., 2003; PAES, 2006).

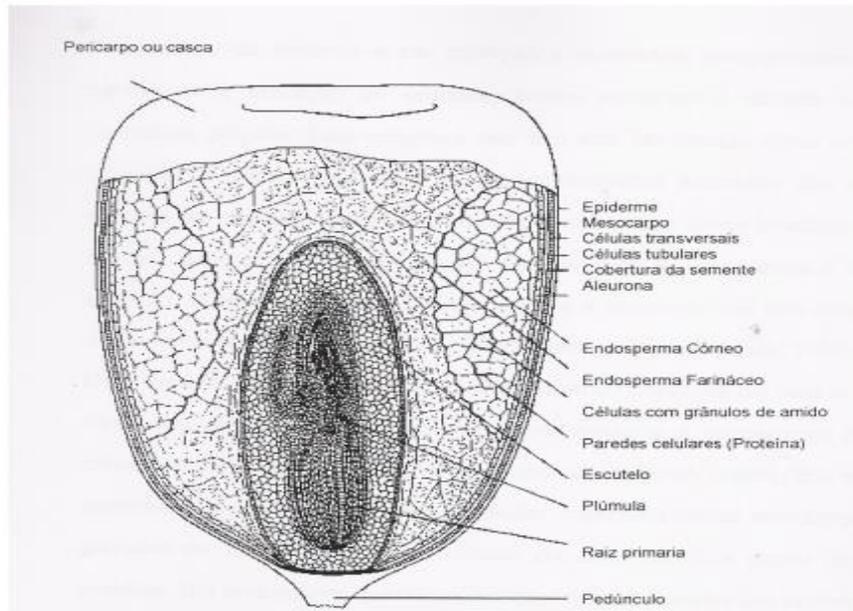


Figura 1. Seção transversal de um grão de milho (HOSENEY, 1994).

O pericarpo ou casca, rico em fibras, é a cobertura lisa e densa da semente, derivada da parede do ovário, que pode ser incolor, vermelho, marrom, laranja ou variado (GOODMAN; SMITH, 1986). O pedúnculo é a menor estrutura do grão, e é responsável pela conexão do grão ao sabugo, sua composição é essencialmente de material lignocelulósico (PAES, 2006).

O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos. Estão também presentes as proteínas de reserva (8%) do tipo prolaminas, chamadas zeínas (PEREIRA, 2006). O gérmen representa 11% do grão de milho e concentra quase a totalidade dos lipídeos (óleo e vitamina E), 83%, e dos minerais (78%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26%) e açúcares (70%). Essa fração é a única viva do grão e onde estão presentes as proteínas do tipo albuminas, globulinas e glutelinas (PEREIRA, 2006; PAES, 2006).

1.5 Processamento do Milho

Existem dois tipos de processamento do milho para alimentação humana e industrial: processo via seca e úmida. O processo via úmida tem como objetivo a obtenção de amido e outros subprodutos como gérmen, proteína e fibra, neste processo, os grãos passam, primeiramente, pela etapa de limpeza, para a retirada de impurezas que podem contaminar os subprodutos obtidos e dos grãos quebrados, que podem permitir a transferência do amido do grão para a água de maceração (RAMIREZ et al., 2008).

Após a limpeza, seis etapas são destacadas: maceração, primeira moagem, recuperação do gérmen, segunda moagem, recuperação da fibra e separação amido-proteína (MANZONI, 2000). Devido a sua importância, a maceração é considerada o coração do processo da moagem úmida. Se não for adequada, as etapas seguintes serão dificultadas e o processo resultará em um aumento da porcentagem de proteína no amido e perda de parte do amido nos demais subprodutos (CABRALES, 2006). A maceração consiste na imersão dos grãos em uma solução que contém SO_2 (dióxido de enxofre) e ácido lático. Durante esta etapa ocorre a transferência da solução para o interior dos grãos produzindo mudanças nas propriedades físicas, químicas e bioquímicas, hidratando e amaciando o grão e solubilizando os sólidos solúveis do gérmen.

No processo via seca (Figura 2) o grão é separado basicamente em gérmen, pericarpo e endosperma, o gérmen é removido em degerminadores para posterior extração de óleo, e o endosperma, chamado de canjica, pode ser direcionado a processos adicionais de moagem e classificação densimétrica para a obtenção de diversas frações, que variam em tamanho e composição. O grão degerminado e moído é denominado grits de milho, apresentando em sua composição em torno de 90 % de amido. Esta fração é importante fonte de matéria-prima na indústria de alimentos e bebidas, destacando os alimentos extrusados conhecidos como “*snacks*” (GONÇALVES et al., 2003; SERNA-SALDÍVAR et al., 2001). Os principais produtos obtidos são canjicas, farinhas, fubás, grits e canjiquinhas. Também podem ser obtidos outros produtos, como flocos de milho pré-cozidos, farinhas de milho pré-gelatinizadas e fibra de milho. O resíduo do pericarpo de milho é resultante do processo via seca da produção da Farinha de Milho Biju.

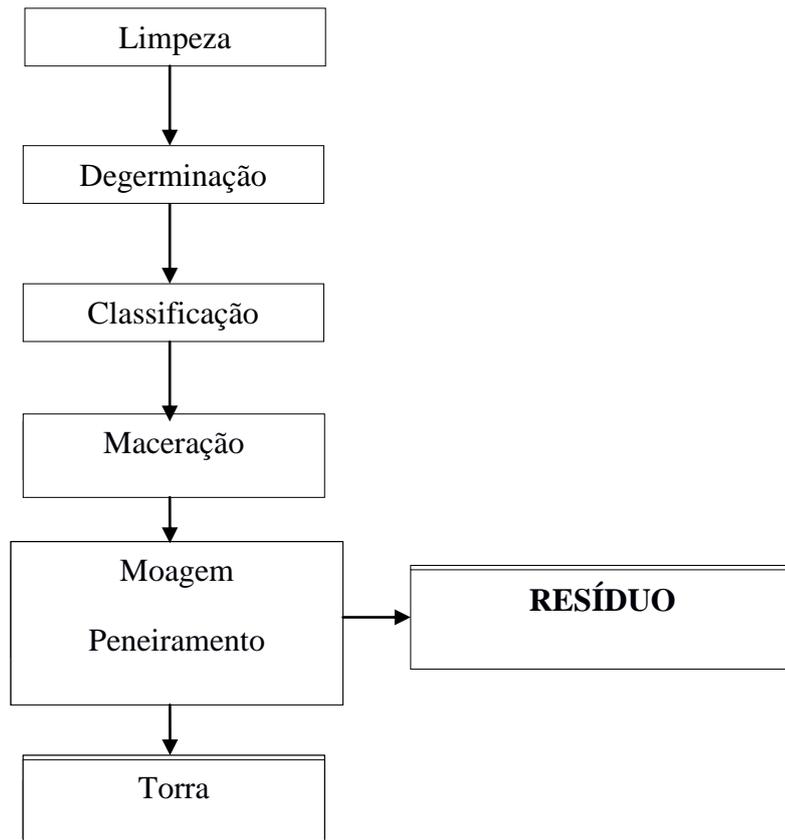


Figura 2. Fluxograma das Etapas do processo da Farinha de Milho Biju por via seca

Descrição das Etapas do processo da farinha Biju

- O milho recebido é limpo, para remover materiais estranhos como pedaços de sabugo, partículas metálicas e pó. Esta operação é feita em peneiras.
- No processo de degerminação, os grãos passam por multiprocessador industrial para milho sofrendo atrito ocasionado por um rotor com geometria desenvolvida para esta finalidade. Este mecanismo promove a retirada do gérmen. Nessa etapa obtêm-se endosperma (canjica) .
- A canjica degerminada é classificada, pois pode ser vendida simplesmente como canjica ou para a produção de pipoca.
- Durante o processo da Farinha de Milho Biju após o milho ser degerminado e classificado, a canjica limpa é colocada em tanques de aço inox recoberto com água (em temperatura ambiente) para amolecer os grãos por um período médio de 36 horas até os grãos se tornar perfeitamente hidratado e macio. Dessa forma ocorre uma fermentação natural, que irá conferir ao produto final odor e sabor característicos da farinha. Essa etapa de umidificação (maceração) é importante para facilitar a separação do pericarpo do endosperma.

- Em seguida a água é drenada do tanque e, posteriormente, a canjica úmida é processada em moinhos de disco seguido depeneiramento para separar o endosperma do pericarpo. O processo visa obter uma massa homogênea, fina e úmida, lembrando o fubá. A redução do tamanho das partículas tem como principais funções no processo proporcionar uma mistura homogênea dos ingredientes e facilitar sua extrusão (FRAILHA, 2005).
- O produto remanescente do peneiramento (pericarpo) é separado e seco em temperatura ambiente.
- A “massa” obtida da moagem da canjica é levada para a torra em forno rotativo, acondicionada em depósito e, a seguir, espalhada uniformemente sobre superfície aquecida, no qual é aquecido a uma temperatura de 350°C. Logo após alcançar a chapa, a massa de milho é prensada com rolos, para formar os “bijus”, a partir daí a farinha é seca ou torrada.

1.6 Snacks

Os chamados alimentos de conveniência estão em crescimento no mundo inteiro. No Brasil, a produção de salgadinhos extrusados está ganhando importância, e o potencial de crescimento do mercado é promissor (ZELAYA, 2000).

Os *snacks* são produtos oriundos da extrusão, sendo este um processo térmico de curta duração que ocorre a temperaturas elevadas, em que materiais amiláceos e/ou protéicos 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 extrusado; esta característica de transformação proporcionada pela extrusão permite elaboração de *snacks* de diversas matérias-primas e inclusive utilizar de co-produtos subutilizados pelas indústrias. Visto as possibilidades de enfoque sustentável (aproveitamento de co-produtos), a produção de *snacks* pode ser de grande importância econômica como também nutricional, desde que se utilize co-produtos ricos em nutrientes de interesse para alimentação humana (CARVALHO et al., 2012).

Os salgadinhos extrusados incluem uma variedade de produtos com diferentes formas, que tiveram seu consumo aumentado devido à praticidade, sendo consumidos principalmente entre as refeições. A nova geração de salgadinhos extrusados tenta promover uma imagem de saúde com baixo teor de gordura e alto teor de fibras (CEREDA; VILPOUX; FRANCO, 2003).

1.7 Processo de Extrusão

A extrusão é um processo contínuo, termomecânico, que combina as operações unitárias como misturar, amassar e modelar, com cocção ou não, para ampliar as possibilidades de elaboração de ingredientes ou alimentos típicos ou alternativos com distintas formas, texturas, cores e aromas. Seu princípio básico é a conversão de um material sólido em massa fluída pela combinação de umidade, calor, compressão e tensão de cisalhamento, forçando sua passagem através de uma matriz para formar um produto com características físicas e geométricas pré-determinadas, que levam à gelatinização do amido, à desnaturação de proteínas e à ruptura de ligações de hidrogênio (THAKUR; SAXENA, 2000). O processo de cozimento por extrusão teve seu início da década de 40 com a fabricação de “snacks” (FELLOWS, 2006).

O extrusor de alimentos tem sido descrito como um reator de fluxo contínuo que trabalha a altas temperaturas e pressões em combinação com a força de cisalhamento e conteúdos de umidade relativamente baixos, capaz de processamento de biopolímeros e misturas de ingredientes (MIRANDA, 2006). A extrusão pode ser classificada como processo a quente ou a frio. No primeiro, o alimento é submetido a um tratamento térmico, o processo denomina-se cozimento por extrusão, em que o produto é aquecido pelo contato com as paredes da camisa da extrusora ou através de contato com a rosca aquecida internamente com vapor. Não havendo nenhum processamento ou tratamento térmico durante a extrusão, classifica-se o processo como a frio (YAGCI; GOGUS, 2009).

O processo de extrusão possui várias vantagens em relação aos processos convencionais, como redução do tempo e custo, menor espaço físico necessário e maior flexibilidade para a produção de produtos diferentes, mudando apenas a matriz, as condições de processo e a granulometria da matéria-prima (OLIVEIRA et al, 2013).

Os modelos de extrusores são variados, como também é variado o tipo de produto que eles produzem. Apesar destas diferenças, o processo de extrusão HTST pode ser pensado, como ocorrendo em três fases, as quais correspondem às seções ou zonas apropriadas do parafuso do extrusor. O material a ser extrusado entra primeiro na seção de mistura, no qual, nenhum cozimento é iniciado. Nesta fase ocorre a mistura do material alimentado, que é comprimido para preencher os espaços que circundam o parafuso e conduzir uniformemente o material. A próxima seção é a de transição. A pressão, taxas de cisalhamento e temperatura aumentam rapidamente nesta seção, no final o material está com 100°C ou mais. Na última

seção em geral as temperaturas geralmente continuam a aumentar. O parafuso comprime e mistura adicionalmente o produto, para assegurar que ele deixará a matriz homogeneamente. A rápida saída para temperatura ambiente e queda da pressão causam evaporação da umidade do extrusado, expandindo o produto. A quantidade de água perdida durante o processo varia, dependendo primariamente da temperatura da última seção e da geometria da matriz. Em geral, aproximadamente 7 a 8% de umidade é perdida. (MIRANDA, 2006).

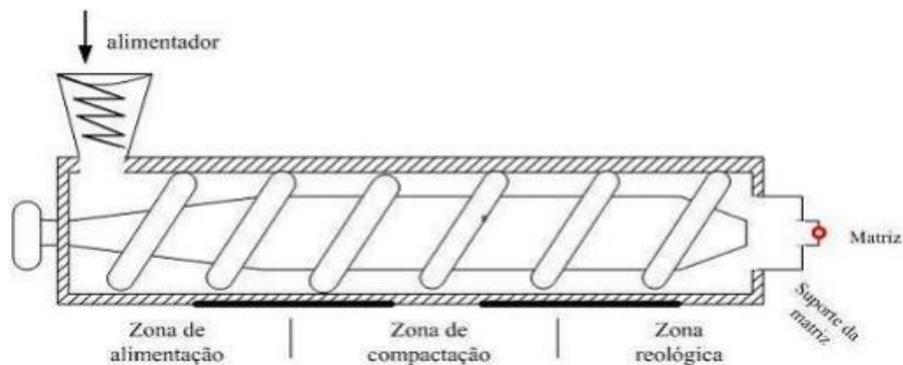


Figura 3. Segmentação da máquina extrusora em função da interação com a massa

Propriedades tecnológicas importantes para a aceitação de produtos extrusados são sua expansão, textura e cor. É esperado como característica dos *snacks*, uma estrutura expandida, sendo assim, de grande importância a aferição do índice de expansão e do volume específico nos mesmos, sendo obtido seu índice de expansão por meio da razão entre diâmetro dos extrusados e diâmetro do orifício de saída da extrusora, enquanto que para volume específico faz-se necessário aferir o volume e a massa dos *snacks* extrusados (BASTOS, 2012). A utilização deste processo na indústria tornou-se uma importante técnica dentro de uma crescente variedade de processamento de alimentos (GUERREIRO, 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um *snack* utilizando o resíduo do pericarpo do milho obtido do processamento da Farinha de Milho Biju.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a composição centesimal do resíduo (pericarpo do milho);
- Realizar análise sensorial e avaliações das propriedades tecnológicas dos *snacks*.

REFERÊNCIAS

ASCHERI, J.L.R. **Curso de processo de extrusão de alimentos**: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano e animal. EMBRAPA, Abril, p. 89, 2009.

ALEXANDER, R. J. Corn dry milling: process, products, and applications. In: WATSON, S. A.; RAMSTED, P. E. (Eds.). **Corn: chemistry and technology**. Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1999. p. 351- 371.

BACKES, A. A. Aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos na alimentação humana e animal. **Revista da Fapese**, Aracaju, v. 3, n. 2, p. 17-24, 2007.

BARBOSA, F A. **Alimentos na Nutrição de Bovinos**. Salvador: UFBA, 2004 p.1. Disponível em: <www.agronomia.com.br/conteudo/artigos>. Acesso em: 16 ago. 2016.

BASTOS, G. M. **Resíduos da industrialização de batata**: aplicação na produção de farinhas, snacks, farinhas pré-gelatinizadas e massa alimentícia fresca sem glúten. 2012. 215 f. Dissertação – (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

CABRALES, L.; NIU, Y. X.; BURIK, P.; ECKHOFF, S. R. Effect of laboratory batch steeping pH on starch yield and pasting properties of selected corn hybrids. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 22-24, 2006.

CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. O. Processamento e caracterização de snack extrusado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 72-83, 2012.

CALLEGARO, M. G. K. et al. Determinação de fibra alimentar insolúvel, solúvel e total de produtos derivados do milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n. 2, p. 271-274, 2005.

CANDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos funcionais**. Uma revisão. Boletim da SBCTA. v. 29, n. 2, p. 193- 203, 2005.

CAPRILES, V.D.; SOARES, R.A.M.; ARÊAS, J.A.G. Development and assessment of acceptability and nutritional properties of a light snack. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 562-566, 2007.

CATALANI, A.L.; KANG, E.M.S.; DIAS, M.C.G.; MACULEVICIUS, J. Fibras alimentares. **Rev. Bras. Nutr. Clin.**, v.18, p.178-182, 2003.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; FRANCO, C. M. L. Uso de amido e seus derivados na produção de salgadinhos extrusados (snacks). In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Org.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003, v. 3, p. 132-142.

CHO, S.; DREHER, M. L. **Handbook of dietary fiber**. Florida: CRC, 2001. p.868.

CUMMINGS, J.H.; STEPHEN, A.M. Carbohydrate terminology and classification. **EuropeanJournalofClinicalNutrition**, v.61, p. 5-18, 2007.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, A. C. S.; FERREIRA, J.; ASQUIERI, E. R.; VILAS BOAS, E. V. B.; SILVA, F. A. **Doces de corte formulados com casca manga**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, p.360-369, 2011.

EASTWOOD, M. Princípios de nutrição humana. Instituto Jean Piaget, Lisboa. p. 201-210, 2003.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich byproducts of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **FoodChemistry**, p. 411-421, 2011.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed., Porto Alegre:Artmed, p. 602, 2006.

FRAIHA, M.; BIAGI, J.D.; QUEIROZ, M.R. et al. Benefício do investimento energético na redução do tamanho de partículas na alimentação animal. In: XII Simpósio de Engenharia de Produção, 2005, Bauru, SP. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 2005. p. 41-41.

GONÇALVES, R. A.; SANTO, J. P. S.; TOME, P. H. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; ASCHERIA, J. L. R.; ABREU, C. M. P. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de grits. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 643-650, 2003.

GOODMAN, M. M.; SMITH, J. S. C. Botânica. In: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. cap. 2, p. 32-70.

GUERREIRO, L. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas- SRBT. Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial. REDETEC - Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTcy>> Acesso em: 27 set. 2016.

HAIR, J.R., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L., BLACK, W.C., 2005. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Buckman, 593p.

HEREDIA, A.; JIMÉNEZ, A.; FERNÁNDEZ-BOLAÑOS, J.; GUILLÉN, R.; RODRÍGUEZ, R. Fibra Alimentar. **Biblioteca de Ciências**, Spain, Madrid, , p. 1-117, 2002.

HOSENEY, R. C. **Structure of cereals**. Principles of Cereal: Science and Technology. 2. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, p. 12. 1994.

KENDALL, C.W.C.; ESFAHANI, A.; JENKINS, D.J.A. **The link between dietary fibre and human health**. Food Hydrocolloids, v.24, p.42-48, 2010.

LAUFENBERG, G. **Transformation of vegetable waste into value added products: (a) the upgrading concept; (b) practical implementations**. Bioresource Technology, v. 8, n. 2, p. 167-198, 2003.

LUCCHIN, M.; BARCACCIA, G.; PARRINI, P. Characterization of a flint maize (*Zea mays* L.convar. Mays) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. **Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 50, n. 3, p. 315-327, 2003.

MANN, J.I.; CUMMINGS, J.H. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v.19, p.226-229, 2009.

MÁRQUEZ, L. R. **A fibra terapêutica**. 2. ed. São Paulo: Byk Química, 2001.

MIRANDA, M. Z. Trigo: germinação e posterior extrusão para obtenção de farinha integral extrusada de trigo germinado, 2006. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, p. 12, 2006. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/237824802_Trigo_germinacao_e_posterior_extrusao_para_obtencao_de_farinha_integral_extrusada_de_trigo_germinado> Acesso em: 26 set. 2016.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.61, n. 1, p.1-6, 2013.

OLIVEIRA, D. M. ; MARQUES, D. R. ; KWIATKOWSKI, A. ; MONTEIRO, A. R. G.; CLEMENTE, E. Sensory analysis and chemical characterization of cereal enriched with grape peel and seed flour. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 35, n. 1, p.427-431, 2013.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 75), 2006.

PEREIRA, R. C. **Relação entre características bioquímicas e estruturais e a textura do grão de milho**. 2006. 54 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2006.

PINAZZA, L. A. **Perspectiva da cultura do milho e do sorgo no Brasil**. In: Cultura do milho no Brasil: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.01-10

PRETO, E. V.; MORTOZA, G. L. **Geração de Energia Elétrica Utilizando Biomassa**. 2010. Monografia - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2010.

RAMIREZ, E. C. et al. Engineering process and cost model for a conventional corn wet milling facility. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 91-97, 2008.

ROSE, D. J.; INGLETT, G. E.; LIU, S. X. Utilisation of corn (*Zea mays*) bran and corn fiber in the production of food components. **Journal of the Science of Food and Agriculture, London**, v. 90, p. 915-924, 2010.

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SERNA-SALDIVAR, S. O.; GOMEZ, M. H.; ROONEY, L. W. **Food uses of regular and specialty corns and their dry-milled fractions**. In: HALLAUER, A R. (Ed.). Specialty corns. 2. ed. Boca Raton: CRC, 2001. cap. 11, p. 303-337.

SLAVIN, J. Whole grains and digestive health – Special Section: Molecular diversity and health benefits of carbohydrates from cereals and pulses. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 87, n. 4, p. 292-296, 2010.

SOUZA, P. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. **Componentes funcionais nos alimentos**. Boletim da SBCTA. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

THAKUR, S.; SAXENA, D. C. Formulation of extruded snack food (gum based cereal-pulseblend): optimization of ingredients levels using response surface methodology. **Food Science and Technology**, London, v. 33, p. 354-361, 2000.

TIMOFIECSYK, F. do R.; PAWLOWSKY, U. **Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos**: Revisão. Curitiba, v. 18, n.2, p. 221-236, 2000.

ZELAYA, M.P. **O papel da adesão e de amidos resistentes em snacks e cereais**. Food ingredients, São Paulo, v.11, n.9, p.18-19, 2000.

YAGCI, S.; GOGUS, F. Selected physical properties of expanded extrudates from the blends of hazelnut flour-durum clear flour-rice. **Journal Food Properties**, Cidade do México, v. 12, n. 1, p. 405-413, 2009.

ELABORAÇÃO DE SNACK COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE GRITS POR PERICARPO DE MILHO

Thalita Martins da Silva

RESUMO

Grandes quantidades de resíduos nutritivos da indústria de processamento de milho são descartados ou destinados à alimentação animal. O pericarpo do milho, gerado na elaboração da farinha biju, não tem destinação específica. Diante dessa problemática, elaborou-se três formulações de *snack* de milho utilizando o pericarpo de milho visando a utilização nobre para o resíduo e incremento nutricional para o *snack*. As formulações foram: Formulação 1 - 20% de pericarpo e 80% de grits, Formulação 2 - 30% de pericarpo e 70% de grits e Formulação 3 - 100% do grits de milho. O resíduo do milho e os *snacks* foram avaliados quanto à sua composição centesimal, e os *snacks*, também, foram avaliados quanto a coloração, expansão, textura e avaliação sensorial. Observou-se que as amostras com maior adição de pericarpo de milho (30%) apresentaram maior teor de fibra ($3,57 \pm 0,06 \text{ g}100\text{g}^{-1}$) em relação a amostra controle ($0,27 \pm 0,01 \text{ g}100\text{g}^{-1}$) o que melhorou também a textura e a aceitação global dos *snacks*.

Termos para Indexação: Resíduo, Fibra, Extrusão, Alimentação Saudável

ABSTRACT

Large amounts of nutrient waste from the corn processing industry is discarded or intended only for animal feed. The corn pericarp generated in the preparation of bijou flour, no specific destination. Faced with this problem, it produced three formulations of corn snack using corn pericarp order to noble use for waste and increase nutrient for the snack. The formulations were: Formulation 1 - 20% of the pericarp and 80% of grits, Formulation 2 - 30% of pericarp and 70% of grits and Formulation 3 - 100% of maize grits. The residue of corn and snacks were evaluated for their chemical composition, and the snacks were also evaluated for staining, expansion, texture and sensory evaluation. It was observed that the samples with higher addition of corn pericarp (30%) had higher fiber content (3.57 ± 0.06) compared to control sample (0.27 ± 0.01) which also improved texture and overall acceptance of snacks.

Key Words: Waste, Fiber, Extrusion, Healthy Food

INTRODUÇÃO

O milho (*ZeamaysL*) é uma das culturas mais importantes de cereais no Brasil. Embora seja muito utilizado para alimentação animal, estima-se que cerca de 5 milhões de toneladas de milho são destinadas, anualmente, para o consumo humano e outras aplicações industriais (STRAZZI, 2015). Este cereal é essencialmente energético, formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta (MATOS, 2007; STRAZZI, 2015). A versatilidade do grão gera produtos variados, entre eles fubá, farinha de milho, grits e torna-se também, importante matéria-prima para produtos alimentícios.

Das diferentes aplicações do milho na indústria de alimentos tem-se o uso do grão degerminado e moído (grits) para a produção de alimentos extrusados conhecidos como *snacks*. Essa matéria-prima pode ser obtida em degerminador ou por processamento semi-úmido (BIGNOTTO et al., 2015). O processo de extrusão para formular os *snacks* é uma das técnicas de cozimento mais eficientes em curtos tempos e a temperaturas elevadas, em que materiais amiláceos e/ou proteicos umedecidos são plasticizados e cozidos, reestruturando as matérias-primas para criar novas formas e texturas. Essa característica de transformação proporcionada pela extrusão permite a elaboração de *snacks* de diversas matérias-primas, inclusive utilizando resíduos e co-produtos agroindustriais (CARVALHO et al., 2012).

O desafio na produção de alimentos extrusados está, porém, em desenvolver produtos de conveniência, como os *snacks*, associados à saudabilidade, usando matérias-primas alternativas para atender às necessidades da população. Nesse sentido nota-se uma tendência em produzir extrusados com baixo teor de gordura e alto teor de fibras (CEREDA; VILPOUX; FRANCO, 2003; SOARES JÚNIOR et al., 2011). Alguns estudos tem sido desenvolvidos nesse sentido, com acréscimo de proteína de soro, uso de fragmentos de arroz e feijão, e de pró-vitaminas nas formulações dos *snacks* (FERNANDES et al., 2016; SOARES JÚNIOR et al., 2011; BESWA et al., 2016).

Visando atender aos parâmetros de saudabilidade os subprodutos provenientes do processamento de alimentos à base de plantas (cereais, frutas, legumes, bem como de algas), são fontes ricas em fibras alimentares e podem fortificar alimentos. Podem, também, servir como ingredientes funcionais para melhorar as propriedades físicas e estruturais da hidratação, capacidade de retenção de gordura, viscosidade, textura, características sensoriais e vida de prateleira, associados a um menor custo de produção (ELLEUCH et al., 2011). Os resíduos gerados na indústria de milho chamam a atenção nesse aspecto nutricional mas, também, pela quantidade gerada. O pericarpo do milho, resíduo não comercial, advindo da produção via seca da Farinha de Milho Biju, é um exemplo prático, gerado em grandes quantidades entre 8 a 10 mil kg/mês de película e não tem destinação específica.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo o desenvolvimento de um *snack* utilizando pericarpo de milho (casca do grão) visando ampliar a utilização deste subproduto e melhorar a qualidade de *snack* sextrusados, atendendo demandas de mercado por alimentos mais saudáveis.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-Prima e Processamento dos Snacks

Para a produção dos extrusados foram utilizados resíduo de milho (pericarpo), obtido do processamento da Farinha de Milho Biju, gerado da maceração da canjica, seco em ambiente e processado em multiprocessador para reduzir a granulometria, o qual foi fornecido pela indústria Caramuru Alimentos situada em Itumbiara- GO e, griz de milho, óleo de palma, aroma artificial (sabor galinha), sal e realçador de sabor (glutamato monossódico) fornecidos pela indústria Skymilho LTDA - GO.

Foram elaboradas três formulações, Formulação 1 (F1) utilizou 20% de pericarpo e 80% de grits; Formulação 2 (F2) utilizou 30% de pericarpo e 70% de grits e Formulação 3 (Controle) com 100% do grits de milho (Tabela 1). As formulações foram adicionados à 0,02% de água e o condicionamento foi realizado manualmente para umidade final de 10,7%.

A extrusão foi realizada em extrusora mono rosca (Inbra 200 - INBRAMAQ, Indústria de Máquinas Ltda, Ribeirão Preto-São Paulo, Brasil). A rosca utilizada tinha 450,3 mm de comprimento, 99,01 mm de diâmetro e orifício interno de 60 mm; a matriz 60 mm de comprimento, 133 mm de diâmetro e orifício de saída de 12 mm. Foram adotados os seguintes parâmetros: temperatura da zona do extrusor de 120°C, temperatura de secagem de 100°C e velocidade da rosca (parafuso) de 1370 rpm.

Após a extrusão procedeu-se à secagem (60°C) e aromatização dos snacks, com óleo de palma, saborizante de galinha, sal e realçador de sabor glutamato monossódico. Os snacks obtidos foram armazenados em sacos de polietileno escuros, em local seco, à temperatura ambiente para ser posteriormente serem analisados.

As matérias-primas para produção dos *snacks*, grits e pericarpo de milho, foram caracterizadas quanto à sua granulometria, com fração de 100 gramas de cada amostra depositada em sistema de peneiras sobrepostas (14, 25, 35, 60 e 100 mesh) e submetidas à agitação até obtenção de massa constante do material retido em cada peneira. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Tabela 1- Formulações dos *snacks* de grits de milho com resíduo de milho e a amostra controle.

Ingredientes	Amostra Controle	Formulação 20%	Formulação 30%
Grits de milho	100%	80%	70%
Pericarpo de milho	0%	20%	30%
Sal Refinado	2%	2%	2%
Óleo Vegetal	6%	6%	6%
Saborizante (Saborgalinha)	3%	3%	3%
Glutamato Monossódico	1%	1%	1%

Avaliações do resíduo e dos snacks

O resíduo do milho e os *snacks* foram avaliados quanto à sua composição centesimal, sendo a proteína determinada por nitrogênio total pelo método de Kjeldahl, considerando-se o fator de conversão para proteína bruta de 6,25 de acordo com o método descrito pela AOAC (2010); O resíduo mineral fixo foi determinado pelo método gravimétrico de incineração, em forno mufla a 550°C; O teor de lipídeos totais, por Soxhlet e a umidade por gravimetria em estufa a 105°C; O teor de carboidratos foi calculado por diferença.

Os *snacks* também foram avaliados pela cor realizada em dois pontos distintos do produto, por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIELAB. Os parâmetros L*, a* e b* foram fornecidos pelo colorímetro (Hunterlab, ColorQuest II), no qual L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L*= 100 branco) e a* e b* definem a cromaticidade (+a* vermelho e -a* verde, +b* amarelo e -b* azul) (HUNTERLAB, 1996).

O índice de expansão radial (IE) foi calculado segundo Mercier et al. (1998), pela razão entre o diâmetro médio do extrusado e o diâmetro da matriz do extrusor. A análise de textura foi realizada no TextureAnalyser TAXT2 Plus (Stable Micro Systems, Inglaterra), no qual as amostras foram dispostas horizontalmente sobre a plataforma utilizando-se o probe Warner Bratzler de 12×7 cm (HDP/BS), com carga máxima de 5 kg, que rompeu a amostra como uma guilhotina. Os parâmetros utilizados nos testes foram: (i) velocidade pré-teste = 1,5 m/s; (ii) velocidade de teste = 2,0 m/s; (iii) velocidade pós-teste = 10,0 m/s; (iv) força = 0,20 N; (v) ciclo de contagem = 5 segundos; (vi) sensibilidade do aparelho = 15 g, com medida de força em compressão.

Para avaliação sensorial aplicou-se o teste de aceitação com escala hedônica estruturada e 36 provadores não treinados. Ofertaram-se aos julgadores três amostras servidas de forma balanceada, codificando-se cada uma com números de três dígitos aleatórios. O julgamento deu-se quanto à aparência, aroma, textura, sabor e aceitação global em uma escala de 9 pontos sendo 1 (desgostei muitíssimo), 5 (indiferente) e 9 (gostei muitíssimo). Para avaliar intenção de compra utilizou-se uma escala de 5 pontos, sendo 5 - certamente compraria e 1 - nunca compraria. O experimento foi submetido ao comitê de ética do IF Goiano protocolo 58760916.6.0000.0036.

Análise Estatística

Os resultados foram expressos como média e desvio padrão. Os dados foram submetidos a teste de normalidade de dados, a análise de variância (ANOVA) e teste de médias entre os tratamentos (Tukey ao nível de 5 % de probabilidade). A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para caracterizar os tratamentos bem como as relações com o perfil sensorial. A técnica PCA gera variáveis latentes ortogonais, com centro na região de maior concentração da variabilidade. Para isso, foi utilizada a matriz de

covariância dos dados, da qual foram extraídos os autovalores que originam os auto vetores (componentes principais, PCs), que são combinações lineares das variáveis originais. Utilizou-se o critério de Kaiser, considerando os autovalores acima de 1, pois geram componentes com quantidade relevante de informação contida nos dados originais (KAISER, 1958).

O agrupamento hierárquico foi realizado com todos os tratamentos, utilizando-se como coeficiente de semelhança a medida de dissimilaridade euclidiana e como estratégia de agrupamento o algoritmo de Ward (HAIR et al., 2005), com objetivo de encontrar o melhor tratamento com relação à totalidade de características avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do resíduo de milho e granulometria das matérias-primas

A composição do pericarpo de milho foi 70 g.100g⁻¹ de carboidratos totais, 13g.100g⁻¹ de fibra, 3 g.100g⁻¹ de lipídios, 6 g.100g⁻¹ de proteína, 0,26 g.100g⁻¹ de resíduo mineral fixo e 7,81 g.100g⁻¹ de umidade. O valor calórico total foi de 331 kcal. 100g⁻¹ e teor de amido de 79 g.100g⁻¹ no qual essa quantidade entra no valor de carboidrato total.

Com relação a granulometria observou-se que as duas matérias-primas pericarpo de milho e grits diferiram significativamente entre si (Tabela 2). No entanto, ambos ficaram retidos, em maior quantidade de partículas, na peneira de 25 mesh (93,96% e 53,70%, respectivamente). O pericarpo de milho, no entanto, apresentou-se com granulometria mais variada, afinal o processamento desse resíduo é dificultado pela sua estrutura da película mais plástica.

Uma granulometria uniforme de todos os ingredientes garante hidratação adequada e cozimento uniforme durante o processo de extrusão, assim, impedindo que se tenham

partículas duras ou parcialmente cozidas no produto final (CARVALHO; ASCHERI; TAKEITI, 2011). Dessa forma, a granulometria das partículas do produto a ser extrusado pode afetar diretamente a textura e a uniformidade. Matérias-primas com tamanho das partículas variando de forma significativa, em geral, podem resultar em produto final de baixa qualidade (CARVALHO et al., 2012).

Tabela 2- Granulometria das matérias-primas para obtenção dos *snacks*

Mesh	ABNT (mm)	Grits de milho (% retida)	Pericarpo de milho (% retida)
14	1,41	2,31 ^b ± 0,21	9,71 ^a ± 0,21
25	0,71	93,96 ^a ± 1,89	53,70 ^b ± 1,39
35	0,50	2,24 ^b ± 0,32	17,05 ^a ± 0,55
60	0,25	0,52 ^b ± 0,02	12,47 ^a ± 0,21
100	0,15	0,19 ^b ± 0,03	3,31 ^a ± 0,20
Fundo	-	0,78 ^b ± 0,03	3,76 ^a ± 0,03

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entresi pelo teste deTukey a 5% de probabilidade.

Composição centesimal dos *snacks*

Verificou-se que os valores de umidade, de todas as amostras de *snacks*, estão de acordo com os parâmetros preconizados pela Anvisa para *snacks*, sendo de no máximo 14 % (BRASIL, 1978) (Tabela 3). Umidade baixa evita o desenvolvimento microbiano, eleva a estabilidade química e enzimática, e aumenta a sua vida útil dos alimentos (BARBOSA-

CÁNOVAS et al., 2007). Em *snacks* também tem importância porque um produto úmido não terá a crocância desejada.

Com relação ao teor de lipídios notou-se que o *snack* com 30% tem teor reduzido, característico da substituição da matéria-prima o que pode ter facilitado a extrusão e melhorado a textura (Tabela 3). Durante o processo de extrusão, os lipídeos podem se alterar como resultado de reações de oxidação, hidrogenação, isomerização ou polimerização trazendo características indesejáveis ao produto (CAMIRE; KRUMAR, 1990).

Com relação às fibras, as amostras com pericarpo de milho apresentaram maior teor de fibra, portanto, pode-se afirmar que a adição do pericarpo do milho aumenta o teor de fibras dos *snacks* (Tabela 3). A maior parte da fibra do milho é insolúvel o que aumenta a alegação de consumo do *snack* com pericarpo de milho, sobretudo por causa dos efeitos fisiológicos da fibra insolúvel, como o aumento do volume fecal e a redução do tempo de trânsito intestinal (ROBERFROID et al., 2010). Em estudos com *snacks* e cereais matinais Menezes et al. (2001) encontram em cereal matinal de aveia, amêndoa e mel 4,90% de fibras, cereal matinal de milho “Corn Flakes” 3,57% e cereal matinal de milho, trigo e aveia (2,15%). Carvalho et al. (2009), estudando *snacks* de terceira geração obtidos a partir de farinhas de mandioca e pupunha, descreve teores variando de 4,93 a 6,22%, em função da formulação testada. Os resultados obtidos neste trabalho também demonstram que o processo de fabricação dos *snacks* de 20% e 30% obteve aumento significativo no teor de resíduo mineral fixo em comparação à amostra controle.

Tabela 3. Parâmetros de composição centesimal do snacks.

Composição	Snack Controle	Snack 20%	Snack 30%
Carboidratos	78,97 ^b ± 0,01	75,20 ^b ± 0,01	76,04 ^c ± 0,01
Fibra	0,27 ^c ± 0,01	2,51 ^b ± 0,01	3,57 ^a ± 0,06
Lipídeos	7,25 ^a ± 0,02	7,84 ^a ± 0,01	5,39 ^c ± 0,01
Proteína	6,61 ^b ± 0,12	6,71 ^b ± 0,10	7,19 ^a ± 0,03
Resíduo mineral	3,06 ^b ± 0,12	3,72 ^a ± 0,14	3,81 ^a ± 0,22
Umidade	3,84 ^a ± 0,42	4,02 ^a ± 0,04	4,00 ^a ± 0,01
VET (kcal)	407,57 ^a ± 0,01	398,20 ^a ± 0,01	381,43 ^c ± 0,01

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de

Tukey a 5% de probabilidade

Os resultados de carboidratos e valor energético dos *snacks* (Tabela 3) mostram que os *snacks* são energéticos, podendo ser utilizados na alimentação humana para suprir carência de nesse quesito. O teor de carboidratos dos *snacks* foi maior no controle característico da matéria-prima (Tabela 3). Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), os carboidratos são os componentes em maior quantidade nos cereais, perfazendo aproximadamente 83% da composição das sementes de milho. Avaliando o teor de proteína o *snack* 30% destacou-se com relação aos demais, devido principalmente, à composição do pericarpo e quantidade utilizada desse resíduo nessa formulação. Resultados obtidos por Bombo (2006) para *snacks* de milho foram de 7,5% de proteína. Esses resultados são coerentes aos de valor energético total (VET) sendo que neste estudo os valores estão acima dos encontrados para *snack* light de milho (358 kcal/100g⁻¹) e *snack* com 70% de milho e 30% de linhaça (305 kcal/100g⁻¹) (BOMBO, 2006; CAPRILES, SOARES e ARÊAS, 2007). Porém, os resultados foram

inferiores a valores citados por Capriles, Soares e Arêas (2007), que variaram entre 398,3 e 682,5 kcal 100g⁻¹ em *snacks* sabor queijo.

Parâmetros Instrumentais de Cor

As formulações apresentaram elevada luminosidade (L*), com a predominância na cor amarela (b*) sobre a cor verde (a*) (Tabela 4). A amostra de 30% mostrou-se mais clara com maior teor de luminosidade e menos intensa na cor que as demais formulações. Os valores encontrados foram superiores aos relatados por Madrigal-Sánchez et al. (2014), que obtiveram valores de luminosidade variando de 30,25 a 33,30, para suas tortilhas a base farinha de milho azul extrusado. Valores de croma superiores se associam as possíveis reações entre os pigmentos encontrados no grão de milho, que propiciam as reações de escurecimento, tais como: caramelização e reação de Maillard (GÓMEZ et al., 1987).

Segundo Lacerda et al. (2010), as reações de Maillard e de caramelização provavelmente são as explicações para que altas temperaturas e baixas umidades dêem produtos mais avermelhados, com maior teor de melanoidinas. Se o escurecimento é muito intenso, cores e sabores indesejáveis podem aparecer (ILO; BERGHOFER, 1999). A coloração dos *snacks* é uma característica bastante importante para a comercialização dos mesmos, sendo que são influenciados pelas matérias-primas que compõem sua formulação (PAUCHAR-MENACHO et al., 2008; AKILLIOGLU; YALCIN, 2010). O pericarpo do milho tem coloração mais clara, o que justifica a diferença de cor entre as amostras. O maior teor de carboidratos no controle também corrobora com as alegações de reação de caramelização no processamento desses *snacks* tornando-os mais escuros.

Tabela 4. Luminosidade, Hue, Chroma dos snacks controle, 20% e 30%

Índices de Cor	Amostra Controle	Snack 20%	Snack 30%
Luminosidade	77,73 ^b ± 0,94	77,44 ^b ±1,61	80,15 ^a ± 0,91
Hue	78,09 ^c ± 0,65	79,28 ^b ± 1,63	80,72 ^a ± 0,65
Chroma	44,82 ^a ± 0,96	44,24 ^a ±1,44	41,79 ^b ±2,55

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Textura e Índice de Expansão

Observou-se que a amostra de 30% apresentou maior textura em relação à de 20%, estando mais próxima, portanto da comercial (Tabela 5). O aumento da dureza são características de produtos com a adição de fibras, resultando em queda na elasticidade (ONWULATA et al., 2001). Segundo Capriles e Arêas (2012), um dos atributos mais importantes para a aceitação de *snacks* é a textura. Fisicamente representa a força necessária para produzir uma deformação; enquanto que, sensorialmente, representa a força requerida para a compressão de uma substância entre os dentes (MEILGAARD; CICILLE; CARR, 1999).

Tabela 5. Textura e Expansão das amostras controle, 20% e 30%.

Amostras	Textura	Índice de Expansão
Snack Controle	30,89± 4,20 ^a	21, 59 ^b
Snack 20%	19,26± 4,10 ^c	21,59 ^b
Snack 30%	25,80± 4,63 ^b	23, 30 ^a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Os valores do índice de expansão das amostras de 20% e controle diferiram em relação ao *snack* de 30%, pois observou-se que o pericarpo de milho e quanto menor a umidade da matéria prima, maior o valor encontrado para o índice de expansão. As propriedades de expansão estão relacionadas com a textura do produto. Geralmente, a expansão máxima é desejada para *snacks* extrusados, uma vez que produtos com grande expansão são mais crocantes pelo fato de a estrutura interna apresentar células maiores com paredes finas (MERCIER et al., 1998). Em temperaturas altas, o gel é mais elástico, formando uma matriz de pequenas células uniformes, enquanto que em baixa umidade, o gel formado é pouco elástico e o material extrusado tem células grandes e pouco uniformes, sendo a umidade o principal fator que afeta a densidade do extrusado e sua expansão (DING et al., 2005).

A expansão depende do crescimento das bolhas, causado pela diferença de pressão entre o interior da bolha em crescimento (criada no interior do extrusor) e a pressão atmosférica, resistida principalmente pela viscosidade da parede da bolha (PADMANABHAN; BHATTACHARYA, 1989). Os produtos não expandem se a temperatura não alcança 100 °C. A expansão aumenta com o aumento da temperatura quando o conteúdo de umidade do material é menor que aproximadamente 19,5%, seja pela queda da viscosidade, permitindo uma expansão mais rápida da massa fundida, ou pelo aumento na pressão de vapor (MERCIER et al., 1998)

Análise Sensorial

Os *snacks* obtidos da incorporação de pericarpo de milho nas proporções de 20 e 30%, foram aceitos sensorialmente, com notas médias variando de 6,75 a 8,19, valores que representam, respectivamente, “gostei ligeiramente” e “gostei muito”.

Tabela 6. Média e desvio padrão do Teste de Aceitação realizados para a avaliação dos extrusados das amostras controle, 20% e 30%.

Atributos	Controle	20%	30%
Aparência	8,08± 0,99	7,55±0,96	6,75± 1,46
Aroma	6,69± 1,36	7,41± 1,33	6,55± 1,61
Textura	7,38± 1,15	7,44± 1,25	6,58± 1,59
Sabor	7,33± 1,21	8,19± 0,82	6,22± 1,82
Aceitação Global	7,19± 1,06	7,69± 0,92	6, 5± 1,36

Por meio do histograma da Figura 4 pode-se observar que a formulação com 20% de pericarpo de milho se destacou, com 41% à58% dos provadores confirmando que se esse tipo de produto estivesse à venda certamente ou provavelmente comprariam.

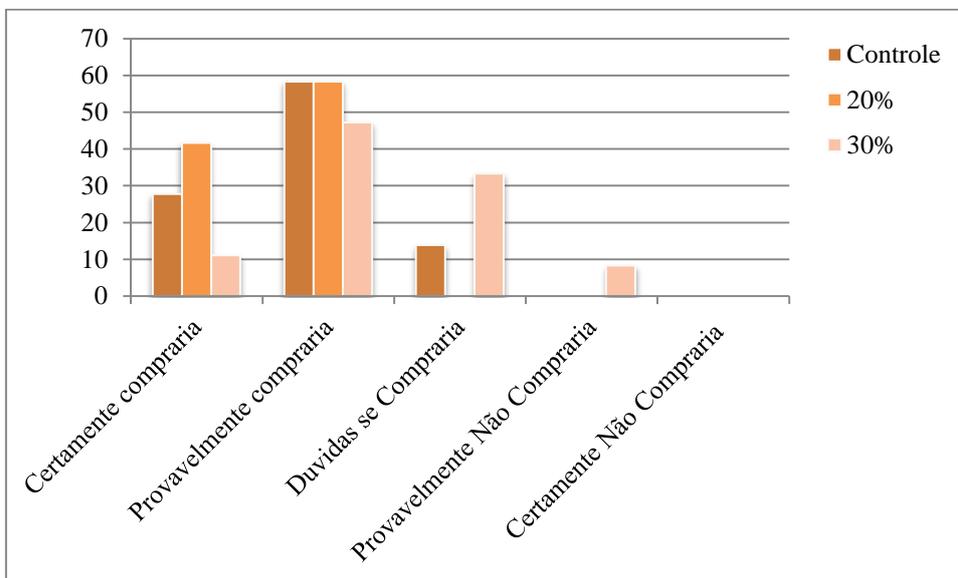


Figura 4. Distribuição percentual da intenção de compra dos *snacks*.

A aceitação é um atributo crítico, os vários parâmetros de aceitação dos *snacks* extrusados são a aparência, a cor, a textura, o sabor e o odor. A aceitação da textura é o

atributo mais importante nesses produtos (HEIDENREICH et al., 2004; MAZUMDER et al., 2007).

Limberger et al. (2009), avaliando salgadinho extrusado de quirera de arroz, demonstraram elevado grau de aceitabilidade global, com 95% dos provadores afirmando ter gostado muito do produto final. Já Alves e Grossmann (2002) obtiveram 80% de aceitação para *snack* de farinha de cará. Em estudo sobre a avaliação sensorial de cereais matinais extrusados de castanha-do-brasil com mandioca, os autores observaram notas médias variando de 7,22 a 7,88 para o sabor, em função da formulação, e 7,25 a 7,75 para a aceitação global. Já para o cereal matinal comercial formulado à base de farelo de trigo e adquirido no comércio local, os mesmos autores obtiveram nota média de 5,75 para o sabor e 5,70 para impressão global, valores inferiores ao verificado neste estudo (SOUZA e MENEZES, 2006).

Os novos *snacks* extrusados de pericarpo de milho apresentam dupla vantagem – redução de lipídeos e aumento do teor de fibra alimentar – e obtiveram o mesmo grau de aceitação. É interessante ressaltar que, no presente estudo, 51% dos provadores tinham entre 18 e 30 anos, o que pode explicar, em parte, a grande aceitação do *snack* de pericarpo de milho, visto que jovens, em geral, são os consumidores mais atraídos por esse tipo de produto.

Análise Multivariada

No dendograma da Figura 5, a escala vertical indica o nível de similaridade, e no eixo horizontal são marcados os indivíduos, na ordem em que são agrupados. As linhas verticais partem dos indivíduos, e têm altura correspondente ao nível em que os indivíduos são considerados semelhantes. A análise de agrupamentos hierárquica, representada por um dendograma, distinguiu a formação de 2 grupos quando se utilizou valor de corte de 1, 25 da distância euclidiana (Figura 5).

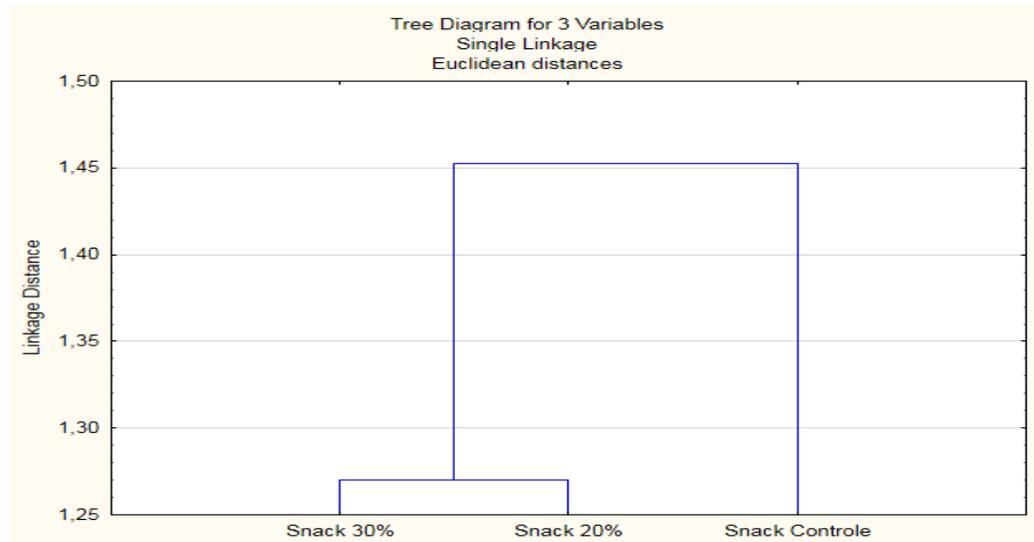


Figura 5-Análise de agrupamento de *snack* controle, 20% e 30%.

Em corte de 1,45 notou-se um grupo definido composto pelos *snacks* 30% e 20% e um grupo não definido, a amostra controle. Em corte de 1,27 notou-se ainda a diferença entre os *snacks* 20 e 30%. As amostras 20 e 30% são, portanto, semelhantes em relação à composição nutricional e sensorial, em relação ao controle, no entanto, não são idênticas.

Para avaliar complementarmente as características das amostras aplicou-se o método de análise de componentes principais. A interpretação de uma componente principal é feita mediante o grau de importância, ou, ainda, a influência que cada variável tem sobre cada componente (REGAZZI, 2001). Foram analisados os dois primeiros fatores que representam 100 % sendo fator 2: 40,71% da variância total (Figura 6) dos quais 59, 29% é explicado pelo Fator 1.

Considerando os dois fatores notou-se que as amostras controle, 20% e 30% ocupam quadrantes opostos (Figura 6). No quadrante III os atributos aceitação global e fibra bruta relacionam-se com os quadrantes II e IV, e por isso com as amostras de 20% e 30% com maiores teores de fibra e melhor aceitação sensorial (Tabela 3).

Os fatores de avaliação sensorial textura, aroma e aparência estão correlacionados com a amostra de 30% devido a quantidade de pericarpo de milho, no qual melhorou sua textura

pois esta relacionado com a expansão *snack* (Tabela 5). No quadrante II a amostra de 20% relaciona as características de umidade, luminosidade, resíduo mineral e Hue. No quadrante I a amostra controle ocupam um quadrante que está relacionado com o VET, carboidratos, chroma e lipídeos coerente com a composição nutricional do produto.

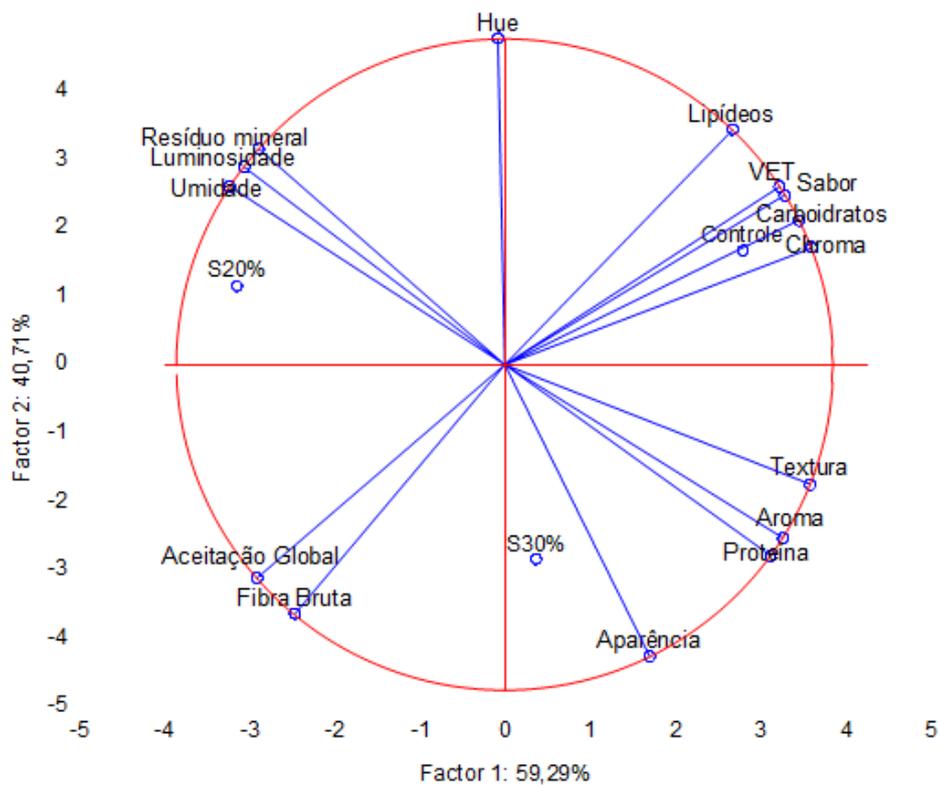


Figura 6- Análise de Componentes Principais dos snacks controle, 20% e 30%.

CONCLUSÃO

A produção dos *snacks* incorporando pericarpo de milho na formulação 20 e 30% foi aceitável, em relação a qualidade nutricional e sensorial, pois ampliou e melhorou as características do produto atendendo assim as necessidades dos consumidores que buscam por alimentos saudáveis.

Os tratamentos apresentaram potenciais condições de serem inseridos no mercado e aceitos pelo público alvo, reduzindo assim os problemas ambientais e o desperdício tendo aproveitamento deste subproduto - pericarpo de milho - na produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. L.; GROSSMANN, M. V. E. Parâmetros de extrusão para produção de snacks de farinha de cará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22 n. 1, p. 32-38, 2002. Disponível:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000200033>> Acesso: 22 set. 2016.

AOAC - **Association Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2010.

AKILLIOGLU, H. G.; YALCIN, E. Some Quality Characteristics and Nutritional Properties of Traditional Egg Pasta (Erişte). **Food Science Biotechnology**, Bratislava, 19 (2): 417-424, 2010.

BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; FONTANA JUNIOR, A. J.; SCHMIDT, S. J.; LABUZA, T. P. Water activity in foods: fundamentals and applications. **Blackwell Publishing**, Oxford, p. 423, 2007.

BESWA, D.; DLAMINI, N. R.; SIWELA, M.; AMONSOU, E.; KOLANISI, U. Effect of Amaranth addition on the nutritional composition and consumer acceptability of extruded provitamin A-biofortified maize snacks. **Food Science and Technology**. Campinas, 36(1): 30-39, 2016.

BIGNOTTO, L. S.; SCAPIM, C. A.; PINTO, R. J.; CAMACHO, L. R. S.; KUKI, M. C.; JÚNIOR, A. T. A. Evaluation of combining ability in white corn for special use as corn grits. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 15(4): 258-264, 2015.

BRASIL, Resolução n.º 12, de 1978. Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos CNNPA / ANVISA – Agência Nacional da Vigilância Sanitária. **Normas técnicas especiais**. São Paulo, 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf> Acesso em: 10 set. 2016.

CAMIRE, M. E.; CAMIRE, A.; KRUMAR, K. Química e nutricional alterações nos alimentos durante a extrusão. **Resenhas Críticas em Ciência dos Alimentos e Nutrição**, Araraquara, 29 (1): 35-57, 1990.

DING, Q.; AINSWORTH, P.; TUCKER, G.; MARSON, H. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice based expanded snacks. **Journal of Food Engineering**, Oxford, 66, (3): 283-289, 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Composição química de sementes. In: _____. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. cap. 5, p. 66-97.

CARVALHO, C.W.P., ASCHERI, J.L.R., TAKEITI, C. Y. **Curso de processo de extrusão de alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de alimentos para consumo humano e animal**. EMBRAPA – Agroindústria de Alimentos, Abril, 2011.

CARVALHO, A. V.; BASSINELLO, P. Z.; MATTIETTO, R. A.; CARVALHO, R. N.; RIOS, A. O. Processamento e caracterização de snackextrusado a partir de farinhas de quirera de arroz e de bandinha de feijão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, 15 (1): 72-83, 2012.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A.; ASCHERI, J. L. R. Produção de snacks de terceira geração por extrusão de misturas de farinhas de pupunha e mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, 12,(4): 277-284, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2009800900022>> Acesso em : 08 set. 2016.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avaliação da Qualidade Tecnológica de snacks obtidos por extrusão de grão integral de amaranto ou de farinha de amaranto desengordurada e suas misturas com fubá de milho. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, 15 (1): 21-29, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232012000100003>>. Acesso em: 10 set. 2016.

CAPRILES, V. D.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Development and assessment of acceptability and nutritional properties of a light snack. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27 (3): 562- 566, 2007.

CEREDA, M. P.; VILPOUX. O.; FRANCO, C. M. L. Uso de amido e seus derivados na produção de salgadinhos extrusados (snacks). In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Org.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003, v. 3, p. 132-142.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich byproducts of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: **A review. Food Chemistry**, p. 411-421, 2011.

FERNANDES, A. F.; MADEIRA, R. A. V.; CARVALHO, C. W. P.; PEREIRA, J. Physical and sensory characteristics of pellets elaborated with different levels of corn grits and whey protein concentrate. **Ciência e Agrotecnologia**, 40 (1): 235-243, 2016.

GÓMEZ, M. H. ; ROONEY, L. W.; WANISKA, R. D.; PFLUG-FELDER, R. L. Dry maize masa flours for tortilla and snack production. *Cereal*, 1987.

HAIR, J.R., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L., BLACK, W.C., 2005. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Buckman, p. 593.

HEIDENREICH, S.; JAROS, D.; ROHM, R.; ZIENS, A. Relationship between water activity and crispness of extruded rice crisps. **Journal of Texture Studies**, Trumbull, 35 (6): 621-633, 2004. Disponível em : <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4603.2004.35513.x>> Acesso em: 27 ago. 2016.

HUNTERLAB. Applications note: CIE L* a* b* color scale. Virginia, 1996.

ILO, S.; BERGHOFER, E. Kinetics of colour changes during extrusion cooking of maize grits. **Journal of Food Engineering**, Oxford, 39 (1): 73-80, 1999.

KAISER, H.F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, p. 187-200, 1958.

LACERDA, D. B. C. L. SOARES JÚNIOR, M. S.; BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, M. V. L.; SILVA-LOBO, V. L.; CAMPOS, M. R. H.; SIQUEIRA, B. S. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, 40 (4):521-530, 2010.

LIMBERGER, V. M.; COMARELA, C. G.; PATIAS, L. D.; BRUM, F. B.; EMANUELLI, T.; SILVA, L. P. Produção de salgadinho extrusado de quirera de arroz para uso na indústria de alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, 39 (9): 2590-2594, 2009. Disponível: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000900032>> Acesso: 22 set. 2016.

MADRIGAL-SÁNCHEZ, M. A. ; RAMOS-QUINTIRO, A.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F.; PIZARRO- MENDÉLEZ, C. O.; RUÍZ-GUTTIERREZ, M. G. Effect of different calcium sources on the antioxidant stability of tortilla chips from extruded and nixtamalized blue corn (*Zea mays* L.) flours. **FoodSci. Technol**, 34 (1): 143-149, 2014.

MATOS, E. H. S. F. Plantação do Milho Verde. In: MATOS, E. H. S. F. **Cultivo do Milho Verde** – Dossiê Técnico. CTD/UnB, 2007.

MAZUMDER, P.; ROOPA, B. S.; BHATTACHARYA, S. Textural attributes of a model snack food at different moisture contents. **Journal of Food Engineering**, Oxford, 79 (2): 511-516, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.011>> Acesso em: 27 ago. 2016.

MERCIER, C.; LINKO, P.; HARPER, J. M. Extrusion cooking. 2 ed. St. Paul: **American Association of Cereal Chemists**, p. 199, 1998.

MEILGAARD, M.; CICILLE, G.V.; CARR, B.T. Sensory evaluation techniques. 3ª ed. Boca Raton: **CRC Press**, p. 387,1999.

MENEZES, E. W.; CARUSO, L.; LAJOLO, F. M. Avaliação da qualidade dos dados de fibra alimentar. Estudo em alimentos brasileiros. In: LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. (Eds.). Fibra dietética enIberoamerica: **Tecnología y salud**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001. cap. 11, p. 165-178.

ONWULATA, C. I.; KONSTANCE, R. P.; SMITH, P. W. Co-extrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products. **Lebensm- Wiss. U-Technol**, 34 (1): 424 - 429, 2001.

PADMANABHAN, M.; BHATTACHARYA, M. Extrudate expansion during extrusion cooking of foods. **Cereal Foods World**, St. Paul, 34 (11): 945-949, 1989.

REGAZZI, A. J. INF 766 - **Análise multivariada**. Departamento de Informática, Apostila de disciplina, Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Viçosa. p. 166, 2001.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G. R.; HOYLES, L.; MCCARTNEY, A. L.; RASTALL, R.; ROWLAND, I.; WOLVERS, D.; WATZL, B.; SZAJEWSKA, H. Prebiotic concept and health. **British Journal of Nutrition**, London, 104 (2): 163, 2010.

SOARES JUNIOR, 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**, 32 (1): 191-200, 2011.

SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-brasil com mandioca extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26 (4):950-955, 2006. Disponível:<<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000400036>> Acesso: 22 set. 2016.

STRAZZI, S. Derivados do milho são usados em mais de 150 diferentes produtos industriais, **Visão Agrícola**, 1, (13): 146-150, 2015. Disponível: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA_13_Industrializacaoartigo4.pdf> Acesso: 22 set. 2016.