



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA INDÚSTRIAL**

DIEGO BANDEIRA COSTA

**ESTUDO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SNACK, VISANDO MENOR
CUSTO**

Campina Grande – PB
2014

DIEGO BANDEIRA COSTA

**ESTUDO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SNACK, VISANDO MENOR
CUSTO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Departamento de Química da
Universidade Estadual da Paraíba como
exigência para obtenção do título Bacharel em
Química Industrial.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ângela Maria Santiago

Campina Grande – PB
2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837e Costa, Diego Bandeira.

Estudo do processo de fabricação de snack, visando menor custo [manuscrito] / Diego Bandeira Costa. - 2014.

35 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Ângela Maria Santiago, Departamento de Química".

1. Snack. 2. Extrusão. 3. Gás natural. 4. Indústria alimentícia. I. Título.

21. ed. CDD 641.3

DIEGO BANDEIRA COSTA

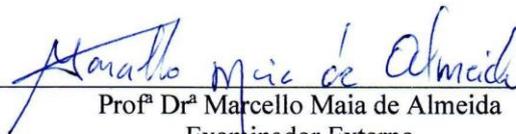
ESTUDO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE SNACK, VISANDO MENOR CUSTO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em 10/12/2014



Profª Drª Ângela Santiago/UEPB / DQ
Orientadora



Profª Drª Marcelo Maia de Almeida
Examinador Externo



Profª Drª Kátia Davi Brito/IFPB/Campina Grande

Examinador Externo

RESUMO

A capacidade das empresas de entender o comportamento de seus mercados e, rapidamente, tomar decisões adequadas a todos os elos de sua cadeia produtiva sempre foi imperativo para o sucesso dos negócios. Em momentos de crise, essa capacidade se torna um diferencial competitivo essencial para os gestores conseguirem aproveitar as oportunidades que surgem em meio às turbulências. Concentrar-se no que gera resultados e nos pontos que representam riscos para seu negócio é uma boa orientação para os gestores. Quanto mais a empresa estiver focada em processos, produtos e mercados que adicionam real valor aos negócios, mais chances de êxito terá em se fortalecer. O processo de fabricação de snack, é um processo bastante complexo, que envolve uma série de variáveis diretamente relacionadas a qualidade do produto, cada uma delas deve ser estudada para que possa trabalhar nas melhores condições possíveis com o menor custo possível. Focamos essencialmente, na redução do consumo de gás GNV, estabelecendo o limite mínimo de atuação sem alterar as características organolépticas do produto, para conseguir tal redução, foi necessário alterar vários parâmetros do processo, estabelecendo um novo padrão de controle. Em consequência destas alterações, evidenciamos uma série de melhorias paralelas, como o aumento da palatabilidade, e a maior economia de manutenção, devido o aumento do tempo de vida útil de peças de reposição.

PALAVRAS-CHAVE: Snack, Extrusão, gás natural, redução de custo.

ABSTRACT

The ability of companies to understand the behavior of their markets, and quickly take appropriate decisions at all links in the production chain has always been imperative for business success. In times of crisis, this ability becomes a key competitive advantage for managers to take advantage of opportunities that arise among the difficulties. Focus on generating results and points that represent risks to the business is a good guideline for managers. The more the company is focused on processes, products and markets that add real value to the business, greater the chance of strengthening. The snacks manufacturing process is a very complex process that involves a number of variables directly related to product quality, each of which must be studied so the work can be done as effectively as possible at the lowest possible cost. The objective of this work is focused on reducing the CNG gas consumption by establishing a minimum threshold of performance without changing the organoleptic characteristics of the product, to achieve such a reduction, it was necessary to change various process parameters, setting a new control standard. As a result of these changes, we observed a series of parallel improvements, such as increased palatability, and a largest economy in maintenance, because of the increase of lifetime of the spare parts.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 1.1 OBJETIVO | 8 |
| <i>1.1.1 Objetivo Geral</i> | 8 |
| <i>1.1.2 Objetivos Específicos</i> | 8 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 9 |
| 2.1 SNACK..... | 9 |
| 2.2 PROCESSO DE EXTRUSÃO | 9 |
| <i>2.2.1 Características dos produtos extrusados</i> | 10 |
| <i>2.2.2 Propriedades dos produtos extrusados</i> | 11 |
| <i>2.2.3 Matéria-Prima para elaboração dos snack</i> | 12 |
| 2.2.3.1 Fubá de milho..... | 12 |
| 2.2.3.2 Aromatizantes..... | 13 |
| 2.2.3.3 Corante..... | 13 |
| 2.2.3.4 Glutamato Monosódico..... | 14 |
| 2.2.3.5 Mix vitamínico..... | 14 |
| 2.2.3.6 Óleo vegetal..... | 15 |
| 2.2.3.7 Sal (Cloreto de Sódio)..... | 15 |
| <i>2.2.4 Parâmetros de Qualidade dos produtos extrusados</i> | 15 |
| 3 ETAPAS DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE SNACK | 17 |
| 3.1 FORMULAÇÃO. | 19 |
| 3.2 HOMOGENEIZAÇÃO..... | 19 |
| 3.3 ALIMENTAÇÃO..... | 19 |
| 3.4 EXTRUSÃO..... | 20 |
| 3.5 TRAFILAÇÃO..... | 20 |
| 3.6 CORTE..... | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 3.7 FORNEAMENTO..... | 21 |
| 3.8 AROMATIZAÇÃO..... | 21 |
| 3.9 RESFRIAMENTO, ACONDICIONAMENTO E PALETIZAÇÃO..... | 21 |
| 4 METODOLOGIA..... | 23 |
| 4.1 ANÁLISE SENSORIAL..... | 24 |
| 5 RESULTADOS..... | 25 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 32 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 33 |
| APÊNDICE..... | 35 |

1 INTRODUÇÃO

Em um mundo cada vez mais globalizado, o tempo passou a ser visto e valorizado como um fator determinante para o atendimento das atividades contemporâneas, com isto, a necessidade de alternativas de alimentação rápida foi se tornando cada vez mais comum. Na década de 40, surgiram as lanchonetes *drive-in* que é um serviço de alimentação, onde a padronização, a mecanização e a rapidez, além da garantia da procedência dos ingredientes, atraíram os clientes, em seguida, surgiram os *fast-foods*, que trataram o serviço de alimentação como uma linha de produção, reduzindo custos e otimizando o processo. Em meio a toda esta evolução na forma de se alimentar da sociedade, a indústria alimentícia também passou a se adaptar a esta realidade, buscando formas de produzir em grande escala, alimentos prontos para o consumo, foi daí que surgiram os extrusados, e conseqüentemente, a fabricação de snack.

O desenvolvimento da tecnologia de extrusão moderna já conta com mais de 70 anos, apesar das idéias básicas terem sido desenvolvidas em meados do século XIX. Extrusores mono-rosca foram utilizados nos anos 30 para dar formas a macarrões e cereais pré-cozidos, mas somente nos anos 40 foram desenvolvidos extrusores com grandes motores elétricos, para cozimento, com o propósito de preparar snacks (GUERREIRO, 2007).

Nos anos 50 foram exploradas novas aplicações, mas o desenvolvimento de grande variedade de novos produtos, com novas propriedades e de baixo custo, ocorreu nos anos 60. Na década de 70 foram desenvolvidos métodos de controle de atividade de água do produto final, através do uso de aditivos, o que permitiu o desenvolvimento de produtos mais úmidos e mais suaves. Foi nesta época que se desenvolveram os extrusores dupla rosca, de grande aplicação nos anos 80 (GUERREIRO, 2007).

Ainda na década de 80, a preocupação com qualidade e eficiência de produção começou a ser mais considerada, com isto, a tecnologia de extrusão de alimentos foi evoluindo em termos de palatabilidade, funcionalidade e segurança alimentar.

O mercado de “snack” no Brasil, especificamente o mercado de “salgadinhos”, apresenta um faturamento anual de aproximadamente R\$ 1 bilhão, com uma produção em torno de 80 mil toneladas (INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS, 2005). Diante da crescente competitividade existente no mercado, faz-se necessário estudar formas de diminuição de custos e aumento da qualidade e produtividade, tendo em vista que o público consumidor hoje preza pelo preço baixo aliado à qualidade e benefícios a saúde oferecida pelo alimento.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo Geral

Definir formas de reduzir o consumo de gás GNV e energia elétrica dentro do processo de fabricação de snack, através da avaliação do comportamento do produto exposto a uma variação de temperatura de extrusão e de forneamento, sem que haja mudanças em suas características organolépticas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar o produto “snack” quanto ao teor de sal, umidade pós-extrusão, umidade pós-forno, umidade do produto acabado e textura;
- ✓ Caracterizar o produto “snack” quanto as análises citadas após o processo de extrusão em diferentes temperaturas, 1ª zona (90,100, 110 e 120 °C), 2ª zona (100, 110, 120 e 130 °C) e 3ª zona (150, 160, 170 e 180 °C);
- ✓ Caracterizar o produto “snack” quanto as análises citadas após o processo de forneamento nas respectivas temperaturas, 180, 167, 150 e 150 °C;
- ✓ Avaliar as características sensoriais do produto final “snack” após o monitoramento dos referidos processos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SNACK

Segundo Capriles (2007), Snacks são elaborados com farinhas amiláceas e aromatizados com uso de lipídeos como agentes fixadores de aroma e sabor. Por essa razão, os snacks extrusados apresentam elevado valor calórico, baixo teor de proteína, de fibra alimentar e elevadas quantidades de lipídeos.

Para obter-se snack com melhor valor nutritivo, comumente adiciona-se fibra, celulose, farelo e pectinas derivadas de frutas. Fibras e proteínas adicionadas a um valor de 20% da massa total de ingredientes apresentam pouco efeito no sabor e na expansão dos produtos extrusados (BOOTH, 1990).

Snack de maior valor nutritivo podem ser obtidos se forem incorporados às suas formulações leguminosas, vegetais e frutas. Estas matérias-primas passam por uma série de reações químicas e físicas complexas durante a extrusão, levando à obtenção de produtos de características diversas (ÖZER *et al.*, 2004).

No caso de produtos sólidos, a legislação brasileira define como produto com “alto teor de fibras” aquele que contém no mínimo 6 g de fibras alimentares por 100 g de produto. Além disso, a legislação também define que um produto é “fonte de fibras” quando contém no mínimo 3 g de fibras alimentares por 100 g de produto (FERREIRA, 1999).

O aumento da importância de alimentos do tipo snack nos hábitos alimentares de hoje deve-se ao fato destes produtos poderem servir como veículos para importantes nutrientes, ao passo que constituem produtos facilmente aceitos pelos consumidores. O processo de extrusão tornou-se largamente explorado na produção de cereais matinais, snacks e alimentos saudáveis de uma vasta gama de fontes de cereais (AHMED, 1999).

2.2 PROCESSO DE EXTRUSÃO

A tecnologia de extrusão termoplástica vem sendo, nas últimas décadas, amplamente utilizada na indústria alimentícia, devido às suas inúmeras vantagens. As matérias-primas que podem ser empregadas no processo são inúmeras: grãos inteiros, sêmolos, farinhas e amidos de cereais, leguminosas, tubérculos, raízes, entre outros materiais de baixo custo. Os produtos extrusados obtidos constituem principalmente a linha de snack, pellets, massas e pastas pré-cozidas, farinhas pré-gelatinizadas e instantâneas, proteínas texturizadas, bebidas instantâneas

em pó, alimentos infantis, análogos da carne, gomas de mascar, ração animal, entre uma gama de outros produtos.

Esta tecnologia pode ser definida como um processo de tratamento térmico, que por uma combinação de calor, umidade e trabalho mecânico, modifica profundamente as matérias-primas, dando-lhes novas formas, estruturas e características funcionais e nutricionais. O extrusor desempenha um papel de reator químico de processamento de biopolímeros ou alimentos em condições de altas temperaturas (até 250°C), altas pressões (até 25,0 Mpa), em um tempo de residência curto (entre 1 e 2 minutos). Nessas condições, durante o processo, ocorre a abertura das estruturas terciárias e quaternárias dos biopolímeros, resultando na quebra e rearranjo das pontes de hidrogênio e dissulfetos, permitindo a plastificação e a formação de texturas desejáveis (LEONEL, 2005).

Durante o processo de extrusão, o amido que inicialmente apresenta uma forma granular é progressivamente comprimido e transformado em um material denso, sólido e compacto, desaparecendo sua estrutura cristalina e granular. Essa destruição pode ser parcial ou completa, dependendo das variáveis de extrusão e das características intrínsecas da matéria-prima, tais como relação amilose/amilopectina, teores de fibra, lipídeo, proteína, e outros (GUERREIRO, 2007).

2.2.1 Características dos produtos extrusados

Dependendo do tipo de tratamento térmico, os produtos extrusados e secos podem ser caracterizados pela sua estrutura expandida, pela coesividade, forma e/ou sensação na boca. Após a moagem, os produtos apresentam alguma solubilidade, que conduz à alta suscetibilidade à ação de enzimas amilolíticas. Essas propriedades são altamente influenciadas pela origem do amido e pelas condições do processo de extrusão (CHUANG & YEH, 2004).

O grau de expansão, da gelatinização do amido e da texturização da fração protéica do snack estão associados com as características do produto extrusado. Essas características estão intimamente relacionadas à textura, densidade aparente e transformações estruturais (FARAJ et al., 2004).

Os fatores ligados à matéria-prima, tais como: teor de umidade, proporção de amilose e amilopectina, conteúdo de proteína, lipídeos e fibra, fontes de amido utilizada, tamanho das partículas, entre outros, exercem grande influência no produto acabado.

Em geral, a extrusão resulta em gelatinização de amido, desnaturação de proteína, formação de complexos entre amido e lipídeo e entre proteína e lipídeo. Estas mudanças

influenciam na aparência, aroma, sabor e textura dos produtos extrusados. Segundo Guerreiro (2005), os parâmetros mais importantes relacionados ao processo de extrusão que mais influenciam nas características dos produtos obtidos são:

- Teor de umidade da matéria-prima;
- Temperatura;
- Pressão no interior do cilindro;
- Velocidade de rotação do fuso;
- Configuração da rosca;
- Diâmetro da matriz;
- Teor protéico;
- Teor de gordura.

O que se deseja em *snack* com boas características é que, os valores de fraturabilidade e dureza sejam baixos. Durante a extrusão-cocção, a estrutura cristalina organizada dos grânulos de amido é destruída de modo parcial ou total, dependendo da proporção amilose-amilopectina e das variáveis de extrusão.

2.2.2 Propriedades dos produtos extrusados

Uma propriedade dos produtos extrusados é a expansão. A alta pressão existente próxima à descarga da matriz, que consiste de orifícios de diversos formatos, é reduzida quando o produto sai do extrusor, ocasionando a evaporação instantânea da água e a expansão do produto. A rápida evaporação da umidade do produto resulta em um resfriamento adiabático, que consiste na descida de temperatura devido à mudança de pressão de um sistema geralmente no estado gasoso, sem que haja uma troca de calor para o exterior desse sistema que explique a descida de temperatura, ocorrendo sua solidificação ou endurecimento. O produto extrusado final passa a ter uma textura que é de grande importância para sua qualidade, pois afeta diretamente a aceitabilidade pelos consumidores e as vendas.

As principais propriedades funcionais do amido extrusado quando disperso em água são a absorção e a solubilidade.

2.2.3 Matérias-primas para elaboração dos extrusados

2.2.3.1 Fubá de Milho

Consumido em todo o território nacional, o fubá é o pó obtido pela moagem fina do milho duro, cru, seco e debulhado. No século XVIII o fubá assumiu seu posto fixo na alimentação nacional. Especialmente nas regiões de mineração, o fubá desempenhou papel importante na alimentação dos escravos.

De acordo com Resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde, fubá é a farinha de milho obtida a partir da moagem desse cereal, desgerminado ou não.

O fubá pode ser obtido a partir da moagem do milho amarelo ou do milho branco. Dois sistemas gerais são utilizados: através da não degerminação, o qual mói o milho inteiro, produzindo uma farinha integral, denominada fubá comum, que é rico em óleo, pois contém todas as partes do milho, principalmente o germe. Devido ao seu alto teor de óleo, tem vida curta, tornando-se rançoso com facilidade; através da degerminação, libera o grão de milho da película e do germe produzindo canjicas (pedaços puros de endosperma), fubás de diferentes granulometrias, óleo e farelo para ração. Chamado de mimoso ou fubá canjica é mais fino, mais homogêneo e possui vida útil mais longa do que o fubá comum porque não estão presentes a casca e o germe do milho (FELIPPE, 2007).

O amido in-natura não absorve água à temperatura ambiente, sendo sua viscosidade em meio aquoso, praticamente nula. Entretanto, o amido extrusado absorve água rapidamente, formando uma pasta à temperatura ambiente, a qual é formada por macromoléculas solubilizadas, incluindo também partículas intumescidas por água (GUERREIRO, 2007).

O amido é o principal componente energético dos grãos de cereais e, no processo de extrusão, devido as suas características, contribui na expansão e coesão do produto final, além de ser gelatinizado a uma temperatura de 50 a 80°C, quando o amido torna-se solúvel, tanto em água fria como em água quente, resultando em melhor digestibilidade, devido à maior facilidade de absorção de enzimas (AMARAL, 2002).

A principal matéria-prima utilizada é o grits de milho, que é um dos subprodutos do milho, constituindo cerca de 70% da formulação de snack. Seu tamanho varia de 2,0 a 0,60 mm. Na fabricação de extrudados de milho, os grits oriundos da moagem dos grãos secos, constituem a matéria-prima principal, sendo a qualidade de processamento essencialmente definida pelas características intrínsecas dos grãos que lhe deram origem, os quais podem

variari não apenas no aspecto físico, mas, principalmente, na composição de seus constituintes principais (ROBUTTI *et al.*, 2002; WATSON, 1987).

O grits de milho não pode obter variações na granulometria, pois pode afetar diretamente a qualidade do produto final, pois causará variação na pressão de extrusão, parâmetro diretamente relacionado à textura do produto.

2.2.3.2 Aromatizantes

Os aromatizantes são substâncias ou mistura delas, que dão ao alimento aroma idêntico ao original, e alguns que “reforçam” esse aroma natural.

Esses aromatizantes podem ser: naturais (extratos de vegetais, óleos e etc.), artificiais (sintéticos, que não existem na natureza), sintéticos (idênticos aos naturais, que imitam a estrutura química do aroma natural do alimento) e natural reforçado (aromatizantes naturais e sintéticos misturados que realçam o aroma e sabor) (EDUCAÇÃO, 2013).

No Brasil, em 1999, foi aprovado o Regulamento Técnico sobre “Aditivos Aromatizantes e Aromas” que, à semelhança dos regulamentos internacionais, define como aromatizantes ou aromas naturais àqueles obtidos exclusivamente mediante métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas aromatizantes e aromas naturais. A International Organization of the Flavor Industry (IOFI), organismo representativo da indústria mundial de flavorizantes, incluiu o uso de bactérias, leveduras, fungos filamentosos, células animais ou vegetais, e enzimas derivadas destas, como processo bioquímico para produção de substâncias flavorizantes naturais.

Estudos demonstram que as características sensoriais, em particular o aroma, têm efeito sobre a escolha do consumidor. Existe uma quantidade de aromatizantes no mercado, conhecidos também como flavorizantes. Pesquisas afirmam que alguns aromatizantes possuem mais de mil substâncias para ficarem com o aroma idêntico ao do alimento.

2.2.3.3 Corante

Corantes são aditivos alimentares definidos como todas as substâncias que conferem, intensificam ou restauram a cor de um alimento. Segundo o Item 1.2 da Portaria SVS/MS 540/97, aditivo é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente ao alimento com o objetivo de modificar suas características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante

sua fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação, sem o propósito de nutrir.

De acordo com a resolução nº 44/77 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Ministério da Saúde, os corantes permitidos para uso em alimentos e bebidas são classificados em corante orgânico natural, obtido a partir de vegetal ou, eventualmente de animal, cujo princípio tenha isolado com o emprego de processo tecnológico adequado; corante orgânico artificial, obtido por síntese orgânica, mediante o emprego de processos tecnológicos adequados e não encontrado em produtos naturais; corante orgânico sintético idêntico ao natural, cuja estrutura química é semelhante a do princípio isolado do corante orgânico natural; e corante inorgânico ou pigmento, obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de elaboração e purificação adequados ao seu emprego em alimentos.

2.2.3.4 Glutamato Monosódico

O Glutamato Monosódico (MSG) possui a capacidade de realçar outros compostos ativos que conferem sabor, proporcionando o equilíbrio e harmonização do sabor geral de certos pratos. O MSG melhora a palatabilidade apenas na concentração correta. Um excesso de MSG rapidamente destrói o sabor de um prato. Embora essa concentração varie com o tipo de alimento, em caldos a pontuação para "agradável" cai rapidamente com mais de 1 g de MSG por 100 mL (KAWAMURA, 1987). Com essas propriedades, o MSG pode ser usado para reduzir a ingestão de sódio, que causa predisposição a hipertensão, doenças cardíacas e derrame. O gosto de alimentos com pouco sal melhora com o MSG, mesmo com redução de 30% de sal.

2.2.3.5 Mix Vitamínico

Atualmente a preocupação da indústria alimentícia é tentar aumentar o valor nutricional dos alimentos unindo a praticidade com a alimentação rica em nutrientes, já que a população está mais preocupada com a prevenção de doenças, mas não tem tempo de preparar ou se dedicar a ter uma alimentação mais natural, com frutas e alimentos frescos. Os mix vitamínicos visam suprir necessidades nutricionais que alguns alimentos industrializados não possuem naturalmente.

2.2.3.6 Óleo vegetal

De acordo com a Diretoria Colegiada (RDC) 85/2004 da ANVISA, óleos e gorduras vegetais são os produtos constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais. Podem conter pequenas quantidades de outros lipídeos como fosfolipídeos, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou na gordura.

2.2.3.7 Sal (Cloreto de Sódio)

O sal é o mineral com maior número de funções no nosso organismo, este ajuda a estimular o apetite para diversos tipos de alimentos, estimula a produção de diversas substâncias envolvidas no processo digestivo, controla o equilíbrio de água, contribui para transmitir os impulsos nervosos do cérebro para todo o corpo e regula a pressão arterial. As necessidades nutricionais de sódio são de, aproximadamente, 1,5 g por dia. O sal é muito utilizado na conservação de alimentos. Assim, alimentos industrializados como temperos prontos, enlatados, embutidos, queijos, salgadinhos, contem grande quantidade de sal.

2.2.4 Parâmetros de qualidade de produtos extrusados

O controle do processo de extrusão permite a obtenção de produtos com características variadas, melhorando a eficiência e economia da operação. Embora a extrusão seja um processo tecnológico simples, seu controle é complexo, devido ao grande número de variáveis envolvidas no processo. O controle das condições de extrusão, como temperatura, amperagem do motor das roscas, dosagem de matéria-prima, teor de umidade, tamanho do produto e absorção de aroma, são essenciais para garantir a boa qualidade do produto e evitar perdas de nutrientes.

As principais variáveis que são monitoradas no processo de fabricação de snack são: umidade do produto pós-extrusão, umidade do produto pós-forneamento, umidade final, teor de sal, textura, dosagem de grãos, dosagem de água, temperaturas do cilindro de extrusão, velocidade do cortador, velocidade das roscas, temperatura do forno, velocidade da esteira do forno e dosagem de aroma. O quadro 1 relaciona todos estes parâmetros citados e suas respectivas especificações.

Quadro 1- parâmetros monitorados no processo de fabricação de snack

| Parâmetro | | Especificação |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Dosagem do dosador de água (L/h) | | 10-20 |
| Extrusão | Temperatura Zona 01 (°C) | 75-90 |
| | Temperatura Zona 02 (°C) | 90-100 |
| | Temperatura Zona 03 (°C) | 110-150 |
| Rotação do motor da rosca (Rpm) | | 1000-1500 |
| Velocidade do cortador (Hz) | | 50-100 |
| Vazão do dosador de gritz (Hz) | | 24-30 |
| Velocidade da esteira do forno (Hz) | | 55-75 |
| Velocidade do dosador de aroma (Hz) | | 22-34 |
| Temperatura do forno (°C) | | 160-180 |
| Umidade pós-extrusão (%) | | 6 - 10 |
| Umidade pós-forneamento (%) | | 4 - 5 |
| Umidade pós-aromatização (%) | | 3 - 4 |
| Textura (g/f) | | 400 - 450 |

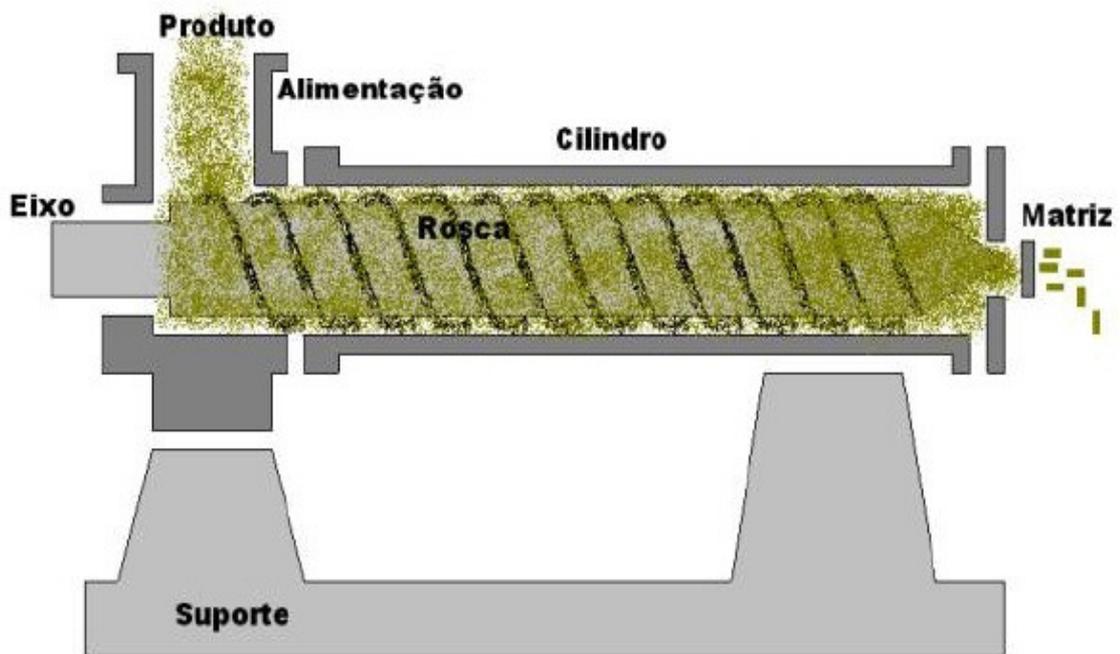
O profissional operador de extrusora deve sempre está atento a todas estas variáveis, pois qualquer mudança, devido a, por exemplo, uma variação na granulometria do grits, pode ocasionar graves problemas de qualidade do produto final, resultando em perdas para empresa.

3 ETAPAS DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO SALGADINHO SNACK

Segundo EL-DASH, o processo de extrusão é dividido nas etapas de pré-extrusão, extrusão e pós-extrusão. A pré-extrusão trata-se da mistura em proporção adequada das matérias-primas (ingredientes). Após a mistura, o material é transportado para ser extrusado com um conteúdo apropriado de umidade. Na etapa de extrusão, a mistura de ingredientes é inserida em um equipamento através do alimentador, sendo impulsionada pelo(s) parafuso(s) em direção à matriz. À medida que o produto atravessa as diferentes zonas de temperaturas de extrusão, ocorre aumento gradativo do atrito mecânico, provocado por modificações de geometria do parafuso e abertura da matriz. Em consequência, aumentam também a pressão e a temperatura, ocorrendo o cozimento do produto. A etapa seguinte, de pós-extrusão, compreende na secagem dos extrusados.

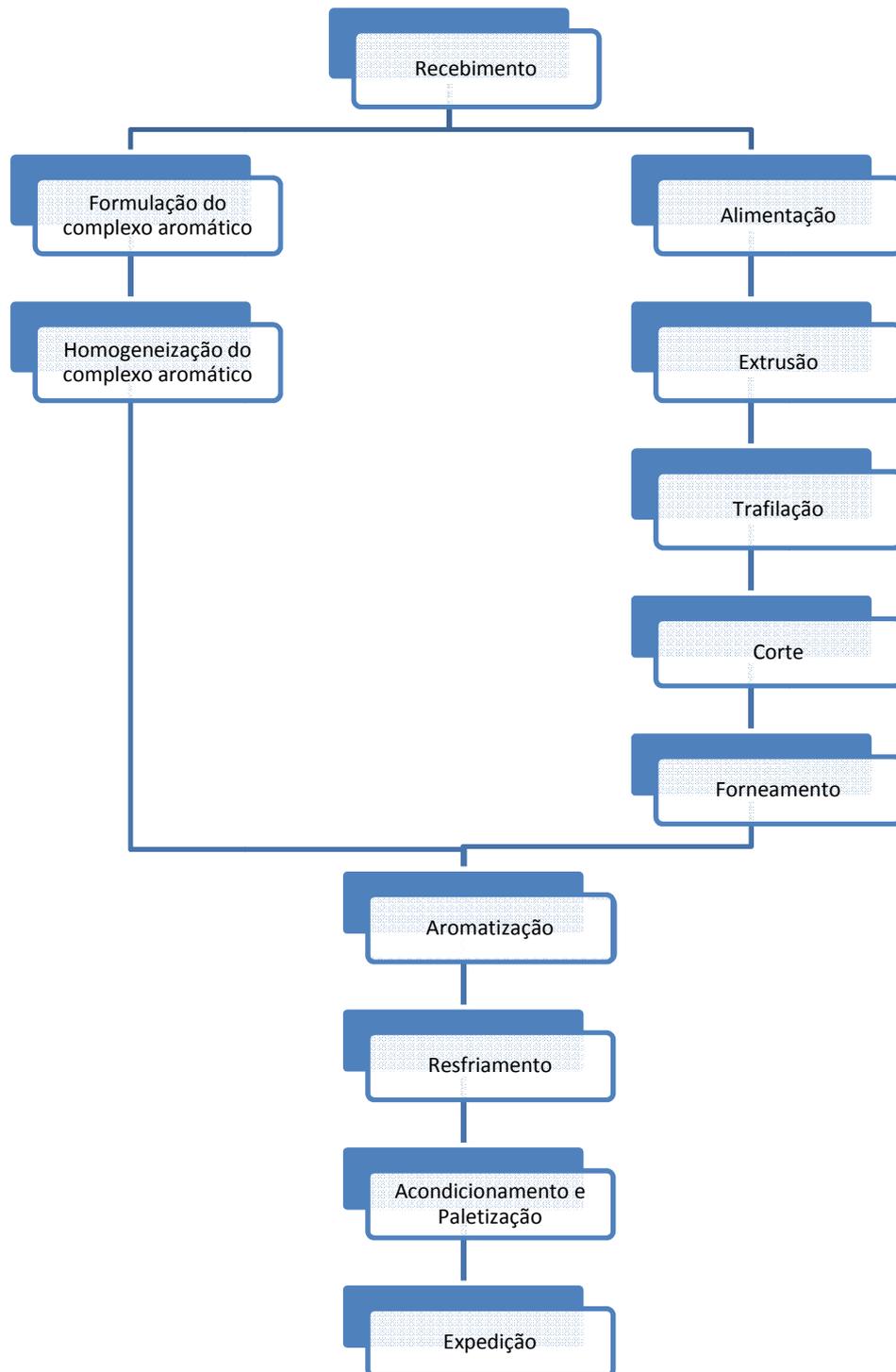
A Figura 1 exibe um esquema básico de um processo de extrusão.

Figura 1 – Esquema de uma extrusora



O processo de fabricação de snack é um processo contínuo dividido em 11 etapas: Formulação, homogeneização, alimentação, extrusão, trafilção, corte, forneamento, aromatização, resfriamento, acondicionamento e paletização.

A Figura 2 apresenta as etapas de produção do salgadinho “snack”.

Figura 2 – Etapas de produção do Snack

3.1 FORMULAÇÃO

Esta primeira etapa é onde todos os insumos (ingredientes) e os micro-insumos que constituem o snack são pesados, conforme a formulação estipulada pelo controle de qualidade. Estas pesagens são feitas no início do turno, de acordo com a quantidade de material que será produzido.

Os micro-insumos são todos os ingredientes, exceto o grits e a gordura, tais como: fibra, corante, complexo vitamínico, aroma, sal e glutamato monossódico. Estes micro-insumos, juntamente com a gordura, formam o complexo aromático, que é preparado em bateladas. A gordura é dosada em um recipiente aferido, e é à base do complexo.

Dentro de uma fábrica de snack, existe uma área chamada de “prémix”, que é onde são feitas as pesagens para formulação.

3.2 HOMOGENEIZAÇÃO

Após todos os insumos e micro-insumos serem pesados, ocorre a homogeneização dos mesmos, em um tanque contendo uma hélice (misturador) no qual foi adicionado a gordura líquida. Este complexo aromático fica homogeneizando entre 15 a 20 minutos.

É importante que o operador esteja atento a formação de grumos, que podem ser formados por algum dos micro-insumos, partindo do princípio de que todos estão na forma de pó, algum pode apresentar problemas de formação de grumos (por conta de umidade, processo de moagem, etc), e isto irá fatalmente ocasionar falha no processo, seja no entupimento do bico atomizador do aplicador de aroma, ou no próprio produto final, contendo “colóides” de aroma na sua superfície.

Existem dois tanques misturadores, o primeiro é onde ocorre a mistura, onde, após avaliação é transferido para o segundo tanque, que é o tanque de aplicação de aroma, o qual também dispõe de uma hélice para manter o complexo aromático em constante agitação.

3.3 ALIMENTAÇÃO

O processo de fabricação de snack dispõe de duas entradas de insumos distintas que atuam em paralelo. A primeira entrada de insumos é na extrusora, onde o grits e a fibra são pré-homogeneizados em um pequeno silo e através de um transporte mecânico (rosca), é

direcionado para a entrada da extrusora. É na entrada da extrusora que também é adicionado a água, cuja vazão é definida através de um fluxímetro. Já a segunda entrada de insumos é no aromatizador, através de um bico atomizador, que aplica o complexo aromático no produto forneado. O grau de aplicação de aroma é definido através da rotação da bomba de aplicação, e segue uma proporção pré-definida entre vazão do extrusado e aplicação de aroma, conforme o Gráfico A em anexo.

3.4 EXTRUSÃO

Esta é a etapa mais importante do processo e também a mais complexa, sendo necessário controlar bastantes variáveis para manter o produto dentro dos parâmetros de qualidade. A textura é a principal característica que é controlada na extrusão, onde, dependendo da pressão de extrusão e temperatura da camisa se definirá a textura ideal do produto.

Esta etapa de produção se divide em vários processos, cada um com seu controle individual de temperatura, são eles:

- Mistura – Na parte inicial do extrusor ocorre uma mistura intensa dos ingredientes do material, em função do fluxo e cisalhamento produzido no interior do cilindro. Esta mistura contribui para uma adequada fusão e plasticização do material.
- Cisalhamento – A intensidade do cisalhamento depende do tipo de fluxo, geometria e configuração da rosca e do cilindro, assim como, do espaço entre eles e da velocidade rotacional das roscas.
- Gelatinização – Processo resultante da desnaturação das proteínas e quebra do arranjo molecular, gerando um fluido moldável sob alta pressão e temperatura, que ao entrar em temperatura ambiente, sofre um resfriamento adiabático, resultando na textura característica do snack.

3.5 TRAFILAÇÃO

Na saída da extrusora é colocado um molde (trafila ou matriz) que se trata de uma peça de bronze ou aço que dispõe de um ou mais orifícios com variadas geometrias, que tem a

função de moldar a o fluido gelatinoso resultante da extrusão, é nesta etapa que o formato do snack é definido, seja ele bola, concha, palito, cheetos, tubo, zig-zag, etc.

3.6 CORTE

Logo após a matriz, existe uma série de lâminas giratórias faceadas com a trafilha, elas têm a função de definir o comprimento do snack. O conjunto de lâminas pode variar entre 4, 6 e 8 lâminas e sua velocidade de rotação é controlada com um inversor de frequência. Quanto mais rápido as lâminas girarem, menor o comprimento do produto.

3.7 FORNEAMENTO

Início da fase pós-extrusão, onde o produto já tem seu formato e sua textura definidos, para aumentar ainda mais sua palatibilidade, através da reação de Maillard, bem como seu tempo de vida útil. O snack é assado em um forno contínuo a gás à cerca de 170 °C, o produto entra no forno com 8 a 10% de umidade, saindo com 5 a 6,5% de umidade. Este processo é bem rápido, o produto fica cerca de 1 min dentro do forno, a velocidade de esteira do forno é controlada por inversor de frequência, logo, durante a operação, dependendo da umidade do produto na entrada do forno podemos alterar também a velocidade da esteira. Quanto menor a velocidade da esteira, maior o tempo de tratamento térmico do produto no forno.

3.8 AROMATIZAÇÃO

O complexo aromático preparado nas primeiras etapas é aplicado através de um aspersor ou atomizador, o produto sai do forno e entra em um cilindro rotativo, no início deste cilindro fica o bico atomizador que irá formar um spray em forma de leque, o produto, que está girando no cilindro rotativo vai recebendo este spray de aroma e incorporando uniformemente numa intensidade definida pela bomba de aplicação, como já foi dito anteriormente.

3.9 RESFRIAMENTO, ACONDICIONAMENTO E PALETIZAÇÃO

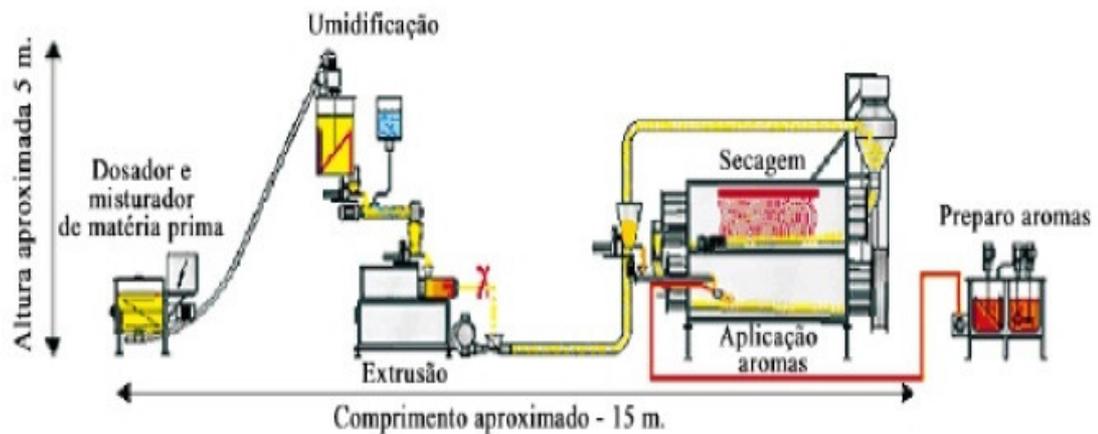
O produto já aromatizado é colocado em um rápido repouso à temperatura ambiente em silo denominado silo de resfriamento. O snack passa em média 2 min em estado

estacionário, este pequeno resfriamento é importante para evitar que o produto seja envasado quente, o que pode ocasionar condensação interna, gerando o estufamento do pacote e a possibilidade de uma contaminação por bolores e leveduras.

Em seguida, o snack entra na zona de acondicionamento asséptico, são dosados nas quantidades pré-programadas, passam por um detector de metais, datador e são envasados sem nenhum contato humano para evitar contaminação, é utilizada uma embalagem metálica, com o objetivo de manter ao máximo suas características organolépticas.

Os pacotes então são encaixotados, registrados e paletizados, estando prontos para serem expedidos e consumidos. A Figura 3, apresenta a linha de produção de snack.

Figura 3 – Linha de produção de snack



4 METODOLOGIA

Foram realizadas as análises físico-químicas do produto “snack” no laboratório de uma conceituada indústria de alimentos. A coleta das amostras foi feita em dias aleatórios do mês de setembro/2014 a qual foi chamada de “Amostra A” e a do mês de outubro/2014 foi chamada de “Amostra B”.

Para a amostra A, foi utilizado o processo da forma convencional, de acordo com a Tabela 1, o qual vinha sendo industrializado. Para a amostra B, foi alterado as temperaturas do cilindro da extrusora e do forno em 3 níveis diferentes de valores B1, B2 e B3 com o objetivo de estabelecer o limite máximo de temperatura que se pode trabalhar, sem alterar o padrão de textura do produto como também observar se houve variação de umidade dos cilindros, e corrigir alterando a temperatura do forno. As análises padrão realizadas foram:

- Teor de sal: tem por finalidade determinar o percentual de sal da formulação do snack de milho, permitindo sua uniformidade e conservação do produto. O método consiste em pesar 25 g da amostra em um Becker de 500 mL, adicionar 250 mL de água destilada, vedar e misturar por 10 min até completa dissolução do sal. Em seguida filtrar, retirar 10 mL do filtrado, transferir para um erlenmeyer de 250 mL, adicionar 25 mL de água destilada, agitar por 5min, adicionar 6 a 8 gotas do indicador $K_2Cr_2O_7$ e titular com uma solução de Ag_2NO_3 0,1 N até obter coloração vermelho/alaranjado tijolo. Anotar o volume gasto na titulação e determinar o teor de sal correspondente.
- Umidade: a umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade e composição, a qual pode afetar na sua estocagem, embalagem e processamento. O método utilizado foi com um medidor de umidade por infravermelho.
- Textura: é o “conjunto de propriedades mecânicas, geométricas e de superfície de um produto, detectáveis pelos receptores mecânicos e tácteis e, eventualmente pelos receptores visuais e auditivos” (Norma ISO 1992). O método de análise da textura foi por meio do texturômetro, que é um instrumento científico imitativo que mede com absoluta precisão a resposta de uma amostra às forças de tensão, compressão, penetração, flexão e extrusão. Os resultados são gerados em um computador na unidade de gf (grama-força). Quanto maior a gf, maior a firmeza do produto.

As mudanças nos parâmetros do processo foram feitas em três dias diferentes, como dito anteriormente. Foi identificado B1, B2 e B3. Basicamente, a temperatura das três zonas do cilindro da extrusora foi aumentando gradativamente em cada dia de teste, e de acordo com a umidade pós-extrusão. A temperatura do forno foi ajustada para manter a umidade pós-forno igual ao padrão especificado, de acordo com a Tabela 1.

O Quadro 2 exibe os valores das temperaturas das zonas da extrusora, as quais foram pré-determinadas e as temperaturas do forno foram estabelecidas durante o processo de acordo com a umidade pós-forneamento resultante.

Quadro 2- Valores de temperaturas nas zonas da extrusora pré-determinadas.

| Amostra | A (padrão) | B1 | B2 | B3 | Bn... |
|-------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| Temp 1° zona (°C) | 90 | 100 | 110 | 120 | - |
| Temp 2° zona (°C) | 100 | 110 | 120 | 130 | - |
| Temp 3° zona (°C) | 150 | 160 | 170 | 180 | - |
| Temp. forno (°C) | 180 | ? | ? | ? | - |

4.1 ANÁLISE SENSORIAL

Para a realização desta análise, foram selecionados 20 degustadores aleatoriamente, com o objetivo de avaliar 5 amostras, as quais foram distribuídas da seguinte forma: amostra padrão, amostra teste (B2) e 2 amostras de outras empresas.

Foram aplicados os testes, onde os degustadores avaliaram conforme as seguintes alternativas: Ótimo, muito bom, bom, regular e não gostei.

5 RESULTADOS

Neste capítulo serão avaliados e discutidos os resultados obtidos no processo que indicam diretamente a qualidade do produto.

O quadro 3 apresenta os resultados da amostra A (padrão) das análises realizadas de, umidade e textura. Estas análises foram feitas 10 vezes consecutivas, nas respectivas temperaturas de extrusão 90, 100 e 150 °C.

Quadro 3- Resultados das análises de umidade e textura da amostra A na temperatura de 90, 100 e 150 e temperatura do forno de 180°C.

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|------------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 9,5 | 9,2 | 8,9 | 9,5 | 9,3 | 9,2 | 8,7 | 8,8 | 9,2 | 9,1 | 9,2 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 4,6 | 5,1 | 5,3 | 4,5 | 4,7 | 5 | 4,9 | 4,6 | 4,7 | 4,9 | 4,8 | 4-5 |
| Umidade Final | 3,8 | 3,4 | 3,7 | 3,9 | 3,4 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,5 | 3,7 | 3,5 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 420 | 443 | 435 | 427 | 433 | 429 | 441 | 431 | 425 | 427 | 430 | ⁴⁰⁰ - ₄₅₀ |

Para a amostra padrão (A), não foi necessário ajustar a temperatura do forno, pois não houve alteração nas temperaturas das zonas do cilindro da extrusora, já no caso das amostras B1, B2 e B3, foram feitas duas vezes esta mesma análise, primeiramente sem alterar a temperatura do forno, e em seguida, ajustando a temperatura do forno para que a umidade pós-forno ficasse dentro do padrão aceitável.

O quadro 4 apresenta os resultados das análises de umidade e textura da amostra B₁ nas respectivas temperaturas do cilindro de 100, 110 e 160 °C e do forno a 180 °C.

Quadro 4 - Resultados das análises de umidade e textura da amostra B₁ na temperatura de forno de 180 °C

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|------------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 7,9 | 8,2 | 7,6 | 7,8 | 7,5 | 8 | 7,5 | 7,6 | 8 | 7,8 | 7,8 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 3 | 2,7 | 3,2 | 3,1 | 3,3 | 3 | 2,9 | 2,8 | 3,1 | 3,3 | 3,05 | 4-5 |
| Umidade Final | 2 | 1,9 | 2,2 | 1,7 | 2,1 | 2 | 2,3 | 1,5 | 1,8 | 1,9 | 1,95 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 480 | 487 | 498 | 493 | 485 | 490 | 492 | 487 | 482 | 485 | 487 | ⁴⁰⁰ - ₄₅₀ |

Podemos notar que os resultados da umidade pós-extrusão e final estão fora do padrão, bem como a textura, pois quando se aumenta a temperatura dos cilindros, o produto sai da

extrusora mais seco, sendo necessário diminuir a temperatura do forno para manter a umidade pós-forno e final dentro do padrão, conseqüentemente a textura também tende a retornar ao padrão. Dentro desta problemática, foi diminuída a temperatura do forno gradativamente até que os valores ficassem com umidade dentro do padrão. Em seguida, foi feita a segunda análise da amostra B1.

O quadro 5 mostra os resultados da umidade e textura da amostra B₁ nas respectivas temperaturas do cilindro anteriormente testadas, sendo a do forno 167 °C.

Quadro 5- Resultados das análises de umidade e textura para a amostra B₁ na temperatura do forno de 167 °C

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 7,9 | 8,2 | 7,6 | 7,8 | 7,5 | 8 | 7,5 | 7,6 | 8 | 7,8 | 7,8 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 4,4 | 4,6 | 3,9 | 4,2 | 4,3 | 4,6 | 4,5 | 4,1 | 4,4 | 4,6 | 4,4 | 4-5 |
| Umidade Final | 3,7 | 3,2 | 3,8 | 3,3 | 3,7 | 3,8 | 3,4 | 4 | 4,1 | 3,6 | 3,7 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 435 | 438 | 439 | 436 | 439 | 436 | 437 | 440 | 434 | 441 | 438 | ⁴⁰⁰⁻ ₄₅₀ |

Todos os parâmetros de qualidade ficaram dentro do especificado e houve uma diminuição de 8% da temperatura do forno.

O quadro 6 mostra os resultados da umidade e textura da amostra B₂ nas temperaturas do cilindro de 110, 120 e 170 °C sendo a do forno mantida em 167 °C.

Quadro 6- Resultados das análises de umidade e textura para a amostra B₂ na temperatura do forno de 167 °C

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 6,7 | 7,2 | 6,6 | 6,8 | 7,1 | 6,9 | 7,5 | 7,3 | 7,1 | 7,1 | 7,1 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 3,2 | 2,9 | 2,7 | 3,4 | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,1 | 3 | 2,8 | 3,15 | 4-5 |
| Umidade Final | 2,5 | 2,2 | 2,9 | 2,4 | 2,3 | 3 | 2,6 | 2,3 | 2,2 | 2,6 | 2,45 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 476 | 469 | 473 | 478 | 477 | 475 | 485 | 479 | 476 | 487 | 477 | ⁴⁰⁰⁻ ₄₅₀ |

Assim como na 1^a análise da amostra B₁, observa-se que com o aumento da temperatura dos cilindros, a umidade pós-extrusora diminuiu, mas ainda ficou dentro da especificação, em conseqüência disto, as umidades pós-forno e final caíram drasticamente, ficando fora do padrão aceitável. O produto teve um excesso de reação de Maillard, ficando bastante escuro, e também um início de carbonização, pois estava bastante seco, o que pode ser verificado claramente na análise de textura, que ficou bem acima do padrão. Partindo do

mesmo princípio da amostra B₁, a temperatura do forno foi sendo diminuída até que a umidade pós-forno ficasse dentro da faixa padrão. Quando o padrão foi alcançado, foram feitas todas as análises novamente.

O quadro 7 mostra os resultados da umidade e textura da amostra B₂ nas respectivas temperaturas do cilindro anteriormente testadas, sendo a do forno 150 °C.

Quadro 7- Resultados das análises de umidade e textura para a amostra B₂ na temperatura do forno de 150 °C

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 6,7 | 7,2 | 6,6 | 6,8 | 7,1 | 6,9 | 7,5 | 7,3 | 7,1 | 7,1 | 7,1 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 4,6 | 4,2 | 4,8 | 4 | 3,9 | 4,7 | 4,5 | 4,4 | 4,6 | 4,5 | 4,5 | 4-5 |
| Umidade Final | 3,8 | 3,9 | 3,6 | 3,2 | 3,7 | 3,4 | 3 | 3,7 | 3,2 | 3 | 3,5 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 440 | 438 | 446 | 449 | 444 | 442 | 437 | 435 | 438 | 443 | 441 | ⁴⁰⁰⁻ ₄₅₀ |

Todos os parâmetros de qualidade estão dentro do valor especificado e foi observado uma diminuição de 16,7% da temperatura do forno.

O quadro 8 exibe os resultados da amostra B₃ nas temperaturas do cilindro de 120, 130 e 180 °C, e mantida a temperatura do forno em 150 °C.

Quadro 8- Resultados das análises de umidade e textura para a amostra B₃ na temperatura do forno de 150 °C

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|-----------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 6 | 6,5 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 6,1 | 5,9 | 6,3 | 6,4 | 6,4 | 6,2 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 2,8 | 2,3 | 2,8 | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 2,7 | 2,7 | 2,6 | 2,5 | 2,55 | 4-5 |
| Umidade Final | 2 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,8 | 0 | 1,5 | 1,2 | 0,6 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 503 | 508 | 512 | 499 | 497 | 501 | 505 | 495 | 503 | 492 | 502 | ⁴⁰⁰⁻ ₄₅₀ |

O produto ficou completamente fora de padrão, com sinais de carbonização, devido à alta temperatura dos cilindros sem que houvesse compensação na temperatura do forno. Este produto não atingiu características organolépticas favoráveis para degustação, apresentou alta textura, não foi mastigável e mesmo assim, foi reduzida a temperatura do forno até que a umidade pós-forno ficasse dentro do padrão (4-5%).

O quadro 9 exibe os resultados da amostra B₃ nas temperaturas do cilindro iguais a 1ª análise (120, 130 e 180° C), reduzindo a temperatura do forno para 125 °C.

Quadro 9- Resultados das análises de umidade e textura para a amostra B3 na temperatura do forno de 125 °C

| | Média | | | | | | | | | | | Padrão |
|------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----------------------------------|
| Umidade Pós-extrusora | 6 | 6,5 | 5,9 | 6,1 | 6,3 | 6,1 | 5,9 | 6,3 | 6,4 | 6,4 | 6,2 | 6-10 |
| Umidade Pós-forno | 3,7 | 3,6 | 3,8 | 4,3 | 4,1 | 3,8 | 3,9 | 4,3 | 4 | 3,9 | 3,9 | 4-5 |
| Umidade Final | 3 | 2,9 | 2,9 | 3,1 | 3,1 | 2,9 | 3,4 | 3,3 | 3,5 | 3,1 | 3,1 | 3-4 |
| Textura (g/f) | 476 | 471 | 463 | 471 | 473 | 477 | 475 | 469 | 472 | 476 | 473 | ⁴⁰⁰⁻ ₄₅₀ |

Foi verificado que as umidades pós-forno e final ficaram dentro do padrão, porém a textura não baixou, o produto continuou muito duro, difícil de mastigar, e fora da faixa do padrão para textura, conseqüentemente, esta amostra foi rejeitada.

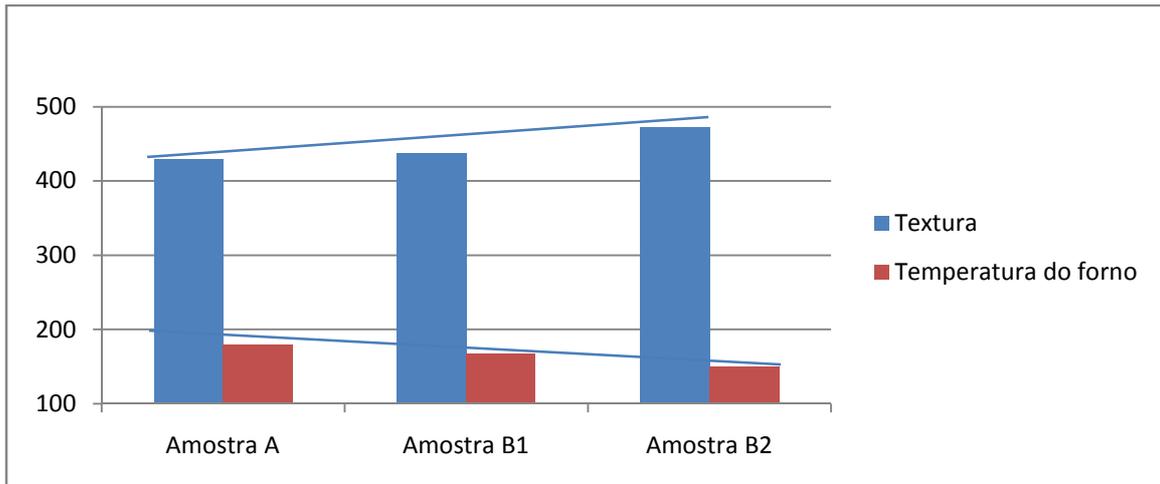
O quadro 10 encontra-se a síntese dos resultados acima obtidos, ou seja, a temperatura do forno ideal para cada amostra. Quando se manteve a umidade pós-forno e a textura dentro do padrão, observou-se que, a medida que as temperaturas do cilindro aumentavam, a umidade pós-extrusão diminuía, logo, para que a umidade pós-forno ficasse dentro do padrão, era necessário diminuir a temperatura do forno, considerando também que a textura do produto ficasse dentro do padrão aceitável. A Tabela 10 mostra os respectivos resultados encontrados.

Quadro 10- Resultados das análises de umidade e textura das amostras em diferentes temperaturas

| Amostra | A (padrão) | B1 | B2 | B3 |
|-----------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Temp 1° zona (°C) | 90 | 100 | 110 | 120 |
| Temp 2° zona (°C) | 100 | 110 | 120 | 130 |
| Temp 3° zona (°C) | 150 | 160 | 170 | 180 |
| Temp. forno (°C) | 180 | 167 | 150 | 125 |
| Umidade Pós-extrusão (%) | 9,2 | 7,8 | 7,1 | 6,2 |
| Umidade Pós-forneamento (%) | 4,8 | 4,4 | 4,5 | 3,9 |
| Umidade Final (%) | 3,5 | 3,7 | 3,5 | 3,1 |
| Textura (g/f) | 430,05 | 438 | 441 | 473 |

A Figura 4 mostra a influência da temperatura sobre a textura do snack.

Figura 4- Influência da temperatura sobre a textura do snack.



Percebe-se que a textura está diretamente relacionada à temperatura e umidade do processo. Quanto menor a umidade do produto, maior a textura.

O quadro 11 exibe os valores da temperatura do forno e do consumo de gás no processamento do salgadinho “snack”.

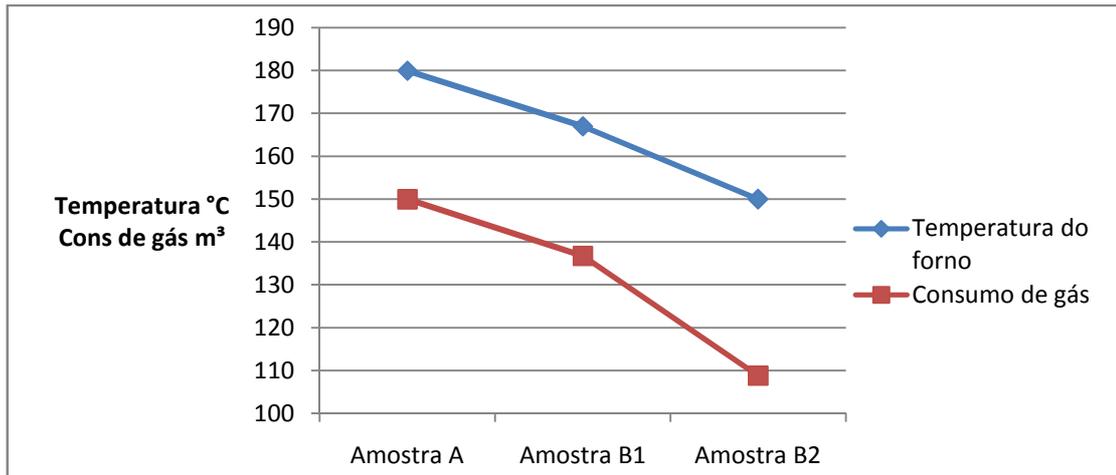
Quadro 11- Consumo de gás e temperaturas do forno na elaboração de snack

| Amostra | <i>A (padrão)</i> | <i>B1</i> | <i>B2</i> |
|--------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| Temp. forno (°C) | 180 | 167 | 150 |
| Consumo de gás (m ³ /dia) | 150 | 136,8 | 108,86 |

A amostra B2 foi a que apresentou claramente a queda no consumo de gás do queimador do forno quando utilizada a menor temperatura.

A Figura 5 exibe o comportamento da temperatura do forno e do consumo do gás na elaboração do “snack”.

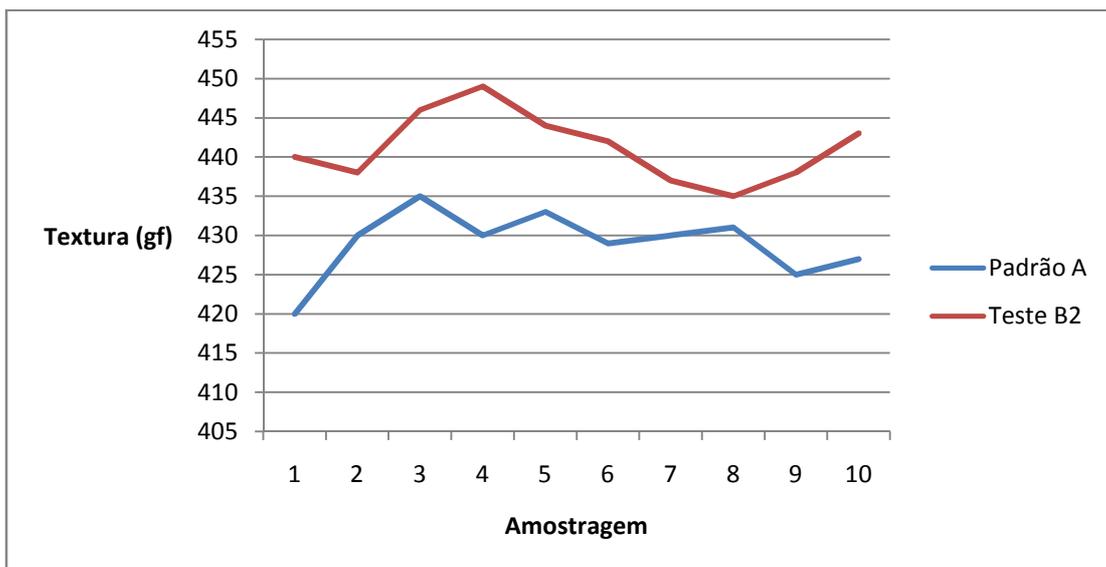
Figura 5 - Comportamento da temperatura do forno e do consumo do gás na produção de “snack”



Observa-se que quanto menor a temperatura do forno, menor o consumo de gás.

A Figura 6 exibe a comparação da textura da amostra padrão com a amostra teste B2

Figura 6 – Textura da amostra padrão e amostra teste B2

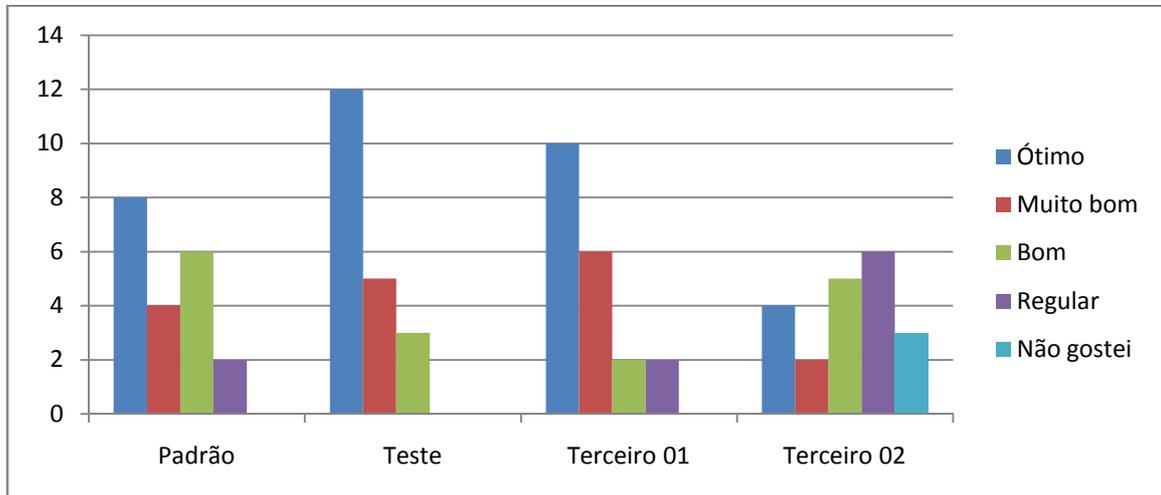


Comparando a textura da amostra padrão com a textura da amostra teste (B2), verifica-se que houve um pequeno aumento, tornando o produto mais firme, e com a sensação de “dissolver” na boca, o que provavelmente gerou uma maior aceitabilidade dos degustadores.

A textura, que é considerada o indicador mais importante do snack, por atrair os consumidores, apresentou uma pequena variação durante as mudanças no processo. Para a temperatura mais alta, observou-se vários pontos favoráveis, tais como: perdas de nutrientes menores, o cozimento melhora a digestibilidade do produto, devido a desnaturação das proteínas e gelatinização do amido.

A figura 7 mostra o resultado do teste de aceitação do produto acabado realizado com os degustadores.

Figura 7 – Resultado do teste de aceitação do produto acabado



Percebe-se que a amostra “teste” apresentou o melhor resultado, seguido pelo “terceiro 01”, “Padrão” e “terceiro 02”, o que mostra claramente que a amostra “teste” aumentou sua palatabilidade, devido o aumento da textura de 430 para 441 g/f.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste trabalho conclui-se que:

- ✓ A amostra B2 foi a que apresentou claramente a queda no consumo de gás do queimador do forno quando utilizada a menor temperatura, obtendo-se portanto o melhor produto final (“snack”);
- ✓ A menor temperatura do forno gerou uma economia de gás considerável de aproximadamente R\$ 17873,19 / ano, sem alterar a palatibilidade do snack e ainda melhorando sua textura, portanto a amostra B2 foi a melhor.
- ✓ O tempo de vida útil de peças de substituição do forno aumentou, devido a uma menor temperatura de processo, gerando uma economia de aproximadamente R\$ 900,00 / ano;

7 REFERÊNCIAS

EL-DASH, A. A. **Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses.** In: POMERANZ, Y.; MUNICH, L. (Ed.). *Cereals: a renewable resource, theory and practice.* Saint Paul: American Association of Cereal Chemists, 1981. p.165-216

GUERREIRO, L. **Produtos Extrusados para consumo humano, animal e industrial.** REDETEC – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007.

ANVISA. **Resolução CNNPA nº 44, de 1977.** Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/44_77.htm > Acessado em: 14 de out. 2014.

ANVISA. **Resolução nº 85, de 2004.** Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B8994-1-0%5D.pdf>> Acessado em: 14 de out. 2014.

CHUANG, G.C.; YEH, A. **Effect of screw profile on residence time distribution and starch gelatinization of rice flour during single screw extrusion cooking.** *Journal of Food Engineerin*, 2004.

EDUCAÇÃO, P. **Aromas e aromatizantes – Alimentos.** Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/Artigo/Imprimir/47833>> Acessado em: 16 de out. 2014.

FARAJ, A. et. al. **The effect of extrusion cooking on resistant starch formation in waxy and regular barley flours.** *Food Research International*, 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>> Acesso em: 15 de out. 2014.

FELIPPE, G. **Grão e sementes: a vida encapsulada.** São Paulo: Editora Senac SP, 2007.

FERREIRA, T.A.P.C. **Avaliação nutricional do amaranto (*Amaranthuscaudatus L.*) extrusado em diferentes condições de umidade.** São Paulo, 1999. 157p. Tese(Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

KAWAMURA, Y.; KARE, M. R.; *Umami: basic teste.* New York: Marcel Dekker Inc., 1987.

LEONEL M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão.** 2005.

AHMED, Z. **Physico-chemical, structural and sensory quality of corn based flax-snack.** *Nahrung*, v.43, n.4, p. 253-258, 1999.

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.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL DE MINAS GERAIS. **Investindo em Minas Gerais. Principais setores: agroindústria.** Disponível em: <<http://www.indi.mg.gov.br/perfil/setores/ai.html>>. Acesso em: 12 out. 2014.

BOOTH, R. G. **Snack food.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 401 p.

ÕZER, E.A.; IBANOGLU, S.; AINSWORTH, P.; YAGMUR, C. **Expansion characteristics of a nutritious extruded snack food using response surface methodology.** *European Food Research and Technology*, v. 218, p. 474-479, 2004.

AMARAL, C. Extrusão e peletização de ração completa: Efeitos no desempenho, na digestibilidade e no Desenvolvimento das câmaras gástricas de Cabritos saanen. Jaboticabal – SP, 2002.

ROBUTTI, J., BORRÁS, F., GONZÁLES, R., TORRES, R., e De GREEF, D. **Endosperm properties and extrusion cooking behavior of maize cultivars.** *Lebensmittel Wissenschaft + Technologie*, 2002.

WATSON, S.A. **Structure and composition.** In: **Corn Chemistry and Technology.** 2nd. edition. S.A. Watson and P.E. Ramstad, eds. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN. p.53-82, 1987.

APÊNDICE

Gráfico A – Relação de consumo de aroma e fubá

