

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ADRIANA PIETA

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NA TEXTURA E
COR DE BISCOITOS ROSCA SABOR LEITE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LONDRINA
2015

ADRIANA PIETA

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NA TEXTURA E
COR DE BISCOITOS ROSCA SABOR LEITE**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho
Coorientador: Prof. Dr^a. Alessandra Machado

LONDRINA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

P625i Pieta, Adriana

Influência da granulometria do açúcar na textura e cor de biscoitos rosca
sabor leite / Adriana Pietra. - Londrina: [s.n.], 2015.

137 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Alessandra Machado.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2015.

Inclui bibliografias

1. Biscoitos - Indústria. 2. Açúcar - Análise. 3. Transporte pneumático.
4. Análise de componentes principais. I. Coelho, Alexandre Rodrigo, orient. II.
Machado, Alessandra, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

FOLHA DE APROVAÇÃO

**Influência da Granulometria do Açúcar na Textura e Cor de Biscoitos Rosca
sabor leite**

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NA
TEXTURA E COR DE BISCOITOS ROSCA SABOR
LEITE**

por

ADRIANA PIETA

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina às 16:00h de 28 de agosto de 2015. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Alexandre Rodrigo Coelho, Dr.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR
Orientador

Toni Jefferson Lopes, Dr.

Universidade Federal do Rio Grande
FURG
Membro Examinador Titular

Vânia de Cássia da Fonseca Burgardt, Dra.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UTFPR
Membro Examinador Titular

Visto da coordenação:

Prof. Fábio A. Coró, Dr.
(Coordenador do PPGTAL)

A folha de aprovação assinada encontra-se arquivada na secretaria do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos

AGRADECIMENTOS

À empresa fabricante de biscoitos, especialmente à supervisão do departamento de qualidade e a gerência industrial pelo apoio e oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e desenvolver a pesquisa deste mestrado.

À empresa Granolab do Brasil pela disponibilidade em realizar as análises de textura e cor dos biscoitos elaborados nesta pesquisa. Em especial à Paola Lopes e a Patricia Almeida pela dedicação e atenção em relação a esta pesquisa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho pelos ensinamentos, pelo sempre pronto atendimento e dedicação, disponibilidade, pelo incentivo, contribuições, paciência e confiança.

À minha Co-orientadora Prof. Dr^a. Alessandra Machado-Lunkes, por toda ajuda, atenção, disponibilidade e contribuições.

À Prof. Naimara Vieira do Prado e a Prof. Dr^a. Vânia de Cássia da Fonseca Burgard pela disponibilidade, dedicação, ensinamentos e contribuições imprescindíveis para o desenvolvimento deste estudo.

Aos meus colegas de trabalho dos departamentos de qualidade e de produção, e também aos colegas de mestrado, pelas contribuições para o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha mãe Lourdes S. Dalla Libera Pieta pelo exemplo de vitalidade, trabalho, fé, força e perseverança.

Ao meu esposo Luis pelo amor, companheirismo, compreensão, paciência e equilíbrio durante o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha família pela compreensão nos momentos de ausência em função das atividades relacionadas a esta pesquisa e pelo apoio ao longo dos anos na minha formação pessoal e profissional.

À todos que contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho e conquista.

RESUMO

PIETA, Adriana. **Influência da Granulometria do açúcar na textura e cor de biscoito rosca sabor leite**. 2015. 136 folhas. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

A textura e a cor têm influência na aquisição, consumo, aceitação e preferência de biscoitos. Alguns ingredientes e etapas de processo podem influenciar diretamente nestes parâmetros. O açúcar é um dos principais ingredientes utilizados nas formulações de biscoitos, sendo o tamanho, ou diâmetro dos cristais um fator importante para o comportamento da massa e conseqüentemente para a textura e cor do produto. Tendo em vista que a movimentação do açúcar na indústria de alimentos é realizada geralmente por transporte pneumático, e os cristais são quebrados, alterando a granulometria e conseqüentemente interferindo nas características do produto. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do transporte pneumático na granulometria e cor de açúcar cristal e conseqüentes modificações no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite. Para tal, foram realizadas análises de granulometria e cor de açúcar cristal, bem como análises da massa e dos biscoitos elaborados. O açúcar foi obtido de três diferentes fornecedores, codificados como A, B e C, e foi aplicado na produção das massas e dos biscoitos roscas sabor leite em duas condições: antes do transporte pneumático (ATP) e depois de submetido ao transporte pneumático (DTP), totalizando seis produções diferentes de massa e de biscoitos. Todos os demais ingredientes e condições de processo foram mantidas sem alteração em todas as produções. Através da análise de granulometria foi determinado o valor de diâmetro médio dos cristais de açúcar e a avaliação colorimétrica possibilitou determinar os valores dos intervalos de cores L, a* e b* (CIELab) do açúcar. O comportamento reológico da massa de biscoitos foi avaliado através de análise de consistência, estabilidade e dureza. Os biscoitos rosca sabor leite foram submetidos a análises instrumentais e sensoriais (teste descritivo e afetivo), onde foram avaliadas a textura (dureza e fraturabilidade) e cor (L, a* e b*). A granulometria nas amostras de açúcar ATP foi significativamente maior ($p < 0,05$) que nas amostras de DTP. Por outro lado, a análise de cor nas amostras de açúcar ATP apresentou luminosidade menor do que nas DTP ($p < 0,05$). A dureza da massa foi maior ($p < 0,05$) nas amostras onde foi aplicado o açúcar DTP. A textura do biscoito (dureza e a fraturabilidade) com açúcar ATP foram significativamente menores que os produzidos com açúcar DTP. A cor do produto com açúcar DTP foi maior ($p < 0,05$) que no produto com açúcar ATP. A ACP mostrou correlação entre os dados instrumentais e sensoriais. De acordo com os resultados obtidos observou-se que o transporte pneumático influencia diretamente na granulometria e cor do açúcar, bem como na textura e cor do produto final. Sendo assim, conclui-se que a utilização de açúcar cristal submetido ao transporte pneumático (DTP) na produção de biscoitos rosca sabor leite resulta em produtos mais escuros, e com maior dureza.

Palavras-chave: Transporte pneumático. Açúcar. Biscoito. Dureza. Análise de Componente Principais (ACP).

ABSTRACT

PIETA, Adriana. **Influence of Particle size sugar in texture and color of biscuits donut milk flavor**. 2015. 135 leaves. Dissertation (Professional Master's Degree in Food Technology) Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2015.

The texture and color influence the acquisition, consumption, acceptance and preference biscuits. Some ingredients and stages of process can directly influence these parameters. Sugar is one of the main ingredients used in the formulations biscuits, and the crystal size an important factor in the mass performance and consequently to the texture and color of the product. Having in view that the movement of the sugar in the food industry is carried out usually by pneumatic transport, and the crystals are broken by changing the particle size and consequently interfering with the characteristics of the product. In this context, the objective of this study was to evaluate the influence of pneumatic conveying in particle size and color of crystal sugar and consequent changes in mass behavior and parameters texture and color of thread biscuits flavored milk. For such, particle size and color of crystal sugar analyzes were conducted, as well as the dough analysis and biscuits prepared. The sugar was obtained from three different suppliers, coded as A, B and C, and has been applied in production of dough and biscuits flavored milk thread, in two conditions: before the pneumatic transport (BPT) and after being subjected to pneumatic transport (APT), totaling six different productions of dough and biscuits. All the other ingredients and process conditions were maintained without change in all productions. Through the analysis of particle size was determined the value of *mean aperture* of sugar crystals and the colorimetric evaluation allowed us to determine the values of color ranges L, a * and b * (Cielab) of sugar. The rheological behavior of cookie dough was evaluated using analysis of consistency stability and hardness. The biscuits thread flavor milk have been subjected to instrumental and sensory analysis (descriptive and affective tests), which were evaluated texture (hardness and fracturability) and color (L, a * and b *). The particle size distribution in the samples of sugar BPT was significantly higher ($p < 0.05$) than in samples of APT. On the other hand, the analysis of color in the samples of sugar BPT showed brightness lower than in APT ($p < 0.05$). The hardness of the dough was higher ($p < 0.05$) in samples where the Sugar APT was applied. The biscuit texture (hardness and fracturability) sugar BPT were significantly lower than those produced with APT sugar. The product color APT sugar was higher ($p < 0.05$) in the product with sugar ATP. The PCA showed correlation between instrumental and sensory analysis. According to the results obtained, it was observed that the pneumatic transport directly influences the size and color of sugar, as well as the texture and color of the final product. Thus, it is concluded that the use of crystal sugar submitted to pneumatic transport (APT) in the production of biscuits milk flavor results in products darker, and with greater hardness.

Keywords: Pneumatic Transport. Sugar. Biscuit. Hardness. Principal Component Analysis (PCA).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Delimitação de áreas para diferentes grupos de biscoitos com base em enriquecimento de formulações.....	17
Figura 2 – Fluxograma de processo de fabricação de biscoitos.....	18
Figura 3 – Equipamento de corte por arame.....	19
Figura 4 – Diagrama de transporte pneumático de pressão positiva	22
Figura 5 – Organograma esquemático experimental.....	37
Figura 6 – Processo de Fabricação Biscoito Rosca.....	40
Figura 7 – Diagrama de Transporte Pneumático.....	41
Figura 8 – Curva típica gerada no equipamento de análise reologica	43
Figura 9 - Curva típica gerada no Mixolab. As diferentes fases ilustram as alterações no comportamento da massa como uma consequência do trabalho mecânico e da temperatura.....	61
Figura 10 – Processo de Fabricação do biscoito rosca sabor leite.....	85
Figura 11 - Representação gráfica dos resultados da avaliação de atributos....	97
Figura 12 – Mapa de preferência dos biscoitos rosca sabor leite.....	100
Figura 13 – Intenção de compra dos biscoitos rosca sabor leite.....	101
Figura 14 – ACP para os atributos sensoriais e medidas instrumentais - transporte ATP e DTP.....	103
Figura 15 – ACP para comportamento medidas instrumentais e sensoriais dos biscoitos.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de Biscoitos de acordo com a designação, método de formação e formulação.....	16
Tabela 2 - Método de Formação de Biscoitos.....	19
Tabela 3 – Parâmetros e fases de mistura da análise reológica.....	44
Tabela 4 – Descritores sensoriais e referências definidas para o teste de avaliação de atributos.....	49
Tabela 5 - Caracterização do açúcar.....	53
Tabela 6 - Intervalo para os valores médios de Granulometria e Cor do açúcar..	55
Tabela 7 – Configurações do equipamento para aplicação do método.....	62
Tabela 8 - Granulometria do açúcar cristal.....	65
Tabela 9 – Resultados das análises de reologia dos sistemas modelo.....	67
Tabela 10 - Análise de Variância - reologia dos sistemas modelo	67
Tabela 11 – Reologia dos sistemas modelo – fator transporte.....	68
Tabela 12 - Resultados das análises realizadas com a massa dos biscoitos.....	72
Tabela 13 – Análise de variância aplicada aos resultados das massas de biscoitos rosca.....	73
Tabela 14 - Dureza da massa de biscoitos – fatores: transporte e fornecedor.....	73
Tabela 15 – Descritores sensoriais e referências de intensidade utilizadas na Avaliação de atributos.....	89
Tabela 16 - Cor das amostras de açúcar - fatores transporte e fornecedor.....	91
Tabela 17 - Dureza do biscoitos – Interação transporte x fornecedor.....	93
Tabela 18 - Fraturabilidade dos biscoitos – fator transporte.....	93
Tabela 19 - Cor dos biscoitos (Luminosidade e BCU) - Interação transporte x fornecedor.....	95
Tabela 20 - Cor dos biscoitos – fatores transporte e fornecedor.....	95
Tabela 21 – Análise de atributos sensoriais – fatores fatores transporte e fornecedor.....	98
Tabela 22 - Aceitação dos biscoitos - fator fornecedor.....	99
Tabela 23 - Matriz de correlação Pearson (n-1) para os resultados dos atributos sensoriais e parâmetros instrumentais avaliados nos biscoitos.....	105

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 BISCOITOS.....	15
3.1.1 Classificação dos Biscoitos.....	15
3.1.2 Processo de Fabricação	17
3.1.3 Transporte Pneumático.....	21
3.1.3.1 Aplicação.....	23
3.1.4 Contribuições da farinha e do açúcar no comportamento da massa, na textura e cor de biscoitos.....	24
3.1.4.1 Farinha de trigo.....	25
3.1.4.2 Açúcar.....	26
3.1.5 Comportamento reológico massa de biscoitos.....	30
3.1.6 Textura e Cor em Biscoitos.....	31
3.1.6.1 Textura.....	31
3.1.6.2 Cor.....	34
4 MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1 MATERIAL	36
4.2 MÉTODOS	36
4.2.1 Amostragem e caracterização do açúcar	37
4.2.2 Elaboração de sistemas modelo - farinha e açúcar	38
4.2.3 Elaboração das massas dos biscoitos para análise de consistência, estabilidade e dureza.....	39
4.2.4 Fabricação do biscoito rosca sabor leite	39
4.2.5 Análises do açúcar	42
4.2.5.1 Granulometria.....	42
4.2.5.2 Cor	43
4.2.6 Análise de reologia da farinha de trigo.....	43
4.2.7 Análise reologica dos sistemas modelo (farinha e açúcar).....	44

4.2.8 Análises da massa dos biscoitos.....	44
4.2.8.1 Consistência e Estabilidade	45
4.2.8.2 Dureza	45
4.2.9 Análises Intrumentais e Sensoriais dos biscoitos	46
4.2.9.1 Análise Instrumental de Cor	46
4.2.9.2 Análise Instrumental de Textura	47
4.2.9.3 Análise Sensorial	47
4.2.10 Análise Estatística	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO AÇÚCAR.....	53
CAPÍTULO 2 - ESTUDO DA INTERFERÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA MASSA DE BISCOITOS ROSCA SABOR LEITE	57
CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E COR DE AÇÚCAR CRISTAL NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS DE BISCOITO ROSCA SABOR LEITE.....	82
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS	124

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de biscoitos, totalizando 1,2 mil toneladas/ano (ANIB, 2014). Biscoitos ou Bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não (BRASIL, 2005). As rosca sabor leite podem ser classificadas como Biscoitos doces (produtos que contêm açúcar, além das substâncias normais nesse tipo de produtos) que são formados por extrusão seguida de corte por arame.

A qualidade sensorial é o principal fator na determinação da aceitação e preferência de biscoitos. Neste contexto, os ingredientes utilizados para enriquecer as formulações, a tecnologia aplicada ao processo de fabricação e as características sensoriais (cor, sabor e textura de cada tipo de biscoito) têm importância significativa.

O açúcar é um dos principais ingredientes utilizados nas formulações de diversos tipos de biscoitos e que tem influência direta na textura, cor e sabor dos produtos. Moretto e Fett (1999), Gallagher et al. (2003), Pareyt et al. (2009), Manley (2000) e Dendy e Dobraszcztk (2001) abordam sobre a importância e interferência do açúcar no comportamento da massa e nas características sensoriais de biscoitos, relatando que açúcar em biscoitos fornece doçura, afeta o sabor, as dimensões, expansão, cor, dureza, acabamento superficial e aparência geral do produto. Pareyt et al. (2009a), afirmam que a sacarose influencia as transformações físico-químicas dos componentes da farinha.

O mercado conta com diversos tipos de açúcares, porém a sacarose, ainda é o mais utilizado. Em seu estado puro, é normalmente disponível na forma de cristais brancos. Quando o açúcar é submetido ao transporte pneumático, os cristais são quebrados, podendo interferir no comportamento reológico da massa, e na textura e cor dos biscoitos em função da relação entre os ingredientes da massa e o tamanho, ou diâmetro da partícula do açúcar durante as etapas de mistura e cozimento.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar através de análises instrumentais e sensoriais a influência da granulometria e cor de açúcar (sacarose) no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência do transporte pneumático na granulometria de açúcar cristal e conseqüente modificações no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar o diâmetro médio dos grânulos de açúcar cristal antes e após o transporte pneumático por meio de análise de granulometria;
- Estudar a interferência da granulometria de açúcar cristal no comportamento reológico de um sistema modelo composto por farinha de trigo e açúcar;
- Analisar a influência da granulometria de açúcar cristal na consistência, estabilidade e dureza da massa de biscoito rosca sabor leite;
- Avaliar o impacto do transporte pneumático na granulometria e cor do açúcar cristal utilizado em biscoitos rosca sabor leite;
- Medir de forma instrumental a textura (dureza e fraturabilidade) e a cor (intervalos L, a*, b* e BCU) para amostras de biscoitos rosca sabor leite fabricados com o açúcar submetido ou não ao transporte pneumático;
- Aplicar método sensorial descritivo para análise de atributos em amostras de biscoito rosca sabor leite, de modo à descrever e quantificar os atributos sensoriais de interesse: textura, cor e sabor;
- Identificar a aceitação e preferência do consumidor entre amostras de biscoitos rosca sabor leite fabricados com açúcar cristal submetido ao transporte pneumático e com açúcar não submetido a esta etapa, por meio de testes sensoriais.
- Correlacionar os resultados das análises instrumentais e sensoriais através da Análise de Componentes Principais (ACP).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 BISCOITOS

Biscoitos ou bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005). Segundo Hosney (1994) e Manley (1998), biscoitos são pequenos produtos de panificação, feitos principalmente de farinha, açúcar, gorduras e outros ingredientes menores, tendo teor de umidade de menos de 4% e uma vida de prateleira, uma vez embalado, de mais de 6 meses.

De acordo com (Moretto et al., 2002), biscoitos são produtos obtidos pelo amassamento e cozimento da massa preparada com farinhas, amidos, fermentados ou não e outras substâncias alimentícias. Geralmente são designados biscoitos ou bolachas seguidos de substâncias que os caracterizam ou por nomes consagrados pelo uso, como por exemplo, biscoito de polvilho, biscoito de farinha de milho, bolacha de coco, *grissini*.

3.1.1 Classificação dos Biscoitos

Segundo Moretto e Fett (1999) e Moretto et al. (2002), os biscoitos são classificados de acordo com os ingredientes que os caracterizam, ou pela forma de apresentação em: biscoitos ou bolachas salgadas, biscoitos ou bolachas doces, recheados, revestidos, "grissini", biscoitos ou bolachas para aperitivos e petiscos ou salgadinhos, palitos para aperitivos ou pretse, *waffle*, *waffle* recheado e *pettit-four*.

Em função das massas, os biscoitos podem ser divididos como "duro", caracterizado por uma elevada resistência, elasticidade e conteúdo de água, ou "soft ou curto", que são menos extensíveis e possuem teores mais elevados de açúcares e gorduras (HOSENEY, 1994).

Manley (2000), afirma que o termo 'cookie' pode ser considerado como sinônimo de “biscoito”, porém, o termo 'cookie' é mais utilizado nos EUA (Estados Unidos da América) e o termo Biscoito na Europa. Segundo o autor, foram criados grupos para a classificação de biscoitos baseado na designação, no método de formação e no enriquecimento da formulação, conforme Tabela 1. Manley (2000), também afirma que uma classificação secundária pode ser usada para descrever o processamento secundário que o biscoito pode sofrer. São exemplos: creme ensanduichado, revestimento de chocolate, moldagem em chocolate e adicionado de geléia.

Tabela 1. Classificação de Biscoitos de acordo com a designação, método de formação e formulação.

Classificação de biscoitos	
Designação	Biscoitos, bolachas e 'cookies', que são baseados na textura e na dureza.
Método de formação da massa e massa da peça	Fermentado, desenvolvido, laminado, corte, moldados, extrusados, depositado, corte (simples ou por estampagem) de arame, coextrusado, etc.
Formulação	Enriquecimento da fórmula com gordura e açúcar.

Fonte: MANLEY (2000).

Manley (2001), demonstra na Figura 1, a relação entre os ingredientes farinha, açúcar e gordura para a formação de uma massa, e a delimitação das áreas para diferentes grupos de biscoitos com base no enriquecimento das formulações.

Levando em consideração a classificação proposta por Moretto e Fett (1999), Moretto et al. (2002) e por Manley (2000), os biscoitos “tipo Rosca” ou “Rosquinhas”, podem ser classificados como Biscoitos doces (produtos que contêm açúcar, além das substâncias normais nesse tipo de produtos) que são formados por extrusão seguida de corte por arame.

De acordo com a Food Ingredientes Brasil (2010), os biscoitos podem ser classificados baseado na forma de modelagem e/ou corte, podendo ser laminados, como o Maria e *Cream Cracker*, rotativo ou moldado, como os recheados,

extrusados e cortados por arame, como as rosquinhas e *cookies*, e também depositados, como o chapanhe e *waffer*. Já a SIMABESP (2013), segmentou o mercado de biscoitos em 09 categorias: recheados (30%), *crackers* e água e sal (25%), *wafers* (10%), maria e maisena (10%), doces secos e amanteigados (8%), amanteigados (7%), salgados (6%), rosquinha (2%) e outros (2%).

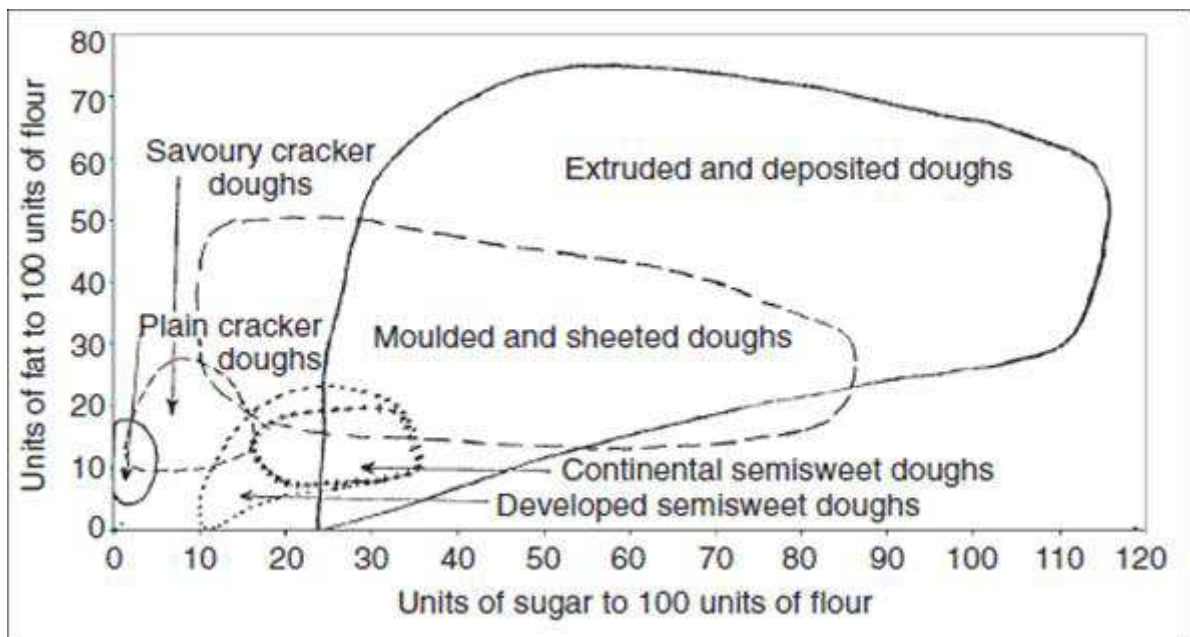


Figura 1 – Delimitação de áreas para diferentes grupos de biscoitos com base em enriquecimento de formulações.

Fonte : Manley, 2001.

3.1.2 Processo de Fabricação

De acordo com Moretto e Fett (1999), as principais etapas do processamento dos biscoitos são: Mistura, formação do biscoito, cozimento, resfriamento e empacotamento, conforme Figura 2. Segundo Back (2011), o processo básico de fabricação de biscoitos consiste em selecionar as matérias-primas, misturar/amassá-las, laminar a massa quando necessário, cortar de acordo com a estampa do biscoito, assar, resfriar e embalar.

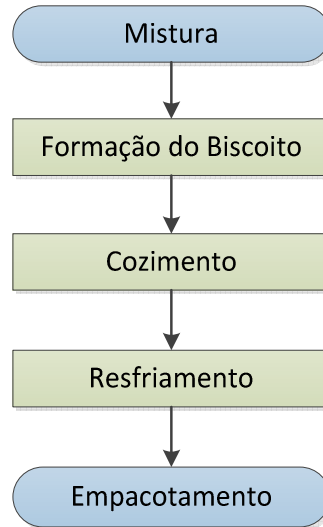


Figura 2 – Fluxograma de processo de fabricação de biscoitos

Fonte: Moretto e Fett (1999).

Uma etapa que antecede as citadas por Moretto e Fett (1999) e Back (2011) e que tem significativa importância no processo de fabricação de biscoitos é o fracionamento dos ingredientes, considerado por Manley (2000), um requisito fundamental para a preparação de boas, uniformes e consistentes massas de biscoitos é a precisão adequada na pesagem de ingredientes.

De acordo com o tipo de biscoito que se deseja fabricar, as etapas de processo são diferenciadas e específicas. A mistura da massa pode ocorrer por meio de diversos métodos. Moretto e Fett (1999), relatam que os principais métodos empregados são: o método creme (consiste em adicionar os ingredientes em dois ou três estágios formando uma espécie de creme antes de adicionar a farinha a mistura), o método de um estágio (todos os ingredientes são adicionados de uma vez só) e o método de dois estágios (aplicado em massas feitas por aeração química e em massas fermentadas).

Segundo Manley (1998), a mistura da massa dos biscoitos inclui uma série de operações como a homogeneização dos ingredientes para posterior formação de massa uniforme, dispersão de sólido e líquido, ou líquido – líquido, formação de soluções sólido com líquido, desenvolvimento de glúten e aeração da massa, deixando-a menos densa. Moretto e Fett (1999), afirmam que em uma massa rica de biscoitos cortados por um fio, os ingredientes podem ser misturados através do método creme ou o método de um estágio. Deste modo, pode-se aplicar estes dois

métodos para os biscoitos rosca (extrusados e cortados por arame) desde que a formulação seja rica em gordura e açúcar.

A formação do biscoito é dada de acordo com o tipo do produto, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Método de Formação de Biscoitos.

Método de formação	Exemplo dos produtos
Prensa Estampadora	Soda e Cream Cracker, biscoitos semi duros (Maria, maisena, etc).
Corte por rolos	Biscoitos amanteigados, recheados tipo sanduíche, <i>shortbread</i> , etc.
Corte por arame	<i>Wafers</i> , biscoitos extrusados
Depósito	<i>Wafers</i> , biscoito chapanha, biscoito estrela, etc.

Fonte: Moretto e Fett (1999).

Os biscoitos rosca são formados por extrusão, seguido de corte por arame. Back (2011), afirma que os biscoitos denominados Roscas, não sofrem a laminação, sendo cortados logo após o processo de batimento da massa por meio de arames. Esses arames funcionam em movimento de vai-e-vem, a massa é cortada de acordo com o molde em que é direcionada. Fellows (2006), relata que no corte por arame a massa macia é extrusada por uma série de trefilas em uma máquina de corte por fio. A Figura 3 apresenta o equipamento para o corte por arame.

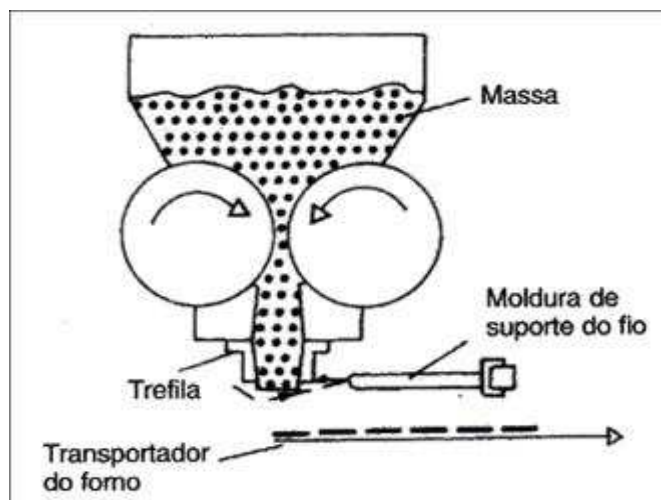


Figura 3 – Equipamento de corte por arame

Fonte: Fellows (2006).

Após a formação dos biscoitos estes seguem para o forneamento, onde ocorre a redução da umidade, perda de peso, as reações de escurecimento, aumento da espessura e a expansão da massa. A expansão das unidades dos biscoitos que ocorre na etapa de forneamento, ou cocção, é considerada por Chevallier et al. (2002), como um evento importante na formação da textura. A expansão é determinada pelas propriedades reológicas da massa, as quais dependem do comportamento e as interações dos seus componentes (ingredientes) e da solubilidade do gás retido. Edwards (2007), relata que com a liberação do dióxido de carbono e do vapor da água ocorre a expansão do biscoito. Segundo Dendy e Dobraszcyk (2001), durante o cozimento os agentes de crescimento começam a liberar gás e o amido da farinha gelatiniza e as proteínas desnaturam, transformando o pedaço de massa em uma estrutura rígida.

Com base nas informações relatadas acima pelos autores mencionados, pode-se dizer que a mistura dos ingredientes e o cozimento (forneamento) das unidades de biscoito, têm papel de destaque para o alcance da textura, cor e sabor ideais para cada biscoito que se deseja fabricar.

Após a saída dos fornos, os biscoitos passam pelo transportador de resfriamento, esteiras transportadoras para troca térmica natural com o ambiente (BACK, 2011). Para Manley (1998), o resfriamento é necessário para biscoitos ricos em açúcar, pelo fato de que quando saem do forno estarem moles e após o resfriamento ficam firmes.

Após o resfriamento os biscoitos seguem para o empacotamento, onde recebem a embalagem. De acordo com Moretto e Fett (1999), deve-se proteger mecanicamente o produto contra a quebra e esfarelamento e apresentar baixa permeabilidade ao vapor d'água e ao oxigênio. Caso o material da embalagem seja permeável ao vapor d'água e/ou o sistema de fechamento da embalagem não for hermético, pode ocorrer a entrada de umidade do ambiente, levando a alteração da textura (perda de crocância) do biscoito (ALVES; GARCIA; BORDIN, 1999).

Além das etapas já relacionadas para a fabricação de biscoitos, se faz necessário descrever sobre as etapas antecedentes que são o armazenamento e a movimentação dos ingredientes. Manley (2000), afirma que uma boa armazenagem e movimentação de ingredientes é uma etapa fundamental para a manutenção da eficiência da produção. Relata também que para esta etapa ocorreram grandes avanços nas técnicas de manipulação mecânica, e que o uso da movimentação de

materiais à granel contribui para a melhoria da eficiência, a economia de trabalho e para a higiene nas fábricas de biscoito.

De acordo com Manley (1998), para os ingredientes que são recebidos à granel a armazenagem é realizada em silos. Estes podem ser tanques para líquidos como as gorduras e os xaropes, ou caixas para materiais secos como farinha, açúcar e amido. A movimentação dos ingredientes “secos” que são utilizados em grande quantidade na indústria de biscoitos como as farinhas, o amido e o açúcar cristal, geralmente ocorre por meio do uso de transporte pneumático.

3.1.3 Transporte pneumático

O transporte pneumático envolve o transporte de uma grande variedade de pó seco e sólidos granulares em um fluxo de gás, geralmente ar (KLINZING et al., 2010).

Barbosa-C´anovas et al, (2005), consideram o movimento de material em suspensão numa corrente de ar sobre as superfícies horizontais, inclinadas ou verticais uma das mais importantes técnicas de manuseio de sólidos a granel em processamento de alimentos. O Transporte pneumático envolve o movimento de milhões de partículas em um espaço confinado, onde as partículas são movidas por um fluxo de gás (KLINZING et al., 2010).

Segundo Barbosa-C´anovas et al. (2005), o transporte pneumático pode ser perfeitamente identificada como um processo de fluxo de duas fases, onde aplica-se o fluxo de gás em movimento para carregar as partículas. Para as partículas a serem transmitidas em um tal fluxo de gás, a velocidade do gás deve ser suficientemente alta para impedir que partículas se depositem fora do fluxo. Os mesmos autores afirmam que o fluxo de gás em um gasoduto pode ser considerado como o gás de transporte obedecendo a lei dos gases ideais, deste modo a velocidade média do gás é uma função da pressão.

Assumindo que a taxa de fluxo de massa do gás e a área de fluxo são constantes, bem como a temperatura do gás, a velocidade de quaisquer dois pontos em linha torna-se proporcional à pressão do gás absoluta (BARBOSA-C´ANOVAS et al., 2005).

Klinzing et al. (2010), relatam que os sistemas de transporte pneumático podem ser categorizados de vários modos. A classificação mais adequada baseia-se na concentração média das partículas no gasoduto. Deste modo, os sistemas de transporte pneumático podem ser classificados em duas categorias distintas: sistemas de fase diluída e sistemas de fase densa, onde cada fase é categorizada em termos da razão de fluxo de massa, que é definida como a razão entre a massa de sólidos e a massa de ar de transporte. Para Pathare (2010), existem dois tipos de sistemas de transporte pneumático: fase diluída de transporte, em que as partículas ocupam menos do que 5% do volume de linha, e na fase densa transporte onde as partículas podem ocupar até 50% do volume de linha.

Além de classificar o transporte pneumático em termos de modos, também é possível classificá-lo em sistema de pressão positiva, sistemas de pressão negativa, sistemas combinados pressão negativa-positiva e sistema de circuito fechado, conforme descrito por Klinzing et al. (2010). Os autores ainda afirmam que estes sistemas podem ser concebidos para operar em fase diluída e/ou fase densa.

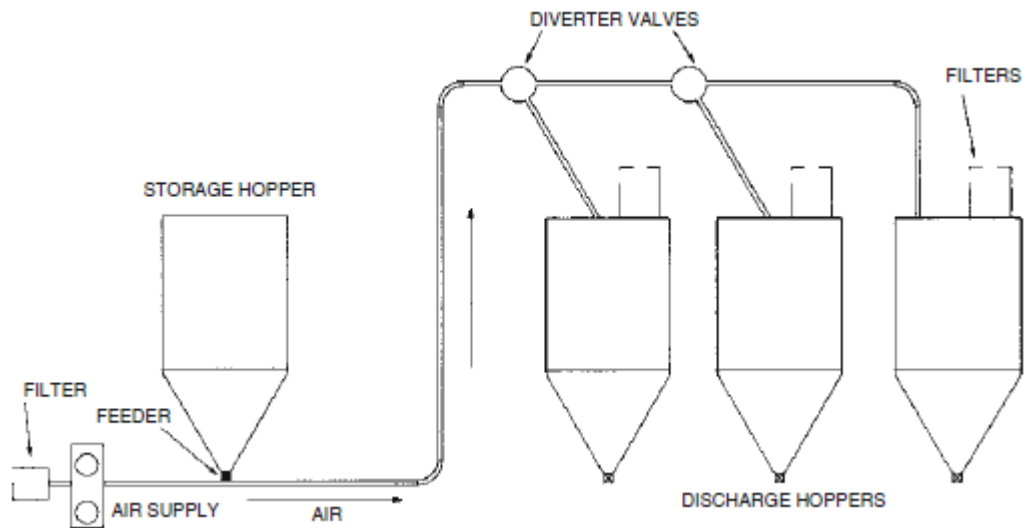


Figura 4 – Diagrama de transporte pneumático de pressão positiva

Fonte: Klinzing et al. (2010).

O sistema de pressão positiva é a configuração mais amplamente utilizada em transporte pneumático (Figura 4). São adequados para múltiplas aplicações de

descarga em que o material é captado a partir de um único ponto e entregues em vários silos (KLINZING et al., 2010).

De modo geral, pode-se dizer que a vazão de ar, a pressão e a relação entre estas variáveis e as características do produto a ser movimentado são importantes para a aplicação e eficiência do transporte pneumático na indústria de alimentos.

3.1.3.1 Aplicação

O transporte pneumático é, possivelmente, o tipo mais aplicável de tecnologia para diversas tarefas de transporte na indústria de alimentos (BARBOSA-C´ANOVAS et al 2005). Mills (2004), relata que sistemas de transporte pneumático são basicamente muito simples e são eminentemente adequados para o transporte de materiais em pó e granular. Pathare (2010), afirma que o transporte pneumático é um mecanismo importante nas indústrias e que normalmente, as partículas são transportadas ao longo de tubos com alta velocidade de fluxo de ar.

Segundo Ndama et al (2011), durante a operação de transporte pneumático, ocorrem colisões entre as partículas e a parede da tubulação ou entre partículas de diferentes naturezas, gerando cargas electrostáticas como resultado. O tamanho das partículas, a dureza, a resistência ao dano, e propriedades de coesão são fatores-chave para determinar se um material é adequado para este tipo de transporte (BARBOSA-C´ANOVAS et al, 2005). O mesmo autor ressalta que para ingredientes alimentícios como o açúcar, o leite em pó e café granulado em pó, este tipo de transporte tem sido considerado a forma mais adequada de transporte com uma quantidade mínima de danos. Durante o transporte pneumático do açúcar, os cristais são quebrados em maior ou menor extensão (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008).

Manley (2000), afirma que o tamanho dos cristais de açúcar é de grande importância em algumas formulações de biscoito e o manuseamento deste ingrediente pode aumentar significativamente a proporção de partículas finas. É comum em fábricas de biscoitos usar sistemas de transporte pneumático e aceitar alguma redução no diâmetro médio das partículas.

Para Mills (2004), materiais à granel, quando transportados pneumaticamente, tem impacto contra curvas na tubulação, podendo haver um

quantidade significativa de interação entre as partículas, bem como impactos contra as paredes dos gasodutos. Essas colisões e interações produzirão forças entre as partículas que possam levar à sua quebra. Se o tamanho das partículas de açúcar chegar a um misturador afetado por problemas de sedimentação pode afetar a qualidade dos biscoitos produzidos (MANLEY, 2000).

Manley (2000), relata que normalmente as indústrias utilizam o transporte pneumático com ar forçado proveniente de soprador para a transferência de farinha de trigo, recebido à granel ou em *big bags*, para os silos de armazenamento. O mesmo autor também cita que o teor de umidade da farinha e o tamanho das partículas de açúcar normalmente não são medidas quando chegam no misturador, mas que seria importante monitorar essas propriedades continuamente quando se utiliza do transporte pneumático para movimentar esses ingredientes.

3.1.4 Contribuições da farinha e do açúcar no comportamento da massa e na textura e cor de biscoitos

O termo 'cookie' ou biscoitos como são chamados em muitas partes do mundo, refere-se a um produto cozido contendo geralmente os três maiores ingredientes: farinha, açúcar e gordura. Apresentando baixo teor final de água (1 – 5%) (CHEVALLIER et al. 2000a; CHEVALLIER et al. 2002).

Segundo Back (2011), a qualidade final de biscoitos é altamente dependente das matérias-primas (ingredientes) utilizadas em sua fabricação, do desenvolvimento mecânico da massa e do comportamento dessas nas etapas de processamento. Para Manohar e Rao (2002), a qualidade da farinha de trigo e do açúcar influenciam grandemente a qualidade de biscoitos.

De acordo com Moretto e Fett (1999), os ingredientes podem ser classificados em duas categorias amaciadores, onde inclui-se o açúcar e estruturadores onde está inclusa a farinha de trigo. Os componentes essenciais das massas de biscoitos vão apresentar maior ou menor grau de importância em função do tipo de biscoito que se deseja fabricar.

3.1.4.1 Farinha de Trigo

Para Moretto e Fett (1999), a farinha de trigo constitui o principal ingrediente das formulações de biscoitos, pois fornece a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa. De acordo com Manley (1998), quando uma massa é feita com água, o amido e as proteínas presentes na farinha absorvem umidade e formam uma massa viscoelástica, conhecida como glúten, que é essencial para a produção de produtos fermentados e assados. Esta condição é o que diferencia a farinha de trigo de quase todas as outras farinhas. O teor proteico e a qualidade do glúten da farinha é dependente do tipo de trigo utilizado.

A quantidade e qualidade do glúten e do amido na farinha de trigo está diretamente relacionada com a capacidade da massa ser extensível, reter ar, e desta forma promover a expansão na etapa de forneamento de biscoitos, contribuindo para a textura dos produtos. Rezzoug et al. (1998) relatam que variando o teor de proteína da farinha (14 a 20%) provoca alterações importantes na fase de mistura, propriedades reológicas da massa e nas dimensões e textura dos biscoitos. Fustier et al. (2008), relataram que a dureza e a consistência de massa de biscoitos aumentaram gradualmente com a concentração de glúten.

Moretto e Fett (1999), afirmam que as propriedades reológicas das massas para biscoitos são muito importantes. É necessário que a farinha forme massa que tenha mais extensibilidade (farinha fraca), ou seja, que apresente certa resistência ao ser estirada sem romper-se e menor recuperação.

De acordo com Rao e Rao (1993), a avaliação reológica da farinha de trigo é de suma importância para a indústria de panificação, contribuindo para caracterizar a massa e o produto final. Gutkoski et al. (2003), relataram que a reologia da farinha também é importante para o controle de qualidade e na definição da especificação de ingredientes. Durante o processo de cozimento, os compostos de farinha são sujeitas a trabalho mecânico e tratamento térmico que promovem alterações nas suas propriedades reológicas (BOLLAÍN e COLLAR, 2004).

Entre as determinações disponíveis para avaliar as propriedades da massa definir o uso final da farinha incluem-se as de características de mistura (através de farinógrafo e mixógrafo), características de extensão (através de extensógrafo, alveógrafo e consistógrafo), viscosidade (número de queda, viscosímetro RVA) e de

produção ou retenção de gás (reofermentógrafo e maturógrafo) (GUTKOSKI; NODARI; JACOBSEN NETO, 2003). Brun et al. (2008), destacam também o equipamento MIXOLAB (CHOPIN Technologies, Villeneuve-la-Garenne, França) para análises reológicas de farinha de trigo. Através de um teste único, é possível obter informações sobre a absorção de água, capacidade e estabilidade de amassamento, bem como a temperatura de gelatinização e atividade da amilase ou retrogradação de amido. Os autores consideram que esta informação pode ser utilizada na indústria para uma melhor compreensão do potencial de farinhas.

3.1.4.2 Açúcar

Os açúcares são ingredientes de grande importância na fabricação da maioria dos biscoitos. Além da sua doçura são estruturais e contribuem para o aroma do produto, modificando e melhorando outros compostos (MANLEY, 2000). Segundo Moretto e Fett (1999), o açúcar fornece doçura e sabor, assim como tem efeito na cor, textura, expansão e aparência geral do produto. De modo geral, serve para: fornecer a doçura, aumentar a maciez, contribuir para o volume, desenvolver cor na crosta, criar balanço próprio entre líquidos e sólidos responsáveis pelo contorno, agir como veículo para outros aromas, ajudar na retenção de umidade e dar um acabamento atrativo.

Gallagher et al. (2003), afirma que o açúcar em biscoitos afeta o sabor, as dimensões, cor, dureza e o acabamento superficial. Considera também que o açúcar pode inibir desenvolvimento saturado durante a mistura da massa, competindo com a farinha pela água da receita. A sacarose é o principal açúcar utilizado na indústria de biscoito. De acordo com Edwards (2007), quando a sacarose (açúcar não redutor) é aquecida junto com um ácido ou uma base, ocorre a separação da sacarose em glicose e frutose, dois açúcares redutores. Os açúcares redutores participam da reação de Maillard onde se combinam com os aminoácidos das proteínas, ocasionando o escurecimento da superfície dos produtos (MANLEY, 1998).

Para Manley (2000), conforme a sacarose se dissolve ela contribui para a fase líquida da massa até o ponto onde a solução de sacarose é saturada. O autor

ainda afirma que a quantidade de sacarose diminui a quantidade de água necessária em uma massa e que a sacarose aumenta o ponto de gelatinização do amido, permitindo assim que a temperatura da massa demore mais tempo para subir no forno. Quanto maior a concentração de sacarose, mais significativo é o atraso na gelatinização do amido (CAUVAIN e YOUNG, 2006).

Rezzoug et al. (1998) relatam que a adição de açúcar à fórmula diminui a viscosidade da massa e tempo de relaxamento para posterior cozimento, promovendo expansão do biscoito, e reduzindo a sua espessura e peso. Afirmam que biscoitos que são ricos em açúcar são caracterizados por uma estrutura altamente coesiva e uma textura crocante.

Dendy e Dobraszczyk (2001), afirmam que a dureza do biscoito ocorre como resultado da maneira como o açúcar responde ao calor durante o cozimento, este se dissolve na água formando solução muito concentrada. Quando o produto resfria, esta solução se solidifica sem retornar a forma de cristais, tornando-se dura, amorfa e vítrea, e dando ao produto textura crocante.

Durante o cozimento o açúcar é recristalizado e a água é removida, o que resulta em textura crocante. Esta crocância é aumentada pelos efeitos de escurecimento (reação de Maillard), que ocorre quando açúcares redutores (por exemplo, glicose e frutose) e os ingredientes contendo nitrogênio (por exemplo, proteína) são aquecidos juntos (KITTS, 2013).

Torna-se claro que a função do açúcar em biscoitos não se limita apenas à transmitir doçura, mas possui funcionalidade em diferentes aspectos, o que explica por que é tão difícil realizar a redução ou a substituição da sacarose por outros açúcares (PAREYT e DELCOUR, 2008).

De acordo com Pareyt et al. (2009), na fabricação de "cookie", o açúcar (sacarose) influencia as transformações físico-químicas dos componentes da farinha, aumenta a temperatura de gelatinização do amido durante o cozimento da massa, e é responsável pelo dulçor e textura.

Gallagher et al. (2003), realizaram um estudo com objetivo de avaliar a substituição (20-30%) do peso do açúcar granulado (sacarose) pela Raftilose (açúcar proveniente da chicória) na produção de biscoitos de massa curta. O substituto do açúcar não exerceu o mesmo efeito de endurecimento sobre a massa como o açúcar granulado e, portanto, os valores para a dureza, elasticidade e coesividade da massa, foram consideradas inferiores às do padrão de biscoito. Com

relação a textura, os autores verificaram que os valores da força máxima para quebrar o biscoito, provenientes da fórmula com substituição foram mais baixos do que o padrão. Em relação a cor, apenas os testes com nível mais elevado de substituição do açúcar mostraram significativamente diferentes atributos de cor da superfície.

Pareyt et al. (2009), observaram que a sacarose influencia as transformações físico-químicas dos componentes da farinha e contribui para a textura de “cookies”. O aumento dos níveis de sacarose (17,6 - 31,2%) na fórmula retarda ou inibi as ligações cruzadas do glúten, também influenciou a porosidade, o tamanho da célula, espessura de parede da célula e a sua distribuição relativa, afeta a viscosidade da massa durante o cozimento e influencia principalmente a estrutura do “cookie” cozido.

Moraes et al. (2006), estudou o efeito da adição de diferentes açúcares nas características físicas de biscoitos tipo “cookie” e comprovaram que o tipo de açúcar influencia nas características físicas. Foram avaliados: espessura, fator de expansão, volume específico e cor. Os biscoitos com estévia apresentaram a maior espessura, o maior volume específico e o menor fator de expansão. Ao passo que os produzidos com mel, açúcar invertido e açúcar refinado (controle) apresentaram os menores valores de volume específico. Já os elaborados com açúcar mascavo apresentaram-se mais escuros, e os que foram elaborados com estévia apresentaram uma coloração com tendência à cor branca.

Savitha, Indrani e Prakash (2008), estudaram o efeito da substituição de 30% de açúcar na massa de biscoitos, por diferentes níveis de maltodextrina (10 a 40%) adicionados de 0,05% de sucralose sobre a reologia da massa e qualidade de biscoitos. Os resultados mostraram que a substituição de até 20% influenciou a reologia da massa com aumento da absorção de água, já com percentuais maiores de substituição a absorção diminuiu. Os autores concluíram que o açúcar pode ser substituído usando uma combinação de sucralose (0,05%) e maltodextrina (30%), pois as características de qualidade dos biscoitos são similares aos biscoitos considerados controle onde foram utilizados 30% de sacarose.

Oliveira, Esquiaveto e Silva (2007), apresentaram de forma resumida a origem e a importância de alguns dos itens que fazem parte da especificação do açúcar cristal produzido no Brasil, bem como associaram alguns destes parâmetros de qualidade aos impactos ou efeitos que trazem para a indústria alimentícia em geral.

No trabalho foram citados os parâmetros: Polarização, cor, resíduos insolúveis, partículas magnetizáveis, dióxido de enxofre, amido, dextrana, metais, resíduos de agrotóxicos, floco ácido e floco alcoólico e granulometria.

O açúcar cristal branco é uma substância extremamente pura, disponível em uma variedade de granulometrias. O tamanho do grânulo do cristal é determinado na refinação do açúcar, quando se dá a cristalização do licor matriz, indicando a possibilidade de diferentes tamanhos (MANLEY, 2000; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008). Segundo Oliveira, Esquiaveto e Silva (2007), poucos tipos de açúcar são produzidos com granulometria controlada para atender a segmentos especiais do mercado.

A granulometria do açúcar exerce um papel importante na fabricação de biscoitos. O principal efeito do tamanho de partícula é o de influenciar a taxa na qual os cristais de sacarose irão dissolver-se na água (CAUVAIN e YOUNG, 2006). Devido à relação entre a massa e o tamanho da partícula do açúcar durante o processo de forneamento (cozimento), qualquer interferência que cause variação no tamanho da partícula do açúcar deve ser vista com atenção (MANLEY, 2000; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2008).

Para Moretto e Fett (1999), em relação à textura de biscoitos, pode-se dizer que a granulometria grosseira está relacionada com um produto macio e a fina, com um produto mais resistente. Em relação à expansão, açúcar de granulometria mais grossa produz biscoitos de expansão maior do que açúcar de granulometria mais fina. Isso é evidente e está na dependência da quantidade de água disponível na formulação. De acordo com Moraes et al. (2010), os açúcares de granulometria fina deixam o biscoito crocante, ou seja, com textura mais firme, porém a expansão em geral é menor. Segundo Manley (2000), o tamanho dos cristais de sacarose e a sua taxa de dissolução no pedaço de massa, quando aquecido no forno, afeta a propagação de massas curtas durante o cozimento e o aspecto e crocância do biscoito assado. O autor ainda afirma que os diferentes tamanhos dos cristais de açúcar são normalmente expressos em termos de abertura média (AM), e coeficiente de variação (CV). A abertura média é o tamanho da abertura da peneira (expresso em microns) por onde passará 50% da amostra, e o coeficiente de variação está relacionado com o desvio padrão (DP) de tamanhos das partículas.

Apesar dos autores Moretto e Fett (1999), Manley (2000) e Moraes et al. (2010), afirmarem que a granulometria do açúcar influencia diretamente na textura e

cor de biscoitos, não foram encontrados estudos com esta abordagem, tornando-se este, um tema relevante para execução de pesquisa.

3.1.5 Comportamento reológico da massa de biscoitos

A massa é o produto intermediário entre farinha e os biscoitos. A reologia da massa tem considerável importância na fabricação de biscoitos, uma vez que influencia a maquinabilidade da massa e a qualidade dos biscoitos (MANOHAR; RAO, 2002). A massa mostra um comportamento reológico intermediário entre o líquido viscoso e sólido elástico, que é consequência dos principais biopolímeros de massa, amido e glúten (LARSSON et al., 2000). A reologia pode ser definida como o estudo de como os materiais deformam, fluem ou não quando uma força é aplicada (AMJID et al., 2013). As propriedades reológicas da massa de biscoito são importantes no processo de produção de produtos de qualidade (ROSELL; COLLAR; HAROS, 2007; MOREIRA et al., 2010).

Como a qualidade das massas de biscoitos é influenciada por interações entre vários fatores, testes com o cozimento foram identificados como sendo o método de escolha para prever a farinha adequada para a elaboração de biscoitos. (MANOHAR e RAO, 2002). Segundo Dobraszczyk (2004), muitos testes reológicos são utilizados para prever a qualidade do produto final, tais como comportamento da massa na mistura e desempenho no cozimento. Neste sentido o equipamento MIXOLAB (Chopin, França), vem sendo utilizado para avaliação reológica de massas de produtos de cereais. O princípio do Mixolab envolve a medição do torque exercido pela a massa entre duas lâminas girando em sentidos opostos (BRUN et al., 2008).

Alguns autores relatam a utilização deste instrumento para medir e interpretar o efeito de ingredientes e aditivos na formulação de massas de produtos de cereais (COLLAR et al., 2007; BOLLAÍN e COLLAR, 2004; ROSELL; COLLAR; HAROS, 2007), bem como na substituição parcial da farinha de trigo (MIRONEASA et al., 2012) presente nestes alimentos.

O comportamento da massa também pode ser avaliado através da análise de textura. Assis et al. (2009) e Filipčev et al. (2011), avaliaram a textura de massa de

biscoitos aplicando análise de perfil de textura para medir a dureza, a coesividade, a elasticidade e a adesividade. Gallagher et al. (2003), analisaram a dureza de massa de biscoitos em função da substituição de sacarose por rafitilose. Por fim, Filipčev et al. (2011), relata que a medida que ocorre o aumento da dureza na massa de biscoitos de mel, também ocorre o aumento da dureza do biscoito assado.

3.1.6 Textura e Cor em Biscoitos

Segundo Kilcast (2004), os alimentos são misturas complexas de compostos químicos, dispostas em unidades estruturais. A percepção das características sensoriais dos alimentos são resultados da estimulação de todos os sentidos, em certa medida pelas propriedades físico-químicas. As características sensoriais são geralmente agrupados em três categorias: a aparência, o sabor e a textura. No caso dos biscoitos, cor e textura são parâmetros importantes que necessitam de ser controlados durante o processamento (CHEVALLIER et al., 2002).

3.1.6.1 Textura

A Organização Internacional de Padronização define textura de um alimento como, “todos os atributos reológicos e estruturais (geométrica e superficial) perceptíveis de um produto por meio mecânico, tátil, e, onde apropriado, recepção visual e auditiva” (ABNT, 1992). A textura pode ser considerada como uma manifestação das propriedades reológicas de um alimento e constitui um atributo importante de qualidade, pois influencia os hábitos alimentares e a preferência do consumidor, afetando o processamento e manuseio dos alimentos (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2012).

A importância da textura dos biscoitos na avaliação pelos consumidores vem sendo progressivamente reconhecida e as mudanças nos ingredientes e no processamento podem causar variações (GAINES, 1994).

A avaliação da textura tem diversas funções para a indústria alimentícia. Dentre as quais, citam-se o controle da matéria-prima e do processo de fabricação, a

mudança de ingredientes ou equipamentos, o controle do produto acabado, o desenvolvimento de novos produtos ou alterações na formulação (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2012).

A textura de um alimento pode ser percebida sensorialmente e também medida de forma instrumental. Segundo Kilcast et al. (2004), a natureza do trabalho intensivo em análise sensorial inevitavelmente levou ao desenvolvimento de métodos instrumentais concebidos para medir as propriedades dos alimentos que se relacionam com características sensoriais relevantes. Estes métodos têm sido classificadas de diversas formas, de acordo com o tipo de medição e o tipo de alimento.

Estudos vêm sendo realizados a partir da correlação dos dados da textura sensorial e instrumental de alimentos. Carnelocce et al. (2012), em trabalho de Análise Descritiva por Ordenação aplicada para amostras de biscoitos laminados salgados, caracterizaram o produto utilizando a análise instrumental e sensorial de textura e cor. O estudo possibilitou a caracterização e a discriminação sensorial dos biscoitos de modo concordante com a composição indicada no rótulo e os dados instrumentais de textura e cor.

De acordo com Kilcast (2004), uma medição instrumental das características de textura pode ter valor prático se for demonstrada relação com alguma medida sensorial. A relação estatística deve representar o ajuste ou uma equação que se refere a medição instrumental e o atributo sensorial. Ainda segundo os mesmos autores, a complexidade dos dados instrumentais e sensoriais cada vez mais exige o uso de procedimentos estatísticos multivariados. A técnica mais comum é a análise de componentes principais (ACP).

A análise instrumental de textura pode ser realizada utilizando o equipamento chamado de texturômetro aplicando diferentes métodos de análise. Para Kilcast (2004), os métodos de força / deformação são amplamente utilizados para medir de maneira objetiva as propriedades de textura de alimentos sólidos. O autor ainda afirma que estes métodos possibilitam medir uma ou múltiplas propriedades mecânicas (compostos) de alimentos que são importantes para o percepção sensorial de textura por seres humanos na mão ou boca e a resistência a danos mecânicos durante o manuseio.

Segundo Bourne (2002), o teste para análise de textura consiste em comprimir uniaxialmente um pedaço de alimento (amostra em estudo) duas vezes

num movimento recíproco, imitando a ação da mandíbula. Assim, durante o teste é realizada uma primeira compressão seguida por um relaxamento e uma segunda compressão. Deste teste obtém-se um gráfico força versus tempo, do qual se calculam os parâmetros de textura.

Pode-se aplicar a análise de textura na massa de biscoitos ou no produto elaborado a partir desta. Para análise da massa de biscoitos pode ser aplicada a análise de perfil de textura, através da avaliação dos parâmetros: dureza, coesividade, elasticidade e adesividade, conforme utilizado nos estudos realizados por Rodrigues et al. (2008), Assis et al. (2009) e Filipčev et al. (2011).

Assis et al. (2009), Laguna et al. (2010), Carnelocce et al. (2012) e Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013) utilizaram em seus estudos o texturômetro TAX-T2 (Stable Micro Systems, Inglaterra) para analisar de forma instrumental a textura de biscoitos. Os parâmetros avaliados nestes estudos foram: dureza e fraturabilidade, força de quebra e fraturabilidade, força de penetração, de compressão e de ruptura, e firmeza.

A dureza é a força necessária para comprimir uma substância entre os dentes molares (no caso de sólidos) ou entre a língua e o palato (no caso de semi-sólidos). Para avaliar a dureza de alimentos sólidos, o item é colocado entre os dentes molares e o analista morde uniformemente, avaliando a força para comprimir o alimento (BOURNE, 2002). Kilcast (2004), afirma que a dureza é característica positiva e comumente procurada em produtos de baixo teor de umidade, tais como biscoitos e doces, porém é vista como uma característica negativa em bolos.

Bourne (2002), relata que a fraturabilidade é um parâmetro que foi inicialmente chamado de fragilidade. É força com que uma amostra se desintegra, racha ou quebra. Os alimentos que exibem fraturabilidade são produtos que possuem baixa coesão e algum grau de dureza. Para avaliar fraturabilidade o alimento é colocado entre os dentes molares e o painelista morde uniformemente até que o desintegra, racha ou quebra. O grau de fraturabilidade de um alimento é mensurado como a força horizontal com um alimento que se afasta do ponto em que é aplicada a força vertical.

A análise sensorial de textura pode ser realizada por meio de métodos descritivos e/ou afetivos. Dois métodos de análise sensorial são amplamente

aplicados em biscoitos para avaliação dos parâmetros textura e cor: Análise Descritiva e Testes de aceitação e preferência com o consumidor.

A análise descritiva é a técnica de descrição sensorial mais utilizada na área de alimentos, pois permite o levantamento, a descrição e a quantificação dos atributos sensoriais detectáveis no produto, utilizando julgadores com alto grau de treinamento e análise estatística dos dados (STONE e SIDEL, 2004).

O parâmetro de textura está presente em diversos estudos onde o objetivo é a construção de perfil sensorial de biscoitos. Ormenese et al. (2001), aplicou análise descritiva quantitativa (ADQ) seguido de teste de consumidor para verificar quais atributos determinam a aceitação e preferência biscoito recheado sabor chocolate. Novello et al. (2012), também utilizaram a metodologia de ADQ para construir o perfil sensorial de biscoito, avaliando três amostras de biscoito Wafer sabor chocolate de marcas líderes no segmento de dietéticos e tradicional (*light* – A, *diet* – B e tradicional – C), seguido também de teste de aceitação por consumidores.

3.1.6.2 Cor

A cor é um fator determinante para a definição da qualidade de qualquer alimento, e é uma característica que o consumidor percebe imediatamente e que geralmente influencia a impressão sensorial (CHEVALLIER et al. 2002). Gutkoski, Nodari e Jacobsen Neto (2011), afirmam a cor é uma característica importante em produtos de panificação, pois aliada à textura e ao aroma, contribui para a preferência dos produtos pelos consumidores .

Dentro da indústria de alimentos, a visão é o meio mais comumente usado para avaliar atributos de aparência (MACDOUGALL, 2002). A cor de um alimento pode ser percebida sensorialmente e medida por instrumentos como os espectrofotômetros e colorímetros.

A cor é a percepção do cérebro que resulta da detecção de luz após a sua interação com um objeto. A cor percebida de um objeto é afetado por três entidades: a composição física e química do objeto, os composição espectral da fonte de luz que ilumina o objeto, e a sensibilidade espectral do(s) olho(s) do espectador (LAWLESS e HEYMANN, 2010).

Macdougall (2002), afirma que as coordenadas de L, a^* e b^* no CIELab são utilizadas para definir a localização de qualquer cor em um espaço de cor uniforme. Na maioria das aplicações industriais a medição da cor é geralmente para determinar o quão longe a cor de um objeto pode ser divergente de um padrão definido. A determinação de diferenças de cor através do sistema CIELab baseia-se na percepção de diferenças de cor notáveis apenas nas coordenadas cilíndricas do sistema.

Assim como para a textura, estudos vêm sendo desenvolvidos aplicando-se a análise sensorial e instrumental de cor em biscoitos. Carnelocce et al. (2012), realizaram avaliação de cor de biscoitos laminados salgados empregando-se colorímetro Chroma Meter CR400 (Konica Minolta, Japão). Obtiveram-se os valores de L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul). Os autores relataram que, aumentando a concentração de açúcar e de gordura aumentava-se a tendência dos biscoitos à cor amarela (espaço de cor b^*). Concluíram que, em concentrações de açúcar entre 44 e 57% e de gordura entre 30 e 38%, foram obtidos biscoitos com cor amarela mais intensa.

Gutkoski, Nodari e Jacobsen Neto (2011), determinaram a cor de bolo tipo inglês elaborados com diferentes farinhas em espectrofotômetro de reflectância difusa modelo ColorQuest II Sphere (Hunter Associates Laboratory, Inc.), com sensor ótico geométrico de esfera. Os parâmetros de cor intensidade de L^* (luminosidade) do miolo e cromaticidade de $+a^*$ (vermelho) da crosta analisados apresentaram variações significativas entre as amostras de farinha. A intensidade de luminosidade do miolo das amostras se correlacionaram com os valores obtidos nas amostras de farinha de trigo.

Entre os colorímetros que podem ser utilizados para análise de cor em biscoitos destaca-se o Medidor De Contraste De Assados BC-10, e segundo o fabricante KONICA MINOLTA (2014), o equipamento é um colorímetro portátil projetado para medir a cor de alimentos assados, fritos e processados. É capaz de medir a cor e características de claro/escuro através do Baking Contrast Units (BCU). A BCU é derivada do valor "L" da colorimetria padrão tristímulus. A variação é de 0 para a mais escura e 5,25 para a mais clara. Cada alteração de 0,1 BCU é aproximadamente igual a um tom discernível pelo olho humano.

A avaliação da cor em biscoitos, também pode ser realizada através da análise sensorial, aplicando métodos descritivos e/ou afetivos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O açúcar cristal (sacarose) utilizado para a fabricação dos biscoitos rosca sabor leite foi obtido de três diferentes fabricantes do estado de São Paulo (Fornecedor A, B e C). O açúcar foi classificado comercialmente no Brasil como açúcar tipo 2 (ICUMSA, 2011), com características da safra de 2012 / 2013.

Já a farinha de trigo (obtida de um fabricante localizado no rio Grande do Sul) empregada na produção da massa, dos biscoitos e nos testes de avaliação de comportamento reológico, foi classificada como farinha tipo 2 (BRASIL, 2005). A seleção da farinha foi feita aleatoriamente, de acordo com os lotes recebidos na indústria onde se realizou a pesquisa.

A massa de biscoitos foi elaborada em escala laboratorial na empresa Granolab do Brasil em Curitiba (PR) e nas dependências do laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR Campus Francisco Beltrão, em condições similares àquelas do processamento industrial, sendo utilizados os mesmos ingredientes e executando-se a mistura com o mesmo número de etapas. As massas de biscoito foram elaboradas em escala laboratorial para que fosse possível a realização das análises de reologia e de textura.

Os biscoitos Rosca sabor leite foram elaborados em escala industrial em empresa fabricante de massas e biscoitos de grande porte, localizada na região oeste do estado de Santa Catarina.

4.2 MÉTODOS

Os métodos utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa seguem apresentados na Figura 5, seguido de detalhamento nos próximos itens.

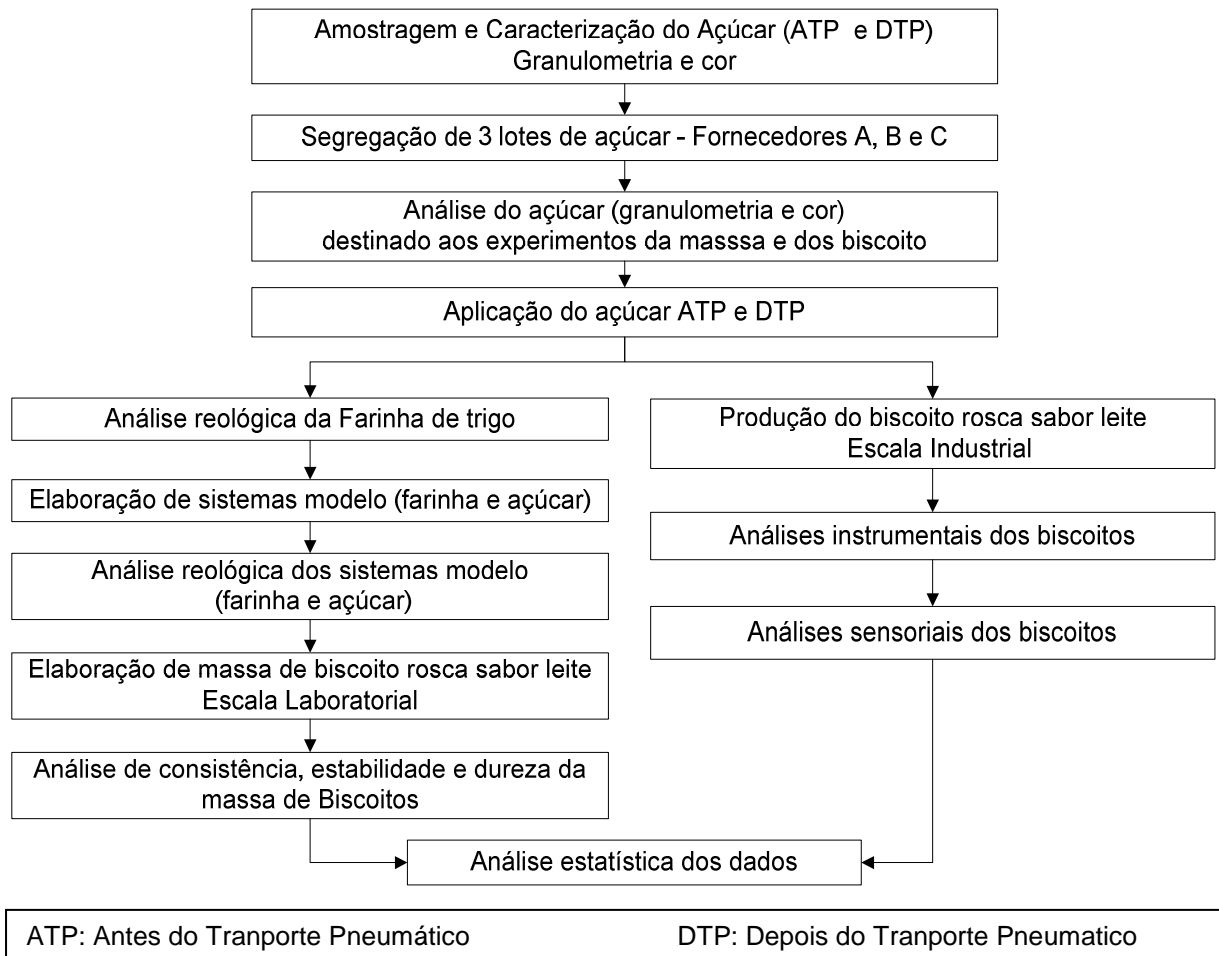


Figura 5 – Organograma esquemático experimental

Fonte: Autor, 2014.

4.2.1 Amostragem e caracterização do açúcar

Sendo o açúcar cristal uma matéria-prima muito variável em termos do diâmetro dos grânulos, foi realizado primeiramente um levantamento dos valores de diâmetro médio e da cor a partir de uma amostragem piloto de quinze cargas de açúcar cristal recebidas na empresa fabricante de biscoitos. A coleta de amostras foi feita no centro da embalagem (*Big Bag* – 1.200kg) com auxílio de um coletor e após a etapa de transporte pneumático (Batedeira – linha de processo). De cada carga com 24 unidades de “*Big Bags*” foram retiradas aleatoriamente oito amostras (Tabela VII – Plano de amostragem simples severa, segundo NBR 5426,1985). As 100g cada amostra foram homogeneizadas para posterior análise em triplicata.

Com os resultados obtidos para cada análise, realizou-se o cálculo do tamanho ideal da amostra para uma população infinita, que levou em consideração a variabilidade dos dados. Com o intuito de encontrar o tamanho ideal, foi necessário se basear na amplitude do intervalo de confiança para a média, calculando-se o tamanho n_0 para a população, conforme apresentado na Equação 1 (KÖEHLER, 1999).

$$n_0 = \frac{t^2 \cdot S^2}{d^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

n_0 = Tamanho inicial para população infinita;

t = 2 ou valor de tabela t student, com níveis de significância de 95%.

d = percentagem de erro em torno da média, 5%;

S^2 = variância populacional ou sua estimativa.

Após a caracterização do açúcar, foram selecionadas 3 embalagens (*big bag* 1.200 kg) de três lotes com origens diferentes (Fornecedores A, B e C) para análise de granulometria e cor, aplicação nas misturas de farinha e açúcar, nas formulações de massa em escala laboratorial e na fabricação dos biscoitos rosca sabor leite em escala industrial.

4.2.2 Elaboração de sistemas modelo – farinha e açúcar

Para investigar a interferência da granulometria do açúcar no comportamento reológico da farinha aplicada a massa de biscoitos rosca sabor leite, foram elaborados sistemas modelo compostos por mistura dos ingredientes farinha e açúcar nas mesmas proporções da formulação das massas de biscoito: 40% e 17% respectivamente.

Foram utilizados 3 lotes diferentes de açúcar cristal (Fornecedores A, B e C) em duas condições: antes do transporte pneumático (ATP) e depois de submetido

ao transporte pneumático (DTP), totalizando seis diferentes misturas. A farinha de trigo foi a mesma utilizada nas seis formulações.

4.2.3 Elaboração das massas dos biscoitos para análise de consistência, estabilidade e dureza

A elaboração das massas, procedeu-se em escala laboratorial, com base na seguinte composição de ingredientes: gordura, emulsificante, aromatizante, acidulantes, fermento, sal e água, denominados ingredientes X, e farinha, açúcar e amido, definidos como Ingredientes Y. Por questão de sigilo da empresa detentora da fórmula da massa de biscoitos, não foi possível apresentar os percentuais dos ingredientes que compõem a formulação, com exceção dos percentuais de farinha e açúcar já relatados no item 4.2.2, por esta pesquisa se tratar da investigação da influência da granulometria do açúcar no comportamento da massa.

Foram elaboradas seis diferentes massas, onde aplicou-se açúcar dos mesmos fornecedores citados foram aplicados os mesmos açúcares citados no item 4.2.2, nas mesmas condições.

Para a mistura dos ingredientes foi utilizado o método “creme”, citado por Moretto e Fett (1999) e por Manley (2000), que ocorreu em duas fases: na primeira foram homogeneizados os ingredientes A, e na segunda incorporados os ingredientes B.

4.2.4 Fabricação do biscoito rosca sabor leite

O biscoito rosca sabor leite foi fabricado em escala industrial totalizando seis produções diferentes de biscoitos, tendo como variáveis somente a origem e a condição de transporte do açúcar. Foram aplicados os mesmos açúcares citados no item 4.2.2, nas mesmas condições.

Os biscoitos rosca sabor leite foram elaborados com base na composição dos ingredientes X e Y, conforme item 4.2.3. O processo de fabricação do biscoito rosca sabor leite segue exposto na Figura 6.

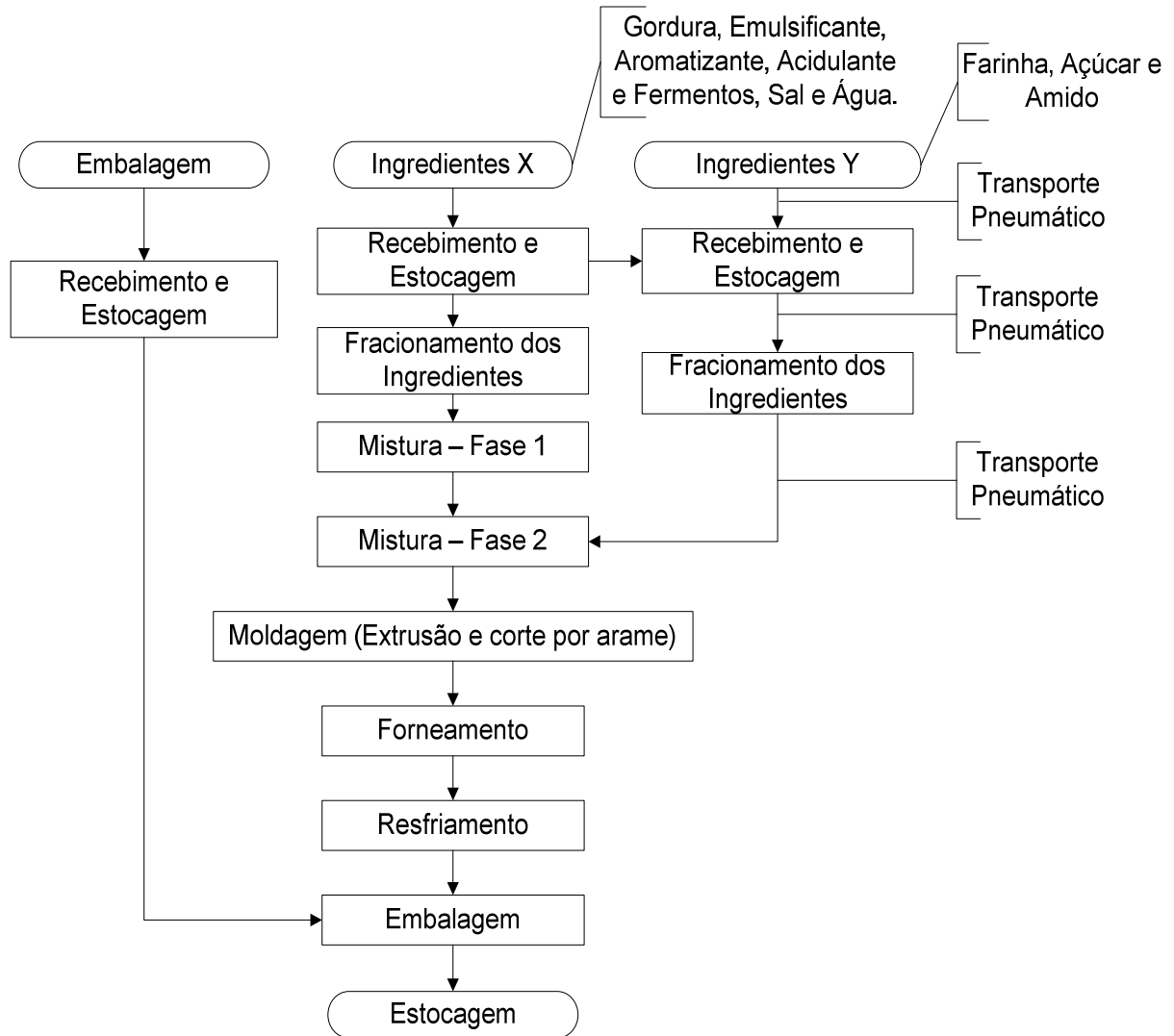
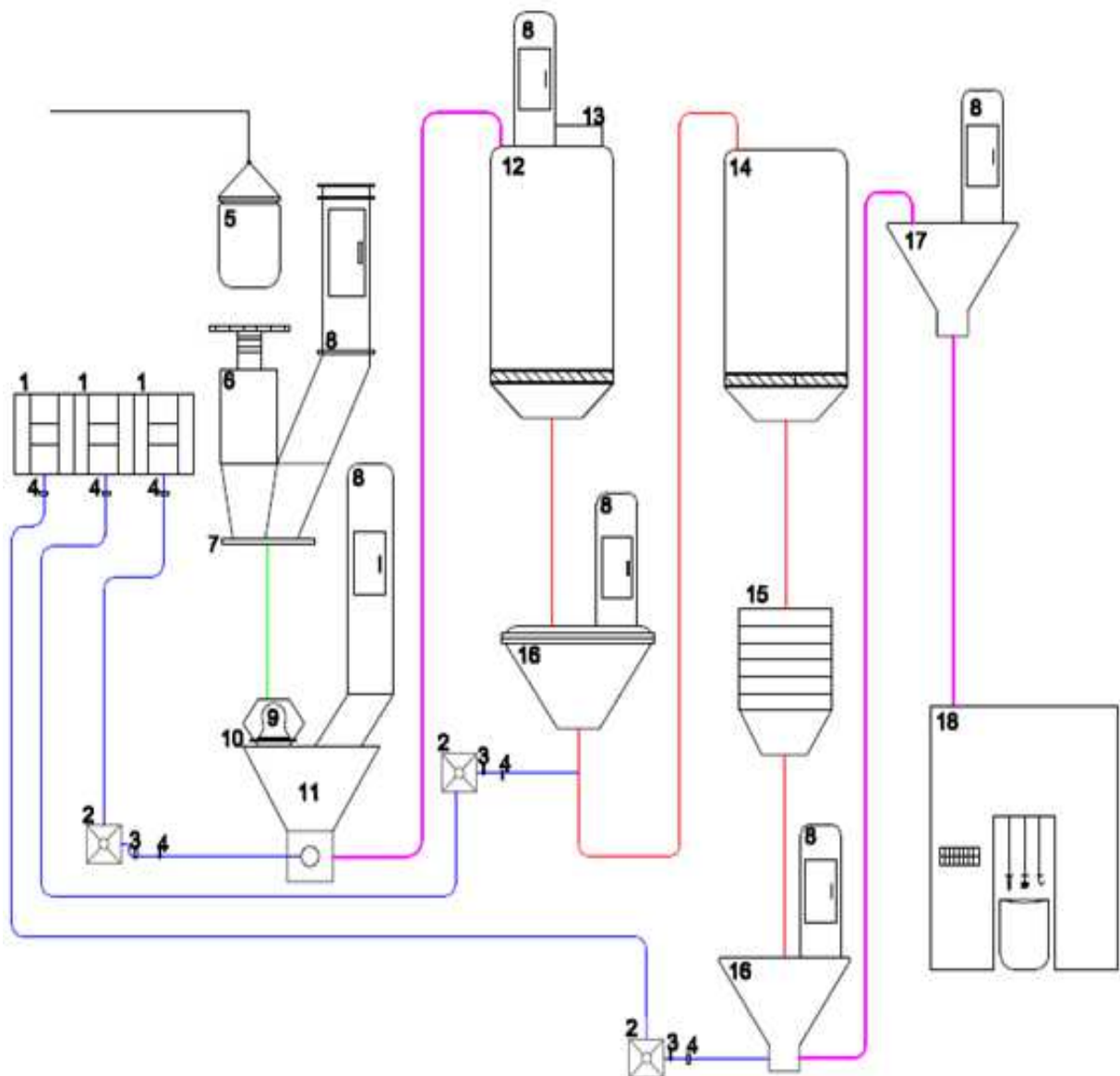


Figura 6 – Processo de Fabricação - Biscoito Rosca
Fonte: Autor, 2014.

O transporte pneumático utilizado para a movimentação e o fracionamento do açúcar cristal no processo de fabricação dos biscoitos tratou-se de um sistema de pressão positiva e de fase diluída, de acordo com a classificação sugerida por Klinzing et al., (2010) e Mills (2004). O diagrama do transporte pneumático está exposto na Figura 7.



Legenda

- | | |
|---|---------------------------------------|
| --- Movimentação do açúcar por gravidade | 8 - Filtros |
| --- Transporte Pneumático do açúcar - 5' | 9 - Turbo |
| --- Transporte Pneumático do açúcar - 3' | 10 - Imã |
| --- Fluxo de Ar | 11 - Saída produto após turbo-peneira |
| 1 - Sopradores de ar | 12 - Silo de armazenamento |
| 2 - Resfriadores de ar (Temperatura ambiente) | 13 - Desumidificador |
| 3 - Medidor de pressão (pressustato) | 14 - Silo de transferência |
| 4 - Medidor de temperatura | 15 - Balança |
| 5 - Bag de açúcar | 16 - Depósito de transferência |
| 6 - Moega – Entrada de açúcar | 17 - Depósito de açúcar |
| 7 - Desintegrador | 18 - Misturador |

Figura 7 – Diagrama de Transporte Pneumático

Fonte: Autor, 2014.

O sistema de transporte pneumático aplicado neste estudo é composto por três sopradores de ar, operando em uma faixa de pressão de 0,40 à 0,67 bar e com limite de pressão 0,80 bar. A massa de ar gerada pelos sopradores foi de 16,5 m³/min, enquanto que a velocidade média estimada do ar foi de 22,0 m/s e a velocidade do fluxo de transporte foi de aproximadamente 11,0 m/s. A temperatura do açúcar durante o transporte pneumático atingiu em média o valor de 40°C.

4.2.5 Análises do açúcar

Tanto para as amostras açúcar destinadas à caracterização, quanto para as amostras do açúcar utilizado nos experimentos da massa e na fabricação dos biscoitos foram realizadas análises de granulometria e cor.

4.2.5.1 Granulometria

A granulometria das amostras de açúcar foi determinada de acordo com o método GS2/9-37 da Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar (ICUMSA, 2007).

O método consiste em colocar a amostra de açúcar (100g) sobre uma série de 9 peneiras granulométricas com aberturas diferenciadas (ABNT 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 70), e as frações separadas em uma máquina vibratória. O diâmetro médio dos grânulos (em milímetros), também conhecido como abertura média (do inglês mean aperture- AM), foram calculados através do método Rens, utilizando o programa Excel (Microsoft Office Excel, 2007). A análise foi realizada com 5 repetições para cada uma das 6 amostras: Fornecedor A – ATP, Fornecedor A – DTP, Fornecedor B – ATP, Fornecedor B – DTP e Fornecedor C – ATP, Fornecedor C – DTP.

4.2.5.2 Cor

A análise de cor foi realizada com colorímetro Chroma Meter CR400/410 (Konica Minolta, Japão) usando o sistema CIE (L, a*, b*) sob iluminante D65. L corresponde a luminosidade na faixa do branco ao preto, e a* e b* as coordenadas cromáticas, indicando intervalo de verde ao vermelho e do azul ao amarelo, respectivamente (KONICA MINOLTA, 2013). O canhão do equipamento foi disposto sobre a amostra de açúcar para leitura dos intervalos de cor. A análise foi realizada com 5 repetições.

4.2.6 Análise reológica da farinha de trigo

Foram utilizados os métodos 173: Whole Meal and Flour from *T. aestivum* – Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase, e 54-60.01: Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal by Mixolab, normatizados pela International Association for Cereal Science and Technology (ICC, 2011) e pela American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000), respectivamente.

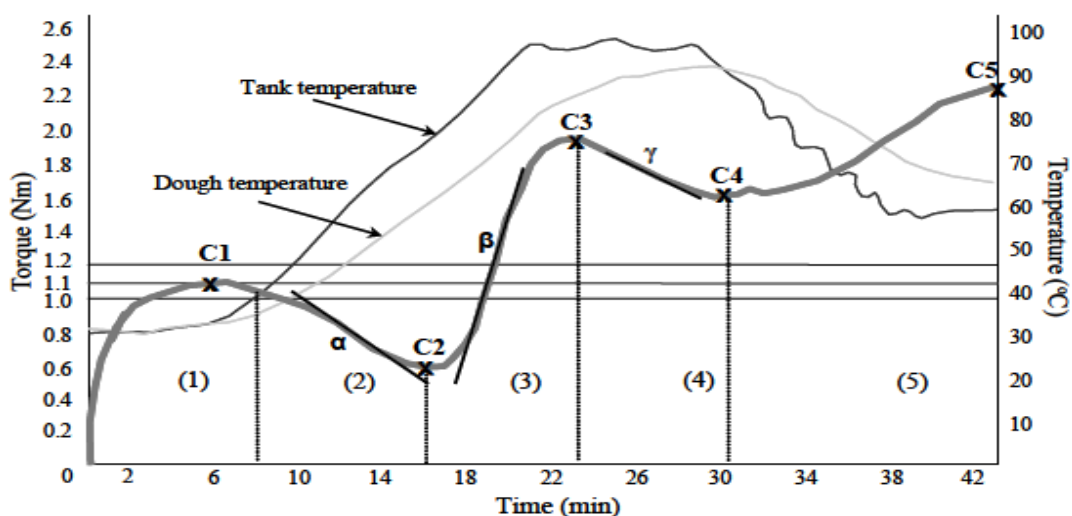


Figura 8 - Curva típica gerada no equipamento de análise reológica
Fonte: Banu et al (2011).

A análise foi realizada em equipamento MIXOLAB (Chopin, França), que possibilita a mensuração em cinco fases (Tabela 3), obtidas conforme curva típica gerada em um gráfico, conforme apresentado na Figura 8.

Tabela 3 – Parâmetros medidos nas fases de mistura da análise reológica.

Parâmetro	Observações
Absorção de água (%)	Quantidade ideal para que a massa formada tenha consistência de 1,1Nm +/- 0,05Nm no torque de C1.
Torque C1	Objetivo de consistência (1,1Nm +/- 0,05Nm).
Estabilidade (min)	A estabilidade é o tempo próximo de 1 em que o torque é maior ou igual ao valor real de C1.
Torque C2	C2 representa o enfraquecimento da proteína e decréscimo da consistência da massa.
Torque C3	C3 indica o máximo torque durante a fase de aquecimento. Gelatinização do amido.
Torque C4	C4 representa a estabilidade ao cozimento.
Torque C5	C5 representa o torque obtido após o resfriamento da massa em função da retrogradação dos amidos.

Fonte: Chopin (2009)

4.2.7 Análise reologica dos sistemas modelo (farinha e açúcar)

A avaliação do comportamento reológico dos seis diferentes sistemas modelo foi realizada utilizando-se o equipamento MIXOLAB (Chopin, França), conforme metodologia descrita no item 4.2.6.

4.2.8 Análises da massa dos biscoitos

Para investigar a interferência da Granulometria do açúcar no comportamento da massa do biscoito, as massas elaboradas foram submetidas a análise de consistência, estabilidade e de dureza.

4.2.8.1 Consistência e Estabilidade

A avaliação da consistência e da estabilidade das massas foram realizadas utilizando-se o equipamento MIXOLAB (Chopin, França), por meio de protocolo sugerido no manual do equipamento (CHOPIN, 2009). De acordo com o protocolo para análise de massas, 100g de amostra foi submetida ao trabalho mecânico com 100 rpm, a 30°C por 10 minutos. O método avalia o comportamento da massa durante a primeira fase do protocolo completo aplicado para farinhas, portanto o valor de consistência é determinado pelo torque gerado no pico C1, e a estabilidade é o tempo que permanece nesta consistência, conforme Figura 8. As análises foram realizadas em três repetições e os resultados de torque expresso em Newton metro e de estabilidade em segundos.

4.2.8.2 Dureza

A determinação da textura (dureza) da massa de biscoito rosca sabor leite foi realizada utilizando-se o texturômetro modelo TAXTplus (Stable Micro Systems, UK), probe cilíndrico de 6mm (P/6) e acessório (A/DP).

Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade pré-teste (2,0 mm.s⁻¹), velocidade do teste (3,0 mm.s⁻¹), velocidade pós-teste (10,0 mm.s⁻¹) e distância (20 mm), conforme estudo aplicado BIS5/P6, disponibilizado no *software* do equipamento (STABLE MICRO SYSTEMS, 2000). Os resultados foram expressos em Newton (N) e representam a média aritmética de seis replicatas realizadas em cada uma das 6 amostras de massa de biscoitos elaboradas.

Para a realização desta análise, uma alíquota de 110 g de massa foi disposta no acessório, seguido de inserção do êmbolo de aeração para remover as bolsas de ar. Posteriormente a massa foi pressionada com o êmbolo de achatamento com a penetração do probe cilíndrico de 6 mm.

4.2.9 Análises instrumentais e sensoriais dos biscoitos

Para a análise dos biscoitos fabricados, foram selecionados 60 pacotes de 335 gramas (para cada uma das 6 produções de biscoitos), aleatoriamente, de tal forma que fossem suficientes e representativos para a realização dos experimentos instrumentais e sensoriais.

4.2.9.1 Análise Instrumental de Cor

A cor das amostras de biscoitos submetido ou não ao transporte pneumático foi analisada em colorímetro Medidor de Contraste de Assados, modelo BC-10 (Konica Minolta, Japão) usando o sistema CIE Lab, onde o L indica a luminosidade, enquanto que o a* e o b* representam as coordenadas cromáticas. O a* indica o intervalo entre vermelho-verde e o b* o intervalo entre amarelo-azul. O equipamento é capaz de medir a cor e características de claro/escuro através do Baking Contrast Units (BCU). A BCU é derivada do valor “L” da colorimetria padrão tristímulus e está relacionada com a cor da crosta de produtos assados. A variação é de 0 para a mais escura e 5,25 para a mais clara. Cada alteração de 0,1 BCU é aproximadamente igual a um tom discernível pelo olho humano (MINOLTA, 2014). A determinação da cor foi realizada com 5 repetições para cada uma das 6 produções de biscoitos.

Adicionalmente foi calculada a diferença de cor (ΔE) (entre os biscoitos fabricados com açúcar ATP e os com açúcar DTP, segundo a Equação 2 (LAGUNA et al., 2012 e CLERICI; OLIVEIRA; NABESHIMA, 2013)).

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: ΔE = diferença de cor; ΔL^* = L_{ATP} (luminosidade do biscoito com açúcar ATP) – L_{DTP} (luminosidade do biscoito com açúcar DTP); Δa^* = a^*_{ATP} (valor de a* do biscoito com açúcar ATP) – a^*_{DTP} (valor de a* biscoito com açúcar DTP); Δb^* = b^*_{ATP} (valor de b* do biscoito com açúcar ATP) – b^*_{DTP} (valor de b* do biscoito com açúcar DTP).

4.2.9.2 Análise Instrumental de Textura

A determinação da textura (dureza e fraturabilidade/crocância) dos biscoitos foi realizada utilizando-se o texturômetro Stable Micro Systems Texture Analyser TAXT2i, probe 3-Point bending Rig (HDP/3PB), plataforma HDP/90, e os resultados foram expressos em Newton (N) e representaram a média aritmética de 5 determinações de força de ruptura para amostras provenientes de cada uma das 6 produções de biscoitos. Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade pré-teste ($1,0 \text{ mm.s}^{-1}$), velocidade do teste ($3,0 \text{ mm.s}^{-1}$), velocidade pós-teste ($10,0 \text{ mm.s}^{-1}$) e distância (5 mm), com medida compressão, conforme de força em Woody (2003), Pareyt et al. (2009), Jia et al. (2011) e Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013) e o estudo aplicado BIS4/3PB (STABLE MICRO SYSTEMS, 1995), disponibilizado no *software* do equipamento.

4.2.9.3 Análise Sensorial

Considerando que a presente pesquisa envolveu a participação de humanos na análise sensorial, o projeto foi antecipadamente submetido ao comitê de ética da UTFPR para análise e apreciação, CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) número 43419515.5.0000.5547, recebendo parecer favorável sob o número 1.054.349 (Anexo E).

Antes da realização das análises sensoriais, os biscoitos provenientes das seis formulações foram submetidos a análises microbiológicas de acordo com a legislação vigente (ANVISA, RDC 12 de 2 de janeiro de 2001). Foram realizadas as seguintes análises: determinação do Número Mais Provável-NMP de Coliformes termotolerantes (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA, 2001), contagem de Estafilococos coagulase positiva (ISO 6888-1, 2004) e pesquisa de *Salmonella* sp (ISO 6579, 2002).

Os biscoitos foram analisados sensorialmente através de método descritivo de avaliação de atributos e de métodos afetivos de aceitação, preferência e intenção de compra.

As amostras provenientes das 6 produções de biscoitos foram identificadas com códigos de 3 dígitos aleatórios. Os mesmos códigos foram utilizados para aplicação do teste descritivo e dos afetivos.

O teste descritivo de avaliação de atributos (ISO 12994,1993) foi realizado nas dependências da empresa fabricante de biscoitos onde foi desenvolvida a pesquisa. Os atributos avaliados foram definidos mediante à resultados de pré testes realizados na linha de produção, onde foi identificada a influência da granulometria do açúcar. Antes da aplicação do teste os julgadores receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A).

Foram pré-selecionados um número de 17 julgadores que demonstraram acuidade sensorial através de testes de detecção de estímulos, ausência de anosmia e ageusia, e capacidade de identificação de cores (ISO 8586:2012, 2014). Com os julgadores pré-selecionados foi aplicado teste triangular com o objetivo de selecionar os julgadores para compor a equipe de julgadores que participaria do teste final.

O teste triangular foi realizado com 3 repetições para cada atributo de interesse (textura, cor, sabor e dulçor), sendo que os testes foram aplicados em cabines individuais e iluminadas com lâmpadas fluorescentes (luz do dia). Os julgadores foram submetidos à 12 seções de teste, sendo 3 por dia e uma para cada atributo. As concentrações das soluções apresentadas para os testes de dulçor foram definidas de acordo com a ISO 8586:2012 (2014) e a ISO 22953-1(2009). Já as para o sabor de leite, a textura e a cor foram utilizadas amostras de biscoitos comerciais tipo rosca sabor leite. Durante os testes as amostras foram apresentadas codificadas, utilizando delineamento aleatório balanceado. Os resultados dos testes triangulares foram tratados estatisticamente através de análise sequencial de Wald considerando para a rejeição $p_0 = 1/3$, e para a aceitação $p_1 = 2/3$, conforme a ISO 16820, (2004) e citado por Volpini-Rapina, Sokei e Conti-Silva, (2012).

Os julgadores selecionados participaram de reunião de consenso onde foram definidas as referências para cada descritor ou atributo de interesse (Tabela 4), e a ficha para realização do teste final de avaliação de atributos (Anexo B). A ficha foi construída com escala não estruturada de nove centímetros ancorados em seus extremos, para que fosse interpretada a intensidade de cada descritor pelos julgadores.

Tabela 4 – Descritores sensoriais e referências definidas para o teste de avaliação de atributos.

Descritor/Atributo	Definição	Referência
Sabor de leite	Intensidade do sabor Leite encontrado em biscoitos	Imperceptível: Biscoito sem aroma de leite Extremamente intenso: Biscoito fabricado com mais 50% de aroma de leite na formulação
	Cor característica encontrada em biscoitos assados. Variação do branco ao marron escuro.	Imperceptível: Farinha de trigo utilizada no produto Extremamente intenso: Calda de sorvete sabor Caramelo
Textura	Dureza	Mole: Marshmallow Extremamente Duro: Bala dura (Vitrificada)
	Fraturabilidade/Crocância	Pouca: Bolo de milho Muita: Pé de moleque

Fonte: Autor (2015).

Com a ficha pronta foram apresentadas 3 amostras dos biscoitos rosca leite com açúcar ATP ou DTP, juntamente com as referências para avaliação de cada julgador. O teste foi aplicado em triplicata e os resultados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) para julgador e amostra (amostra x repetição e amostra x julgador). Os julgadores que não demonstraram reprodutibilidade e nem resultados consistentes com os demais membros da equipe foram descartados.

Portanto, o teste final para análise dos atributos de interesse foi realizada em duas repetições por uma equipe de 11 julgadores selecionados com base no poder de discriminação entre amostras, capacidade de repetir os resultados e concordância com a equipe, conforme retado por Meilgaard, Civille e Carr (2006), Lawless e Heymann (2010) e Dutcoski (2013). As amostras foram apresentadas codificadas com algarismos de três dígitos, de forma monádica (STONE e SIDEL, 2004).

Os testes afetivos de aceitação, preferência e intenção de compra foram realizados nas dependências do laboratório de análise sensorial da Universidade

Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Francisco Beltrão, de acordo com Meilgaard, Civille e Carr (2006), utilizando 100 julgadores que receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo C).

Os atributos relacionados com a aceitação foram: sabor, cor, textura e impressão global. Para apresentação das amostras aos julgadores, foi utilizado delineamento aleatório balanceado. Os julgadores receberam uma ficha com um teste de aceitação por escala hedônica de 9 pontos, seguido de teste de ordenação para preferência e por último teste de intenção de compra de 5 pontos (Anexo D).

A partir dos resultados dos testes afetivos foi possível construir o Mapa de preferência, conforme já aplicado em estudos com Biscoitos Cracker e Bolo de Laranja pelos autores Martínez et al. (2002) e Volpini-Rapina, Sokei e Conti-Silva (2012) respectivamente.

4.2.10 Análise estatística

Os dados obtidos a partir dos experimentos realizados nesta pesquisa foram tratados nos *softwares* Statistica (Versão 7.0), Minitab (Versão 14) e XLstat (Versão 2014).

Para os casos onde os dados apresentaram normalidade pelo teste de Kolmogorov–Smirnov (SMIRNOV, 1939), empregou-se o módulo para análise de variância (ANOVA/MANOVA) e teste de média de Tukey, ao nível de significância de 5%, ao passo que para os casos onde não houve simetria entre os valores, foram aplicados testes não paramétricos: Kruskal Wallis (HOLLANDER e WOLFE, 1973) e Teorema de Tchebichev (FREUND, 2004).

Para as análises onde a partir de uma mesma matriz se avaliou mais de uma variável dependente em função de dois fatores (transporte e fornecedor de açúcar) foi aplicada análise de variância multivariada, já para as análises onde uma havia uma única variável dependente foi aplicada análise de variância univariada com dois fatores.

As tabelas referentes as análises de variância que não foram apresentadas nos capítulos de resultados desta dissertação, seguem expostas no anexo F dessa dissertação.

A correlação entre os dados das análises instrumentais e sensoriais dos biscoitos, bem como o mapa de preferência dos consumidores, foram construídos por meio da análise de componentes principais (ACP) (ARIFIN et al., 2010, PAULA e CONTI-SILVA, 2014 e MARTÍNEZ et al., 2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Resultados desta pesquisa estão apresentados em três capítulos.

O primeiro capítulo abrange um estudo da caracterização do açúcar cristal em relação aos parâmetros granulometria e cor, de acordo com os tratamentos ATP e DTP.

Os capítulos 2 e 3 estão formatados em forma de artigos, visando publicação em Revistas técnico-científicas.

O segundo capítulo aborda o estudo da interferência da granulometria do açúcar cristal no comportamento reológico da massa de biscoitos tipo rosca.

No terceiro capítulo, foi realizado um estudo da correlação dos dados das análises instrumentais e sensoriais dos parâmetros textura e cor dos biscoitos elaborados com açúcar ATP e DTP.

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO DO AÇÚCAR

O açúcar cristal é um ingrediente muito variável em função da safra, da região de cultivo, e das condições de processo. Deste modo, cada usina produz açúcar com um perfil granulométrico e cor diferente. O controle da cristalização do açúcar define o diâmetro médio do cristal (Abertura Média-AM) e a sua uniformidade. Pode-se dizer que alguns tipos de açúcar são produzidos com granulometria controlada para atender a segmentos especiais do mercado (OLIVEIRA; ESQUIAVETO; SILVA, 2007).

Neste contexto, a caracterização do açúcar foi realizada a partir de amostragem (Tabela VII – Plano de amostragem simples severa, segundo NBR 5426,1985) de 15 cargas de açúcar e considerando-se uma população infinita, com intuito de dimensionar o tamanho médio ou o diâmetro médio, bem como a cor dos grânulos de açúcar ATP e DTP que a indústria recebeu no período de março à abril de 2014. Com isso, foi possível levantar a faixa de valores possivelmente encontrados na indústria onde foi realizado o estudo.

Os dados provenientes das análises de granulometria e cor para a caracterização do açúcar cristal nas condições ATP e DTP não apresentaram normalidade pelo teste de Kolmogorov–Smirnov (SMIRNOV, 1939) ao nível de 5% de significância. Portanto, para testar as diferenças entre os parâmetros granulometria (AM) e Cor (L, a* e b*) em função da condição de transporte aplicado ao açúcar, empregou-se o teste não paramétrico de Kruskal Wallis (HOLLANDER e WOLFE, 1973). O teste mostrou haver diferença com 5% de significância tanto para a granulometria, quanto para a cor, conforme apresentado Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização do açúcar ¹

Tratamento ²	Granulometria ³		Cor ³	
	(AM) mm	L	a*	b*
ATP	0,61 ^a	85,55 ^b	0,04 ^a	9,60 ^a
DTP	0,47 ^b	92,58 ^a	-0,19 ^b	5,55 ^b

¹Medianas. n:5. Letras iguais na mesma coluna indicam medianas iguais pelo teste de Kruskal Wallis, com 5% de significância ($p < 0,05$). ²ATP: açúcar antes do transporte pneumático; DTP: açúcar depois do transporte pneumático; ³AM: Abertura Média ou diâmetro médio do grânulo de açúcar; L: luminosidade; a*: intervalo cromático entre vermelho-verde; b*: intervalo cromático entre amarelo-azul.

Na Tabela 5, observa-se que as medianas dos valores de diâmetro médio para as amostras de açúcar ATP e DTP foram de, respectivamente, 0,61 e 0,47 mm, mostrando que o transporte pneumático interferiu significativamente na granulometria do açúcar ($p < 0,05$), promovendo a diminuição no tamanho médio dos grânulos. Tal fato pode estar associado à quebra dos grânulos em partículas menores durante as colisões (contra as paredes e curvas na tubulação) e interação entre partículas que ocorrem no transporte pneumático de materiais à granel, conforme relatado por Mills (2004) e Ndama et al. (2011).

Pathare (2010), afirma que o atrito das partículas dos materiais durante o transporte pneumático é um fenômeno muito comum em processos industriais. Manley (2000), contribui relatando que é comum em fábricas de biscoitos usar sistemas de transporte pneumático e aceitar alguma redução no tamanho médio das partículas de açúcar. Aider, Halleux e Belkacemi (2007), em estudo referente a produção de açúcar granulado a partir de xarope de bordo, avaliaram o tamanho médio dos grânulos produzidos em função da influência de parâmetros do processo. Os valores encontrados pelos autores variaram de 0,35 a 0,38 mm, valores menores quando comparados aos obtidos neste trabalho, a partir do xarope de cana (0,61 mm e 0,47 mm para o açúcar ATP e DTP, respectivamente).

Em relação aos intervalos de cor do açúcar, os valores de L aumentaram significativamente após o transporte pneumático ($p < 0,05$), ao passo que os valores de a^* e b^* diminuíram nas amostras de açúcar DTP ($p < 0,05$), provavelmente indicando que os grânulos menores proporcionam maior luminosidade e conseqüentemente um açúcar de coloração mais clara.

De acordo com Bhuyan (2007), a cor e o tamanho dos grânulos influenciam na aparência (tonalidade) do açúcar, caracterizada também como um parâmetro de sua qualidade. As colisões e interações relatadas por Mills (2004), além de levar à quebra das partículas de materias transportados pneumaticamente, podem alterar a coloração do produto.

A partir dos resultados dos parâmetros avaliados na caracterização do açúcar para os tratamentos ATP e DTP, foi construído o intervalo para os valores médios, utilizando os conceitos baseados no Teorema de Tchebichev (FREUND, 2004), conforme Tabela 6.

Diante dos valores que compõem o intervalo de média pode-se dizer que, para as condições de tratamento as quais o açúcar cristal foi submetido, 89% dos

valores de cada parâmetro avaliado variam dentro dos limites inferior e superior apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Intervalo para os valores médios de Granulometria e Cor do açúcar¹

Parâmetros ³		Transporte ²	
		ATP	DTP
		[LI ; LS]	[LI ; LS]
Granulometria	AM (mm)	[0,55; 0,67]	[0,41; 0,55]
	L	[83,19; 88,56]	[91,35; 93,78]
Cor	a*	[-0,33; 0,23]	[- 0,36; - 0,00]
	b*	[8,48; 10,83]	[4,95; 6,12]

¹ LS: Limite Superior da média dos parâmetros; 89% dos valores estão no intervalo indicado, segundo o teorema de Tchebichev. ²ATP:açúcar antes do transporte pneumático;DTP:açúcar depois do transporte pneumático. LI: Limite Inferior da média dos parâmetros; ³AM: Abertura Média ou diâmetro do grânulo de açúcar; L: luminosidade; a*: intervalo cromático entre vermelho-verde; b*: intervalo cromático entre amarelo-azul.

O tratamento estatístico aplicado aos dados mostrou que o açúcar cristal, quando submetido a movimentação na indústria de alimentos por meio de transporte pneumático nas condições deste estudo (sistema de pressão positiva e de fase diluída), conforme descrito no item 4.2.4, reduz significativamente o diâmetro dos seus grânulos, e conseqüentemente aumenta a sua luminosidade. Tendo em vista que 89% dos valores médios de cada parâmetro está dentro de um intervalo estabelecido, é possível dimensionar as faixas de variação para o tamanho dos grânulos, e conseqüentemente para os valores dos intervalos de cor do açúcar.

Considerando que o açúcar cristal é um ingrediente com grande variabilidade e que, portanto, foi avaliado como uma população infinita, a construção do intervalo de médias indica como se comportariam os parâmetros granulometria e cor de um lote segregado desta população, sendo submetido ou não a etapa de transporte pneumático, para aplicar na formulação de biscoitos ou outros produtos alimentícios.

Fundamentado nas afirmações de Cauvain e Young (2006), Manley (2000), Moretto e Fett (1999) e Moraes et al. (2010), de que o tamanho das partículas de açúcar influencia na taxa de dissolução dos cristais de sacarose, interfere na expansão e conseqüentemente no aspecto e na textura dos biscoitos, pode-se considerar relevante a aplicação de açúcar de granulometrias diferentes (ATP ou

DTP) na elaboração de biscoitos e a investigação da interferência deste parâmetro através de análises de reologia da massa e avaliação de textura e cor dos biscoitos.

CAPÍTULO 2

ESTUDO DA INTERFERÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DA MASSA DE BISCOITOS ROSCA SABOR LEITE.

Resumo – As características e a qualidade da massa e dos biscoitos assados, estão relacionadas com os ingredientes que compõem a sua formulação. O açúcar e a farinha estão entre os principais ingredientes utilizados. O transporte pneumático pelo qual o açúcar é geralmente submetido, ocasiona a redução do diâmetro dos grânulos. Este trabalho teve como objetivo analisar a influência da granulometria do açúcar cristal no comportamento reológico de massa de biscoito rosca sabor leite. O açúcar cristal (obtido de três diferentes fornecedores, A, B e C) foi adicionado em misturas de farinha e açúcar e também em massa completa de biscoitos em duas em duas condições: antes do transporte pneumático (ATP) e depois de submetido ao transporte pneumático (DTP), totalizando seis produções diferentes de misturas (farinha+açúcar) e de massa. Os demais ingredientes utilizados e condições de mistura foram mantidos inalterados. Através da análise de granulometria foi determinado o valor de tamanho médio dos cristais de açúcar (AM). As amostras de farinha (controle) e amostras das misturas de farinha e açúcar foram submetidas a análises de reologia (absorção de água, desenvolvimento da massa, enfraquecimento das proteínas, gelatinização, resistência a amilólise e retrogradação dos amidos). As amostras de massa de biscoitos rosca foram submetidas a análise de consistência, estabilidade e dureza. Os dados obtidos foram tratados por análise de variância seguida de testes de média (Tukey, $p < 0,05$). A granulometria nas amostras de açúcar ATP foi significativamente maior que nas amostras de açúcar DTP. O açúcar do fornecedor A apresentou menor valor de granulometria no tratamento ATP e portanto diferiu do B e C, porém no DTP não houve diferença significativa entre os fornecedores. Em relação à reologia das misturas de farinha e açúcar, foi constatado que a absorção de água foi significativamente menor para as misturas com açúcar DTP, ao passo que a retrogradação do amido (C5) foi significativamente maior também para as misturas com açúcar DTP. Os valores de resistência e estabilidade da massa de biscoitos com açúcar ATP e DTP não diferiram significativamente, por outro lado a dureza da massa com açúcar DTP obteve valores maiores do que as massas com açúcar ATP. Portanto, conclui-se que a granulometria do açúcar influenciou na absorção da água pela farinha de trigo, na retrogradação dos amidos e na dureza da massa de biscoitos.

Palavras-chave: Transporte pneumático. Açúcar. Reologia. Biscoito. Massa.

1. INTRODUÇÃO

Biscoitos ou bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não (BRASIL, 2005). Dentre os fatores que influenciam a qualidade dos biscoitos, destacam-se os ingredientes utilizados e as condições de processamento. A farinha de trigo e o açúcar estão entre os principais ingredientes das massas de biscoitos (MANOHAR e RAO, 2002).

O amido e as proteínas presentes na farinha absorvem a umidade da água e formam uma massa viscoelástica, conhecida como glúten (MANLEY, 1998), resultando no aumento da viscosidade (DHAKA e KHATKAR, 2013).

Por outro lado, o açúcar inibe o desenvolvimento excessivo do glúten durante a mistura da massa por competir com a farinha pela água da formulação, resultando em biscoitos menos duros e mais frágeis (crocantes) (GALLAGHER et al., 2003; CODINA e PASLARU, 2008). Segundo Rezzoug et al. (1998), grande quantidade de açúcar pode proporcionar massas de biscoitos excessivamente macias, ocasionando a redução da consistência. O açúcar influencia na viscosidade da massa, na gelatinização do amido e no desenvolvimento do glúten (PAREYT e DELCOUR, 2008), aumenta a temperatura de gelatinização do amido, retarda ou inibe as ligações cruzadas e restringe a mobilidade do glúten durante o cozimento dos biscoitos (PAREYT et al., 2009). A sacarose (açúcar cristal) é o açúcar mais utilizado na indústria de biscoitos (GALLAGHER et al., 2003).

O transporte pneumático é, possivelmente, a maneira mais aplicável de tecnologia para transportar ingredientes na indústria de alimentos (BARBOSA-CÁNOVAS et al 2005). De acordo com Manley (2000), a movimentação e o manuseio do açúcar pode aumentar significativamente a proporção de partículas mais finas de açúcar, devido a quebra dos cristais em maior ou menor extensão. A variação no tamanho da partícula do açúcar deve ser vista com atenção, devido à relação entre o tamanho da partícula e a massa de biscoitos.

Neste sentido, a granulometria do açúcar influencia em várias características reológicas, tais como consistência, dureza e viscosidade aparente da massa (MANOHAR e HAO, 1997). Segundo Cauvan e Young (2006), a principal influência da granulometria do açúcar está na taxa de dissolução dos cristais de sacarose na

água. Manohar e Rao (1997) afirmam que a quantidade de açúcar que entra em solução depende do tamanho do grânulo, e influencia nas propriedades mecânicas da massa. Assim, é de suma importância conhecer a reologia da massa (Manohar e Rao, 2002), e compreender a influência da granulometria do açúcar para antecipar o comportamento da massa nas etapas de mistura e forneamento na produção de biscoitos, bem como o impacto no aspecto e na textura do biscoitos.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da granulometria do açúcar (sacarose) no comportamento reológico da massa de biscoito rosca sabor leite.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

O açúcar cristal (sacarose) da safra de 2012 / 2013 utilizado neste estudo foi classificado comercialmente como açúcar tipo 2 (ICUMSA, 2011) e adquirido de três diferentes fabricantes do estado de São Paulo (Fornecedor A, B e C). Já a farinha de trigo comum utilizada foi proveniente do Rio Grande do Sul classificada como farinha tipo 2 (BRASIL, 2005).

A massa de biscoitos foi elaborada em escala laboratorial na empresa Granolab do Brasil em Curitiba (PR) e nas dependências do laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR Campus Francisco Beltrão. A preparação usou condições similares às aquelas do processamento industrial, ou seja, os mesmos ingredientes e executando-se a mistura com o mesmo número de etapas de processamento.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Transporte pneumático do açúcar

O transporte pneumático utilizado para a movimentação e o fracionamento do açúcar cristal tratou-se de um sistema de pressão positiva e de fase diluída, de acordo com a classificação sugerida por Klinzing et al. (2010) e Mills (2004). O sistema foi composto por três sopradores de ar, operando em uma faixa de pressão de 0,40 à 0,67 bar e com limite de pressão 0,80 bar. A vazão de ar gerada pelos sopradores foi de 16,5 m³/min, a velocidade média estimada do ar foi de 22,0 m/s e a velocidade do fluxo de transporte foi de aproximadamente 11,0 m/s.

2.2.2 Granulometria do açúcar

A granulometria do açúcar proveniente dos fornecedores A, B e C foi analisada em amostras coletadas antes do transporte pneumático (ATP) e depois de passar pelo transporte pneumático (DTP), e foi determinada de acordo com o método GS2/9-37 da Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar (ICUMSA, 2007).

O método consiste em colocar a amostra de açúcar sobre uma série de peneiras granulométricas com aberturas diferenciadas e as frações separadas em uma máquina vibratória. O tamanho médio dos grânulos (em milímetros), ou o diâmetro, também conhecido como abertura média (do inglês mean aperture- AM), foram calculados através do método Rens (ICUMSA, 2007), utilizando o programa Excel (Microsoft office Excel, 2007). A análise foi realizada com 5 repetições para cada uma das 6 amostras: Fornecedor A – ATP, Fornecedor A – DTP, Fornecedor B – ATP, Fornecedor B – DTP e Fornecedor C – ATP, Fornecedor C – DTP.

2.2.3 Análise reológica da farinha de trigo

Para a determinação do comportamento reológico da farinha de trigo, mediante mistura e aumento de temperatura, foram utilizados os métodos 173 (ICC, 2011) e 54-60.01 (AACC, 2000), utilizando-se o equipamento MIXOLAB (Chopin, França).

Através do método, foi possível avaliar os parâmetros: absorção de água (potencial de hidratação), comportamento durante o amassamento (C1- torque máximo durante a mistura), Glúten (C2 - enfraquecimento das proteínas à base no trabalho mecânico e temperatura), viscosidade (C3 - gelatinização do amido), resistência à atividade amilásica (C4 - estabilidade do gel de amido formado) e retrogradação do amido (C5) (BANU et al., 2011; BOIZEAU et al., 2007; DHAKA et al. 2012; KAHRAMAN et al. 2007; DUBAT, 2010; JIA et al., 2011; MIRONEASA et al., 2012).

O princípio da análise envolve a medição do torque exercido pela a massa em seis fases onde são medidos os valores em cada pico, conforme visualizado na curva típica gerada pelo equipamento (Figura 9). As configurações utilizadas No equipamento para análise seguem descritas na Tabela 7.

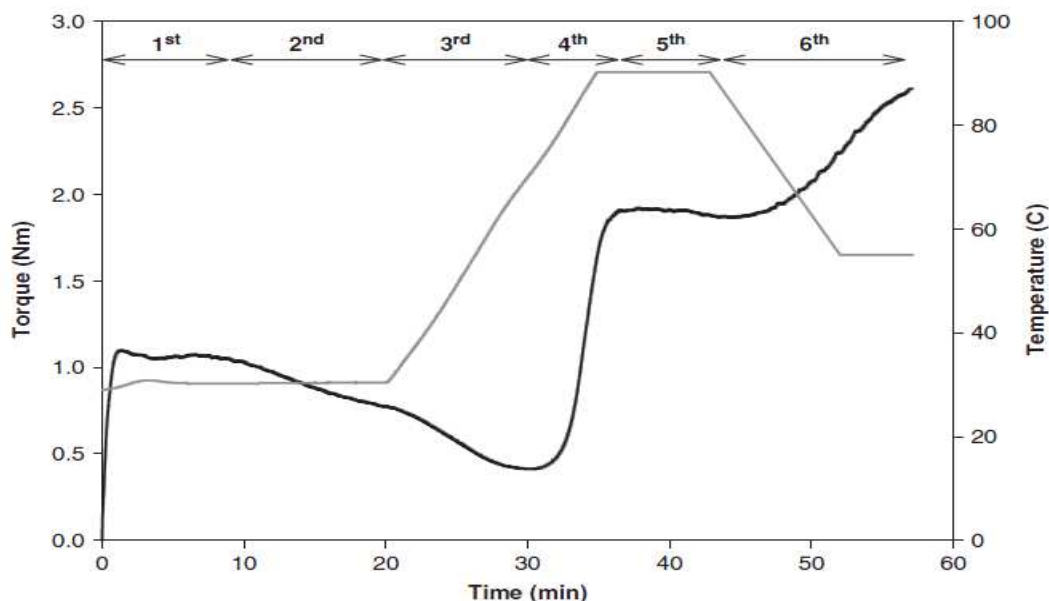


Figura 9 - Curva típica gerada no Mixolab. As diferentes fases ilustram as alterações no comportamento da massa como uma consequência do trabalho mecânico e da temperatura.

Fonte: ROSELL (2007).

Tabela 7 – Configurações do Mixolab para aplicação do método

Configurações	Valores
Velocidade de mistura	80 RPM
Temperatura 1° Fase (C1)	30°C
Temperatura 2° Fase (C2)	30 - 60 °C
Temperatura 3° Fase (C3)	60 - 90°C
Taxa de aquecimento	4°C/min
Temperatura 4° Fase (C4)	90°C
Tempo 4° Fase (C4)	15 min
Temperatura 5° Fase (C5)	90 - 50 °C
Taxa de resfriamento	4°C/min

Fonte: (ICC, 2011).

2.2.4. Análise dos sistemas modelo (farinha e açúcar)

Para investigar a influência da granulometria do açúcar quando misturado à farinha de trigo foi usado como um sistema modelo a mistura de farinha (40%) e açúcar (17%), respeitando a proporção utilizada na formulação do biscoito. O comportamento reológico das misturas foi avaliado utilizando o equipamento MIXOLAB (Chopin, França) para prever e relacionar com o comportamento da massa final de biscoitos.

Foi aplicado o mesmo protocolo utilizado na análise da farinha de trigo (item 2.2.3). As misturas foram preparadas com base nos 3 lotes diferentes de açúcar cristal (Fornecedor A, B e C) e nas duas condições de transporte (ATP e DTP), totalizando seis diferentes sistemas. Como controle Utilizou-se os resultados da análise reológica apenas de farinha de trigo (item 2.2.3).

2.2.5 Elaboração das massas dos biscoitos rosca sabor leite

A massa do biscoito rosca sabor leite foi elaborada em escala laboratorial utilizando-se 3 lotes diferentes de açúcar cristal em duas condições: antes do transporte pneumático (ATP) e depois de submetido ao transporte pneumático

(DTP), totalizando seis diferentes massas. Os demais ingredientes e condições do teste foram mantidos sem alteração em todas as massas elaboradas.

As massas continham em sua composição os seguintes ingredientes: gordura, emulsificante, aromatizante, acidulantes, fermento, sal e água - denominados ingredientes X - e farinha, açúcar e amido - definidos como Ingredientes Y. Por questão de sigilo da empresa detentora da fórmula da massa de biscoitos, os percentuais de todos os ingredientes que compõem a formulação não foram apresentados. Somente o percentual de açúcar e de farinha para atender aos objetivos propostos neste estudo.

Na elaboração das massas foi utilizado o método “creme” (MORETTO e FETT, 1999; MANLEY, 2000). A mistura ocorreu em duas fases sendo que na primeira foram homogeneizados os ingredientes X, e na segunda incorporados os ingredientes Y.

2.2.7. Consistência e estabilidade das massas dos biscoitos

A avaliação da consistência e da estabilidade das massas foram realizadas utilizando-se o equipamento MIXOLAB (Chopin, França), por meio de protocolo sugerido no manual do equipamento (CHOPIN, 2009). De acordo com o protocolo para análise de massas, 100g de amostra foi submetida ao trabalho mecânico com 100 rpm, a 30°C por 10 minutos. O método avalia o comportamento da massa durante a primeira fase do protocolo completo aplicado para farinhas, portanto o valor de consistência é determinado pelo torque gerado no pico C1, e a estabilidade é o tempo que permanece nesta consistência, conforme Figura 9, apresentada no item 2.2.3. As análises foram realizadas em três repetições e os resultados de torque expresso em Newton metro e de estabilidade em segundos.

2.2.8 Textura das massas dos biscoitos

A determinação da dureza da massa de biscoito rosca sabor leite foi realizada no texturômetro modelo TAXTplus (Stable Micro Systems, UK) usando o probe

cilíndrico de 6mm (P/6) e acessório (A/DP) composto por um copo cilíndrico onde a massa foi disposta, o êmbolo de aeração e o êmbolo de achatamento utilizados para preparo da massa. Para a análise, foi necessária uma alicota de 110g de massa para cada repetição. Os resultados foram expressos em Newton (N) e representam a média aritmética de seis replicatas realizadas em cada uma das 6 amostras de massa de biscoitos elaboradas. Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade pré-teste ($2,0 \text{ mm.s}^{-1}$), velocidade do teste ($3,0 \text{ mm.s}^{-1}$), velocidade pós-teste ($10,0 \text{ mm.s}^{-1}$) e distância (20 mm) conforme protocolo BIS5/P6, disponível no software do equipamento (STABLE MICRO SYSTEMS, 2000).

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos a partir das análises de granulometria do açúcar, de reologia da farinha, bem como de reologia e textura da massa de biscoitos foram tratados nos *softwares* Statistica (versão 7.0) e Minitab (versão 14). Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (SMIRNOV, 1939) e análise de variância ($p < 0,05$).

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância considerando modelo de classificação cruzada com dois fatores: Transporte (ATP e DTP) e Fornecedor (A, B e C). Em caso de resultados significativos para os fatores principais ou para alguma interação entre os mesmos, foi utilizado o teste de Tukey para avaliação das médias ao nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSÕES

3.1 ANÁLISES AÇÚCAR

A granulometria do açúcar apresentou diferença quando comparou-se os fornecedores desta matéria-prima (A, B e C) na condição de transporte ATP

conforme dados apresentados na Tabela 3. Porém, após o transporte pneumático o comportamento entre os açúcares dos três fornecedores é similar. Os valores de granulometria foram menores para as amostras de açúcar na condição DTP, e portanto, mostram o impacto do transporte pneumático na redução do tamanho dos grânulos de açúcar de diferentes origens.

Mediante a análise estatística dos resultados da granulometria do açúcar, foi possível observar variação entre os dados, considerando os fatores interferentes (Fornecedor e Transporte) isoladamente e na interação destes. Os resultados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Granulometria do açúcar cristal¹

Transporte ³	Granulometria ² (mm)		
	Fornecedor		
	A	B	C
ATP	0,57 ± 0,01 ^{bb}	0,61 ± 0,02 ^{aA}	0,62 ± 0,02 ^{aA}
DTP	0,46 ± 0,04 ^{cc}	0,47 ± 0,02 ^{cc}	0,45 ± 0,05 ^{cc}

¹Média±desvio padrão. n=5. ²Diâmetro do grânulo de açúcar. ³ATP: açúcar antes do transporte pneumático; DTP: açúcar depois do transporte pneumático. Letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância.

As amostras dos três fornecedores diferiram ($p < 0,05$) para a granulometria (Tabela 8) em relação ao transporte ATP e DTP, ou seja, houve uma redução média de 23% na granulometria do açúcar após o transporte. A granulometria do açúcar do Fornecedor A antes do transporte foi a menor para todos os resultados, fato que não se repetiu após o transporte pneumático. Isto indica a homogeneização, ou uniformização, do tamanho dos grânulos, com o uso da tecnologia de transporte pneumático na movimentação do açúcar a partir de origens diferentes. Este fato contribui com a movimentação deste ingrediente na indústria alimentícia, que pode ampliar o leque de fornecedores de matéria-prima, diminuindo a sua preocupação quanto a variabilidade na granulometria do açúcar.

Mesmo que os resultados tenham evidenciado uniformidade na granulometria entre as diferentes amostras de açúcar após o transporte pneumático, é importante

monitorar continuamente o tamanho das partículas de açúcar que chegam ao misturador (MANLEY, 2000).

Para Cauvain e Young (2006), o principal efeito do tamanho da partícula é o de influenciar a taxa na qual os cristais de sacarose irão dissolver-se na água. Oliveira, Esquiaveto e Silva (2007), relatam que cristais menores dissolvem mais rapidamente, podendo acelerar o processo de mistura ou facilitar a operação de dissolução do ingrediente.

Tendo em vista a relação entre o diâmetro da partícula do açúcar e a massa durante o processo de forneamento (cozimento), qualquer interferência que cause variação no tamanho da partícula do açúcar poderá refletir na característica da massa e portanto deve ser vista com atenção (MANLEY, 2000).

3.2 ANÁLISES DA REOLOGIA DOS SISTEMAS MODELO (FARINHA E AÇÚCAR)

O comportamento da massa quando submetida à mistura e temperaturas controladas, simula o trabalho mecânico e as condições de calor no processamento de biscoitos. As alterações mecânicas foram determinadas através do torque gerado pela consistência. A avaliação da consistência permitiu medir a capacidade de absorção de água das farinhas, bem como o seu comportamento durante o amassamento (BRUN et al., 2008).

Os resultados da reologia para as misturas de farinha e açúcar (Tabela 9) apontam para a redução da absorção de água e da estabilidade em relação ao controle (Farinha), tal fato pode estar associado a competição do açúcar com a farinha pela água presente na massa. Os valores de torque para o pico C2, se apresentaram maiores para as misturas, indicando uma consistência maior em função da presença do açúcar, já que este é considerado um ingrediente estruturador da massa de biscoitos (MANLEY, 2000). Os valores encontrados para os picos C3, C4 e C5 foram maiores para o controle, mostrando que o açúcar diminui a viscosidade da massa, a resistência a amilólise e aumenta a tendência a retrogradação dos amidos.

Tabela 9 – Resultados das análises de reologia dos sistemas modelo¹

Parâmetros ³	Controle (Farinha)	Misturas (Farinha e açúcar)					
		ATP ²			DTP ²		
		Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C	Fornecedor A	Fornecedor B	Fornecedor C
Abs. água (%)	61,7±0,00	29,5±0,00	29,5±0,00	30,0±0,00	27,4±0,00	27,4±0,00	27,4±0,00
C1(Nm)	1,12 ± 0,01	1,11 ± 0,01	1,20 ± 0,06	1,04 ± 0,08	1,15 ± 0,06	1,17 ± 0,08	1,10 ± 0,02
Estabilidade (min)	10,52 ± 0,23	0,99 ± 0,15	0,95 ± 0,07	1,12 ± 0,20	2,93 ± 0,58	1,64 ± 0,19	1,92 ± 0,32
C2 (Nm)	0,47± 0,02	0,74± 0,02	0,78± 0,03	0,71±0,05	0,71±0,41	0,88±0,07	0,88±0,02
C3 (Nm)	1,69±0,03	0,98±0,01	0,99±0,02	0,97±0,03	0,86±0,53	1,1±0,04	1,11±0,01
C4 (Nm)	1,42±0,04	0,21±0,01	0,19±0,01	0,19±0,00	0,54±0,54	0,21±0,01	0,21±0,01
C5 (Nm)	2,06±0,03	1,81±0,04	1,87±0,12	1,83±0,01	1,84±0,08	1,46±0,08	1,60±0,04

¹Média ± desvio padrão. n=3. ²ATP: antes do transporte pneumático; DTP:depois do transporte pneumático. ³ C1:torque para o desenvolvimento massa; C2:torque para o enfraquecimento das proteínas; C3:torque para o gelatinização do amido; C4:torque para a resistência a amilólise; C5: torque relacionado com a retrogradação do amido.

Os resultados foram submetidos a análise de variância que mostrou variação significativa ($p < 0,05$) entre os dados somente para o fator Transporte (Tabela 10). Deste modo, foi aplicado o teste de Tukey para a comparação entre as médias das misturas de farinha com açúcar ATP ou DTP em relação ao controle (apenas farinha).

Tabela 10 - Análise de Variância - reologia dos sistemas modelo..

EFEITO	Valor	F	GLE	GLR	p
Fornecedor	0,012532	2,38	20	6	0,143157
Transporte	0,005310	56,20	10	3	0,003447*
Fornecedor x Transporte	0,013461	2,29	20	6	0,154914

*Nível p significativo em nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). GLE: Grau de liberdade do efeito ou fator, GLR: Grau de liberdade do resíduo, F: F de Fisher, p : Probabilidade

A Tabela 11 mostra as médias dos resultados relacionados com o fator transporte. As amostras das misturas e do controle diferiram significativamente ($p < 0,05$) em relação ao potencial de absorção de água. O controle (farinha) apresentou percentual médio de 61,7%, enquanto que na mistura farinha e açúcar

ATP o percentual médio foi de 29,5%, e na mistura farinha e açúcar DTP foi de 27,4%.

Os valores encontrados mostram que a presença do açúcar conferiu uma redução drástica da absorção da água pela farinha. A menor absorção de água foi obtida nas misturas com açúcar DTP, em função da taxa de dissolução dos grânulos menores ser mais rápida, conforme relatado por Oliveira, Esquiaveto e Silva (2007) e Cauvain e Young, (2006). Deste modo, sugere-se que o açúcar DTP compete com a farinha (GALLAGHER et al., 2003) de forma mais efetiva pela água da formulação.

Os resultados da consistência inicial da massa (C1) não diferiram entre as amostras, indicando que a presença e o tamanho do grânulo de açúcar não influenciaram no comportamento das proteínas (glúten) e no desenvolvimento da massa formada na primeira fase de mistura na temperatura constante de 30°C.

Tabela 11 – Reologia dos sistemas modelo – fator transporte¹

Parâmetros ²	Farinha (controle)	Farinha + açúcar (ATP) ³	Farinha + açúcar (DTP) ³
Absorção de água (%)	61,7±0,01 ^a	29,5±0,28 ^b	27,4±0,0 ^c
C1 (Nm)	1,12±0,01 ^a	1,12±0,09 ^a	1,13±0,06 ^a
Estabilidade (min)	10,52±0,23 ^a	1,02±0,15 ^b	3,27±3,89 ^b
C2 (Nm)	0,46±0,02 ^b	0,74±0,04 ^a	0,82±0,22 ^a
C3 (Nm)	1,69±0,03 ^a	0,98±0,02 ^b	1,02±0,29 ^b
C4 (Nm)	1,41±0,04 ^a	0,19±0,01 ^b	0,32±0,31 ^b
C5 (Nm)	2,05±0,03 ^a	1,83±0,07 ^b	1,63±0,18 ^c

¹Média±desvio padrão. n=3. Letras minúsculas iguais na linha indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ² C1: torque para o desenvolvimento massa, C2: torque para o enfraquecimento das proteínas; C3: torque para o gelatinização do amido; C4: torque para a resistência a amilólise; C5: torque relacionado com a retrogradação do amido. ³ ATP: antes do transporte pneumático; DTP: depois do transporte pneumático.

A estabilidade da massa durante o amassamento, que é medida em tempo (minutos), para que a massa atinja a consistência de 1,1 Nm não apresentou diferença significativa entre as misturas com açúcar ATP e DTP. Porém, a estabilidade das misturas foi inferior tanto para os açúcares ATP e DTP (1,01 min e 3,27 min respectivamente) em relação ao controle (10,52 min). Este fato também pode estar relacionado com a competição entre o açúcar e a farinha pelas moléculas

de água (GALLAGHER et al., 2003), diminuindo as ligações da rede do glúten e conseqüentemente a sua estabilidade. Jia et al. (2011), relataram um aumento de 6,33 min para 7,82 à 9,88 min na estabilidade da massa, ao substituírem parcialmente a farinha de trigo por farinha de amêndoas.

Tendo em vista que as médias de C2, C3 e C4 não diferiram significativamente entre as misturas, sugere-se que a granulometria do açúcar não influencia no enfraquecimento das proteínas, na gelatinização do amido e na resistência a amilólise (Tabela 11). Por outro lado, a presença do açúcar interfere significativamente ($p < 0,05$) no comportamento reológico da farinha de trigo após a fase inicial.

Os valores encontrados para C2 representam o comportamento do glúten quando aquecido, e mostraram que a presença do açúcar aumentou o torque, conferindo assim maior consistência e maior resistência à massa durante o trabalho mecânico e aquecimento entre 30 a 60°C.

Manley (2000), considera o açúcar um ingrediente que contribui para a estrutura da massa de biscoitos, provavelmente pela formação de pontes entre as partículas de amido e proteína, quando submetidos ao aquecimento (CHEVALIER et al., 2000). A dissolução do açúcar é mais rápida do que a hidratação da farinha, assim uma massa primeiramente torna-se mais pegajosa e em seguida, como este xarope está envolvido na hidratação, a pegajosidade torna-se menos evidente (MANLEY, 2001).

Em relação aos resultados obtidos para a gelatinização do amido (pico C3), observou-se que a adição de açúcar adicionada a massa base de biscoitos (farinha e água) diminuiu significativamente a viscosidade, quando comparado com o controle, ao passo que o tamanho do grânulo de açúcar não exerceu interferência significativa ($p < 0,05$).

A viscosidade está relacionada com a capacidade de absorção de água do amido (LEON et al., 2010). Os valores encontrados neste estudo condizem com os apontamentos de Spies e Hosney (1982) e Chevallier et al. (2000b) de que a sacarose em soluções de água, açúcar e farinha, promove aumento da temperatura de gelatinização do amido e a redução do grau de gelatinização, diminuindo a assim viscosidade (REZZOUG et al., 1998; PAREYT et al., 2009). O efeito do açúcar na gelatinização do amido pode ser explicado em função de um deslocamento da água do interior do grânulo (BELEIA; MILLER; HOSENEY, 1996). A água interage

preferencialmente com açúcar induzindo uma redução no nível da pressão intragranular da água no amido (ASSIFAOUUI et al, 2006).

Nos experimentos deste estudo observou-se também que o açúcar diminuiu consideravelmente a estabilidade do gel formado pelo amido em função da atividade enzimática da α amilase (C4) das misturas em relação ao controle, porém a influência não foi significativa quando comparados os resultados entre as misturas com açúcar ATP e DTP. Na farinha grande parte do amido está encapsulada por uma matriz proteica, que restringe a atividade da α -amilase (CHAMP, 1992). Porém, após a interação entre a farinha e a água, o trabalho mecânico e o aquecimento é possível a ação da enzima sobre os amidos e portanto ocasionar a diminuição da viscosidade.

A estabilidade dos grânulos de amido ao aquecimento está associada ao rompimento destes, quando a amilose lixivia do interior dos grânulos e contribui para a viscosidade e na taxa de retrogradação durante o resfriamento (LEON et al., 2010).

Com relação a retrogradação do amido (cristalização das cadeias de amido gelatinizado), os valores (C5) foram diminuindo gradativamente ($p < 0,05$) no controle, na mistura com açúcar ATP e na mistura com açúcar DTP. Neste caso, não só a presença de sacarose, mas também a granulometria do açúcar, influenciam a consistência da massa durante o resfriamento. A mistura com o açúcar de granulometria menor (DTP), apresentou menor consistência da massa (menor viscosidade), em relação à mistura com açúcar de granulometria maior (ATP).

Portanto, a hidrólise dos amidos presentes na mistura com açúcar de granulometria menor foi maior. Estes valores sugerem que a utilização de açúcar DTP pode favorecer a retrogradação do amido e conseqüentemente aumentar a velocidade de envelhecimento do biscoito elaborado com esta massa. Segundo Sozer et al. (2011), a retrogradação do amido é o principal mecanismo para a determinação do prazo de validade dos produtos de panificação, cujo envelhecimento se deve em partes à transição gradual de um amido amorfo a um amido parcialmente cristalino e retrogradado (FENNEMA, 2010). Portanto, o tempo de vida do produto, é diretamente proporcional à retrogradação do amido (DHAKA et al., 2012).

Os valores de C1, C2 e C5 obtidos neste trabalho (percentual de açúcar de 17%), foram maiores que aqueles encontrados por Codina e Paslaru (2008) (15% de

açúcar), que foram $C1=0,91$, $C2=0,26$, e $C5=1,28$. Por outro lado, os valores de $C3$ e $C4$ foram relativamente menores que os encontrados pelos mesmos autores ($C3=1,43$; $C4=0,96$).

Embora a adição de açúcar tenha apresentado influência em praticamente todo o comportamento reológico da farinha de trigo na mistura (com exceção do parâmetro desenvolvimento de massa), a granulometria do açúcar interferiu apenas na capacidade de absorção de água e na retrogradação do amido. Entretanto, tais parâmetros podem refletir no produto final, indicando a produção de uma massa mais estruturada (pela maior disponibilidade de grânulos de açúcar quando a granulometria é menor) e possivelmente mais dura, influenciando no comportamento durante a expansão das unidades de biscoito no cozimento, além de diminuir o prazo de validade.

3.3 ANÁLISES DA MASSA DE BISCOITO

A reologia da massa tem considerável importância na fabricação de biscoitos, uma vez que influencia a maquinabilidade da massa e a qualidade dos biscoitos (MANOHAR e RAO, 2002). Filipčev et al (2011), relatam que a dureza do biscoito assado é diretamente proporcional à dureza da massa. Deste modo, se torna relevante avaliar a massa antecipando o comportamento desta no forneamento e impacto no produto final.

A consistência ($C1$) e a estabilidade da massa de biscoito rosca sabor leite, (biscoito doce, de massa curta, extrusado e cortado por fio), foram mensuradas, simulando comportamento da massa durante a mistura no processamento industrial de biscoitos quando aplicado açúcar de diferentes origens (Fornecedores A, B e C) e granulometrias (ATP ou DTP). Bollaín e Collar (2004) e Rosell et al. (2007) relatam a utilização deste instrumento para medir e interpretar o efeito de ingredientes e aditivos na formulação de massas de produtos de cereais.

A dureza da massa crua de biscoitos é proporcional à força aplicada para ocasionar sua deformação (ASSIS et al., 2009), e pôde ser avaliada através de texturômetro.

Os resultados das análises das massas de biscoitos seguem expostos na Tabela 12. Os valores de consistência e estabilidade foram similares quando utilizados açúcares ATP e DTP na massa de biscoitos. Já os valores de dureza foram maiores para as massas com açúcar de granulometria mais fina (DTP).

Tabela 12 - Resultados das análises realizadas com a massa dos biscoitos ¹

Açúcar aplicado as Massas de biscoitos²	Consistência C1 (Nm)³	Estabilidade (min)³	Dureza (N)⁴
Fornecedor A – ATP	1,70 ± 0,05	9,73 ± 0,06	1,50 ± 0,14
Fornecedor B – ATP	1,72 ± 0,04	9,69 ± 0,03	1,26 ± 0,18
Fornecedor C – ATP	1,57 ± 0,07	9,74 ± 0,02	1,38 ± 0,18
Fornecedor A – DTP	1,71 ± 0,04	9,71 ± 0,12	1,87 ± 0,18
Fornecedor B – DTP	1,71 ± 0,19	9,69 ± 0,07	1,51 ± 0,13
Fornecedor C – DTP	1,67 ± 0,17	9,63 ± 0,03	1,40 ± 0,28

¹Média ±desvio padrão. ²ATP:antes do transporte pneumático;DTP:depois do transporte pneumático.

³ Consistência e Estabilidade, n=3.⁴ Dureza, n=6.

A análise de variância (ANOVA) aplicada aos resultados provenientes das análises das massas de biscoitos, mostrou variação significativa ($p < 0,05$) entre os dados somente para a dureza, tanto para o fator tratamento, quanto para o fator fornecedor.

A análise estatística dos dados de reologia mostrou que a granulometria do açúcar não influenciou na consistência e na estabilidade da massa durante a mistura. O resultado médio de consistência (torque) e de estabilidade para as massas elaboradas com açúcar ATP foi de 1,66 Nm e 9,72 min, enquanto que para as massas com açúcar DTP foi de 1,68 Nm e 9,68 min, respectivamente.

Os valores de consistência e estabilidade para a massa composta por todos os ingredientes, condizem com os resultados encontrados para a consistência (C1) e estabilidade das misturas de farinha e açúcar na primeira fase, ou seja, no desenvolvimento da massa (Tabela 11). Isto demonstrou que a granulometria do açúcar não interferiu significativamente nestes parâmetros. Somente a presença do açúcar interferiu ($p < 0,05$) no comportamento reológico.

Tabela 13 – Análise de variância aplicada aos dados das massas de biscoitos rosca.

PARÂMETRO	FATOR	GL	SQ	QM	F	p - valor
Consistência	Fornecedor	2	0,074211	0,037106	0,037106	0,05 ^{ns}
	Tratamento	1	0,000006	0,000006	0,00	0,980 ^{ns}
	Fornecedor *Tratamento	2	0,000411	0,000206	0,02	0,977 ^{ns}
Estabilidade (min)	Fornecedor	2	0,008011	0,004006	0,96	0,410 ^{ns}
	Tratamento	1	0,000139	0,000139	0,03	0,858 ^{ns}
	Fornecedor *Tratamento	2	0,000478	0,000239	0,06	0,944 ^{ns}
TEXTURA Dureza (N)	Fornecedor	2	0,70648	0,35324	11,46	0,000*
	Tratamento	1	0,40522	0,40522	13,15	0,001*
	Fornecedor *Tratamento	2	0,18070	0,09035	2,93	0,069 ^{ns}

*Nível p significativo em nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). ns: não significativo. GL: Grau de liberdade, SQ: Soma do Quadrado, QM : Quadrado Médio, F: F de Fischer, p : Probabilidade.

A dureza da massa de biscoitos para o fator fornecedor diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre as massas elaboradas com o açúcar proveniente do Fornecedor A em relação as massas elaboradas com os açúcares provenientes dos fornecedores B e C (Tabela 14). As massas elaboradas com açúcar do fornecedor A apresentaram dureza maior. Este fato pode estar relacionado com o valor de granulometria menor do açúcar proveniente deste fornecedor no tratamento ATP, já que para o tratamento DTP, não houve diferença significativa entre os fornecedores (Tabela 2).

Tabela 14 - Dureza da massa de biscoitos – fatores: transporte e fornecedor ¹

FORNECEDOR	Dureza (N)
A	1,69 ± 0,24 ^a
B	1,39 ± 0,16 ^b
C	1,39 ± 0,22 ^b
TRANSPORTE ²	Dureza (N)
ATP	1,38 ± 0,16 ^b
DTP	1,59 ± 0,28 ^a

¹Média ± desvio padrão. n:6. Letras minúsculas iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ²ATP:antes do transporte pneumático; DTP:depois do transporte pneumático.

A dureza foi maior para as massas elaboradas com o açúcar DTP, ou seja, com açúcar de granulometria menor (Tabela 14). Este fato pode estar relacionado com a maior disponibilidade de grânulos de açúcar para a interação com os demais ingredientes da massa, contribuindo para a estruturação da massa e conseqüentemente tornando-a mais dura.

A dureza de 0,4 N e 5,4 N relatada por Pareyt et al. (2009) em massa de “cookies” com variação de níveis de açúcar de 31,2 à 17,6% respectivamente, foi superior aos valores encontrados neste trabalho cujo percentual de sacarose na massa foi de 17%. Fustier et al. (2008), em estudo sobre a interação entre os constituintes da farinha de trigo, obtiveram uma variação nos valores de dureza e consistência da massa de biscoitos de 1,65 à 5,0N e de 7,84 à 26,7Ns respectivamente. Já Gallagher et al. (2003), relataram uma dureza de 24.800g para massa de biscoitos elaborados somente com sacarose, ao passo que para massa elaborada com substituição parcial de 20 à 30% da sacarose pela Raftilose os valores foram significativamente inferiores: 20.400g à 10.400g.

For fim, os valores encontrados neste estudo reafirmam a citação de Manohar e Rao (1997), de que a quantidade de açúcar que entra em solução depende do tamanho do grânulo e que este influencia as propriedades mecânicas da massa.

4. CONCLUSÃO

Os experimentos realizados neste estudo permitiram demonstrar a influência da presença e da granulometria do açúcar no comportamento da mistura (farinha + açúcar) considerado sistema modelo e também na massa de biscoitos.

A presença do açúcar diminui consideravelmente a estabilidade e a viscosidade da massa base de biscoitos formada por farinha, açúcar e água, bem como aumenta a resistência das proteínas e a temperatura de gelatinização dos amidos.

A granulometria do açúcar interferiu significativamente na capacidade de absorção de água pela farinha e na taxa de retrogradação dos amidos presentes na farinha. O açúcar de granulometria menor (DTP) reduziu significativamente a

absorção de água e aumentou a taxa de retrogradação do amido. Por outro lado, não influenciou na estabilidade e na consistência da massa do biscoito.

Quanto a dureza, a granulometria exerceu influência significativa na massa, de modo que o açúcar de grânulos menores (DTP), contribuiu para um valor de dureza maior na massa.

Contudo, mesmo que o transporte pneumático promova uma redução da granulometria do açúcar, as indústrias do segmento de biscoitos poderiam continuar utilizando esta tecnologia, sem afetar a consistência da massa dos biscoitos rosca sabor leite. Por outro lado, o fato da granulometria do açúcar ter influenciado na dureza da massa, sugere-se a necessidade de investigação da influência na textura dos biscoitos produzidos a partir desta massa.

5. AGRADECIMENTOS

À empresa fabricante de biscoitos e massas pela oportunidade de desenvolver a pesquisa.

À Granolab do Brasil, pela disponibilidade do MIXOLAB e dos profissionais para suporte e realização das análises de reologia da farinha e de massa aplicadas neste estudo.

À empresa Extralab pela disponibilização dos acessórios necessários para realização da análise de dureza e à UTFPR, campus Francisco Beltrão pela disponibilidade do texturômetro.

REFERENCIAS

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Açúcares e xaropes em biscoitos e bolachas**. n. 55, 2008. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/83.pdf >. Acesso em: 11 jun. 2013.

American Association of Cereal Chemists - AACC 54-60.01 - Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal by Mixolab. **Approved Methods of Analysis**. 10. ed. St. Paul, 2000.

AMJID, Muhammad R.; SHEHZAD, Aamir; HUSSAIN, Shahzad; SHABBIR, Muhammad A.; KHAN, Moaazam R.; SHOAB, Muhammad. A comprehensive review on wheat flour dough rheology. **Pakistan Journal of Food Sciences**, v. 23, n. 2, p. 105-123, 2013.

ASSIFAOU, Ali; CHAMPION, Dominique; CHIOTELLI, Eleni; VEREL, Alette. Characterization of water mobility in biscuit dough using a low-field ¹H NMR technique. **Carbohydrate Polymers**, v. 64, n. 197–204, 2006.

ASSIS, Leticia M. ; ZAVAREZE, Elessandra R.; RADÜNZ, André L.; DIAS, Alvaro R.G.; GUTKOSKI, Luiz C.; ELIAS, Moacir C. Propriedades Nutricionais, Tecnológicas e Sensoriais de Biscoitos com substituição de Farinha de Trigo por Farinha de Aveia ou Farinha de Arroz Parboilizado. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.20, n.1, p. 15-24, 2009.

BANU, Iuliana; STOENESCU,Georgeta; IONESCU, Violeta; APRODU, Iuliana. Estimation of the baking quality of wheat flours based on rheological parameters of the mixolab curve. **Czechoslovak Journal of Food Science**, v. 29, p. 35–44, 2011.

BARBOSA-C´ANOVAS, Gustavo V.; ORTEGA-RIVAS, Enrique; JULIANO, Pablo; YAN Hong. **Food powders: physical properties, processing, and functionality**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005, 372 p.

BELEIA, Adelaide; MILLER, Rebecca A.; HOSENEY, Russell C. Starch gelatinization in sugar solutions. **Starch**, v. 48, p. 259–262, 1996.

BOLLAÍN, C.; COLLAR, Concha. Dough viscoelastic response of hydrocolloid / enzyme / surfactant blends assessed by uni-and bi-axial extension measurements. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 499–507, 2004.

BOIZEAU, Sandrine; JOLLET Sébastien; DUBAT, Arnaud; LE BRUN, Olivier. Utilisation du mixolab chopin technologies pour caractériser les blés et certains ingrédients dans la filière blé-farine-pain. **Industries des Céréales**, v. 153, p. 17. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 8 de 2 de Junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo, conforme o anexo desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de junho de 2005.

BRUN, Jaqueline L.; GEOFFROY, Sonia; DUBAT, Arnaud; SINNAEVE, Georges. Measurement of water absorption rate in flours and rheological characteristics of dough during kneading. **Técnica Molitoria Internacional**, v. 59, n. 9/A, p. 94-107, 2008.

CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG, Linda S. **Baked products: science, technology and practice**. Oxford, UK , Blackwell Publishing Ltd, 2006, 228 p.

CODINĂ, Georgina G.; PÂSLARU, Vlad. Effect of sucrose on the mixolab, alveograph characteristics and breadmaking properties of strong wheatflour. **Lucrări Științifice**, seria Agronomie. v. 51, p.97-105, 2008.

CHAMP, Martine. Determination of resistant starch in foods and food products: interlaboratory study. **European Journal Clinical Nutrition**, v. 46, n. 2, p.51-62, 1992.

CHEVALLIER, S.; COLONNA, P.; BULÉON, A.; DELLA VALLE, G. Physicochemical behaviors of sugars, lipids, and gluten in short dough and biscuit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p.1322-1326, 2000a.

CHOPIN. **Mixolab Applications Handbook: rheological and enzymatic analysis**. Villeneuve la Garenne: Chopin Technologies, 2009. 79 p.

DHAKA, Vandana; GULIA, Neelam; KHATKAR, Bhupendar S. Application of Mixolab to Assess the Bread Making Quality of Wheat Varieties. **Open Access Scientific Reports**, v. 1, n. 3, p. 1-8, 2012. Disponível em: <<http://omicsonline.org/scientific-reports/srep183.php#>>. Acesso em: 15 mai. 2015.

DHAKA, Vandana; KHATKAR, Bhupendar S. Mixolab Thermomechanical characteristics of dough and bread making quality of Indian wheat varieties. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, v. 5, n. 4, p. 311-323, 2013.

DOBRSZCZYK, Bogdan J. The physics of baking: rheological and polymer molecular structure-function relationships in breadmaking. **Journal of Non-newtonian Fluid Mechanics**, v. 124, n. 1, p. 61–69, 2004.

DUBAT, Arnauld. A new AACC international approved method to measure rheological proprieties of a dough sample. **Cereal Foods World**, v. 55, n. 3, p.150 - 153, 2010.

FILIPČEV Bojana; ŠIMURINA, Olivera; BODROŽA-SOLAROV, Marija; VUJAKOVIĆ, Milka. Evaluation of physical, textural and microstructural properties of dough and honey biscuits enriched with buckwheat and rye. **Chemical Industry and Chemical Engineerinh Quarterly**, v.17, n. 3, p.291–298, 2011.

FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. **Quimica de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 875 p.

FUSTIER, Pierre; CASTAIGNE, Francois; TURGEON, Silvie L.; BILIADERIS, Costas G. Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semi-sweet biscuits: A mixture design approach with reconstituted blends of gluten, water-solubles and starch fractions. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 144–158, 2008.

GALLAGHER, Eimear; O'BRIEN C.M.; SCANNELL, Amalia G.M.; ARENDT, Elke K. Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 2, p. 261-263, 2003.

International Association for Cereal Science and Technology. **ICC 173: Whole Meal and Flour from T. aestivum - Determination of Rheological Behaviour as a Function of Mixing and Temperature Increase**, Vienna, 2011.

ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) - Methods Book - Method GS2/9-37. **The determination of the particle size distribution of white sugar and plantation white sugars by sieving**. Berlin, Germany, 2007.

_____. Methods Book – Method GS9/1/2/3 – 8. **The determination of sugar solution colour at pH 7,0 by the MOPS buffer method official (Reference)**. Berlin, Germany, 2011.

JIA, Chunli; HUANG, Weining; ABDEL-SAMIE, Mohamed A.S.; HUANG, Guangxing M.; GUANGWEI, Huang. Dough rheological, mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase. **Jornal of Food Engeneering**, v. 105, n. 2, p. 227-232, 2011.

KLINZING, George E.; RIZK, Farid; MARCUS, Roy; LEUNG, L.S. **Pneumatic conveying of solids: a theoretical and practical**. New York, Springer Dordrecht Heidelberg London, 2010. 568 p.

KAHRAMAN, Kevser; SAKIYAN, Ozge; OZTURK, Serpil; KOKSEL, Hamit; SUMNU, Gulum; DUBAT, Arnaud. Utilization of mixolab to predict the suitability of flours in terms of cake quality. **European Food Research and Technology**, v. 227, n. 2, p. 565-570, 2007.

LARSSON, Henrik; ELIASSON, Anders C.; JOHANSSON, Erika; SVENSSON, G. Influence of added starch on mixing of dough made with three wheat flours differing in high molecular weight subunit composition: rheological behavior. **Cereal Chemistry**, v. 77, n. 5, p. 633-639, 2000.

LEON, Elena; PISTON, Fernando; AOUNI, Racha; SHEWRY, Peter R.; ROSELL, Cristina M.; MARTIN, Antonio; BARRO, Francisco. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, v. 51, n. 3, p. 344-349, 2010.

MANLEY, Duncan. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. 4. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 2000. 493 p.

_____. **Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry**. 4. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 2001. 187 p.

MANOHAR, Ramachandran S.; RAO P. Haridas. Effect of sugars on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 75, n. 3, p. 383-390, 1997.

_____. Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. **Food Research International**, v. 35, n. 9, p.807–813, 2002.

MILLS, David. **Pneumatic conveying design guide**. 2. ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2004. 632 p.

MIRONEASA, Silvia; CODINA, Georgiana G.; MIRONEASA, Costel. The effects of wheat flour substitution with grape seed flour on the rheological parameters of the dough assessed by mixolab. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 1, p.40-48, 2012.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela. 1999. 97 p.

MOREIRA, Ramon; CHENLO, Faustino; TORRES, M.D.; PRIETO, Diedo M. Influence of the particle size on the rheological behavior of chestnut flour dough. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 2, p. 270–277, 2010.

ROSELL, Cristina M.; COLLAR, Concepción; HAROS, Mônica. Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. **Food Hydrocolloids**, v. 21, n. 3, p. 452–462, 2007.

OLIVEIRA, Danilo T.; ESQUIAVETO, Maria M. M.; SILVA JÚNIOR, José F. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria Alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27 (supl.), p. 99-102, 2007.

ORMENESE, Rita de Cássia S.C.; MARCHESE, Daniela A.; LAGE, Moacir E.; MAMEDE, Maria Eugênia O.; ABREU, Glaucia Maria N.; COELHO, Hellen D.; MOURA, Juliana M.L.N.; NISHI, Luciana E.; CARRILHO, Neide A.; GONZÁLEZ, Norka B.; SILVA, Maria Aparecida A.P. Perfil sensorial e teste de consumidor de biscoito recheado sabor chocolate. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.277-300, 2001.

ORO, Tatiana; LIMBERGER, Valéria M.; MIRANDA, Martha Z.; RICHARDS, Neila S. P.S.; GUTKOSKI, Luiz Carlos; FRANCISCO, Alicia. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refi nada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 754-760, 2013.

PAREYT , Bram; TALHAOUI, Faisal; KERCKHOFS, Greet; BRIJS, Kristof; GOESAERT, Hans; WEVERS, Martine; DELCOUR, Jan A. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 3, p. 400–408, 2009.

PAREYT, Bram; DELCOUR, Jan A. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookie. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 824–839, 2008.

RAGAEI, Sanaa; ABDEL-AAL, El-Sayed M. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products. **Food Chemistry**, v. 95, n. 1, p. 9-18, 2006.

REZZOUG, Zoulikha M.; BOUVIER, Jean-Marie.; ALLAF, Karim; PATRAS, Christian. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Jornal of food Engineering**, v. 35, n. 1, p. 23-42, 1998.

SPIES, R. D.; HOSENEY, R. C. Effect of sugars on starch gelatinization. **Cereal Chemistry**, v. 59, n. 2, p. 128-131, 1982.

SOZER, Nesli; BRUINS, Rieks; DIETZEL Christie; FRANKE, William; KOKINI, Josef L. Improvement of shelf life stability of cakes. **Journal of Food Quality**. v. 34, n. 3, p.151-162, 2011.

WADE, Peter. **Biscuits Cookies and Crackers: The Principles of the Craft**. London and New York: Elsevier Applied Science, 1988. 406 p.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E COR DE AÇÚCAR CRISTAL NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E SENSORIAIS DE BISCOITO ROSCA SABOR LEITE.

Resumo – Na indústria de biscoitos o açúcar é geralmente movimentado por transporte pneumático, que provoca a quebra dos cristais, alterando a granulometria e cor deste ingrediente. Para entender como o açúcar de diferente granulometria e cor influencia nas características físicas e sensoriais de biscoitos foram realizadas avaliações instrumentais de textura (dureza e fraturabilidade), cor (L, a* e b*), análise descritiva quantitativa, teste aceitação, preferência e intenção de compra. A granulometria nas amostras de açúcar ATP foi significativamente maior ($p < 0,05$) que nas amostras de DTP. Por outro lado, a análise de cor nas amostras de açúcar ATP apresentou menor luminosidade (L) e maior tendência à cor amarela (b*) em relação ao açúcar (DTP). Enquanto que os valores de a* se apresentaram maiores para o açúcar DTP. A análise de componentes principais mostrou forte correlação negativa ($>0,8$) entre a granulometria e a dureza, tanto instrumental, quanto sensorial. O mesmo comportamento ocorreu para a correlação entre a granulometria e a cor. Portanto, a medida que a granulometria do açúcar diminui, ocorre o aumento da dureza e a coloração mais escura nos biscoitos rosca sabor leite. Os testes afetivos, de modo geral, mostraram não haver interferência da granulometria do açúcar na aceitação, preferência e intenção de compra dos biscoitos por parte dos consumidores. De acordo com os resultados obtidos, observou-se que o transporte pneumático influencia diretamente na granulometria e cor do açúcar, bem como na textura e cor do produto final. Sendo assim, conclui-se que a utilização de açúcar cristal submetido ao transporte pneumático (DTP) na produção de biscoitos rosca sabor leite resulta em produtos mais escuros, com maior dureza e maior fraturabilidade.

Palavras-chave: Transporte pneumático. Açúcar. Biscoito. Análise de Componentes Principais. Dureza.

1. INTRODUÇÃO

Biscoitos ou bolachas são os produtos obtidos pela mistura de farinha (s), amido (s) e ou fécula (s), com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não (BRASIL, 2005). De acordo com

Manohar e Rao (2002), o açúcar é um ingrediente básico na produção de biscoitos, influenciando na qualidade do produto final.

Diversos autores relataram a interferência do açúcar, especificamente, no comportamento reológico da massa, e nas características sensoriais e de qualidade de biscoitos, tais como a doçura, o sabor, a dimensão, expansão, cor, dureza, acabamento superficial e aparência geral do produto (REZZOUG et al. 1998; MORETTO; FETT, 1999; MANLEY, 2000; CHEVALLIER et al. 2000b; ORMENESE et al. 2001; DENDY; DOBRASZCZTK, 2001; GALLAGHER et al. 2003; PAREYT et al. 2009; MORAES et al. 2010, KITTS, 2013).

Tal fato pode estar associado a movimentação do açúcar na planta de processamento, que ocorre geralmente por meio de transporte pneumático. Este transporte pode ser de fase densa ou diluída e operar em pressão positiva, negativa ou em combinação de ambas (KLINZING et al., 2010).

Durante o transporte pneumático ocorrem colisões entre as partículas do açúcar com a parede da tubulação ou entre partículas, causando a quebra e a redução no tamanho (NDAMA et al., 2011). Consequentemente ocorre um aumento na proporção de partículas finas (MANLEY, 2000), resultando em biscoitos mais resistentes e de superfície mais escura. A granulometria grosseira do açúcar reflete em um produto macio, ao passo que uma granulometria mais fina está relacionada com um produto mais resistente (MORETTO; FETT, 1999).

De acordo com Cauvain e Young (2006), o principal efeito da granulometria está na taxa de dissolução dos cristais de sacarose na água. Segundo Manley (2000), o tamanho dos cristais de sacarose e a sua taxa de dissolução na massa durante o aquecimento no forno, afeta a expansão da massa, o aspecto e a crocância do biscoito. A expansão é importante na formação da textura (Chevallier et al., 2002). A dureza do biscoito está relacionada com a maneira como o açúcar responde ao calor durante o cozimento (DENDY e DOBRASZCZTK, 2001).

De acordo com Kitts (2013), o açúcar é recristalizado e a água é removida durante o cozimento, promovendo o escurecimento (reação de Maillard) da massa e consequentemente aumentando a crocância (textura) do biscoito. O açúcar controla a hidratação e tende a dispersar a proteína e as moléculas de amido (REZZOUG et al., 1998), inibe o desenvolvimento excessivo do glúten, contribuindo para biscoitos menos resistentes (GALLAGHER et al., 2003).

Tendo em vista que a textura e cor do biscoito refletem na aceitação, preferência e consumo do produto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do transporte pneumático na granulometria e cor do açúcar e consequentes modificações na textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AÇÚCAR

O açúcar cristal (sacarose) da safra de 2012 / 2013 utilizado neste estudo foi classificado comercialmente como açúcar tipo 2 (ICUMSA, 2011) e adquirido de três diferentes fabricantes do estado de São Paulo (Fornecedor A, B e C).

2.2 FABRICAÇÃO DO BISCOITO

Os biscoitos rosca sabor leite foram fabricados em escala industrial em empresa fabricante de massas e biscoitos de grande porte localizada na região oeste do estado de Santa Catarina. Foram utilizados 3 lotes diferentes de açúcar em duas condições: antes do transporte pneumático (ATP) e depois de submetido ao transporte pneumático (DTP), totalizando seis produções diferentes de biscoitos.

Os biscoitos foram elaborados com base na composição dos seguintes ingredientes: gordura, emulsificante, aromatizante, acidulantes, fermento, sal e água, denominados ingredientes X, e farinha, açúcar e amido, definidos como ingredientes Y. Por questão de sigilo da empresa onde foram fabricados os biscoitos, não foi possível apresentar os percentuais dos ingredientes que compõem a formulação.

O transporte pneumático utilizado para a movimentação e o fracionamento do açúcar consistiu de um sistema de pressão positiva e de fase diluída, de acordo com a classificação sugerida por Klinzing et al. (2010) e Mills (2004). O sistema aplicado neste estudo foi composto por três sopradores de ar, operando em uma faixa de

pressão de 0,40 à 0,67 bar e com limite 0,80 bar de pressão. A vazão de ar gerada pelos sopradores foi de 16,5 m³/min, a velocidade média estimada do ar foi de 22,0 m/s e a velocidade do fluxo de transporte foi de aproximadamente 11,0 m/s. A temperatura do açúcar durante o transporte pneumático atingiu em média 40°C.

O processo de fabricação está representado na Figura 10. Os ingredientes usados e condições de processo foram mantidos nas condições usuais de processamento de biscoito tipo rosca de leite.

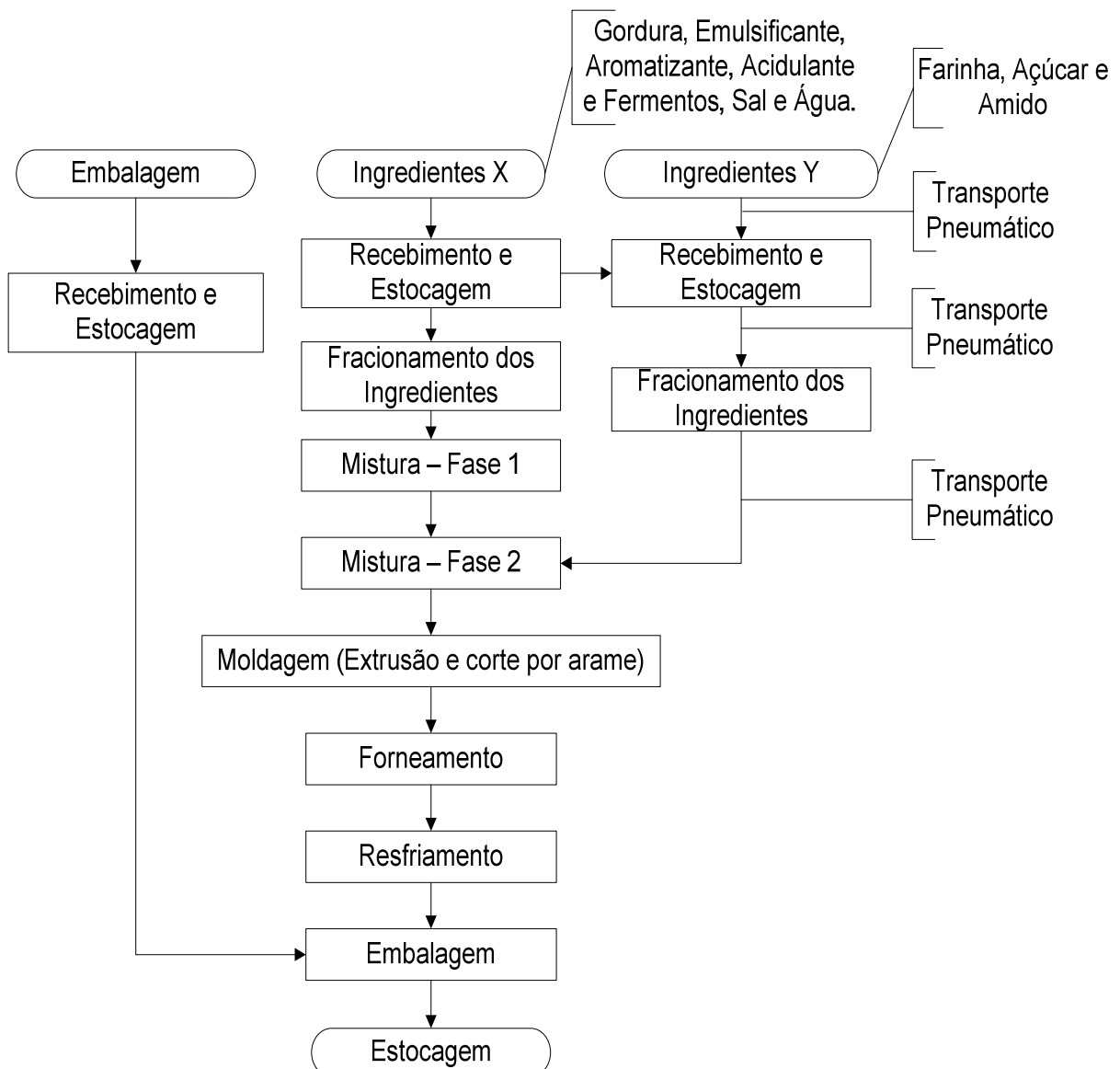


Figura 10 – Processo de Fabricação do biscoito rosca sabor leite.
Fonte: Autor, 2014.

2.3 ANÁLISE DE GRANULOMETRIA E COR DO AÇÚCAR

As análises foram realizadas com amostras de açúcar dos fornecedores A, B e C, coletadas diretamente na embalagem (“*Big Bag*” – 1.200kg) e na bateadeira da linha de processamento, ou seja, antes e depois de passar pelo transporte pneumático (DTP).

A granulometria foi determinada de acordo com o método GS2/9-37, da Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar (ICUMSA, 2007). Para esta análise, 100g de cada amostra de açúcar foram colocados em uma máquina vibratória composta de uma série de 9 peneiras granulométricas com aberturas diferenciadas (ABNT 18, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 60, 70), para separação das frações. Foram realizadas 5 repetições. Os tamanhos, ou diâmetros médios dos grânulos (em milímetros), também conhecido como abertura média (do inglês mean aperture - MA), foram calculados pelo método Rens.

A análise de cor foi realizada com colorímetro Chroma Meter CR400/410 (Konica Minolta, Japão) usando o sistema CIE (L, a*, b*) sob iluminante D65. L corresponde a luminosidade na faixa do branco ao preto, e a* e b* as coordenadas cromáticas, indicando intervalo de verde ao vermelho e do azul ao amarelo, respectivamente (KONICA MINOLTA, 2013). O canhão do equipamento foi disposto sobre a amostra de açúcar para leitura dos intervalos de cor. A análise foi realizada com 5 repetições.

2.3 ANÁLISES INSTRUMENTAIS DOS BISCOITOS

Para a análise dos biscoitos fabricados, foram selecionados aleatoriamente 60 pacotes de 335 gramas de cada uma das 6 produções, de modo que fossem suficientes e representativos para a realização dos experimentos instrumentais e sensoriais.

2.3.1 Análise Instrumental de Textura

A determinação da textura (dureza e fraturabilidade/crocância) dos biscoitos foi realizada utilizando-se o texturômetro Stable Micro Systems Texture Analyser TAXT2i, probe 3-Point bending Rig (HDP/3PB), plataforma HDP/90, e os resultados foram expressos em Newton (N) e representaram a média aritmética de 5 determinações de força de ruptura para amostras provenientes da mesma produção de biscoitos. Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade pré-teste (1,0 mm.s⁻¹), velocidade do teste (3,0 mm.s⁻¹), velocidade pós-teste (10,0 mm.s⁻¹) e distância (5 mm), com medida de força em compressão, conforme Woody (2003), Pareyt et al. (2009), Jia et al. (2011) e Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013), bem como o estudo aplicado BIS4/3PB (STABLE MICRO SYSTEMS, 1995), disponibilizado no *software* do equipamento.

2.3.2 Análise Instrumental de Cor

A cor do biscoito foi analisada em colorímetro Medidor de Contraste de Assados, modelo BC-10 (Konica Minolta, Japão) usando o sistema CieLab (L, a*, b*). O equipamento também é capaz de medir a cor e características de claro/escuro através do Baking Contrast Units (BCU). A BCU é derivada do valor "L" da colorimetria padrão tristímulus. A variação é de 0 para a mais escura e 5,25 para a mais clara. Cada alteração de 0,1 BCU é aproximadamente igual a um tom discernível pelo olho humano (KONICA MINOLTA, 2014). O valor de BCU está relacionado com a cor da crosta de produtos assados. A determinação da cor foi realizada com 5 repetições para cada uma das 6 produções de biscoitos.

Adicionalmente, foi calculado a diferença de cor (ΔE) entre os biscoitos fabricados com açúcar ATP e os com açúcar DTP segundo a Equação 2 (LAGUNA et al., 2012 ; CLERICI, OLIVEIRA; NABESHIMA, 2013).

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: ΔE = diferença de cor; ΔL^* = L_{ATP} (luminosidade do biscoito com açúcar ATP) – L_{DTP} (luminosidade do biscoito com açúcar DTP); Δa^* = a^*_{ATP} (valor de a^* do biscoito com açúcar ATP) – a^*_{DTP} (valor de a^* biscoito com açúcar DTP); Δb^* = b^*_{ATP} (valor de b^* do biscoito com açúcar ATP) – b^*_{DTP} (valor de b^* do biscoito com açúcar DTP).

2.4 ANÁLISES SENSORIAIS DOS BISCOITOS

Os biscoitos foram analisados sensorialmente por meio do método descritivo de avaliação de atributos e de métodos afetivos de aceitação, preferência e intenção de compra.

Os testes foram realizados nos laboratórios de análise sensorial da empresa fabricante de biscoitos onde desenvolveu-se este estudo e na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Francisco Beltrão.

Para os testes de avaliação sensorial dos biscoitos, foram servidas 15g de cada amostra (seis produções) em pratos plásticos descartáveis, codificados com algarismos de três dígitos, de forma monádica, em temperatura ambiente, em cabines individuais. Os mesmos códigos de amostra foram utilizados para aplicação do teste descritivo e dos afetivos.

2.4.1 Teste descritivo de Avaliação de Atributos

O método de análise descritiva para avaliação de atributos (ISO 12994, 1993) foi aplicado nas dependências da empresa fabricante do biscoito, com o objetivo de medir nos biscoitos fabricados com açúcar de diferentes granulometrias a intensidade dos atributos de interesse.

O teste sensorial foi realizado por uma equipe de 11 julgadores treinados, de acordo com a ISO 8586:2012 (2014), e selecionados com base no poder de discriminação entre amostras ($p < 0,05$), capacidade de repetir os resultados e

concordância com a equipe, conforme retado por Meilgaard et al. (2006), Lawless e Heymann (2010) e Dutcoski (2013).

As referências para cada descritor sensorial de interesse para a pesquisa foram definidas pela equipe de julgadores, conforme seguem listados na Tabela 6. Os atributos avaliados foram sabor de leite, cor e textura (dureza e fraturabilidade / crocância), de modo que fosse possível correlacionar com os valores medidos instrumentalmente.

Tabela 15 – Descritores sensoriais e referências de intensidade utilizadas na avaliação de atributos.

Descritor/Atributo	Definição	Referência
Sabor de leite	Intensidade do sabor encontrado em biscoitos.	Imperceptível: Biscoito sem aroma de leite. Extremamente intenso: Biscoito fabricado com mais 50% de aroma aplicado na formulação.
Cor	Cor característica de biscoitos assados. Variação do branco ao marron escuro.	Imperceptível: Farinha de trigo utilizada no produto. Extremamente intenso: Calda de sorvete sabor Caramelo.
Dureza	Força requerida para o rompimento do produto entre os dentes molares.	Mole: Marshmallow. Extremamente Duro: Bala dura (Vitrificada).
Textura	Força exercida para que o produto se desintegre.	Pouca: Bolo de milho Muita: Pé de moleque

Fonte: Autor (2015).

A intensidade de cada atributo durante o teste, foi avaliada em cada amostra através de escala não estruturada de nove centímetros ancorados em seus extremos. O teste foi aplicado com duas repetições. As amostras foram apresentadas codificadas com algarismos de três dígitos, de forma monádica (STONE e SIDEL, 2004).

2.4.2 Testes afetivos - aceitação, preferência e intenção de compra

Os testes afetivos de aceitação, preferência e intenção de compra foram realizados nas dependências do laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Francisco Beltrão, de acordo com Meilgaard et al. (2006), utilizando 100 julgadores.

Os atributos relacionados com a aceitação foram: sabor, cor, textura e impressão global. Para apresentação das amostras aos julgadores, foi utilizado delineamento aleatório balanceado. Os julgadores receberam uma ficha com um teste de aceitação por escala hedônica de 9 pontos, seguido de teste de ordenação para preferência e por último, teste de intenção de compra de 5 pontos. A partir dos resultados dos testes afetivos foi possível construir o Mapa de preferência interno (DUTCOSKI, 2013).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para os casos onde os dados apresentaram normalidade foi empregado o módulo para análise de variância (ANOVA/MANOVA) e os valores médios analisados pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5%. Nos casos onde não houve simetria entre os valores foram aplicados testes não paramétricos.

A correlação entre os dados das análises instrumentais e sensoriais dos biscoitos, bem como o mapa de preferência dos consumidores, foram construídos por meio da análise de componentes principais (ACP). Todos os dados foram tratados nos *softwares* Statistica (versão 7.0), Minitab (versão 14) ou XLstat (versão 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DO AÇÚCAR UTILIZADO NA ELABORAÇÃO DOS BISCOITOS

De acordo com Bhuyan (2007), a cor e o tamanho dos grânulos influenciam a aparência (tonalidade) do açúcar, caracterizada também como um parâmetro de sua qualidade. As colisões e interações relatadas por Mills (2004), além de levar à quebra das partículas de materiais transportados pneumáticamente, podem alterar a coloração do produto.

Os resultados encontrados para a cor do açúcar mostraram que para todas as amostras, após o transporte pneumático ocorreu aumento da luminosidade (L) e menor tendência a coloração amarela (b^*), indicando para a relação indireta entre a granulometria e a luminosidade, ou seja, quando menor o grânulo de açúcar mais claro.

Tendo em vista que os dados não apresentaram normalidade pelo teste de Kolmogorov–Smirnov (SMIRNOV, 1939) ao nível de 5% de significância, utilizou-se o teste não paramétrico para testar as diferenças entre os intervalos L, a^* e b^* em função do transporte aplicado ao açúcar. Em relação ao fornecedor foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal Wallis (HOLLANDER e WOLFE, 1973). Na Tabela 16 estão apresentados os resultados de cor para as amostras de açúcar em relação aos fatores transporte e fornecedor.

Tabela 16. Cor das amostras de açúcar - fatores transporte e fornecedor ¹

Fator	L	Cor ³	
		a^*	b^*
Transporte²			
ATP	86,89 ^b	0,03 ^a	9,38 ^a
DTP	93,29 ^a	0,01 ^a	5,49 ^b
Fornecedor			
A	90,71 ^a	-0,02 ^a	7,19 ^a
B	89,63 ^a	0,03 ^b	7,27 ^a
C	90,56 ^a	0,12 ^c	7,83 ^a

¹Medianas. n:5. Letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pelo teste de Kruskal Wallis ($p < 0,05$). ² ATP = açúcar antes do transporte pneumático; DTP = açúcar depois do transporte pneumático. ³ L: luminosidade; a^* : intervalo cromático entre vermelho-verde; b^* : intervalo cromático entre amarelo-azul.

Os valores de L aumentaram significativamente após o transporte pneumático ($p < 0,05$), ao passo que os valores de b^* diminuíram nas amostras de açúcar DTP, portanto, grânulos menores proporcionam maior luminosidade e conseqüentemente um açúcar de coloração mais clara ao açúcar.

O intervalo de cor a^* do fornecedor B foi maior que os demais fornecedores apresentando-se com maior tendência a uma cor mais avermelhada. Este fato que pode estar relacionado com as condições de processo de fabricação do açúcar deste fornecedor.

Os resultados de cor mostram o impacto do transporte pneumático no açúcar submetido a esta tecnologia e reafirmam a citação de Oliveira, Esquiaveto e Silva (2007), de que cristais de açúcar menores, são uniformes com arestas bem formadas, e refletem mais a luz (como os diamantes), causando a sensação visual de um açúcar mais branco.

Os resultados para a granulometria do açúcar anteriormente discutidos no capítulo 2, demonstraram que a granulometria entre os fornecedores é diferente, entretanto após o transporte pneumático todos os açúcares apresentaram granulometria similar (Tabela 8).

Assim, fica evidente que o transporte pneumático altera as características do açúcar (granulometria e cor) e este fato pode vir a impactar nas características físicas e sensorias do biscoito elaborado, conforme já relatado por Manley (2000), Moretto e Fett (1999) e Moraes et al. (2010).

3.2 ANÁLISES INSTRUMENTAIS DOS BISCOITOS

As análises instrumentais de textura, mostraram que os valores de dureza e de fraturabilidade dos biscoitos foram influenciados pela granulometria do açúcar aplicado. Pôde-se observar variação entre os dados, para a dureza em relação aos fatores transporte, fornecedores e a interação destes, e para a fraturabilidade considerando somente o fator transporte. Os biscoitos com açúcar DTP, com grânulos menores, apresentaram maior dureza e maior fraturabilidade com um aumento médio de 47,9% e 37,5%, respectivamente (Tabelas 17 e 18).

Tabela 17 - Dureza dos biscoitos – Interação transporte x fornecedor¹

Dureza (N)			
Transporte²	Fornecedor		
	A	B	C
ATP	2,36 ± 0,07 ^{ab}	2,51 ± 0,27 ^{ab}	2,12 ± 0,48 ^{ab}
DTP	3,68 ± 0,09 ^{bA}	3,19 ± 0,12 ^{bA}	3,47 ± 0,29 ^{bA}

¹Média ± desvio padrão.n:5 .Letras minúsculas iguais na linha indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. Letras maiúsculas iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ²ATP:açúcar antes do transporte pneumático; DTP:açúcar depois do transporte pneumático.

Os valores de dureza para os biscoitos com açúcar DTP foram significativamente ($p < 0,05$) maiores em relação aos biscoitos com açúcar ATP para todos os fornecedores de açúcar (A, B e C). Ao passo que a dureza não diferiu entre os fornecedores de açúcar dentro da mesma condição de transporte.

Deste modo, pode-se dizer que o açúcar com grânulos de diâmetros menores refletiu em biscoitos com maior dureza e maior fraturabilidade, conferindo assim um produto com textura mais firme (MORAES et al., 2010), ao passo que o açúcar com grânulos maiores (ATP) proporcionaram biscoitos de menor dureza e fraturabilidade. Segundo Moretto e Fett (1999), a granulometria grosseira do açúcar está relacionada com um produto macio, enquanto que a granulometria fina com um produto mais resistente.

Tabela 18 - Fraturabilidade dos biscoitos – fator transporte¹

Transporte²	Fraturabilidade (mm)
ATP	0,08 ± 0,03 ^a
DTP	0,11 ± 0,02 ^b

¹Média ± desvio padrão. n:5. Letras minúsculas iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ²ATP:açúcar antes do transporte pneumático; DTP:açúcar depois do transporte pneumático.

Os valores de dureza encontrados neste estudo são relativamente menores do que aqueles encontrados na literatura que descrevem a dureza variando entre 20,5 à 16,1N para biscoitos com 31,2 à 17,6% de açúcar na formulação da massa, respectivamente (PAREYT et al., 2009). Possivelmente, as diferenças de formulação dos produtos justifiquem este acontecimento.

O açúcar com granulometria menor DTP apresenta taxa de dissolução mais rápida (OLIVEIRA;ESQUIAVETO;SILVA, 2007; CAUVAIN e YOUNG, 2006), e maior disponibilidade de grânulos para a interação com os demais ingredientes da massa, contribuindo para valores maiores de dureza e fraturabilidade.

Durante o resfriamento do biscoito com açúcar DTP, que formou uma solução mais concentrada, ocorreu maior solidificação do açúcar sem retornar a forma de cristais, dando ao produto textura crocante (DENDY e DOBRASZCZTK, 2001).

Por fim, os resultados encontrados reafirmam a citação de Manohar e Rao (1997), de que a quantidade de açúcar que entra em solução depende do tamanho da partícula do açúcar, que influencia na expansão dos biscoitos e na formação da textura (Chevallier et al., 2002). Portanto, a indústria do segmento de biscoitos deve levar em consideração que o uso do transporte pneumático altera a granulometria do açúcar e pode ocasionar aumento da dureza e fraturabilidade dos produtos.

A cor dos biscoitos é uma das primeiras características observadas pelo consumidor afetando a aceitabilidade do produto (ZOULIAS; PIKNIS; OREOPOULOU, 2000). Segundo Lara et al. (2011), as mudanças de cor na superfície dos biscoitos são produzidas por reações de escurecimento não enzimáticas e também caramelização do açúcar durante o cozimento. De acordo com Laguna et al. (2012), a cor marrom-dourado é proveniente da interação de açúcares redutores e aminoácidos, além da reação de maillard, que formam polímeros castanhos ou melanoidina. Os efeitos do escurecimento resultam num produto de maior crocância (KITTS, 2013).

Os resultados de cor indicaram que os biscoitos com açúcar DTP apresentaram coloração mais escura. Para tal fato, os valores de luminosidade diminuíram 12,6%.

Na Tabela 19 estão apresentados os resultados de luminosidade e Cor da crosta do produto (BCU) para a interação dos fatores transporte e fornecedor, já que a análise de variância mostrou haver variação entre os dados para estes intervalos de cor em relação a interação dos fatores. Na Tabela 20 são apresentadas as respostas dos intervalos de cor a^* e b^* que a análise de variância mostrou variação para os fatores transporte e fornecedor isoladamente.

Tabela 19 - Cor dos biscoitos (Luminosidade e BCU) - Interação transporte x fornecedor ¹

Transporte ²	L			BCU ³		
	Fornecedor			Fornecedor		
	A	B	C	A	B	C
ATP	56,48±0,83 ^{aA}	55,77±1,68 ^{aA}	55,18±1,73 ^{aA}	3,28±0,05 ^{aA}	3,22±0,11 ^{aA}	3,21±0,11 ^{aA}
DTP	49,04±0,99 ^{bcB}	46,98±0,97 ^{bcB}	50,21±1,91 ^{bcB}	2,81±0,06 ^{bcB}	2,68±0,07 ^{bcB}	2,90±0,12 ^{bcB}

¹Média ± desvio padrão. n:5. Letras minúsculas iguais na mesma linha e letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ²ATP:açúcar antes do transporte pneumático;DTP:açúcar depois do transporte pneumático; L: luminosidade. ³BCU: baking contrast units.

De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas, constatou-se que os biscoitos fabricados com açúcar ATP apresentaram maior luminosidade (L), maior valor de b*, maior valor de BCU e menor valor de a* comparado aos biscoitos fabricados com açúcar DTP. Os valores encontrados demonstram que o transporte pneumático do açúcar tem influência significativa ($p < 0,05$) na cor dos biscoitos e que a redução do tamanho dos grânulos no açúcar DTP contribui para biscoitos mais escuros e maior tendência a cor amarela. O escurecimento da crosta dos biscoitos poderia estar relacionado com: a maior disponibilidade, a área de superfície e a dissolução dos grânulos na massa para as reações de escurecimento que ocorrem durante o forneamento.

Tabela 20 - Cor dos biscoitos – fatores transporte e fornecedor ¹

Fator	Intervalos de Cor ³	
Transporte ²	a*	b*
ATP	18,06 ± 0,44 ^b	31,46 ± 0,69 ^b
DTP	18,30 ± 0,42 ^a	34,47 ± 0,77 ^a
Fornecedor	a*	
A	18,39 ± 0,24 ^a	
B	18,43 ± 0,28 ^a	
C	17,71 ± 0,35 ^b	

¹Média ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ² ATP:açúcar antes do transporte pneumático; DTP:açúcar depois do transporte pneumático; a*: intervalo cromático entre vermelho-verde; b*: intervalo cromático entre amarelo-azul.

Em relação aos fornecedores, os resultados demonstram que a origem do açúcar influenciou somente para o intervalo de cor a* ($p < 0,05$), sendo que o biscoito fabricado com açúcar do fornecedor C apresentou menor tendência a coloração

vermelha (Tabela 20). Para os demais intervalos de cor, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a cor dos biscoitos entre os fornecedores, quando na mesma condição de transporte (Tabela 19).

Os valores de luminosidade de biscoitos encontrados neste estudo se apresentaram menores quando comparados aos relatados por Gallagher et al (2003), por Ryan e Brewer (2006) e por Laguna et al (2012).

A diferença total de cor (ΔE) foi calculada com base nas variações de cada intervalo, a partir dos valores médios das condições de transporte (ATP e DTP), ou seja, levando-se em consideração as diferenças de cor entre os biscoitos fabricados com açúcar ATP e DTP. O valor de ΔE encontrado foi de 7,68.

Clerici, Oliveira e Nabeshima (2013), encontraram valor de ΔE de 2,79. Tiwari et al., (2008) consideraram a classificação para as diferenças analiticamente perceptíveis na cor em muito distintas ($\Delta E > 3,0$), distintas ($1,5 < \Delta E < 3,0$) e pouco distintas ($\Delta E < 1,5$). Laguna et al., (2012) relata que valores maiores que 3,0 para o ΔE , caracteriza que as diferenças de cor são perceptíveis ao olho humano. Portanto, pode-se afirmar que houve uma variação distinta na cor entre os biscoitos com açúcar ATP e DTP.

De acordo com os resultados obtidos nas análises instrumentais, observou-se que os biscoitos elaborados com açúcar submetido ao transporte pneumático tendem a apresentar coloração mais escura, maior dureza e fraturabilidade.

3.3 ANÁLISES SENSORIAIS DOS BISCOITOS

3.3.1 Teste descritivo de Avaliação de Atributos

Os resultados do teste descritivo de análise de atributos permitiram quantificar as diferenças percebidas sensorialmente em relação aos biscoitos fabricados com açúcar de diferentes granulometrias (ATP e DTP) e origens (Fornecedores A, B e C).

A representação gráfica dos resultados para todas as amostras de biscoitos fabricados com açúcar ATP ou DTP e de origem dos fornecedores (A, B e C), seguem expostos na figura 11. O gráfico aranha foi elaborado a partir dos valores

médios dos atributos dos produtos. O centro da figura representa o ponto zero da escala do atributo, enquanto a intensidade aumenta do centro para a periferia. A média de cada atributo é marcada no eixo correspondente.

Os resultados apresentados na figura 11, sugerem que os biscoitos onde foi aplicado o açúcar ATP distinguem-se dos biscoitos elaborados com açúcar DTP. Os atributos que se destacaram foram a cor e a dureza, sendo que ambas apresentariam valores maiores para os biscoitos com açúcar DTP, ou seja, de granulometria mais fina.

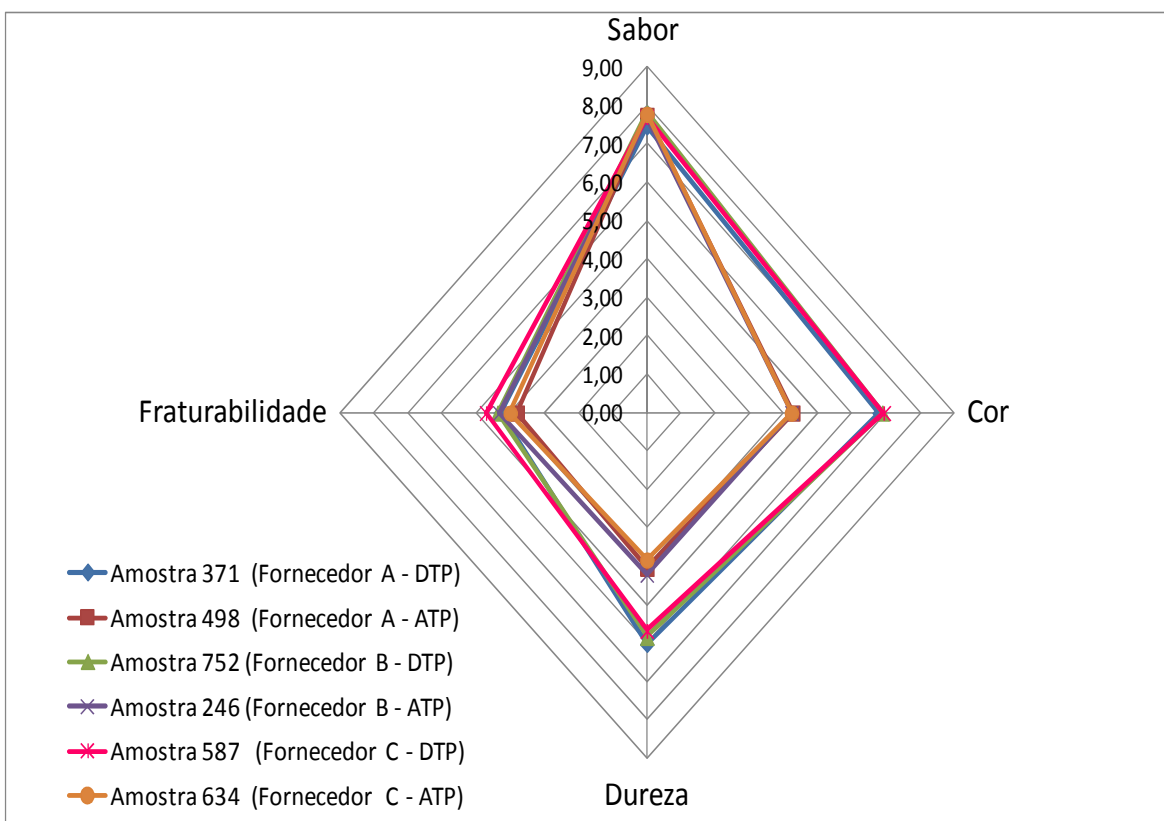


Figura 11 - Representação gráfica dos resultados da avaliação de atributos

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise de variância aplicada aos dados provenientes do teste sensorial aplicado mostrou haver variação entre os dados ($p < 0,05$) para os fatores transporte e fornecedor isoladamente. Em relação ao fator fornecedor, houve diferença significativa ($p < 0,05$) somente para a fraturabilidade, sendo que o biscoito com açúcar do fornecedor A, apresentou menor valor e diferiu ($p < 0,05$) dos biscoitos com açúcar dos fornecedores B e C, que não diferiram entre si.

Entretanto, para o fator transporte, somente o sabor não diferiu entre as amostras dos biscoitos elaborados com açúcar ATP e DTP (Tabela 21). Os valores de dureza, fraturabilidade e cor, apontados pelos julgadores, foram significativamente ($p < 0,05$) maiores para os biscoitos com açúcar DTP na formulação, condizendo com os resultados encontrados nas análises instrumentais.

Tabela 21 – Análise de atributos sensoriais – fatores transporte e fornecedor ¹.

FATOR	ATRIBUTOS			
	Sabor de leite	Cor	Dureza	Fraturabilidade
Fornecedor				
A	7,60 ± 0,51 ^a	5,53 ± 1,40 ^a	5,03 ± 1,15 ^a	4,04 ± 0,59 ^b
B	7,73 ± 0,42 ^a	5,56 ± 1,43 ^a	5,02 ± 0,95 ^{ab}	4,35 ± 0,50 ^a
C	7,74 ± 0,48 ^a	5,58 ± 1,50 ^a	4,75 ± 1,09 ^b	4,35 ± 0,56 ^a
Transporte²				
ATP	7,73 ± 0,45 ^a	4,25 ± 0,6 ^b	4,03 ± 0,55 ^b	4,04 ± 0,53 ^b
DTP	7,66 ± 0,49 ^a	6,88 ± 0,53 ^a	5,85 ± 0,56 ^a	4,45 ± 0,54 ^a

¹Média ± desvio padrão. Letras minúsculas iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância. ²ATP: açúcar antes do transporte pneumático; DTP: açúcar depois do transporte pneumático.

Os valores encontrados neste estudo são maiores quando comparados aos encontrados por outros autores. Volpini-Rapina, Sokei e Conti-Silva (2012), mencionam em Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) de bolos de laranja com adição de inulina e oligofrutose os valores de dureza de 3,9 à 5,3, de fraturabilidade com variação de 2,6 à 5,5, valores de cor da crosta de 4,5 à 6,7 e de sabor de laranja de 3,2 à 3,7. Novello et al. (2012), em ADQ aplicada à biscoitos tipo wafers sabor chocolate versão light, diet e tradicional, encontraram valores de sabor de 3,97 à 5,47, valores de crocância que variaram de 3,80 à 5,58 e valores de cor de 1,80 à 6,06.

Os resultados mostraram que as diferenças em biscoitos ocasionadas pela influencia da granulometria do açúcar podem ser perceptíveis sensorialmente por julgadores treinados, e que se assemelham aos resultados medidos instrumentalmente.

3.3.2 Aceitação, Preferência e Intenção de Compra

A aceitação dos biscoitos foi avaliada a partir dos atributos sabor, cor, textura e impressão global. Os resultados indicaram que as diferenças ocasionadas no biscoito em função das condições de transporte do açúcar não influenciou na aceitação pelo consumidor.

A análise de variância aplicada mostrou que ocorreu variação entre os dados somente para o fator fornecedor, entretanto houve diferença significativa ($p < 0,05$) somente entre as médias do atributo textura. As médias dos biscoitos produzidos com açúcar do fornecedor B, foi significativamente menor ($p < 0,05$) quando comparadas as amostras com açúcar dos fornecedores A e C.

Mediante os resultados, pode-se dizer que a aceitação em relação à textura, foi maior para os biscoitos com açúcar dos fornecedores A e C, porém este fato pode não estar relacionado com a granulometria do açúcar. O valor médio de granulometria do açúcar dos fornecedores A e C foi de 0,521 e 0,538mm respectivamente, já a granulometria do açúcar do fornecedor B foi de 0,547mm, porém, estes valores não diferiram significativamente ($p < 0,05$).

Baseado nos dados apresentados, para este tipo de produto a indústria do segmento de biscoitos pode aceitar as diferenças de granulometria ocasionadas pela origem do açúcar ou pelo uso da tecnologia de transporte pneumático, pois não compromete a aceitação do consumidor.

Tabela 22 - Aceitação dos biscoitos - fator fornecedor ¹

Fornecedor	Atributos sensoriais			
	Sabor	Cor	Textura	Impressão Global
A	7,51 ± 1,2 ^a	7,59 ± 1,2 ^a	7,43 ± 1,2 ^a	7,47 ± 1,2 ^a
B	7,31 ± 1,3 ^a	7,27 ± 1,3 ^b	7,07 ± 1,4 ^b	7,29 ± 1,2 ^a
C	7,51 ± 1,2 ^a	7,37 ± 1,4 ^{ab}	7,41 ± 1,2 ^a	7,51 ± 1,2 ^a

¹Média ± desvio padrão. n:100. Letras minúsculas iguais na coluna indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível 5% de significância.

Apartir dos dados da ordenação da preferência dos consumidores foi efetuada análise de componentes principais (ACP) e construído o mapa de preferência interno

(Figura 12), conforme já aplicado em estudos com Biscoitos Cracker e Bolo de Laranja pelos autores Martínez et al. (2002) e Volpini-Rapina, Sokei e Conti-Silva (2012). No mapa foram inclusos os dados provenientes dos atributos avaliados na aceitação. Com isso, relacionou-se as preferências dos consumidores com as características sensoriais, conforme descrito por Dutcosky (2013).

O primeiro componente principal explicou 80,64% da variabilidade ocorrida entre as amostras. Os componentes principais 1 e 2 explicaram juntos 92,76% da variação entre as amostras. Ou seja, a variabilidade entre as amostras foi quase totalmente explicada por estes dois componentes.

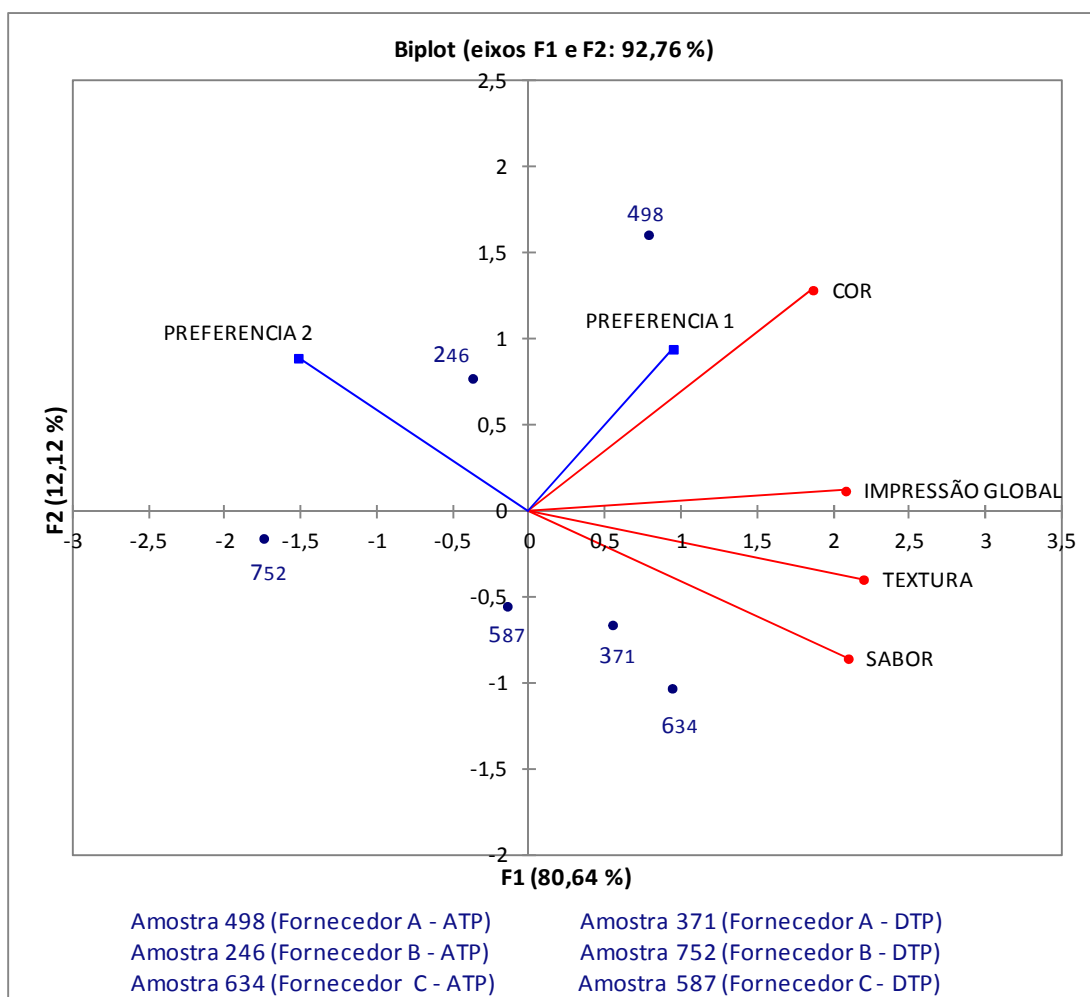


Figura 12 – Mapa de preferência dos biscoitos rosca sabor leite.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da figura 12 sugere que os consumidores formaram dois grupos com preferências distintas. As amostras 498, 371 e 634 se apresentaram

posicionadas na preferência 1 e foram caracterizadas por apresentar maiores valores para os atributos cor, impressão global, textura e sabor. Entretanto as amostras 246, 752 e 587 se apresentaram posicionadas mais próximo a preferência 2. As amostras 587 e 246 foram consideradas intermediárias em relação aos atributos sensoriais avaliados pelos consumidores, enquanto a amostra 752, foi avaliada como a que apresentou menores valores relacionados aos atributos. A preferência 2 está em direção oposta a posição das amostras 371 e 634

A partir da análise do mapa de preferência construído, pode-se dizer que as diferenças ocorridas nos biscoitos demonstradas pelas análises instrumentais e pelas sensoriais com julgadores treinados, relacionadas a aplicação de açúcar com diferentes granulometrias e de origens diferentes não impactou na preferência do consumidor. Desta forma, as indústrias do segmento de biscoitos poderiam admitir e aceitar as diferenças ocasionadas no açúcar e nos biscoitos pelo uso da tecnologia de transporte pneumático.

Os resultados da intenção de compra para cada uma das amostras de biscoitos apresentadas aos consumidores seguem extratificados em gráfico apresentado na Figura 13.

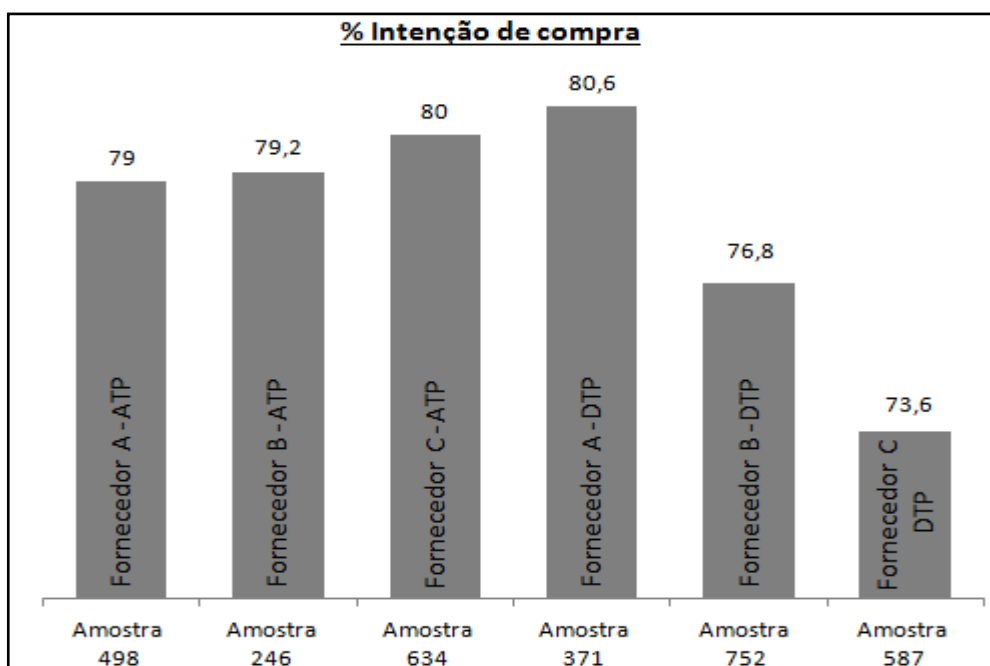


Figura 13 – Intenção de compra dos biscoitos rosca sabor leite.

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se que todas as amostras obtiveram mais de 70% de intenção de compra, ou seja, seriam adquiridas pelo consumidor. A amostra 371 apresentou maior percentual comparada às demais, porém o percentual da amostra 371 está bem próximo valor da amostra 634. Sendo que uma foi fabricada com o açúcar ATP e a outra com açúcar DTP. Portanto, pode-se dizer que o tamanho do grânulo, não influenciou na intenção de compra do consumidor. Em relação a origem do açúcar, pode-se observar que os biscoitos fabricados com açúcar do fornecedor A, obtiveram maior percentual de compra, sendo que o açúcar deste fornecedor foi o que apresentou menor granulometria.

3.4 CORRELAÇÃO ENTRE DADOS INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS

Os resultados da análise sensorial descritiva de avaliação de atributos juntamente com os resultados das análises instrumentais, foram representados graficamente por análise multivariada de análise de componentes principais (ACP), de modo que foi possível medir e avaliar a correlação entre os valores obtidos neste estudo. Conforme realizado por Arifin et al. (2010), Paula e Conti-Silva (2014), Martínez et al. (2002) e Volpini-Rapina, Sokei e Conti-Silva (2012).

O primeiro componente principal explicou 53,72% da variabilidade ocorrida entre as amostras. Os componentes principais 1 e 2 explicam juntos 78,36% da variação entre as amostras. A Figura 14 mostra a dissimilaridade entre os dados provenientes das análises instrumentais e descritores sensoriais em relação ao transporte aplicado, ou seja, entre os biscoitos fabricados com açúcar ATP e açúcar DTP. Portanto, foram evidenciadas duas regiões distintas para os resultados, sugerindo que houve semelhança entre os valores dentro das mesmas condições de transporte do açúcar.

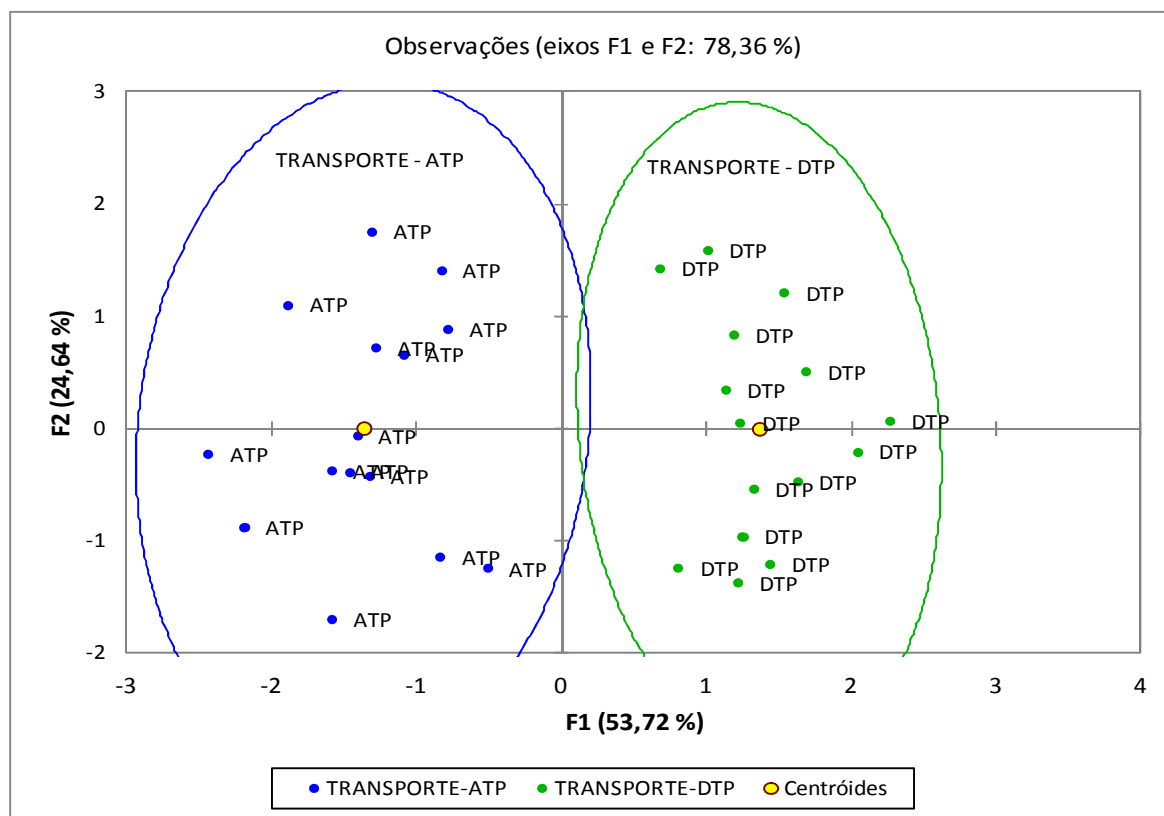


Figura 14 – ACP para os atributos sensoriais e medidas instrumentais - transporte ATP e DTP.

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se na Figura 15, que 53,72% da variabilidade entre as amostras de biscoitos, explicados pelo primeiro componente principal, devem-se principalmente aos descritores sensoriais: Cor, dureza e fraturabilidade, e aos resultados instrumentais de Cor (BCU), dureza, fraturabilidade e granulometria. Observou-se um contraste entre os vetores de dureza (instrumental e sensorial), fraturabilidade (instrumental) e cor (sensorial) com os vetores de cor (BCU) e a granulometria. A variabilidade no segundo componente principal (24,64%) esteve associada ao sabor avaliado somente de forma sensorial, e neste caso a associação com este componente foi negativa.

Paula; Conti-Silva (2014), em estudo de correlação de textura instrumental e sensorial de *snacks* utilizando ACP, conseguiram explicar a variabilidade dos dados com 74,4% para os dois componentes.

Analisando a Figura 15, foi visualizada a posição dos vetores, neste caso os descritores sensoriais e os parâmetros instrumentais, e foram sugeridas as possíveis correlações em função da proximidade dos vetores. Assim, foi proposto correlação

linear positiva entre a dureza (instrumental e sensorial), a fraturabilidade (instrumental e sensorial) e entre a cor e a dureza (sensoriais). Sendo que estes possivelmente apresentaram correlação negativa com a Granulometria e a cor (BCU).

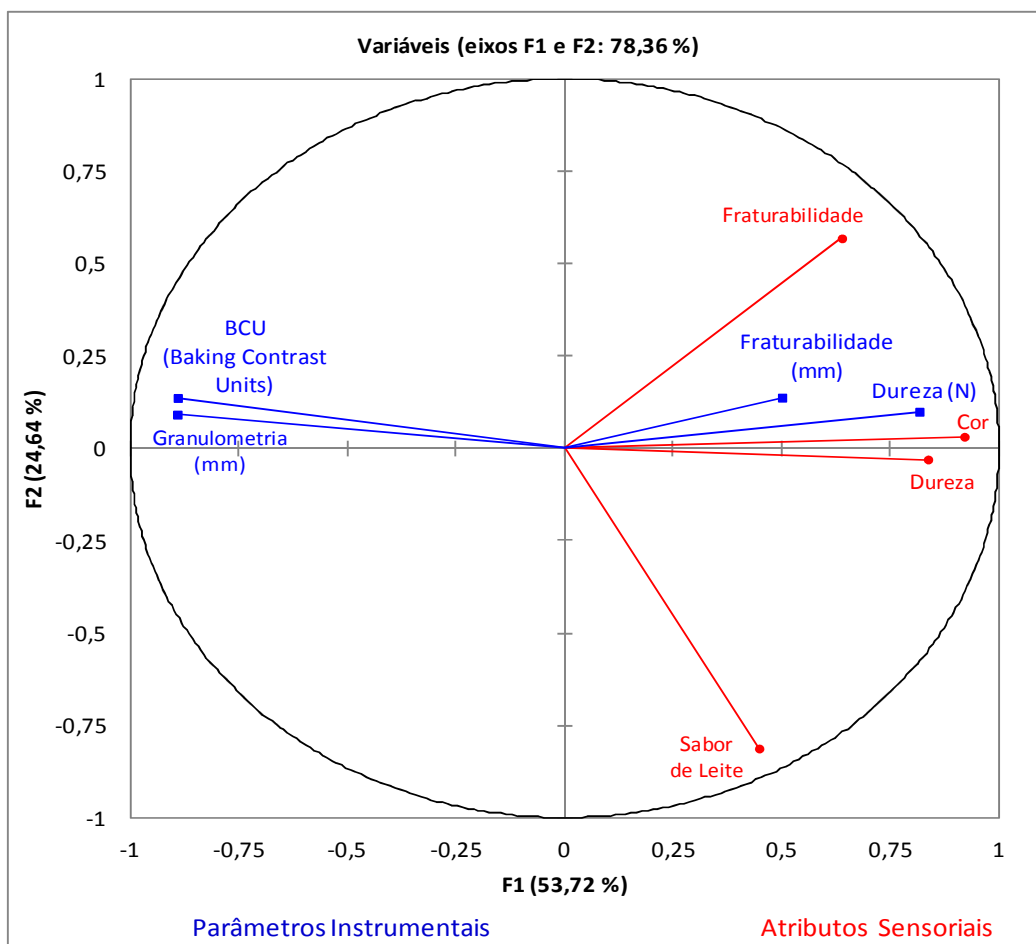


Figura 15 – ACP Comportamento medidas instrumentais e sensoriais dos biscoitos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados obtidos neste estudo condizem com as afirmação de Kilcast (2004), de que uma medição instrumental das características de textura pode ter valor prático se for demonstrada relação com alguma medida sensorial.

ARIFIN et al. (2010), aplicaram análise de componente principais para analisar os dados provenientes de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e de teste de aceitação de consumidor. Os autores consideraram que a aceitação global de “cookies” teve alta correlação negativa com a dureza e a fraturabilidade. Isto é, a medida que a dureza e a fraturabilidade aumentaram a aceitação diminuiu.

Blonska, Marzec e Blaszczyk (2014), descreveram a textura de biscoitos com diferentes teores de inulina e de gordura através de componentes principais que explicaram 83,8% da variabilidade dos dados. Foram observadas fortes correlações positivas (maiores que 0,8) entre a dureza, a sonoridade e a crocância avaliadas sensorialmente com as propriedades mecânicas medidas de forma instrumental. Os valores de correlação obtidos são similares aos encontrados neste estudo.

Os valores de correlação entre os atributos sensoriais avaliados com julgadores treinados e os parâmetros instrumentais seguem expostos na Tabela 23.

Tabela 23 - Matriz de correlação Pearson (n-1) para os atributos sensoriais (julgadores treinados) e parâmetros instrumentais avaliados nos biscoitos.

		Atributos Sensoriais				Parâmetros Instrumentais			
		Sabor de Leite	Cor	Dureza	Fraturabilidade	Dureza (N)	Fraturabilidade (mm)	BCU ¹	Granulometria (mm)
Atributos Sensoriais	Sabor de Leite	1	0,32	0,25	0,02	0,19	0,06	-0,44	-0,42
	Cor	0,32	1	0,71	0,50	0,83	0,49	-0,84	-0,87
	Dureza	0,25	0,71	1	0,31	0,75	0,47	-0,84	-0,78
	Fraturabilidade	0,02	0,50	0,31	1	0,44	0,32	-0,39	-0,44
Parâmetros Instrumentais	Dureza (N)	0,19	0,83	0,75	0,44	1	0,55	-0,75	-0,87
	Fraturabilidade (mm)	0,06	0,49	0,47	0,32	0,55	1	-0,55	-0,54
	BCU ¹	-0,44	-0,84	-0,84	-0,39	-0,75	-0,55	1	0,83
	Granulometria (mm)	-0,42	-0,87	-0,78	-0,44	-0,87	-0,54	0,83	1

¹ BCU: Baking Contrast Units – medida de cor instrumental. Os valores em negrito indicam correlação significativa à um nível de 5,0% de significância.

Os valores presentes na matriz de Pearson (Tabela 23), apontaram para ocorrência de correlações positivas e significativas entre a dureza instrumental e sensorial, entre a dureza instrumental e a fraturabilidade sensorial, e entre a dureza instrumental e a cor sensorial. Portanto, pode-se afirmar que à medida que ocorre o aumento da dureza medida instrumentalmente, ocorre também aumento na percepção da intensidade dos atributos sensoriais dureza, fraturabilidade e cor.

Entretanto, pôde-se observar que os valores de fraturabilidade medidos de forma sensorial e instrumental, apresentaram correlação positiva, porém não significativa. Já em relação a cor dos biscoitos, os valores da matriz mostraram correlação negativa e significativa entre a cor instrumental (BCU) e sensorial, o que já era esperado em função da diferença da escala dos parâmetros. Já que a escala

do BCU variava entre 0 (mais escuro) e 5,25 (mais claro) e a escala sensorial variava entre 0 (mais claro) e 9,0 (mais escuro).

A matriz de correlação de Pearson, também mostrou forte correlação negativa entre a granulometria e a dureza, tanto instrumental, quanto sensorial. O mesmo comportamento ocorreu para a correlação com a cor avaliada sensorialmente. Já em relação ao BCU, observou-se forte correlação positiva com a granulometria. Desta forma, pode-se dizer que a medida que os valores de granulometria diminuem ocorre o aumento da dureza e da cor dos biscoitos, ou seja os biscoitos se tornam mais duros e mais escuros, e que esta condição foi constatada pelas análises instrumentais e sensoriais realizadas com julgadores treinados, com comportamento similar revelado na ACP.

4. CONCLUSÃO

Mediante os dados encontrados neste estudo é possível concluir que o transporte pneumático exerce influencia significativa sobre a granulometria e cor de açúcar cristal, diminuindo o diâmetro médio dos grânulos (AM) e diminuindo a luminosidade (L). O açúcar submetido ao transporte pneumático aplicado a biscoitos rosca sabor leite resultou em um produto com maior dureza, maior fraturabilidade e cor mais escura, quando comparado aos biscoitos onde foi aplicado o açúcar sem passar pela etapa de transporte pneumático. As diferenças foram evidenciadas tanto através das análises instrumentais quanto sensoriais (avaliação de atributos).

A análise de correlação mostrou forte correlação negativa entre a granulometria e a dureza, tanto instrumental, quanto sensorial. O mesmo comportamento ocorreu para a correlação entre a granulometria e a cor. Portanto, conclui-se que a medida que a granulometria do açúcar diminui, ocorre o aumento da dureza e a coloração mais escura nos biscoitos rosca sabor leite.

Os testes afetivos, de modo geral, mostraram não haver interferência da granulometria do açúcar na aceitação, preferência e intenção de compra dos biscoitos por parte dos consumidores. Desta forma, considera-se que as indústrias do segmento podem admitir e aceitar as diferenças ocasionadas no açúcar e nos biscoitos pelo uso da tecnologia de transporte pneumático.

5. AGRADECIMENTOS

À empresa fabricante de biscoitos e massas pela oportunidade de desenvolver a pesquisa.

À Granolab do Brasil, pela disponibilidade do texturômetro e do colorímetro, bem como dos profissionais para suporte na realização das análises de textura e cor aplicadas neste estudo.

REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12994. Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas. 1993. 2 p.

ARIFIN, Norlelawati; PENG, Koh S.; LONG, Kamariah; PING, Tan C.; AFFANDI YUSOFF, Mohd S.; NORAINI, Idris; MING, Lai O. Relationship between textural properties and sensory qualities of cookies made from medium- and long-chain triacylglycerol-enriched margarines. **Journal Science of Food Agriculture**, v. 90, n. 6, p. 943-948, 2010.

BRASIL. Resolução de Diretoria colegiada - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18822&word>>. Acesso em: 08 mai. 2013.

BLONSKA, Arleta; MARZEC, Agata; BLASZCZYK, Anika. Instrumental evaluation of acoustic and mechanical texture properties of short-dough biscuits with different content of fat and inulin. **Journal of Texture Studies**, v. 45, n. 3, p. 226–234, 2014.

BHUYAN, Manabrenda. **Measurement and control in food processing**. England: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2007. 340 p.

BOURNE, Malcolm. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2 ed. Geneva, New York: Academic Press, 2002. 415 p.

CAUVAIN, Stanley; YOUNG, Linda. **Baked Products: science, technology and practice**. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. 2006, 228 p.

CLERICI, Maria Teresa P.S.; OLIVEIRA, Maísa E.; NABESHIMA Elizabeth H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 139-146, 2013.

CHEVALLIER, S.; COLONNA, P.; BULÉON, A.; DELLA VALLE, G. Physicochemical behaviors of sugars, lipids, and gluten in short dough and biscuit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p.1322-1326, 2000a.

CHEVALLIER, S.; COLONNA, P.; DELLA VALLE, G.; LOURDIN, D. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. **Journal of Cereal Science, Nantes**, v. 31, n.3, p. 241-252, 2000 b.

CHEVALLIER, S., DELLA VALLE, G., COLONA, P., BROYART, B., TRYSTRAM, G. Structural and chemical modifications of short batter during baking. **Journal of Cereal Science**, v.35, p.1-10. 2002.

DENDY, David A.V.; DOBRASZCZYK, Bogdan J. **Cereal and products: technology and chemistry**. Maryland: Springer. 2001. 429 p.

DUTCOSKY, Silvia D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4 ed. Curitiba: Champagnat. 2013. 531 p.

EDWARDS, William P. **The science of bakery products**. Cambridge, UK: RSC Publishing. 2007, 245 p.

GALLAGHER, Eimear; O'BRIEN C.M.; SCANNELL, Amalia G.M.; ARENDT, Elke K. Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 2, p. 261-263, 2003.

HOLLANDER, Myles; WOLFE, Douglas A. **Nonparametric Statistical methods**. 2. ed. New York: Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons. 1973. p. 115-120.

ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) - Methods Book - Method GS2/9-37 (2007). **The Determination of the Particle Size Distribution of White Sugar and Plantation White Sugars by Sieving**, Berlin, Germany, 2007.

ISO – International Organization for Standardization. **ISO 8586:2012(E)**. Sensory Analysis - General Guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. 2014. 28 p.

JIA, Chunli; HUANG, Weining; ABDEL-SAMIE, Mohamed A.S.; HUANG, Guangxing M.; GUANGWEI, Huang. Dough rheological, mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase. **Jornal of Food Engeneering**, v. 105, n. 2, p. 227-232, 2011.

KILCAST, David. **Texture in food**. Vol. 2: solid foods. Cambridge, England: Woodhead publishing Limited. 2004. 537 p.

KITTS, David D. **The Functional Role of Sugars in Food**. Canadian Sugar Institute, 2012. Disponível em: <<http://www.sugar.ca/english/supportinfo/functionalrole.cfm>>. Acesso em: 04 out. 2013.

KLINZING, George E.; RIZK, Farid; MARCUS, Roy; LEUNG, L.S. **Pneumatic conveying of solids**: a theoretical and practical. New York, Springer Dordrecht Heidelberg London, 2010. 568 p.

KONICA MINOLTA. Chroma meter –CR- 400/410. **Instruction Manual**. Japão, 2013, 156 p.

LAGUNA, Laura; VARELA, Paula; SALVADOR, Ana; SANZ, Teresa; FISZMAN, Susana M. Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 3, p. 235-245, 2012.

LAWLESS, Harry T.; HEYMANN, Hildegard. **Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices**. 2 ed. New York: Springer. 2010. 596 p.

MANLEY, Duncan. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. 4. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 2000. 493 p.

MANOHAR, Ramachandran S.; RAO P. Haridas. Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. **Food Research International**, v. 35, n. 9, p.807–813, 2002.

MANOHAR, Ramachandran S.; RAO P. Haridas. Effect of mixing period and additives on the rheological characteristics of dough and quality of biscuits. **Journal of Cereal Science**, v. 25, n. 2, p. 197-206, 1997.

MARTÍNEZ, Carolina; CRUZ, Maria José S.; HOUGH, Guillermo; VEGA, Maria José. Preference mapping of cracker type biscuits. **Food Quality and Preference**. v. 13, n. 7-8, p. 535-544, 2002.

MEILGAARD, Morten C.; CIVILLE, Gail V.; CARR, B. Thomas. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton, CRC Press, 2006. 453 p.

MILLS, David. **Pneumatic conveying design guide**. 2. ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2004. 632 p.

MORAES, Kessiane S.; ZAVAREZE, Elessandra R.; MIRANDA, Martha Z.; SALAS-MELLADO, Miriam. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30 (Supl.1), p. 233-242, 2010.

NDAMA, Adoum T.; GUIGON, Pierre; SALEH, Khashayar. A reproducible test to characterise the triboelectric charging of powders during their pneumatic transport. **Journal of Electrostatics**, v. 69, n. 3, p.146-156, 2011.

NOVELLO, Daiana; CONTO, Leilane C.; CAMPAGNOL, Paulo C.; SEWAYBRICKER, Mariana V.; LOPES, Julice D.; SUZART, Carlos A.G.; GONÇALVES, Priscila; ANARUMA, Renata J.; GOMES, Carolina L.; GODOY, Vanessa P.; DIAS, Bárbara M.; BIASUTTI, Eliza A.R.; COSTA, Paula; FERNANDEZ, Sílvia; BOLINI, Helena M.A. Perfil sensorial e teste de consumidor de biscoito wafer tipo tradicional, light e diet sabor chocolate. **Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 2, p. 245-258, 2012.

OLIVEIRA Danilo T.; ESQUIAVETO, Maria Madalena M.; SILVA JÚNIOR, José Félix. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria Alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27(supl.), p. 99-102, 2007.

ORMENESE, Rita de Cássia S.C.; MARCHESE, Daniela A.; LAGE, Moacir E.; MAMEDE, Maria Eugênia O.; ABREU, Glaucia Maria N.; COELHO, Hellen D.; MOURA, Juliana M.L.N.; NISHI, Luciana E.; CARRILHO, Neide A.; GONZÁLEZ, Norka B.; SILVA, Maria Aparecida A.P. Perfil sensorial e teste de consumidor de biscoito recheado sabor chocolate. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.277-300, 2001.

PAREYT , Bram; TALHAOUI, Faisal; KERCKHOFS, Greet; BRIJS, Kristof; GOESAERT, Hans; WEVERS, Martine; DELCOUR, Jan A. The role of sugar and fat

in sugar-snap cookies: structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 3, p. 400–408, 2009.

PAULA, Amanda M.; CONTI-SILVA, Ana Carolina. Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. **Journal of Food Engineering**. v. 121, p. 9-14, 2014.

REZZOUG, Zoulikha M.; BOUVIER, Jean-Marie; ALLAF, Karim; PATRAS, Christian. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Jornal of food Engineering**, v. 35, n. 1, p. 23-42, 1998.

RYAN, K.J. ; BREWER, Mary S. Physical properties of sugar-snap cookies using granule surface deproteinated wheat starch. **Journal of Texture Studies**,v. 37, n. 4, p. 442-457, 2006.

SMIRNOV, N. Sur les écarts de la courbe de distribution empirique. **Rec. Mathematiceskii**. (Mat. Sbornik), N. S. v. 6, n. 48, p. 3-26, 1939.

STONE, Herbert; SIDEL, Joel L. **Sensory Evaluation Practices**. 3.ed. New York: Academic Press, 2004. 378 p.

TIWARI, Brijesh K.; MUTHUKUMARAPPAN, Kasi; O'DONNELL, Colm P.; CHENCHIAIAH, M.; CULLEN, P.J. Effect of ozonization on the rheological and colour characteristics of hydrocolloid dispersions. **Food Research International**, v. 41, n. 10, p. 1035-1043, 2008.

VOLPINI-RAPINA, Larissa F.; SOKEI, Fabiana R; CONTI-SILVA, Ana Carolina. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics inulin and oligofructose. **LWT - Food Science and Technology**, v. 48, n. 1, 37-42, 2012.

WOODY, Aaron Lee. **Probing and three-point bend methods compared to sensory scales as measurements for cookie texture**. 2003. 112 p. Master's Thesis, University of Tennessee, 2003. Disponível em: <http://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/2332/>. Acesso em: 24 mai. 2015.

ZOULIAS, Emmanuel I.; PIKNIS, Spyros; OREOPOULOU, Vassiliki. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-k on properties of low-fat cookies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 14, p. 2049-2056, 2000.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados apresentados nos capítulos anteriores desta dissertação, é possível concluir que o transporte pneumático exerce influência significativa sobre a granulometria e cor de açúcar cristal, diminuindo o tamanho médio dos grânulos (AM) e diminuindo a luminosidade (L).

Os experimentos realizados permitiram demonstrar a influência da granulometria do açúcar no comportamento da mistura (farinha e açúcar) e da massa, bem como nas características dos biscoitos rosca sabor leite.

A granulometria do açúcar interferiu significativamente na capacidade de absorção de água pela farinha e na taxa de retrogradação dos amidos presentes na farinha. O açúcar de granulometria menor (DTP) reduziu significativamente a absorção de água e aumentou a taxa de retrogradação do amido. Por outro lado, não influenciou na estabilidade e na consistência da massa do biscoito. Quanto a dureza, a granulometria exerceu influência significativa na massa, de modo que o açúcar de grânulos menores contribuiu para um valor maior de dureza na massa.

O açúcar submetido ao transporte pneumático (DTP) aplicado a biscoitos rosca sabor leite resultou em um produto com maior dureza, maior fraturabilidade e cor mais escura, quando comparado aos biscoitos onde foi aplicado o açúcar sem passar pela etapa de transporte pneumático. As diferenças foram evidenciadas tanto através das análises instrumentais quanto sensoriais (ADQ).

A análise de correlação mostrou forte correlação negativa entre a granulometria e a dureza, tanto instrumental, quanto sensorial. O mesmo comportamento ocorreu para a correlação entre a granulometria e a cor. Portanto, conclui-se que a medida que a granulometria do açúcar diminui, ocorre o aumento da dureza e a coloração mais escura nos biscoitos rosca sabor leite.

Os testes afetivos, de modo geral, mostraram não haver interferência da granulometria do açúcar na aceitação, preferência e intenção de compra dos biscoitos por parte dos consumidores. Desta forma, considera-se que as indústrias do segmento podem admitir e aceitar as diferenças ocasionadas no açúcar e nos biscoitos pelo uso da tecnologia de transporte pneumático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12994. Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas. 1993. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5426. Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos. 63 p.

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Açúcares e xaropes em biscoitos e bolachas**. n. 55, 2008. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/83.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2013.

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Agentes de Textura: importância no desenvolvimento dos alimentos**. n. 92, 2012. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/419.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2013.

AIDER, Mohammed; HALLEUX, Damien; BELKACEMI, K. Production of granulated sugar from maple syrup with high content of inverted sugar. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 3, p. 791-797, 2007.

ALVES, Rosa M.V.; GARCIA, Eloisa H.C.; BORDIN, Mauricio R. Influence of packaging material/sealing on the quality of biscuits. **Journal Of Plastic Film Sheeting**, v. 15, p. 57-71, 1999.

American Association of Cereal Chemists - AACC 54-60.01 - Determination of Rheological Behavior as a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal by Mixolab. **Approved Methods of Analysis**. 10. ed. St. Paul, 2000.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676 p.

AMJID, Muhammad R.; SHEHZAD, Aamir; HUSSAIN, Shahzad; SHABBIR, Muhammad A.; KHAN, Moaazam R.; SHOAI, Muhammad. A comprehensive review on wheat flour dough rheology. **Pakistan Journal of Food Sciences**, v. 23, n. 2, p. 105-123, 2013.

ARIFIN, Norlelawati; PENG, Koh S.; LONG, Kamariah; PING, Tan C.; AFFANDI YUSOFF, Mohd S.; NORAINI, Idris; MING, Lai O. Relationship between textural properties and sensory qualities of cookies made from medium- and long-chain triacylglycerol-enriched margarines. **Journal Science of Food Agriculture**, v. 90, n. 6, p. 943-948, 2010.

ASSIS, Leticia M.; ZAVAREZE, Elessandra R.; RADÜNZ, André L.; DIAS, Alvaro R.G.; GUTKOSKI, Luiz C.; ELIAS, Moacir C. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Revista Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 15-24, 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS (ANIB). **Biscoito está presente em 99,9% dos lares brasileiros**. Disponível em: <<http://www.anib.com.br/ver-imprensa.php?id=7>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

BACK, Luana. **Matérias-primas e insumos: possíveis influências nos processos de produção em indústria de produtos alimentícios**. 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

BANU, Iuliana; STOENESCU, Georgeta; IONESCU, Violeta; APRODU, Iuliana. Estimation of the baking quality of wheat flours based on rheological parameters of the mixolab curve. **Czechoslovak Journal of Food Science**, v. 29, p. 35-44, 2011.

BARBOSA-C´ANOVAS, Gustavo V.; ORTEGA-RIVAS, Enrique; JULIANO, Pablo; YAN Hong. **Food powders: physical properties, processing, and functionality**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005, 372 p.

BHUYAN, Manabrenda. **Measurement and control in food processing**. England: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2007. 340 p.

BOLLAÍN, C.; COLLAR, Concha. Dough viscoelastic response of hydrocolloid/enzyme/surfactant blends assessed by uni-and bi-axial extension measurements. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 499–507, 2004.

BOURNE, Malcolm. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2 ed. Geneva, New York: Academic Press, 2002. 415 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 8 de 2 de Junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da

Farinha de Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de junho de 2005. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do>>. Acesso em: 08 mai. 2013.

BRASIL. Resolução de Diretoria colegiada - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18822&word>>. Acesso em: 08 mai. 2013.

BRUN, Jaqueline L.; GEOFFROY, Sonia; DUBAT, Arnaud; SINNAEVE, Georges. Measurement of water absorption rate in flours and rheological characteristics of dough during kneading. **Técnica Molitoria Internacional**, v. 59, n. 9/A, p. 94-107, 2008.

CARNELOCCE, Lorena; SEIBEL, Neusa F.; PRUDENCIO, Sandra H.; BENASSI, MARTA T. Análise Descritiva por Ordenação: aplicação na caracterização sensorial de biscoitos laminados salgados. **Brazilian Journal Food Technology**. v. 15, n. 4, p. 288-299, 2012.

CAUVAIN, Stanley P.; YOUNG, Linda S. **Baked products: science, technology and practice**. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd, 2006, 228 p.

CHEVALLIER, S.; COLONNA, P.; BULÉON, A.; DELLA VALLE, G. Physicochemical behaviors of sugars, lipids, and gluten in short dough and biscuit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p.1322-1326, 2000a.

CHEVALLIER, S.; COLONNA, P.; DELLA VALLE, G.; LOURDIN, D. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. **Journal of Cereal Science**, v. 31, n. 3, p. 241-252, 2000b.

CHEVALLIER, S., DELLA VALLE, G., COLONNA, P., BROYART, B., TRYSTRAM, G. Structural and chemical modifications of short batter during baking. **Journal of Cereal Science**, v. 35, p. 1-10, 2002.

CHOPIN. **Mixolab Applications Handbook: rheological and enzymatic analysis**. Villeneuve la Garenne: Chopin Technologies, 2009. 79 p.

CLERICI, Maria Teresa P.S.; OLIVEIRA, Máisa E.; NABESHIMA Elizabeth H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipo *cookies* elaborados com a

substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 139-146, 2013.

DENDY, David A.V.; DOBRASZCZYK, Bogdan J. **Cereal and products: technology and chemistry**. Maryland: Springer. 2001. 429 p.

DOBRASZCZYK, Bogdan J. The physics of baking: rheological and polymer molecular structure-function relationships in breadmaking. **Journal of Non-newtonian Fluid Mechanics**, v. 124, n. 1, p. 61–69, 2004.

DUTCOSKY, Silvia D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat. 2013. 531 p.

EDWARDS, William P. **The science of bakery products**. Cambridge, UK: RSC Publishing. 2007, 245 p.

FELLOWS, Peter J. **Tecnologia do Processamento de alimentos: princípios e prática**. Tradução Florencia Cladera Oliveira et al. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FILIPČEV Bojana; ŠIMURINA, Olivera; BODROŽA-SOLAROV, Marija; VUJAKOVIĆ, Milka. Evaluation of physical, textural and microstructural properties of dough and honey biscuits enriched with buckwheat and rye. **Chemical Industry and Chemical Engineerinh Quarterly**, v.17, n. 3, p.291-298, 2011.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Suplementação de inulina em biscoitos tipo cookie**. n. 11, p. 34-38, 2010.

FREUND, John E. **Estatística aplicada: economia, administração e contabilidade**. 11. ed. São Paulo: Bookman, 2004. 533 p.

FUSTIER, Pierre; CASTAIGNE, Francois; TURGEON, Silvie L.; BILIADERIS, Costas G. Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semi-sweet biscuits: A mixture design approach with reconstituted blends of gluten, water-solubles and starch fractions. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 1, p. 144-158, 2008.

GAINES, Charles S. Objective assessment of cookie and cracker texture. In: FARIDI, Hamed. **The Science of Cookie and Cracker Production**. New York: Champman & Hall, p. 455-495, 1994.

GALLAGHER, Eimear; O'BRIEN C.M.; SCANNELL, Amalia G.M.; ARENDT, Elke K. Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 2, p. 261-263, 2003.

GUTKOSKI, Luiz. C.; NODARI, Mariana L.; JACOBSEN NETO, Raul. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23 (supl). p. 91-97, 2003.

_____. DURIGON, Angelise; MAZZUTTI, Simone; CEZARE, Karize; COLLA, Luciane M. Influência do tipo de farinha de trigo na elaboração de bolo tipo inglês. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 4, p. 275-282, 2011.

HOLLANDER, Myles; WOLFE, Douglas A. **Nonparametric statistical methods**. 2. ed. New York: Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons. 1973. 530 p.

HOSENEY, Carl R. **Principles of cereal science and technology**. 2. ed. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemistry, 1994.

International Association for Cereal Science and Technology. **ICC 173: Whole Meal and Flour from T. aestivum - Determination of Rheological Behaviour as a Function of Mixing and Temperature Increase**, Vienna, 2011.

ICUMSA (International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) - Methods Book - Method GS2/9-37. **The determination of the particle size distribution of white sugar and plantation white sugars by sieving**. Berlin, Germany, 2007.

_____. Methods Book – Method GS9/1/2/3 – 8. **The determination of sugar solution colour at pH 7,0 by the MOPS buffer method official (Reference)**. Berlin, Germany, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO 8586:2012(E)**. Sensory Analysis - General Guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. 2014. 28 p.

_____. **ISO 22935-1:2009**. Milk and Milk products – Sensory analysis – Part1: General guidance for the recruitment, selection, training and monitoring of assessors. Switzerland. 2009.

_____. **ISO 16820:2004 (E)**. Sensory analysis – Methodology – Sequential analysis. BRITISH STANDARD. 2004. 10 p.

_____. **ISO 6579:2002**. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for detection of *Salmonella* spp. 2002.

_____. **ISO 6888-1:1999**. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of coagulase-positive staphylococci (*Staphylococcus aureus* and other species). Part 1: Technique using Baird-Parker agar medium. 1999.

_____. **ISO 5492**. Sensory Analysis: Vocabulary. 1992.

_____. **ISO 12994**. Métodos de análise sensorial de alimentos e bebidas. 1993.

JIA, Chunli; HUANG, Weining; ABDEL-SAMIE, Mohamed A.S.; HUANG, Guangxing M.; GUANGWEI, Huang. Dough rheological, mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase. **Jornal of Food Engeneering**, v. 105, n. 2, p. 227-232, 2011.

KILCAST, David. **Texture in food**. Vol. 2: solid foods. Cambridge, England: Woodhead publishing Limited. 2004. 537 p.

KITTS, David D. **The Functional Role of Sugars in Food**. Canadian Sugar Institute, 2012. Disponível em: <<http://www.sugar.ca/english/supportinfo/functionalrole.cfm>>. Acesso em: 04 out. 2013.

KLINZING, George E.; RIZK, Farid; MARCUS, Roy; LEUNG, L.S. **Pneumatic conveying of solids**: a theoretical and practica. New York, Springer Dordrecht Heidelberg London, 2010. 568 p.

KÖEHLER, H. S. **Estatística experimental**. Curitiba: UFPR, 1999.

KONICA MINOLTA. Chroma meter –CR- 400/410. **Instruction Manual**. Japão, 2013, 156 p.

KONICA MINOLTA. **Medidor de Contraste de assados BC-10**. Disponível em: <<http://sensing.konicaminolta.com.br/products/bc-10-baking-contrast-meter/>>. Acesso em: 01 jul. 2014.

LAGUNA, Laura; VARELA, Paula; SALVADOR, Ana; SANZ, Teresa; FISZMAN, Susana M. Balancing texture and other sensory features in reduced fat short-dough biscuits. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 3, p. 235-245, 2012.

_____. SALVADOR, Ana; SANZ, Teresa.; FISZMAN, Susana M. Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 3, p. 737-746, 2010.

LARSSON, Henrik; ELIASSON, Anders C.; JOHANSSON, Erika; SVENSSON, G. Influence of added starch on mixing of dough made with three wheat flours differing in high molecular weight subunit composition: rheological behavior. **Cereal Chemistry**, v. 77, n. 5, p. 633-639, 2000.

LAWLESS, Harry T.; HEYMANN, Hildegard. **Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices**. 2 ed. New York: Springer. 2010. 596 p.

MACDOUGALL, Douglas B. **Colour in food: improving quality**. New York: Woodhead Publishing Limited, 2002. 378p.

MANLEY, Duncan. **Biscuit, cookie and cracker manufacturing manuals**. Manual 1. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, 1998. 82 p.

_____. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. 4. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 2000. 493 p.

_____. **Biscuit, cracker and cookie recipes for the food industry**. 4. ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. 2001. 187 p.

MANOHAR, Ramachandran S.; RAO P. Haridas. Effect of sugars on the rheological characteristics of biscuit dough and quality of biscuits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 75, n. 3, p. 383-390, 1997.

_____. Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. **Food Research International**, v. 35, n. 9, p.807–813, 2002.

MARTÍNEZ, Carolina; CRUZ, Maria José S.; HOUGH, Guillermo; VEGA, Maria José. Preference mapping of cracker type biscuits. **Food Quality and Preference**. v. 13, n. 7-8, p. 535-544, 2002.

MEILGAARD, Morten C.; CIVILLE, Gail V.; CARR, B. Thomas. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton, CRC Press, 2006. 453 p.

MILLS, David. **Pneumatic conveying design guide**. 2. ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2004. 632 p.

MIRONEASA, Silvia; CODINA, Georgiana G.; MIRONEASA, Costel. The effects of wheat flour substitution with grape seed flour on the rheological parameters of the dough assessed by mixolab. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 1, p.40-48, 2012.

MORAES, Kessiane S.; ZAVAREZE, Elessandra R.; MIRANDA, Martha Z.; SALAS-MELLADO, Miriam. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30 (Supl.1), p. 233-242, 2010.

MORAES, Kessiane S.; ZAVAREZE, Elessandra R.; MIRANDA, Marta Z.; MELLADO, Mirian S. Efeito da adição de diferentes açúcares na qualidade de biscoitos tipo "cookie" In: 58ª Reunião Anual da SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2006, Florianópolis, **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/SENIOR/RESUMOS/resumo_2636.html>. Acesso em: 05 mai. 2014.

MOREIRA, Ramon; CHENLO, Faustino; TORRES, M.D.; PRIETO, Diedo M. Influence of the particle size on the rheological behavior of chestnut flour dough. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 2, p. 270–277, 2010.

MORETTO, Eliane; FETT, Roseane. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela. 1999. 97 p.

_____. _____. GONZAGA, Luciano V.; KUSKOSKI, Eugênia M. **Introdução a ciência de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC. 2002. 255 p.

NDAMA, Adoum T.; GUIGON, Pierre; SALEH, Khashayar. A reproducible test to characterise the triboelectric charging of powders during their pneumatic transport. **Journal of Electrostatics**, v. 69, n. 3, p. 146-156, 2011.

NOVELLO, Daiana; CONTO, Leilane C.; CAMPAGNOL, Paulo C.; SEWAYBRICKER, Mariana V.; LOPES, Julice D.; SUZART, Carlos A.G.; GONÇALVES, Priscila; ANARUMA, Renata J.; GOMES, Carolina L.; GODOY, Vanessa P.; DIAS, Bárbara M.; BIASUTTI, Eliza A.R.; COSTA, Paula; FERNANDEZ, Silvia; BOLINI, Helena M.A. Perfil sensorial e teste de consumidor de biscoito wafer

tipo tradicional, light e diet sabor chocolate. **Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 2, p. 245-258, 2012.

OLIVEIRA, Danilo T.; ESQUIAVETO, Maria M. M.; SILVA JÚNIOR, José F. Impacto dos itens da especificação do açúcar na indústria Alimentícia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27 (supl.), p. 99-102, 2007.

ORMENESE, Rita de Cássia S.C.; MARCHESE, Daniela A.; LAGE, Moacir E.; MAMEDE, Maria Eugênia O.; ABREU, Glaucia Maria N.; COELHO, Hellen D.; MOURA, Juliana M.L.N.; NISHI, Luciana E.; CARRILHO, Neide A.; GONZÁLEZ, Norka B.; SILVA, Maria Aparecida A.P. Perfil sensorial e teste de consumidor de biscoito recheado sabor chocolate. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.19, n.2, p.277-300, 2001.

PATHARE, Pankaje B. **Optimisation of granola breakfast cereal manufacturing process by wet granulation and pneumatic conveying**. 2010. 164 f. Thesis. (Doctorate) - School of Engineering, National University of Ireland, University College Cork, 2010. Disponível em: <<https://cora.ucc.ie/handle/10468/397>>. Acesso em: 15 out. 2014.

PAREYT , Bram; TALHAOUI, Faisal; KERCKHOFS, Greet; BRIJS, Kristof; GOESAERT, Hans; WEVERS, Martine; DELCOUR, Jan A. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: structural and textural properties. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 3, p. 400–408, 2009a.

_____. BRIJS, Kristof; DELCOUR, Jan A. Sugar-snap cookie dough setting: the impact of sucrose on gluten functionality. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 17, p. 7814-7818, 2009b.

_____. DELCOUR, Jan A. The role of wheat flour constituents, sugar, and fat in low moisture cereal based products: a review on sugar-snap cookie. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 9, p. 824-839, 2008.

PAULA, Amanda M.; CONTI-SILVA, Ana Carolina. Texture profile and correlation between sensory and instrumental analyses on extruded snacks. **Journal of Food Engineering**. v. 121, p. 9-14, 2014.

RAO, Venkateswara G.; RAO, P. Haridas. Methods for determining rheological characteristics of doughs: a critical evaluation. **Journal of Food Science Technology**, v. 30, n. 2, p. 77-87, 1993.

REZZOUG, Zoulikha M.; BOUVIER, Jean-Marie.; ALLAF, Karim; PATRAS, Christian. Effect of principal ingredients on rheological behaviour of biscuit dough and on quality of biscuits. **Jornal of food Engineering**, v. 35, n. 1, p. 23-42, 1998.

ROSELL, Cristina M.; COLLAR, Concepción; HAROS, Mônica. Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab. **Food Hydrocolloids**, v. 21, n. 3, p. 452–462, 2007.

RODRIGUES, Andressa O.; ZAVAREZE, Elessandra R., ASSIS, Leticia M.; STORCK, Catia.; SPIER, Franciela; DIAS, Alvaro R.G. Perfil de textura de massa crua de biscoitos tipo “cookie” com farinha de trigo e aveia. In: XVII Congresso de Iniciação Científica X Encontro de Pós-graduação. 2008, Pelotas. **Anais...** Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Pelotas, 2008.

SAVITHA Y.S.; INDRANI, D.; PRAKASH, Jamuna. Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough biscuits. **Journal of Texture Studies**, v. 39, n. 6, p. 605-616, 2008.

SIMABESP. SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DE MASSAS E BISCOITOS NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mercado**. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.simabesp.org.br/site/mercado_biscoitos_simabesp.asp>. Acesso em: 08 mai. 2013.

SMIRNOV, N. Sur les écarts de la courbe de distribution empirique. **Rec. Mathematiceskii**. (Mat. Sbornik), N. S. v. 6, n. 48, p. 3-26, 1939.

STABLE MICRO SYSTEMS.. **Measurement of the hardness of biscuit dough by penetrating with a cylinder probe**. TA.XTPlus Application Study. BIS5/P6. Vienna, 2000.

STABLE MICRO SYSTEMS. **Measurement of the hardness and resistance of biscuits/cookies to bend or snap**. TA-XT2 Application Study. BIS4/3PB. Vienna, 1995.

STONE, Herbert; SIDEL, Joel L. **Sensory Evaluation Practices**. 3.ed. New York: Academic Press, 2004. 378 p.

VOLPINI-RAPINA, Larissa F.; SOKEI, Fabiana R; CONTI-SILVA, Ana Carolina. Sensory profile and preference mapping of orange cakes with addition of prebiotics

inulin and oligofructose. **LWT - Food Science and Technology**, v. 48, n. 1, 37-42, 2012.

WADE, Peter. **Biscuits Cookies and Crackers: The Principles of the Craft**. London and New York: Elsevier Applied Science, 1988. 406 p.

WOODY, Aaron Lee. **Probing and three-point bend methods compared to sensory scales as measurements for cookie texture**. 2003. 112 p. Master's Thesis, University of Tennessee, 2003. Disponível em: <http://trace.tennessee.edu/utk_gradthes/2332/>. Acesso em: 23 mai. 2015.

ANEXOS

ANEXO A - Termos de consentimento – Teste de Avaliação de Atributos

TÍTULO DA PESQUISA: INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NA TEXTURA E COR DE BISCOITOS ROSCA SABOR LEITE

PESQUISADOR 1: ADRIANA PIETA

R. FREI ANGELO VALENTIN, 877

(49) 3344-7237

PESQUISADOR 2: PROF. DR. ALEXANDRE RODRIGO COELHO

AVENIDA DOS PIONEIROS, 3131 – LONDRINA/PR

(43) 3315-6132

Orientador responsável:

PROFESSOR DR. ALEXANDRE RODRIGO COELHO

Local de realização da pesquisa:

Os testes sensoriais inerentes a técnica de avaliação de atributos serão realizados no laboratório de análise sensorial da empresa de biscoitos onde foi desenvolvida a pesquisa, com carta de autorização da empresa, ciente de seu compromisso no resguardo, na segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Esta pesquisa tem caráter experimental, e conta com a avaliação da influência do transporte pneumático na granulometria de açúcar cristal e conseqüente modificações no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

A textura, sabor e cor de biscoitos serão avaliadas sensorialmente por meio de Análise descritiva de atributos. As medidas instrumentais possibilitam medir a dureza e a fraturabilidade do produto. Enquanto que a dureza está relacionada com a força necessária para quebrar o biscoito, a fraturabilidade refere-se à crocância do produto.

2. Objetivos da pesquisa.

Avaliar a influência do transporte pneumático na granulometria de açúcar cristal e conseqüente modificação no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

3. Participação na pesquisa.

A participação neste teste sensorial é de caráter voluntário, após a apresentação do projeto e dos objetivos, o participante será convidado a ler o Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido (TCLE) para Análise de avaliação de atributos e caso concorde com os critérios firmados no termo, deverá assiná-lo. Em seguida serão oferecidas seis amostras, sendo 3 elaboradas com açúcar proveniente de 3 diferentes fornecedores antes do transporte pneumático e 3 elaboradas com açúcar depois do transporte, e também será oferecido um copo de água. Todos os provadores experimentarão as seis amostras, não havendo separação de grupos.

4. Confidencialidade.

Os dados obtidos na pesquisa serão extremamente confidenciais e somente serão utilizados para estudo. Para a divulgação dos resultados não há necessidade de se divulgar nenhum dado pessoal dos participantes.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5a) Desconfortos e ou Riscos: Os biscoitos rosca sabor leite em condições ideais de higiene, de forma a não trazer riscos em seu consumo; no entanto poderá ocorrer algum desconforto intestinal ou o participante poderá não gostar do produto. Neste caso, os pesquisadores envolvidos estarão á disposição para tomar as decisões cabíveis à situação. No preenchimento do questionário sobre os instrumentos de avaliação sensorial, o provador poderá sentir algum tipo de constrangimento e neste caso poderá desistir sem qualquer tipo de cobrança ou penalização.

5b) Benefícios: O benefício a ser esperado com o presente projeto é a contribuição para as indústrias do ramo de biscoitos e para a comunidade científica, abordando a granulometria do açúcar (sacarose) como interferente da textura e cor nos produtos deste segmento.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Servidores e alunos da Instituição que não estejam resfriados ou que estejam com qualquer outro sentido que interfira na análise sensorial.

6b) Exclusão: Não poderão participar desta pesquisa aqueles que apresentarem faixa etária menor que 18 ano e/ ou tiver alergia a algum ingrediente ou componente do produto.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

O participante da pesquisa terá direito a desistência em qualquer etapa da pesquisa, não havendo qualquer tipo de cobrança ou penalização.

Também é um direito do provador questionar ou pedir esclarecimentos durante ou após a pesquisa, podendo entrar em contato diretamente com o responsável do projeto.

8. Ressarcimento ou indenização.

A participação na pesquisa é isenta de qualquer custo, por isso não existe ressarcimento a ser feito para o participante. A Resolução 466/12 prevê indenização por eventuais danos ocorridos durante a participação na pesquisa.

B) CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____
 RG: _____ Data de Nascimento: __/__/_____
 Telefone: _____
 Endereço: _____ CEP: _____
 Cidade: _____ Estado: _____
 Assinatura: _____ Data: __/__/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: Data:

 (ou seu representante)

Nome completo: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com o Professor Dr. Alexandre Rodrigo Coelho via e-mail: arcoelho@utfpr.edu.br ou telefone: (43) 3315 - 6153.


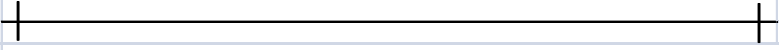



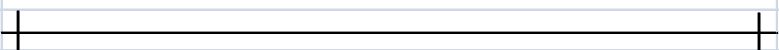
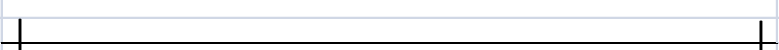
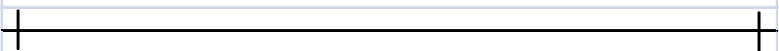


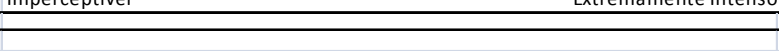

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)
 REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

ANEXO B - Ficha sensorial – Teste descritivo de Avaliação de Atributos

Nome: _____		Data: _____	
ANÁLISE QUANTITATIVA - AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS - Biscoito Rosca sabor Leite			
Avalie cuidadosamente cada uma das amostras recebidas, quanto a intensidade dos atributos listados escritas, utilizando a escala não estruturada. Faça um traço vertical na posição que melhor descreva a sensação percebida e que possa refletir sua opinião.			
<i>Amostra</i>			
Sabor de Leite	-----		
	Imperceptível		Extremamente Intenso
Cor	-----		
	Imperceptível		Extremamente Intenso
Textura	Dureza	-----	
		Mole	Extremamente Duro
Textura	Fraturabilidade	-----	
		Pouca	Muita
<i>Amostra</i>			
Sabor de Leite	-----		
	Imperceptível		Extremamente Intenso
Cor	-----		
	Imperceptível		Extremamente Intenso
Textura	Dureza	-----	
		Mole	Extremamente Duro
Textura	Fraturabilidade	-----	
		Pouca	Muita
<i>Amostra</i>			
Sabor de Leite	-----		
	Imperceptível		Extremamente Intenso
Cor	-----		
	Imperceptível		Extremamente Intenso
Textura	Dureza	-----	
		Mole	Extremamente Duro
Textura	Fraturabilidade	-----	
		Pouca	Muita

<i>Amostra</i>	
Sabor de Leite	
	Imperceptível Extremamente Intenso
Cor	
	Imperceptível Extremamente Intenso
Textura	Dureza 
	Mole Extremamente Duro
	Fraturabilidade 
	Pouca Muita
<i>Amostra</i>	
Sabor de Leite	
	Imperceptível Extremamente Intenso
Cor	
	Imperceptível Extremamente Intenso
Textura	Dureza 
	Mole Extremamente Duro
	Fraturabilidade 
	Pouca Muita
<i>Amostra</i>	
Sabor de Leite	
	Imperceptível Extremamente Intenso
Cor	
	Imperceptível Extremamente Intenso
Textura	Dureza 
	Mole Extremamente Duro
	Fraturabilidade 
	Pouca Muita

ANEXO C - Termos de consentimento (Testes Afetivos)

TÍTULO DA PESQUISA: INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA DO AÇÚCAR NA TEXTURA E COR DE BISCOITOS ROSCA SABOR LEITE

PESQUISADOR 1: ADRIANA PIETA

R. FREI ANGELO VALENTIN, 877

(49) 3344-7237

PESQUISADOR 2: PROF. DR. ALEXANDRE RODRIGO COELHO

AVENIDA DOS PIONEIROS, 3131 – LONDRINA/PR

(43) 3315-6132

Orientador responsável:

PROFESSOR DR. ALEXANDRE RODRIGO COELHO

Local de realização da pesquisa:

Os testes sensoriais inerentes ao teste afetivo e de intenção de compra serão realizados no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Francisco Beltrão.

Endereço, telefone do local:

LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL DA UTFPR – Câmpus Francisco Beltrão, localizado à Linha Santa Bárbara, s/n, CEP 85601-970, Francisco Beltrão – PR, Telefone : (46) 3520-2600.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Esta pesquisa tem caráter experimental, e conta com a avaliação da influência do transporte pneumático na granulometria de açúcar cristal e conseqüente modificações no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

A textura, sabor, cor e aceitação global de biscoitos serão avaliadas sensorialmente por meio de Teste afetivo e de intenção de compra.

2. Objetivos da pesquisa.

Avaliar a influência do transporte pneumático na granulometria de açúcar cristal e conseqüente modificação no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

3. Participação na pesquisa.

A participação neste teste sensorial é de caráter voluntário, após a apresentação do projeto e dos objetivos, o participante será convidado a ler o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para Teste afetivo, e caso concorde com os critérios firmados no termo, deverá assiná-lo. Em seguida serão oferecidas seis amostras, sendo 3 elaboradas com açúcar proveniente de 3 diferentes fornecedores antes do transporte pneumático e 3 elaboradas com açúcar depois do transporte, e também será oferecido um copo de água. Todos os provadores experimentarão as seis amostras, não havendo separação de grupos.

4. Confidencialidade.

Os dados obtidos na pesquisa serão extremamente confidenciais e somente serão utilizados para estudo. Para a divulgação dos resultados não há necessidade de se divulgar nenhum dado pessoal dos participantes.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5a) Desconfortos e ou Riscos: Os biscoitos rosca sabor leite em condições ideais de higiene, de forma a não trazer riscos em seu consumo; no entanto poderá ocorrer algum desconforto intestinal ou o participante poderá não gostar do produto. Neste caso, os pesquisadores envolvidos estarão á disposição para tomar as decisões cabíveis à situação. No preenchimento do questionário de intenção de compra, ou dos instrumentos de avaliação sensorial, o provador poderá sentir algum tipo de constrangimento e neste caso poderá desistir sem qualquer tipo de cobrança ou penalização.

5b) Benefícios: O benefício a ser esperado com o presente projeto é a contribuição para as indústrias do ramo de biscoitos e para a comunidade científica, abordando a granulometria do açúcar (sacarose) como interferente da textura e cor nos produtos deste segmento.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Servidores e alunos da Instituição que não estejam resfriados ou que estejam com qualquer outro sentido que interfira na análise sensorial.

6b) Exclusão: Não poderão participar desta pesquisa aqueles que apresentarem faixa etária menor que 18 ano e/ ou tiver alergia a algum ingrediente ou componente do produto.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

O participante da pesquisa terá direito a desistência em qualquer etapa da pesquisa, não havendo qualquer tipo de cobrança ou penalização.

Também é um direito do provador questionar ou pedir esclarecimentos durante ou após a pesquisa, podendo entrar em contato diretamente com o responsável do projeto.

8. Ressarcimento ou indenização.

A participação na pesquisa é isenta de qualquer custo, por isso não existe ressarcimento a ser feito para o participante. A Resolução 466/12 prevê indenização por eventuais danos ocorridos durante a participação na pesquisa.

B) CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____
RG: _____ Data de Nascimento: __/__/_____
Telefone: _____
Endereço: _____ CEP: _____
Cidade: _____ Estado: _____
Assinatura: _____ Data: __/__/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: Data:

(ou seu representante)

Nome completo: Prof. Dr. Alexandre Rodrigo Coelho

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com o Professor Dr. Alexandre Rodrigo Coelho via e-mail: arcoelho@utfpr.edu.br ou telefone: (43) 3315 - 6153.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)
REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.

ANEXO D - Ficha sensorial (Testes Afetivos)

Nome: _____ Data: _____ Idade: _____

Sexo: () Feminino () Masculino

Teste de aceitação com escala hedônica

Por favor, prove as amostras codificadas de **Biscoito Rosca sabor Leite** da esquerda para a direita, e preencha nas colunas a alternativa que melhor indicar sua opinião para cada amostra em relação a impressão global, a cor, a textura e ao sabor do produto.

Amostras	371	498	752	246	587	634
-----------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

	Impressão Global	Cor	Textura	Sabor
(9) ótimo				
(8) gostei	() 371	() 371	() 371	() 371
(7) bom	() 498	() 498	() 498	() 498
(6) um pouco bom	() 752	() 752	() 752	() 752
(5) mais ou menos	() 246	() 246	() 246	() 246
(4) um pouco ruim	() 587	() 587	() 587	() 587
(3) ruim	() 634	() 634	() 634	() 634
(2) muito ruim				
(1) horrível				
Comentários: _____				

Teste de Ordenação

Por favor, prove as amostras codificadas de **Biscoito Rosca sabor Leite** da esquerda para a direita, e ordene de acordo com sua preferência. Marque 1 para a mais preferida, 2 para a seguinte até o número 6 para a menos preferida.

371 _____	498 _____	752 _____
246 _____	587 _____	634 _____

Teste de aceitação com intenção de compra

Por favor, prove as amostras codificadas de **Biscoito Rosca sabor Leite** da esquerda para a direita, e ordene de acordo com a sua intenção de compra.

5 - Certamente <u>compraria</u>	() 371
4 - Possivelmente <u>compraria</u>	() 498
3 - Talvez <u>comprasse</u> / Talvez não comprasse	() 752
2 - Possivelmente não <u>compraria</u>	() 246
1 - Certamente não <u>compraria</u>	() 587
	() 634

ANEXO E - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência da granulometria do açúcar na cor e textura de biscoitos rosca sabor leite

Pesquisador: Alexandre Rodrigo Coelho

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 43419515.5.0000.5547

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.054.349

Data da Relatoria: 07/05/2015

Apresentação do Projeto:

Segundo os autores, os biscoitos rosca ou “rosquinhas” compõem uma categoria do segmento de biscoitos no Brasil. As características sensoriais, textura e cor têm significativa influência na aquisição, consumo, aceitação e preferência deste alimento. Alguns ingredientes e etapas de processo podem influenciar diretamente nestes parâmetros. O açúcar é um dos principais ingredientes utilizados nas formulações de biscoitos, sendo o tamanho dos cristais um fator importante para a textura e cor do produto. Tendo em vista que a movimentação do açúcar na indústria de alimentos é realizada geralmente por transporte pneumático, os cristais são quebrados em maior ou menor extensão, alterando a granulometria e consequentemente interferindo nas características do produto.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a influência do transporte pneumático na granulometria e cor de açúcar cristal e consequentes modificações no comportamento da massa e nos parâmetros textura e cor de biscoitos rosca sabor leite.

Objetivos específicos

- Dimensionar o tamanho médio dos grânulos de açúcar cristal antes e após o transporte

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4943

E-mail: coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 1.054.349

pneumático por meio de análise de granulometria;

- Avaliar o impacto do transporte pneumático na granulometria e cor do açúcar cristal utilizado na fabricação de biscoitos rosca sabor leite;
- Medir de forma instrumental a textura (dureza e fraturabilidade) e a cor (intervalos L, a, b e BCU) para amostras de biscoitos rosca sabor leite fabricados com o açúcar submetido ou não ao transporte pneumático;
- Analisar a influência da granulometria de açúcar cristal na textura e resistência de massa de biscoito rosca sabor leite;
- Estudar a interferência da granulometria de açúcar cristal no comportamento reológico de farinha de trigo;
- Aplicar o método sensorial de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) em amostras de biscoito rosca sabor leite, de modo a descrever e quantificar os atributos sensoriais de textura e cor;
- Identificar a preferência do consumidor entre amostras de biscoitos rosca sabor leite fabricados com açúcar cristal submetido ao transporte pneumático e com açúcar não submetido a esta etapa, por meio de testes sensoriais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com os autores:

Desconfortos e ou Riscos: Os biscoitos rosca sabor leite em condições ideais de higiene, de forma a não trazer riscos em seu consumo; no entanto poderá ocorrer algum desconforto intestinal ou o participante poderá não gostar do produto. Neste caso, os pesquisadores envolvidos estarão à disposição para tomar as decisões cabíveis à situação.

Benefícios: O benefício a ser esperado com o presente projeto é a contribuição para as indústrias do ramo de biscoitos e para a comunidade científica, abordando a granulometria do açúcar (sacarose) como interferente da textura e cor nos produtos deste segmento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresenta relevância tecnológica, uma vez que avalia a influência da granulometria dos cristais de açúcar nas propriedades sensoriais de biscoitos. Neste contexto a UTFPR contribui para a melhoria dos processos industriais, pois o projeto contempla parceria da universidade com o setor produtivo.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

UF: PR

Município: CURITIBA

CEP: 80.230-901

Telefone: (41)3310-4943

E-mail: coep@utfpr.edu.br

UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 1.054.349

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Atende à Resolução 466/12.

Recomendações:

Aprovação do projeto pelo atendimento às solicitações do CEP.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atende à Resolução 466/12.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-UTFPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas.

CURITIBA, 07 de Maio de 2015

Assinado por:
Frieda Saicla Barros
(Coordenador)

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4943

E-mail: coep@utfpr.edu.br

ANEXO F – Tabelas de Análise de Variância

Análise de Variância - Granulometria do açúcar

FATOR	GL	SQ	QM	F	p - valor
Fornecedor	2	0,003296	0,001648	6,46	0,006*
Transporte	1	0,150238	0,150238	589,04	0,000*
Fornecedor *Transporte	2	0,003245	0,001622	6,36	0,006*

*Nível p significativo em nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). GL: Grau de liberdade, SQ: Soma do Quadrado, QM: Quadrado médio, F: F de Fisher, p : Probabilidade.

Análise de variância – Textura dos biscoitos rosca.

Parâmetro	FATOR	GL	SQ	QM	F	P-valor
Dureza (N)	Fornecedor	2	0,2669	0,1334	1,885	0,17367 ^{ns}
	Tratamento	1	9,3292	9,3292	131,769	0,000000*
	Fornecedor*Tratamento	2	0,7073	0,3537	4,995	0,015355*
Fratibilidade	Fornecedor	2	0,001172	0,000586	1,0786	0,355980 ^{ns}
	Tratamento	1	0,006825	0,006825	12,5666	0,001648*
	Fornecedor*Tratamento	2	0,001452	0,000726	1,3364	0,281651 ^{ns}

*Nível p significativo em nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). ns: não significativo. GL: Grau de liberdade, SQ: Soma do Quadrado, QM : Quadrado Médio, F: F de Fisher, p : Probabilidade.

Análise de variância - Cor dos biscoitos rosca.

PARÂMETRO	FATOR	GL	SQ	QM	F	p - valor
L	Fornecedor	2	12,17	6,08	3,02	0,067793 ^{ns}
	Tratamento	1	374,53	374,53	185,73	0,000000*
	Fornecedor *Tratamento	2	18,70	9,35	4,64	0,019836*
a*	Fornecedor	2	3,247	1,623	21,6	0,000004*
	Tratamento	1	0,424	0,424	5,6	0,025878*
	Fornecedor *Tratamento	2	0,054	0,027	0,4	0,703605 ^{ns}
b*	Fornecedor	2	2,59	1,30	3,10	0,063225 ^{ns}
	Tratamento	1	68,00	68,00	162,86	0,000000*
	Fornecedor *Tratamento	2	2,34	1,17	2,80	0,080932 ^{ns}
BCU	Fornecedor	2	0,0628	0,0314	3,85	0,035366*
	Tratamento	1	1,4830	1,4830	182,13	0,000000*
	Fornecedor *Tratamento	2	0,0740	0,0370	4,55	0,021189*

*Nível p significativo em nível de confiança de 95% ($p < 0,05$). ns: não significativo. GL: Grau de liberdade, SQ: Soma do Quadrado, QM : Quadrado Médio, F: F de Fisher, p : Probabilidade

Análise de variância – Descritores sensoriais avaliados no teste de ADQ .

EFEITO	Valor	F	GLE	GLR	p
Fornecedor	0,838751	2,83	8	246	0,005125*
Tratamento	0,109938	248,95	4	123	0,000000*
Fornecedor * Tratamento	0,892251	1,80	8	246	0,076883

*Nível P significativo em nível de confiança de 95% ($P < 0,05$). GLE: Grau de liberdade do efeito, GLR: Grau de liberdade do resíduo, F: F de Fisher, p : Probabilidade.

Análise de variância – Aceitação sensorial consumidores.

EFEITO	Valor	F	GLE	GLR	p
Fornecedor	0,973545	1,994	8	1182	0,044045*
Tratamento	0,987881	1,813	4	591	0,124787
Fornecedor x Tratamento	0,992389	0,565	8	1182	0,806779

*Nível P significativo em nível de confiança de 95% ($P < 0,05$). GLE: Grau de liberdade do efeito, GLR: Grau de liberdade do resíduo, F: F de Fisher, p : Probabilidade.