

Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA
Engenharia de Alimentos

KRICELLE MOSQUERA DEAMICI

LUCAS CARVALHO DE OLIVEIRA

ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA
VITIVINÍCOLA E ARROZEIRA PARA ELABORAÇÃO DE BISCOITO TIPO *COOKIE*

Bagé

2013

KRICELLE MOSQUERA DEAMICI

LUCAS CARVALHO DE OLIVEIRA

ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA
VITIVINÍCOLA E ARROZEIRA PARA ELABORAÇÃO DE BISCOITO TIPO *COOKIE*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, como exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof^ª Dr^ª Elizangela Gonçalves de Oliveira

Co-orientador: Prof^ª Dr^ª Elessandra da Rosa Zavareze

Bagé

2013

**KRICELLE MOSQUERA DEAMICI
LUCAS CARVALHO DE OLIVEIRA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA
INDÚSTRIA VITIVINÍCOLA E ARROZEIRA PARA ELABORAÇÃO DE BISCOITO
TIPO *COOKIE***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, como exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendida e aprovada em: 08 de maio de 2013.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Elizangela Gonçalves de Oliveira

Orientadora

UNIPAMPA

Profa. Dra. Gabriela Silveira da Rosa

UNIPAMPA

Profa. Dra. Caroline Costa Moraes

UNIPAMPA

Prof. Dr. Paulo Duarte Filho

UNIPAMPA

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho aos nossos pais, Antonio Carlos Costa Deamici e Fátima Regina Fernandez Mosquera (Kricelle Mosquera Deamici); Laumar Jorge de Oliveira e Lúcia Carvalho de Oliveira (Lucas Carvalho de Oliveira), que nos apoiaram em todos os momentos, proporcionando todo sustento e amparo para realização deste objetivo.

AGRADECIMENTOS

De Kricelle Mosquera Deamici:

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir alcançar este objetivo, por manter a ordem das coisas e no final dar tudo certo.

Agradeço aos meus pais Antônio Carlos Costa Deamici e Fátima Regina Fernandez Mosquera e minha vó, Ely Fernandez Mosquera, por estarem sempre presentes, me ajudando com o que estivesse ao alcance e me proporcionando todo conforto necessário para poder me dedicar aos estudos.

Agradeço ao meu namorado Samuel Machado por compartilhar seus conhecimentos de engenharia e eletricidade, por me ensinar a utilizar a HP e me ajudar em qualquer situação, obrigado pela companhia em todos os momentos.

Às minhas amigas, pelo apoio e amizade durante toda graduação e realização deste trabalho.

De Lucas Carvalho de Oliveira:

Há tantos a agradecerem, por terem feito parte da minha vida nessa jornada, então primeiramente agradeço a todos de uma forma geral. Em especial aos meus familiares, avós, dindos e dinda, tios e tias, primas e principalmente meus pais Laumar Jorge e Lúcia Carvalho, no qual recebi muito incentivo mesmo nos momentos de plena dificuldade.

Agradeço a minha namorada Camila Flores que me proporcionou estímulo para continuar estudando e me fazendo aprender a nunca desistir, muito obrigado pela paciência e pelos conhecimentos adquiridos.

Não posso esquecer também dos meus amigos e amigas, e todos que sempre estiveram presentes e fortaleceram os laços de igualdade sempre se colocando a disposição. Por fim, àquele, que me permitiu tudo isso, ao longo de toda a vida, DEUS, obrigado, reconheço cada vez mais em todos os momentos, que tu é o maior mestre, que uma pessoa pode conhecer.

Da dupla:

Agradecemos aos nossos professores, todos sempre muito dispostos a ajudar, aos quais, sem nominar terão nosso eterno agradecimento.

Agradecemos a todos servidores e laboratoristas que de uma forma ou outra contribuíram para nossa formação e realização deste trabalho.

Um obrigado especial, a nossa orientadora Elizangela Gonçalves de Oliveira, agradecemos pela paciência, dedicação, fornecimento do seu conhecimento e também pelas conversas descontraídas.

Pelo auxílio e disposição, somos gratos à professora Gabriela Rosa e a nossa colega Aline Krümmel.

E a todos os amigos, familiares e colegas que de alguma forma participaram dessa etapa tão importante em nossas vidas.

Obrigado de coração a todos!

"Mantenha seus pensamentos positivos, porque seus pensamentos tornam-se suas palavras.

Mantenha suas palavras positivas, porque suas palavras tornam-se suas atitudes. Mantenha suas atitudes positivas, porque suas atitudes tornam-se seus hábitos. Mantenha seus hábitos positivos, porque seus hábitos tornam-se seus valores.

Mantenha seus valores positivos, porque seus valores... Tornam-se seu destino."

Mahatma Gandhi

RESUMO

O objetivo do trabalho foi a utilização dos subprodutos da vitivinicultura (bagaço de uva) e do beneficiamento do arroz parboilizado (farelo de arroz), na forma de farinha, para elaboração de biscoito tipo *cookie*. O bagaço de uva pós-fermentação foi submetido à secagem a partir de um planejamento experimental ²² com triplicata no ponto central a fim de verificar a influência da temperatura e da velocidade do ar na resposta umidade final. O bagaço de uva, farelo de arroz e a farinha de uva foram caracterizados físico-quimicamente. Foram analisadas as isotermas de equilíbrio nas temperaturas de 50, 60 e 70°C (dessorção) e 30°C (adsorção) através dos modelos de GAB e BET. A cinética de secagem foi analisada na melhor temperatura proposta pelo planejamento, através dos modelos de Henderson & Pabis, Page, Lewis e Midilli *et al.* Os *cookies* foram elaborados com farinha de uva e farelo de arroz parboilizado em substituição parcial à farinha de trigo. O produto final foi submetido à análise microbiológica, análise sensorial e a formulação com maior aceitação foi caracterizada físico-quimicamente. O fator temperatura influenciou a resposta umidade final, tendo efeito negativo sobre a resposta, sendo assim, a melhor condição de secagem foi a temperatura de 70°C e velocidade do ar de secagem de 1m/s. O modelo de GAB apresentou melhor ajuste dos dados das isotermas de equilíbrio, sendo os valores da umidade de monocamada (X_m) respectivamente iguais 0,053, 0,041 e 0,024 kg.kg⁻¹ (base seca-b.s) para as temperaturas de 50, 60 e 70°C, respectivamente; na temperatura de 30°C os valores de X_m foram de 0,044 e 0,024 kg.kg⁻¹ (b.s) da farinha do bagaço de uva e farelo de arroz parboilizado, respectivamente. A caracterização da secagem do bagaço de uva apresentou os dois períodos, a taxa constante seguido da taxa decrescente. Os dados experimentais de secagem da condição proposta (70°C e 1m/s) se ajustaram bem a todos os modelos de secagem estudados, porém o modelo de Henderson & Pabis foi utilizado para estimar o valor da difusividade efetiva (D_{ef}), sendo o valor encontrado igual a $5,477 \times 10^{-11} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Os resultados da análise microbiológica obtidos estão de acordo com a legislação vigente para biscoito *cookie*, permitindo o seu consumo sem oferecer riscos à saúde. A formulação com maior preferência pelos provadores foi a que continha 10% de farelo de arroz e 5% de farinha de uva em substituição a farinha de trigo. A caracterização físico-química do biscoito *cookie* mais aceito na análise sensorial demonstrou que este biscoito é fonte de fibras e proteínas, sendo considerado um biscoito adequado para o consumo do ponto de vista microbiológico e nutricional, além de possibilitar a agregação de valor aos dois subprodutos utilizados.

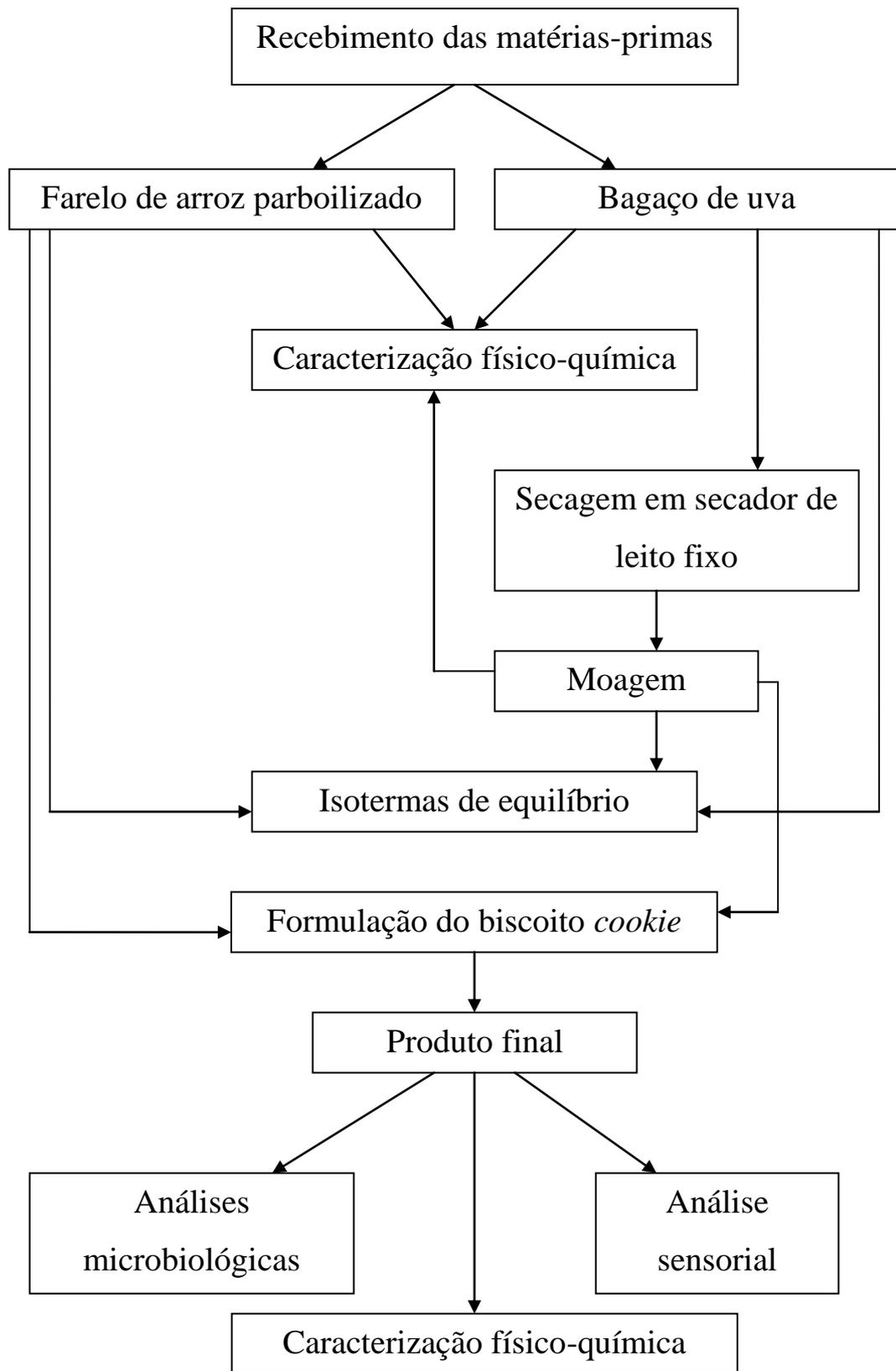
PALAVRAS-CHAVE: biscoito *cookie*, bagaço de uva, farelo de arroz, secagem.

ABSTRACT

The aim of this work was the use of grape pomace waste and processing of parboiled rice as flour for preparation of the biscuit cookie. The grape pomace waste marc was subjected to drying from an experimental design with 2^2 with a triplicate in the central point in order to determine the influence of temperature and air velocity in response final moisture. The grape pomace waste, rice bran and flour grapes were characterized physic-chemically. The equilibrium isotherms were analyzed at temperatures of 50, 60 and 70°C (desorption) and 30°C (adsorption) by the models GAB and BET. The drying kinetics was analyzed at the best drying conditions obtained in the experimental design, by the models from Henderson & Pabis, Page, Lewis e Midilli *et al.* The cookies were prepared with flour grape and parboiled rice bran in a partial replacement of wheat flour. The final product was subjected to microbiological analysis, sensory analysis and the formulation with greater acceptance was characterized physic-chemically. The temperature factor influenced the final moisture, having negative effect on the response, in other words, with increasing temperature there was a reduction in the final moisture, thus, the best drying condition was the temperature of 70°C and air velocity at 1m/s. The experimental data of equilibrium isotherms was best fitted to the GAB model presented and the monolayer moisture values were 0,053, 0,041 e 0,024 kg.kg⁻¹(b.d) at temperatures of 50, 60 and 70°C, respectively and 0,044 and 0,024 kg.kg⁻¹ (b.d) at temperature of 30°C (flour grape and parboiled rice bran, respectively). The drying showed the two periods of constant rate drying followed by decreasing rate. All experimental data presented a good fitting to the drying models at the condition proposed (70°C, 1m/s), however, the Henderson & Pabis model was chosen due to the physical importance in the interpretation of D_{ef} estimates, with found value $5,477 \times 10^{-11}$ m².s⁻¹. The results of microbiological analysis are in agreement with the legislation about cookies, allowing the consumption of it without any risk to health. The most preferable formulation by the tasters was the one containing 10% of rice bran and 5% of flour grape. The physic-chemical characterization of the cookie more accepted in sensory analysis demonstrated that this biscuit is source of fiber and proteins, this way being suitable for consumption from the microbiological and nutritional point of view and enables the aggregation of value to both by-products used.

KEYWORDS: cookie, grape marc, offal rice, drying.

ILUSTRAÇÃO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DO TRABALHO



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura do cacho e do grão de uva	19
Figura 2 - Fluxograma simplificado do processamento da uva.....	21
Figura 3 - Principais constituintes do grão de arroz	23
Figura 4 - Esquema do processo de gelatinização do amido.....	24
Figura 5 - Fluxograma simplificado do processamento do arroz parboilizado	25
Figura 6 - Isoterma de adsorção e de dessorção típica de alimentos.....	27
Figura 7 - Esquema da secagem de um material sólido	29
Figura 8 - Diagrama da migração de umidade no interior de um sólido.....	29
Figura 9 - Curvas da caracterização da secagem.....	32
Figura 10 - Vista lateral do secador de leito fixo em túnel utilizado no trabalho	37
Figura 11 - Isotermas a partir do método gravimétrico estático.....	40
Figura 12 - Diagrama de Pareto do planejamento experimental	48
Figura 13 - Superfície de resposta obtida a partir do modelo codificado reduzido baseado no erro puro	50
Figura 14 - Curvas características da secagem obtida após o planejamento experimental	51
Figura 15 - Ajuste do modelo de <i>Midilli et al.</i> , aos dados experimentais	54
Figura 16 - Isoterma de adsorção a 30°C da FBU e FAP, valores médios.....	55
Figura 17 - Isoterma de dessorção nas temperaturas de 50, 60 e 70°C do BU, valores médios	55
Figura 18 - Aspecto visual dos biscoitos elaborados com diferentes formulações	66
Figura 19 - Resultados referentes ao Teste de Ordenação de Preferência.....	67

ANEXOS

Figura A-1- Teste de aceitação com uso de escala hedônica.....**Erro! Indicador não definido.**3

Figura A-2- Teste de aceitação com uso de escala hedônica.....83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de uvas no Brasil, em toneladas	20
Tabela 2 - Modelos para ajustes de isotermas de sorção de umidade	28
Tabela 3 - Níveis e fatores codificados utilizados no planejamento experimental.	38
Tabela 4 - Matriz de planejamento utilizada para realizar a otimização do processo de secagem.	39
Tabela 5 - Descrição do delineamento experimental para elaboração do biscoito <i>cookie</i>	43
Tabela 6 - Composição dos biscoitos tipo <i>cookie</i> a partir de subproduto	44
Tabela 7 - Matriz com as variáveis codificadas e reais e a variável resposta do planejamento experimental	47
Tabela 8- Análise de Variância dos fatores significativos	49
Tabela 9 - Valores do erro relativo médio dos ensaios do planejamento experimental.	49
Tabela 10 - Valores dos parâmetros, coeficiente de determinação e raiz quadrada do erro médio obtidos dos modelos semi-empíricos para melhor condição de secagem	53
Tabela 11 - Valores das constantes, X_m , R^2 e RQEM dos modelos matemáticos estudados.	56
Tabela 12 - Caracterização físico-química dos subprodutos utilizados e da farinha de uva obtida a partir da melhor condição proposta.	57
Tabela 13 - Resultados de IAA e ISA dos subprodutos	64
Tabela 14 - Análise microbiológica do biscoito tipo <i>cookie</i> das quatro formulações em comparação com padrão microbiológico	65
Tabela 15 - Resultado do Teste de Aceitação com uso da escala hedônica	66
Tabela 16 - Análises físico-químicas da formulação mais aceita (F2)	68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 Cultivo de uva	19
3.1.1 Histórico e panorama da vitivinicultura brasileira	19
3.1.2 Subprodutos da indústria vitivinícola	21
3.2 Cultivo de arroz	22
3.2.1 Histórico e panorama da indústria arroseira no Brasil	24
3.2.2 Subprodutos da indústria arroseira	24
3.3 Água nos alimentos	26
3.3.1 Atividade de água	26
3.3.2 Isotermas de equilíbrio	26
3.4 Fundamentos da secagem	28
3.4.1 Mecanismos de migração de umidade	29
3.4.2 Cinética de secagem	32
3.5 Produção de farinha	34
3.6 Biscoito tipo <i>cookie</i>	35
4 MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1 Matérias-primas	37
4.2 Equipamento de secagem	37
4.3 Planejamento experimental para obtenção da farinha do bagaço	38
4.4 Determinação das isotermas de equilíbrio	39

4.4 Análises físico-químicas	40
4.4.1 Análise proximal	40
4.4.2 Fibras	41
4.4.3 Carboidratos	41
4.4.4 Potencial hidrogeniônico (pH)	41
4.4.5 Acidez	42
4.4.6 Determinação da atividade antioxidante	42
4.4.7 Índice de absorção de água (IAA) e Índice de solubilidade em água (ISA)	42
4.5 Elaboração do biscoito <i>cookie</i>	43
4.6 Análise microbiológica	44
4.7 Análise sensorial	45
4.7.1 Teste de ordenação de preferência	45
4.7.2 Teste de aceitação	45
4.8 Metodologia de cálculo	45
4.8.1 Secagem do bagaço de uva	45
4.8.2 Isotermas de equilíbrio	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Análise dos ensaios de secagem através do planejamento experimental	47
5.1.1 Análise dos efeitos	47
5.1.2 Análise de variância	49
5.1.3 Cinética de secagem	51
5.2 Isotermas de equilíbrio	54
5.3 Análises físico-químicas	57
5.3.1 Composição proximal	57
5.3.2 Potencial hidrogeniônico (pH) e acidez	61
5.3.3 Atividade antioxidante	62
5.3.4 Índice de absorção de água (IAA) e Índice de solubilidade em água (ISA)	63

5.4 Análise microbiológica do biscoito <i>cookie</i>	64
5.5 Análise sensorial	65
5.6 Análise físico-química do biscoito <i>cookie</i> com maior aceitação	68
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	70
6.1 Considerações finais	70
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	71
PUBLICAÇÃO ACADÊMICA A PARTIR DOS RESULTADOS DO TCC	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	83

1 INTRODUÇÃO

As indústrias vitivinícola e a arrozeira geram grandes volumes de subprodutos devido à suas constantes produções. Uma das alternativas para o aproveitamento e conservação desses subprodutos é o desenvolvimento tecnológico de farinha, pois aumenta sua vida útil além de agregar valor nutricional aos alimentos que com eles serão elaborados. Os subprodutos gerados do processamento do arroz são a casca, quirera e o farelo e do processamento da uva são constituídos basicamente pelo bagaço (casca e semente), engaço e borra (LUDWIG, 2004; SILVA, 2007).

O subproduto gerado pelo processamento do arroz (farelo de arroz) é rico em nutrientes como vitaminas, sais minerais e fibras insolúveis, e conta com uma infinidade de antioxidantes, incluindo o gamma-oryzanol, além de ser ausente de glúten (LAKKAKULA *et al.*, 2004). O gamma-oryzanol é um dos antioxidantes mais resistentes ao calor. Dentre as várias ações deste composto, são ressaltadas algumas características como, efeitos no crescimento, combate a doenças cefálicas e cervicais, além de atuar como coadjuvante no tratamento de doenças circulatórias (AMATO, 2006; WILSON *et al.*, 2007).

O subproduto gerado pela indústria vitivinícola (bagaço de uva), destaca-se pelo elevado teor de compostos fenólicos e fibras (MAKRIS *et al.*, 2007). A farinha do bagaço da uva é obtida a partir da operação de secagem, a qual está entre as operações mais usuais nas indústrias químicas e de alimentos em relação à conservação dos produtos. Para a conservação de produtos agrícolas, a operação de secagem é uma das técnicas mais antigas e econômicas. Esta operação é utilizada para facilitar o manuseio de substâncias pulverulentas, diminuir o custo de transporte das matérias-primas, aumentar o valor de uma *commodity* para cumprir especificações a respeito da matéria prima ou de um produto (HECK, 2007).

Essas vantagens estão relacionadas, de uma forma geral, ao encolhimento que os produtos biológicos sofrem durante a secagem, devido à utilização de altas temperaturas e, por consequência, o abaixamento do teor de umidade. As temperaturas que o produto é submetido juntamente com o fenômeno de encolhimento e propriedades físicas, como a massa específica, são o fundamento para a modelagem matemática do processo de secagem (GABAS, 1998).

O alto teor de fibras contido nesses subprodutos beneficia a saúde no que diz respeito à redução do colesterol e melhora no trânsito intestinal, dentre outros benefícios. A necessidade de incrementar o valor nutricional de biscoitos com farinhas ricas em fibras e nutrientes deve-se à crescente preocupação dos consumidores por alimentos mais saudáveis. Os biscoitos estão presentes em aproximadamente 98% dos domicílios brasileiros e este grande consumo deve-se a sua longa vida útil a qual permite a larga produção e distribuição (SIMABESP, 2008).

Assim, os subprodutos oriundos das vinícolas e dos engenhos podem ser utilizados como insumo na elaboração de biscoitos e outros produtos de panificação, em substituição parcial ou total a farinha de trigo, agregando valor nutricional a esses.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um biscoito tipo *cookie*, enriquecido nutricionalmente através da utilização dos subprodutos da vitivinicultura (bagaço da uva) e do beneficiamento do arroz parboilizado (farelo de arroz).

2.2 Objetivos específicos

- Fazer um planejamento experimental 2² com tréplica no ponto central da secagem do bagaço da uva;

- Analisar a cinética de secagem do bagaço da uva;

- Elaborar a farinha a partir do subproduto gerado pela vitivinicultura;

- Avaliar as isotermas de adsorção da farinha do bagaço de uva e do farelo de arroz e a isoterma de dessorção do bagaço de uva;

- Caracterizar através de análises físico-químicas os subprodutos utilizados, bem como a farinha de uva obtida;

- Elaborar o biscoito tipo *cookie* através de um delineamento experimental contendo diferentes combinações de farinha de uva, farelo de arroz e farinha de trigo;

- Caracterizar o produto final (*cookie*) segundo os parâmetros microbiológicos;

- Analisar sensorialmente o produto final através do teste de preferência e a aceitação do consumidor;

- Caracterizar através de análises físico-químicas o biscoito com maior aceitação na análise sensorial.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

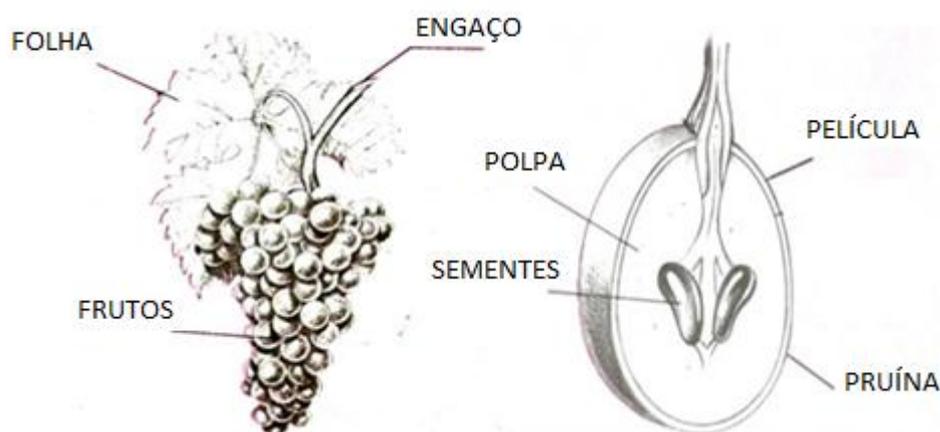
Neste capítulo será apresentada a revisão da literatura sobre o tema de estudo.

3.1 Cultivo de uva

As uvas estão entre as frutas mais cultivadas no mundo, correspondendo ao segundo maior cultivo, aproximadamente 600 milhões de toneladas no ano de 2010, de acordo com *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2010). As uvas cultivadas para produção de vinho são originárias da Europa e Oriente médio, conhecidas cientificamente como *Vitis vinífera L.* e pertencente à família botânica *Vitaceae*. Sua germinação se dá na árvore videira, uma planta característica do clima temperado, constituída de troncos finos retorcidos e grandes folhas esverdeadas (BRASIL, 2010).

As uvas possuem formato de cacho, que tem como estrutura física duas partes completamente distintas: o engaço (estrutura do cacho) e o grão ou baga, ou seja, frutos carnudos formados por uma película, uma parte sumarenta conhecida como polpa e sementes (SOUZA, 2010), como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Estrutura do cacho e do grão de uva



Fonte: SOUZA (2010)

A uva é matéria-prima para uma infinidade de produtos, desde bebidas, como sucos e vinhos até para elaboração de cosméticos. Dentre as bebidas, destaca-se o vinho, produto com a maior participação de mercado em relação aos demais produtos, é obtido a partir do processamento da uva, gerando quantidades significativas de subprodutos da indústria vitivinícola (VENTURA, 2010).

3.1.1 Histórico e panorama da vitivinicultura brasileira

Este setor teve início no século XVI, com a chegada dos colonizadores portugueses. Martin Afonso de Souza foi o pioneiro, pois foi o primeiro a trazer as videiras originárias da

Espanha e Portugal e plantá-las em solo brasileiro. No entanto, apenas no século XX, essa cultura se tornou comercialmente legal por iniciativa dos imigrantes italianos estabelecidos no sul do país (BRASIL, 2010).

A base para o desenvolvimento da viticultura brasileira foi, principalmente, a variedade *Vitis labrusca*, videiras de origem americana, dando destaque para as cultivares “Isabel” (uva para elaboração de vinho) e “Niágara Branca” e “Niágara Rosada” (uvas de mesa). A partir de meados do século XX, as videiras europeias, *Vitis vinífera*, ganharam destaque no cultivo de uvas para vinho no Estado do Rio Grande do Sul (BRASIL, 2010).

A distribuição dos vinhedos no mundo é separada em duas faixas, visto que, ao longo dos séculos a uva se adaptou bem em uma região do hemisfério norte e em outra do hemisfério sul. Estas regiões fazem parte do paralelo 30 e 31, destacado no hemisfério norte, na Califórnia, toda Europa, uma pequena região ao norte da África e a China. O hemisfério sul compreende as regiões da Argentina, Brasil, Uruguai, Chile, África do Sul, Austrália e Nova Zelândia (LONA, 2009).

Atualmente, a vitivinicultura brasileira ocupa uma área de aproximadamente 83 mil hectares com vinhedos plantados, onde cerca de 50% destes estão situados no Rio Grande do Sul, sendo este estado responsável por cerca de 90% da produção nacional de produtos derivados da uva. A Tabela 1 apresenta o histórico da produção de uvas no Brasil. No ano de 2009 aconteceu a crise mundial, fator determinante para a queda na produção de uvas neste ano. A queda da produção no ano de 2010 deu-se a fatores climáticos desfavoráveis (BRASIL, 2010).

Tabela 1 - Produção de uvas no Brasil, em toneladas

Estado/ano	2007	2008	2009	2010	2011
Minas Gerais	11.995	13.711	11.773	10.590	9.804
Pernambuco	170.326	162.977	158.515	168.225	208.660
Bahia	120.654	101.787	90.508	78.283	65.435
São Paulo	193.023	184.930	177.934	177.538	177.227
Paraná	99.190	101.500	102.080	101.900	105.082
Santa Catarina	54.554	58.330	67.546	66.214	67.767
Rio Grande do Sul	705.228	776.027	737.363	692.692	829.589
Brasil	1.354.960	1.399.262	1.345.719	1.295.442	1.463.589

Fonte: IBGE (2011)

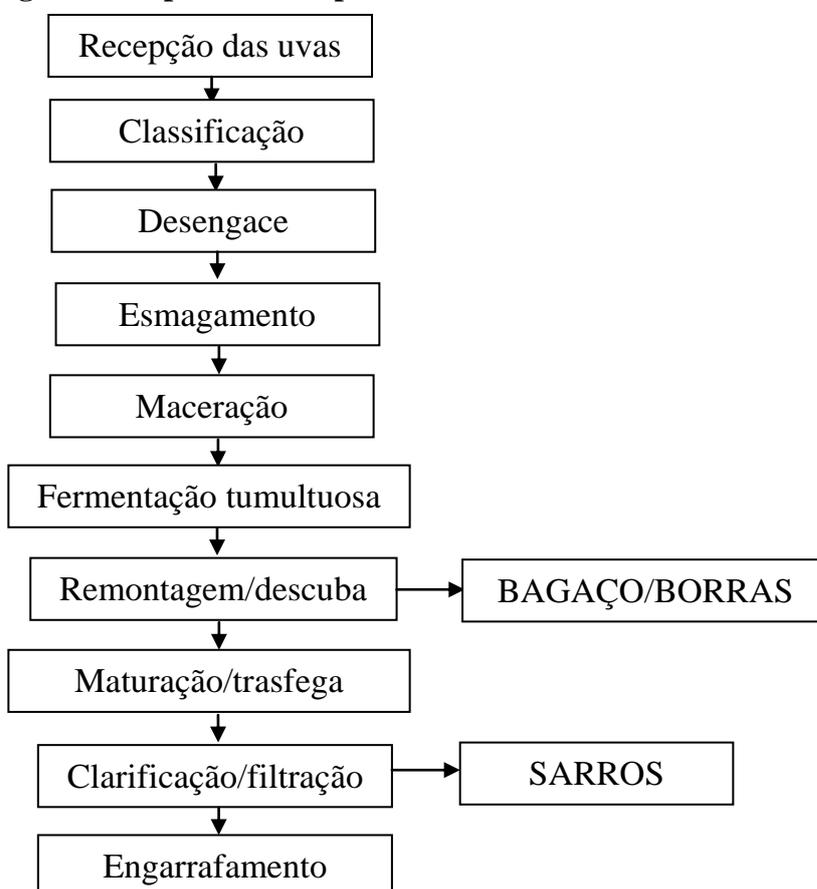
De todos os produtos elaborados a partir do processamento da uva, 77% correspondem a vinhos de mesa e 9% aos sucos de uva, elaborados a partir de uvas americanas (*Vitis labrusca*, *Vitis bourquina* e híbridos). Cerca de 13% da produção é de vinhos finos, elaborados com castas de *Vitis viníferas*, e o restante destina-se a elaboração de outros derivados da uva (BRASIL, 2010).

3.1.2 Subprodutos da indústria vitivinícola

A uva é considerada a cultura frutífera mais abundante do planeta. Se tratando do processamento da variedade *Vitis vinífera*, do total destinado para a produção de vinhos, aproximadamente 20% deste é representado pelo bagaço, um dos principais subprodutos da indústria vinícola, resultante do processamento dessas uvas (RUBERTO *et al.*, 2007; SHIEBER *et al.*, 2001).

Os subprodutos originários do processamento do vinho representam um problema de descarte devido ao grande volume gerado pelo mesmo. Estes subprodutos são fontes potenciais de compostos e nutrientes podendo ser aproveitados para elaboração de novos produtos (SHIEBER *et al.*, 2001). O fluxograma (Figura 2) ilustra os pontos em que são gerados os subprodutos durante o processamento da uva para elaboração de vinho tinto.

Figura 2 - Fluxograma simplificado do processamento da uva



Fonte: ISHIMOTO (2008)

Dos subprodutos gerados pela elaboração de vinhos e derivados o bagaço é o principal subproduto da vinificação, não só pela sua riqueza alcoólica e tartárica, mas também pelo interesse econômico de alguns dos seus componentes físicos. O bagaço é resultante da prensagem das massas vínicas (partes sólidas das uvas) e pelo mosto que as embebe. É formado pelo engaço, folhelhos (cascas) e grainhas (sementes). Os engaços (pedúnculos dos cachos de uvas) são as matérias-primas mais pobres e de valorização mais simples. O folhelho é a película que envolve os grãos de uva e é constituído de cerca de 40 a 50% do peso do bagaço fresco (SILVA, 2007).

A composição química do bagaço varia de acordo com a variedade da uva, modo de vinificação, condições climáticas, uma vez que estes fatores influenciam a composição da uva e, conseqüentemente, nos subprodutos gerados (FAMUYIWA & OUGH, 1982). O bagaço de uva possui um alto teor de fibras que pode corresponder até 60% do seu peso seco. Levando em consideração seu alto valor nutricional, aliado a facilidade de obtenção e baixo custo, alguns autores relevam a utilização deste na elaboração de novos produtos (VALIENTE *et al.*, 1995).

As borras apresentam-se na forma de uma massa heterogênea que se deposita após atividade fermentativa dos mostos (“primeiras borras” ou “borras de fermentação”), e ao longo dos vários processos tecnológicos empregados na elaboração do vinho. Obtêm-se, ainda, as borras de defecação, resultantes das colagens efetuadas nos vinhos, as oriundas das trasfegas e as borras de decantação (SILVA, 2007).

Os sarros correspondem aos resíduos deixados pelos vinhos nas paredes dos recipientes que os contêm, formando um revestimento bastante duro (SILVA, 2007).

3.2 Cultivo de arroz

O arroz (*Oryza sativa L.*) teve sua origem na Ásia, em 5000 a.C. chegando à Europa em meados do século VII através dos árabes. No Brasil chegou através dos portugueses, logo nos primeiros anos do descobrimento, o cereal foi muito bem adaptado devido ao solo e as condições climáticas (LEMOS & SOARES, 1999). É considerado o alimento mais popular do prato brasileiro e a terceira maior cultura de cereais do mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais.

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o arroz é uma planta da família das gramíneas, do subgrupo dos cereais (são as sementes ou grãos comestíveis) e é constituído de três partes principais, a casca, o farelo e o grão (Figura 3).

Figura 3 - Principais constituintes do grão de arroz



Fonte: ICTA/UFRGS (2006)

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o arroz é classificado em grupos, subgrupos, classes e tipos. De acordo com a forma de apresentação, o arroz é classificado em dois grupos distintos: arroz em casca e arroz beneficiado. Este segundo grupo contempla o produto maduro que foi submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido, no mínimo, de sua casca. O arroz beneficiado é classificado de acordo com o processo de beneficiamento nos seguintes subgrupos: arroz integral (produto do qual somente a casca foi retirada), arroz polido (ao ser beneficiado é retirado o germe, pericarpo e aleurona), arroz parboilizado integral (submetido ao processo de parboilização e posterior retirada da casca) e arroz parboilizado polido (submetido ao processo de parboilização e posteriormente polido).

Com o passar dos tempos, o consumo de arroz parboilizado vem ganhando espaço no hábito alimentar das pessoas, onde os processos originais constam de uma embebição do arroz em água e depois a secagem ao sol. A introdução desta técnica ao mundo ocidental ocorreu somente a partir de 1940, nos EUA, difundindo-se rapidamente por outros países. No Brasil, a parboilização teve início em 1953, com a instalação de uma planta no Rio Grande do Sul, no município de Eldorado do Sul (RODRIGUES, 2008).

Com a importância de um enriquecimento nutricional, o processo de parboilização é utilizado para elevar o teor de vitaminas e sais minerais do produto. Esta etapa de concentração das vitaminas consiste na imersão do arroz em casca em água potável com temperatura superior a temperatura de gelatinização, submetendo o grão a autoclavagem (tratamento hidrotérmico). Neste tratamento, ocorre a gelatinização do amido e consequente fixação dos nutrientes no interior do grão (SILVA *et al.*, 2006). Um esquema representativo desta etapa está apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Esquema do processo de gelatinização do amido



Fonte: SILVA *et al.*; (2006)

3.2.1 Histórico e panorama da indústria arroseira no Brasil

O desenvolvimento do arroz no Brasil ocorreu de forma espontânea, embora o país tenha sido o primeiro a cultivar o cereal no continente americano. Em 1587, lavouras arroseiras já ocupavam terras na Bahia e, por volta de 1745, no Maranhão. Em 1766, a coroa portuguesa autorizou a instalação da primeira descascadora de arroz no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro (VIEIRA & OLIVEIRA, 2007).

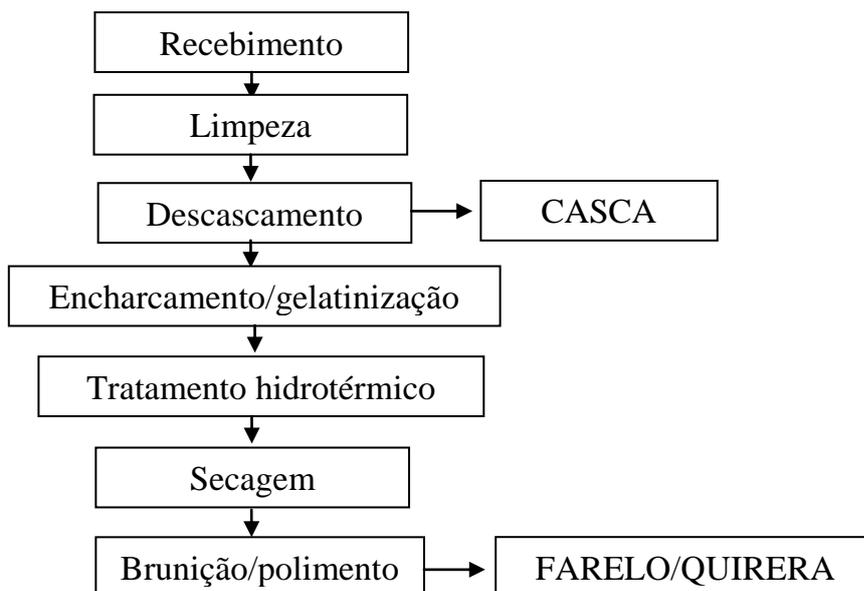
O Brasil é o nono maior produtor mundial de arroz e colheu 11,26 milhões de toneladas na safra 2011/2012. A produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Mato Grosso, Maranhão e Tocantins. O cultivo do arroz irrigado, praticado no Rio Grande do Sul contribui, em média, com 64% da produção nacional (MAPA, 2011).

No ano de 2011, a área plantada de arroz no Rio Grande do Sul teve um aumento de 100 mil hectares. O custo de produção no MERCOSUL é de US\$ 1.300 a US\$ 1.600 por hectare, enquanto no Brasil é de US\$ 2.400 por hectare (ANSELMÍ, 2011).

3.2.2 Subprodutos da indústria arroseira

Ao longo da cadeia produtiva do arroz são obtidos diversos produtos e subprodutos, em que alguns são direcionados ao setor produtivo, enquanto outros são direcionados aos consumidores finais. O fluxograma da Figura 5 mostra as principais etapas do beneficiamento do arroz parboilizado e os subprodutos gerados (LUDWIG, 2004).]

Figura 5 - Fluxograma simplificado do processamento do arroz parboilizado



Fonte: ICTA/UFRGS (2006)

A casca representa o maior volume entre os subprodutos gerados, atingindo em média 20% do volume. É um produto abrasivo e de escasso valor nutritivo (YUFERA, 1998).

De acordo com a Legislação atual (Portaria nº 269 do MAPA de 1988), os fragmentos de grãos de arroz beneficiado (integral, parboilizado e polido), são classificados em duas categorias: quebrado e quirera. Sendo que os grãos quebrados são pedaços de grãos descascados ou polidos que ficam retidos na peneira de furos circulares de 1,75mm de diâmetro e quirera é o fragmento de grão de arroz que vaza na peneira em furos circulares de 1,6mm de diâmetro. É obtido, em média, 15% de fragmentos de grãos, sendo que em torno de 10% são de quebrados e o restante de quirera.

O farelo arroz representa aproximadamente 8,5% do beneficiamento do arroz, sendo uma das partes mais nutritivas do grão. Da forma como é conhecido comercialmente, este subproduto é formado pelo farelo propriamente dito, pelo germen e pela camada de aleurona, o que explica o seu alto valor nutritivo (ALENCAR & ALVARENGA, 1991). É um dos subprodutos proveniente do beneficiamento e processamento do arroz em casca, onde o pericarpo, o tegumento e a camada de aleurona são eliminados, formando o farelo, que contém fragmentos da casca e de grãos, além de teores variáveis de amido proveniente do endosperma (ABOISSA, 2005). É excelente fonte de nutrientes, os quais os percentuais dos mesmos dependem de fatores como cultivar, tratamento do grão antes do beneficiamento, grau de polimento (PARRADO *et al.*, 2006).

Na ausência do tratamento hidrotérmico, o farelo obtido não será estabilizado, sendo possível a ocorrência de rancidez e desenvolvimento de ácidos graxos livres no farelo, devido

à ação da enzima lípase. Esta potente enzima necessita ser inativada rapidamente, a fim de tornar o farelo estável e adequado à alimentação (SUZUKI, 2000).

Estudos afirmam que o farelo obtido do arroz parboilizado é considerado estável por quatro meses, podendo chegar a seis meses de estabilidade se armazenado em temperaturas inferiores a 30°C, sem necessidade de processo complementar para inativação enzimática e garantia da sua qualidade, pois a temperatura utilizada durante o processo hidrotérmico é suficiente para inativação da lípase (SILVA *et al.*,2006). A partir da introdução do farelo de arroz estabilizado, uma nova opinião sobre o mesmo foi formada, pois antigamente seu uso era ditado impróprio para consumo humano pelo fato de acidificar-se rapidamente. (LAKKAKULA *et al.*,2004).

3.3 Água nos alimentos

A concentração de água nos alimentos pode ser expressa através do teor de umidade (quantidade de água contida no alimento) e da atividade de água (quantidade de água disponível para reações de degradação do alimento) (RIBEIRO & SERAVALLI, 2007).

3.3.1 Atividade de água

Segundo Fennema (1993), a atividade de água (a_w) expressa o teor de água livre em um alimento, que corresponde à relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento (P_w) e a pressão de vapor da água pura (P_w^o), correspondendo à umidade relativa (UR) do meio quando expressa em percentual. Para soluções ideais, a atividade de água pode ser obtida através da lei de Raoult, conforme a Equação 1.

$$a_w = \frac{P_w}{P_w^o} = \frac{UR}{100} \quad (1)$$

Para as análises microbiológicas, a atividade de água determina desenvolvimento, morte, sobrevivência, esporulação e produção de toxina, pois indica o grau de disponibilidade para participar de reações de degradação física, química e biológica (MARCINKOWSKI, 2006).

3.3.2 Isotermas de equilíbrio

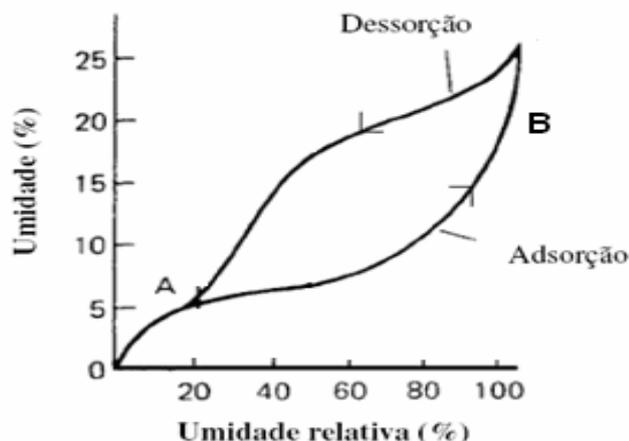
Isoterma de equilíbrio ou de sorção é a relação entre a umidade de equilíbrio do material e a atividade de água ou umidade relativa correspondente a uma dada temperatura. O estudo da curva de sorção, que relaciona esta atividade de água com a umidade relativa de equilíbrio, fornece informações relevantes para adequação dos parâmetros de secagem. A variação no

teor de água no sólido ocorre até que a pressão de vapor no sólido se iguale a pressão de vapor no ar circundante. Sendo assim a umidade de equilíbrio é o limite de umidade que um sólido pode ser seco para uma determinada condição de temperatura e umidade do ar (FENNEMA, 1993).

As isothermas podem ser de adsorção ou dessorção, dependendo da natureza do produto. Esta relação permite conhecer a influência das variações da umidade relativa sobre o conteúdo de umidade de um alimento, assim como as variações da atividade de água do mesmo, em função da temperatura de armazenamento (WELTI & VERGARA, 1997).

O estudo das isothermas de sorção do produto é importante para otimizar as condições de secagem e/ou rehidratação, a qualidade final e a estabilidade do produto durante a armazenagem. Para maioria dos alimentos as isothermas apresentam um formato sigmoidal, conforme Figura 6.

Figura 6 - Isotherma de adsorção e de dessorção típica de alimentos.



Fonte: FENNEMA (1993)

Os dados de umidade de equilíbrio geralmente são representados graficamente em função da umidade relativa do ar ou atividade de água. Tais dados podem ser obtidos através da metodologia gravimétrica que se baseia na variação de massa do material, ou higrometria, o qual se baseia na variação de umidade relativa do ar. Ambos os métodos ainda podem ser realizados em meios estáticos e dinâmicos. No método gravimétrico se faz necessário a utilização de estufa para manter a temperatura e a umidade do ar constante durante todo o processo até que o sólido alcance a condição de equilíbrio. No processo de secagem, a umidade de equilíbrio é a umidade final que o produto pode atingir se o processo for conduzido num longo período de tempo (FELLOWS, 2000).

A fim de prever o comportamento das isothermas, diversos autores propuseram modelos de ajuste das isothermas de sorção. Na literatura são propostos mais de 200 modelos empíricos

e teóricos, diferenciados pelo número de parâmetros (MORAES *et al.*,2005). A Tabela 2 apresenta os dois principais modelos empíricos (Equação 2 e 3) citados na literatura.

Tabela 2 - Modelos para ajustes de isotermas de sorção de umidade

Nome do modelo	Modelo matemático
BET (Brunauer, Emmett e Teller)	$X_{eq} = \frac{(X_m \cdot C_B \cdot UR)}{(1 - UR) \cdot (1 - UR + C_B \cdot UR)} \quad (2)$
GAB (Guggenheim, Anderson e de Boer)	$X_{eq} = \frac{X_m \cdot C_G \cdot K \cdot UR}{(1 - K \cdot UR) \cdot (1 - K \cdot UR + C \cdot K \cdot UR)} \quad (3)$

Fonte: FENNEMA (1993)

em que, X_{eq} – conteúdo de umidade de equilíbrio, kg/kg; X_m – conteúdo de umidade na monocamada molecular, kg/kg; UR – umidade relativa; C_B , C_G , K – constantes das equações.

O modelo de BET (Equação 2) foi proposto para camadas polimoleculares, analisando os aspectos da natureza química da umidade e é utilizado para atividade de água (a_w) na faixa de 0,05 a 0,40. Já o modelo de GAB (Equação 3) é uma equação triparamétrica, que permite melhor ajuste dos dados de sorção até a atividade de água de 0,9 (BIZOT, 1983).

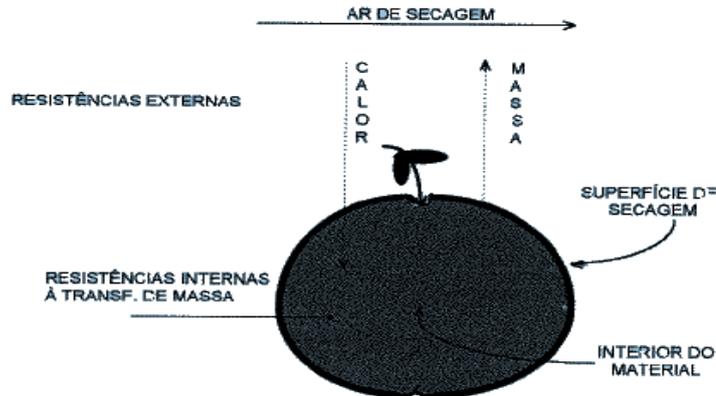
3.4 Fundamentos da secagem

Em estudos teóricos da secagem, os mecanismos de transferência de calor e de massa são abordados. A secagem é definida pelo processo no qual ocorre simultaneidade entre transporte de energia e de massa entre o produto e o meio, ou também pode ser designada como operação unitária que leva à redução da atividade de água, com intuito de atingir estabilidade para armazenamento do produto (DALPASQUELE, 1984).

Os sólidos a serem secos podem ser de diferentes formas, como flocos, granulares, cristais, pós, entre outros, e podem ter diferentes propriedades. O líquido a ser vaporizado pode estar na superfície do sólido, inteiramente no interior do sólido ou em ambas as partes do material sólido (MCCABE *et al.*,1991).

A exposição de uma amostra úmida ao ar ambiente com umidade relativa e velocidade constante constitui uma secagem em condições normais, no qual ocorre transferência de calor e de massa, sendo o calor suprido pelo o ar que arrasta a umidade evaporada (MCCORMICK, 1983). A Figura 7 mostra como ocorre a operação de secagem de um material sólido.

Figura 7 - Esquema da secagem de um material sólido



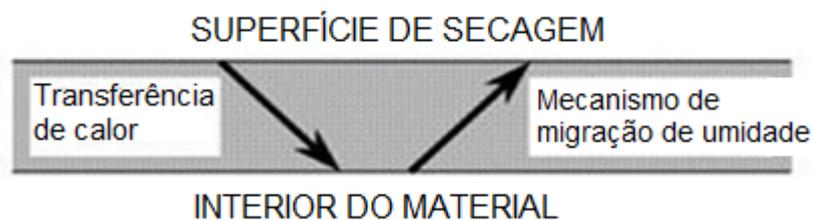
Fonte: GABAS (1998)

Observa-se na Figura 7 a representação de transferências simultâneas de calor e de massa. A existência da diferença de pressão parcial d'água entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de massa para o ar. Logo uma parte de calor que chega ao produto é utilizada para vaporizar a água. O material úmido está em contato com o ar insaturado e se obtém como resultado a diminuição do conteúdo de umidade deste material e consequentemente a umidificação deste ar (PARK *et al.*, 2007).

3.4.1 Mecanismos de migração de umidade

A água deve ser transportada do interior do sólido para a superfície durante a operação de secagem para que haja a evaporação de água da superfície do material ao ambiente (BROD *et al.*, 1999), como está representado na Figura 8.

Figura 8 - Diagrama da migração de umidade no interior de um sólido



Fonte: BROD *et al.*, (1999)

As condições externas sob as quais a operação de secagem ocorre são bastante consideradas nos métodos teóricos, assim como os mecanismos internos de transferência de energia e massa. A umidade pode movimentar-se por mecanismos diferentes, dependendo do material que está secando. Os possíveis mecanismos de transporte de umidade são: difusão líquida, difusão capilar, difusão na superfície, fluxo hidrodinâmico, difusão de vapor e difusão térmica (BROOKER *et al.*, 1992).

A velocidade do movimento da umidade é explicada pela 2ª lei de Fick (Equação 4), no qual expressa que o fluxo de massa por unidade de área é proporcional ao gradiente de concentração de água.

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \nabla \cdot (D_{ef} \cdot \nabla X) \quad (4)$$

Em que X representa o teor de umidade no tempo ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{kg}_{\text{sólido seco}}$), D_{ef} representa a difusividade efetiva da água (m^2/s) e t o tempo (s).

A 2ª lei de Fick (Equação 4) pode ser utilizada para diferentes geometrias (plana, cilíndrica e esférica). As soluções analíticas para as três geometrias referidas acima pode ser obtidas por integração para mostrar a evolução temporal da concentração, conforme mostra as Equações 5, 6 e 7 (CRANK, 1975).

-Placa plana

$$\frac{X-X_e}{X_0-X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \cdot \exp \left[- \left(\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} t}{4L^2} \right) \right] \quad (5)$$

-Cilindro infinito

$$\frac{X-X_e}{X_0-X_e} = 4 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_n^2} \exp \left[- \left(\frac{\mu_n^2 D_{ef} t}{R_p^2} \right) \right] \quad (6)$$

- Esfera

$$\frac{X-X_e}{X_0-X_e} = \frac{6}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} \exp \left[- \left(\frac{n\pi^2 D_{ef} t}{R_p^2} \right) \right] \quad (7)$$

em que, D_{ef} o coeficiente de difusão efetivo do líquido (m^2/s); X é a umidade média do sólido no instante t , em base seca ($\text{kg}_{\text{água}}/\text{kg}_{\text{sólido seco}}$); X_0 é a umidade inicial do sólido, em base seca ($\text{kg}_{\text{água}}/\text{kg}_{\text{sólido seco}}$); X_e é a umidade de equilíbrio do sólido, em base seca ($\text{kg}_{\text{água}}/\text{kg}_{\text{sólido seco}}$); L é a espessura da camada (m); R_p é o raio da partícula esférica ou cilíndrica (m); μ_n são as raízes.

De acordo com Duadin (1983), a lei de Fick explica a teoria de migração de água por difusão, expressa em termos do gradiente de umidade, no qual essa lei enfoca os efeitos globais de fenômeno interno. Logo, para descrever o processo de secagem no período decrescente, utilizam geralmente a transferência de massa, através de modelos teóricos, semiteóricos e empíricos. Sendo os modelos mais usuais para descrição da cinética de secagem os modelos semiteóricos.

Tais modelos se baseiam de modo geral, na Lei de resfriamento de Newton aplicada à transferência de massa. Quando esta lei é aplicada, presume-se que as condições sejam isotérmicas e que a transferência de umidade se aplique apenas a superfície do produto (BROOKER *et al.*; 1992).

Entre os modelos semiteóricos, os mais utilizados são o modelo de dois termos, Henderson e Pabis, Lewis, Page e Page Modificado (PANCHARIYA *et al.*, 2002).

A utilização de modelos para descrever a cinética de secagem é utilizada para projetar ou controlar a implementação de sistemas já existentes, tendo como um dos objetivos principais, descrever como a umidade é transferida do interior do sólido para evaporar na sua superfície e qual mecanismo de transferência controla o processo de secagem (PIAIA, 2009).

Lewis em 1921, citado em Brooker *et al.*, (1992), explica que no período de taxa de secagem decrescente, a taxa de transferência de umidade é proporcional a diferença instantânea entre o teor de água do produto e o teor de água esperado do material em equilíbrio com ar de secagem, conforme a Equação 8.

$$dX = -\frac{k}{dt}(X - X_e) \quad (8)$$

em que, X é o teor médio de umidade no produto no tempo (t), em base seca; X_e é o teor da umidade de equilíbrio do produto, em base seca; t é o tempo de secagem em horas e K é a constante de secagem, em h⁻¹.

Integrando a equação entre os limites X₀, no início da secagem e X em um tempo t qualquer de secagem, tem-se o modelo matemático proposto por Lewis (Equação 9).

$$Y = \exp(-K.t) \quad (9)$$

em que, Y é o adimensional de umidade; X₀ o teor de água inicial, base seca.

Uma modificação da Equação 9 foi proposta por Page citado por White *et al.*, (1981) para descrever a secagem de milho em camadas finas. O modelo empírico é apresentado pela Equação 10.

$$Y = \exp[-(K.t^n)] \quad (10)$$

Outros modelos matemáticos bastante utilizados para avaliar a cinética de secagem são os modelos de Henderson & Pabis e o de Midilli *et al*, apresentado nas Equações 11 e 12, respectivamente.

$$Y = A. \exp(-K.t) \quad (11)$$

$$Y = a. \exp(-K.t^n) + b.t \quad (12)$$

A secagem é determinante para a manutenção da qualidade dos produtos ao qual é submetida, além de ser a fase em que o consumo de energia é mais significativo (DEVILLA,

1999). Essa operação é de suma importância devido à redução da umidade até níveis que permitam a conservação de sua qualidade (MENEGHETTI, 2008).

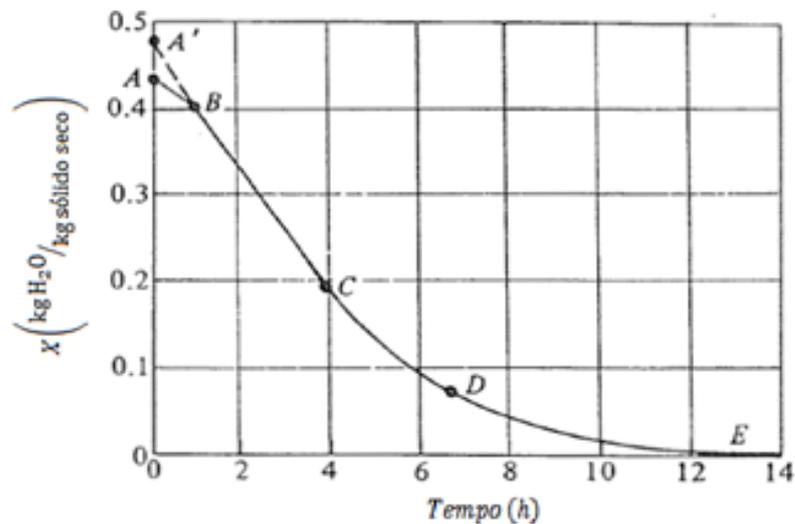
3.4.2 Cinética de secagem

Através das propriedades do meio de secagem e do material, pode ser descrita a cinética de secagem, a qual relaciona a taxa de secagem em função do tempo. A utilização de modelos matemáticos para descrever a cinética de secagem tem como objetivo projetar/controlar e implementar sistemas de secagem mais adequados (KARATHANOS & BELESSIOTIS, 1999).

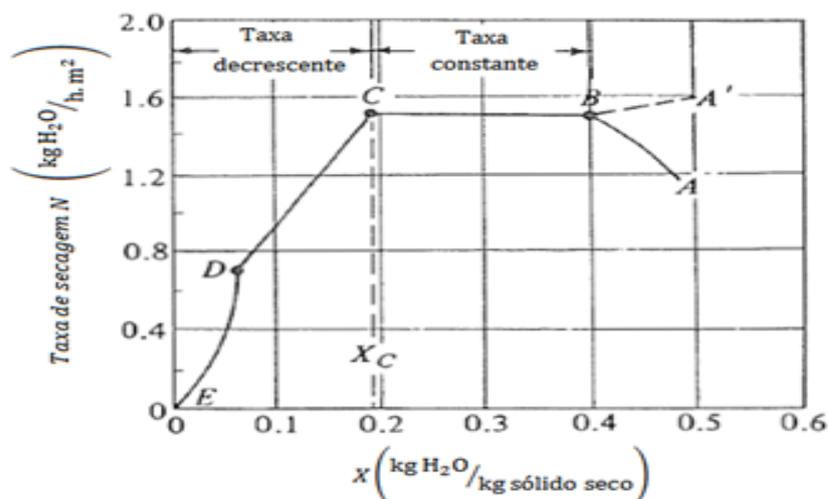
Os parâmetros que influenciam na taxa de secagem são: temperatura e umidade relativa do ar ambiente; temperatura e fluxo do ar de secagem; teor de água inicial; histórico do produto; fluxo do produto no secador (PIAIA, 2009).

A secagem pode ser caracterizada por duas curvas, uma considerando o teor de umidade *versus* o tempo de secagem e outra relaciona a taxa de secagem e o teor de umidade do material durante toda a secagem. Estas curvas estão apresentadas nas Figuras 9 (a) e (b).

Figura 9 - Curvas da caracterização da secagem



(a) Curva da umidade em função do tempo de secagem



(b) Curva da taxa de secagem em função da umidade

Fonte: FOUST (1982)

A Figura 9 (a) é obtida através dos dados do ensaio de secagem, ou seja, representa a diminuição do teor de água do produto durante a secagem. Já o gráfico apresentado na Figura 9 (b) é uma derivação da primeira curva, fornecendo as mesmas informações, relacionando a taxa de secagem (N) pela umidade (X) (FOUST, 1892).

O período de secagem representado pelo seguimento AB das curvas apresentadas na Figura 9 (a) e (b), é conhecido com o período não permanente, no qual ocorre adequação do produto às condições de secagem. Este fenômeno acontece, pois o produto inicialmente encontra-se mais frio que o ar e a pressão parcial de vapor d'água na superfície do produto está baixa, como consequência a transferência de massa e a velocidade de secagem também são menores. O período total de secagem não leva em consideração a duração desse período (MCCABE *et al.*, 1991).

Durante o período de taxa constante (seguimento BC), toda a superfície do sólido que está exposta está saturada de água. A secagem ocorre como se fosse a evaporação de uma massa de líquido sem o sólido influenciar diretamente na taxa de secagem e assim, a temperatura da superfície do sólido atinge a temperatura do bulbo úmido, conforme esperado (DA SILVA, 2007).

A taxa constante de secagem continua com a massa da superfície sendo subtraída e substituída pelo líquido que vem do interior do sólido. Esse deslocamento do líquido e sua velocidade variam com a própria estrutura do sólido, nos sólidos com espaços vazios e abertos relativamente grandes, o movimento será possivelmente controlado pela tensão superficial e pelas forças de gravidade no interior do sólido, já nos sólidos dotados de estruturas fibrosas

ou amorfas, o movimento do líquido ocorre por difusão através do sólido. O teor de umidade no ponto C é o mínimo preciso para suprir a totalidade da superfície (McCABE *et al.*, 1991).

O “primeiro período de taxa decrescente” durante a secagem está apresentado entre os pontos C e D da Figura 9 (a) e (b), onde a superfície fica paulatinamente sem líquido, uma vez que a velocidade do movimento do líquido em direção a superfície é menor que a velocidade com que a massa é transferida da superfície. No ponto D não há mais qualquer área significativamente saturada de líquido na superfície do sólido. A parte da superfície que está saturada é seca pela transferência convectiva de calor para a corrente gasosa e pela transferência de massa para a corrente do gás secante. Neste ponto, o vapor que se encontra nos níveis mais internos da amostra sólida, difunde-se para a parte da superfície que não está saturada e continua a difundir-se para a corrente gasosa. Após o ponto D da Figura 9 (b), nos teores de umidade mais baixos, toda a evaporação ocorre a partir do interior do sólido e à medida que o teor de umidade diminui, a distância a ser coberta na difusão do calor e da massa aumenta até que na umidade de equilíbrio (X_e) a secagem é encerrada. O seguimento D-E é denominado “segundo período de taxa decrescente” (FOUST *et al.*, 1982).

O objetivo máximo de qualquer processamento é a manutenção das qualidades do produto. A utilização da operação de secagem facilita a conservação do produto devido ao baixo teor de umidade final, além de proteger contra a agressão de micro-organismos, reduzir o peso e obter uma economia de energia elétrica, uma vez que o produto não precisará manter-se refrigerado. O produto que passa pela operação de secagem tem disponibilidade em qualquer época do ano (DA SILVA, 2007).

3.5 Produção de farinha

A tecnologia da conservação de alimentos consiste, atualmente, na aplicação de alguns princípios físicos ou químicos tais como: uso de altas e baixas temperaturas, eliminação de água, adição de substâncias químicas, uso de radiações e filtração. Resultam desses processos transformações físico-químicas capazes de prolongar a vida do alimento (ORDOÑEZ *et al.*, 2005).

A secagem é um dos processos mais utilizados para melhorar a estabilidade dos alimentos, pois diminui a atividade da água do produto, reduz a atividade microbiana e minimiza as mudanças físicas e químicas que ocorrem durante o armazenamento (MIHOUBI, *et al.*, 2009). Neste método, procura-se sempre manter o máximo possível das qualidades nutritivas e sensoriais, mantendo assim a integridade do alimento.

Através da secagem de alimentos é possível reduzir o teor de umidade do produto, e consequentemente, sua atividade de água, a fim de preservar os alimentos com qualidade e segurança. Os valores de atividade de água menores que 0,6 são os mais indicados para preservação de alimentos, pois abaixo deste valor praticamente não há crescimento microbiano (FELLOWS, 2000). Outra vantagem da secagem de alimentos é que os alimentos após passarem pela operação de secagem continuam sendo nutritivos quando comparados com o alimento *in natura*, pois com a perda de água, o valor nutritivo do alimento concentra-se (FIOREZE, 2004).

Atualmente, a secagem é empregada para elaboração de produtos diferenciados, como por exemplo, na elaboração de farinhas alimentícias. A redução de massa e volume dos produtos submetidos a secagem gera redução de custos com embalagens, armazenamento e transporte (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Segundo a ANVISA, farinha é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados. A viabilidade técnica e econômica do uso de farinhas mistas na formulação de alimentos já foi demonstrada e empregada na indústria (BRASIL, 1978).

Diversos estudos relatam o aproveitamento de resíduos gerados durante o processamento de frutas e vegetais para obtenção de produtos com maior valor agregado, como as farinhas (FASOLIN *et al.*, 2007). Um exemplo de aproveitamentos de resíduos na elaboração de novos produtos é a utilização do subproduto da indústria vinícola para elaboração de farinha. A farinha de uva pode ser utilizada na elaboração de biscoitos, pães, barras de cereais, entre outros produtos. A farinha obtida do bagaço da uva é rica em nutrientes e contém elevadas quantidades de flavonóides, e assim como a uva, é também um dos melhores antioxidantes, servindo para combater os radicais livres (ARAÚJO, 2010).

A utilização de farinhas mistas na elaboração de novos produtos já está sendo empregada pela indústria. As farinhas obtidas são utilizadas como ingrediente alimentar rico em fibras, substituindo parcialmente a farinha de trigo em diversos produtos de panificação (ABUD *et al.*, 1994).

3.6 Biscoito tipo *cookie*

Segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), biscoito ou bolacha é o produto obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias.

A denominação *cookie* é proveniente dos EUA, definida como o produto assado a base de cereais que possui altos níveis de açúcar e de gordura e baixos níveis de água (1-5%) (PAREYT *et al.*, 2009). Esse tipo de biscoito possui ampla aceitação por pessoas de todas as idades, principalmente pelas crianças. Pesquisas nesta área demonstram o grande interesse em torná-los fortificados, complementando-os com fibras ou proteínas (JAMES *et al.*, 1989).

O biscoito *cookie* é elaborado a partir de ingredientes básicos, responsáveis pela estrutura, como a farinha, sal, leite, água e ovos; os responsáveis pelo amaciamento, sacarose, gordura e fermento e os ingredientes adicionais, como as fontes de fibras, frutas, chocolates, dentre outros (VITTI, 1988).

Para que seja desenvolvida uma tecnologia adequada na elaboração deste produto, é necessário fazer a escolha certa para formulação das farinhas. Além da farinha, outros ingredientes assumem importância destacada na qualidade final dos biscoitos, como a sacarose, pois contribui tanto para a textura, sabor e doçura, como para a coloração do biscoito. O aumento da concentração de sacarose geralmente aumenta o espalhamento e a pegajosidade, além de reduzir a espessura dos biscoitos (MANOHAR & HARIDAS-RAO, 1997; ORMENESE *et al.*, 2001). O lipídeo é responsável pela maciez do produto, lubrificação da massa, redução dos tempos de mistura e aumento do volume. Onde essas características adquiridas pelo biscoito podem ser caracterizadas através de análises físico-químicas e sensoriais (PERRY *et al.*, 2003).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Matérias-primas

Os subprodutos utilizados neste trabalho foram o bagaço fermentado e o farelo de arroz parboilizado fornecidos pela Vinícola Peruzzo localizado na cidade de Bagé e pelo Engenho Hennig e Cia Ltda localizado na cidade de Dom Pedrito, respectivamente. O bagaço de uva foi proveniente da safra 2011/2012. Após recebimento os subprodutos foram armazenados em sacos plásticos e acondicionados à temperatura de -18°C em freezer localizado no Laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa.

Antes da realização da secagem, as amostras foram colocadas em um refrigerador a 4°C por 24h, a fim de obter homogeneidade de temperatura nas amostras. As amostras foram lavadas em água corrente para retirar a possíveis sujidades presentes.

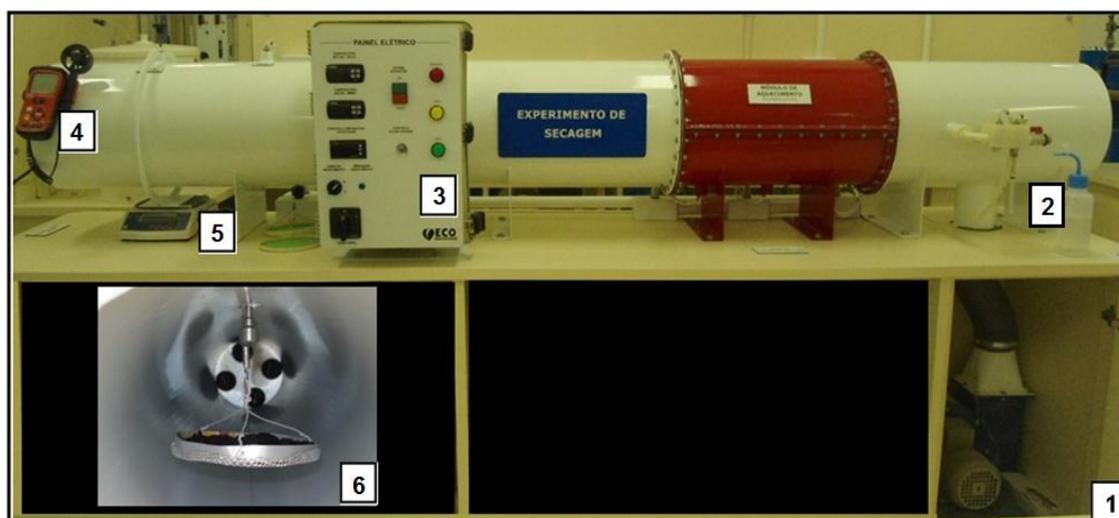
A umidade inicial e final das amostras foi determinada através do método da AOAC (1995), em que a amostra é submetida à temperatura de 105°C por 24h.

Os subprodutos serão denominados da seguinte forma: BU (bagaço de uva), FAP (farelo de arroz parboilizado) e FBU (farinha do bagaço de uva).

4.2 Equipamento de secagem

O secador de leito fixo em túnel empregado nos ensaios de secagem está localizado no Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, apresentado na Figura 10.

Figura 10 - Vista lateral do secador de leito fixo em túnel utilizado no trabalho



Fonte: AUTORES, 2012.

O secador apresentado na Figura 10 é composto por um soprador (1), o qual envia o ar para a parte superior do equipamento e o psicrômetro (2) faz a leitura das condições do ar de entrada. O ar é enviado ao módulo de resistências, onde é aquecido até a temperatura de secagem ajustada no painel elétrico (3). Este painel também mostra a temperatura de bulbo seco, de bulbo úmido e controla a velocidade do ar de secagem, que deve ser conferida através do anemômetro (4) ao final do túnel de secagem. A balança (5) é acoplada ao secador, mostrando constantemente a massa da amostra a ser seca, sendo possível acompanhar instantaneamente a diminuição da massa. A amostra fica acondicionada em uma bandeja metálica de fundo perfurado no interior do túnel (6).

4.3 Planejamento experimental para obtenção da farinha do bagaço

Com objetivo de avaliar a influência da temperatura e da velocidade do ar na operação de secagem do bagaço da uva, foi empregado um planejamento fatorial 2^2 com tréplica no ponto central, totalizando sete ensaios de secagem. As variáveis independentes definidas no processo foram: temperatura (T) e a velocidade do ar de secagem (v) (Tabela 3). Objetivou-se avaliar o efeito dessas variáveis (T e v) na variável de interesse (resposta), a umidade em base seca (U_{bs}) após o tempo pré-estabelecido de 140min. Os níveis das variáveis, assim como o tempo total de secagem foram definidos em testes preliminares, através de secagem em estufas e análises em trabalhos similares.

Tabela 3 - Níveis e fatores codificados utilizados no planejamento experimental.

Variáveis \ Níveis	Temperatura (°C)	Velocidade do ar (m/s)
-1	50	1
0	60	1,5
1	70	2

Após o término dos experimentos, os resultados do planejamento fatorial foram avaliados através de um *software* estatístico.

A secagem, através do planejamento experimental (Tabela 4), foi realizada em um secador de túnel com as condições do ar de secagem controladas. As amostras foram distribuídas em bandeja de alumínio perfuradas, com formato circular com diâmetro de 15cm, previamente secas, no interior do secador de túnel. Durante a secagem, obteve-se o valor da massa de amostra em intervalos de tempos regulares de 3min, para estudo da cinética de

secagem. As curvas de caracterização da secagem foram obtidas com os dados de massa da amostra, realizada numa balança com precisão de 0,01g acoplada ao secador.

Tabela 4 - Matriz de planejamento utilizada para realizar a otimização do processo de secagem.

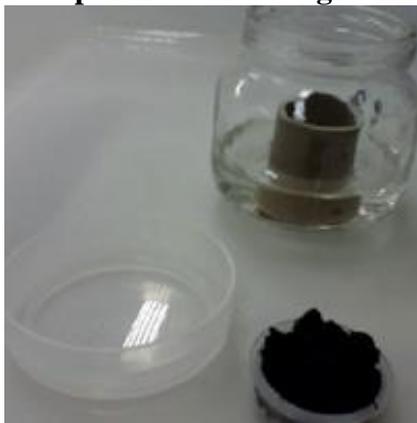
Ensaio	Variáveis dependentes	
	T (°C)	v (m/s)
1	50	1
2	70	1
3	50	2
4	70	2
5	60	1,5
6	60	1,5
7	60	1,5

4.4 Determinação das isotermas de equilíbrio

As isotermas de equilíbrio foram determinadas a 30°C (temperatura de armazenamento) para a adsorção e nas temperaturas de 50, 60 e 70°C (temperatura de secagem) para dessorção. Os experimentos de adsorção foram realizados para a farinha de uva obtida após a operação de secagem e para o farelo de arroz parboilizado e nos experimentos de dessorção foi utilizado o bagaço de uva.

As isotermas foram obtidas através do método gravimétrico estático com soluções ácidas em onze diferentes concentrações. Foram utilizados recipientes de vidro com 6cm de diâmetro e 8cm de altura, hermeticamente fechados, garantindo atmosfera constante. No interior dos recipientes, além do suporte plástico para inserção da amostra, continham as soluções de ácido sulfúrico em concentrações diferentes (0,20-0,70 kg.kg⁻¹) a cada três recipientes (triplicata) (Figura 11), garantindo a variação da umidade relativa do ar na faixa de 20 a 70%.

Figura 11 - Isotermas a partir do método gravimétrico estático



Fonte: AUTORES, 2012.

Foram pesados aproximadamente 1g de amostra e colocada em um apoio dentro de cada recipiente de vidro, garantindo que não houvesse contato da amostra com a solução ácida. Os recipientes foram armazenados em estufa com circulação perpendicular de ar na temperatura de estudo. Foram realizadas pesagens em balança analítica com precisão de $\pm 0,001g$, em intervalos de tempos regulares até período necessário para atingir o equilíbrio. Quando a condição de equilíbrio foi alcançada, foi realizada a análise de umidade para determinação do valor da umidade de equilíbrio, pelo método da estufa a $105^{\circ}C$ por 24h.

4.4 Análises físico-químicas

Todas as análises físico-químicas dos subprodutos e da farinha de bagaço de uva foram realizadas em triplicatas, para uma maior confiabilidade dos dados.

4.4.1 Análise proximal

O conteúdo de umidade, proteína, lipídeos e cinzas foram determinados pela metodologia descrita pela *Association of Official Analytical Chemistof* - AOAC (1995).

O conteúdo de umidade foi obtido em uma estufa com circulação perpendicular de ar a $105^{\circ}C$, em que as amostras foram submetidas a esta temperatura por 24h. O conteúdo de proteína presente nas amostras foi determinado pelo método Kjeldahl. O conteúdo de lipídeos foi determinado em extrator rotativo Soxhlet utilizando como solvente o éter de petróleo. A quantidade de cinzas foi determinada utilizando uma mufla incineradora a $550^{\circ}C$. Sendo a amostra incinerada até obter peso constante.

4.4.2 Fibras

O conteúdo de fibra alimentar bruta foi determinado pelo método apresentado pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) proposto por Ruben Cassel Rodrigues (2010).

Utilizou-se a amostra desengordurada do BU, FAP e FBU pelo método extrator rotativo Soxhlet. Foi pesada aproximadamente 1g dessas amostras em balança analítica e transferidas cada uma para um béquer contendo 100mL de ácido sulfúrico 0,255N e então os béqueres foram colocados imediatamente no aparelho digestor aquecido por 30min. Após este tempo, foi realizada a filtração com papel filtro e lavagens sucessivas com água aquecida sobre o resíduo. As amostras retidas no papel filtro foram transferidas para o béquer de digestão com 110mL de hidróxido de sódio 0,313N quente seguindo o mesmo procedimento adotado para a digestão ácida. Novamente foram filtradas as frações fibrosas em um cadinho de Gooch, lavando o béquer com água quente e, a seguir, lavando-o duas vezes com álcool etílico 95%. Depois, os papéis filtros com as amostras fibrosas foram submetidos a secagem em estufa a 105°C durante 4h. As amostras foram pesadas e submetidas a calcinação em mufla a 550°C durante 1h e pesadas novamente. Para o cálculo de fibra bruta foi utilizada a Equação 13.

$$\% FB = \frac{(PC + \%FB) - (PC + \%C) * 100}{PA * \%MS (105^\circ C)} \quad (13)$$

em que FB corresponde a fibra bruta; PC o peso do cadinho, C a cinza obtida após a incineração (g), PA é o peso da amostra (g) e MS (105°C) é o peso da amostra seca a 105°C.

4.4.3 Carboidratos

A quantidade de carboidratos/extrato não nitrogenado (ENN) presentes nas amostras foi determinada por diferença, subtraindo do somatório dos conteúdos de umidade, proteína, lipídeos, cinzas e fibra bruta, como apresentado na Equação 14.

$$\%ENN = 100 - (U + EE + P + C + FB) \quad (14)$$

em que U é a umidade; EE representa extrato etéreo ou lipídeos; P a proteína; C os carboidratos e FB as fibras brutas.

4.4.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH das amostras foi determinado pelo método potenciométrico descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985), com as amostras à temperatura ambiente. As amostras foram pesadas em uma balança analítica (aproximadamente 10g de cada amostra) e diluídas com auxílio de água destilada (100ml) realizando a leitura através de um aparelho eletrométricos que permite uma determinação direta e precisa do pH.

4.4.5 Acidez

O teor de acidez da farinha do bagaço de uva e do farelo de arroz foi obtido através do método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Foi pesado 2,5g da amostra em um frasco *erlenmeyer* de 125mL, adicionado 50mL de água e 3 gotas de fenolftaleína. A solução foi titulada com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1M até coloração rósea. Para se obter a porcentagem do teor de acidez em solução molar utilizou-se a Equação 15.

$$\% \text{ acidez} = \frac{V.f.100}{P.c} \quad (15)$$

em que, V é o volume da solução de NaOH gasto na titulação; f corresponde a molaridade do NaOH (0,1); P é quantidade de amostra usada na titulação (g) e c é a correção para solução de NaOH (10 para solução 0,1M).

4.4.6 Determinação da atividade antioxidante

A capacidade antioxidante do bagaço, da farinha de uva e do farelo de arroz foi determinada através da capacidade dos compostos presentes nas amostras em sequestrar o radical estável DPPH· (2,2- difenil-1picrilhidrazila), segundo método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berser (1995). Para a extração dos compostos, foi utilizado 5g da amostra em um frasco de Falcon de 50mL e diluído com 20mL de metanol. A solução foi homogeneizada até obter consistência uniforme. Após foi armazenado por 24h em temperatura de 3 a 4°C, na ausência de luz, seguido de centrifugação por 15min a 5000rpm. A determinação foi realizada em tubos revestidos com papel alumínio contendo 10µL do sobrenadante, 90µL de metanol e 3,9mL de solução-uso de DPPH, com a finalidade de completar o volume final de 4,0mL. A mistura ficou no escuro por 30min e após foi realizada a leitura a 517nm em espectrofotômetro. Após 24h realizou-se novamente a leitura. A atividade sequestrante de radicais livres foi determinada no estabelecimento de uma curva padrão de Trolox. Os resultados foram expressos por capacidade antioxidante equivalente a Trolox relativa (mg/g de amostra).

4.4.7 Índice de absorção de água (IAA) e Índice de solubilidade em água (ISA)

O IAA e ISA da farinha do bagaço de uva e do farelo de arroz parboilizado foram determinados segundo a metodologia de Assis (2009). Em tubos de centrífuga foram colocados 2,5g da amostra e 3mL de água. Os tubos foram agitados por 30min em agitador mecânico e em seguida foram centrifugados a 4000rpm por 10min. O sobrenadante foi transferido para uma cápsula de alumínio e levados à estufa de circulação de ar a 105°C por

12h. O gel remanescente foi pesado e o IAA e ISA calculados conforme a Equação 16 e Equação 17, respectivamente.

$$IAA = \frac{PRC}{PA-PRE} \quad (16)$$

$$\% ISA = \frac{PRE}{PA} * 100 \quad (17)$$

em que, PRC corresponde ao peso do resíduo da centrifugação (g); PA é o peso da amostra, em base seca (g) e PRE, o peso do resíduo da evaporação (g).

4.5 Elaboração do biscoito *cookie*

Foi utilizado um delineamento experimental para definição dos teores de insumos que foram adicionados para elaborar o biscoito tipo *cookie*. As matérias-primas (FBU e FAP) variaram em uma faixa de 5 a 10% (Tabela 5) devido a realização de testes preliminares, calculados em relação a 100% das farinhas, foi utilizado uma amostra controle sem os subprodutos (F0). Os demais componentes mantiveram-se constantes.

Tabela 5 - Descrição do delineamento experimental para elaboração do biscoito *cookie*

Formulação	Farinha do bagaço de uva (%)	Farelo de arroz parboilizado (%)
F0	0	0
F1	10	10
F2	5	10
F3	10	5

Este delineamento teve como principal objetivo avaliar os efeitos das diferentes proporções adicionadas de farinhas do bagaço de uva e farelo de arroz parboilizado na característica final do produto, em relação ao teste de aceitação aplicado na análise sensorial. Desta forma foi determinando a formulação mais aceita e adequada para a produção em grande escala do produto em questão. A Tabela 6 apresenta a composição completa das quatro formulações dos biscoitos *cookies* oriunda de testes preliminares que foram realizados para encontrar a melhor proporção entre os ingredientes.

Tabela 6 - Composição dos biscoitos tipo *cookie* a partir de subproduto

Insumos (%)	F0	F1	F2	F3
Farinha de trigo	100,00	80,00	85,00	85,00
Farinha de bagaço de uva	0	10,00	5,00	10,00
Farelo de arroz parboilizado	0	10,00	10,00	5,00
Açúcar refinado	19	19	19	19
Açúcar mascavo	27	27	27	27
Sal	0,4	0,4	0,4	0,4
Ovo	19	19	19	19
Manteiga sem sal	30	30	30	30
Fermento químico	2	2	2	2
Essência de baunilha	2,6	2,6	2,6	2,6

Os componentes sólidos foram homogeneizados manualmente e após foram adicionados os componentes líquidos e homogeneizados por 5min. A modelagem dos *cookies* foi realizada em formas de alumínio com 6cm de diâmetro, a fim de padronizar seu tamanho e então inseridas em forno elétrico a 200°C por 15min para cocção dos biscoitos. Após esta etapa, os mesmos foram resfriados por 30min em temperatura ambiente nas próprias formas os quais foram submetidos à cocção. Após o resfriamento os biscoitos foram embalados em papel alumínio e armazenados sobre refrigeração.

4.6 Análise microbiológica

Os *cookies* foram elaborados a partir de matérias-primas, estando em perfeito estado de conservação. As análises microbiológicas seguiram o padrão da Resolução-RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001 da ANVISA, que tem por objetivo estabelecer os padrões microbiológicos sanitários para alimentos e determinar os critérios para a Conclusão e Interpretação dos Resultados da Análises Microbiológicas de Alimentos Destinados ao Consumo Humano.

As análises microbiológicas foram realizadas com 25g de amostra, através do método do número mais provável (NMP) para coliformes a 45°C, resultado expresso em NMP/g, contagem de Estafilococos coagulase positiva, expresso em UFC/g e *Salmonella sp.* através do método MLG/FSIS (2004), resultado expresso quantidade presente/25g. As análises microbiológicas iniciaram após cinco dias da elaboração dos *cookies* de acordo com a metodologia descrita por da Silva (2007), seguindo o protocolo microbiológico dos padrões recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001).

4.7 Análise sensorial

Os testes de análise sensorial foram aplicados em uma sala para 30 provadores não treinados, habituados ao consumo de biscoitos, por alunos e funcionários da Universidade Federal do Pampa. A cada provador foram servidas quatro amostras (F0, F1, F2, F3) codificadas com algarismos aleatórios de três dígitos cada, em pratos descartáveis de coloração branca e acompanhado de água mineral para limpar as papilas e a cavidade bucal, depois de provar cada biscoito. Os resultados foram avaliados em ordem crescente de aceitação e preferência. A amostra F0 foi utilizada apenas como amostra controle.

4.7.1 Teste de ordenação de preferência

Os provadores receberam os códigos referentes a cada biscoito para poder ordenar as amostras de acordo com sua preferência, os quais escreveram no espaço destinado o código de acordo com a sua ordem de escolha. A ficha utilizada neste teste encontra-se em anexo (Figura A-1).

4.7.2 Teste de aceitação

Para saber a aceitação do biscoito *cookie* elaborado a partir da FBU e do FAP, foi utilizada uma escala hedônica com sete pontos, desde o item gostei extremamente até desgostei extremamente. Foi solicitado aos provadores para escreverem o código correspondente ao biscoito dentro dos parênteses referente à sua avaliação. A ficha utilizada para este teste encontra-se em anexo (Figura A-2).

4.8 Metodologia de cálculo

Esta seção descreve a obtenção dos valores numéricos encontrados ao longo do trabalho.

4.8.1 Secagem do bagaço de uva

A influência das variáveis independentes (temperatura e velocidade do ar de secagem) sobre a variável resposta (conteúdo de umidade, base seca) foi avaliado por métodos estatísticos, através da análise de variância (ANOVA).

A cinética de secagem do bagaço de uva foi avaliada matematicamente através dos modelos semi-empíricos de Lewis, Page, Henderson & Pabis e Midilli *et al.* de acordo com as Equações 10, 11, 12 e 13, respectivamente.

Os modelos matemáticos foram ajustados aos dados experimentais de secagem através de uma análise de regressão não linear, pelo método quasi-Newton, utilizando-se um *software*

estatístico. Foram estimados os valores dos parâmetros dos modelos, as constantes de secagem, os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e a raiz quadrada do erro médio (RQEM). Foram utilizados como parâmetros do melhor ajuste dos modelos, o alto valor de R^2 e baixo valor de RQEM (Equação 18).

$$RQEM = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_{pre}^i - X_{exp}^i)^2} \quad (18)$$

em que N é o número de observações, X_{pre} é a taxa de umidade predita e X_{exp} é a taxa de umidade experimental.

Em geral, o coeficiente de difusão (D_{ef}) é considerado constante ou dependente da temperatura e/ou teor de umidade da amostra. Neste trabalho o valor da difusividade efetiva (D_{ef}) foi calculado pela Equação 19 em que relaciona a difusividade efetiva da amostra com a constante de secagem (K) e levando em consideração o comprimento médio da amostra (L_m), em metros.

$$D_{ef} = \frac{K.Lm^2}{\pi^2} \quad (19)$$

Lomauro & Labuza (1985) consideram o modelo de representação dos dados experimentais do planejamento experimental é inválido se o valor do erro relativo médio (E) for superior a 10%, calculado através da Equação 20.

$$|E| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \frac{|m_t - m_p|}{m_t} \quad (20)$$

em que m_t representa os valores experimentais de cada variável de resposta e m_p os valores previstos pelo modelo estatístico para cada variável de resposta.

4.8.2 Isotermas de equilíbrio

Para o ajuste das isotermas de equilíbrio foram aplicadas as equações de GAB e BET (Equações 2 e 3) possibilitando obter os valores da umidade de monocamada (X_m), o valor da umidade de equilíbrio (X_e) e os parâmetros de ajuste dos modelos. Os parâmetros das equações foram determinados através de análises de regressões não lineares, pelo método de quasi-Newton, através de um *software* estatístico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos no presente trabalho.

5.1 Análise dos ensaios de secagem através do planejamento experimental

O conteúdo de umidade média inicial do bagaço de uva, obtido pelo método da AOAC (1995), foi de $1,76 \text{ kg.kg}^{-1}$, em base seca (b.s). A matriz do planejamento utilizado neste trabalho está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Matriz com as variáveis codificadas e reais e a variável resposta do planejamento experimental

Ensaio	T _{codificada}	T _{real} (°C)	V _{codificada}	V _{real} (m/s)	U _{final} (b.s)
1	-1	50	-1	1	0,329
2	+1	70	-1	1	0,139
3	-1	50	+1	2	0,289
4	+1	70	+1	2	0,035
5	0	60	0	1,5	0,181
6	0	60	0	1,5	0,091
7	0	60	0	1,5	0,132

T: Temperatura de secagem; v: Velocidade do ar de secagem; U_{final}: Umidade final da amostra em base seca.

Pode-se verificar através da Tabela 7 que os valores da U_{final} (b.s) variam de 0,035 a 0,329 kg.kg^{-1} , após o tempo total de secagem de 140min. Não houve uma boa reprodutibilidade dos resultados obtidos com a mesma condição (ponto central), como pode ser observado nos ensaios 5, 6 e 7. Este fato pode ser justificado devido os ensaios não foram realizados no mesmo dia, dessa forma, houve alterações nas condições de secagem, resultando em valores da resposta diferente para uma mesma condição.

5.1.1 Análise dos efeitos

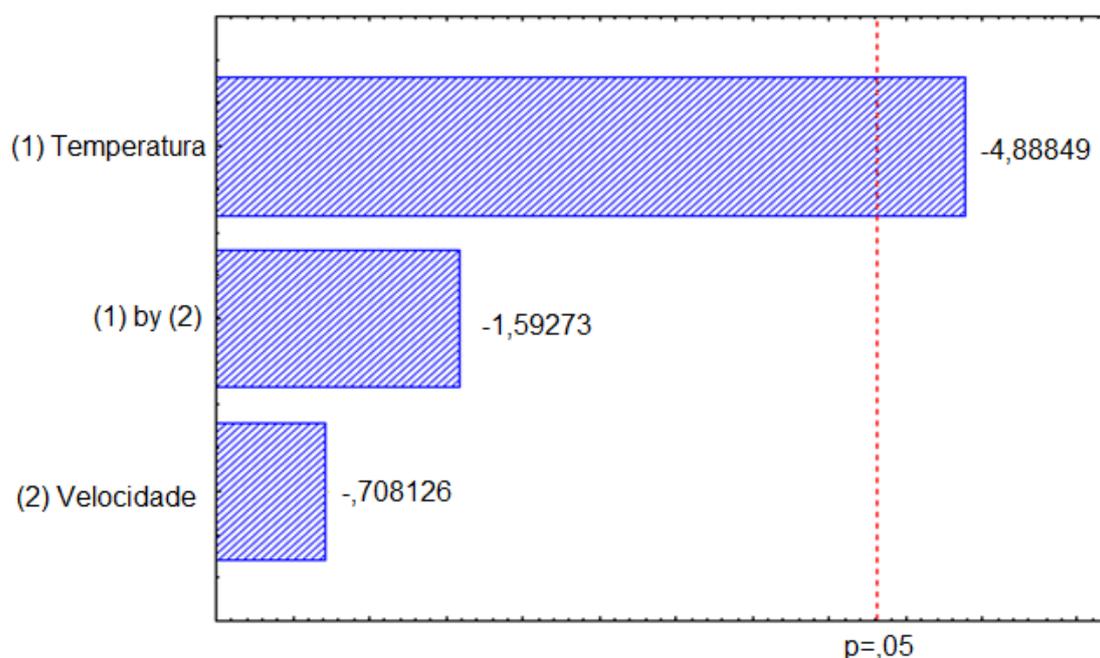
A Figura 12 apresenta os efeitos das variáveis de estudo na resposta, considerando as interações entre as variáveis com um limite de confiança de 95%. Os dados foram obtidos considerando erro puro. A variável independente que obteve influência sobre a resposta foi a temperatura. A magnitude dos efeitos é representada pelas colunas, enquanto que a linha transversal às colunas representa a magnitude dos efeitos com significado estatístico para

$\alpha=0,05$, isto é, as variáveis que são estatisticamente significativas ao nível de 95% de confiança.

Os valores dos efeitos estimados indicam quanto cada fator influencia na variável resposta e quanto maior é seu valor, maior é sua influência. Um efeito positivo indica que ao passar de um valor mínimo a um máximo da variável, a resposta aumenta. Já o efeito negativo, como o ocorrido neste trabalho, indica o contrário, ao passar de um valor mínimo para o valor máximo, a resposta diminui.

O coeficiente **p** está relacionado ao nível de significância da variável independente sobre a resposta em estudo. Com um intervalo de confiança de 95%, o valor de **p** deve ser inferior a 0,05 para ser estatisticamente significativa a variável.

Figura 12 - Diagrama de Pareto do planejamento experimental



Pelo Diagrama de Pareto (Figura 12) é possível observar o efeito da variável temperatura sobre a resposta, influenciando de forma significativa, uma vez que a linha transversal às colunas passa apenas pela coluna representativa da variável temperatura. O valor negativo (-4,88849) indica que ao aumentar a temperatura do valor mínimo (50°C) para o valor máximo (70°C), acarreta uma diminuição no valor da resposta. Resultados semelhantes foram observados por Gouveia *et al.* (1999) e Moura (2001), na secagem de gengibre e caju, respectivamente. Esta redução de umidade do produto ocorre devido à influência da temperatura no processo de secagem, sendo considerado o fator controlador da perda de umidade do produto.

5.1.2 Análise de variância

Eliminando-se os fatores não significativos (velocidade do ar e interação entre as duas variáveis), foi construída a Tabela 8 para realizar a análise de variância, que consiste na avaliação do coeficiente de determinação R^2 e do teste F, a fim de verificar se o modelo representa um grau de ajuste adequado aos dados experimentais.

Tabela 8- Análise de Variância dos fatores significativos

Fonte de variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	F_{tabelado}^*	p
Regressão	491,065	1	491,065	13,995	10,13	0,0339
Resíduos	174,444	5	35,088			
Falta de ajuste	133,346	3	44,448	2,163	19,16	
Erro puro	41,098	2	20,548			
Total	665,509	6				

*Valores tabelados de F a $p < 0,05$.

Observando-se a Tabela 8, fica evidente que o modelo obtido é preditivo, uma vez que o F_{cal} entre a regressão e o resíduo (13,995) mostrou-se superior ao F_{tab} (10,13), de acordo com a tabela do teste de Fisher com nível de significância de 5% apresentada por Neto *et al.*, (1995). Outra relação importante para observar a validade do modelo é a relação entre o F_{cal} da falta de ajuste e do erro puro, que deve ser inferior ao valor do F_{tab} , ($F_{\text{cal}} 2,16 < F_{\text{tab}} 19,16$). O coeficiente de determinação (R^2) para o modelo ajustado foi de 0,737.

A partir dos parâmetros estatisticamente significativos ($p < 0,05$), obteve-se o modelo matemático codificado apresentado na Equação 21, onde U corresponde à umidade final e T à temperatura de secagem.

$$U = 17,108 - 11,08.T \quad (21)$$

Os valores do erro médio relativo (E) foram calculados a partir da Equação 20 e estão apresentados na Tabela 9.

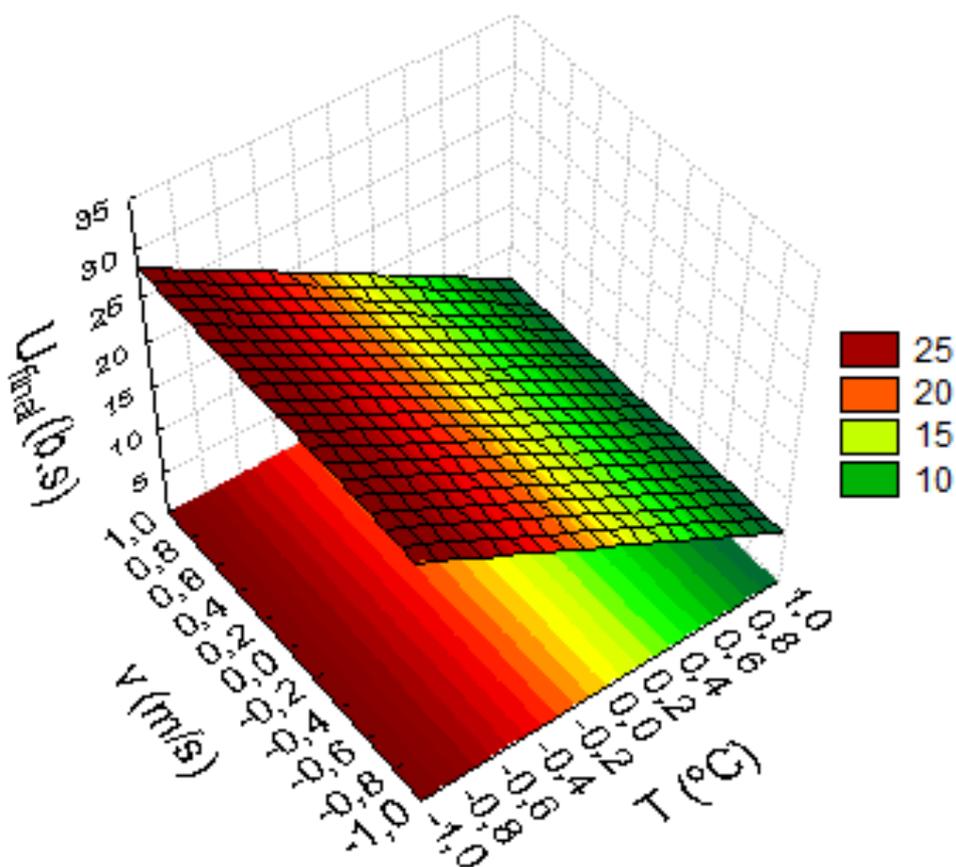
Tabela 9 - Valores do erro relativo médio dos ensaios do planejamento experimental.

Ensaio	$ E $ (%)
1	2,04
2	8,09
3	0,35
4	-10,32
5	0,77
6	-12,58
7	4,23

Observando os resultados apresentados na Tabela 9 referentes ao erro médio relativo, conclui-se que modelo obtido pode ser considerado válido para fins preditivos, uma vez que todos os valores de E estão abaixo de 10%.

A partir do modelo matemático codificado reduzido (Equação 21), foi construída a superfície de resposta, apresentada na Figura 13.

Figura 13 - Superfície de resposta obtida a partir do modelo codificado reduzido baseado no erro puro



De acordo com a Figura 13, verifica-se que a umidade final (b.s) decresce com o aumento da temperatura e a velocidade do ar de secagem não influencia no valor da umidade final (b.s). Esse fenômeno acontece devido à energia cinética associada às moléculas de água presentes nos alimentos aumentar com o aumento da temperatura, resultando na diminuição das forças de atração e, conseqüentemente, na saída de água do alimento, conduzindo a um decréscimo da umidade com a elevação da temperatura a uma determinada umidade relativa (SHIVHARE *et al.*, 2004).

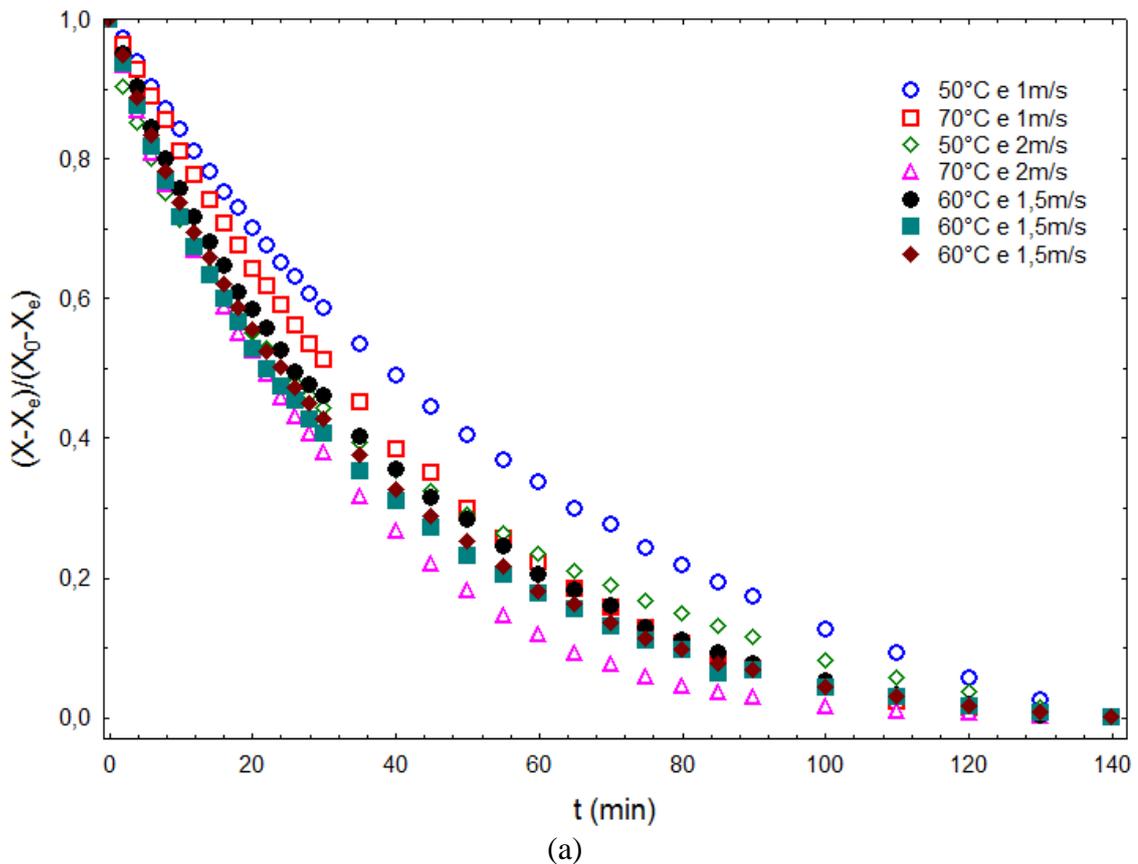
A Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 estabelece teor máximo de umidade para farinhas no máximo de 15% (b.u), que corresponde em base seca (b.s) ao valor de aproximadamente 0,18 kg.kg⁻¹, representado pelo algarismo 18 na Figura 13. Desta forma, a temperatura de

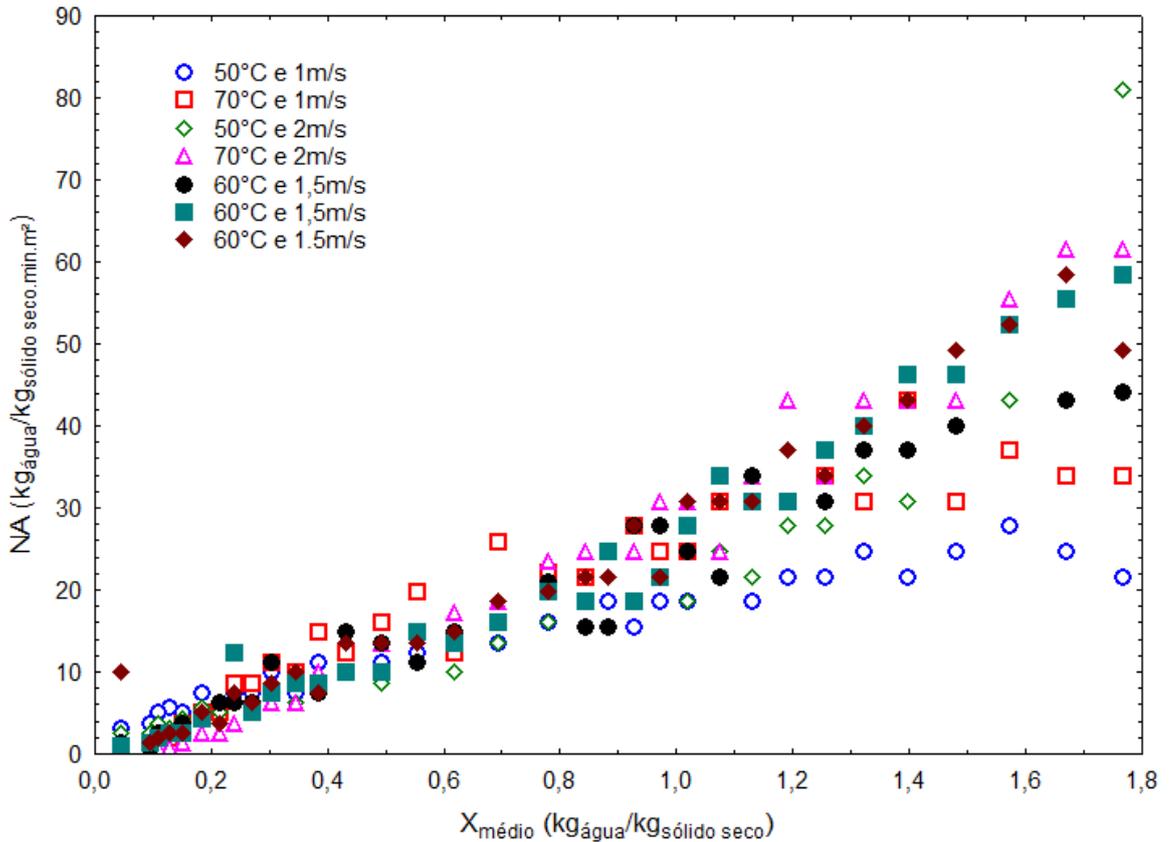
secagem que alcançou este percentual foi superior à temperatura média estudada, neste caso, 70°C. Como pode ser observado na Figura 13, valor da umidade final abaixo de 15% se encontra nas zonas de coloração verde, acima do ponto central. Dessa forma, a melhor condição de secagem obtida através da superfície de resposta é com temperatura de 70°C e, uma vez que a velocidade do ar não influenciou no processo, foi escolhida 1m/s.

5.1.3 Cinética de secagem

A secagem do bagaço de uva foi caracterizada pelas curvas apresentadas na Figura 14 (a) e (b). A primeira relaciona a forma adimensional do conteúdo de umidade $(X-X_e)/(X_0 - X_e)$ e o tempo total que ocorreu a secagem. Esta curva foi obtida pelos dados experimentais dos ensaios e representa a diminuição do teor de umidade ao longo do tempo. Já a segunda curva, é uma derivação da primeira, no qual fornece as mesmas informações, porém relaciona a taxa de secagem por área (NA) pelo teor de umidade obtido ao longo do tempo.

Figura 14 - Curvas características da secagem obtida após o planejamento experimental





(b)

Mediante os resultados apresentados nas Figuras 14 (a) e (b) é possível observar os dois períodos distintos de secagem, o período de taxa constante e o período de taxa decrescente. O primeiro período teve duração de aproximadamente 40min (Figura 14-a), seguido da taxa decrescente que se estende até o final da secagem. Este fenômeno pode ser observado também na Figura 14 (b), onde os três primeiros pontos apresentados nessa figura, nas diferentes temperaturas, correspondem a taxa constante e após iniciou a taxa decrescente de secagem. Outro fato importante observado nas curvas de secagem é a comprovação da influência apenas da variável temperatura no estudo, pois no início da secagem à temperatura de 70°C, ocorre a retirada de água do material mais rapidamente que durante a secagem a 50°C e a estabilização do teor de umidade da amostra a 70°C se dá mais rápido que a 50°C, como pode ser observado na Figura 15 (a), uma vez que a na temperatura mais elevada essa estabilização inicia em aproximadamente 80min enquanto que na temperatura inferior, iniciou em 130min. Este comportamento foi observado por Prado *et al.* (2000), Almeida *et al.* (2002) e Almeida *et al.* (2006) quando realizaram o estudo de secagem de tâmaras, algaroba e acerola, respectivamente.

A Tabela 10 apresenta os resultados dos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais da melhor condição proposta pelo planejamento experimental da secagem do

bagago de uva (70°C e 1m/s). Baseado nos valores apresentados nessa tabela foi definido o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais, levando em conta o maior valor do coeficiente de determinação (R^2) e o baixo valor da raiz quadrada do erro médio RQEM.

Tabela 10 - Valores dos parâmetros, coeficiente de determinação e raiz quadrada do erro médio obtidos dos modelos semi-empíricos para melhor condição de secagem

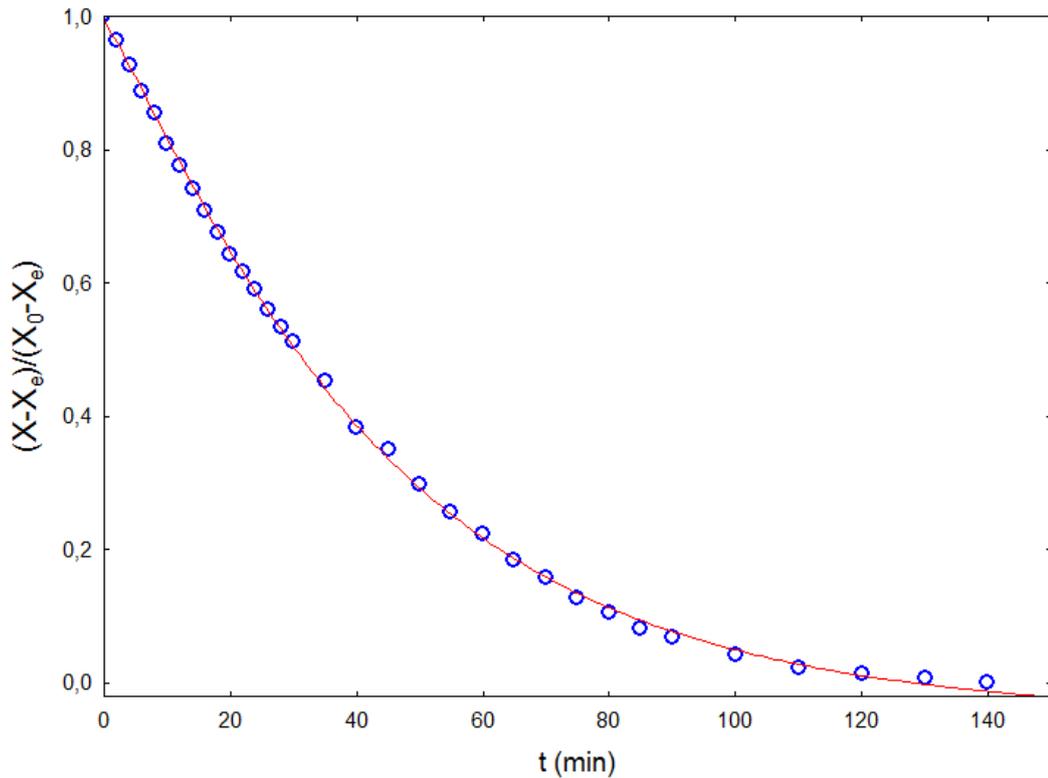
Modelos matemáticos	Parâmetros de ajuste					R^2	RQEM
	A	n	a	b	k (min^{-1})		
Henderson & Pabis	1,044	-	-	-	0,025	0,997	$3,621 \times 10^{-2}$
Page	-	1,162	-	-	0,013	0,999	$2,104 \times 10^{-2}$
Lewis	-	-	-	-	0,024	0,995	$7,812 \times 10^{-3}$
Midilli <i>et al</i>	-	1,132	0,992	0,000	0,014	0,999	$5,301 \times 10^{-4}$

De acordo com a Tabela 10, todos os modelos tiveram um bom ajuste aos dados experimentais, pois o valor do coeficiente de determinação (R^2) foi superior a 0,99 em todos os ajustes. De acordo com Madamba *et al.*(1996), o coeficiente de determinação (R^2), sozinho, não constitui bom critério para a seleção de modelos não lineares; por isso, os valores para a raiz quadrada erro médio (RQEM) devem ser considerados. Sendo assim, os dados experimentais de secagem da melhor condição proposta se ajustou melhor ao modelo de Midilli *et al.*, com maior valor de R^2 e o menor valor de RQEM dentre os modelos analisados ($5,301 \times 10^{-04}$). Martinazzo *et al.* (2007) avaliou a cinética de secagem de folhas de capim limão através de modelos semi-empíricos e constatou que Midilli *et al.*, apresentou melhores valores de ajuste aos dados experimentais.

Segundo Misra & Brooker (1980), o parâmetro **n** depende do produto e das condições de secagem, refletindo a extensão da resistência interna do produto à secagem, para determinadas condições externas, explicando assim os gradientes de umidade estabelecidos dentro do produto durante o processo sob a taxa em que ocorre. O parâmetro **k** corresponde à constante de secagem, expressa em s^{-1} e que indica o quão rápido a amostra secou.

Através da Figura 15 é possível observar o bom ajuste do modelo de Midilli *et al.*, aos dados experimentais da secagem na melhor condição proposta ($T=70^\circ\text{C}$ e $v_{ar}=1\text{m/s}$).

Figura 15 - Ajuste do modelo de *Midilli et al.*, aos dados experimentais



A difusividade efetiva (D_{ef}) foi calculada através da Equação 19, utilizando a constante de secagem referente ao modelo de Henderson & Pabis, pois esse modelo apresenta maior significado físico na estimativa deste parâmetro. O valor de D_{ef} do bagaço de uva foi de $5,477 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ na temperatura de 70°C . De acordo com Zogzas *et al.*, (1996), os valores de difusividade efetiva (D_{ef}) para produtos alimentícios em geral se encontram na faixa de 10^{-11} a $10^{-9} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, como o valor encontrado no BU.

5.2 Isotermas de equilíbrio

As Figuras 16 e 17 apresentam os dados experimentais obtidos da umidade de equilíbrio (X_e) do BU, FBU e FAP nas diferentes temperaturas em função da umidade relativa (UR) para a adsorção e dessorção, respectivamente. O conteúdo inicial de umidade das amostras da FBU e FAP para as isotermas de adsorção foram $0,16$ e $0,10 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (b.s), respectivamente, e do BU para os experimentos de isotermas de dessorção foi de $1,71 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (b.s).

Figura 16 - Isoterma de adsorção a 30°C da FBU e FAP, valores médios

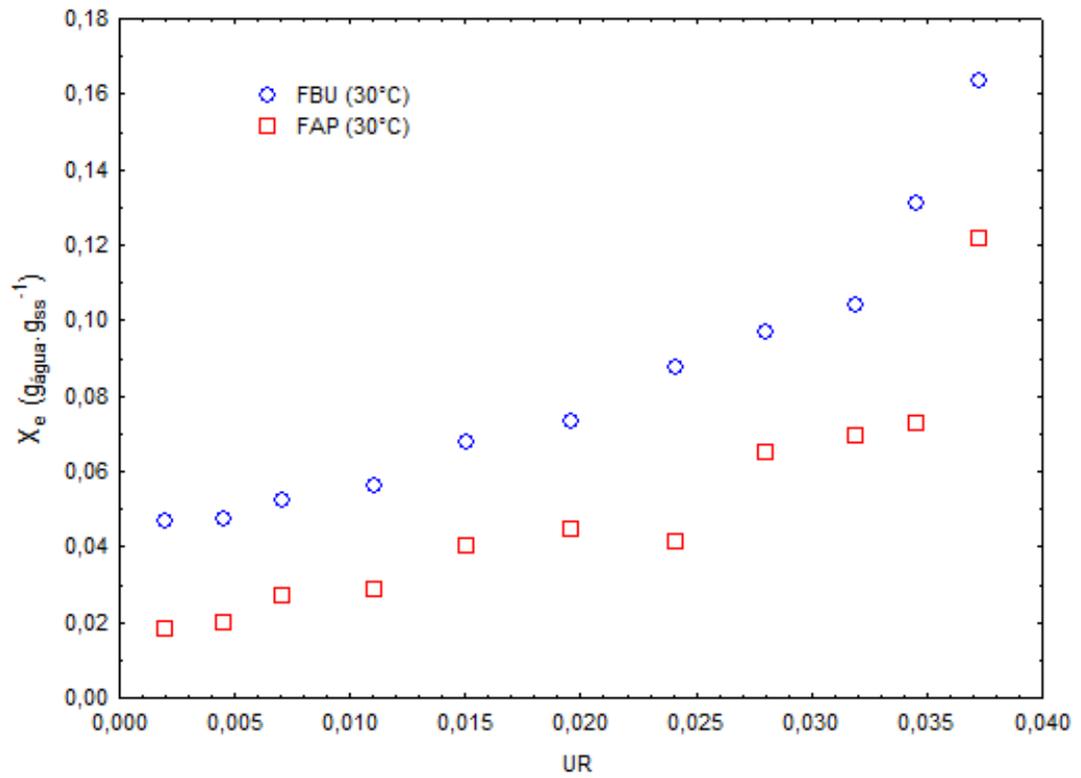
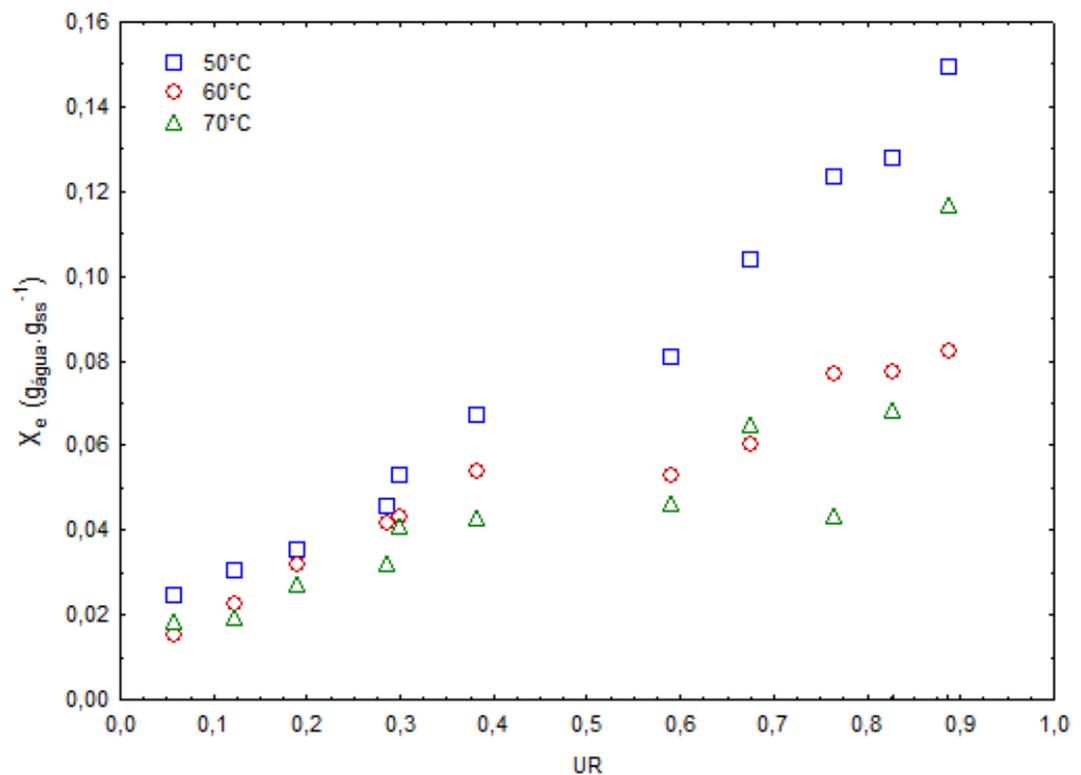


Figura 17 - Isoterma de dessorção nas temperaturas de 50, 60 e 70°C do BU, valores médios



As isotermas de sorção apresentaram formato sigmoidal, característico das isotermas de alimentos, também classificada como isoterma “S” de acordo com McMinn *et al.*, (2005). Com o aumento da temperatura a uma mesma umidade relativa, ocorre uma diminuição da umidade de equilíbrio, devido ao aumento da pressão de vapor da água (RIZVI, 1995). Como a umidade diminui, a umidade no alimento tende a ser mais baixa que a pressão de vapor, agindo como se em solução, mudando com a umidade atmosférica. Estas mudanças na pressão de vapor com a umidade atmosférica no alimento resultam na forma sigmoidal característica de isotermas de sorção (TOGRUL & ARSLAN, 2006).

Para o ajuste dos dados experimentais das isotermas de sorção, foi utilizada uma regressão não-linear através dos modelos de GAB e BET. Os resultados dos ajustes experimentais nas diferentes temperaturas estão apresentados na Tabela 11. O modelo que melhor se ajustou aos dados foi determinado levando em consideração o maior valor de R^2 e o menor valor de RQEM.

Tabela 11 - Valores das constantes, X_m , R^2 e RQEM dos modelos matemáticos estudados.

Modelos	Temperatura (°C)	Constantes		R^2	RQEM	
		X_m	C_B			
BET (Eq. 3)	30 (FBU)	0,022	18,872	0,908	$1,914 \times 10^{-2}$	
	30 (FAP)	0,019	16,983	0,979	$1,112 \times 10^{-2}$	
	50	0,039	45,977	0,954	$1,812 \times 10^{-2}$	
	60	0,031	38,527	0,939	$1,412 \times 10^{-2}$	
	70	0,024	55,874	0,966	$2,452 \times 10^{-2}$	
		X_m	C_G	K	R^2	RQEM
GAB (Eq. 4)	30 (FBU)	0,044	59,625	19,2	0,990	$6,181 \times 10^{-4}$
	30 (FAP)	0,024	51,395	21,0	0,974	$8,681 \times 10^{-4}$
	50 (BU)	0,053	10,992	0,74	0,993	$6,969 \times 10^{-4}$
	60 (BU)	0,041	14,643	0,59	0,993	$7,785 \times 10^{-4}$
	70 (BU)	0,024	28,612	0,89	0,994	$9,810 \times 10^{-4}$

Analisando a Tabela 11, verifica-se que os dados experimentais se ajustaram melhor ao modelo de GAB, com elevados coeficientes de determinação ($R^2 > 0,97$) para todas as temperaturas e baixo valor de erro (RQEM $< 10^{-4}$). A umidade de monocamada (X_m)

representa o conteúdo de umidade do material quando a superfície inteira do material é coberta por uma camada de umidade unimolecular e o conteúdo de umidade ótimo para a máxima estabilidade pode ser determinada (ARIAHU *et al.*, 2006). A Tabela 11 mostra que os valores de umidade de monocamada (X_m) do modelo GAB foram ligeiramente maiores que os valores obtidos no modelo BET, e o valor de X_m diminuíram com o aumento da temperatura em ambos os modelos.

5.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas apresentam informações sobre o principal componente dos alimentos e os procedimentos sobre esses resultados foram descritos na sessão 4.4.

5.3.1 Composição proximal

Os resultados obtidos depois de realizadas as análises físico-químicas nos subprodutos e na farinha de uva produzida são transcritos a partir da Tabela 12.

Tabela 12 - Caracterização físico-química dos subprodutos utilizados e da farinha de uva obtida a partir da melhor condição proposta.

Análises físico-químicas	Bagaço de uva <i>in natura</i> (%)*	Farinhade uva 70°C e 1m/s (%)*	Farelo de Arroz*
Umidade	63,61±2,07	6,31±0,08	9,39±0,17
Proteínas	6,28±2,04	13,13±0,91	13,69±1,47
Cinzas	5,06±0,26	10,09±0,35	9,60±0,33
Lipídeos	1,87±0,02	5,87±0,20	21,43±0,56
Carboidratos	4,81±1,02	29,28±0,60	38,18±0,57
Fibras	18,37±1,87	35,41±1,54	8,64±1,21

*Valores médios ± desvio médio (triplicata)

Todos os resultados obtidos nas análises do bagaço de uva *in natura* estão próximos dos obtidos por Bambi *et al.* (2010), que estudou a uva Japão e encontrou 54,08% de umidade, 2,16% de cinzas, 3,47% de proteínas, 1,42% de lipídeos, 6,89% de carboidratos (açucares não redutores) e 12,56% de fibra bruta alimentar. A contradição nos valores pode ser constatada devido à variedade do fruto.

São notáveis as diferenças obtidas nas análises físico-químicas do BU e FBU. Comparando os resultados da Tabela 12, nota-se uma concentração dos nutrientes na farinha de uva, uma vez que esta passou pela operação de secagem, ou seja, o teor de água encontrado

no bagaço foi retirado significativamente, de forma que os outros valores obtiveram um acréscimo.

A legislação brasileira (BRASIL, 2005) estabelece o valor máximo para farinhas de origem vegetal de 15%, em base úmida. Não há uma legislação específica para farinha de uva, por isso esta foi levada em consideração. O teor obtido após a secagem do bagaço foi inferior ao estabelecido, desta forma a farinha se encontra dentro dos padrões estabelecidos, referente ao conteúdo de umidade.

Em comparação com estudos semelhantes, Ferreira (2010), Oliveira *et al.*(2009) e Bambi *et al.* (2010), obtiveram valores de umidade para farinha do bagaço de uva de 6,80, 7,50 e 19,08%, respectivamente, sendo estes valores acima do apresentado neste trabalho. O que pode ter influenciado este resultado foi o cultivar, variedade da fruta, condições climáticas e principalmente pelo equipamento de secagem utilizado para obtenção desta farinha, além dos fatores extrínsecos como temperatura e velocidade do ar, uma vez que os trabalhos citados acima não utilizaram planejamento experimental para verificar a melhor condição de secagem.

O conteúdo de proteínas da FBU do presente trabalho, foi de 13,13%, valor superior ao obtido por Oliveira *et al.* (2009) e Bambi *et al.* (2010), 6,75 e 5,73%, respectivamente e próximo ao apresentado no trabalho de Ferreira (2010) que verificou 14,65%. Valores estes devido a elaboração de vinho ou suco de uva, no qual a etapa de prensagem se torna crucial para o teor de proteínas, pois quando submetida a grande intensidade de força pode acarretar na diminuição do teor de proteínas no bagaço, além de muitas proteínas precipitarem com os taninos, principalmente na elaboração de vinho tinto, o que facilmente ocorre com a uva em estudo devido ser a variedade *Vitis Viníferas* (JACKSON, 2008).

O conteúdo de cinzas foi de 10,09%, valor quase cinco vezes superior aos obtidos nos trabalhos de Favarin *et al.* (2012) e Oliveira *et al.*, (2009) que obtiveram 2,03% e 2,67%, respectivamente e o dobro que o do trabalho de Bambi *et al.* (2010) que obteve 4,48%. A diferença entre os valores encontrados pode ser justificada através do tratamento no plantio da uva, pois o cultivo de uvas destinadas a elaboração de vinhos finos necessita de um solo rico em minerais, que facilita concentração do conteúdo mineral na casca que por sua vez possui uma maior representatividade do que o conteúdo de sementes. O estudo de Ferreira (2010) evidencia tal fato uma vez que os resultados obtidos têm 7,36% de conteúdo mineral da farinha de bagaço enquanto que o conteúdo da casca e semente apresentam 9,87 e 4,63% respectivamente.

O teor de lipídeos encontrado para FBU foi de 5,87%. Oliveira *et al.* (2009) e Favarin *et al.* (2012) encontraram valores próximos ao obtidos neste trabalho, 5,35 e 8,55% respectivamente. O teor de lipídeos encontrados na FBU pode estar relacionado com a quantidade de semente que o bagaço possui isto porque a semente representa 15% do bagaço de uva sólido e contém de 14 a 17% de óleo que pode variar de acordo com a variedade de uva, sendo de grande interesse devido a alta concentração de gorduras insaturadas (ácido linoleico e oleico). Ferreira (2010) ilustra bem a influência das sementes no teor de lipídeos, no qual foram encontrados 7,25% para o bagaço de uva, enquanto na fração casca e fração semente foram encontrados 4,87 e 13,63%, respectivamente.

Os carboidratos citados correspondem, teoricamente, aos carboidratos não estruturais (conteúdo celular), ou seja, amido, açúcares e pectinas que são indicativos de valor energético dos alimentos. O valor encontrado no presente trabalho foi 29,28%, semelhante ao encontrado por Bambi *et al.* (2010) e Faravin *et al.* (2012), 26,17 e 27,4% respectivamente. Estes valores podem ser justificados devido ao conteúdo de açúcares na uva variarem de 15-30%, relacionado com o estágio de maturação com que os frutos são colhidos, clima, solo, tratos culturais e principalmente a relação de glicose e frutose na fruta que estão diretamente ligados ao teor de extrato não nitrogenado.

O conteúdo de fibra bruta alimentar identifica celulose, hemicelulose e lignina, assim, o valor de fibra bruta encontrado (35,41%) foi semelhante ao obtido no trabalho pesquisado por Baumgärtel *et al.* (2007), para caracterização físico-química da farinha do bagaço de uva, que encontrou 31,2%. O valor obtido por Ferreira (2010), 21,89%, Bambi *et al.* (2010), 25,62% é inferior que o obtido no presente trabalho. A divergência de valores para o teor de fibras é explicado devido esta fração representar apenas uma parcelada fibras insolúveis, este valor está subestimado para o teor de fibras alimentares.

O farelo de arroz representa aproximadamente 8% do beneficiamento do grão, sendo uma das partes mais nutritivas do grão. O farelo de arroz é formado pelo farelo propriamente dito, pelo germe e pela camada de aleurona, o que explica o seu alto valor nutritivo, o que pode ser observado na Tabela 12. O teor de umidade do farelo de arroz encontrado no trabalho foi 9,39%, próximo aos estimados por Bortolini (2010) que foi 10,81% e por Silva *et al.* (2006) que foi 9,96%. Como não existe uma legislação propriamente para o farelo de arroz, pode tomar-se como base os valores da legislação vigente para arroz parboilizado que estipula um limite máximo de umidade 14% (b.u). As diferenças de umidade nos grãos de arroz podem ser influenciadas principalmente pelo processo de secagem, acondicionamento e

armazenamento dos grãos. O teor de umidade, composição do grão, temperatura e umidade do ambiente podem propiciar a vaporização da água presente no alimento para o ambiente, objetivando o alcance da umidade de equilíbrio (FELLOWS, 2006).

O teor de água do alimento possibilita um importante aspecto para a conservação da qualidade do mesmo, isto porque a umidade pode influenciar a composição química e o desenvolvimento de micro-organismos.

O teor de proteína do farelo de arroz encontrado no presente trabalho foi 13,69%. Lacerda (2010) em seu trabalho fez uma comparação entre farelo de arroz cru (FAC), farelo de arroz extrusado (FAE) e farelo de arroz parboilizado (FAP) e encontrou valores superior ao deste trabalho para o FAP 17,17%, uma explicação plausível para esta diferença é em relação a operação de secagem, pois realiza uma concentração no produto realizando um aumento que deve ser proporcional dos demais componentes do farelo. Isso ocorre durante a gelatinização do arroz parboilizado, nas etapas de encharcamento e vaporização, onde qualquer fissura da cariopse é soldada e desaparece. O conteúdo de proteína encontrado por Silva *et al.* (2006) foi de 12,72% para o FAP, resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

O conteúdo de cinzas do farelo de arroz foi de 9,60%. As cinzas de um alimento são os resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica e é transformada em CO₂, H₂O, e NO₂. O teor de cinzas encontrado por Bortolini (2010) foi de 4,09%. Lacerda *et al.* (2010) encontrou 7,01% de cinzas para o FAP, sendo o menor valor em comparação com outros tipo de farelo como FAC (7,76%) e FAE (7,63%). Fato esse ocorrido porque na etapa de encharcamento, o qual o arroz parboilizado é submetido, a água penetra nos grânulos de amido presentes no endosperma formando hidratos, através de pontes de hidrogênio. O objetivo é obter certo grau de intumescimento, através da absorção de água pelo grão, assim as vitaminas e sais minerais hidrossolúveis podem migrar das camadas externas do grão (casca e farelo), para o endosperma ou para a água de imersão, aumentando o teor de minerais no grão de arroz parboilizado à medida que o grão absorve a água e diminuindo as quantidades presentes na casca e no farelo, o que pode justificar o menor teor de cinzas encontrado no FAP.

O teor de lipídeos do farelo de arroz foi de 21,43%, valor esse coerente com o encontrado por Lacerda (2010) e por Nitzke & Biedrzvcki (2006), que obtiveram valor na faixa de 10,0 a 23,0% e 15,0 a 19,7%, respectivamente. Variação destes resultados no teor lipídico ocorre devido ao beneficiamento do arroz, isto porque no arroz o conteúdo lipídico

varia 1,6 a 2,8%, logo, mais de 80% do conteúdo total de lipídios do arroz estão localizados no farelo, o qual é retirado durante o polimento e o descascamento (CHAGAS, 2007). O arroz parboilizado por receber um processamento térmico de gelatinização, obtém uma melhor estabilidade exercendo um possível efeito inibidor sobre a contaminação de micotoxinas, fazendo com que não ocorra a decomposição dos triacilgliceróis e à consequente geração de ácidos graxos livres, que afetam o conteúdo lipídico (PESTENA, 2008).

Os carboidratos presentes no farelo de arroz são representados por hemicelulose, celulose, amido e β -glicana (MALEKIAN *et al.* 2000). Com isso o valor encontrado no presente trabalho (38,18%) está de acordo com os valores obtidos por Nitzke & Biedrzvcki (2006) 34-62%. Já em comparação com Lacerda *et al.* (2010) os resultados próximos encontrados foram do FAC (40,08%) e FAE (38,84%), o FAP obteve um valor bem abaixo (5,73%). A justificativa de Lacerda *et al.* (2010) para esse valor do FAP é em decorrência da técnica de gelatinização e segunda secagem aplicada apenas no beneficiamento do arroz parboilizado, uma vez que a demora entre uma etapa e outra resulta na proliferação de microrganismos e queda de qualidade do grão, o que afetam diretamente o teor de amido do grão.

O FAP apresentou de 8,64% de fibra bruta alimentar. Foi observada a coerência com os valores obtidos por Nitzke & Biedrzvcki (2006) que apresentaram uma média de 7,0 a 11,4%. Já no trabalho de Lacerda *et al.* (2010) o valor encontrado foi de 34,06% para FAP, de acordo com o autor, este valor encontrado foi devido à característica compacta e vítrea, é mais resistente à quebra e abrasão, possuindo, portanto, menor possibilidade de contaminação do farelo com endosperma. O grau de processamento do arroz e fatores associados à variedade genética, condições ambientais e à própria constituição do grão também influenciam, de forma significativa, na composição nutricional do farelo de arroz, uma vez que a fibra do farelo varia de acordo com o grau de polimento ou conteúdo de amido proveniente do endosperma (SANTOS *et al.* 2006).

5.3.2 Potencial hidrogeniônico (pH) e acidez

O pH do bagaço de uva, da farinha do bagaço de uva e do farelo de arroz foi de 3,64, 3,84 e 6,25 respectivamente, valores estes (referente a uva) já esperados visto que normalmente o pH das uvas está em torno de 3,50 (PERIN & SCHOTT, 2011), resultando subprodutos com valores semelhantes de pH. Em estudos similares, Perin & Schott (2011) encontraram o valor de pH igual a 3,83 para farinha de uva e Mota *et al.* (2009) analisando o

bagaço de uva encontrou 3,50. O pH do farelo de arroz também encontra-se próximo ao encontrado por Feddern *et al.*, (2007) que obtiveram 6,5 para FAC e 5,8 para FAP.

Em relação à acidez, o valor encontrado no trabalho em estudo para farinha de uva foi 7,76% de acidez total, obtendo valores semelhantes ao do trabalho desenvolvido por Perin & Schott (2011) que encontraram 5,80%, onde ambos os valores ficaram dentro da legislação que dita valores próximos a 8% (BRASIL, 2005). Já para o bagaço de uva Mota *et al.*(2009) em análise de seis diferentes variedades de uva para produção de vinhos finos obteve uma média de acidez de 1,03%, enquanto o presente trabalho obteve 0,98%. A acidez do farelo do presente trabalho foi de 1,04% ficando abaixo dos valores obtidos por Feddern *et al.*, (2007) que obtiveram 2,1% para o farelo de arroz.

É possível observar uma relação entre acidez total e o pH para os resultados encontrados para BU, isso porque durante o estágio de maturação, o pH aumenta enquanto a acidez total decresce, em decorrência principalmente da redução do ácido málico. Logo, o valor do pH é dependente tanto da acidez total, como das concentrações relativas de ácidos málico, tartárico e do grau de formação de sais ácidos, que, por sua vez, dependem do conteúdo de minerais na baga (ESTEBAN *et al.* 2002). No farelo de arroz ocorre a degradação dos lipídios e a elevação da acidez decorrente da presença da enzima lipase, por isso esta deve ser inativada rapidamente para tornar o farelo estável e adequado para consumo, fato consumado pela parboilização.

5.3.3 Atividade antioxidante

Os resultados obtidos das análises do BU, FBU e FAP foram 9,219, 12,3535 e 35,101mg TEAC.g⁻¹, respectivamente, medidos após 24h de reação (correspondentes a 3065,12, 2788,54 e 8127,98 µMol TEAC.g⁻¹, respectivamente). Estes valores diferiram dos encontrados na literatura, uma vez que Cataneo *et al.*, (2008) encontraram 463,46 µMol TEAC.g⁻¹ para o extrato do resíduo de uva *Pinot Gris* sem tratamento e medidos em 7 min de reação. A diferença observada nos valores ocorreu devido a diversos fatores, como o tempo desde a obtenção do extrato até a leitura da absorbância, no qual no presente trabalho a leitura ocorreu após 24h de descanso da amostra em ambiente escuro. Esta hipótese foi confirmada por Kuskoski *et al.*, (2005) que fizeram uma comparação de tempo de leitura da absorbância com 30 e 60min na metodologia do DPPH para polpa de frutas, observando na leitura em 60min um aumento de até 50% na atividade antioxidante em algumas polpas de frutas. A polpa de uva teve um aumento de 21% em relação à primeira leitura feita em 30 minutos. No presente trabalho não houve esta comparação de valores devido ao tempo de intervalo entre

cada leitura, uma vez que os resultados foram obtidos levando em consideração apenas a leitura realizada após o período de 24h, de acordo com a metodologia apresentada no item 4.4.6

Outro fator que pode ter interferido no resultado final foi o solvente utilizado. Na literatura são encontrados em muitos trabalhos que utilizam diferentes solventes para obtenção do extrato, como os solventes aquosos ou alcoólicos. Rockenbach *et al.*; (2008) concluiu em seu trabalho que os resultados obtidos demonstraram que o sistema solvente utilizado na extração do bagaço de uva influencia diretamente os conteúdos de fenólicos totais, antocianinas e atividade antioxidante dos extratos, pois pesquisaram a atividade do bagaço de uva utilizando diferentes solventes para extração (etanol e acetona a 0, 30, 50, 70 e 100% (v/v), acidificados com HCl a 0,1% e água).

Conforme Alonso *et al.*, (2002), a recuperação de compostos antioxidantes dos resíduos da indústria de vinho pode representar um avanço significativo na manutenção do equilíbrio do meio ambiente, visto que nas vinícolas as grandes quantidades de resíduos gerados apresentam sérios problemas de armazenamento, de transformação ou de eliminação, em termos ecológicos e econômicos. Esta situação explica o interesse crescente em se explorar os subprodutos da vinificação.

A literatura cita o farelo de arroz como um potencial antioxidante, por exemplo, na concentração de 50mg de farelo, o extrato apresentou atividade antioxidante de 81,4%, quando comparado ao padrão de quercetina. Por possuir alguns antioxidantes, o farelo de arroz pode agir, retirando impurezas do organismo, tais como fitoquímicos que tem a capacidade de prevenir a oxidação e deterioração, podendo ser benéfico na prevenção de doenças cardiovasculares e câncer. Além disso, por possuir a habilidade de limpar, o radical livre pode prevenir a deterioração de lipídeos, com isso, sendo benéfico seu uso pela indústria de alimentos (DAL MORO *et al.*, 2004).

5.3.4 Índice de absorção de água (IAA) e Índice de solubilidade em água (ISA)

O IAA e o ISA da farinha do bagaço de uva e do farelo de arroz foram obtidos através da metodologia descrito no item 4.4.7 e seus resultados obtidos através das Equações 17 e 18. Esses estudos são muito utilizados em farinhas para ter um conhecimento sobre as propriedades de hidratação, as quais descrevem como as macromoléculas, fibras, proteínas e carboidratos, se combinam com a água (CHOU & MORR,1979).

Tabela 13 - Resultados de IAA e ISA dos subprodutos

Análises	FBU	FAP
IAA (g.g ⁻¹)	1,58	1,87
ISA (%)	13,07	5,48

*Valores médios (b.u) ± desvio médio (triplicata)

O IAA está relacionado à capacidade de absorção e retenção de água pelos constituintes da matéria-prima. Nesse trabalho, os baixos valores vistos na Tabela 13 tanto da FBU quanto do FAP pode ser justificado devido a baixa umidade das matérias-primas o que dificulta a interação entre o amido e a água que governam a estrutura da fase sólida no processamento de extrusão do amido (GOMEZ & AGUILERA, 1983).

O ISA é um parâmetro que reflete a degradação sofrida pelos constituintes da fibra, ou seja, o somatório dos efeitos de gelatinização, dextrinização e, conseqüentemente, a solubilização (GUTKOSKY, 1997). O valor diferenciado entre os subprodutos pode ser explicado pelo maior teor de umidade do farelo de arroz e também pela exposição a um tratamento térmico mais brando, a gelatinização, que resulta na liberação da amilose e amilopectina de seus grânulos.

Esses baixos valores sugerem que a água se liga fracamente com a FBU e o FAP. O IAA e o ISA podem ser aumentados com o aquecimento de uma suspensão de farinha, uma vez que o fornecimento de energia poderá causar uma quebra das ligações intermoleculares da farinha e expor suas hidroxilas, que acarretará na uma ligação com a água mais facilmente.

5.4 Análise microbiológica do biscoito *cookie*

Nos biscoitos elaborados foram pesquisados os micro-organismos recomendados na RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Na Tabela 14 encontram-se os resultados da análise microbiológica realizada nas quatro formulações do biscoito tipo *cookie* elaborado (F0, F1, F2, F3).

Tabela14 - Análise microbiológica do biscoito tipo *cookie* das quatro formulações em comparação com padrão microbiológico

Patógenos	F0	F1	F2	F3	Padrão microbiológico*
Coliformes a 45°C NMP/g	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	<3,0 NMP/g	10 NMP/g (máximo)
Estafilococos coagulase + UFC/g	<1,0x10 ² UFC/g	<1,0x10 ² UFC/g	<2,0x10 ² UFC/g	<1,0x10 ² UFC/g	5x10 ² UFC/g
Salmonella sp/25g	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

*(Brasil, 2001)

Conforme podem ser observado na Tabela 14, todos os micro-organismos analisados apresentaram teores inferiores ao estabelecido pela resolução em vigor, permitindo a elaboração e o consumo deste biscoito. Possivelmente, os resultados encontrados para os parâmetros microbiológicos foram determinados por dois fatores, a elaboração dos biscoitos não apresenta condições favoráveis para o crescimento microbiano e as condições higiênico-sanitárias de manipulação foram satisfatórias.

Uma das razões de os valores encontrados estarem dentro do estabelecido pela legislação é o baixo valor do pH da FBU (3,46), pois valores baixos de pH, dificulta a proliferação de patógenos, garantindo assim a estabilidade do produto. Desta forma, os biscoitos não são considerados alimentos de risco para a proliferação. Além dos cuidados tomados durante a elaboração do biscoito, como a utilização de recipientes limpos, uso de luvas, toucas e máscaras.

5.5 Análise sensorial

Dos 30 provadores que realizaram a análise sensorial na Universidade Federal do Pampa (campus Bagé), 56,6% eram mulheres e 43,4% homens. Em relação à idade dos mesmos, 76% deles possui idade entre 18 e 25 anos, e o restante com idade superior a 25 anos.

Os provadores receberam uma amostra de cada biscoito elaborado de acordo com as formulações descritas na Tabela 6. A Figura 18 apresenta os biscoitos *cookie* prontos para consumo.

Figura 18 - Aspecto visual dos biscoitos elaborados com diferentes formulações



Fonte: AUTORES, 2013

(a) F0 (amostra controle); (b) F1(substituição de 10% FBU e 10% do FAP); (c) F2 (substituição de 5% FBU e 10% do FAP) e (d) F3 (substituição de 10% FBU e 5% do FAP).

Os resultados obtidos pela análise sensorial foram comparados com a formulação F0 e são apresentados na Tabela 15 para o teste de aceitação e Figura 19 para teste de ordenação de preferência.

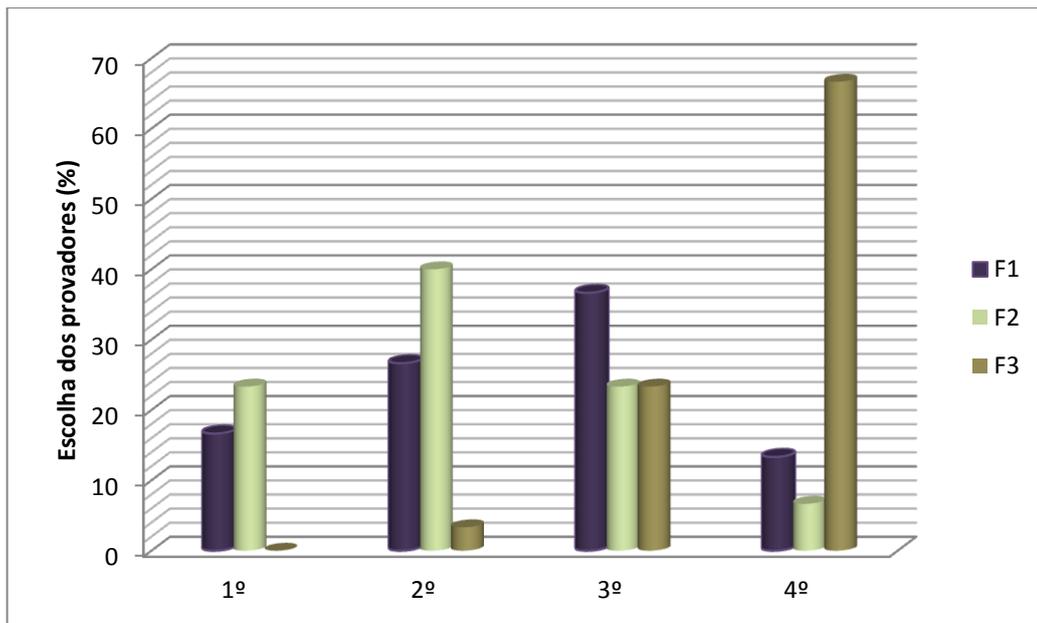
A Tabela 15 apresenta os resultados referentes ao teste de aceitação com uso da escala hedônica, com a avaliação feita pelos julgadores na forma de valores em porcentagem, em que o valor apresentado indica a quantidade de julgadores que marcou determinada avaliação, em um número total de 30 provadores representando 100%.

Tabela 15 - Resultado do Teste de Aceitação com uso da escala hedônica

Avaliações	Gostei extremamente	Gostei muito	Gostei moderadamente	Gostei indiferente	Desgostei moderadamente	Desgostei muito
F1	10%	17%	26,6%	10%	26,66%	-
F2	10%	17%	27%	33,3%	3,33%	3,33%
F3	-	3,3%	10%	23,3%	30%	20%

Já os resultados do teste de ordenação de preferência estão apresentados na forma de gráfico (Figura 19), onde está relacionada, no eixo da abscissa a colocação da preferência do julgado por determinada formulação (1º, 2º ou 3º) e no eixo da ordenada a porcentagem correspondente à quantidade de julgadores que escolheu determinada colocação.

Figura 19 - Resultados referentes ao Teste de Ordenação de Preferência



As fichas da análise sensorial disponibilizadas para os julgadores continham um campo destinado a comentários e alguns julgadores escreveram comentários pertinentes a sua avaliação. Relataram o sabor forte, tostado e amargo do biscoito com código 115, referente à F3, que continha 10% de FBU e 5% de FAP. O sabor de “queimado” pode ser explicado pelo fato desta formulação ter permanecido um pouco mais de tempo de cocção, uma forma de mudar sua coloração, pois devido à concentração de farinha de uva que continha este biscoito, tornou-o levemente esverdeado após o cozimento por curto período, necessitando de maior tempo para adquirir uma coloração mais escura.

Outros comentários realizados foram em relação à ótima textura apresentada pelo biscoito de código 215, referente à F2 (10% de FAP e 5% de FBU) e também que apresentava maior teor de açúcar que os demais, o que não foi pertinente, pois as formulações continham o mesmo percentual de insumos, exceto pela diferença nas substituições da farinha de trigo. Em relação às formulações que obtiveram maior rejeição, F1 e F3 (maior teor de FBU), estas apresentavam um índice mais elevado de acidez que pode ter ocasionado sabor residual

amargo no produto, além da sua coloração ser mais escura pode ter influenciado no julgamento dos provadores devido não estar compatível com a amostra base (F0).

De acordo com os resultados obtidos na análise sensorial, o biscoito *cookie* que apresentou os maiores percentuais de aceitação, nos dois testes realizados, foi o biscoito elaborado a partir da F2 (substituição de 10% de FAP e 5% de FBU). Fato este que levou a realização da caracterização físico-química deste biscoito, para avaliar o quanto este biscoito se tornou rico em nutrientes.

5.6 Análise físico-química do biscoito *cookie* com maior aceitação

As análises físico-químicas foram realizadas a partir do biscoito de maior aceitação obtido através da análise sensorial (F2). Estes resultados estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Análises físico-químicas da formulação mais aceita (F2)

Análises físico-químicas	Biscoito <i>cookie</i> (F2) (%)
Umidade	5,12±1,07
Proteínas	5,15±1,34
Cinzas	1,83±0,33
Lipídeos	16,65±0,12
Carboidratos	42,82±1,07
Fibras	28,42±1,55

*Valores médios (b.u) ± erro padrão (triplicata)

Os resultados mostram que os biscoitos acrescidos de 10% de FAP e 5% FBU continuam evidenciando a principal característica destas matérias-primas que é seu elevado teor de fibras.

O conteúdo de umidade encontrado neste biscoito (5,12%) está próximo ao encontrado Jaekel *et al.*, (2006) que obteve 5,2% na elaboração do biscoito tipo *cookie* com grãos de soja. Ambos os valores estão de acordo com estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 1978) para biscoitos, os quais devem apresentar um máximo de 14g de umidade/100g produto. Os diversos biscoitos que são comercializados, como os de maisena, recheados, wafer, salgados e *cookies* possuem umidade de 1 a 8,43g/100 g.

De acordo com a Portaria nº 27, de 13 e janeiro de 1998, da ANVISA, para o produto ser considerado fonte de proteínas, o mesmo deve conter 10% da IDR (Ingestão Diária Recomendada)/100g de produto, que corresponde a 5g de proteínas (para adultos) para 100g de produto. Através da Tabela 16, observa-se o valor de 5,15g/100g do biscoito, corroborando para este biscoito *cookie* ser classificado como fonte de proteínas.

Segundo a mesma resolução, para um produto ser classificado como fonte de fibras, deve apresentar, no mínimo, 3g de fibras/100g de produto. O valor encontrado de 28,42g/100g, está bem acima do exigido pela legislação. Dessa forma, o biscoito *cookie* elaborado pode ser considerado uma excelente fonte de fibras, devido à presença dos subprodutos adicionados, principalmente o FAP, uma vez que é o subproduto que apresenta este conteúdo em maior porcentagem, de acordo com a Tabela 12.

Este biscoito apresenta teor de cinzas de 1,83g/100g, estando de acordo com o estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 1978) para biscoitos que estipula máximo 3% do conteúdo de cinzas.

O teor de lipídeos encontrado nesse biscoito *cookie* foi de 16,65g/100g. Através de uma comparação visual com algumas tabelas nutricionais de biscoito do mesmo gênero, o teor encontrado nesses biscoitos comerciais varia de 15 a 25g/100g. Valores esses obtidos devido a elevada quantidade de manteiga utilizada na formulação, além do fato de o biscoito *cookie* escolhido ter maior percentual de FAP, que entre os subprodutos contém maior conteúdo de lipídeos, como está apresentado na Tabela 12.

Já o conteúdo de carboidratos foi de 42,82%, mostrando-se próximo ao valor encontrado por Jaekel *et al.*, (2006) que obteve 49,1% na elaboração do biscoito tipo *cookie* com grãos de soja torrados e triturados. Valores estes que podem ser considerados instáveis, uma vez que este procedimento é realizado pela diferença do somatório das outras análises

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 Considerações finais

De acordo com os resultados finais obtidos neste trabalho, constatou-se a viabilidade técnica da implementação dos subprodutos utilizados para elaboração do biscoito *cookie*, uma vez que é um produto com alto valor nutricional podendo ser consumido sem riscos a saúde.

O fator temperatura influenciou a resposta umidade final, tendo efeito negativo sobre a resposta, ou seja, com o aumento da temperatura reduziu o teor de umidade. Dessa forma, a melhor condição de secagem para obter o teor de umidade adequado para farinhas foi a temperatura de 70°C e velocidade do ar de secagem de 1m/s.

A cinética de secagem do bagaço de uva na melhor condição proposta apresentou dois períodos distintos, o primeiro com duração de 40min determinado como período de taxa constante, seguido da taxa decrescente que se estendeu até o final da secagem, obtendo umidade final média de $6,31 \pm 0,08$ (b.u). O modelo de Henderson & Pabis foi escolhido para a estimativa da difusividade efetiva (D_{ef}), devido a este modelo apresentar maior significado físico na estimativa deste parâmetro. O valor de D_{ef} para o bagaço de uva foi de $5,477 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, na temperatura de 70°C.

A partir dos resultados apresentados, o modelo de GAB foi o mais apropriado para o ajuste dos dados das isotermas de equilíbrio com coeficientes de determinação maiores que 0,97 e $RQEM > 10^{-4}$. Os valores da umidade de monocamada (X_m) foram de 0,053, 0,041 e 0,024 $\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (b.s) para as temperaturas de 50, 60 e 70°C, respectivamente.

A caracterização físico-química dos subprodutos e da FBU, apresentou elevados teores de fibras, corroborando com o que a literatura nos apresenta em relação ao alto teor de fibras presente nestes subprodutos.

Foram elaboradas três formulações alterando o teor de subprodutos adicionados em substituição a farinha de trigo, F1 (substituição de 10% FBU e 10% do FAP), F2 (substituição de 5% FBU e 10% do FAP) e F3 (substituição de 10% FBU e 5% do FAP).

Os resultados da análise microbiológica realizada nas três formulações estão dentro da legislação vigente (RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001) para biscoito tipo *cookie*, permitindo assim o consumo sem oferecer riscos à saúde.

O *cookie* com adição de 10% de FAP e 5% de FBU foi o mais aceito na análise sensorial e sua caracterização físico-química demonstra que este biscoito é considerado fonte de fibras e proteínas.

Portanto, este trabalho possibilitou a elaboração da farinha do bagaço de uva e do biscoito *cookie* enriquecido nutricionalmente, além de ter gerado uma alternativa de destinação dos resíduos gerados nas indústrias vitivinícola e arrozeira, agregando valor a estes subprodutos.

6.2 Sugestões para trabalhos futuros

No decorrer deste trabalho inúmeros questionamentos surgiram, os quais poderiam ser investigados como uma extensão do estudo desenvolvido. Devido a gama de fenômenos e análises desenvolvidas com os subprodutos ao longo do trabalho, algumas sugestões foram listadas para a possibilidade de serem realizados estudos futuros.

- Validação do modelo matemático reduzido;
- Formulação do biscoito com outras concentrações;
- Análise das antocianinas da farinha do bagaço de uva;
- Verificação da digestibilidade *in vitro* do produto final;
- Isotherma de adsorção do produto final;
- Composição do conteúdo mineral do bagaço de uva, farinha, farelo de arroz e produto final.

PUBLICAÇÃO ACADÊMICA A PARTIR DOS RESULTADOS DO TCC

OLIVEIRA, L. C., OLIVEIRA, E. G. **Elaboração de farinha de uva a partir de subprodutos da indústria vitivinífera** In: **24° Salão de Iniciação Científica**, 2012, Porto Alegre. 24° Salão de Iniciação Científica - UFRGS, 2012.

DEAMICI, K. M., OLIVEIRA, E. G., OLIVEIRA, L. C. **Influência na temperatura de secagem nos subprodutos da indústria vinícola para produção de farinha alimentícia** In: **IV Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, 2012, Bagé. IV Salão Internacional de pesquisa, ensino e Extensão -SIEPE- UNIPAMPA, 2012.

DEAMICI, K. M., OLIVEIRA, E. G., OLIVEIRA, L. C. **Secagem do bagaço de uva Tannat: avaliação da isoterma de desorção e cinética de secagem** In: **XXIV Salão de Iniciação Científica**, 2012, Porto Alegre. XXIV Salão de Iniciação Científica-SIC- UFRGS, 2012.

DEAMICI, K. M., OLIVEIRA, E. G., OLIVEIRA, L. C. **Planejamento experimental da secagem de uva Tannat: Avaliação da atividade antioxidante** In: **11° Amostra de Produção Universitária**, 2012, Rio Grande. 11° Amostra de produção Universitária- MPU-FURG, 2012.

OLIVEIRA, L. C., DEAMICI, K. M., OLIVEIRA, E. G. **Secagem de bagaço de Uva Tannat fermentado: Avaliação da cinética de secagem para produção de farinha** In: **Congresso de Iniciação Científica - CIC UFPEL**, 2012, Pelotas. 21° Congresso de Iniciação Científica. , 2012.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOISSA, G. W. **Arroz: Farelo e Óleo de Arroz**. São Paulo – SP, 2005. Disponível em: <www.aboissa.com.br/arroz/index.htm> Acesso em: 16 jun. de 2012.

ABUD, A. K. S.; SANTOS, M. N.; SILVA, R. P. **Obtenção da Farinha da Semente da Jaca: Estudo de sua Viabilidade em Substituição à Farinha de Trigo**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura. Salvador – BA, Anais. Jaboticabal: SBF. v.3, p.1069-1069, 1994.

ALENCAR, M. L. C. B.; ALVARENGA, M. G. **Farelo de Arroz: Composição Química e seu Potencial como Alimento**. Arquivo. Biol. Tecnol, n.34, p.95-108, 1991.

ALMEIDA, C. A.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A.; SILVA, F. L. H. **Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola**. Revista de biologia e ciências da terra. v.6, n 1., p 145-151, 2006

ALMEIDA, F. A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de J. E.; VILLAMIL, J. M. P.; SILVA, M. M. **Secagem natural e artificial de vagens de algaroba**. Revista Brasileira de Armazenamento. Viçosa – MG, v.27, n.1, p.48–57, 2002.

ALONSO, A. M.; GUILLEN, D. A.; BARROSO, C. G.; PUERTAS, B.; GARCIA, A. **Determination of antioxidant activity of wine byproducts and its correlation with polyphenolic content**. Journal of Agricultural and Food Chemistry. v.50, n.21, p.5832-5836, 2002.

AMATO, G. W. **Farelo do Arroz: uma nova visão**. Porto Alegre: Centro de Excelência do arroz – IRGA, 2006. Disponível em:<www.irga.rs.gov.br/index.php?action=artigo_detalle&id=28>. Acesso em: 16 de jun. de 2012.

ANSEMI, RENATO. **Redução do custo, negociação da dívida e comercialização na bolsa de mercadorias estão na pauta do setor de arroz**. Porto Alegre – RS, 2011. Disponível em:<<http://www.panoramarural.com.br/popimprime.aspx?id=2644>>. Acesso em: 20 maio de 2012.

ARAÚJO, J. **Como fazer farinha de uva**. São Paulo – SP, 2010, disponível em: <<http://blog.jarioaraujo.com/2010/nutricao/143/como-fazer-farinha-de-uva/>>. Acesso em: 17 de abril de 2012.

ARIAHU, C. C., KAZE, S. A., ACHEM, C. D. **Moisture sorption characteristics of tropical fresh water crayfish (*Procambarus clarkii*)**. Journal of Food Engineering, v.75, p.355-363, 2006.

ASSIS, L.M. **Efeitos da parboilização do arroz sobre características nutricionais e tecnológicas de farinhas mistas ternárias com trigo e soja**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial p. 78, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, D.C., 1995.

BAMBI, M.; BICUDO, M. O. P.; FONTOURA, P. S. G.; RIBANI, R. H. **Composição centesimal do fruto, extrato concentrado e da farinha da uva-do-japão**. *Ciência Rural*, v.40, n.11, 2010.

BAUMGÄRTEL, T.; KLUTH, H.; EPPERLEIN, K.; RODEHUTSCORD, M.A. Note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. **Small Ruminant Research**, v.67, p.302-306, 2007.

BIZOT, H. **Using the GAB model to construct sorption isotherms**. In: Jowitt *et al.* (ed), *Physical properties of foods*. p.43, 1983.

BORTOLINI, VERA MARIA DE SOUZA. **Determinação da composição centesimal do arroz parboilizado (oriza sativa) e seu subproduto**. 8ª Jornada de pós – graduação e pesquisa – Educação e sustentabilidade. Urcamp – Bagé – RS, 2010.

BRAND, W; CUVELIER, M. E.; BERSER, C. **Use of a Free Radical Method to evaluate Antioxidant**. *Activity Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, v. 28, p.25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – CNNPA nº 12, de janeiro de 1978 – **Farinhas**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_farinhas.htm>. Acesso em: 1º de nov. 2012.

BRASIL. Agência Nacional de vigilância Sanitária – Anvisa. Decreto-lei nº 263, de 22 de setembro de 2005 – **Legislação Específica para alimentos, Biscoitos e Bolachas**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/decreto_lei/263_05.htm>. Acesso em: 1º de abr. de 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001 – **Regulamento Técnico para Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Disponível em: <<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144>>. Acesso em: 1º de nov. 2012.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Embrapa Uva e Vinho - Novos cultivares brasileiras de uva**. Editora Embrapa, 1ª ed. Bento Gonçalves – RS, p.11-41, 2010.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Documento 306 - Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos**, Pelotas – RS, p.47-51, 2010.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Dados da vitivinicultura** Bento Gonçalves – RS, 2010. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br>>. Acesso em: 15 de mar. de 2012.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. In: **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. Análise sensorial**. 4 ed. p. 279-320. Brasília, 2005.

BRASIL. Instituto Brasileiro do Vinho - IBRAVIN. **Uvas e vinhos**. Bento Gonçalves – RS, 2010. Disponível em <<http://www.ibravin.org.br/brasilvitivinicola.php>> Acesso em: 15 de jul. de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. Instrução Normativa nº 6 de 16/02/2009. **Regulamento Técnico do Arroz**. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/ArrozInstrucaoNormativa06_09.pdf>. Acesso em 20 jul. de 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. Portaria nº 269, de 17 de novembro de 1988. **Aprova a norma de identidade qualidade, embalagem e apresentação do arroz**. Brasília, 22 de novembro de 1988. Seção 1, p 22531-22535.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento-MAPA. **Brasil-Projeções do Agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília, 2012. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>. Acesso em: 19 jul. de 2012.

BROD, F. P. R., ALONSO, L. F. T. e PARK, K. J. **Secagem de Produtos Agrícolas**. Rio de Janeiro – RJ, 1999.

BROOKER, D. B.; BAKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and Storage of Grains and Oilseeds**. New York: AVI Book, p. 450, 1992.

CATANEO, C.B.; CALIAN, V.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R. **Atividade antioxidante e conteúdo fenólico do resíduo agroindustrial da produção de vinho**. Ciência de Alimentos. V.29, n.1, p.93-102. 2008.

CHAGAS, C. D. **Arroz: importância socio-econômica e nutricional**. Pelotas – RS, 2007.

CHOU, D. H.; MORR, C. V. **Protein-water interactions and functional properties**. Journal of the American Oil Chemists' Society, Champaign, v. 56, n. 1, p. 53A-62A, 1979.

CRANK, J. **The Mathematics of Diffusion**. Pergamon Press, Oxford, p.414, 1975.

DAL MORO, J.; ROSA, C .S.; HOELZEL, S .C. S. M. **Composição centesimal e ação antioxidante do farelo de arroz e seus benefícios a saúde**. Disciplinaum Scientia, Série: Ciências da Saúde. v.4, n.1, p.33-44. 2004.

DA SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; DOS SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. Editora Varela 3ª Ed., São Paulo – SP, p. 119-285, 2007

DA SILVA, C. K. F. **Aplicação da Análise Inversa ao Modelo Difusional de Transferência de Massa**. Universidade Federal da Paraíba (Dissertação de Mestrado) Paraíba – João Pessoa, p.5-39, 2007.

DA SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. **Prevention of hydrolytic rancidity In rice bran**. Journal of Food Engineering, Essex, v.75, n.4, p. 487-491, 2006.

DALPASQUALE, V.A. **Tecnologia Apropriada para Secagem e Armazenagem de Grãos.** Jornal da Armazenagem, n.6, v.19, p.7-8, 1984.

DUADIN, J. D. **Calcul dès cinétiques de séchage par Lair chaud dès produits biologiques solides.** Sciences des Aliments, n. 3. V.1, p. 1-36, 1983.

DEVILLA, I. A.; COUTO, S. M.; QUEIROZ, D. M.; DAMASCENO, G. S.; REIS, F. P. **Qualidade de grãos de milho submetidos ao processo de seca-aeração.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v.3, n.2, p. 211-215, 1999.

ESTEBAN, M. A.; VILLANUEVA, M. J.; LISSARRAGUE, J. R. **Relationships between different berry components in Tempranillo (*Vitis vinifera L.*) grapes from irrigated and non-irrigated vines during ripening.** Journal of the Science of Food and Agriculture, Chichester, v.82, p.1136-1146, 2002.

FAMUYIWA, O; OUGH, C. S. **Grape Pomace: Possibilities as Animal Feed.** American Journal of Enology and Viticulture.v.39, p. 44-46, 1982.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Fao Stat-2010.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 10 de nov. de 2012.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. **Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial** (Dissertação de Mestrado). Campinas – SP, v. 27, p. 524-529, 2007.

FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A.; BOSI, G. F.; BASSO, C.; STORCK, C. **R.Caracterização bromatológica do resíduo da produção de suco in natura** (Trabalho Científico). São Francisco – PR, p. 2-4, 2012.

FEDDERN VIVIAN.; FURLONG, ELIANA BADIALE., SOARES, LEONOR ALMEIDA DE SOUZA. **Efeitos da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz.** Ciênc.Tecnol.Aliment., Campinas, v.27, n.4, p.800-804, 2007.

FELLOWS, P. **Food Processing Technology: principles and practice.** 2ed. England: Woodhead Pub,1 CD – ROM, 2000.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos,** 2ª Ed. Zaragoza. Editora Acribia, p. 549 - 1258, 1993.

FERREIRA, LUIZ FERNANDO DIAS. **Obtenção e caracterização de farinhas de bagaço de uva e sua utilização em cereais matinais expandidos.** (Tese de Mestrado), Viçosa – MG, p. 53-68, 2010.

FIGLIORINI, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos.** João Pessoa – PB. Editora Universitária – Universidade Federal da Paraíba, p.229, 2004.

FOUST, A. S. WENZEL, L. A. CLUMP, C. W. MAUS, L. ANDERSEN, L. B. **Princípios das Operações Unitárias;** Rio de Janeiro – RJ Editora LTC, 1982.

GABAS, A. L. **Secagem da Uva Itália em Leito Fixo**. Universidade Estadual de Campinas (Dissertação de Mestrado) Campinas – SP, p.2-4, 1998.

GOMEZ, M. H.; AGUILERA, J. M. **Changes in the starch fraction during extrusion cooking of corn**. Journal of Food Science, Chicago, vol.48, n.2, p.378-381, 1983.

GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, F. L. H.; MURR, F. E. X. **Estudo da cinética de secagem de gengibre em um secador de leito fixo**. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, v.24, n.2, p.20-27, 1999

GUTKOSKY, L. C. **Caracterização tecnológica de frações de moagem de aveia e efeito de umidade e temperatura de extrusão na sua estabilidade** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, p. 241, 1997.

HECK, N. C. **Metalurgia Extrativa dos Metais Não-Ferrosos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Metalúrgica (Material Didático), Porto Alegre – RS, p.1-2, 2007.

ISHIMOTO, EMÍLIA YASUKO. **Efeito Hipolipemiante e Antioxidante de Subprodutos da Uva em Hamsters**. Faculdade de Saúde Pública, São Paulo – SP (Tese de Doutorado), p.32-69, 2008.

JACKSON, R. S. **Wini science—Principles and applications**. Cap 6. Chemical Constituents. Elsevier Inc., 2008.

JAEKEL, L. Z.; SCHONS, P. F.; RODRIGUES, R. S.; SILVA, L. H. **Caracterização físico-química e avaliação sensorial de biscoito tipo “cookies” com grãos de soja**. In: XIII Congresso de Iniciação Científica- Ciências agrárias. Pelotas, 2006.

JAMES, C., COURTNEY, D. L. D., LORENZ, K. **Rice bran-soy blends as protein supplements in cookies**. Journal Food Sci. Technol., v.24, n.5, p. 495-502, 1989.

KARATHANOS, V. T.; BELESSIOTIS, V. G.; **Application of a thin-layer equation to drying data of fresh and semi-dried fruits**. Journal of Agricultural Engineering Research, v. 74, n. 4, p. 355-361, 1999.

KUSKOSKI, E. M. et al. **Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos**. Rev. Bras. Ciênc. Tecnol. Alim., v. 25, n.4, p.726-732, 2005.

LACERDA, D. B. C. L.; JÚNIOR, M. S. S.; BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, M. V. L.; SILVA-LOBO, V. L.; CAMPO, M. R. H.; SIQUEIRA, B. DOS S. **Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado**. Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v.40, n.4, p.521-530, 2010.

LAKKAKULA, N. R.; LIMA, M. H.; WALKER, T. **Rice Bran Stabilization and Rice Bran oil Extraction Using Ohmic Heating**. Journal of Bioresource Technology, v.92, p.157-161, 2004.

LEMOS, M. R. B.; SOARES, L. A. S. **Farelo de arroz: um subproduto em estudo.** Revista Óleos & Grãos, v.7, n.51, p.40-48, 1999.

LOMAURO, C. J.; LABUZA, T. P. **Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: fruit, vegetable and meat products.** Lebensmittel-Wissenschaft and Technologies.v.18, p.111-117, 1985.

LONA, ADOLFO. ALBERTO. **Vinhos e Espumantes: Degustação, Elaboração e Serviço.** Editora Age, Porto Alegre – RS. p.61-76, 2009.

LUDWIG, VANELLI SALATI. **A Agroindústria Processadora de Arroz: Um Estudo das Principais Características Organizacionais e Estratégicas das Empresas Líderes Gaúchas.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Dissertação de Mestrado), Porto Alegre – RS, p.21-56, 2004

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. **Thin-layer drying characteristics of garlic slices.** Journal of Food Engineering, v.29, n.1, p.75-97, 1996.

MAKRIS, D. P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOLOUS, N. K. **Polyphenolic Content and *in vitro* Antioxidant Characteristics of Wine Industry and Other Agri-Food Solid Waste Extracts.** Journal of food composition and analysis, San Diego, v.20, p.125-132, 2007.

MALEKIAN, F. *et al.* **Lipase and lipoxygenase activity, functionality, and nutrient losses in rice bran during storage.** Bulletin of the Louisiana Agricultural Experiment Station, Baton Rouge, n. 870, p. 1-69, 2000.

MANOHAR, R. S.; HARIDAS-RAO, P. **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.

MARCINKOWSKI, A. E. **Estudo da cinética de secagem, curvas de sorção e predição de propriedades termodinâmicas da proteína texturizada de soja.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Dissertação de mestrado), Porto Alegre – RS, p. 17-39, 2006.

MARTINAZZO, A. P. **Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim-limão.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.3, p.3-6, 2007.

MCMINN, W. A. M.; AL-MUHTASEB, A. H.; MAGEE, T. R. A. **Enthalpy–entropy compensation in sorption phenomena of starch materials.** Food Research International, v.38, p.505-510, 2005.

MC CABE, W. L, SMITH, J. C, HARRIONTT, P. **Operaciones Unitárias ingeniería Química.** Editora McGraw-Hill, n. 4 p. 869 – 889, 1991.

MC CORMICK, P. Y. **Solids Drying Fundamentals.** In: PERRY, R. H. and CHILTON, C. H. Chemical engineer's handbook. Editora McGraw-Hill, n. 5 p. 20 – 4, 1983.

MENEGHETTI, V. L. **Parâmetros industriais e qualidade de consumo do arroz na secagem e no armazenamento** (Dissertação de mestrado), Pelotas – RS, p. 92, 2008.

MIHOUBI, D; TIMOUMI, S; ZAGROUBA, F. **Modelling of convective drying of carrot slices with IR heat source.** Chemical Engineering and Processing: Process Intensification.v.48, p. 808-815, 2009.

MISRA, M. K.; BROOKER, D. B. **Thin-layer drying and rewetting equation for shelled yellow corn.** Transactions of the ASAE, v.23, n.5, p.54-60, 1980.

MORAES, M. A.; ROSA, G. S.; PINTO, L. A. A. **Estudo das isotermas de equilíbrio para quitina: determinação do calor de dessorção.** Universidade Federal Campinas (In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica), Campinas – SP, p.6, 2005.

MOTA, R. V. DA.; SILVA, C. P. C.; FAVERO, A. C.; SHIGA, E. P. T. M.; REGINA, M. DE A. **Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno,** (Trabalho Científico). Caldas – MG, p. 4-9, 2009.

MOURA, R. S. F. **Estudo da cinética de secagem de caju (*Anacardium occidentale L.*) em secador de leito fixo** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, p.80, 2001.

NITZKE, JULIO ALBERTO; BIEDRZYCKI, ALINE. **Terra de Arroz – O grão.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul - ICTA /UFRGS (material digital), Porto Alegre – RS, 2006.

OLIVEIRA, L. T.; VELOSO, J. C. R.; TERANORTIZ, G. P. **Caracterização físico-química da farinha de semente e casca de uva.** II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, Bambuí – MG, p. 3-4,2009.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUES, M. I. C.; ALVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. I. H. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos.** Porto Alegre – RS, Editora Artmed, v.1, p. 294, 2005

ORMENESE, R. C. S. C. **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.

PANCHARIYA, P. C.; POPOVIC, D.; SHARMA, A. L. **Thin Layer Modeling of Black Tea Drying Process.** Journal of Food Engineering, v.52, n.4, p.349-357, 2002.

PAREYT, B. *et al.* **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.

PARK, K. J. ANTONIO, G. C. OLIVEIRA, R. A. PARK, K. J. B. **Conceitos de Processo e Equipamentos de Secagem.** Universidade Federal de Campinas (Material de Aula), Campinas – SP, p. 47 – 61, 2007.

PARRADO, J.; MIRAMONTES, E.; JOVER, M.; GUTIERREZ, J. F.; TERÁN, L. C. DE; BAUTISTA, J. **Preparation of a Rice Bran Enzymatic Extract With Potential use as Functional Food.** Journal of Food Chemistry, v.98, p.742-748, 2006.

PERIN, E. C.; SCHOTT, I. B. **Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo cookie** (Trabalho de Conclusão de Curso). Francisco Beltrão – PR. p. 45-47, 2011.

PERRY, J. M. et al. **Instrumental and sensory assessment of oatmeal and chocolate chip cookies: modified with sugar and fat replacers.** Cereal Chemistry, v. 80, n. 1, p. 45-51, 2003.

PESTENA, V. R. **Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações.** Curitiba – PR 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/alimentos/article/view/11789/8308>> Acesso em: 13de maio 2013.

PIAIA, J., CESAR Z. **Secagem da Linguiça Calabresa: Experimentação e Modelagem 3D Aplicadas a Fornos Industriais.** Universidade Federal de Santa Catarina (Tese de Doutorado), Florianópolis – SC, p.30-51,2009.

PRADO, M. E. T.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T. **Srinkage of dates (*Phoenix dactylifera*).***Drying Technology*, Estados Unidos: v.18, n.1/2, p.295-310, 2000.

PRADO, M. E. T. **Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para a obtenção de tâmara passa** (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Campinas, Campina – SP, p.149, 1998.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos.** 2ª Edição. Ed. Edgard Blücher LTDA, p. 184, 2007.

RIZVI, S. S. H. **Thermodynamic properties of food in dehydration.**In: Rao, M.A. & Rizvi, S.S.H (Eds), *Engineering Properties of Food*, p. 223, 1995.

ROCKENBACH, I.I.; da SILVA, G.L.; RODRIGUES, E.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R. **Influencia do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinífera*) variedades Tannat e Ancelota.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* V.28, p.238-244. 2008.

RODRIGUES, ANDRESSA. OLIVEIRA. **Arroz Parboilizado: Características e Processamento.** Universidade Federal de Pelotas (Trabalho Acadêmico), Pelotas – RS, p. 10-11, 2008.

RUBERTO, G; RENDA, A.; DAQUINO, C.; AMICO, V.; SPATAFORA, C.; TRINGALI, C.; DE TOMMASI, N. **Poyphenol Constituents and Antioxidant Activity of Grape Pomace Extratscs from Sicilian Red Grape Cultivares.** Journal of Food Chemistry, Barking, v.100, p.203-210, 2007.

SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. **A cultura do arroz no Brasil.** 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SHIEBER, D. F.; STINTZING, C.; CARLE, R. **By-products of Plant Food Processing as Source of Functional Compounds-Recent Developments**. *Trend Food Sci Technol*; v. 12, p.401-413, 2001.

SHIVHARE, U. S.; ARORA, S.; AHMED, J.; RAGHAVAN, G. S. V. **Moisture adsorption isotherms for mushroom**. *Lebensmittel – Wissenschaft und Technologies*, v.37, p.133-137, 2004.

SILVA, LUIS MANUEL LOPES RODRIGUES. **Caracterização de Subprodutos da Vinificação**. Escola Superior Agrária de Viseu. (Departamento das Indústrias Agro-Alimentares), Viseu – Portugal, p. 124-131, 2007.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. **Prevention of Hydrolytic Rancidity in Rice Bran**. *Journal of Food Engineering*, v. 75, n. 4, p. 487-491, 2006.

SIMABESP - SINDICATO DA INDÚSTRIA DE MASSAS ALIMENTÍCIAS E BISCOITOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Setor de Biscoitos Cresce em 2008 o Equivalente a uma Nova Fábrica**. Disponível em: <http://www.simabesp.org.br/site/escolha_releases_simabesp.asp?id=4>. Acesso em: 11 de maio de 2012.

SOUZA, A. S. M. **Partes da videira**. Curitiba – PR, 2010. Disponível em: <<http://www.queromaisvinho.com.br>>. Acesso em: 25 de julho de 2012.

SUZUKI, Ricardo. **Descrição individual de ingredientes: Subprodutos do arroz**. Socil, São Paulo. 20 fevereiro. 2000. Disponível em: <www.socil.com.br/Descricaoindividualdosingredientes.pdf>. Acesso em: 15 de jul. de 2012.

TOGRUL, H.; ARSLAN, N. **Moisture sorption behaviour and thermodynamic characteristics of rice stored in a chamber under controlled humidity**. *Biosystems Engineering*, v.95, n.2, 181-195, 2006.

VALIENTE, C., ARRIGONI, E., ESTEBAN, R. M., AMADO, R. **Grape Pomace as Potential Food Fiber**. *Journal of Food Science*. v.60, p.818-820, 1995.

VENTURA, CARLOS. **A Importância Alimentar das Uvas**. IHEC - Instituto Hipócrates de Ensino e Ciência (Material Didático). Lisboa, 2010. Disponível em: <www.institutohipocrates.pt>. Acesso em: 18 de out. de 2012.

VIEIRA, N. R. de A.; OLIVEIRA, M. A. S. **A história do arroz**. São Paulo – SP, 2007. Disponível em: <www.agroplan-consultoria.com.br/historia_arroz/>. Acesso em: 14 de ago de 2012.

VITTI, P.; GARCIA, E. E. C.; OLIVEIRA, L. M. **Tecnologia de biscoitos**. Campinas: ITAL - SP, p. 86, 1988.

WELTI-CHANES, J. VERGARA, F. Actividad de agua. **Concepto y aplicación en alimentos con alto contenido de humedad**. Programa Ibero americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), p. 11-43, 1997.

WHITE, G. M., BRIDGES, T. C., LOEWER, J. **Thin-layer drying model fo soybeans.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, v24, n.6, p.1643-1646, 1981.

WILSON, T.A.; NICOLOSIA, R.J.; WOOLFREYA, B.; KRITCHEVSKYB, D. **Rice Bran oil and Oryzanol Reduce Plasma Lipid and Lipoprotein Cholesterol Concentrations and Aortic Cholesterol Ester Accumulation to a Greater Extent than Ferulic Acid in Hypercholesterolemic Hamsters.** Journal of Nutritional Biochemistry, v.18, p.105-112, 2007.

YÚFERA, E. P. **Cereales. In: Química de lós alimentos.** Madrid: Editorial Sintesis, Cap. 3. p.74-129, 1998.

ZOGZAS, N. P.; MAUROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. **Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs.** Drying Technology Bangkok, v.14, n.10, p.2225-2253, 1996.

ANEXOS

Figura A-1 - Teste de ordenação de preferência do biscoito *cookie*

Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé Engenharia de Alimentos	
TESTE DE ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA	
Amostra: Biscoito tipo <i>cookie</i> elaborados com adição parcial de farinha do bagaço da uva Tannat e farelo de arroz	
Sexo: M() F()	Idade: _____
Você está recebendo 4 (quatro) amostras codificadas. Experimente cada uma, colocando-as em ordem de preferência.	
(1ª) _____	(2ª) _____ (3ª) _____ (4ª) _____
Comentários: _____ _____	

Figura A-2 - Teste de aceitação com uso de escala hedônica

Universidade Federal do Pampa – Campus Bagé Engenharia de Alimentos	
TESTE DE ACEITAÇÃO-PREFERÊNCIA COM USO DE ESCALA HEDÔNICA	
Amostra: Biscoito tipo <i>cookie</i> elaborados com adição parcial de farinha do bagaço da uva Tannat e farelo de arroz	
Sexo: M() F()	Idade: _____
Avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever quanto você gostou ou desgostou do produto. Escreva o código da amostra ao lado do item que corresponde ao seu julgamento.	
() Gostei extremamente	Comentários: _____ _____ _____ _____ _____ _____
() Gostei muito	
() Gostei moderadamente	
() Gostei indiferente	
() Desgostei moderadamente	
() Desgostei muito	
() Desgostei extremamente	