

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**ÉLCIO JOSÉ FEIX
JOSÉ NILSON PEREIRA BRANDÃO
LEANDRO ROMÃO DOS SANTOS**

**PRODUÇÃO DE FARINHA DE EMPANAMENTO EXTRUSADA COM
USO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MEDIANEIRA
2015**

**ÉLCIO JOSÉ FEIX
JOSÉ NILSON PEREIRA BRANDÃO
LEANDRO ROMÃO DOS SANTOS**

**PRODUÇÃO DE FARINHA DE EMPANAMENTO EXTRUSADA COM
USO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Medianeira, como um dos requisitos obrigatórios para a obtenção do grau de Tecnólogo em Alimentos.

Professora Orientadora: Dra. Marinês Paula Corso
Professora Co-orientadora: Dra. Gláucia Cristina Moreira

MEDIANEIRA

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

ÉLCIO JOSÉ FEIX
JOSÉ NILSON PEREIRA BRANDÃO
LEANDRO ROMÃO DOS SANTOS

PRODUÇÃO DE FARINHA DE EMPANAMENTO EXTRUSADA COM USO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA

Este Trabalho de conclusão de curso (TCC) foi apresentado às 18:40 horas do dia 26 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Marinês Paula Corso
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientadora)

Profa. Dra. Gláucia Cristina Moreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Co-orientadora)

Profa. Dra. Cleonice Mendes P.
Sarmiento
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Profa. Dra. Cristiane Canan
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidada)

Prof. Msc. Fábio A. Bublitz Ferreira
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Responsável pelas Atividades de TCC)

O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.

MEDIANEIRA

2015

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos professores, especialmente as professoras Marinês Paula Corso e Gláucia Cristina Moreira pelo empenho durante a orientação deste trabalho.

Agradecemos também aos colegas das turmas que convivemos durante o período de curso, que com capacidade e senso crítico sem esquecer a ternura contribuíram muito nesta jornada.

Agradecemos ainda a coordenação do curso de Tecnologia em Alimentos pela forma brilhante em que conduz o mesmo.

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus de Medianeira e todos seus colaboradores, por nos ter acolhido e dado a oportunidade de aprender, assim como desenvolver trabalhos científicos em suas dependências.

Agradecemos ao professor Paulo Rodrigo Stival Bittencourt e a aluna de iniciação científica do curso de Química, Elaine Werncke, pelo apoio no desenvolvimento prático do trabalho.

Agradecemos a Cooperativa Agroindustrial Lar - Unidade de Mandioca e Milho/PR e Irgovel/RS pela doação das matérias primas.

Por fim, mas não com menor importância, agradecemos também nossos familiares, amigos e amigas que nos apoiaram direto ou indiretamente nos momentos bons e difíceis da trajetória do curso.

“A juventude envelhece, a imaturidade é superada, a ignorância pode ser educada e a embriaguez passa, mas a estupidez é eterna.”

(Aristófanes, 447 a.C. - 385 a.C.)

RESUMO

FEIX, Élcio José; BRANDÃO, José Nilson Pereira; SANTOS, Leandro Romão dos. Produção de farinha de empanamento extrusada com uso de farelo de arroz e bagaço de mandioca. 2015. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

As indústrias de alimentos produzem resíduos que trabalhados e processados podem ser utilizados na alimentação humana, assim, além de agregar valor, tem importância social pela geração de empregos, lucros das corporações, diminuindo o impacto ambiental e contribuindo para o desenvolvimento sustentável. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma farinha de cobertura pelo processo de extrusão para produtos empanados, a partir de matérias-primas de preço competitivo e em especial, o aproveitamento de subprodutos da indústria alimentícia como o farelo de arroz e bagaço de mandioca. Em uma primeira etapa avaliou-se o efeito das variáveis temperatura (50, 60 e 70 °C) e velocidade de extrusão (90, 100 e 110 rpm) sobre as seguintes propriedades tecnológicas da farinha obtida: IAA (índice de absorção de água), ISA (índice de solubilidade em água) e IAO (índice de absorção de óleo), utilizando-se um planejamento fatorial completo 2^2 com três repetições no ponto central, totalizando 7 experimentos. Em uma segunda etapa, estudaram-se os efeitos da variação das misturas utilizadas na extrusão sobre o IAA, ISA e IAO. Para esse estudo foi fixado a temperatura de 50 °C, considerando que a temperatura apresentou efeito não significativo sobre o IAO e um efeito negativo significativo sobre o IAA. E a velocidade foi fixada em 110 rpm, uma vez que a mesma não apresentou efeitos significativos para os índices estudados, portanto, optou-se por usar o maior nível visando aumentar a velocidade do processo. Cinco diferentes proporções (%) para farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca, respectivamente, foram extrusadas (A (100:0:0), B (70:15:15), C (50:0:50), D (50:50:0) e E (50:25:25)). A mistura E sem extrusão, bem como também uma farinha de cobertura comercial (G), tiveram suas propriedades avaliadas para comparação. Em relação ao processo de extrusão, verificou-se que todas as farinhas de cobertura extrusadas, independente da mistura, apresentaram maior IAA e IAO inferior à farinha comercial (G), 34,4% menor em média. Analisando o ISA pode-se verificar que nas diferentes misturas extrusadas houve uma maior solubilidade diferenciando estaticamente com a amostra G. Conclui-se, portanto, que o farelo de arroz e bagaço de mandioca são subprodutos que podem ser uma alternativa de matérias primas na produção de farinha de empanamento extrusada em combinação de mistura com o farinha de milho. Considerando os índices de solubilidade em água apresentados nas amostras extrusadas, ressalta-se a necessidade de estudos futuros da aplicação em produtos empanados e avaliação das propriedades tecnológicas e sensoriais após a fritura do produto.

Palavras-chave: *Breading*. *Nuggets*. Subprodutos. Extrusão. Absorção de Óleo.

ABSTRACT

FEIX, Élcio José; BRANDÃO, José Nilson Pereira; SANTOS, Leandro Romão dos. Breeding production by extrusion with use of Rice bran and cassava bagasse. 2015. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

The food industries produce waste that it worked and processed can be used for human consumption adding value such as: social importance for the generation of jobs, corporate profits, lower environmental impact and contributing to sustainable development. The objective of this study was to develop an extrusion process using raw material with competitive price and in special the use of food industry by-products such as rice bran and cassava bagasse. In a first step we evaluated the effect of the variables: temperature (50, 60 and 70 °C) and extrusion speed (90, 100 and 110 rpm) on the technological properties of the flour obtained: WAI (water absorption index), WSI (water solubility index) and OAI (oil absorption index), using a full factorial design 2^2 with three replicates in the central point, totaling seven experiments. In a second step, we studied the effects of changing of the mixtures used in the extrusion on the WAI, WSI and OAI. For this study was set at a temperature of 50 °C, whereas the temperature had no significant effect on the OAI and it had a significant negative effect on the WAI. And the speed was set at 110 rpm, since it had no significant effect for the studied indexes, so we chose to use the higher level to increase the process speed. Five different proportions (%) corn flour, cassava bagasse and rice bran, respectively, were extruded (A (100:0:0), B (70:15:15), C (50:0:50), D (50:50:0) and E (50:25:25)). The mixture E, without extrusion, and also a commercial breeding (G) were evaluated for compared with their properties. Regarding the extrusion process, it was found that all the extruded breeding, regardless of the mixture, showed WAI higher and OAI lower than commercial breeding (G), 34.4% lower on average. Regarding the WSI can be seen that the different extruded mixtures had greater solubility ($p \leq 0.05$) than sample G. It is concluded, therefore, that the rice bran and cassava bagasse are by-products that can be an alternative to be used as raw material in the production of extruded breeding obtained by combination with corn flour. Considering the water solubility index presented in extruded samples, it emphasizes the need of future studies of the application in nuggets and assessment of technological and sensory properties of the product after frying.

Keywords: Breeding. Nuggets. By-products. Extrusion. Oil Absorption

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 OBJETIVOS | 11 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 11 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 11 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 3.1 EMPANAMENTO DE PRODUTO CÁRNEOS | 12 |
| 3.1.1 Fatores que Interferem na Qualidade de Farinhas de Cobertura | 13 |
| 3.2 EXTRUSÃO NA FABRICAÇÃO DE FARINHAS DE COBERTURA | 14 |
| 3.3 MATÉRIAS-PRIMAS A SEREM USADAS NA FABRICAÇÃO DE FARINHAS DE COBERTURA | 15 |
| 3.3.1 Milho e Farinha de Milho | 15 |
| 3.3.2 Farelo de Arroz | 16 |
| 3.3.3 Bagaço de Mandioca | 17 |
| 3.4 ESTUDOS COM EMPREGO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA | 18 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 4.1 MATERIAL | 21 |
| 4.2 MÉTODOS | 21 |
| 4.2.1 Condicionamento da Umidade das Matérias-primas | 21 |
| 4.2.2 Etapa I: Definição dos Parâmetros de Extrusão (Planejamento Fatorial Completo 2 ²) | 22 |
| 4.2.2.2 Avaliação tecnológica da farinha de cobertura extrusada | 24 |
| 4.2.2.2.1 Umidade | 24 |
| 4.2.2.2.2 Índice de absorção de água (IAA) | 24 |
| 4.2.2.2.3 Índice de solubilidade em água (ISA) | 25 |
| 4.2.2.2.4 Índice de absorção de óleo (IAO) | 25 |
| As amostras obtidas foram avaliadas quanto à umidade e IAA, ISA e IAO conforme descrito no item 4.2.2.2. E após caracterizadas quanto a granulometria e cor conforme descrito na sequência | 26 |
| 4.2.3.1 Granulometria | 26 |
| 4.2.3.2 Determinação da cor | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2.4. Análise dos Dados | 27 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5.1 PARTE 1 - ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE EXTRUSÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA MISTURA PARA EMPANAMENTO | 29 |
| 5.2 PARTE 2 – ESTUDO DA COMPOSIÇÃO DA MISTURA | 32 |
| 6 CONCLUSÃO | 38 |
| REFERÊNCIAS..... | 39 |

1 INTRODUÇÃO

A demanda por novos produtos alimentícios, nutritivos, saudáveis e acessíveis vem crescendo não só no Brasil, mas no mundo todo. Acelerar processos, maximizar a produção, economizar mão de obra e gerar lucros cumprindo os padrões de qualidade tem sido objetivo constantes das corporações. Neste sentido, o uso de matérias-primas de preço competitivo, em especial, o aproveitamento de subprodutos da indústria alimentícia tem sido foco de muitos estudos, pelo alto volume de produção e qualidade nutricional de muitos resíduos. O reaproveitamento de matérias-primas, outrora consideradas resíduos, que trabalhadas e processadas possam ser utilizadas na alimentação humana, além de agregar valor, tem sua importância social pela geração de empregos, geração de lucros a empresa, e diminuição do impacto ambiental, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.

O farelo de arroz com sua riqueza em nutrientes, principalmente como fonte de vitaminas e minerais é um subproduto da agroindústria brasileira com potencial para ser aproveitado na formulação de alimentos (CHAUD; ARRUDA; FELIPE, 2009). Da mesma forma o bagaço de mandioca pode ser explorado para este fim (FIORDA et al., 2013). Considerando que o bagaço de mandioca é um resíduo de baixo valor comercial e uma fonte de fibra de boa qualidade, bem como o elevado valor nutricional do farelo de arroz, vários estudos têm sido realizados a fim de avaliar o potencial desses resíduos para alimentação humana, por meio do desenvolvimento de tecnologias para o seu aproveitamento em produtos de maior valor agregado, transformando-os em ingredientes para produtos alimentícios (LEONEL, 2001; CHAUD; ARRUDA; FELIPE, 2009; RODRIGUES; CALIARI; ASQUIERI, 2011; FIORDA et al., 2013).

Outro ponto a ser considerado são as boas perspectivas para o consumo de empanados e processados no país (MOSER, 2015). Entende-se por empanado, o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001). A cobertura (*breadding* ou farinha de cobertura) pode ser definida como sendo uma base de cereal, geralmente obtida através de processamento térmico, condimentado ou não (GL, 2002).

A principal matéria prima utilizada na produção de farinhas de empanamento é o trigo. Entretanto o Brasil sempre precisou importar trigo para atender a demanda interna, dependendo, portanto da cotação do dólar e restrições do mercado internacional (CAMARGO, 2015). Enquanto que a produção agrícola brasileira de 2014/2015, segundo o Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatísticas (IBGE), teve depois da cana de açúcar e soja, o milho, a mandioca e o arroz os maiores volumes de produção (IBGE, 2015).

Portanto, considerando a importância para a avicultura brasileira de incentivos na comercialização de produtos industrializados, a produção de farinha de empanamento com uso de farelo de arroz e resíduos de mandioca poderia ser uma alternativa para produção de um produto com qualidade nutricional, baixo custo de produção e uma alternativa para os resíduos gerados pelas indústrias, podendo-se empregar no processamento desta farinha o processo de extrusão. A extrusão é um processo de tratamento térmico do tipo HTST (*High Temperature Short Time*) que por uma combinação de calor, umidade e trabalho mecânico, modifica as matérias-primas, proporcionando novos formatos e estruturas com diferentes características funcionais e nutricionais, sendo geralmente aplicada no processamento de cereais e proteínas destinados à alimentação humana (GUERREIRO, 2007; ASCHERI, 2012).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulações de farinha de cobertura (*breeding*) extrusada para empanamento utilizando farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Testar diferentes proporções de farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca, bem como diferentes velocidades e temperaturas no processo de extrusão da farinha.

Avaliar os efeitos dos parâmetros operacionais de extrusão (temperatura, velocidade e proporção das matérias-primas), sobre as propriedades tecnológicas das farinhas desenvolvidas (índice de absorção de água, índice de solubilidade em água e índice de absorção de óleo).

Caracterizar as farinhas quanto à granulometria, cor e umidade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 EMPANAMENTO DE PRODUTO CÁRNEOS

Entende-se por empanado, o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, revestido de cobertura apropriada que o caracterize. É classificado como um produto cru, semi-cozido, ou cozido, ou semi-frito, ou frito, ou outros. Tem como ingredientes obrigatórios: carnes de diferentes espécies de animais de açougue com cobertura apropriada (BRASIL, 2001).

Os sistemas de empanamento tradicionais são compostos de pré-enfarinhamento (*predust*), líquido ou solução de empanamento (*batter*) e farinhas de cobertura (farinhas de pão ou rosca, *breaders /breadings*) (LUVIELMO; DILL, 2008). *Predust* ou pré-enfarinhamento é a primeira camada de um sistema de cobertura. Seu objetivo principal é promover a ligação entre o substrato e o *batter*, absorver a umidade da superfície do substrato, além de favorecer a manutenção de aroma e sabor característicos (UEMURA; LUZ, 2003). O *predust* também pode ser um regulador de rendimento e em muitos casos pode ser um carreador de condimentos. Pode conter ingredientes voláteis de sabor, impedindo que estes sejam facilmente eliminados durante os processos de cozimento (BORTOLUZZI, 2006).

O *batter* é uma mistura em pó de diversos ingredientes funcionais tais como, amidos, gomas e farinhas, podendo ser condimentado ou não. Quando hidratado, apresenta uma suspensão de sólidos em líquido, a qual forma tanto a camada de cobertura externa completa para o produto alimentício, como também, age como uma camada ligante entre o substrato e a camada mais externa, o *breeding* (GL, 2002; DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

O *breeding* ou farinha de cobertura também pode ser definido como sendo uma base de cereal, geralmente obtida através de processamento térmico, podendo ser condimentado ou não. É comumente aplicado a substratos umedecidos com o auxílio do *batter* para ativar seu sabor, cobertura desejável, textura e aparência. É manufaturado com granulometria consistente, densidade, umidade, potencial de absorção de umidade e gordura, taxa de escurecimento e é produzido para cobrir

aves, peixes, frutos do mar, carnes, vegetais e frutas (GL, 2002; DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

O produto empanado pode ser produzido com as três camadas, somente com uma, com duas ou com repetições de uma ou mais camadas. A operação geralmente consiste na linha *predust*, *batter* e *breeding*, porém a repetição das camadas de *batter* e *breeding* conhecida como duplo empanamento possibilita uma flexibilidade muito grande nas aplicações de diferentes proporções de *batter* e *breeding*, além de melhor controle de rendimento (*pick-up*) (DEGENHART, 2003).

Cobrir alimentos com produtos diversos é uma prática empregada para melhorar a textura dos alimentos e para aumentar sua variedade. Em alguns casos os sistemas de coberturas constituem em uma barreira contra migrações de gases, água ou uma proteção contra eventuais danos mecânicos (FELLOWS, 1994). Os produtos empanados apresentam um tempo de vida útil maior comparado à carne crua, isso é obtido principalmente pelo retardamento da oxidação e conseqüente aparecimento de rancidez. O empanamento confere também a carne uma proteção contra a desidratação e queima pelo frio durante o congelamento (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009)

A tecnologia de empanamento é diversificada, envolvendo diferentes ingredientes e processos, resultando assim, em coberturas que proporcionam variação no sabor, textura e aparência para uma matéria prima considerada nobre ou um produto reconstituído, agregando ao mesmo tempo valor e conveniência, atendendo dessa forma, o interesse tanto do consumidor como da indústria (SILVEIRA, 1992; DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

3.1.1 Fatores que Interferem na Qualidade de Farinhas de Cobertura

Fatores como a densidade, porosidade, podem afetar as características de absorção de um *breeding*. Embora a farinha de milho não seja uma farinha cozida, é um bom exemplo de um ingrediente denso e de lenta absorção. O *breeding* *japanese*, por outro lado, com sua estrutura aberta, porosa e com características como de uma esponja absorve rapidamente a água. *Breeding* com granulometria muito fina apresenta maior área superficial para a absorção de umidade, absorvendo água muito rapidamente. No entanto, devido ao pequeno tamanho do *breeding*, esta umidade estará presente apenas em uma camada muito fina, podendo também

ocasionar um aumento da viscosidade de cobertura, resultando numa cobertura, seca, rígida, depreciando sua aparência geral (CORRÊA, 1997; MALACARNI; MARASCHIN; MORO, 2001; DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

A farinha de cobertura que apresenta partículas de granulometria mais grosseira promove um impacto mais agradável, porém se essas partículas forem demasiadamente grandes resultam numa cobertura que poderá desprender-se durante o transporte ou manipulação. Farinhas de granulometria muito fina, entretanto absorvem água muito rapidamente, ocasionando rápido aumento da viscosidade de cobertura, resultando em uma cobertura, seca e rígida, depreciando sua aparência geral (CORREA, 1997).

3.2 EXTRUSÃO NA FABRICAÇÃO DE FARINHAS DE COBERTURA

O *breeding* pode ser obtido por extrusão, que em relação à crocância se aproxima muito das farinhas de pão e podem ser produzidos em larga escala. O *breeding* extrusado é obtido por processo contínuo, promovendo o cozimento dos componentes sob pressão. A descompressão súbita faz com que a umidade expanda na forma de vapor. Após a secagem, o produto adquire sua forma característica (DEGENHART, 2003).

A extrusão é um processo de tratamento térmico do tipo HTST (*High Temperature Short Time*) que por uma combinação de calor, umidade e trabalho mecânico, modifica as matérias-primas, proporcionando novos formatos e estruturas com diferentes características funcionais e nutricionais, sendo geralmente aplicada no processamento de cereais e proteínas destinados à alimentação humana (GUERREIRO, 2007; ASCHERI, 2012). O princípio do processo de extrusão é converter um material sólido em massa fundida (fluido) devido às altas pressões e ao grande cisalhamento, em temperaturas elevadas (AREAS, 1992; GUERREIRO, 2007; BECKER, 2010), dentro do extrusor, o que mantém a água em estado líquido. Quando essa massa fundida passa pela matriz do extrusor, ao final do cilindro ou canhão, a água líquida supersaturada vaporiza instantaneamente, devido à mudança de pressão, passando o produto de uma massa fundida a um produto poroso, após a sua solidificação à temperatura ambiente (AREAS, 1992; BECKER, 2010). A extrusão permite ainda, a obtenção de um efeito nutricional benéfico no

produto, uma vez que permite a mistura de diferentes matérias primas e seus nutrientes (CARVALHO, 2000). Essa técnica permite maior facilidade na mistura alimentícias destinada ao consumo humano.

O extrusor é composto de cinco partes principais: um mecanismo de alimentação, que pode ser vertical ou horizontal; uma rosca ou um parafuso sem fim, que transporta a matéria-prima; um cilindro ou canhão, que serve para controlar a temperatura; a matriz que modela o produto na forma desejada, e um mecanismo de corte, essencial para a formação do produto extrusado (EL-DASH, 1982; BECKER, 2010).

3.3 MATÉRIAS-PRIMAS A SEREM USADAS NA FABRICAÇÃO DE FARINHAS DE COBERTURA

O termo *breeding* abrange uma extensa variedade de produtos, desde uma farinha de trigo não temperada e não cozida, até uma farinha derivada de pão sofisticado, tal como a do estilo japonês (GL, 2002; DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

3.3.1 Milho e Farinha de Milho

O nome do milho de origem caribenha significa “sustento da vida”. Como alimentação básica de várias civilizações ao longo dos séculos, Olmecas, Astecas, Maias e Incas, reverenciavam o milho na arte da religião. No Brasil seu cultivo vem antes da chegada dos Europeus, os índios principalmente os Guaranis, tinham o milho como principal ingrediente de sua dieta, com a chegada dos Portugueses seu consumo aumentou e novos produtos à base de milho foram incorporados aos hábitos alimentares brasileiros (MILHO..., 2005)

O milho (*Zea mays L.*) da família Poáceas (antiga família das gramíneas), é um dos cereais mais produzidos no mundo, perdendo apenas para o arroz e trigo, são plantados com volume produzido de aproximadamente 960 milhões de toneladas, no Brasil 60 milhões de hectares com produção de 82 milhões de

toneladas, sendo um país de grande importância na produção agrícola mundial (PEIXOTO, 2014).

O milho é largamente consumido no Brasil e no mundo, tanto em alimentação animal como em alimentação humana. Em alimentação humana, o milho é consumido diretamente como milho verde, nas formas de milho cozido, assado, e nas formas de curau, pamonha e sopas. O milho verde tem sido industrializado e comercializado nas formas congelada e enlatada. A maior parte do milho para alimentação humana é transformada nos seguintes produtos: fubá ou farinha de milho integral; farinha de milho degerminado; amido; glicose e óleo. Os principais componentes são carboidratos (amido), proteínas e gordura (SGARBIERI, 1987).

As farinhas de milho são denominadas de acordo com o tamanho de suas partículas. As mais grossas são os grits e as mais finas o creme de milho. As denominadas de fubá, fubá italiano e fubá mimoso são de tamanho intermediário. Farinha extrusada é a farinha obtida por processo de extrusão cujo material expandido após secagem foi submetido à moagem e cuja distribuição de partículas assemelha-se a uma farinha (ASCHERI, 2012).

3.3.2 Farelo de Arroz

Segundo o Ministério da Agricultura, o arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo, sendo o Brasil o nono maior produtor mundial. A produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor brasileiro (MAPA, 2015). No processo de beneficiamento do arroz, após a retirada da casca, são removidas as camadas mais externas do grão que compreendem pericarpo, tegumento, camada de aleurona e parte do endosperma, dando origem ao farelo, o qual representa em torno de 8% do arroz em casca. Estudos relatam a boa qualidade nutricional deste subproduto, em especial no que se referem a minerais, vitaminas e fibra dietética. O seu uso é praticamente inexistente na nutrição humana. Um dos principais minerais presentes no farelo é o fósforo, principalmente na forma de fitatos, mas o farelo também apresenta grandes quantidades de zinco, cobre, ferro, magnésio e manganês, e menores quantidades de cálcio e sódio (AMISSAH; ELLIS; ODURO, 2003; LACERDA et al., 2010). O farelo apresenta alta concentração de fibras

insolúveis (MALEKIAN et al., 2000). O farelo de arroz possui efeitos positivos para a saúde humana. Como ação antioxidante, prevenção de cálculos renais e na bexiga, prevenção do câncer de cólon, limpeza da placa bacteriana dos dentes, efeito desodorante corporal, incluindo mal hálito e coadjuvante no tratamento do alcoolismo agudo. Novos estudos têm enfatizado a importância na ação carcinostática do ácido fítico, como aditivo alimentar tem sido usado com sucesso na exaltação do sabor de carnes e peixes (LEMOS; SOARES, 1999).

3.3.3 Bagaço de Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) se destaca como uma das principais culturas no Brasil (TSEN et al., 2000). O Brasil ocupa a 2ª colocação no *ranking* mundial de produção de mandioca com participação em média de 11%. A região Sul do país, além de importante produtora de raiz, conta com o maior número de indústrias, principalmente as de fécula, considerada em sua maioria de médio e grande porte. Neste contexto, o estado do Paraná é o principal produtor da região sul do Brasil e 2º no *ranking* nacional, respondendo em média por 70% da produção agrícola da região e com 65% do volume de fécula, destacando-se como o líder da produção brasileira de fécula. Os Núcleos Regionais de Paranaíba, Umuarama, Toledo e Campo Mourão detêm a maior parte das fecularias e também de farinhas e polvilheiras (SEAB, 2012).

A maior parte da produção de mandioca destina-se na fabricação de farinha de mandioca e o restante se divide em alimentação humana, animal e produção de fécula (TSEN et al., 2000), embora seja a forma de melhor aproveitamento industrial a farinha não é um produto muito valorizado, podendo ser usado como matéria prima para processamento de outros alimentos com a finalidade de aumentar valor agregado e conseqüentemente melhorar a renda dos setores envolvidos (ASCHERI; CARVALHO; MATSUURA, 2000; CARVALHO et al., 2010).

Entretanto, o processamento industrial da mandioca causa graves problemas ambientais, pois, mesmo as pequenas unidades fabris, como as casas de farinha e polvilheiras, podem gerar quantidades significativas de resíduos líquidos (manipueira e água vegetal) ou sólidos (casca, entrecasca e bagaço), devido a presença de várias unidades em uma mesma região (CEREDA, 2001). O farelo ou bagaço de

mandioca, gerado durante a separação da fécula, é constituído pelo material fibroso da raiz e contém parte do amido que não foi possível extrair no processo (LEONEL, 2001). Tanto a qualidade como a quantidade dos subprodutos variam bastante, em função de uma série de fatores tais como cultivar, idade da planta, tempo após a colheita, tipo e regulação do equipamento industrial (CARVALHO; CEREDA, 2005).

Segundos dados de 2011 da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, nas fecularias, para cada tonelada de raiz processada, são produzidos cerca de 250 kg de fécula de mandioca, com 12% de umidade, 928,6 kg de bagaço, com 85% de umidade (base úmida), totalizando 35,93% de matéria seca nas raízes. Na produção brasileira de fécula de mandioca, são geradas 2,09 milhões de toneladas deste resíduo úmido e, no mundo, 28,6 milhões de toneladas. Considerando-se a farinha de bagaço de mandioca com teor de umidade de 12%, poderiam ser geradas 566 mil toneladas desta farinha, no Brasil, e 7,72 milhões de toneladas, no mundo (FIORDA, et al., 2013).

Esse resíduo, depois de seco tem, em média, a seguinte composição: Amido 63,6%, Glicose 0,24%, Proteína 2,31%; Fósforo 0,03%; Cálcio 0,09%; Potássio 0,28%; Extrato Etéreo 0,65%, Fibra 8,33%. A característica principal do farelo é de conter elevado teor de amido residual. O farelo, apresenta-se com composição bastante semelhante a farinha, apenas menos calórico. A composição mineral do farelo úmido industrial, com 47% de matéria orgânica mostra, em mg/kg seco: Carbono 270; Nitrogênio 0,35; Fósforo 0,02; Potássio 0,19; Cálcio 0,18; Magnésio 0,08; Enxofre 0,02; Ferro 44,0; Cobre 12,0; Manganês 17,0; Boro 7,0. O farelo é uma fonte de fibra de boa qualidade, apresentando em média 29% de fibra (detergente neutro) e 7% de fibra dietética (CARVALHO; CEREDA, 2005).

3.4 ESTUDOS COM EMPREGO DE FARELO DE ARROZ E BAGAÇO DE MANDIOCA

Considerando que o bagaço de mandioca é um resíduo de baixo valor comercial e uma fonte de fibra de boa qualidade, bem como o elevado valor nutricional do farelo de arroz, vários estudos têm sido realizados a fim de avaliar o

potencial desses resíduos para alimentação humana, por meio do desenvolvimento de tecnologias para o seu aproveitamento em produtos de maior valor agregado, transformando-os em ingredientes para produtos alimentícios (CHAUD; ARRUDA; FELIPE, 2009; RODRIGUES; CALIARI; ASQUIERI, 2011; FIORDA et al., 2013).

Fiorda et al. (2013), estudaram o desenvolvimento de uma farinha, a partir do bagaço de mandioca, avaliando suas propriedades e comparando com as da fécula, a fim de fomentar o seu uso e fornecer informações, tanto para as indústrias produtoras quanto aos consumidores. Foram realizadas análises de composição centesimal, valor energético total, granulometria, atividade de água, cor, microscopia e índice de absorção de água (IAA), solubilidade em água (ISA) e absorção de óleo (IAO). A farinha do bagaço de mandioca apresentou baixo custo e propriedades tecnológicas desejáveis, como IAA (6,73 g de gel / g de matéria seca), e ISA (1,23 %), teores mais elevados de fibras e proteínas comparado a fécula, sendo uma alternativa como matéria-prima, pois possui características tecnológicas diferenciadas. Sugere-se sua aplicação em mingaus, cremes, alimentos infantis e principalmente em alimentos *diet* ou *light*.

Rodrigues, Caliari e Asquieri (2011), avaliaram as características químicas, cor, volume específico e aceitabilidade de biscoitos. Elaboraram formulações de diferentes concentrações de farelo de mandioca desidratado em substituição da fécula de mandioca. Onde o teor de fibra alimentar e o atributo de cor (L^* , a^* e b^*) aumentaram significativamente com a adição do farelo de mandioca desidratado. O volume específico diminuiu com o aumento da concentração de farelo de mandioca, os biscoitos apresentaram boa aceitabilidade para aparência, sabor e textura. Diante dos resultados obtidos concluíram que biscoitos de polvilho com uso de farelo de mandioca em substituição parcial de fécula de mandioca, constitui um produto com bom potencial nutricional e de boa aceitabilidade.

Chaud, Arruda e Felipe (2009), apresentaram as suas considerações sobre características e aplicações do farelo de arroz, e resultados de uso do farelo como suplemento de meios microbiológicos. Para os autores a busca de matérias-primas renováveis e de baixo custo para obtenção de insumos é crescente nos últimos tempos, possibilitando de baixar custos em alimentos de alto valor nutritivo. O farelo de arroz um subproduto da agroindústria brasileira tem potencial que pode ser aproveitado, abrindo perspectivas econômicas de maior valor agregado para sua utilização em diferentes segmentos industriais. A utilização do farelo de arroz tem

vido cada vez mais surpreendente e diversificada, indo desde o uso em ração animal, suplemento para humanos e fertilizantes, para composição nutricional de meios de cultura, produção de óleo e extração de insumos como, antioxidantes e proteínas para a indústria de alimentos. Assim o farelo de arroz desponta na área científica para alcançar grandes índices de importância.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Foram utilizados como matéria-prima: farinha de milho da marca Ipê, pacotes de 1 kg, adquirido em mercados da cidade de Medianeira/PR, farelo de arroz desengordurado peletizado fornecido pela IRGOVEL/RS e bagaço de mandioca úmido oriundo do processo de extração de amido, fornecido pela Unidade Industrial de Mandioca e Milho Lar, localizada em Missal/PR.

Iniciou-se o processamento com a secagem do bagaço de mandioca em estufa com circulação de ar por aproximadamente oito horas a temperatura de 60 °C, atingindo a umidade de aproximadamente 10%. Em seguida moeu-se no moinho de facas (SOLAB, SL 31), e acondicionou-se em embalagens plásticas em câmara fria (5 ± 2 °C) até o uso.

O Farelo de arroz também foi moído em moinho de facas (SOLAB, SL31), e acondicionado em embalagens plásticas e armazenado em câmara fria.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Condicionamento da Umidade das Matérias-primas

Inicialmente determinou-se a umidade das matérias-primas pelo método 925,09 (AOAC, 2000) a 105 °C até o peso constante. Na sequência, foram feitos testes preliminares para extrusão das farinhas obtidas da mistura da farinha milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca, nos quais verificou-se a necessidade de no mínimo 30% de umidade para possibilitar a extrusão. A umidificação foi realizada com água destilada pulverizada sobre a farinha, que foi revolvida continuamente com auxílio de uma espátula. A quantidade de água a ser adicionada às amostras foi

calculada considerando-se a quantidade de farinha a ser extrusada e a umidade inicial das três matérias-primas conforme a equação abaixo:

$$Qa = (Uf - Ui) / (100 - Uf) \times Ma$$

Na qual:

Qa = quantidade de água a ser adicionada (mL);

Uf = umidade final da amostra estabelecida (30 %);

Ui = umidade inicial da amostra;

Ma = massa da amostra (g)

Após essa etapa, as farinhas foram armazenadas em sacos plásticos até o momento da extrusão para homogeneização da umidade em temperatura ambiente.

4.2.2 Etapa I: Definição dos Parâmetros de Extrusão (Planejamento Fatorial Completo 2²)

Em uma primeira etapa do estudo procurou-se avaliar o efeito das variáveis temperatura na terceira zona de extrusão e velocidade de extrusão sobre as propriedades tecnológicas da farinha obtida utilizando-se um planejamento fatorial completo 2² com três repetições no ponto central, totalizando 7 experimentos. Os níveis estudados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis reais e codificados usados no planejamento fatorial completo 2²

| Ensaio | Temperatura (°C) | Velocidade (rpm) |
|----------|------------------|------------------|
| 1 | 50 (-1) | 90 (-1) |
| 2 | 50 (-1) | 110 (+1) |
| 3 | 70 (+1) | 90 (-1) |
| 4 | 70 (+1) | 110 (+1) |
| 5, 6 e 7 | 60 (0) | 100 (0) |

Nos ensaios foi utilizada uma mistura das matérias-primas farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca na proporção 50%, 25% e 25% (2:1:1) respectivamente, com a umidade de 30%. Em seguida realizou-se o processo de extrusão.

4.2.2.1 Extrusão

A farinha foi obtida por extrusão, no laboratório da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira-Pr, no equipamento extrusor AX, modelo LAB-16, da AX Plásticos, com capacidade mínima de 800 g/h. (Figura 1) Foram estudados os parâmetros: temperatura na terceira zona (T) e velocidade (V). Com controle na zona 3, de temperatura e velocidade do parafuso regulável, por regulador e frequência.



Figura 1. Extrusora AX Plásticos modelo LAB-16

A temperatura foi controlada por meio de termopares e sistema de refrigeração com água e válvulas solenoides. A alimentação da extrusora foi conduzida manualmente. Acoplado à extrusora, havia um painel que controlava os parâmetros variáveis da extrusão.

Os parâmetros fixos da extrusão foram camisa helicoidal, matriz circular com um furo com 3 mm de diâmetro. No início de cada processamento por extrusão foi utilizado o mesmo material de estudo para estabilização da máquina e ambientar a extrusora. As farinhas para o experimento só foram introduzidas na calha de alimentação quando a temperatura e rotação da rosca alcançaram os valores desejados. Ao final do processamento, as amostras de extrusados foram secas em estufa com circulação de ar, a 55 °C por aproximadamente 8 horas, novamente moídas em moinho de facas e armazenadas em sacos de polietileno, em câmara fria (5 ± 2 °C) até o momento das análises.

4.2.2.2 Avaliação tecnológica da farinha de cobertura extrusada

As amostras das farinhas obtidas foram submetidas às seguintes análises:

4.2.2.2.1 Umidade

A umidade das farinhas foi avaliada pelo método 925,09 (AOAC, 2000) a 105 °C até o peso constante.

4.2.2.2.2 Índice de absorção de água (IAA)

Foi determinado segundo metodologia de Anderson et al. (1969). Em um tubo de centrífuga, previamente tarado, foram colocados aproximadamente 2,5 g de amostra moída e 30 mL de água. Os tubos foram agitados por 30 minutos em agitador mecânico e, em seguida, centrifugados a 3000 rpm por 10 minutos. Do líquido sobrenadante, foram transferidos 10 ml, cuidadosamente, para cadinho de porcelana previamente tarado e levado para estufa a 105 °C. O gel remanescente foi pesado e o IAA calculado conforme a Equação:

$$\text{IAA} = \text{PRC} / \text{PA} - \text{PRE}$$

Sendo, IAA = índice de absorção de água (g gel/g de matéria seca); PRC = peso do resíduo de centrifugação (g); PA = peso da amostra (g) (base seca); e PRE = peso do resíduo de evaporação (g) x 3.

4.2.2.2.3 Índice de solubilidade em água (ISA)

O ISA foi calculado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra, conforme a equação abaixo (ANDERSON et al., 1969):

$$ISA = PRE/PA \times 100$$

Sendo, ISA = índice de solubilidade em água (%); PA = peso da amostra (g) (base seca); e PRE = peso do resíduo de evaporação (g) x 3.

4.2.2.2.4 Índice de absorção de óleo (IAO)

Para a determinação do IAO foi utilizada metodologia adaptada de IAA, na qual foi substituída a água por óleo de soja (SEIBEL; BELÉIA, 2009).

4.2.3 Etapa II – Definição da composição da mistura (Delineamento experimental inteiramente ao acaso)

Nesta segunda etapa, estudaram-se os efeitos da variação das misturas utilizadas na extrusão sobre o índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade de água (ISA) e índice de absorção de óleo (IAO), granulometria e cor. Para esse estudo foi fixado para extrusão a temperatura de 50 °C na qual obteve-se melhor desempenho na primeira etapa, já a velocidade não foi significativa, assim foi utilizada velocidade maior, 110 rpm para otimizar o processo. As misturas foram realizadas casualmente conforme Tabela 2.

Os demais parâmetros de extrusão e processo seguem o descrito anteriormente no item 4.2.2.1.

Tabela 2. Definição da composição da mistura (Delineamento experimental inteiramente ao acaso)

| Amostra | Mistura | | |
|---------|----------------------|---------------------|------------------------|
| | Farinha de milho (%) | Farelo de arroz (%) | Farelo de mandioca (%) |
| A | 100 | 0 | 0 |
| B | 70 | 15 | 15 |
| C | 50 | 0 | 50 |
| D | 50 | 50 | 0 |
| E | 50 | 25 | 25 |
| F* | 50 | 25 | 25 |

(*) Não extrusados

As amostras obtidas foram avaliadas quanto à umidade e IAA, ISA e IAO conforme descrito no item 4.2.2.2. E após caracterizadas quanto a granulometria e cor conforme descrito na sequência.

4.2.3.1 Granulometria

A análise da granulometria das partículas das farinhas foi realizada utilizando agitador de peneiras (Bertel, Caieiras – SP) com peneiras (Bronzinox, São Paulo - SP) de abertura 16, 35, 60, 100, 140 e 250 *mesh*. Utilizaram-se amostras de 60 g, com programação do agitador por 15 minutos na vibração máxima (10). As análises foram feitas em quintuplicata.

4.2.3.2 Determinação da cor

As medidas de cor foram realizadas na superfície das amostras, tomando seis pontos diferentes de leitura por amostra, utilizando o calorímetro Konica Minolta CR400 (Minolta Corporation, Ramsay, NJ, USA) com esfera de integração e ângulo de visão de 45°, ou seja, iluminação d/45 e iluminante D e os valores de luminosidade L*, a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

4.2.4. Análise dos Dados

Na etapa I, os resultados foram analisados utilizando a metodologia de superfície de resposta por meio do programa STATISTICA 8.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA). Os resultados da segunda etapa do estudo foram processados por ANOVA seguido pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade utilizando o programa STATISTICA 8.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA). Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão da média (DP) e considerados significativamente diferente quando $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PARTE 1 - ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE EXTRUSÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DA MISTURA PARA EMPANAMENTO

Primeiramente, estudou-se os efeitos da velocidade de extrusão e da temperatura na zona 3 de extrusão sobre o índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade de água (ISA) e índice de absorção de óleo (IAO).

Tabela 3. Resultados experimentais de IAA, ISA e IAO para farinha de empanamento obtida da mistura de farinha de milho, farelo arroz e bagaço de mandioca (2:1:1) em diferentes condições de temperatura e velocidade de extrusão.

| Ensaio | Temperatura (°C) | Velocidade (rpm) | IAA (g gel.g ⁻¹ matéria seca) | ISA (%) | IAO (g gel.g ⁻¹ matéria seca) |
|---------------------------|---------------------|---------------------|--|------------|--|
| 1 | 50 (-1) | 90 (-1) | 8,54±0,67 | 20,70±4,02 | 2,19±0,02 |
| 2 | 50 (-1) | 110 (+1) | 9,16±0,47 | 14,80±0,37 | 2,22±0,08 |
| 3 | 70 (+1) | 90 (-1) | 6,24±0,15 | 12,85±1,99 | 2,19±0,09 |
| 4 | 70 (+1) | 110 (+1) | 6,75±0,54 | 12,12±2,99 | 2,13±0,15 |
| 5 | 60 (0) | 100 (0) | 8,20±0,00 | 15,72±0,64 | 2,27±0,01 |
| 6 | 60 (0) | 100 (0) | 8,23±0,36 | 14,88±0,60 | 2,19±0,08 |
| 7 | 60 (0) | 100 (0) | 7,84±0,21 | 17,63±0,80 | 2,05±0,19 |
| <i>Breading comercial</i> | | | 5,98±0,17 | 0,37±0,09 | 3,30±0,06 |

Na Tabela 3 estão apresentados os efeitos das variáveis estudadas, temperatura e velocidade, sobre os índices IAA, ISA e IAO. Em relação ao IAA, a temperatura apresentou efeito negativo significativo ($p \leq 0,05$), enquanto que a velocidade apresentou efeito positivo, porém não significativo ($p > 0,05$) (Tabela 4), portanto, a diminuição na temperatura de 70 °C para 50 °C proporcionou aumento significativo no IAA, o que pode ser constatado na Tabela 2, comparando-se os ensaios 1 e 2 com os ensaios 3 e 4.

Em relação ao ISA, resultados similares ao IAA foram obtidos em relação à variável temperatura, sendo este negativo e significativo ($p \leq 0,05$). Com o aumento da temperatura diminuiu-se o ISA. Entretanto, efeito contrário foi observado com relação a variável velocidade. Entretanto, assim como para o IAA, o efeito da velocidade não foi significativo ($p > 0,05$) (Tabela 4)

Já para o IAO, ambas as variáveis, temperatura e velocidade de extrusão, não apresentaram efeitos significativos ($p > 0,05$).

Os modelos para as respostas cujas variáveis apresentaram efeitos significativos podem ser visualizados na Tabela 4. Para ambos as respostas, IAA e IAO, observaram-se curvaturas não significativas ($p > 0,05$), o que indica que os modelos são lineares, ou seja, as variáveis apresentaram efeito linear.

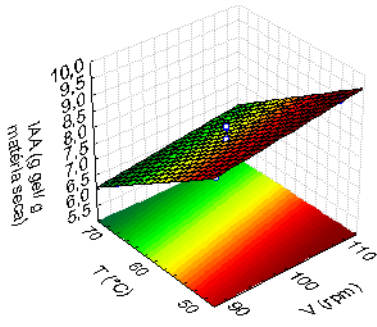
Tabela 4. Efeitos das variáveis temperatura e velocidade de extrusão sobre o IAA, ISA e IAO de farinha de empanamento obtida da mistura de farinha de milho e farelos de mandioca e arroz (2:1:1)

| Resposta | Variáveis | Efeito | Erro padrão | p-valor | Equação | R ² |
|----------|-----------|---------|-------------|---------|--|----------------|
| IAA | Média | 7,8514 | 0,1189 | 0,0000 | Y= 7,85 + 0,28X ₁ – 1,18X ₂ | 0,9368 |
| | V (rpm) | 0,5650 | 0,3147 | 0,1470 | | |
| | T (°C) | -2,3550 | 0,3147 | 0,0017 | | |
| ISA | Média | 15,8571 | 0,4485 | 0,0000 | Y= 15,86 – 1,08X ₁ – 3,21X ₂ + 0,72X ₁ X ₂ | 0,9189 |
| | V (rpm) | -2,1650 | 1,1867 | 0,1656 | | |
| | T (°C) | -6,4150 | 1,1867 | 0,0124 | | |
| | Interação | 1,4350 | 1,1867 | 0,3131 | | |
| IAO | Média | 2,1771 | 0,0345 | 0,0000 | - | - |
| | V (rpm) | -0,0150 | 0,0914 | 0,8801 | | |
| | T (°C) | -0,0450 | 0,0914 | 0,6563 | | |
| | Interação | -0,0450 | 0,0914 | 0,6563 | | |

Y= resposta; X₁ = V (rpm); X₂ = T (°C)

Analisando a Figura 2, pode-se confirmar na faixa estudada que com a diminuição ou aumento da velocidade não houve diferença no IAA, porém com a diminuição da temperatura ocorre aumento do índice de absorção de água.

a)



b)

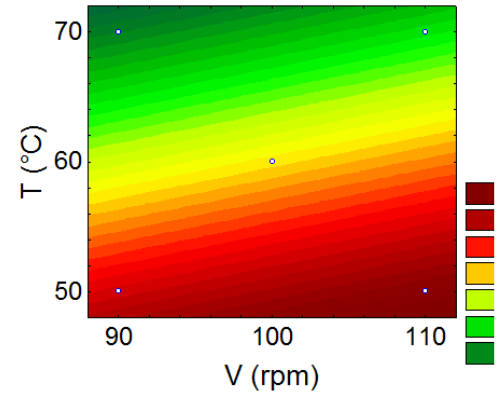
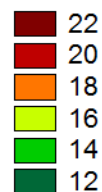
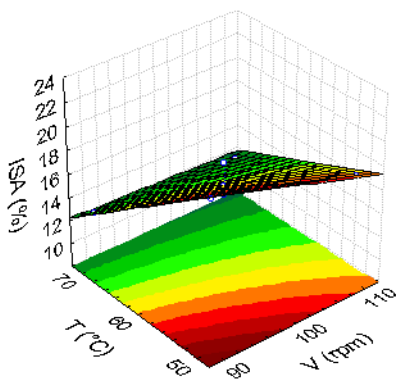


Figura 2. Superfície de resposta (a) e de contorno (b) dos efeitos da temperatura e velocidade de extrusão sobre o IAA de farinha de empanamento obtida da mistura de farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca (2:1:1)

Analisando a Figura 3, observa-se que com a diminuição da velocidade e diminuição da temperatura houve aumento do índice de solubilidade em água.

a)



b)

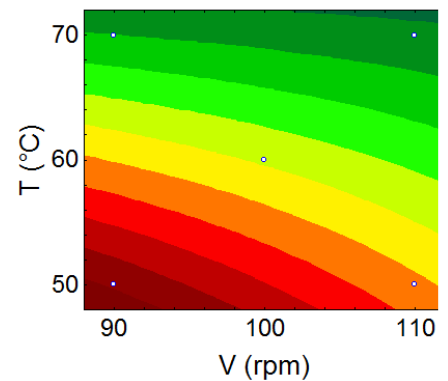


Figura 3. Superfície de resposta (a) e de contorno (b) dos efeitos da temperatura e velocidade de extrusão sobre o ISA de farinha de empanamento obtida da mistura de farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca

A capacidade de absorção de água refere-se à quantidade total de água que pode ser retirada por um *breeding*. Se um *breeding* não absorve água do *batter*, este não se unirá corretamente ao *batter*. Isto causa um desprendimento do *breeding*, resultando num baixo desempenho do produto (GL, 2002; DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

O índice de absorção de água (IAA) é uma medida que reflete a capacidade do grânulo de amido em absorver água, mesmo em temperatura ambiente. Reflete a capacidade de integralidade da estrutura amilácea após o processo de extrusão. A capacidade de absorção de água do material amiláceo cru é geralmente elevada a partir do momento em que se aplica calor, em meio úmido durante o processamento, por meio do processo de gelatinização (ASCHERI, 2009; MOURA et al., 2011). Portanto, considerando que a extrusão promove a gelatinização de amido, pode favorecer a absorção de água em matérias amiláceas (ASCHERI, 2012).

Portanto, verificando os resultados obtidos pode-se observar que com a diminuição da temperatura foi alcançado uma maior absorção de água, sem alterar a absorção de óleo a qual, foi em média $34,14 \pm 2,12$ % menor em todos os ensaios se comparada a farinha comercial (Tabela 3). Ressalta-se a importância desta característica, considerando que após o empanamento o produto segue para a pré-fritura, por meio do mergulho do produto em óleo, sob altas temperaturas (180 a 200 °C), por um curto período de tempo (20 a 35 s). Esta etapa fixa a cobertura, contribui para o desenvolvimento da cor, retira a umidade, inibindo parcialmente a desidratação do produto pelo frio e proporciona absorção de óleo (GL, 2002), adquirindo uma quantia substancial de gordura, a qual pode variar de 3% a 60% (JORGE; LUNARDI, 2005).

Quanto ao ISA acredita-se que este em valor elevado possa alterar negativamente a crocância do produto. Considerando que os valores obtidos para os ensaios foram superiores ao ISA da farinha comercial (Tabela 3), estudos futuros da aplicação no produto nuggets e avaliações de textura poderão ser efetuados.

5.2 PARTE 2 – ESTUDO DA COMPOSIÇÃO DA MISTURA

Na segunda etapa, estudaram-se os efeitos da variação das misturas utiliza-

das da extrusão sobre o índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade de água (ISA) e índice de absorção de óleo (IAO). Para esse estudo foi fixada a temperatura de 50 °C na qual obteve melhor desempenho em relação ao IAA. Já que a velocidade não foi significativa, foi utilizada a velocidade maior para acelerar o processo. Os resultados experimentais obtidos podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados experimentais (média \pm desvio padrão) de IAA, ISA e IAO para farinhas de empanamento obtidas de diferentes misturas de farinha de milho e farelos de mandioca e arroz extrusadas a 50 °C e 110 rpm.

| Amostra | Mistura | | | IAA | ISA | IAO |
|---------|---------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | Farinha de milho (%) | Farelo de arroz (%) | Farelo de mandioca (%) | (g gel/g matéria seca) | (%) | (g gel/g matéria seca) |
| A | 100 | 0 | 0 | 3,64 \pm 0,09 ^e | 7,68 \pm 0,39 ^c | 2,02 \pm 0,03 ^d |
| B | 70 | 15 | 15 | 6,61 \pm 0,11 ^b | 18,28 \pm 3,78 ^a | 2,18 \pm 0,06 ^{cd} |
| C | 50 | 0 | 50 | 6,73 \pm 0,05 ^b | 18,47 \pm 2,19 ^a | 2,26 \pm 0,09 ^c |
| D | 50 | 50 | 0 | 6,22 \pm 0,50 ^b | 15,77 \pm 1,80 ^a | 2,15 \pm 0,03 ^{cd} |
| E | 50 | 25 | 25 | 9,16 \pm 0,47 ^a | 14,80 \pm 0,37 ^{ab} | 2,22 \pm 0,08 ^c |
| F* | 50 | 25 | 25 | 4,94 \pm 0,19 ^d | 8,69 \pm 0,09 ^{bc} | 2,70 \pm 0,02 ^b |
| G | <i>Breading</i> comercial | | | 5,98 \pm 0,17 ^{bc} | 0,37 \pm 0,09 ^d | 3,30 \pm 0,06 ^a |

(*). Não extrusado. (**) Letras diferentes indicam diferença significativa entre linhas a nível de 5%.

A adição de farelo de arroz e/ou bagaço de mandioca altera significativamente as propriedades de absorção de água e óleo da farinha de cobertura (Tabela 5). Verificou-se que a farinha obtida apenas de farinha de milho (A) apresentou o menor IAO ($p \leq 0,05$), entretanto também apresentou o menor IAA ($p \leq 0,05$), inclusive se comparada à farinha comercial (G). Com o incremento da farinha de milho com o farelo de arroz e/ou bagaço de mandioca, observou-se um aumento significativo ($p \leq 0,05$) nos três índices (Tabela 5). Entretanto, ressalta-se que, se comparamos as farinhas extrusadas obtidas da mistura (B, C, D e E) com a farinha comercial (G), pode-se verificar a viabilidade do uso dessas matérias-primas em uma formulação de *breeding*, pois elas elevaram o IAA e diminuíram o IAO

significativamente ($p \leq 0,05$). Ainda, a amostra E, com 50% de substituição da farinha de milho pelos subprodutos, pode ser uma proposta interessante uma vez que, apresentou o maior IAA e IAO similar as demais misturas extrusadas, e menor que o *breeding* comercial (G) (Tabela 5).

Todas as farinhas de cobertura extrusadas, independente da mistura, apresentaram IAO inferior à farinha comercial, apresentando em média $2,02 \pm 0,09$ g gel/g matéria seca, o qual foi 34,4% menor que o da farinha comercial (G) (Tabela 5). A redução na absorção de óleo ocasionada pela extrusão também ficou evidenciado quando comparado as amostras E e F. Ambas possuem a mesma proporção de mistura, entretanto o IAO foi menor ($p \leq 0,05$) para E (submetida a extrusão).

Analisando-se a granulometria das amostras (Tabela 6) observou-se que 69% da farinha extrusada ficou retida na peneira de mesh 35 demonstrando que esta farinha tem granulometria mais elevada comparada a farinha não extrusada onde a maior parte ficou distribuída entre os mesh 35, 60 e 100 com 25%, 28% e 31% respectivamente, apresentando granulometria bem inferior. Fator este, que pode ter contribuído para a menor absorção de óleo para as misturas extrusadas (A, B, C, D e E) se comparada a não extrusada, devido à menor área superficial.

Tabela 6. Granulometria das farinhas de empanamento obtidas de diferentes misturas de farinha de milho, farelo de arroz e bagaço de mandioca extrusadas a 50 °C e 110 rpm e da mistura 2:1:1 não extrusada.

| Mesh | Mm | Quantidade retida (%) | |
|-------|-------|-----------------------|-----------------------|
| | | Farinha extrusada | Farinha não extrusada |
| 16 | 1,19 | 12,27±2,26 | 5,73±1,03 |
| 35 | 0,50 | 68,90±1,13 | 25,40±0,57 |
| 60 | 0,25 | 6,60±3,12 | 27,90±2,97 |
| 100 | 0,149 | 5,56±1,94 | 31,13±1,60 |
| 140 | 0,105 | 3,34±0,11 | 8,17±2,13 |
| 250 | 0,062 | 2,22±1,93 | 1,67±2,36 |
| Fundo | | 2,26±1,96 | 0,00±0,00 |

Os resultados são semelhantes aos obtidos por Fiorda et al. (2013), trabalhando com farinha de bagaço de mandioca e fécula de mandioca onde a maior

retenção foi na peneira de abertura 0,150 mm, de 41,93%. Isso demonstra que a farinha extrusada possui uma granulometria mais grossa.

Em relação à cor das farinhas adicionadas de farelo de arroz e bagaço de mandioca, segundo resultado da análise colorimétrica (Tabela 7) e imagem das amostras (Figura 4), o uso dos mesmos provocou escurecimento da farinha. A mistura ocasionou redução nos valores de L (média $57,8 \pm 4,6$) em comparação a amostra obtida só de farinha de milho (A) (21,9%). Da mesma forma o processo de extrusão também aumentou o escurecimento, o que pode ser evidenciado comparando-se as amostras E e F de mesma composição, sendo que a amostra E apresentou valor de L 29,8% maior, provavelmente devido ao aquecimento no processo de extrusão.

Tabela 7. Cor das farinhas de empanamento obtidas de diferentes misturas de farinha de milho e farelos de mandioca e arroz extrusadas a 50 °C e 110 rpm.

| Amostra | Mistura | | | Parâmetros | Resultado |
|---------|----------------------|---------------------|------------------------|------------|------------|
| | Farinha de milho (%) | Farelo de arroz (%) | Farelo de mandioca (%) | | |
| A | 100 | 0 | 0 | L | 74,06±1,54 |
| | | | | a* | -3,24±0,49 |
| | | | | b* | 32,01±1,17 |
| B | 70 | 15 | 15 | L | 56,74±1,29 |
| | | | | a* | 0,50±0,31 |
| | | | | b* | 19,81±0,39 |
| C | 50 | 0 | 50 | L | 61,98±1,43 |
| | | | | a* | -1,32±0,28 |
| | | | | b* | 17,19±0,61 |
| D | 50 | 50 | 0 | L | 60,84±2,05 |
| | | | | a* | -1,13±0,44 |
| | | | | b* | 16,97±0,38 |
| E | 50 | 25 | 25 | L | 51,83±2,09 |
| | | | | a* | 1,26±0,34 |
| | | | | b* | 17,87±0,80 |
| F* | 50 | 25 | 25 | L | 73,78±1,47 |
| | | | | a* | -2,23±0,50 |
| | | | | b* | 21,65±0,54 |

* Sem extrusar

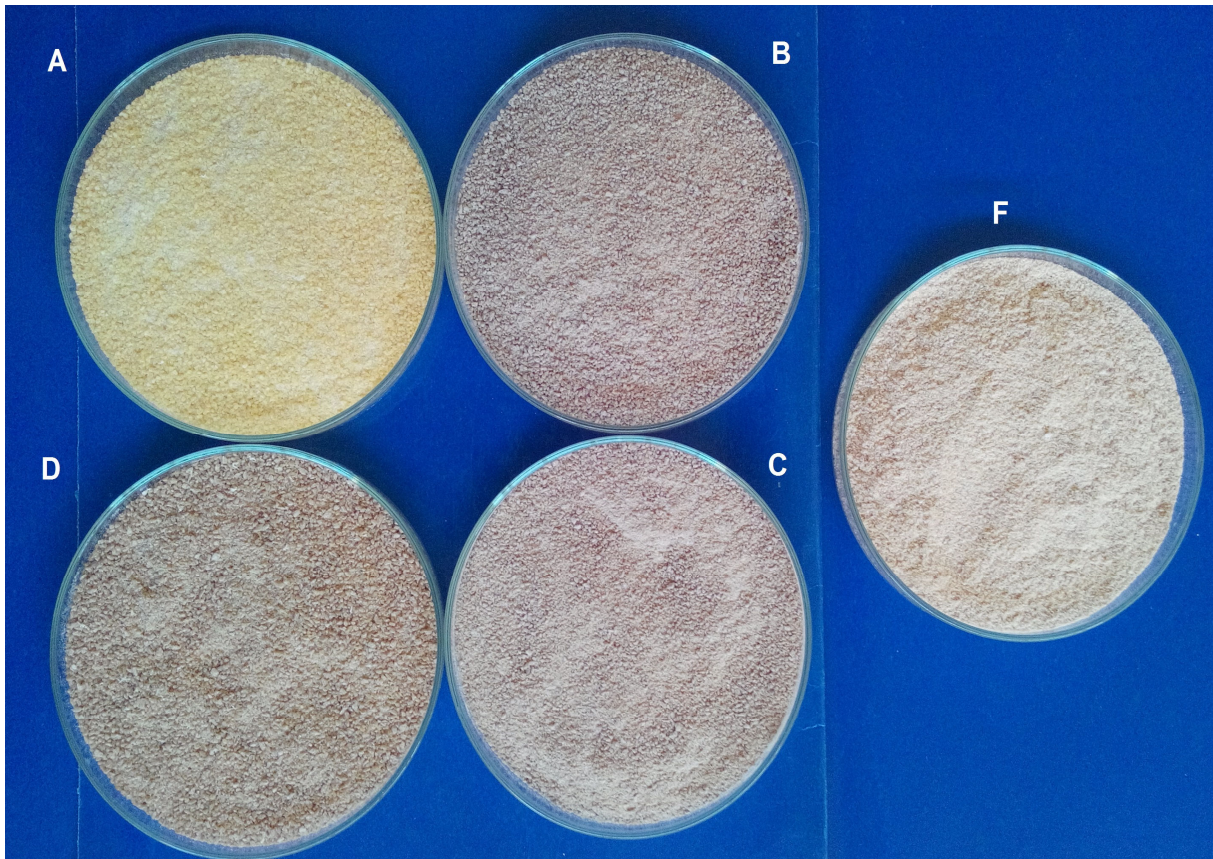


Figura 4. Amostras de farinhas de empanamento extrusadas. A: 100% farinha de milho (FMI); B: 70% FMI, 15% farelo de arroz (FA) e 15% farelo de mandioca (FM); C: 50% FMI e 50% FM; D: 50% FMI e 50% FA; F: 50% FMI, 25% FM e 25% FA, sem extrusar.

Ressaltando-se, portanto, a necessidade de se avaliar em trabalhos futuros a alteração da cor após o processo de fritura bem como a aceitação desta pelos consumidores.

Os resultados referentes às umidades das amostras analisadas encontram-se na Tabela 8, pode-se verificar que o percentual de umidade final das farinhas estudadas ficou entre 7% e 12%. Valores estes adequados para conservação do produto se comparados a produto comerciais.

Tabela 8. Umidade de farinhas de empanamento obtidas e de uma farinha comercial.

| Amostra | Mistura | | | Umidade (%) |
|---------|---------------------------|---------------------|------------------------|-------------|
| | Farinha de milho (%) | Farelo de arroz (%) | Farelo de mandioca (%) | |
| A | 100 | 0 | 0 | 9,97±0,17 |
| B | 70 | 15 | 15 | 11,34±0,18 |
| C | 50 | 0 | 50 | 12,36±1,70 |
| D | 50 | 50 | 0 | 10,44±0,17 |
| E | 50 | 25 | 25 | 7,50±0,45 |
| F* | 50 | 25 | 25 | 11,40±0,10 |
| G | <i>Breading</i> comercial | | | 10,64±0,13 |

(*) Não extrusada.

6 CONCLUSÃO

A velocidade da extrusão não apresentou efeito significativo na faixa estudada (90 a 110 rpm), recomenda-se maior velocidade para acelerar o processo. Quanto a temperatura, na faixa estudada (50 a 70 °C), valores menores aumentaram o IAA.

A utilização dos subprodutos, farelo de arroz e bagaço de mandioca em substituição a farinha de milho em até 50%, na obtenção de farinha de empanamento por extrusão proporcionou menor IAO (32,7%) e maior IAA (34,7%) comparado a farinha de empanamento comercial (*breeding* comercial) e em relação a farinha não extrusada, que são características que devem ser considerados na produção de farinhas de empanamento.

O farelo de arroz e bagaço de mandioca são subprodutos que podem ser uma alternativa a ser usada como matéria prima na produção de farinha de empanamento extrusada em combinação de mistura com a farinha de milho.

Considerando os ISA apresentados nas amostras extrusadas, ressalta-se a necessidade de estudos futuros da aplicação em produtos empanados e avaliação das propriedades tecnológicas e sensoriais após a fritura do produto.

REFERÊNCIAS

AMISSAH, J. G. N.; ELLIS, W. O.; ODURO, I. Nutrient composition of bran from new rice varieties under study in Ghana. **Food Control**, n. 14, p. 21-24, 2003.

ANDERSON, R. A. ; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN, E. L., Jr. Gelatinization of grits by roll and extrusion cook. **Cereal Science Today**, Saint Paul, v. 14, n. 1, p. 4-11, 1969.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 17. ed. Washington, DC, 2000. v.2, 1175.

AREAS, J. A. Extrusion of food proteins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.32, n. 4, p. 365-392, 1992.

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

ASCHERI, J. L. R.. **Extrusão**. 2012. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473wy7guo3.html>. Acesso em 05 Jan 2015.

ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; MATSUURA, F. C. A. U. Elaboração de pellets de farinha de raspa de mandioca por extrusão termoplástica (escala piloto e industrial). **Alimentaria**, Madri, v.37, n.309, p.101-106, 2000.

BECKER, F. S.. **Caracterização de Farinhas Cruas e Extrusadas Obtidas a Partir de Grãos Quebrados de Diferentes Genótipos de Arroz**. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

BORTOLUZZI, R. C. **Empanados**. In: R. OLIVO (ed.), O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, Ed. Do Autor, 2006, p. 481-494.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária - **Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados**. 2001. Disponível em: http://www.engetecno.com.br/port/legislacao/carnes_empanados.htm. Acesso em: 07 out. 2015.

CAMARGO, J. O **Brasil deve aumentar a importação de trigo**. 2015. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/noticias/trigo/brasil-deve-aumentar-importacao-trigo-54421> Acesso em: 18 set. 2015.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; SILVA, P. A., ASSIS, G. T.; ASCHERI, J. L. R. Caracterização tecnológica de extrusados de terceira geração à base de farinhas de mandioca e pupunha. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 995-1003, 2010.

CARVALHO, J. O. M.; CEREDA, M. P. **Subprodutos da mandioca - composição dos resíduos sólidos**. Informação técnica. 2005. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24804/1/folder-mandioca.pdf> > Acesso em 20 Nov. 2015.

CARVALHO, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização textuométrica e microestrutural**. 2000. 89p. Dissertação (Mestrado em ciências de alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CEREDA, M. P. **Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca**. In: CEREDA, Marney P. L (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. Cap. 1, p. 13 – 37.

CHAUD, L. C. S.; ARRUDA, P. V.; FELIPE, M. G. A. **Potencial do farelo de arroz para utilização em bioprocessos**. Nucleus, v.6, n.2, p.33-46, 2009.

CORREA, M. S. Tecnologia de Empanados. **Revista Nacional da Carne**. n. 249, 1997.

DEGENHARDT, J. Empanamento de produtos cárneos. **Aditivos & Ingredientes**, v. 28, p. 77-79, 2003.

DILL, D. D.; SILVA, A. P.; LUVIELMO, M. M. Processamento de empanados: Sistemas de cobertura Coating processing: Coating systems. **Estudos Tecnológicos**, v. 5, n. 1, p. 33-49, 2009.

EL-DASH, A. A. Application and control of thermoplastic extrusion of cereals for food and industrial uses. In: POMERANZ, Y.; MUNCH, L. Cereal a renewable resource: theory and practice. Wageningen: **American Association of Cereal Chemists**, p. 165-216, 1982.

FELLOWS, P. **Tecnologia Del procesado de lós alimentos**. Zaragoza, Editorial Acribia S.A, 1994, 535 p.

FIORDA, F. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013.

FREITAS, A. A.; KWIATKOWSKI, A.; TANAMATI, A. A. C.; FUCHS, R. H. B. Uso de farinha de batata inglesa (*Solanum Tuberosum* L.) cv. monalisa em misturas para cobertura de empanados de frango. **Ciências Exatas e da Terra**, v. 11, n. 2, p.17-26, 2005.

GL. Laboratories Worldwide. **Guia completo para sistemas de cobertura**. Guarulhos, Ed. do Autor, 2002. 41 p.

GUERREIRO, L. **Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial**. Dossiê Técnico, Rio de Janeiro: BRT, Serviços Brasileiro de Respostas Técnicas, 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTcy>>. Acesso em: 15 Jan 2015.

IBGE. Produção: **Confronto das Safras de 2014 e 2015 - Brasil**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201508_5.shtm. Acesso em: 05 out. 2015.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Influencia dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.3, 2005.

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

LEMOS, M. R. B.; SOARES, L. A. S. Farelo de Arroz: um subproduto em estudo. **Óleos E Grãos**. v,51, p.40-47,1999.

LEONEL, M. **Caracterização da fibra e uso do farelo de mandioca como base para produtos dietéticos**. In: CEREDA, Marney P. (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. Cap. 17, p. 221-228.

LUVIELMO, M.M.; DILL, D.D. Utilização da goma metilcelulose para redução da absorção de gordura em produtos empanados. Semina: **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 107-118, 2008.

MALACARNE, G.; MARASCHIN, G.; MORO, M. E. **Bife bovino empanado**. 2001. 63 f.: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curso Superior de Tecnologia em Alimentos. Modalidade Industrialização de Carnes, Medianeira, 2001.

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

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Arroz**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>. Acesso em: 29 out. 2015.

MILHO e suas riquezas, **Gazeta Mercantil**, caderno A, p. 3, 2005. Disponíveis em: <<http://www.fiesp.com.br/sindimilho/sobre-o-sindmilho/curiosidades/milho-e-suas-riquezas-historia/>> Acesso em: 05 Out. 2015.

MOSER, B. **Desafios para o Câmbio no Brasil em 2015**. Disponível em: <<http://www.carnetec.com.br/Industry/News/Details/55601>> Acesso em 25 Fev 2015.

MOURA, S. M.; ASCHERI, J. L. R.; SILVA, C. C. O.; MORO, T. M. A.; CARVALHO, J. L. V.; NUTTI, M. R. **Propriedades de absorção e solubilização de extrudados de farinha mista de feijão, milho e arroz biofortificados**. 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54388/1/2011-120.pdf>> Acesso em: Acesso em 19 Nov. 2015.

PEIXOTO, C. M. **O milho no Brasil, sua importância e evolução, 05 fevereiro 2014**. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/165/o-milho-no-brasil-sua-importancia-e-evolucao>. Acessado em 07 out. 2015.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, v. 41, n. 12, p. 2196-2202, 2011.

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Mandiocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária**. Outubro de 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandiocultura_2012_13.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2015.

SEIBEL, N. F.; BELÉIA, A. D. Características químicas e funcionalidade tecnológica de ingredientes de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]: carboidratos e proteínas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 113-122, 2009.

SGARBIERI, V. C., **Alimentação e Nutrição, fator saúde e desenvolvimento**, Campinas: Editora UNICAP, São Paulo: Almed, 1987.

SILVEIRA, E. T. F. **Industrialização da carne de frango**. Centro da tecnologia da carne. ITAL, 1992, p. 53.

TSEN H. Y.; CHEN, M. L.; HSIEH, Y. M.; SHEU, S. J.; CHEN, Y. L. *Bacillus cereus* grup strains, their Hemolysin BL activity, and their detection in foods using a 16s RNA and Hemolysin BL Gene-Targeted Multiplex Polymerase chain reaction system. **Journal of Food Protection**, v. 63, v.11, p. 1496-1502, 2000.

UEMURA, C. H; LUZ, M.B. **Sistema de cobertura. Aditivos & Ingredientes**, v., p. 81-82, 2003.