



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA BIOQUÍMICA

ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS UTILIZANDO
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA E CAJU
ENRIQUECIDOS PROTEICAMENTE POR VIA MICROBIANA

CECÍLIA ELISA DE SOUSA MUNIZ

CAMPINA GRANDE

2017

CECÍLIA ELISA DE SOUSA MUNIZ

**ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS UTILIZANDO
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA E CAJU
ENRIQUECIDOS PROTEICAMENTE POR VIA MICROBIANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química/UFCG, na Linha de Pesquisa Recursos Regionais e Meio Ambiente, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Química, sob a orientação das Professoras Doutoras Líbia de Sousa Conrado Oliveira e Ângela Maria Santiago.

CAMPINA GRANDE

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M966e

Muniz, Cecília Elisa de Sousa.

Elaboração de barras de cereais utilizando resíduos agroindustriais de goiaba e caju enriquecidos proteicamente por via microbiana / Cecília Elisa de Sousa Muniz. – Campina Grande, 2017.

71 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Líbia de Sousa Conrado Oliveira, Profa. Dra. Ângela Maria Santiago".

Referências.

1. Enriquecimento Proteico. 2. Levedura *Saccharomyces Cerevisiae*. 3. Resíduos Agroindustriais. 4. Barra de Cereal. I. Passos, Eduardo Marcos Rodrigues dos. II. Santos, João Rafael Lúcio dos. III. Título.

CDU 66.091(043)

CECÍLIA ELISA DE SOUSA MUNIZ

**ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAIS UTILIZANDO
RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS DE GOIABA E CAJU
ENRIQUECIDOS PROTEICAMENTE POR VIA MICROBIANA**

Aprovada em: 05 / 10 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Libia de Sousa Conrado Oliveira

Profa. Dra. Líbia de Sousa Conrado Oliveira

Orientadora (UEAQ/UFCG)

Ângela Maria Santiago

Profa. Dra. Ângela Maria Santiago

Co-Orientadora (CCT/DQ/UEPB)

Antonielly dos Santos Barbosa

Profa. Dra. Antonielly dos Santos Barbosa

Examinadora Interna (UEAQ/UFCG)

*Ao meu Deus, Rei e Senhor
que realiza sonhos e cumpre promessas.*

AGRADECIMENTOS

A meu Deus e Senhor, amigo fiel que esteve comigo em todo tempo, sendo o meu socorro, minha força, meu auxílio. Obrigado por ter me permitido chegar até aqui, pelo fôlego de vida que me mantém de pé.

Ao meu esposo Bruno por todo apoio, compreensão e amor. Pelo abraço apertado quando as coisas não iam bem, pelas palavras de ânimo que não me deixou desacreditar que tudo ia dar certo no final, obrigado por todas as contribuições que direta ou indiretamente contribuíram para que eu chegasse até aqui.

A minha querida mãe, que em suas orações jamais se esqueceu de mim. Obrigado por ter acreditado em mim, quando eu pensei em desistir, que segurou na minha mão e disse que tudo bem se eu parasse, mas acreditava que eu era capaz de caminhar mais um pouco.

Aos meus irmãos mais chegados, Joana e João, que mesmo sem estarem diariamente comigo, estão presentes no meu coração. Irmãos, amigos, amores de uma vida toda.

As minhas queridas orientadoras, professoras Dras. Líbia Conrado e Ângela Santiago, pela oportunidade de aprender e crescer profissionalmente ao lado de duas mulheres corajosas, de muito caráter, bondade e amor no coração. Saibam que as admiro muito, tenho certeza de que Deus às colocou na minha vida como um canal de bênçãos.

Ao meus queridos amigos do Laboratório de Engenharia Bioquímica, os “Lebianos”, que juntos compartilhamos conhecimento, momentos de dificuldade e também de superação, além de boas xícaras de café e muitas risadas. Obrigado colegas, vocês contribuíram direta ou indiretamente para que eu chegasse até aqui.

O meu muito obrigado a Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química pela oportunidade de me aperfeiçoar profissionalmente. Ao Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas na pessoa da professora Dra. Rossana Figueiredo, pela importante contribuição que tornou possível a conclusão desta pesquisa.

MUNIZ, C. E. S. **Elaboração de barras de cereais utilizando resíduos agroindustriais de goiaba e caju enriquecidos proteicamente por via microbiana.** 2017. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química.

RESUMO

Com os produtos tradicionais fontes de proteína se tornando mais caros a cada dia, surge a necessidade de desenvolver novos produtos alimentícios com alto valor nutricional e que ainda assim sejam de baixo custo, podendo ser consumido pela população de todas as classes econômicas. As barras de cereais já representam uma alternativa de complemento alimentar à base de carboidratos e fibras, sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo elaborar barras de cereais que contenham na sua composição resíduos agroindustriais, que submetidos ao processo de enriquecimento proteico por via microbiana, irão aumentar o teor proteico e nutricional deste respectivo produto, além de torna-los mais baratos. O microrganismo utilizado foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e os resíduos escolhidos para tal objetivo foram o bagaço do caju e as cascas de goiabas. Inicialmente fez-se o preparo dos resíduos, os quais foram secos em estufa com circulação de ar a $55\pm 2^\circ\text{C}$ até peso constante. A caracterização físico-química dos resíduos do caju e da goiaba mostrou que, estes poderiam ser submetidos ao processo fermentativo de enriquecimento proteico e posteriormente como ingredientes na elaboração das barras de cereais, apresentando teores suficientes de açúcares redutores, pectina e fibras, além de um pH adequado ao meio de cultivo. Para o enriquecimento proteico utilizou-se a levedura em uma concentração de 3%, para o resíduo do caju e de 5% para o resíduo da goiaba, sob temperatura de 30°C durante 9h de cultivo. Tanto o resíduo do caju quanto o da goiaba teve o seu teor de proteína elevado em quatro vezes. Após a obtenção dos resíduos enriquecidos proteicamente foram elaboradas quatro formulações de barras de cereais, onde a aveia foi substituída parcialmente pelos resíduos agroindustriais, (F₀) formulação de referência sem adição de nenhum dos resíduos, (F₁) constituída apenas pelo resíduo do caju, (F₂) constituída apenas pelo resíduo da goiaba e (F₃) constituída pelos dois resíduos, goiaba e caju. As barras de cereais elaboradas foram caracterizadas físico-quimicamente quanto ao teor de água, cinzas, lipídeos, carboidratos, proteína e fibra alimentar, apresentando resultados bastante satisfatórios, principalmente quanto ao teor de proteína, em torno de 12% para a formulação F₁, valor este superior ao encontrado nas barras de cereais comercializadas no mercado. Posteriormente elas foram submetidas a análise microbiológica para verificar a ausência/presença de coliformes totais, coliformes fecais e *salmonella sp.*, os resultados obtidos apresentaram contagens inferiores às máximas estipuladas pela RDC n° 12 atendendo portanto, aos requisitos da legislação vigente. Por fim as formulações foram avaliadas sensorialmente em uma academia da cidade por um grupo de 40 julgadores os quais avaliaram os atributos: cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos, além da intenção de compra, utilizando uma escala hedônica de 5 pontos. Os resultados obtidos foram satisfatórios, para todas as barras de cereais analisadas pelos julgadores os quais afirmaram que gostaram moderadamente (7) e que possivelmente comprariam (4) caso elas fossem comercializadas.

Palavras Chave: Enriquecimento proteico, levedura *saccharomyces cerevisiae*, resíduos agroindustriais, barra de cereal.

MUNIZ, C. E. S. **Elaboration of cereal bars using protean enriched guava and cashew agroindustrial residues by microbial.** 2017. Master's Dissertation in Chemical Engineering.

ABSTRACT

With traditional sources of protein becoming more expensive every day, there is a need to develop new food products with high nutritional value that are still low cost and can be consumed by the population of all economic classes. The cereal bars already represent an alternative food complement based on carbohydrates and fibers, so, this research aims to elaborate cereal bars containing in their composition agroindustrial residues, which undergo the process of microbial protein enrichment, will increase the protein and nutritional content of this respective product, besides making them cheaper. The microorganism used was the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, and the residues chosen for this purpose were the cashew bagasse and the guava husks. Initially the waste was prepared, which were dried in an oven with air circulation at 55 ± 2 ° C until constant weight. The physico-chemical characterization of the cashew and guava residues showed that they could be submitted to the fermentative process of protein enrichment and later as ingredients in the elaboration of the cereal bars, presenting sufficient levels of reducing sugars, pectin and fibers, besides a pH suitable for culture medium. For protein enrichment, the yeast was used at a concentration of 3% for the cashew residue and 5% for the guava residue, at a temperature of 30 ° C for 9h of culture. Both the cashew and guava residue had their protein content elevated fourfold. After obtaining the protein enriched residues, four formulations of cereal bars were elaborated, where the oats were replaced partially by the agroindustrial residues, (F0) reference formulation without addition of none of the residues, (F1) constituted only by the cashew residue, (F2) constituted only by guava residue and (F3) constituted by the two residues, guava and cashew. The elaborated cereal bars were physicochemically characterized as water, ash, lipids, carbohydrates, protein and dietary fiber, presenting satisfactory results, mainly regarding the protein content, around 12% for the formulation F1, value higher than that found in cereal bars marketed on the market. Subsequently, they were submitted to microbiological analysis to verify the absence/presence of total coliforms, fecal coliforms and *salmonella sp.*, the results obtained were lower than the maximum stipulated by RDC n° 12, thus meeting the requirements of current legislation. Finally, the formulations were evaluated sensorially in a gymnasium of the city by a group of 40 judges who evaluated the attributes: color, aroma, flavor, texture and global acceptance, using a hedonic scale of 9 points, besides the intention to buy, using a hedonic scale of 5 points. The results obtained were satisfactory for all cereal bars analyzed by the judges who stated that they liked moderately (7) and that they would possibly buy (4) if they were marketed.

Keywords: Protein enrichment, yeast *saccharomyces cerevisiae*, agroindustrial residues, cereal bar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Volume de produção e exportação de frutas frescas de 2008 a 2015-----	15
Figura 2: Caju-----	16
Figura 3: Goiaba-----	17
Figura 4: Estrutura da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -----	22
Figura 5: Sanitização das Goiabas-----	28
Figura 6: Sanitização dos cajus-----	28
Figura 7: Etapas para o preparo dos resíduos secos da goiaba e caju-----	28
Figura 8: Sistema utilizado na adsorção -----	35
Figura 9: Resíduo em <i>overnight</i> -----	36
Figura 10: Resíduo com levedura-----	36
Figura 11: Esquema utilizado na coleta das amostras durante o cultivo microbiano----	37
Figura 12: Armazenamento do resíduo enriquecido-----	37
Figura 13: Pesagem dos ingredientes-----	39
Figura 14: Máquina de cereal Mallory nutritive cereal maker-----	39
Figura 15: Amostras apresentadas aos julgadores-----	41
Figura 16: Isoterma de adsorção do resíduo de caju-----	46
Figura 17: Isoterma de adsorção do resíduo da goiaba-----	46
Figura 18: Acompanhamento cinético do enriquecimento do resíduo seco do caju utilizando 3% de levedura-----	48
Figura 19: Aumento proteico do resíduo do caju durante o processo fermentativo e em relação ao resíduo seco utilizando 3% de levedura-----	49
Figura 20: Acompanhamento cinético do enriquecimento do resíduo seco da goiaba utilizando 3% de levedura-----	50
Figura 21: Aumento proteico do resíduo da goiaba durante o processo fermentativo e em relação ao resíduo seco utilizando 3% de levedura-----	51
Figura 22: Acompanhamento cinético do enriquecimento do resíduo seco da goiaba utilizando 5% de levedura-----	52
Figura 23: Aumento proteico do resíduo da goiaba durante o processo fermentativo e em relação ao resíduo seco utilizando 5% de levedura-----	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -----	23
Tabela 2: Ingredientes e proporção utilizada na elaboração das barras de cereais-----	38
Tabela 3: Caracterização físico-química dos resíduos secos de caju e goiaba -----	42
Tabela 4: Parâmetros de ajuste para o modelo GAB-----	47
Tabela 5: Resultado do aumento proteico e redução do AR ao longo do cultivo microbiano do resíduo do caju utilizando 3% de levedura-----	50
Tabela 6: Resultado do aumento proteico e redução do AR ao longo do cultivo microbiano do resíduo da goiaba utilizando 3% de levedura-----	51
Tabela 7: Resultado do aumento proteico e redução do AR ao longo do cultivo microbiano do resíduo da goiaba utilizando 5% de levedura-----	53
Tabela 8: Caracterização físico-química das barras de cereais-----	54
Tabela 9: Resultados da análise microbiológica-----	57
Tabela 10: Média da aceitabilidade das barras de cereais-----	58
Tabela 11: Índice de aceitabilidades das barras de cereais-----	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 FRUTICULTURA	15
3.2 RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	17
3.3 BARRAS DE CEREAIS	19
3.4 FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO	20
3.4.1 Microrganismo (Levedura <i>Saccharomyces Cerevisae</i>)	22
3.5 ENRIQUECIMENTO PROTEICO COM <i>SACCHAROMYCES CEREVISAE</i>	24
3.6 ANÁLISE SENSORIAL	25
4 METODOLOGIA	27
4.1 LOCAL E REALIZAÇÃO DA PESQUISA	27
4.2 MATÉRIAS-PRIMAS	27
4.3 MICRORGANISMO	27
4.4 PREPARO DOS RESÍDUOS SECOS DA GOIABA E DO CAJU	27
4.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS RESÍDUOS SECOS DA GOIABA E DO CAJU	29
4.5.1 Teor de Água	29
4.5.2 Cinzas	29
4.5.3 Açúcar Redutor	30
4.5.4 Proteína	30
4.5.5 Fibra Detergente Neutro	31
4.5.6 Fibra Detergente Ácido	32
4.5.7 Pectina	33
4.5.8 pH	33
4.5.9 Acidez	34
4.5.10 Atividade de Água	34

4.6 ISOTERMAS DE ADSORÇÃO-----	34
4.7 CINÉTICA DE ENRIQUECIMENTO PROTEICO-----	35
4.8 ELABORAÇÃO DAS BARRAS DE CEREAIS-----	38
4.9 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DAS BARRAS DE CEREAIS-----	39
4.9.1 Fibra alimentar-----	39
4.9.2 Lipídeos-----	39
4.9.3 Valor energético total-----	40
4.10 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS BARRAS DE CEREAIS-----	40
4.11 ANÁLISE SENSORIAL-----	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	42
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS RESÍDUOS SECOS DA GOIABA E DO CAJU-----	42
5.2 ISOTERMA DE ADSORÇÃO-----	45
5.3 ENRIQUECIMENTO PROTEICO-----	48
5.4 BARRAS DE CEREAIS-----	54
5.4.1 Caracterização físico-química das barras de cereais-----	54
5.4.2 Análise microbiológica-----	57
5.4.3 Análise sensorial-----	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS-----	61
REFERÊNCIAS-----	62

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira, através do cultivo de várias espécies, alcança, dia a dia, maior expressão na agricultura brasileira, ocupando cerca de 2 milhões de hectares do território nacional e gerando mais de 5 milhões de empregos no campo, fazendo com que o Brasil siga como o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com uma produção estimada em 44 milhões de toneladas para este ano, permanecendo atrás apenas da China e da Índia (IBGE, 2016).

As frutas são extremamente perecíveis e com vistas em seu consumo por períodos que vão além da safra, é que mais da metade da produção é processada e transformada em subprodutos como sucos, néctares, polpas, geleias e doces (INFANTE et al., 2013; ABUD, NARAIN, 2009; UCHOA et al., 2008).

A obtenção desses produtos gera grande quantidade de resíduos agroindustriais, que apesar de serem considerados sérios problemas ambientais, podem servir como ricas fontes de carboidratos fermentescíveis (CASTRO e PEREIRA, 2010). O conveniente aproveitamento desses resíduos resultaria em maiores ganhos econômicos, uma grande diminuição do impacto ambiental e a possibilidade de produzir novos produtos de interesse para a sociedade (CARDOSO et al., 2015).

A demanda por alimentos nutritivos e funcionais está crescendo mundialmente e as barras de cereais podem atender a esta tendência já que são elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável, sendo fonte de fibras, vitaminas, sais minerais e carboidratos digestíveis (GUTKOSKI et al., 2007; IZZO e NINESS, 2001). A flexibilidade quanto a formulação das barras de cereais, permite que elas possam ser objeto de estudo no reaproveitamento os resíduos agroindustriais, através da utilização dos mesmos como ingredientes na sua elaboração.

O uso de processos biotecnológicos no reaproveitamento dos resíduos agroindustriais vem recebendo crescente atenção, uma vez que esses materiais representam recursos possíveis e utilizáveis para a síntese de novos produtos úteis. Nesse contexto, a fermentação em estado sólido (FES) desempenha um papel de destaque no aproveitamento dos resíduos provenientes das agroindústrias, pois, em virtude do crescimento microbiano, ocorre a síntese de diversos compostos, dos quais muitos apresentam grande interesse para segmentos industriais, além de elevado valor agregado (DANTAS, AQUINO, 2010).

A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, presentes na nutrição humana e animal, destaca-se dentre os microrganismos processadores de proteínas, devido a sua alta eficiência na conversão, relação não patogênica com o homem, além de ser reconhecida como fonte proteica, reserva natural de vitaminas do complexo B e D, aminoácidos em quantidade adequada e equilibrada, aproximando-se dos valores recomendados pelo padrão de referência da FAO e minerais.

O frequente aumento nos preços dos alimentos que são fontes tradicionais de proteína, tem despertado grande interesse pelo desenvolvimento de novos produtos que sejam nutritivos e mais baratos. Nesse contexto as barras de cereais enriquecidas proteicamente utilizando os resíduos agroindústrias na sua composição, é um produto inovador que tem como características a praticidade das barras de cereais comuns, mas com um diferencial que é o elevado teor de fibras, minerais, carboidratos, proteína microbiana e aminoácidos, ambos advindos da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Além disso o baixo custo de produção das mesmas é outro diferencial, uma vez que os cereais comumente utilizados na elaboração das barras de cereais, como a aveia e o flocos de arroz, serão substituídos pelos resíduos agroindustriais, os quais não terão nenhum custo uma vez que os mesmos seriam descartados como lixo.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Elaborar barras de cereais com resíduos agroindustriais de caju e goiaba enriquecidos proteicamente com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

2.2 Objetivos específicos

- Secar o resíduo da goiaba (casca) e do caju (bagaço do pedúnculo) em estufa com circulação de ar à temperatura de $55\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- Caracterizar os resíduos secos da goiaba e do caju quanto ao teor de água, atividade de água, pH, cinzas, açúcares redutores, acidez, pectina; fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, acidez e proteína.
- Enriquecer proteicamente os resíduos do caju e da goiaba utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*.
- Elaborar as barras de cereais utilizando os resíduos de goiaba e caju enriquecidos proteicamente.
- Caracterizar as barras de cereais quanto ao teor de água, proteína, fibras, carboidratos, lipídeos e sais minerais.
- Realizar análise microbiológica e sensorial das barras de cereais.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Fruticultura

No Brasil a fruticultura é um dos setores de maior destaque no agronegócio. A vasta extensão territorial e a diversidade de clima e solo do país colocam-no em posição privilegiada na produção de frutas em relação aos demais países do mundo (SEBRAE, 2015).

A fruticultura brasileira ocupa cerca de 2 milhões de hectares e gera mais de 5 milhões de empregos no campo. A atividade tem valor bruto de produção superior a R\$ 23 bilhões, fazendo com que o Brasil siga como o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com uma produção de 41,3 milhões de toneladas, ficando atrás apenas da China e da Índia (IBGE, 2016; ABF, 2015). Na Figura 1 encontra-se a relação entre volume de produção e volume de exportação de frutas frescas no Brasil durante o período de 2008 à 2015.

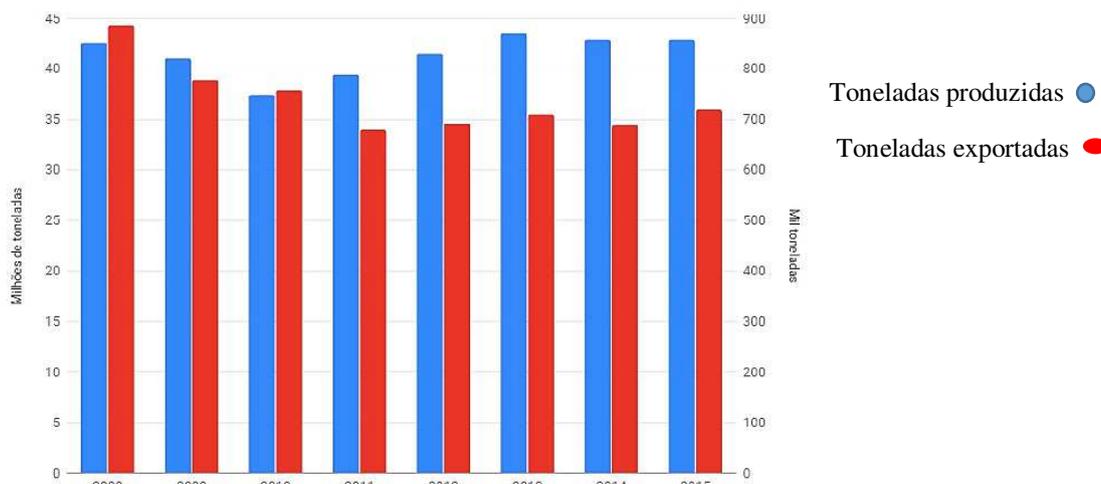


Figura 1. Volume de produção e exportação de frutas frescas de 2008 à 2015.

Fonte: Frutas do Brasil

As frutas são produzidas em todas as regiões do Brasil, sendo o Norte e Nordeste as regiões de maior importância na produção de frutas de clima tropical, enquanto as regiões Sul e Sudeste destacam-se na produção de frutas de clima temperado e subtropical (ALMEIDA, 2013).

A Região nordeste responde por 27% de toda produção nacional de frutas, destacando-se o cultivo de fruteiras permanentes, como banana, coco, mamão, caju e

goiaba, que ocuparam em 2014 mais de 90% de toda a área cultivada com fruticultura na região (VIDAL e XIMENES, 2016).

O caju fruta típica da região nordeste, Figura 2, é cultivada em aproximadamente 700 mil hectares distribuídos entre os estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Maranhão e Bahia, o que corresponde a mais de 95% de toda produção nacional, proporcionando uma safra anual de castanhas de caju em torno de 320 mil toneladas (SINDICAJU, 2017).



Figura 2. Caju.
Fonte: Própria.

A polpa do pseudofruto apresenta uma coloração amarela, macia, fibrosa e adstringente (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Rico em vitamina C apresenta teor que varia de 120 a 300mg/100g, valor bastante elevado quando comparado às doses recomendadas para ingestão diária, que variam de 30 a 50 mg/dia. Ela ainda se destaca por apresentar elevados teores de carotenoides, compostos fenólicos e ácidos orgânicos, principalmente o ácido ascórbico, que é importante por sua ação antioxidante e estimulação do sistema imunológico, inibição de compostos N-nitrosos causadores de câncer no estômago, dentre outros benefícios (AKINWALE, 2000; LIMA, 2004; QUEIROZ, 2011; OLIVEIRA et al, 2013; ZEPKA et al., 2014).

Quanto à produção da goiaba, no cenário agrícola mundial de frutas, o Brasil está como o terceiro maior produtor. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2015 a produção brasileira de goiaba foi de 424.305 mil toneladas, sendo os estados de Pernambuco e São Paulo os maiores produtores, com 144.909 e 143.682 mil toneladas respectivamente.

A goiaba, Figura 3, é uma das principais matérias primas utilizadas pela indústria brasileira, transformando-a em polpa, néctar, suco, compota, sorvete e doce (SOUZA et al., 2011). Apresenta na sua composição, fenóis, potássio, ácido ascórbico, cobre, ferro, zinco, vitamina A, C e E, carotenoides e β -caroteno. Essa composição pode variar devido

às condições climáticas, temperatura, teor de água, tipo do solo e o procedimento de colheita utilizado (JIMÉNEZ-ESCRIB et al., 2001; SANAL et al., 2004; CORRAL-AGUAYO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011).



Figura 3: Goiaba.
Fonte: Própria.

Para os próximos anos as perspectivas para a fruticultura, são muito favoráveis, uma vez que o Brasil é um dos poucos países que poderão suprir a demanda internacional de frutas frescas e seus derivados, além disso, tem-se o avanço na produção e no consumo dos sucos e da fruta *in natura*, que está muito além dos padrões dos países desenvolvidos, como também a nova linha de consumidores que tem buscado um padrão de alimentação mais saudável priorizando a ingestão de alimentos mais naturais (ALMEIDA, 2013)

3.2 Resíduos agroindustriais

Os resíduos agroindustriais são produtos ou materiais gerados num processo agrícola e que apresentam potencialidades para serem reaproveitados no mesmo processo ou em outro. Eles podem ser obtidos através do processamento de produtos de origem vegetal, (frutas, oleaginosas e grãos) e de origem animal, (laticínios, avicultura de corte, aquicultura), os quais apresentam um alto valor energético em sua composição e elevado potencial para reutilização (LEÃO et al., 2011; REZZADORI et al., 2012).

Durante o processamento de frutas para a obtenção de sucos, polpas congeladas, néctares e geleias as substâncias nutritivas encontradas nas cascas, sementes e bagaços são desprezadas. E em virtude da grande variedade de frutas tropicais existentes e a demanda cada vez maior por alimentos que sejam rápidos e práticos, as atividades agroindustriais tem estado em pleno crescimento refletindo na geração de grandes

montantes de resíduos agroindustriais, os quais geram impactos ambientais. Embora esses resíduos sejam biodegradáveis, muitas vezes eles apresentam dificuldade no processo de decomposição natural, constituindo-se uma fonte poluente, promovendo a contaminação do solo, água e ar (HUBER et al., 2012; MARQUES, 2013, TANG et al., 2015).

É importante ressaltar que nessa biomassa residual estão contidos vários compostos biologicamente ativos, que são reconhecidos por possuírem propriedades promotoras de saúde, tais como os antioxidantes e as antimicrobianas, mas que acabam sendo desperdiçadas, evidenciando claramente a importância e a necessidade da ampliação e busca de novos conhecimentos relativos ao aproveitamento desses resíduos, pois, a minimização das perdas, pelo emprego de técnicas adequadas, evita a poluição ambiental e agrega valor aos produtos e aos subprodutos elaborados com os resíduos gerados durante sua fabricação (HUBER et al., 2012, SILVA et al, 2014).

As indústrias produtoras de sucos de caju geram resíduos popularmente conhecidos como bagaço do caju, que em geral, são reaproveitados para o enriquecimento da ração animal ou descartados por falta de incentivo de seu uso na alimentação humana (PINHO, 2009). O caju é constituído pela castanha (10% do peso da fruta), e pelo pedúnculo do qual a maior parte é deixada no campo, sendo, desta forma, mais de 90% desperdiçado (GIORDANI JUNIOR et al, 2014).

A goiaba apresenta rendimento de suco de 75%, gerando cerca de 25% de resíduos, os quais são composto principalmente por casca, sementes e bagaço. Segundo Mantovani et al., 2004, o processamento de goiaba produz resíduos na proporção de 4 a 12 % da massa total dos frutos beneficiados.

Algumas pesquisas vêm contribuindo para a minimização dos impactos ambientais causados pelos resíduos agroindustriais ao meio ambiente, aproveitando-os na elaboração de novos produtos com alto valor nutritivo.

Santana et al. (2011), substituíram o percentual de farinha de trigo por farinha de casca de maracujá e fécula de mandioca a fim de desenvolver biscoitos enriquecidos em fibras, sensorialmente aceitáveis.

Oliveira et al. (2013) elaboraram e avaliaram as características sensoriais e físico-químicas de uma barra de cereal enriquecida com a fibra do bagaço do caju.

Roberto et al. (2015) avaliaram a utilização do resíduo de goiaba (casca e semente) na formulação de barras de cereais como sendo uma fonte alternativa de fibras.

Carvalho (2015) aproveitou a casca da banana para substituir o floco de arroz e a farinha de aveia na composição de barras de cereais.

Pereira (2016) aproveitando o resíduo do caju transformou-o em farinha e a utilizou na elaboração de bolos e biscoitos, substituindo a farinha de trigo comum.

Segundo Young (2008), a grande vantagem dessas tecnologias é a possibilidade de reverter um custo em benefício, ou seja, o que seria antes tratado como um problema passa a ser uma vantagem.

3.3 Barras de cereais

Apesar do baixo consumo de fibras, vitaminas e minerais ainda ser bastante comum na população brasileira, em função da não ingestão de frutas e vegetais, a demanda por alimentos mais nutritivos tem crescido mundialmente, e a ingestão de alimentos balanceados tem se tornado uma maneira de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde (GONDIM et al., 2005, GUTKOSKI et al., 2007).

Na tentativa de elevar o consumo de nutrientes, algumas alternativas têm sido propostas, dentre elas a produção de novos alimentos que possuam valor nutricional superior ao *in natura*, e que sejam acessíveis a todas as classes econômicas. As barras de cereais atendem a esta tendência e são elaboradas a partir da extrusão da massa de cereais de sabor adocicado e agradável, possui elevado valor nutritivo, sendo fonte de vitaminas, sais minerais, fibras e carboidratos, além de elevado aporte energéticos e baixo teor de gordura (NESTLE, 2008; GUTKOSKI et al., 2007; FREITAS, 2006).

No início, os principais consumidores das barras de cereais eram apenas os atletas, entretanto com o passar do tempo esse mercado se expandiu atingindo pessoas não atletas e segmentos de mercado específicos, tais como: 1) as fibrosas, que possuem altos níveis de glicose e de fibras, e são fontes de energia; 2) as diet, que possuem menos calorias e gorduras, não contêm açúcar e são adequadas para diabéticos e pessoas em dieta de restrição calórica; 3) as barras energéticas, que são mais calóricas e de fácil absorção, devendo ser consumidas durante ou após os exercícios e 4) as barras proteicas, que possuem um menor teor lipídico e muita proteína, por isso são consumidas por pessoas que desejam ganhar massa muscular (DEGÁSPARI; BLINDER; MOTTIN, 2008).

As barras de cereais geralmente são constituídas por três grupos de ingredientes: os sólidos (mistura de cereais, frutas secas ou cristalizadas, sementes, nozes, castanhas entre outros), os ligantes (xarope de milho ou de glicose, mel, açúcar, melado de cana, óleos e gordura vegetal) e os aromas (baunilha ou banana) (PALLAVI et al., 2015, SARANTÓPOULOS et al., 2001). Além disso, agentes estabilizantes, como a lecitina de

soja, também podem ser adicionados. Dentre os cereais utilizados, a aveia em flocos ou em farinha, os flocos de arroz e de milho são os mais empregados. A diversidade de ingredientes usados e a proporção destes, trazem ao mercado uma infinidade de opções de barras de cereais com diferentes composições químicas e nutricionais (NERY-ENES et al., 2016).

Os resíduos agroindustriais são ricos principalmente em fibras, as quais apresentam efeitos fisiológicos importantes para o bom funcionamento do organismo humano, e uma alternativa de elevar a ingestão desses nutrientes, é utilizar esses resíduos como matéria-prima na elaboração de produtos alimentícios, tais como biscoitos, bolos, barras de cereais, cookies, entre outros (OLIVEIRA, 2002; PAIVA, 2008).

Especificamente nas barras de cereais a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos agroindustriais é enorme, devido à flexibilidade quanto à formulação das mesmas, o que possibilita o uso de diversos tipos de resíduos de diferentes frutas, para elaborar diferentes barras de cereais com sabores e propriedades nutricionais distintas (FONSECA et al., 2011).

Avaliando a potencialidade dos resíduos agroindustriais, muitas pesquisas vem sendo desenvolvidas, estimulando o interesse da própria indústria alimentícia em reaproveitar os resíduos oriundos da linha convencional de seus produtos, na elaboração de novos produtos alimentícios mais funcionais e nutritivos. Um exemplo disso são os novos tipos de barras de cereais encontradas na literatura, como as com resíduo de goiaba (ROBERTO et al., 2015), caju (OLIVEIRA et al., 2013), coco (FIDELIS et al., 2016), acerola (MARQUES, 2013), umbu (SOUSA et al., 2016), extrato de soja (SILVA et al., 2015), casca da banana (SANTIAGO et al., 2016), polpa do cará (SOUZA et al., 2016).

3.4 Fermentação em estado sólido ou cultivo semissólido

É definida como um processo de fermentação realizada sobre um material não solúvel, ou sólido natural, que atua tanto como suporte físico, quanto como fonte de carbono e energia ou ainda como substrato (BHANU-PRAKASH et al., 2008; DIORIO et al., 2008). A escolha do substrato nesse processo é de fundamental importância, pois este pode ser ao mesmo tempo suporte e substrato (materiais orgânicos e lignocelulósicos) ou apenas um suporte o qual deve ser acrescido de nutrientes (PALMA, 2003).

O cultivo microbiano apresenta algumas características, tais como, alta produtividade, alta concentração dos produtos e menor requerimento de espaço e energia. Entretanto apresenta dificuldades no controle dos seguintes parâmetros do processo fermentativo: teor de água, tamanho do substrato, pH, temperatura e crescimento celular. (PANDEY et al., 1999).

A água presente nesses sistemas encontra-se complexada com a matriz sólida de substrato ou como uma fina camada absorvida pela superfície das partículas (CASTRO, PEREIRA JUNIOR, 2010). Em geral, nesse processo o teor de água varia entre 30 a 85% e a atividade de água típica, na faixa de 0,40 a 0,90, imitando condições encontradas na natureza (MO; ZANG; LI, 2004; YOON et al., 2014).

A água possui diversas funções nos bioprocessos, tais como: difusão de nutrientes no meio reacional e a absorção destes pelos agentes microbianos. Além destas, é responsável pela remoção de metabólitos e a manutenção da função e estabilidade de estruturas biológicas, como proteínas, nucleotídeos e carboidratos, e da estrutura lamelar como também da conservação da permeabilidade da membrana plasmática (CASTRO; PEREIRA JUNIOR, 2010).

O tamanho e a forma das partículas do substrato são muito importantes em uma fermentação em estado sólido tendo em vista que, partículas muito pequenas poderão resultar em aglomeração do substrato interferindo na respiração microbiana e pouco crescimento celular, enquanto que, partículas maiores promovem melhor aeração devido aos espaços entre as partículas, mas limitam a superfície para o ataque dos microrganismos (PANDEY et al., 1999).

O valor do pH do meio é um parâmetro muito importante em qualquer processo biológico, para que se possa obter um bom crescimento celular e elevados rendimentos em produtos. Um pH adverso afeta pelo menos dois aspectos de uma célula microbiana viva: o funcionamento de suas enzimas e o transporte de nutrientes para o interior da célula (JAY, 2005).

A temperatura é uma das variáveis mais importantes que afeta o cultivo microbiano, pois a mesma relaciona-se com o transporte de massa e com a transferência de oxigênio (WANG, YANG, 2007), influenciando assim, o crescimento do microrganismo, a formação de esporos e produção de metabólitos de interesse (PANDEY, 2003).

A escolha da linhagem do microrganismo a ser utilizado deve levar em conta o processo fermentativo, o meio de cultura e as condições ambientais do cultivo (temperatura e umidade do meio).

As leveduras são os microrganismos mais empregados em processos de enriquecimento proteico devido a sua alta taxa de reprodução (sexuada ou assexuada), capacidade de desenvolvimento em substrato de custo acessível; facilidade de obtenção; utilização de nutrientes em suas formas mais simples e produção independente de fatores ambientais e climáticos (OLIVEIRA, 2007; KILBERG, 1972).

3.4.1 Microrganismo (Levedura *Saccharomyces cerevisiae*)

As leveduras são organismos eucarióticos unicelulares que existem no solo, ar, plantas, frutos e alimentos. A espécie mais comum é a *Saccharomyces cerevisiae*, conhecida pelo seu papel milenar na produção de pão, vinho e cerveja, devido à sua capacidade de produzir álcool e dióxido de carbono a partir de açúcares (QUALI, 2016).

As leveduras apresentam membrana celular bem definida, pouco espessa em células jovens e rígida em células adultas, de constituição variável, com predominância de hidratos de carbono, e menor quantidade de proteínas e gordura. Internamente delimitando o citoplasma, existe a membrana citoplasmática, mais evidente em células adultas, por plasmólise. Além disso, apresentam forma elípticas, medindo cerca de 6 a 8 μm de comprimento por 5 μm de largura. Reproduzem-se assexuadamente por brotamento (ou gemulação) (COELHO, 2013; QUALI, 2016).

A Figura 4 exibe a estrutura da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

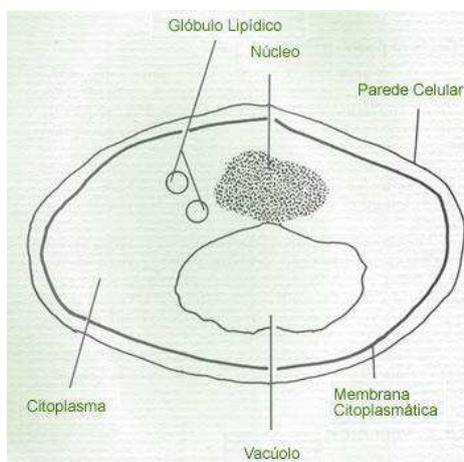


Figura 4. Estrutura da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Fonte: Martinez (2017).

As leveduras de panificação *Saccharomyces cerevisiae* são organismos atrativos para a produção comercial de proteína em virtude da fácil propagação e de não terem relação patogênica com o homem (PARK, RAMIREZ, 1989). A sua eficiência, quanto à conversão das leveduras, é influenciada por três fatores: temperatura, suprimento de oxigênio e disponibilidade de nutrientes. O tempo médio para que o teor de proteína duplique é de aproximadamente cinco horas em sistemas de fermentação por batelada (BURROWS, 1970).

Durante o cultivo microbiano, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, leva-se em consideração o aumento do número de células, o qual pode ser medido pelo acréscimo da massa microbiana ao longo do tempo de cultivo, onde a concentração total de biomassa formada evolui à medida que a concentração dos nutrientes presentes no meio diminui, já que ele está sendo consumido ao longo do tempo de cultivo.

A composição química, Tabela 1, e o valor nutritivo da levedura dependem de uma série de fatores, tais como: o substrato utilizado, o tratamento da massa fluida, as concentrações de sais e o meio de cultura de onde provém a levedura (BUTOLO, 1996).

Tabela 1: Composição química da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Parâmetros	Composição (%)
Umidade (voláteis 105°C)	10,02-8,72
Proteína Bruta	28,70-38,28
Extrato Etéreo	1,03-0,91
Fibra Bruta	0,31-0,80
Material Mineral	5,18-4,36
Extrativos não Nitrogenado	54,76-46,43

Fonte: (BUTOLO, 1996).

Segundo Terapeuta (2017) além dos elevados teores proteico a levedura possui aminoácidos essenciais que podem ser utilizados como um padrão para avaliação do valor nutricional das proteínas em vegetais, em quantidade adequada e equilibrada, aproximando-se dos valores recomendados pelo padrão de referência da FAO (1985), tais como a arginina, glicina, isoleucina, leucina, lisina, cistina, metionina, fenilalanina, tirosina, treonina, triptofano, valina e histidina (OLIVEIRA, 2007). Também é rica em vitaminas, sobretudo do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico) e

do complexo D. Quanto aos minerais encontra-se principalmente o fósforo, ferro III, potássio, cálcio, magnésio, silício, cobre, zinco, selênio, crômio e alumínio (TERAPEUTA, 2017).

O conteúdo de carboidratos nas leveduras varia de 22 a 34% da matéria seca, já o teor de lipídeo varia de 7 a 15%, sendo os triglicerídeos, lecitina e ergosterol os maiores componentes, além disso, caracteriza-se por apresentar um alto teor de ácidos graxos insaturados. Tudo isso a torna um material excepcional para a complementação de cereais, uma vez que as proteínas dos cereais são comumente deficientes nesses aminoácidos, como também nos demais nutrientes citados (TERAPEUTA, 2017).

3.5 Enriquecimento proteico com *Saccharomyces cerevisiae*

O uso de levedura em cultivo microbiano possibilita a produção de grandes quantidades de células ricas em proteína. Em geral como suplemento ou substituto alimentar tem algumas vantagens tais como: os microrganismos crescem muito rapidamente e são produzidos em grandes quantidades; o conteúdo de proteína das células microbianas é muito alto, em torno de 40 a 50%, enquanto que as de origem animal e vegetal variam entre 20 e 35%; o cultivo microbiano aumenta não só a quantidade de proteína, mas também de aminoácidos essenciais e de vitaminas (PELCZAR, CAAN; 1996).

Devido à enorme versatilidade dos microrganismos o uso de processos fermentativos para obtenção de metabólitos de alto valor comercial, como vitaminas, enzimas, além da própria biomassa microbiana, rica em proteínas de alta qualidade, tem se tornado cada vez mais uma alternativa promissora para a obtenção de fontes proteicas de baixo custo (DEMAIN, 2000; LITCHFIELD, 1983).

Silva et al. (2016) quando estudaram o processo de fermentação semissólida do resíduo de abacaxi, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, a uma concentração de 10%, verificou que o teor proteico do resíduo aumentou consideravelmente, passando de 14 para 20,56%.

Monteiro et al. (2015) estudaram o enriquecimento proteico de misturas constituídas de bagaço de caju, casca de abacaxi e casca e albedo de maracujá, utilizando a mesma levedura na concentração de 3%. A mistura de resíduos teve um enriquecimento proteico considerável, apresentando um aumento de 5,07 vezes em relação ao teor de proteína encontrado mistura *in natura*.

Correia e Aquino (2012) avaliaram o potencial de enriquecimento proteico da farinha da semente de mangaba, e obtiveram aumento proteico de 2,5 vezes em relação ao teor inicial de proteína.

Santos et al. (2010) e Campos et al. (2005) ao enriquecerem o bagaço do pedúnculo de caju por via fermentativa com concentração de 12% de levedura, verificaram um aumento proteico de aproximadamente 2,68 que corresponde a um progresso no valor de proteína bruta de 7% no resíduo *in natura* para 20% após o enriquecimento.

Araújo et al. (2008) avaliando o processo de enriquecimento proteico da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica Mill*), verificaram que o maior teor de proteína bruta foi obtido quando utilizou-se 3% da levedura às seis horas de cultivo, o qual aumentou de 4,4% na forma *in natura* para 10,4% após o enriquecimento.

Nesse contexto comprova-se que o cultivo microbiano é viável para aumentar o teor de proteína já existente nos diferentes resíduos de frutas, transformando um rejeito em um novo produto com alto valor agregado e nutricional podendo ser destinado ao consumo humano ou animal.

É importante ressaltar que as proteínas microbianas produzidas pela levedura, são bem maiores que as encontradas nos alimentos de origem vegetal e animal, e com valor econômico bem inferior. Além disso, durante o cultivo microbiano, o enriquecimento que ocorre não se refere apenas ao teor proteico, mas também a concentração de vitaminas e principalmente dos aminoácidos essenciais que o nosso corpo não é capaz de produzir.

3.6 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial torna-se cada vez mais importante dentro dos grandes centros produtores e de venda de alimentos. (SANCHES; ZOCCHI, 2010).

A indústria alimentícia utiliza a análise sensorial como ferramenta para a avaliação das características sensoriais dos produtos, manutenção, otimização, controle de qualidade e avaliação do potencial de mercado de um determinado alimento (MEILGAARD et al., 2007; PIGGOT, 1995; STONE, SIDEL, 1993).

Os testes sensoriais são usados para entender as reações do consumidor com relação a um determinado produto. O sucesso da aplicação dos testes sensoriais em problemas reais da indústria de alimentos e pesquisas depende da adequada correlação

entre a utilização do método e a informação desejada ao final da sua aplicação, isto é, o objetivo a ser alcançado (PIGGOT, 1995).

As técnicas sensoriais podem ser divididas em testes discriminativos, afetivos e descritivos. Os testes discriminativos determinam se duas ou mais amostras são diferentes, ou seja, se existem diferenças percebidas entre eles. Esses métodos são aplicados em amostras que têm componentes da formulação alterados ou processos diferentes. Essas pequenas diferenças podem ser percebidas pelo consumidor ou por uma equipe sensorial de pessoas treinadas na avaliação (SANTOS et al., 2005).

Nos testes afetivos, a proposta é avaliar a resposta pessoal (preferência e/ou aceitação) dos consumidores em relação a um produto ou as características específicas do produto. Nos testes de aceitação, a escala hedônica é utilizada para indicar graus de aceitabilidade dos avaliadores (MEILGAARD; et al., 2007).

As técnicas descritivas são também chamadas de técnicas de perfis e são amplamente aplicadas para a caracterização de atributos sensoriais individuais, como perfil de sabor e perfil de textura, e de vários atributos simultaneamente, como a análise descritiva (AD). Os testes descritivos são utilizados para a obtenção da descrição detalhada do aroma, sabor e textura de alimentos e bebidas e também na área de pesquisa e desenvolvimento (MEILGAARD; et al., 2007).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local de Realização da Pesquisa

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) da Unidade Acadêmica de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande.

A análise sensorial foi realizada em uma academia da cidade de Campina Grande-PB.

4.2 Matérias-Primas

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram o resíduo da goiaba (casca) e do caju (bagaço do pedúnculo). Ambas as frutas foram adquiridas na feira central da cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba.

4.3 Microrganismo

O microrganismo utilizado para o enriquecimento proteico foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, do tipo comercial fermento biológico fresco, da marca Flechiman.

4.4 Preparo dos resíduos secos da goiaba e do caju

As frutas foram lavadas em água corrente, sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 30 ppm, durante 10 minutos, Figuras 5 e 6, e posteriormente foram enxaguadas em água corrente para retirar o excesso da solução sanitizante. Em seguida as cascas da goiaba foram retiradas manualmente com auxílio de uma faca de aço inoxidável enquanto que, para os cajus, o pedúnculo foi triturado em liquidificador industrial e coado em peneira de plástico, para separar o bagaço do suco.

Em seguida os resíduos, cascas da goiaba e o bagaço do caju, foram distribuídos em bandejas de alumínio, os quais foram levados à estufa com circulação forçada de ar a temperatura de $55\pm 2^{\circ}\text{C}$ até massa constante. Os resíduos secos foram triturados em moinho de facas. Posteriormente fez-se uma homogeneização dos resíduos,

separadamente, com a finalidade de uniformizá-los e em seguida aplicou-se a técnica do quarteamento, para retirar uma quantidade de amostra que representasse uniformemente o todo. Em seguida retirou-se 100 g de cada resíduo para a realização da caracterização físico-química e o restante dos resíduos secos foram colocados em recipientes de vidro hermeticamente fechado, os quais foram armazenados à temperatura ambiente.



Figura 5. Sanitização das goiabas



Figura 6. Sanitização dos cajus

A Figura 7 exibe as etapas de preparo dos resíduos secos da goiaba e do caju.

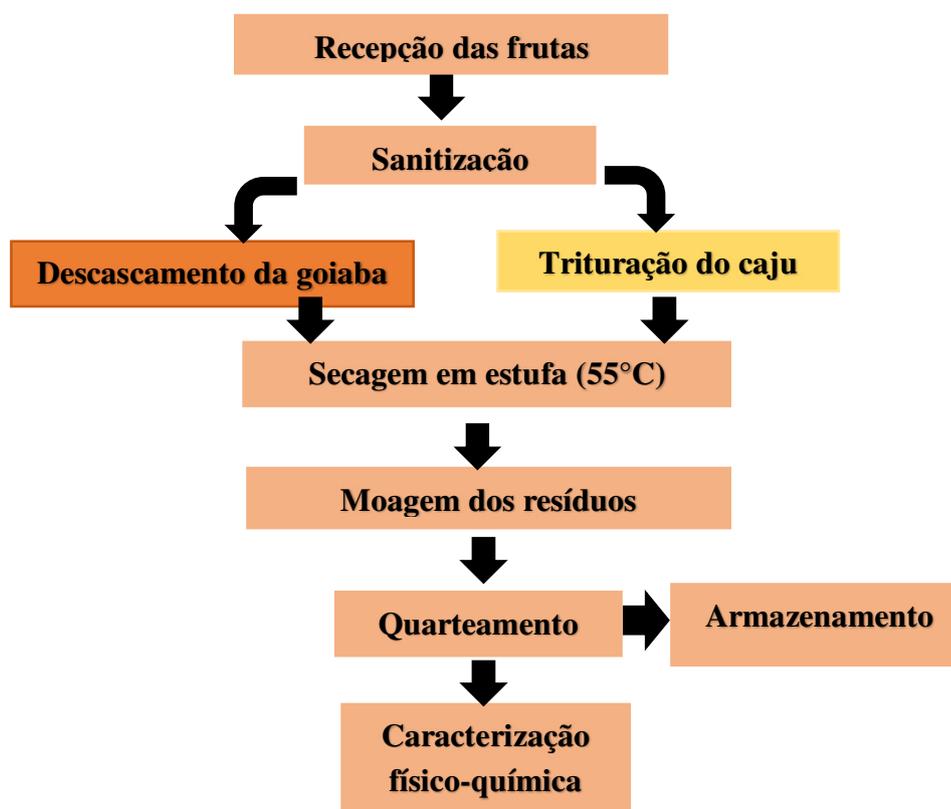


Figura 7. Etapas para o preparo dos resíduos seco da goiaba e do caju.

4.5 Caracterização físico-química dos resíduos secos da goiaba e do caju

Os resíduos secos foram caracterizados quanto aos seguintes parâmetros físico-químicos: teor de água, cinzas, açúcares redutores (AR), proteína, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, pectina, pH, acidez titulável e atividade de água. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

4.5.1 Teor de Água

A determinação do teor de água presente nos resíduos seguiu a metodologia de Brasil (2008), na qual se pesou em balança analítica 2g do resíduo seco em cápsulas de metal previamente taradas. Em seguida as cápsulas contendo o resíduo foram levadas a estufa a 105°C até peso constante, resfriadas em dessecador e pesadas novamente. O teor de água presente nos resíduos foi determinado utilizando-se a equação 1.

$$\text{Teor de água (\%)} = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso final da amostra})}{\text{peso inicial da amostra}} * 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

4.5.2 Cinzas

Para a determinação das cinzas, foi utilizada a metodologia descrita em Brasil (2008). Inicialmente foi colocado cadinhos de porcelana vazios na mufla a 550°C durante duas horas. Após esse tempo, os cadinhos foram transferidos para um dessecador até atingirem a temperatura ambiente e em seguida eles foram pesados em balança analítica. Posteriormente adicionou-se em cada cadinho 2g de cada resíduo, e levou-se novamente para a mufla durante cinco horas para serem incinerados. Passada às cinco horas transferiu-se novamente os cadinhos para o dessecador até atingirem a temperatura ambiente e em seguida fez-se novamente a pesagem. A percentagem de cinzas presente nos resíduos foi determinada a partir da equação 2.

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{\text{peso final da amostra}}{\text{peso inicial da amostra}} * 100 \quad \text{Eq (2)}$$

4.5.3 Açúcares Redutores (AR)

A concentração de açúcares redutores foi determinada seguindo a metodologia descrita por Miller (1959). A mesma consiste na redução do ácido 3,5 dinitrosalicílico a 3-amino-5-nitrosalicílico (DNS) e na oxidação simultânea do grupo aldeído do açúcar a grupo carboxílico.

Pesou-se separadamente aproximadamente 0,5 g dos resíduos agroindustriais de caju e goiaba, em seguida adicionou-se 200 mL de água destilada, já que os dois resíduos possuem um teor de açúcar elevado, e durante 30 minutos efetuou-se uma homogeneização intermitente. Após esse período a mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo. Em seguida transferiu-se 1 mL do filtrado para tubos de ensaios que já continham 1 mL da solução DNS, os quais foram deixados em banho de água fervente durante 5 minutos e imediatamente resfriados em um banho de água com gelo. Após o resfriamento adicionou-se em cada tubo mais 8 mL de água destilada e em seguida foi feito a leitura da absorbância em espectrofotômetro com comprimento de 540 nm. Após as leituras o teor de açúcares redutores foi determinado pela equação 3.

$$AR = \frac{\text{Leitura} * \text{Fator do DNS} * \text{Diluição}}{\text{Massa pesada} * 10} \quad \text{Eq(3)}$$

4.5.4 Proteína

A determinação indireta de proteína proposta por Kjeldahl (1883), baseia-se na decomposição da matéria orgânica através da digestão da amostra à 400° C com ácido sulfúrico P.A., em presença de sulfato de cobre como catalisador, o qual acelera a oxidação da matéria orgânica. O nitrogênio presente na solução ácida resultante é determinado por destilação por arraste de vapor, seguida de titulação com ácido diluído.

Para a digestão fria pesa-se de 0,1 a 0,2 g da amostra e 0,5 g do catalisador (90% sulfato de potássio e 10% de sulfato de cobre) em papel livre de nitrogênio (papel manteiga) ou direto no tubo digestor caso a amostra seja líquida. Em seguida adiciona-se às amostras 5 mL de ácido sulfúrico P.A. e deixa-se em repouso por aproximadamente doze horas. No dia seguinte inicia-se a digestão à quente acoplado os tubos ao bloco digestor, o qual é aquecido até 400°C, aumentando gradativamente a temperatura em intervalos de 50°C à cada 30 minutos. Deixa-se digerindo sob aquecimento até que toda

a matéria orgânica seja destruída, isto é, até que o conteúdo do tubo apresentasse coloração azul ou verde claro límpido.

Para a etapa de destilação inicialmente adiciona-se 3 gotas do indicador fenolftaleína na mistura que está no tubo digestor e o acopla ao destilador de Kjeldahl. Em seguida o conteúdo do tubo é neutralizado através da adição da solução de NaOH à 40%, sendo evidenciado pela mudança de coloração para marrom. Depois de neutralizada inicia-se a destilação, onde a amônia presente no tubo se desprende na forma de vapor que se condensa e é coletada em erlenmeyer contendo 25 mL de ácido bórico à 4% e 3 gotas do indicador misto (vermelho de metila e verde de bromocresol). Realiza-se a destilação até que a solução dentro do erlenmeyer duplique de volume e atinja uma coloração esverdeada.

A última etapa é a titulação, onde o borato de amônio que se formou dentro do erlenmeyer é neutralizado com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl) à 1N de até que a mistura mudasse a coloração de verde para laranja. O teor de proteína é determinado pela equação 4.

$$Proteína (\%) = \frac{V * f * N * 0,014.6,25}{massa da amostra} * 100 \quad Eq(4)$$

Em que:

V = volume gasto de HCl em mL

f = fator de correção do HCl

N= concentração do HCl

0,014 = fator de conversão do nitrogênio

6,25 = fator de conversão para a proteína

4.5.5 Fibra Detergente Neutro (FDN)

Utilizou-se o método proposto por Weende e Van Soest, que se baseia em remover todo conteúdo celular separando os constituintes da parede celular. Inicialmente pesou-se os saquinhos, anotou-se suas massas, e em seguida adicionou-se a eles 1g da amostra. Colocou-se os saquinhos em um béquer contendo água destilada por 15 minutos para não formar grumos. Colocou-se os saquinhos no suporte e introduziu o conjunto no equipamento juntamente com a solução detergente neutro. Ligou-se o aparelho e quando

atingiu uma temperatura de 96°C contou-se 30 minutos. Finalizada a extração, desligou-se o aquecimento e escoou a solução. Posteriormente fez-se a lavagem com água destilada durante cinco minutos de aquecimento, contados depois que o equipamento atingiu 96°C. A lavagem foi feita por três vezes. Retirou-se do equipamento os saquinhos com o extrato e lavou-os com álcool absoluto durante 3 minutos por duas vezes. Em seguida lavou-os com acetona duas vezes, durante 3 minutos também. Finalizada as lavagens, transferiu-se os saquinhos com extrato para uma estufa à 105°C até peso constante. Por fim fez-se a pesagem para determinar o teor de fibra detergente neutro, conforme a equação 5.

$$FDN (\%) = \frac{\text{massa final da amostra} - \text{massa do saquinho}}{\text{massa inicial da amostra}} * 100 \quad \text{Eq(5)}$$

4.5.6 Fibra Detergente Ácido (FDA)

Seguiu-se, como metodologia, a técnica proposta por Weende e Van Soest. A FDA é a proporção menos digerível da parede celular das amostras pelos microrganismos. Colocou-se os saquinhos resultantes do processo de determinação de FDN no suporte e introduziu o conjunto no equipamento juntamente com a solução detergente ácida. O aparelho foi ligado e quando atingiu uma temperatura de 96°C contou-se 30 minutos. Após este período, fez-se o escoamento da solução e em seguida a lavagem por três vezes com água destilada durante cinco minutos. Retirou-se do equipamento os saquinhos com o extrato os quais foram lavados com álcool absoluto durante 3 minutos por duas vezes e depois foram lavados com acetona duas vezes, durante 3 minutos também. Finalizada as lavagens, transferiu-se os saquinhos com extrato para uma estufa à 105°C até peso constante. Por fim fez a pesagem para determinar o teor de fibra detergente ácida, conforme a equação 6.

$$FDA (\%) = \frac{\text{massa final da amostra} - \text{massa do saquinho}}{\text{massa inicial da amostra}} * 100 \quad \text{Eq(6)}$$

4.5.7 Pectina

Para a determinação de pectina, foi utilizado o procedimento baseado na metodologia descrita por Rangana (1979). Inicialmente em um béquer de 1000 mL com o auxílio de uma balança analítica pesou-se 20 g do resíduo e a ele adicionou-se 40 mL de ácido clorídrico (HCl) à 0,05 N. Em seguida a mistura foi submetida a um processo de fervura durante duas horas e toda a água perdida pela evaporação foi repostada de modo que o volume permanecesse constante. Posteriormente as amostras foram resfriadas até atingir a temperatura ambiente, em seguida efetuou-se uma diluição para 500 mL e uma consecutiva filtração em filtro de algodão. Em seguida dividiu-se todo o filtrado em duas partes iguais de 170 mL, e a elas adicionou-se mais 200 mL de água destilada. Feita a diluição, em um pHmetro fez-se a neutralização do ácido presente na mistura, onde adicionou-se um excesso de 10 mL de hidróxido de sódio (NaOH) à 1 N sob agitação constante, em seguida foram deixadas em repouso durante 12 horas. Passadas essas 12 horas, sob agitação constante adicionou-se 50 mL de ácido acético (CH₃COOH) à 1 N e as deixou em repouso por mais 5 minutos. Em seguida também sob agitação adicionou-se as amostras mais 25 mL de cloreto de cálcio (CaCl₂) à 0,5 M. Logo após as amostras foram fervidas durante 2 minutos e deixadas em repouso por mais uma hora. Por fim as amostras foram filtradas a vácuo com papel de filtro previamente lavado com água destilada, seco em estufa a 105°C durante duas horas e pesado em balança analítica. Os papéis de filtro com o precipitado foram deixados na estufa a 40°C por 12 horas e em seguida foram transferidos para o dessecador para esfriar e pesados em balança analítica. O teor de pectina de uma amostra é determinado a partir da percentagem de pectato de cálcio, conforme a equação 7.

$$\%Pectato\ de\ Cálcio = \frac{\text{peso do pectato de cálcio} * 500 * 100}{500 * \text{massa da amostra}} \quad \text{Eq(7)}$$

4.5.8 pH

Para determinação de pH dos resíduos, adotou-se a metodologia de Brasil (2008), onde em um béquer contendo 1 g de cada resíduo, adicionou-se 10 mL de água destilada. Em seguida fez-se uma contínua homogeneização durante 30 minutos. Passado esse período efetuou-se a filtragem da mistura em papel de filtro qualitativo e por fim fez-

se a leitura do pH do filtrado em um pHmetro digital, o qual foi previamente calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0.

4.5.9 Acidez

A acidez total representa o teor de dióxido de carbono livre, de ácidos minerais e de ácidos orgânicos, os quais na hidrólise produzem íons de hidrogênio para a solução. Para tanto foi pesado 1 g da amostra em um erlenmeyer e adicionou-se 25 mL de água destilada, em seguida adicionou-se 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% e titulou-se com solução de hidróxido de sódio à 0,1 N, até coloração rósea permanente. O teor de acidez foi determinado por meio da equação 8.

$$\%Acidez\ em\ ácido\ citríco = \frac{V_{NaOH} * f * N_{NaOH} * MM_{ácido\ citríco}}{10 * amostra * n} \quad Eq(8)$$

Em que:

f = fator de correção da solução de NaOH

n = número de hidrogênio ionizáveis

4.5.10 Atividade de Água

A atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra na temperatura de 25°C, em higrômetro Aqua-Lab, modelo 3TE, fabricado pela Decagon.

4.6 Isotherma de adsorção

As medidas de atividade de água foram realizadas no equipamento AquaLab modelo 3TE da Decagon Devices na temperatura de 33°C.

Antes de fazer as medidas de atividades de água as amostras dos resíduos de goiaba e caju foram deixados em dessecador por aproximadamente 48 horas, para que todo teor de água presente fosse removido.

Para obtenção dos dados de atividade de água até o equilíbrio utilizou-se o método gravimétrico estático, com o auxílio de água destilada. Neste método a temperatura e a

atividade da água presente no ar são mantidas constantes até que o conteúdo de umidade da amostra atinja o valor de equilíbrio.

As amostras dos resíduos agroindustriais de caju e goiaba foram colocadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados que continham água destilada. Para não ocorrer o contato direto entre os resíduos e a água, uma separação do tipo tela com suporte dentro dos recipientes foi utilizada, Figura 8, a qual possibilitou que o vapor saturado da solução entrasse em contato com as mesmas.

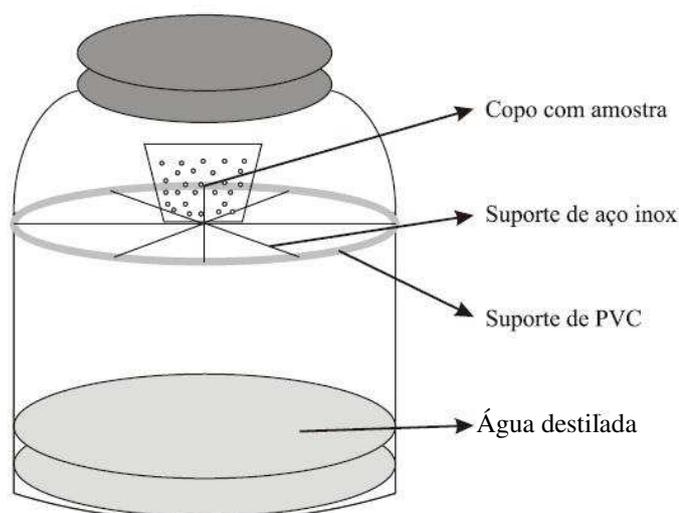


Figura 8. Sistema utilizado na adsorção
Fonte: Fiorentin et al., (2010)

Atingido o equilíbrio termodinâmico, a massa seca das amostras foi determinada pelo método da estufa, conforme Brasil (2008), e desse modo, pôde-se determinar a umidade de equilíbrio em base seca, X_e (b.s), pela Equação 9.

$$X_{equi} = \frac{\text{massa no equilíbrio} - \text{massa seca}}{\text{massa seca}} * 100\% \quad \text{Eq(9)}$$

4.7 Cinética de Enriquecimento Proteico

Pesou-se 60 g dos resíduos em um béquer de 1L os quais foram tampados com papel alumínio e esterilizado em autoclave à 120°C durante 15 minutos. Posteriormente adicionou-se aos resíduos água destilada, também esterilizada nas mesmas condições, que correspondia a 70% de umidade do meio. Em seguida foram deixados em *overnight* na

geladeira, Figura 9, com a finalidade de assegurar que a umidade do meio ficasse realmente a 70% para poder colocar a levedura.

No dia seguinte foi adicionado ao meio a levedura, nas concentrações de 3% para o resíduo do caju e 5% para o da goiaba, fez-se a completa homogeneização e transferiu-se para uma bandeja, conforme Figura 10. Em seguida a bandeja foi tampada e colocada em câmara bacteriológica com temperatura e umidade controlada, $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e 70%, respectivamente.



Figura 9. Resíduo em *overnigh*



Figura 10. Resíduo com levedura

Durante o processo fermentativo foram coletadas amostras durante intervalos de 0, 1, 3, 6, e 9 horas de cultivo, para acompanhar a variação do teor de água do meio, dos açúcares redutores e da proteína. A cada intervalo de tempo citado, com exceção do tempo zero, retirava-se a bandeja e pesava-se (conjunto bandeja + meio) para determinação do teor de água, em seguida fazia-se uma homogeneização do meio com espátula, retirava-se 0,2 g para determinação de proteína em três pontos diferentes da bandeja, conforme, Figura 11, e 0,5 g para determinação dos açúcares redutores, o qual era retirado no mesmo ponto onde havia sido retirada a primeira amostra pra determinação de proteína, e colocava-se novamente a bandeja na câmara para dar continuidade ao processo fermentativo.

No final do processo fermentativo, depois das 9 horas de cultivo, para inativar a levedura a bandeja contendo o resíduo enriquecido foi seco em estufa à 55°C durante 5 horas. Em seguida o resíduo foi colocado em embalagens plásticas específicas para alimentos, conforme Figura 12, e armazenados em geladeira.

Todas as vidrarias e utensílios utilizados no cultivo microbiano, inclusive as bandejas, foram esterilizados em autoclave durante 15 minutos à 120°C .

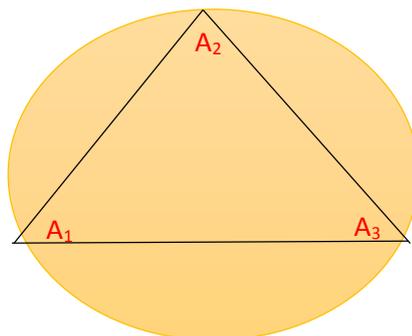


Figura 11. Esquema utilizado na coleta das amostras durante o cultivo microbiano



Figura 12. Armazenamento dos resíduos enriquecidos.

De posse dos valores do percentual de proteína bruta das amostras do bagaço do pedúnculo de caju e da goiaba, durante o processo da fermentação é possível determinar o aumento proteico (AP), definido como sendo a razão entre o valor proteico do bagaço enriquecido e o valor proteico do bagaço no instante inicial, logo após a adição da levedura, conforme Equação 10.

$$\text{Aumento Proteico} = \frac{\text{Valor proteico do resíduo enriquecido}}{\text{Valor proteico no instante inicial}} \quad \text{Eq(10)}$$

4.8 Elaboração das Barras de Cereais

As barras de cereais foram elaboradas contendo uma fase ligante (óleo de coco e mel) e uma fase sólida (aveia, uva passa e os resíduos agroindustriais enriquecidos proteicamente. Inicialmente foram realizados uma sequência de testes, pelos quais obteve-se a melhor proporção entre os ingredientes das duas fases.

Para todas as formulações a fase ligante permaneceu a mesma, o que variou foi apenas os ingredientes sólidos, resíduo do caju e o resíduo da goiaba enriquecidos proteicamente, que foram utilizados como substitutos parciais da quantidade de aveia a ser adicionada.

Foram elaboradas quatro formulações, sendo a primeira (F₀) constituída apenas pela aveia, a mesma é considerada padrão em relação as demais, a segunda (F₁) constituída pelo resíduo do caju e aveia, a terceira (F₂) composta pelo resíduo da goiaba e aveia e pôr fim a quarta (F₃) que possui como ingredientes os dois resíduos agroindustriais, goiaba e caju, e a aveia.

Os ingredientes e as proporções utilizadas em cada formulação das barras de cereais estão apresentados na Tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Ingrediente e proporção utilizada na elaboração das barras de cereais.

Ingredientes	Formulações			
	F₀	F₁	F₂	F₃
Mel	14g	14g	14g	14g
Óleo de coco	0,5g	0,5g	0,5g	0,5g
Aveia em flocos	18g	6g	6g	6g
Resíduo de caju	----	12g	-----	6g
Resíduo da goiaba	-----	-----	12g	6g
Uva passa	2g	2g	2g	2g

Para preparar as barras de cereais, inicialmente pesou-se todos os ingredientes a serem utilizados individualmente em balança digital, conforme Figura 13.

Posteriormente em um recipiente de vidro fez-se primeiro a mistura de todos os ingredientes secos e logo após acrescentou-se a essa mistura a fase ligante constituída pelo mel e pelo óleo de coco. Em seguida fez uma homogeneização de todos os ingredientes até obter uma massa uniforme.

Em seguida a mistura foi transferida para a bandeja da nutritive cereal maker da Mallory, Figura 14, e aquecida durante 30 minutos para que o cozimento das barras de cereais fosse feito.

Por fim as barras de cereais foram desenformadas, embaladas em plástico filme e armazenadas em temperatura ambiente.



Figura 13. Pesagem dos ingredientes



Figura 14. Máquina de cereal Mallory nutritive cereal maker.

4.9 Caracterização físico-química das barras de cereais

As barras de cereais foram caracterizadas físico-quimicamente quanto ao teor de água, cinzas e proteína, conforme descrito na seção 4.5, e ainda quanto ao teor de fibra alimentar, lipídeos e carboidratos, que serão obtidos por diferença.

4.9.1 Fibra alimentar

A análise de fibra dietética total (FDT) foi realizada no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica da Universidade Federal de Campina Grande, seguindo os procedimentos metodológicos descritos por Prosky et al. (1988), método enzimático gravimétrico, utilizando para a hidrólise enzimática, α -amilase termoresistente, protease e amiloglicosidase.

4.9.2 Lipídeos (Método de Bligh e Dyer)

Pesou-se de 2 a 2,5 g da amostra em frascos de vidro com tampa. Em seguida adicionou-se 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada e fez-se a homogeneização durante 30 minutos em agitador magnético. Posteriormente acrescentou-se mais 10 mL de clorofórmio e 10 mL de uma solução de sulfato de sódio à 1,5%, e levou para homogeneizar por mais 2 minutos.

Em seguida todo o material que estava no frasco de vidro é transferido para um tubo eppendorf, o qual é levado a centrifuga à 1000 rpm durante 5 minutos para fazer a separação das camadas metanólica e lipídica. Após a separação, com o auxílio de uma pipeta fez-se a retirada da camada sobrenadante e filtrou-se em papel de filtro a camada inferior.

Do filtrado pipetou-se 5 mL e transferiu-o para um béquer previamente tarado em estufa à 105°C. Em seguida colocou-se o mesmo para estufa na mesma temperatura durante 30 minutos. Posteriormente os béqueres são resfriados em dessecador até temperatura ambiente e logo após pesados. Essa etapa é feita em triplicata.

A determinação do teor de lipídeo é feita utilizando a equação 11.

$$\% \text{Lipídeo} = \frac{(\text{massa final} - \text{massa do béquer vazio}) * 4}{\text{massa da amostra (g)}} * 100 \quad \text{Eq. 11}$$

4.9.3 Valor Energético Total (VET)

Para determinação do VET, foi utilizada a soma das calorias (kcal) fornecidas por carboidratos, lipídios e proteínas, multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de conversão de ATWATER: 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios.

4.10 Análise Microbiológica das barras de cereais

As análises microbiológicas foram realizadas no Núcleo de Pesquisa em Alimentos (NUPEA) da Universidade estadual da Paraíba. Foram avaliados a presença/ausência de coliformes totais (35°C), coliformes fecais (45°C) (NMP/g) e *Salmonella sp.* em 25g, segundo exigência da Resolução RDC nº 12 da ANVISA (BRASIL, 2001) que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

Os procedimentos microbiológicos seguiram o protocolo descrito pela Food and Drug Administration (1995).

4.11 Análise Sensorial

A análise sensorial foi aplicada na academia Fit Club, localizada na cidade de Campina Grande-PB. Mas antes de realiza-la o projeto da presente pesquisa foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFCG- Hospital Universitário Alcides Carneiro, o qual foi aprovado sob processo CAAE: 66610317.6.0000.5182, em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Antes de dar início a degustação das barras de cereais, aplicou-se o termo de consentimento livre e esclarecido, no qual os julgadores obtiveram informações básicas referentes as amostras a serem analisadas e autorizava a publicação de suas respostas.

Para avaliar a aceitabilidade geral das barras de cereais, uma escala hedônica de nove pontos foi utilizada, na qual 1 corresponde a "desgostei extremamente" e 9 corresponde a "gostei extremamente", para avaliar os atributos: cor, aroma, sabor, textura e aceitação global. Para verificar a intenção de compra aplicou-se uma escala hedônica de cinco pontos, na qual 1 corresponde a “certamente não compraria” e 5 à “certamente compraria”, em um grupo de 40 julgadores não treinados.

Três amostras de barras de cereais foram oferecidas aos julgadores em pratos plásticos brancos descartáveis, codificados com números de dois dígitos, acompanhados de um copo com água em temperatura ambiente, conforme Figura 15.



Figura 15. Amostras apresentadas aos julgadores

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização físico-química dos resíduos secos do caju e da goiaba

Na Tabela 3 estão apresentados as médias dos resultados das análises físico-químicas do resíduo seco do caju (bagaço do pedúnculo) e da goiaba (casca), antes de serem submetidos ao processo de enriquecimento proteico.

Tabela 3: Caracterização físico-química dos resíduos secos de caju e goiaba.

Parâmetros Analisados	Resíduo da Goiaba (M+DP)	Resíduo do Caju (M+DP)
Teor de água (%)	13,78±0,43	15,74±0,41
pH	3,55±0,01	4,15±0,02
Cinzas (%)	4,03±0,04	2,04±0,02
Pectina (%)	17,36±0,25	16,15±0,24
Acidez (%)	2,61±0,09	1,23±0,03
Açúcares Redutores (g _{AR} /100g do resíduo)	43,40±0,21	34,70±0,16
Proteína (%)	3,64±0,14	1,58±0,71
FDN (%)	30,66±2,4	39,76±2,4
FDA (%)	21,79±0,47	28,31±1,20
Atividade de água	0,315±0	0,356±0

(M+DP) - Média + Desvio Padrão

Os teores de água encontrados para o resíduo da goiaba e do caju foram de 13,78% e 15,74% respectivamente, desse modo pode-se afirmar que os resíduos em estudo possuem boa estabilidade física e química, podendo ser armazenado em temperatura ambiente sem que haja o desenvolvimento de microrganismos. Além disso, tem-se a possibilidade de ajustar a umidade dos mesmos, quando forem utilizados em processos fermentativos, através da adição de água ao meio.

Muniz et al. (2016) quando realizaram o estudo da estabilidade dos resíduos agroindustriais de goiaba e de caju durante um período de 240 dias, verificaram que apesar do teor de água de ambos os resíduos variarem significativamente, aumentando de 12,9 para 20% no resíduo do caju e de 15,4 para 20% no resíduo da goiaba, não houve

nenhuma alteração física nos resíduos, nem tão pouco desenvolvimento de fungos ao longo do armazenamento.

O pH é um parâmetro que influencia diretamente no processo fermentativo, visto que o crescimento dos microrganismos depende do valor inicial do pH do meio. Para a levedura utilizada, *Saccharomyces cerevisiae*, o valor ótimo de pH do meio para seu crescimento é entre 3,0 e 8,0, desse modo o pH 3,55 e 4,15 encontrados para os resíduos da goiaba e do caju respectivamente estão dentro da faixa requerida por tal microrganismo.

O teor de cinzas encontrado, 4,03% no resíduo da goiaba e 2,04% no do caju, corroboram com Muniz et al. (2016) 5,08% e 1,68% respectivamente, quando realizaram o estudo da estabilidade dos mesmos resíduos durante um período de 240 dias.

A percentagem de pectina encontrada no resíduo da goiaba de 17,36% e no resíduo do caju 16,15%, são superiores aos encontrados por Alcântara et al., (2013) 10,67% quando caracterizaram físico-quimicamente a farinha do pedúnculo do caju e por Muniz et al., (2016) 9,95% quando utilizaram o resíduo da goiaba com semente para produzir pectinase por meio da fermentação em estado sólido. Tais resultados reforçam a potencialidade desse resíduos em serem inseridos na alimentação humana, uma vez que a pectina é uma fibra solúvel muito importante na digestão, facilitando a síntese de proteínas e lipídios, além de regular a absorção de carboidratos pelo organismo.

Os índices de acidez encontrados para o resíduo da goiaba foram 2,61%, valor menor que o encontrado por Muniz et al. (2016) (3,43%), para o resíduo do caju obteve-se 1,23%, valor superior ao encontrado pelo mesmo autor (0,74%). Segundo Pereira et al. (2013) esses valores de acidez são considerados um bom indicador para a conservação dos resíduos em estudo, pois produtos ácidos são menos susceptíveis ao desenvolvimento de microrganismos ao longo de um armazenamento.

A concentração de açúcares redutores encontrada foi bastante elevada, cerca de 43,40 g_{AR}/100g no resíduo seco da goiaba e 34,70 g_{AR}/100g no resíduo seco de caju, quantidade essa suficiente para serem utilizados como fonte energética para o desenvolvimento de microrganismos em processos fermentativos. Essas concentrações encontradas para o resíduo do caju são bem próximas ao encontrado por Santos et al. (2010), 36,35 g_{AR}/100g, quando realizaram o enriquecimento proteico do resíduo do caju por via fermentativa, e por Alcântara et al. (2012), que encontraram 31,12 g_{AR}/100g, quando caracterizaram físico-quimicamente a farinha do pedúnculo do caju. Entretanto para o resíduo da goiaba o teor de açúcares foi superior ao encontrado por Muniz et al.,

(2016) 32,52 g_{AR}/100g, quando realizaram o estudo da estabilidade de resíduos agroindustriais, e por Santiago (2012), 23,35 g_{AR}/100g, quando avaliou a potencialidade do resíduo da goiaba na produção da *exo*-poligalacturonase.

O teor de proteína encontrado nos resíduos foi de 3,64% para o da goiaba e 1,58% para o caju, ambos inferiores aos encontrados por Braga et al. (2016) 8,02% para goiaba e 10,62% para o caju. Entretanto Faustino (2014), analisando a composição físico-química do resíduo de caju encontrou um teor de proteína de 2,56% e Roberto et al. (2015) avaliando a qualidade nutricional da casca da goiaba, encontraram um teor de proteína de 4,4%, valores bem próximos ao encontrado nesta pesquisa. Essa diferença nos resultados obtidos do teor de proteína evidencia que as propriedades físico-químicas da goiaba e do caju e conseqüentemente dos seus resíduos variam com a espécie, com o local de cultivo, com as condições do solo e do clima, entre outros fatores.

Ambos os resíduos quando *in natura* possuem teor de proteína relativamente baixo, não podendo ser considerados fontes ricas de proteína, entretanto as demais propriedades físico-químicas presente nestes resíduos os tornam um material com elevado potencial nutricional e apto a ser submetido ao processo de enriquecimento proteico por via microbiana.

Mertens (1997), avaliando o teor de fibra detergente neutro (FDN), que mensura os três maiores componentes indigestíveis das plantas: hemicelulose, celulose e lignina encontrou um teor de 30,66% no resíduo da goiaba e 39,76% no do caju, valores menores que o encontrado por Braga et al (2016), 69,29% para o resíduo da goiaba e 62,72% para o resíduo do caju, quando estudaram a degradabilidade ruminal de resíduos da agroindústria. Essa diferença significativa provavelmente seja devido a diferença do estado de maturação das frutas utilizadas nesta pesquisa, como também as condições do solo da região onde as mesmas foram cultivadas.

O teor de fibra detergente ácido (FDA), que representa os componentes solúveis das plantas, foi de 21,79% no resíduo de goiaba e 28,31% no resíduo do caju. Roberto et al (2015) encontraram 15,03% de FDA na casca da goiaba, quando avaliaram a qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba, e Pinho (2009) encontrou 24,73% de FDA no resíduo do caju, quando elaborou diferentes formulações de hambúrgueres bovinos acrescidos do resíduo e avaliou a potencialidade de utiliza-los como fonte de fibra alimentar.

Ambos os resíduos podem ser considerados um produto com alto teor de fibras, pois para receber esta denominação o alimento deve ter pelo menos 6 g de fibra alimentar por 100 g de produto (CODEX, 2009).

A atividade de água de ambos os resíduos são baixas, cerca de 0,315 no resíduo da goiaba e 0,356 no do caju, colocando ambos os resíduos em uma zona de impossibilidade a atividade microbiológica e reações enzimática.

5.2 Isoterma de adsorção

Os dados experimentais obtidos com as leituras de atividade de água foram utilizados para levantamento de curvas de umidade de equilíbrio em função da atividade de água para o resíduo do caju e da goiaba, conforme Figuras 16 e 17, respectivamente.

O ajuste matemático das isotermas de adsorção foi efetuado, utilizando-se o modelo matemático de GAB, Equação 11. Para tanto utilizou-se o software matemático *Statística*, 13.0.

$$X = \frac{X_m C K a_w}{[(1 - K a_w)(1 - K a_w + C K a_w)]} \quad \text{Eq (11)}$$

Em que:

X - umidade de equilíbrio do material (% base seca)

a_w - atividade de água

X_m - umidade na monocamada do material adsorvente (% base seca)

C - constante de Guggenheim

K - constante de correção das propriedades das moléculas na multicamada com relação ao volume do líquido

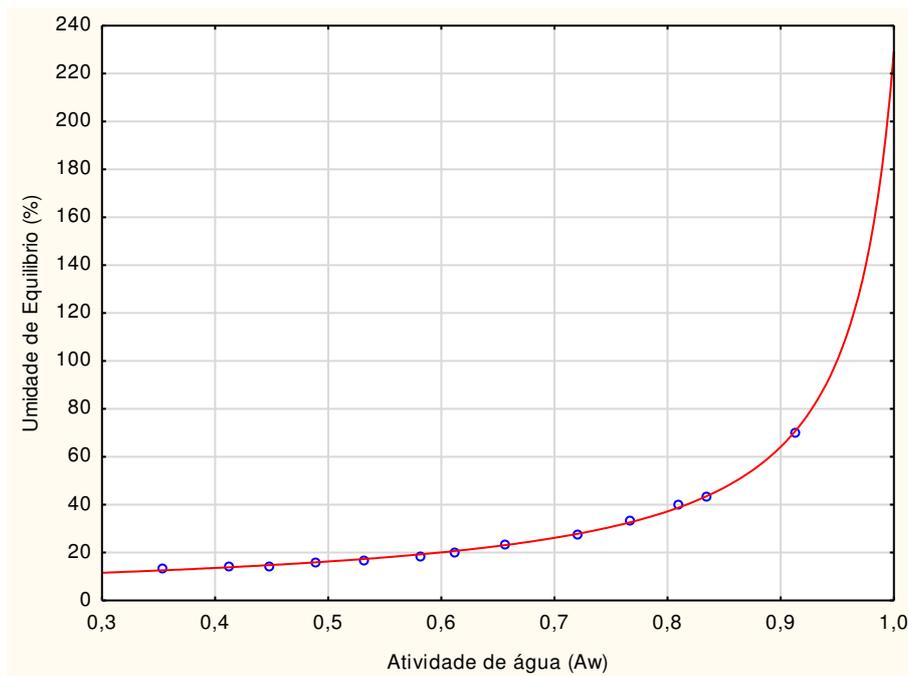


Figura 16. Isoterma de adsorção do resíduo do caju

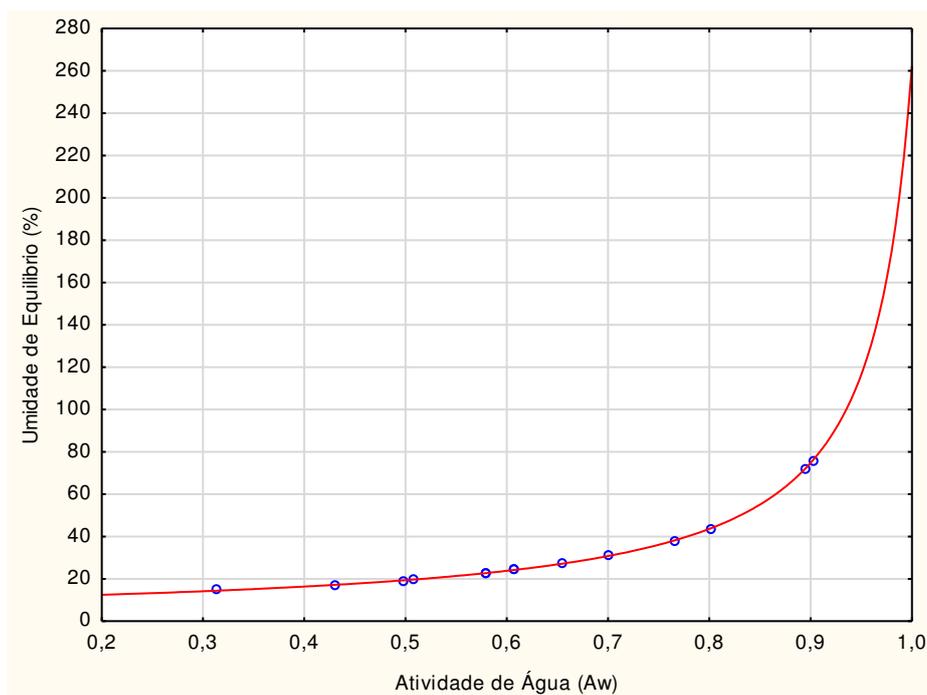


Figura 17. Isoterma de adsorção do resíduo da goiaba

Como a atividade de água é uma das variáveis termodinâmicas que mais influenciam no cultivo microbiano, o estudo da mesma nesta pesquisa se fez necessário, para conhecer o seu comportamento à medida que o teor de água presente nos resíduos aumentasse.

Analisando as curvas de adsorção obtidas para os dois resíduos observa-se que a umidade de equilíbrio (X_{eq}) aumenta à medida que a atividade de água (A_w) também

aumenta, um comportamento típico de isotermas do tipo III de conformidade com IUPAC (1985). Este comportamento de ambas as isotermas é característico de alimentos ricos em compostos solúveis e com alto teor de açúcares.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores dos parâmetros estimados para o modelo de GAB e o coeficiente de determinação (R^2), obtidos por regressão não linear, para o ajuste das isotermas de adsorção dos resíduos de caju e goiaba na temperatura de 30°C.

Tabela 4: Parâmetros de ajuste para o modelo de GAB na temperatura de 30°C.

Material	Temperatura	Xm	C	K	R ²
Resíduo do Caju	30°C	8,610	53,140	0,962	0,9996
Resíduo da Goiaba	30°C	10,062	822494,4	0,962	0,9999

A escolha do modelo de GAB se deu por ele ser considerado relativamente simples e muito utilizado para representar curvas de adsorção de resíduos agroindustriais, destacando-se sempre dos demais modelos por apresentar melhor ajuste aos dados experimentais, Santos et al. (2014), Moreira et al. (2013), Alcântara et al. (2009) utilizando diferentes modelos verificaram que o modelo GAB foi o que melhor ajustou as isotermas de adsorção.

O modelo escolhido mostrou representatividade dos dados experimentais, gerando parâmetros físicos consistentes para os dois resíduos, e coeficiente de determinação (R^2) acima de 0,99 para ambos os resíduos, podendo-se afirmar que a equação ajustou, adequadamente, os resultados experimentais para as amostras.

Na literatura podem ser encontrados diversos trabalhos que relacionam teores iniciais de atividade de água com o desenvolvimento de diversos microrganismos responsáveis pelas sínteses de produtos obtidos por meio de processos fermentativos.

Para a levedura *Saccharomyces cerevisiae* utilizada no processo de enriquecimento proteico dos resíduos agroindustriais em estudo, a atividade de água mínima de crescimento está em torno de 0,89, abaixo desse valor o crescimento da levedura é inibido, podendo não se desenvolver. Segundo Gould (1989), a faixa ótima de atividade de água do substrato para o crescimento da levedura está entre 0,90 e 0,99.

Desse modo o enriquecimento proteico dos resíduos de caju e goiaba, devem ser realizados com umidade de equilíbrio (X_{eq}) de 70%, o que corresponde a uma atividade de água acima de 0,9.

5.3 Enriquecimento Proteico

Realizou-se um acompanhamento cinético para o enriquecimento proteico dos resíduos agroindustriais de caju e goiaba, assim como o monitoramento dos parâmetros que influenciam o cultivo microbiano tais como, teor de água, consumo de açúcares redutores e aumento do teor de proteína do meio durante um período de 9 horas de cultivo que estão exibidos nas Figuras de 18, 19 e 22. O teor de água inicial do meio foi de 70%, a concentração da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, de 3% para o resíduo do caju e 5% para o resíduo da goiaba, e a temperatura de 30°C.

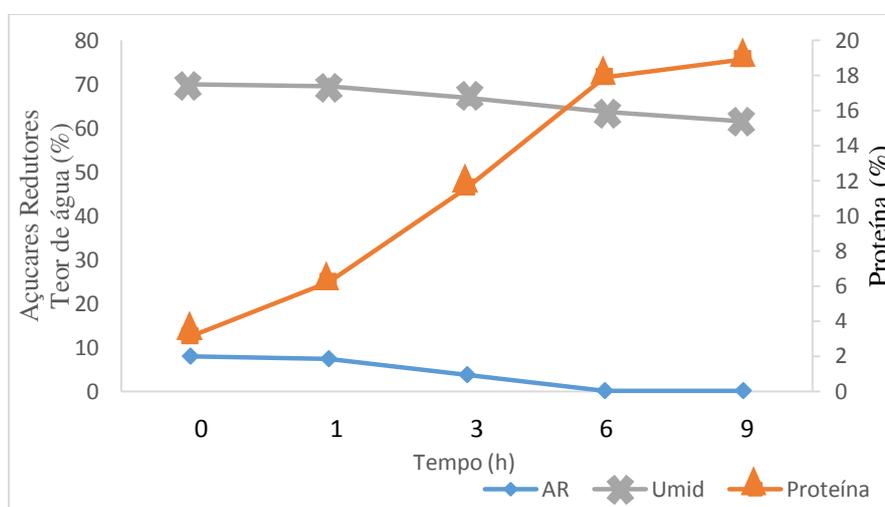


Figura 18. Acompanhamento cinético do enriquecimento proteico do resíduo do caju com 3% de levedura.

Durante o processo fermentativo ocorreu uma diminuição do teor de água, isso pode ser explicado devido as reações que ocorrem durante o cultivo microbiano, fazendo com que haja liberação de vapores de água. Entretanto essa diminuição não interferiu no processo de enriquecimento proteico.

A concentração inicial dos açúcares redutores foi de 8% diminuindo para 0,083% no final do processo fermentativo, correspondendo a uma redução de 98,97% em relação ao teor inicial dos açúcares. Este fato atribui-se ao consumo dos açúcares disponíveis no meio pela levedura *Sacharomyces cerevisiae*.

Para as condições estudadas, o pico do cultivo microbiano ocorreu às 6 horas de incubação, registrando um aumento proteico de 4,77 vezes em relação ao teor de proteína do meio no tempo inicial, e 9,39 vezes em relação a proteína presente no resíduo seco,

conforme Figura 19, o que corresponde a um aumento de 3,64% para 14,84% de proteína bruta.

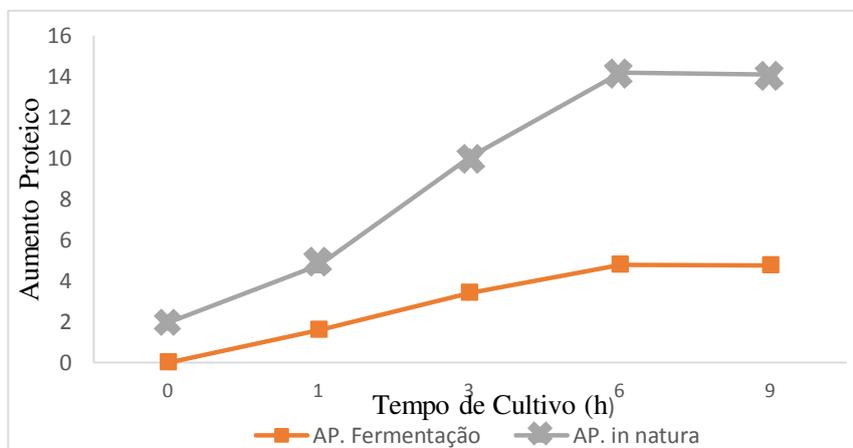


Figura 19. Aumento proteico do resíduo do caju durante o processo fermentativo e em relação ao resíduo seco.

O cultivo microbiano possui a vantagem de ser um processo no qual o substrato utilizado foi apenas o bagaço do pedúnculo do caju, sendo o suco aproveitado em outras pesquisas ou disponibilizado para consumo humano. O bagaço do pedúnculo do caju seco não apresentou diferenças no aspecto físico quando comparado com o enriquecido. Desse modo é possível afirmar que o processo fermentativo em estado semissólido é viável para aumentar não só o teor de proteína já existente no bagaço do pedúnculo do caju, como também outros nutrientes presente no resíduo com um custo operacional baixo.

Santos et al. (2010) e Campos et al. (2005) quando enriqueceram proteicamente o bagaço do pedúnculo do caju, utilizando como agente da fermentação a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, na concentração de 12% obtiveram um aumento proteico de aproximadamente 3 vezes após 24 e 28 h de cultivo respectivamente, à 33°C.

Araújo et al. (2008) quando enriqueceram proteicamente a palma forrageira com *Saccharomyces cerevisiae*, na concentração de 3%, para alimentação de ruminantes, durante um período de seis horas, verificaram que ocorreu um aumento do teor de proteína da forma *in natura* de 4,4% para 10,4% após o enriquecimento.

A Tabela 5 apresenta todos os resultados, nos diferentes intervalos de tempo, do aumento proteico e da diminuição dos açúcares redutores ao longo do processo de cultivo microbiano para o enriquecimento proteico do resíduo do caju.

Tabela 5: Resultado do aumento proteico e redução do AR ao longo do cultivo microbiano do resíduo do caju.

Tempo de cultivo (h)	Aumento Proteico (%)	Redução dos Açúcares Redutores (%)
0	0,00	0,00
1	1,61	7,63
3	3,40	53,62
6	4,77	98,70
9	4,74	98,97

Observa-se na Tabela 5 que o maior aumento proteico no resíduo do caju ocorreu as seis horas de cultivo, alcançado um teor quatro vezes maior ao encontrado no mesmo resíduo no tempo zero de fermentação. Corroborando com esse aumento proteico temos a queda significativa do teor de açúcar que estava inicialmente disponível no meio, chegando a uma redução de quase 100% do valor inicial. Isso significa dizer, que o agente fermentador, nesse caso a levedura *S. cerevisiae*, consumiu todo o açúcar a medida que aumentava o teor de proteína do meio.

Na Figura 20 estão apresentados os resultados obtidos durante a cinética fermentativa do resíduo da goiaba quando utilizou-se as mesmas condições de umidade inicial do meio, temperatura de cultivo, concentração de levedura e mesmo intervalo de tempo empregados no enriquecimento do resíduo do caju.

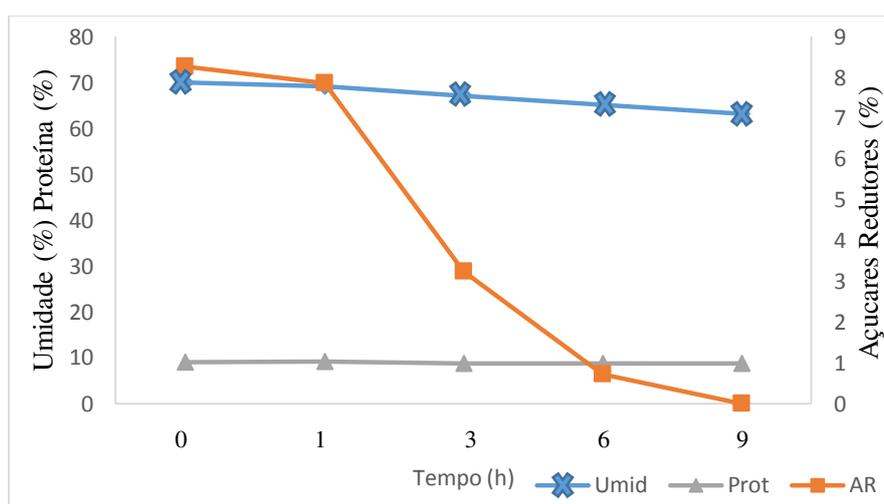


Figura 20: Acompanhamento cinético do enriquecimento proteico resíduo da goiaba com 3% de levedura

Observa-se que para o resíduo da goiaba, houve um comportamento semelhante quanto a perda de água ao longo do tempo de cultivo, como também um consumo absoluto dos açúcares disponíveis no meio, entretanto não houve aumento do teor de

proteína ao longo do processo fermentativo, mantendo-se praticamente constante em torno de 8%, que corresponde ao teor de proteína alcançado por adicionar ao meio a levedura no instante inicial do processo fermentativo. Este fato possivelmente poderá ser atribuído a concentração de levedura insuficiente para a quantidade de açúcares presente no meio.

A Figura 21 demonstra que o enriquecimento obtido nesse processo fermentativo se deu apenas pelo adição da levedura ao meio, correspondendo a um aumento de 3,64% para 8,96%, e não pelo desenvolvimento do microrganismo no meio, fazendo com que o teor de proteína permanecesse praticamente constante ao longo do cultivo microbiano.

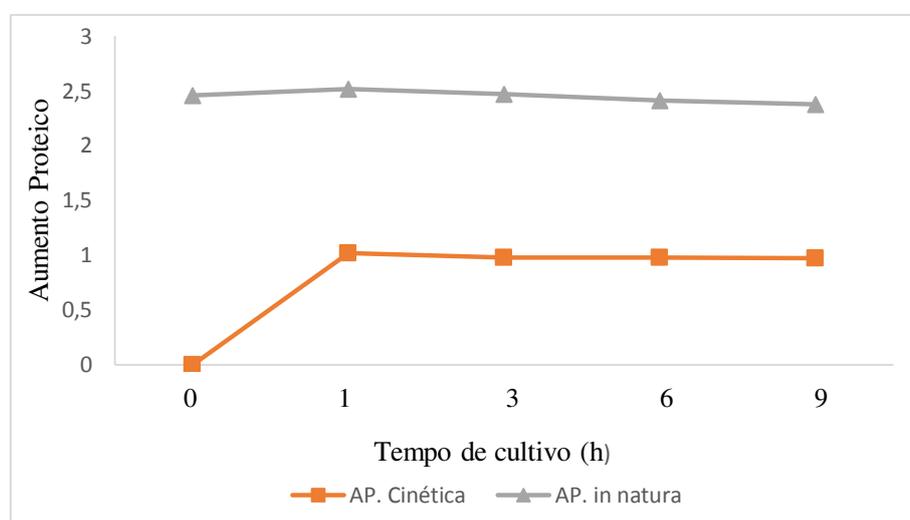


Figura 21: Aumento proteico do resíduo da goiaba durante o processo fermentativo e em relação ao resíduo seco utilizando 3% de levedura

A Tabela 6 apresenta os resultados, nos diferentes intervalos de tempo, do aumento proteico e da redução dos açúcares redutores ao longo do processo de cultivo microbiano para o enriquecimento proteico do resíduo da goiaba.

Tabela 6: Resultado do aumento proteico e redução do AR ao longo do cultivo microbiano do resíduo da goiaba

Tempo de cultivo (h)	Aumento Proteico (%)	Redução dos Açúcares Redutores (%)
0	0,00	0,00
1	1,02	5,00
3	0,98	60,95
6	0,98	91,42
9	0,97	100,00

Diferentemente do que aconteceu com o resíduo do caju, verificou-se que para o resíduo da goiaba não ocorreu aumento proteico, conforme Tabela 6. No início ao adicionar a levedura ao resíduo da goiaba verifica-se um aumento no teor de proteína, entretanto no decorrer do cultivo, após as três primeiras horas, ocorreu uma diminuição tornando-se praticamente constante até o final, apesar de todos os açúcares que estavam disponíveis no meio terem sido consumidos pela levedura.

A Figura 22 apresenta os resultados obtidos durante a cinética fermentativa do resíduo da goiaba quando utilizou-se uma concentração de levedura maior, 5%.

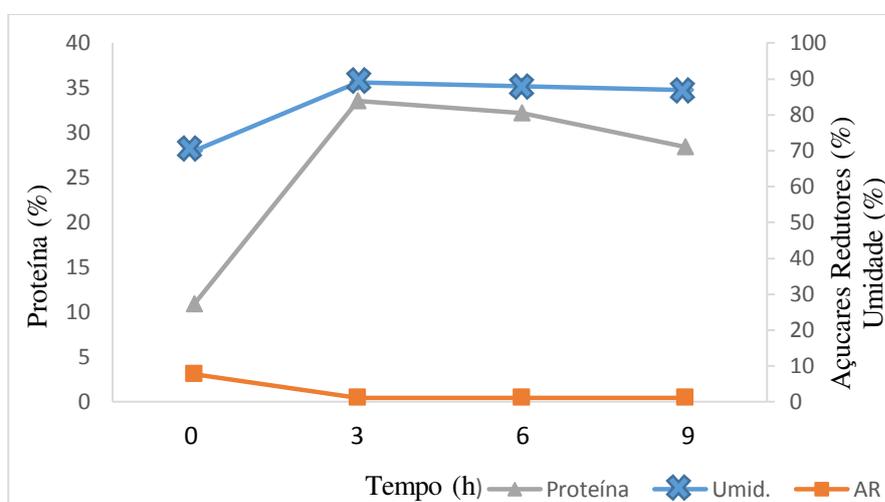


Figura 22. Acompanhamento cinético do enriquecimento proteico resíduo da goiaba com 5% de levedura.

Quando o processo fermentativo ocorreu com uma concentração de levedura de 5%, verificou-se que houve êxito quanto ao enriquecimento proteico do resíduo. Foi obtido nas três primeiras horas de fermentação um teor de 33,54% de proteína, que corresponde a um aumento proteico de três vezes em relação ao instante inicial da fermentação e nove vezes em relação ao teor de proteína presente no resíduo seco, conforme Figura 23.

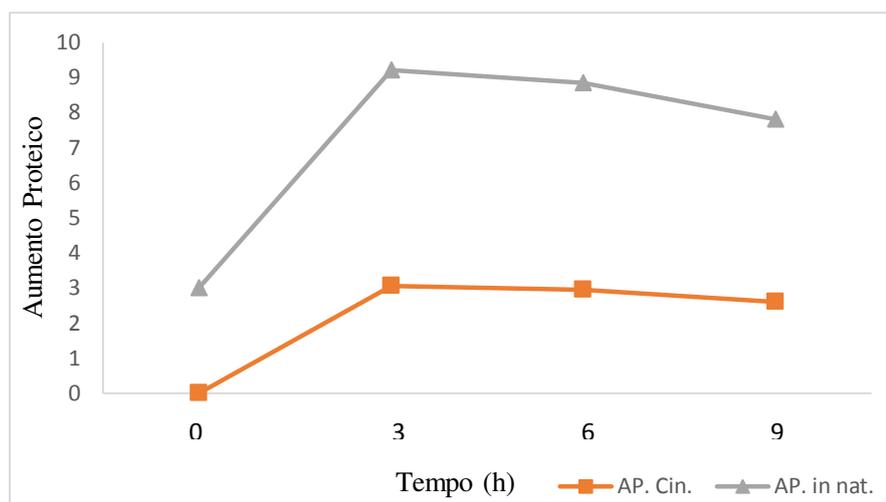


Figura 23. Aumento proteico do resíduo da goiaba durante o processo fermentativo e em relação ao resíduo in natura utilizando 5% de levedura.

Observou-se que o teor de água presente no meio também sofreu um aumento, atingindo 89,03% nas três primeiras horas de cultivo. Diferentemente dos cultivos microbianos feitos anteriormente, nesse caso a estufa bacteriológica utilizada não apresentava controle de umidade do meio, o que favoreceu esse aumento.

Quanto aos açúcares redutores a redução também foi bastante significativa já nas três primeiras horas de cultivo, reduzindo de 7,78% para 1,19%.

A Tabela 7 apresenta os resultados, nos diferentes intervalos de tempo, do aumento proteico e da diminuição dos açúcares redutores ao longo do processo de cultivo microbiano para o enriquecimento proteico do resíduo da goiaba quando utilizou-se 5% de levedura.

Tabela 7: Resultado do aumento proteico e redução do AR ao longo do cultivo microbiano do resíduo da goiaba utilizando 5% da levedura

Tempo de cultivo (h)	Aumento Proteico (%)	Redução dos Açúcares Redutores (%)
0	0,00	0,00
3	3,06	84,70
6	2,94	85,99
9	2,60	86,12

O maior aumento proteico para o resíduo da goiaba nas condições de 70% de água e 5% de levedura, ocorreu nas três primeiras horas de cultivo, alcançado um teor de proteína três vezes maior do que no tempo inicial. Concomitantemente com esse aumento proteico temos a queda significativa do teor de açúcar disponível no meio, reduzindo de

84% do valor inicial. Isso significa que, o agente fermentador nesse caso a levedura *S. cerevisiae*, nas três primeiras horas de cultivo já havia consumido quase todo o açúcar a medida que aumentava o teor de proteína do meio.

5.4 Barras de Cereais

5.4.1 Caracterização físico-química

Na tabela 8 estão apresentados os resultados obtidos da caracterização físico química das barras de cereais

Tabela 8: Caracterização físico-química das barras de cereais.

Parâmetros Analisados	F ₀ (M+DP)	F ₁ (M+DP)	F ₂ (M+DP)	F ₃ (M+DP)
Teor de água (%)	15,88±0,08	28,08±0,67	28,44±0,68	32,15±1,17
Cinzas (%)	1,32±0,01	1,22±0,11	1,58±0,00	1,53±0,00
Proteína (%)	9,09±0,05	12,4±0,22	9,46±0,26	10,74±0,12
Fibra alimentar (g)	2,36±0,07	2,24±0,15	2,15±0,01	2,18±0,00
Fibra detergente neutro (%)	-----	29,18±0,00	19,18±0,35	24,97±0,98
Fibra detergente ácido (%)	-----	10,73±0,52	10,54±0,00	10,64±0,49
Lipídeo (%)	7,03±0,00	7,4±0,36	6,06±0,47	6,73±0,00
Carboidrato (%)	66,68	50,9	54,46	48,85
Calorias (kcal)	366,35	319,8	310,22	298,93

(M+DP) – Média + Desvio padrão

F₀- constituída apenas pela aveia. F₁- constituída apenas pelo resíduo de caju. F₂- constituída apenas pelo resíduo da goiaba. F₃ – constituída pelo resíduo da goiaba e do caju.

As barras de cereais apresentaram teor de água um pouco elevado, principalmente as que tinham em sua constituição os resíduos agroindustriais enriquecidos. A formulação F₀ constituída apenas pela aveia apresentou teor de água de 15,88%, que está de acordo o estipulado pela legislação vigente. Segundo a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), o teor de água das barras de cereais deve ser em torno de 15%. Os resultados superiores ao estipulado pela legislação encontrado nas formulações F₁, F₂ e F₃ se devem ao elevado teor de água presente nos resíduos agroindustriais enriquecidos, uma vez que o processo fermentativo ocorreu em um meio cujo teor de água era de 70%, e a inativação da levedura à 55°C durante 5 horas não foi suficiente para remover todo o montante de água presente nos resíduos e fazer com que as barras de cereais

apresentassem teor de água conforme a legislação citada. Os teores de água elevados diminuem o tempo de vida de prateleira das barras de cereais elaboradas, devido a água favorecer o desenvolvimento de agentes deteriorantes.

Uma possível alternativa para reduzir esses valores é submeter os resíduos já enriquecidos a um processo de secagem à baixa temperatura, para assegurar que os nutrientes neles existentes não se degradem com o calor, ou ainda aplicar essa secagem sobre as barras de cereais já prontas. Entretanto isso dependeria de testes de prateleira e das embalagens utilizadas para verificar o quanto esses teores elevados de água iriam afetar a estabilidade físico-química e microbiológica das barras de cereais.

Assim como nesta pesquisa Silva et al. (2015) quando elaboraram três formulações de barras de cereais utilizando resíduo de extrato de soja com adição de pó de casca de noz-pecã, obtiveram teor de água em uma de suas formulações de 16,18%, valor que já é considerado um pouco elevado em relação ao estipulado pela legislação.

Os teores de cinzas encontrados nas barras de cereais (F₂) e (F₃) foram de 1,58 e 1,53% respectivamente, superior ao encontrado na formulação contendo apenas aveia (F₀) 1,32%. Estes resultados foram próximos aos obtidos por Fidelis et al. (2016) 1,32 e 1,21%, em barras de cereais elaboradas com resíduo proveniente da extração do óleo de coco, e por Lima (2015) que encontrou 1,9 e 1,8% em barras alimentícias elaboradas com pasta de soro de leite, resíduo de caju e semente de gergelim.

Quanto ao teor de proteína presente nas barras de cereais elaboradas, obteve-se êxito em todas as formulações contendo os resíduos agroindustriais enriquecidos proteicamente, já que as mesmas apresentaram valor proteico superior a formulação de referência (F₀), 9,09%, constituída apenas pela aveia. Como o esperado a formulação F₁ que tinha em sua constituição apenas o resíduo do caju apresentou maior valor proteico (12,4%) do que as formulações F₂ constituída pelo resíduo da goiaba (9,46%) e F₃ constituída pelos dois resíduos (10,74%). Este fato se deve aos resultados satisfatórios obtidos durante o processo fermentativo do resíduo do caju, uma vez que a sua característica fibrosa favoreceu o desenvolvimento do microrganismo, e consequentemente o aumento do teor proteico do mesmo.

Os teores de proteína encontrados para todas as formulações são superiores aos encontrados nas barras de cereais até então disponíveis no mercado, que geralmente possuem de 4 a 6% de proteína. Desse modo obtivemos um novo tipo de barra de cereal, de baixo custo e que podem ser consideradas fonte de proteína.

Boeira et al. (2016) elaboraram e caracterizaram físico-quimicamente barras de cereais enriquecidas com proteína de soja texturizada, que é uma fonte reconhecida de proteína, obtiveram um teor de 12,87%, valor praticamente igual ao obtido na formulação constituída apenas pelo resíduo do caju enriquecido, 12,4%, reafirmando assim a potencialidade de aplicação de processos fermentativos para enriquecer proteicamente os resíduos agroindustriais, utilizando a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, como agente fermentador, e posteriormente utiliza-los como fonte proteica na elaboração de novos produtos alimentícios.

O teor de fibra alimentar encontrado para as três formulações que continham os resíduos agroindustriais enriquecidos proteicamente, (F₁) 2,24 g/100g, (F₂) 2,15 g/100g e (F₃) 2,18 g/100g, são semelhantes ao encontrado na formulação padrão (F₀) 2,36 g/100g, constituída apenas pela aveia. Esse teores encontrados são inferiores aos obtidos por Roberto et al. (2015) 15,41 g/100g, Silveira et al. (2013) 4,92 g/100g e Marques (2013) 26,41 g/100g quando utilizaram resíduos agroindustriais na elaboração de barras de cereais. Entretanto Santos et al. (2011) e Peuckert et al. (2010) obtiveram valores inferiores aos obtidos nesta pesquisa, 1,15 e 0,43 g/100g, desse modo podemos afirmar que as barras de cereais elaboradas com os resíduos agroindustriais podem ser considerados alimentos funcionais.

O teor de fibra detergente neutro (FDN) para as três formulações de barras de cereais de caju e goiaba encontrados foram de 29,18% para (F₁), 19,18% para (F₂) e 24,97% para (F₃). Quanto ao teor de fibra detergente ácido (FDA) das três formulações os resultados foram semelhantes, em torno de 10%. Com base nesses resultados de FDA e FDN é possível afirmar que as barras de cereais propostas são fontes elevadas de fibras.

Com relação aos lipídios, os quais representam a fração mais calórica que compõe os alimentos, para todas as formulações de barras de cereais elaboradas a porção lipídica foi de 7,03% para a F₀, 7,4% para a F₁, 6,06% para a F₂ e 6,73% para a F₃. Os resultados obtidos estão abaixo dos encontrados por Fidelis et al. (2016), 9,91% e 10,70%, quando elaboraram barras de cereais enriquecidas com 2,5 e 5,0%, respectivamente, de torta de coco (*Cocos nucifera L.*) que é o resíduo proveniente da extração do óleo de coco.

Para todas as formulações elaboradas a fonte lipídica utilizada foi o óleo de coco, que é um óleo vegetal que possui inúmeros benefícios a saúde, tais como: auxilia no aumento do colesterol bom, possui ação antioxidante, melhora a coagulação sanguínea, auxilia no emagrecimento dentre várias outras funções (COPYRIGHT, 2017).

Com relação aos carboidratos as formulações F₁, F₂ e F₃ constituídas pelos resíduos agroindustriais enriquecidos proteicamente apresentaram teores 50,9, 54,46 e 48,85% respectivamente, apresentaram teores menores que a formulação constituída apenas por aveia (F₀) 66,68%, isso se deve ao fato de que as barras de cereais enriquecidas proteicamente possuem teor de proteína e de água superior a formulação sem os resíduos agroindustriais, F₀, além disso, o teor de carboidratos é determinado pela diferença entre o teor de água, de proteína, de lipídeos e de cinzas, logo essas propriedades influenciam diretamente no teor de carboidratos.

O valor calórico das três formulações constituídas pelos resíduos agroindustriais enriquecidos proteicamente, F₁, F₂ e F₃, apresentaram 319,8 kcal, 310,22 kcal e 298,93kcal respectivamente, todos inferiores ao encontrado para a formulação que contém apenas aveia 366,35kcal. Os resultados obtidos estão de acordo com os valores comerciais estabelecidos que é em torno de 400kcal.

5.4.2 Análise Microbiológica

Na tabela 9 estão apresentados os resultados obtidos na análise microbiológica das barras de cereais elaboradas com os resíduos de caju e goiaba enriquecidos.

Tabela 9: Resultados obtidos na análise microbiológica

Microrganismos					
Analisados (NMP/g)	Padrões VMP	F₀	F₁	F₂	F₃
Coliformes totais	----	>1.100	150	36	70
Coliformes fecais	5x10	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella Sp.</i>	Ausente em 25g	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

F₁- constituída apenas pelo resíduo de caju. F₂- constituída apenas pelo resíduo da goiaba. F₃ – constituída pelo resíduo da goiaba e do caju.

A Resolução RDC nº12/01 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) estabelece para barras de cereais, que a presença de coliformes fecais deve ser de no máximo 5x10 NMP/g, para *salmonella sp.* estabelece a ausência, entretanto para coliformes totais não há valores de referência estabelecidos (BRASIL, 2001).

As quatro formulações de barras de cereais analisadas apresentaram contagens inferiores às máximas estipuladas pela RDC nº 12 (BRASIL, 2001) atendendo portanto, aos requisitos da legislação vigente, estando aptas a serem consumidas.

5.4.3 Análise Sensorial

As médias de aceitação dos atributos avaliados das barras de cereais elaboradas com resíduos agroindustriais de caju e goiaba enriquecidos proteicamente encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10: Médias de aceitação das barras de cereais

Amostras	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global	Intenção de compra
F₁	7,10	7,25	7,00	7,25	7,15	4,00
F₂	7,05	7,00	6,45	7,20	7,00	4,00
F₃	8,00	7,00	7,00	7,20	7,00	4,00

F₁- constituída apenas pelo resíduo de caju. F₂- constituída apenas pelo resíduo da goiaba. F₃ – constituída pelo resíduo da goiaba e do caju.

As três formulações de barras de cereais elaboradas com resíduos agroindustriais de caju e goiaba enriquecidos proteicamente, submetidas a análise sensorial obtiveram resultados bastante semelhantes e satisfatórios quanto a aceitabilidade e a intenção de compra.

Avaliando o atributo cor as três formulações apresentaram avaliações superiores a 7 (gostei moderadamente) em uma escala hedônica de 9 pontos que varia de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), sendo a formulação F₃, constituída pelos dois resíduos, goiaba e caju enriquecidos proteicamente, a que apresentou maior média de aceitação, 8, que corresponde a gostei muito.

Para o atributo cor, resultados semelhantes também foram obtidos, entretanto a formulação F₁, constituída apenas pelo resíduo do caju enriquecido proteicamente, apresentou média um pouco superior a das outras duas formulações, 7,25 (gostou moderadamente).

Quanto ao sabor as formulações F₁ e F₃ apresentaram os melhores resultados, ambas apresentaram média 7, correspondendo a gostei moderadamente. Quanto a

formulação F₂, constituída apenas pelo resíduo da goiaba, alguns julgadores relataram sentir um sabor amargo, isso possivelmente se deve ao sabor residual da levedura, uma vez que o processo de enriquecimento proteico do mesmo foi realizado com uma concentração de levedura superior a utilizada no resíduo de caju.

Para o atributo textura as três formulações apresentaram resultados praticamente iguais. Este atributo foi positivamente avaliado por alguns dos julgadores, os quais afirmaram que as mesmas possuíam textura melhor do que as barras de cereais convencionais.

Analisando a aceitação global das três formulações de barras de cereais desenvolvidas, F₁, F₂ e F₃, verificamos que todas obtiveram boa aceitação por parte dos julgadores, onde para todas as médias obtidas foram em torno de 7 (gostei moderadamente). Vale ressaltar que alguns dos julgadores não consomem barras de cereais no seu dia-a-dia, e mesmo assim eles julgaram positivamente todos os atributos das formulações analisadas.

Quando indagados quanto a intenção de compra, os julgadores utilizando uma escala hedônica de 5 pontos, onde 1 corresponde a “certamente não compraria” e 5 corresponde a “certamente compraria”, para as três barras de cereais elaboradas com resíduos agroindustriais de caju e goiaba enriquecidos proteicamente, afirmaram que possivelmente compraria, correspondendo ao ponto 4 da escala utilizada.

Sousa et al., (2016) analisando sensorialmente barras de cereais elaboradas com resíduos do umbu obteve para os mesmos atributos analisados índice de aceitação que variaram entre 5 (não gostei/nem desgostei) e 7 (gostei moderadamente) na escala hedônica de 9 pontos, e intenção de compra em torno de 3 (talvez comprasse/talvez não comprasse) na escala hedônica de 5 pontos.

Roberto et al., (2015) quando avaliaram a aceitabilidade das barras de cereais formuladas com cascas e sementes de goiaba obtiveram para as quatro formulações desenvolvidas uma aceitação em torno de 5 (Não gostei/nem desgostei) para todos atributos analisados nesta pesquisa.

Nunes et al., (2013) ao produzir e analisar sensorialmente barras de cereais elaboradas com derivados do caju, quanto aos atributos cor, sabor, textura, aroma e aceitação global, obtiveram valores de: “gostei ligeiramente” (6) e “gostei moderadamente” (7), demonstrando semelhança em todas as características sensoriais avaliadas, assim como foi obtido nesta pesquisa.

Os resultados apresentados nas pesquisas citadas anteriormente corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa. Vale ressaltar que as barras de cereais submetidas a esta análise de aceitação não continha nenhum tipo de aditivo, cobertura de chocolate por exemplo, que mascarasse o sabor dos resíduos utilizados, como também que melhorassem a aparência das barras de cereais. Desse modo os bons resultados alcançados foram referentes a barras de cereais naturais, as quais podem ser aperfeiçoadas quanto ao paladar da maioria da população.

Posteriormente com as médias das notas obtidas na análise sensorial, calculou-se o Índice de Aceitabilidade das barras de cereais, Tabela 11. O cálculo considerou como 100% a nota máxima atribuída a cada atributo analisado, ou seja, 9 para os atributos cor, aroma, sabor, textura e aceitação global e 5 para a intenção de compra.

Tabela 11: Índice de aceitabilidade das barras de cereais

Amostras	Cor (%)	Aroma (%)	Sabor (%)	Textura (%)	Aceitação Global (%)	Intenção de compra (%)
F₁	79	80	77,780	80,56	79,44	80,00
F₂	78,33	77,78	71,67	80,00	77,78	80,00
F₃	86,4	77,78	77,78	80,00	77,78	80,00

F₁- constituída apenas pelo resíduo de caju. F₂- constituída apenas pelo resíduo da goiaba. F₃ – constituída pelo resíduo da goiaba e do caju.

Todas as formulações de barras de cereais analisadas obtiveram índice de aceitabilidade bastante semelhante para todos os atributos analisados, sendo o atributo textura o que mais valorizou o produto proposto, apresentando aceitação de 80% entre os julgadores. Posteriormente o aroma e a cor foram os atributos mais bem aceitos pelos julgadores, contribuindo diretamente para que se obtivesse um índice de aceitação do atributo sabor de 77% para as formulações F₁ e F₃. De acordo com Teixeira, Meinert e Barbeta (1987) para que um produto seja considerado como aceito em termos de propriedades sensoriais, é necessário que o produto obtenha índice de aceitabilidade de no mínimo 70%, portanto, as formulações das barras de cereais analisadas obtiveram índice de aceitabilidade satisfatório para todos os atributos avaliados.

Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que as formulações propostas apresentam viabilidade tecnológica, de forma a garantir qualidade sensorial, além de serem condizentes com as exigências dos consumidores atuais que desejam produtos com qualidade sensorial, nutricional, e que agreguem benefícios à saúde, com baixo custo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos da goiaba e do caju podem ser incorporados na elaboração de novos produtos alimentícios como fonte alternativa de proteína, fibras, carboidratos e vitaminas originando um alimento nutritivo e de baixo custo.

Estes resíduos mostraram serem viáveis no processo de enriquecimento proteico, utilizando a levedura *S. cerevisiae* como agente fermentador, já que os mesmos contribuíram para um aumento proteico de nove e seis vezes, respectivamente, em relação ao teor de proteína encontrado nos resíduos secos antes de serem submetidos ao processo fermentativo.

As barras de cereais elaboradas com os resíduos agroindustriais de caju e goiaba enriquecidos proteicamente apresentaram teores de proteína e de fibra superiores ao encontrado em produtos similares disponíveis no mercado. A análise microbiológica garantiu a inocuidade das mesmas, estando elas aptas ao consumo humano e a análise sensorial demonstrou que as barras de cereais desenvolvidas tiveram boa aceitação por parte dos consumidores, os quais afirmaram que caso elas fossem comercializadas possivelmente comprariam.

REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. **Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício.** Braz. J. Food Technol., v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- AKINWALE, T. O. **Cashew apple juice: its use in fortifying the nutritional quality of some tropical fruits.** European Food Research and Technology. 211(3), p. 205–207, 2000.
- ALCÂNTARA, S. R. SOUSA, C. A. B., ALMEIDA, F. A. C., GOMES, J. P. **Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.15, n.4, p.349-355, 2013.
- ALCANTARA, S. R.; SOUSA, C. A. B.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. **Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.14, n. Especial, p.473-478, 2012
- ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P. **Isotermas de adsorção do pedúnculo seco do caju.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.81-87, 2009.
- ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, F. L. H. **Emprego do bagaço seco do pedúnculo do caju para posterior utilização em um processo de fermentação semissólida.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 9, n. 2, p. 137-142, 2007.
- ALMEIDA, C. O. **Fruticultura brasileira em análise.** Portal do Agronegócio, 2013. Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/artigo/fruticultura-brasileira-em-analise>
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Editora Gazeta, p.104, ISSN 1808-4931, 2015.
- ARAÚJO L. F.; SILVA F. L. H.; BRITO E. A.; OLIVEIRA JÚNIOR S.; SANTOS E. S. **Enriquecimento protéico da palma forrageira com Saccharomyces cerevisiae para alimentação de ruminantes.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., Belo Horizonte, v.60, n.2. 2008.
- BHANU-PRAKASH, G.V.S.; PADMAJA, V.; SIVA KIRAN, R. R. **Statistical optimization of process variables for the large-scale production of Metarhizium anisopliae conidiospores in solid-state fermentation.** Bioresource Technology, v. 99, p. 1530-1537, 2008.
- BOEIRA, C. P., ALVES, J. S., SILVA, A. F. C., ROSA, C. S. **Características físico-químicas de barra de cereal enriquecida com proteína.** Anais XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Gramado/RS, 2016.
- BRAGA, A. P., AMÂNCIO, V. A. F., GONÇALVES, J. S., ASSIS, L. C. S. L. C., SOUZA, C. M. S., MAIA, I. S. A. S., GUERRA, D. G. F. **Degradabilidade ruminal de**

resíduos da agroindústria de frutas. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 37, n. 1, p. 279-292, 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos.** Brasília: Editora MS. 2008, 1017p.

BRASIL. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.** Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Brasília, 2001.

BURROWS, S. **Baker's yeast.** In: ROSE, A. H., AARRISON, J. S. The Yeasts: Yeast Technology, London, v.3, p.349-419, 1970.

BUTOLO, J.E. **Uso da biomassa de levedura em alimentação animal: Propriedades, custo relativo e outras formas de nutrientes.** In: ITAL. Instituto Tecnológico de Alimentos. Produção de biomassa de levedura: Utilização em alimentação animal. Workshop, Campinas, São Paulo, p.70-89, 1996.

CODEX. **Report of the 30th session of the codex committee on nutrition and foods for special dietary uses.** 2009.

CAMPOS, A. R. N., SANTANA, R. A. C. DANTAS, J. P., OLIVEIRA, L. S. C., SILVA, F. L. H. **Enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semissólido.** Revista De Biologia e Ciências da Terra, v. 5, n.2, 2005.

CARDOSO, J.F.; MIGUEL, P.A.C.; FILHO, N.C. **Inovação na agricultura brasileira: uma análise da literatura.** Geintec – Gestão, Inovação e Tecnologia, v.5:4, 2015.

CARVALHO, V. S. **Aproveitamento da casca de banana na elaboração de barras de cereais: avaliação dos compostos bioativos, características físicas e sensoriais.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto (SP), 2015.

CASTRO, A. M. & PEREIRA JR., N. **Produção, propriedades e aplicação de celulasas na hidrólise de resíduos agroindustriais,** Química Nova v.33, p.181-188, 2010.

CHITARRA, M.I.F, CHITARRA,A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Ed. 2ª, Lavras: UFLA, 785p, 2005.

COELHO, P. **Saccharomyces Cerevisiae.** In: Blog ENGQUIMICASANTOSSSP. 2013. Disponível:<http://www.engquimicasantosspp.com.br/2013/09/saccharomycescerevisiae.tml#ixzz4gikespnq>. Acessado em: 30/05/2017

COPYRIGHT - MINHA VIDA, 2017. Disponível em <<http://www.minhavidacom.br/alimentacao/tudo-sobre/16776-oleo-de-coco-veja-beneficios-modos-de-usar-e-cuidados>>, acessado em 29/09/2017.

CORRAL-AGUAYO, R. D.; YAHIA, E. M.; CARRILLO-LOPEZ, A.; GONZÁLEZ – AGUILAR, G. **Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol. 56, p. 10498–10504, 2008.

CORREIA, L. K. C., AQUINO, L. C. L. **Aplicação da levedura *Saccharomyces cerevisiae* para o enriquecimento proteico de farinha de sementes de mangaba.** Scientia Plena, v. 8, n.12, 2012.

DANTAS, E. M., AQUINO, L. C. L. **Fermentação em estado sólido de diferentes resíduos para a obtenção de lipase microbiana.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, 12 (1), 81-87, 2010.

DEGÁSPARI, C. H. BLINDER, E. W., MOTTIN, F. **Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais.** Revista Visão Acadêmica, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 49-62, 2008.

DEMAIN, A. L. **Small bugs, big business: the economic power of the microbe.** Biotechnology Advances, v.18, n.6, p.499-514, 2000.

FAUSTINO, A. F. M. **Análise físico-química do resíduo do pedúnculo do caju para possível utilização em produtos alimentícios.** Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Santa Cruz, 2014.

FAO. **Energy and protein requirements.** Geneva, 1985.

FIDELIS, C. V. C., SILVA, A. K. B., LEITE, K. S., AMORIM, J. A., HOLANDA, H. D. **Elaboração de barra de cereal enriquecida com torta de coco (*Cocos nucifera* L.) proveniente do resíduo da extração de óleo de coco).** XXV Congresso Brasileiro de Ciência e tecnologia de Alimentos, Gramado/RS, 2016.

FIORENTIN, L. D., MENON, B. T., BARROS, S. T. D., PEREIRA, N. C., LIMA, O. C. M., MODENES, A. N. **Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial bagaço de laranja.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.6, p.653–659, 2010

FONSECA, R.S.; DEL SANTO, R.; SOUZA, G.B., PEREIRA, C.A.M.; **Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi.** Archivos Latinoamericanos de Nutrición, vol.61, 2011.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual.** 8. ed.,1995.

FREITAS, C. A. S. MAIA, G. A. COSTA, J. M. C. FIQUEIREDO, R.W., SOUSA, P. H. M. **Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos.** Revista Brasileira Agrociência. Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, 2006.

FRUTAS DO BRASIL, 2017. Disponível em <<http://www.frutasdobrasil.org/index.php/pt-br/>> acessado em 29/09/2017

GIORDANI JURNIOR, R., CAVALI, J., PORTO, M. O., FERREIRA, E., STACHIW, R. **Resíduos agroindustriais e alimentação de ruminantes**. Revista Brasileira de Ciências da Amazônia, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2014

GONDIM, J. A. M.; MOURA, F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GOULD, G.W. **Drying, raised osmotic pressure and low water activity**. In: GOULD, G.W. Mechanisms of action of food preservation procedures. Elsevier Science Publishers, p.93-117, 1989.

GUTKOSKI, L. C., BONAMIGO, J. M. A., TEIXEIRA, D. M. F., PEDÓ, I. **Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar**. Ciência Tecnologia de Alimentos. Ed. 27, v. 2, Campinas, p. 355-363, 2007.

HUBER, K.; QUEIROZ, J. H.; MOREIRA, A. V. B.; RIBEIRO, S. M. R. **Chemical characterization of agricultural by-products from ubá mango (*Mangifera indica* L.): a perspective for obtaining natural antioxidants**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 06, n. 01, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. **Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais**. Alim. Nutr.= Braz. J. Food Nutr., Araraquara, v.24, n.1, p.87-91, 2013.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. **Reporting Physisorption data for gas solid. systems with special reference to the determination of surface area and porosity**. Pure & Applied Chemistry, v.57, p.603-619, 1985.

IZZO M, NINESS, K. **Formulating nutrition bars with inulin and oligofructose**. Cereal Foods World. Ed. 46, v.3, p. 102-6, 2001.

JAY, J. M. **Modern Food Microbiology**. International Thomson Publishing, Ed. 5º, p 507 - 526, 2005.

JIMÉNEZ-ESCRIB, A.; RINCÓN, M.; SAURA-CALIXTO, F. P.; **Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidante dietary fiber**. Journal of Agggricultural and Food Chemistry. vol. 49, p. 5489-5493, 2001.

KILBERG, R. **The microbe as a source of food**. Annual Review of Microbiology. v.26, n.5, p.428-466, 1972.

KJELDAHL, J. **Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern** (Novo método para a determinação do nitrogênio em substâncias orgânicas), Zeitschrift für analytische Chemie, 2 (1), p. 366-383, 1883.

LEÃO, A. L., CHERIAN, B. M., SOUZA, S. F., THOMAS, S. Resíduos Agroindustriais – Caracterização e Utilização. CGONCI- Grupo de Consultores em Citros. Matéria vinculada a Revista Citricultura Atual, nº 80, 2011. Disponível em <http://www.gconci.com.br/site/default.aspx?pagina=noticias_detalhe&codigo_pagina=100>. Acessado em: 02/05/2017

LIMA, S. K. R. **Barras alimentícias elaboradas com pasta de soro de leite e resíduo de caju adicionada de semente de gergelim creme.** (Dissertação de Mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ, p. 68, 2015.

LIMA, Antônio Calixto. **Estudo para a agregação de valor aos produtos de caju: elaboração de formulações de fruta e castanha em barra.** Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP), 2004.

LITCHFIELD, J. H. **Single-cell proteins.** Science, v.219, p.740-746, 1983.

MANTOVANI, J. R.; CORRÊA, M. C. M.; CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; NATALE, W. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. Revista Brasileira de Fruticultura, vol. 26, p. 339-342, 2004.

MARQUES, R. M. **Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinha e barras de cereais.** Dissertação de Mestrado em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.

MARTINEZ, M. **Levedura.** In: InfoEscola – Navegando e Aprendendo. 2017. Disponível em: <http://www.infoescola.com/reino-fungi/levedura/>. Acessado em 30/05/2017.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques.** Ed. 4º, New York, 448p, 2007.

MERTENS, D.R. **Creating a system for meeting the fiber requirement of dairy cows.** Journal of Dairy Science, v.80, p.1463, 1997.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic AID reagent for determination of reducing sugars.** Analítica Chemistry, v.31, p. 426-428, 1959.

MO, H.; ZHANG, X.; LI, Z.; **Control of gas phase for enhanced cellulase production by *Penicillium decumbens* in solid-state culture.** Process Biochemistry. p. 39, 1293, 2004.

MONTEIRO, L. F., SILVA, G. F., ALSINA, O. L. S., SILVA, F. L. H. **Efeito da umidade relativa do ar durante o processo de enriquecimento proteico de mistura de resíduos.** Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados, São Paulo, 2015.

MOREIRA, T. B., ROCHA, E. M. F. F., AFONSO, M. R. A. COSTA, J. M. C. **Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.10, p.1093–1098, 2013

MUNIZ, C. E. S., A. M. SANTIAGO, A. M., GALDINO, P. O., ALMEIDA, M. M., BRITO, K. D. **Estudo da estabilidade de resíduos agroindustriais**. XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia, Gramado/RS, 2016

MUNIZ, C. E. S., A. M. SANTIAGO, A. M., GALDINO, P. O., ALMEIDA, M. M., BRITO, K. D. **Produção de pectinase utilizando o resíduo da goiaba com semente por meio da fermentação em estado sólido**. XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia, Gramado/RS, 2016

NERY-ENES, B., VIEIRA, P. A. F., CUNHA, E. H. M., ROBERTO, E. C. S. G., FERRAZ, W. M., OLIVEIRA, C. S. **Elaboração, composição química e rotulagem nutricional de uma barra de cereais caseira funcional**. XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Gramado/RS, 2016.

NESTLE. **Nutrição e saúde**. São Paulo, ano 3, n. 6, p. 45, 2008.

NUNES, J. S., MOREIRA, I. S., OLIVEIRA, T. W. N., FEITOSA, M. K. S. B., CASTRO, D. S. **Produção, análise sensorial e físico-química de barras de cereal produzidas com derivados de caju**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 2013.

OLIVEIRA, C. F. P., MALTA, H. L., JESUS, A. C. L., CRUZ, R. S. CARDOSO, F. S. N. **Desenvolvimento, avaliação sensorial e físico-química de barra de cereal de caju**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v.7, n. 01, p. 934-942, 2013.

OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO, S. M. R.; PROENÇA, R. P. C.; SANT'ANA, H. M. P. **Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais**. Acta Scientiarum Health Sciences, vol. 33, p. 89-98, 2011.

OLIVEIRA, M. M. **Enriquecimento nutricional por bioconversão de resíduos agroindustriais para utilização na alimentação animal**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, 147p, 2007.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (Passiflora edulis F. Flavicarpa) para produção de doce em calda**. Revista Ciência Tecnologia de Alimentos, v.22, n.3, p. 1-60, 2002.

PAIVA, A. P. Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais. **Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.**

PALLAVI, B. V.; CHETANA, R.; RAVI, R.; REDDY, S. Y. **Moisture sorption curves of fruit and nut cereal bar prepared with sugar and sugar substitutes**. Journal of Food Science and Technology, Oxford, v. 52, n. 3, p. 1663-1669, 2015.

PALMA, M. B. **Produção de xilanases por Thermoascus aurantiacus em cultivo em estado sólido**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 169f. 2003.

PANDEY, A. Solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*. v.13, n.2, p.81-84, 2003.

PANDEY, A.; SELVAKUMAR, P.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P. **Solid state fermentation for the production of industrial enzymes**. *Current Science*, v. 77, p. 149 - 162, 1999.

PARK, S.; RAMIREZ, W.F. **Dynamics of foreign protein secretion from *Saccharomyces Cerevisiae***. *Biotechnology and Bioengineering*, Nova York, v. 33, p. 272, 1989.

PELCZAR, M.J.JR.; CAAN, N.K. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. Editora Makron Books, 2 ed. São Paulo, p. 515, 1996.

PEREIRA, A. D. **Desenvolvimento e avaliação sensorial de bolos e biscoitos utilizando como ingrediente a farinha de resíduo do caju (*Anacardium occidentale L.*)**. Monografia – UFRN, 2016.

PEREIRA, C. T. M., SILVA, C. R. P., LIMA, A., PEREIRA, D. M., COSTA, C. N., CAVALCANTE NETO, A. A. **Obtenção, caracterização físico-química e avaliação da capacidade antioxidante in vitro da farinha de resíduo de acerola (*Malpighia glabra L.*)**. *Acta Tecnológica*, v. 8, n. 2, p. 50-53, 2013.

PEUCKERT, Y. P., VIEIRA, V. B., HECKTHEUER, L. H. R., MARQUES, C. T., ROSA, C. S. **Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu - camu (*myrciaria dúbia*)**. *Revista Alim. Nutr.*, v.21, n.1, p. 147-152, 2010,

PIGOTT, J. R. **Design questions in sensory and consumer science**. *Food Quality and Preference*, Barking, v. 6, n. 4, p. 217-220, 1995.

PINHO, L. X. **Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium Occidentale L.*) para alimentação humana**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, 99 p. 2009.

PROSKY, L., ASP NG., SCHWEIZER T. F.; DEVRIES J. W.; FURDA, I. **Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study**. *Journal - Association of Official Analytical Chemists*, v. 71, n.5, p.1017-1023, 1988.

QUALI.pt Segurança Alimentar. **Fungos – Levedura *Saccharomyces***. Disponível em: <http://www.quali.pt/microbiologia/582-fungos-leveduras-saccharomyces>. Acessado 10/06/207

QUEIROZ, C.; LOPES, M.L.M.; FIALHO, E.; MESQUITA, V.L.V. **Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple**. *Food Research International*, v. 44, p. 1459 –1462, 2011.

RANGANA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. New De lhi: Tata Mc Graw Hill Publishing Company, 1979. 634p.

REZZADORI, K.; BENEDETTI, S.; AMANTE, E.R. **Review Proposals for the residues recovery: Orange waste as raw material for new products.** Food and Bioproducts Processing, vol. 90, p. 606–614, 2012.

ROBERTO, B. S., SILVA, L. P., MACAGNAN, F. T., BIZZANI, M., BENDER, A. B. **Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba.** Rev. Inst. Adolfo Lutz, Ed. 74, v. 1, São Paulo, p. 39-48, 2015.

SANCHES, P. F., ZOCCHI, S. S. **Quadrados latinos balanceados para a vizinhança: planejamento e análise de dados sensoriais.** 2010

SANAL, I.S.; GÜVENÇ, A.; SALGIN, U.; MEHMETOĞLU, Ü; ÇALIMLI, A. **Recycling of apricot pomace by supercritical CO₂ extraction.** Journal. of Supercritical Fluids, vol. 32, p. 221–230, 2004.

SANTANA, F. C., SILVA, J. V., SANTOS, A. J. A. O., ALVES, A. R., WHARTA, E. R. S. A., MARCELLINI, P. S., SILVA, M. A. A. P. **Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*manihot esculenta crantz*).** Alimentação e Nutrição, v. 22, n.3, 2011.

SANTIAGO, D. M., SOARES, W. P., GUERRA, I. C., BRITTO, G. C. S., PAULAS, C. L. B., CAMPOS, M. F. S., MASSON, J. **Desenvolvimento de barra de cereal com casca de banana como forma de reutilização de resíduo industrial e análise sensorial.** XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Gramado/RS, 2016.

SANTIAGO, A.M. **Estudo do potencial das cascas de Umbu (*Spondia tuberosa*), jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*), goiaba (*psidiumguajava*) na produção e recuperação de poligalacturonase** (Tese de doutorado). Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

SANTOS, A. A. C., FLORÊNCIO, A. K. G. D., FREITAS, E. M., ROCHA, F., COSTA, J. M. C. **Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por spray-dryer.** Revista Ciência Agrônômica, v. 45, n. 3, p. 508-514, 2014.

SANTOS, C. T., BONOMO, R. F., FONTAN, R. C. I., BONOMO, P. VELOSO, C. M., FONTAN, G. C. R. **Caracterização e avaliação sensorial de barras de cereais com jaca.** Acta Scientiarum. Tecnologia. v. 33 (1), p. 81, 2011.

SANTOS, R. C., RIBEIRO FILHO, N. M., ALSINA, O. L. S., CONRADO, L. S. **Enriquecimento proteico de bagaço do pseudofruto do caju por via fermentativa.** I Congresso Químico do Brasil, João Pessoa/PB, 2010

SANTOS, M. I. N.; NAKANO, A.; BABY, A. R.; VELASCOS, M. V. R. **Análise sensorial: ferramenta para avaliar eficácia e benefício.** Cosmetic & Toiletries, v. 17, n. 4, p. 52-55, 2005.

SARANTÓPOLUS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis.** Campinas, CETEA/ITAL, 215 p. 2001.

SILVA, B. P., BOTELHO, L. A., NETO, A. B. M., SOUSA, R. C. S., BELATTO, C. R., SILVA, D. J. **Isotermas de adsorção de íons cálcio (ca+2) em materiais celulósicos.** Journal of Chemical Engineering and Chemistry – JCEC. Revista de Engenharia Química e Química, V. 2 n. 3, p.132–145, 2016.

SILVA, M. O., BAPTISTA, A. T. A., CAMACHO, F. P., BERGAMASCO, R., VIEIRA, A. M. S. AMBROSIO-UGRI, M. C. B. **Elaboração de barra de cereal utilizando resíduo de extrato de soja com adição de pó de casca de noz-pecã.** Revista Tecnológica – Edição Especial 2014, Maringá, p. 247-255, 2015.

SILVA, D. C. S., SILVA, O. L. L., JOELE, M. R. S. P., FLORES, O. A., ARANHA, A. P. O. **Elaboração de néctares mistos a partir dos resíduos do despolpamento do abacaxi com diferentes concentrações de polpa de acerola.** Anais do IX Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, São Luís, Maranhão, 2014.

SILVEIRA, P. T. S.; SILVA, G. V.; COSTA, R. A. S.; LANDIM, L. B³; SILVA, N. M. C. **Barra de cereal com farinha da casca da berinjela (*solanum melongena*, L.): análise microbiológica, caracterização química e aceitação sensorial.** Anais do III Congresso Brasileiro de Processamento de Frutas e Hortaliças, p. 614-619 Bahia, 2013

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices.** Ed. 2° New York, p. 337, 1993.

SOUSA, A. M., SOUSA, I. P. R., TEIXEIRA, S. A., MEDEIROS, S. R. A., PORTELA, J. V. F. **Barra dietética de cereal sabor umbu de plátano verde.** RECYT, ano 18, n. 25, 2016.

SOUZA, L. G. S., SOUZA, F. S. S., LAMARÃO, C. V., SANTOS, E. C. S., COSTA, B. E. T., MEDEIROS, C. M., LOBATO, A. C. N., CASTRO, A. P. **Elaboração de barra de cereais a partir da polpa do cará.** XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Gramado/ RS, 2016.

SOUZA, H. A.; NATALE, W.; ROZANE, D. E. **Avaliação agronômica da aplicação do resíduo da indústria processadora de goiabas em pomar comercial de goiabeiras.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 35. p. 969-979, 2011.

TANG, B.; XU, H.; XU, Z.; XU, C.; XU, Z.; LEI, P.; QIU, Y.; LIANG, J.; FENG, X. **Conversion of agroindustrial residues for high poly(γ -glutamic acid) production by *Bacillus subtilis* NX-2 via solid-state fermentation.** Bioresource Technology, vol. 181, p. 351-354, 2015.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos.** 182 p. 1987.

TERAPEUTA, L. Levedo de Cerveja. In: Instituto AHAU- Terapeutas Especializados/ Artigos. 2017. Disponível em: <https://ahau.org/levedo-de-cerveja/>. Acessado em: 01/06/2017

UCHOA, A. M. A., COSTA, J. M. C., GERALDO ARRAES MAIA, G. A., SILVA, E. M. C., CARVALHO, A. F. F. U., MEIRA, T. R. **Parâmetros físico-químicos, teor de**

fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. Segurança Alimentar e Nutricional. Campinas: p. 58-65, 2008. Disponível em: http://www.unicamp.br/nepa/arquivo_san/5_09_artigo_1418_Parametros_FisicoQuimicos.pdf.

VAN SOEST, P. J. **Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin.** Journal of the A.O.A.C, v. 46, n. 5, 1963.

VIDAL, M. F., XIMENES, L. J. F. **Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização.** Caderno Setorial Etene. Ano 1, n. 2, 2016.

YOON, L.W., ANG, T.N., NGOH, G.C., CHUA, A.S.M. **Fungal solid-state fermentation and various methods of enhancement in cellulase production.** Biomass and bioenergy, v. 67, p. 319-338, 2014.

YOUNG, C. E. F. **Competitividade e Tecnologias Limpas.** Jornal Diário: Ambiente Brasil. Instituto de Economia - UFRJ. 2008.

ZEPKA, L.Q.; GARRUTI, D. S.; SAMPAIO, K. L.; MERCADANTE, A. Z.; DA SILVA, M. A. A.P. **Aroma compounds derived from the thermal degradation of carotenoids in a cashew apple juice model.** Food Research International, v. 56, p.108-114, 2014.