



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



DEBORA DE OLIVEIRA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ANÁLOGO VEGETAL DE HAMBÚRGUER
A PARTIR DO RESÍDUO DO CUPUAÇU COM ADIÇÃO DE ORA-PRO-NÓBIS

Patos de Minas - MG

2024

DÉBORA DE OLIVEIRA SILVA

DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ANÁLOGO VEGETAL DE HAMBÚRGUER
A PARTIR DO RESÍDUO DO CUPUAÇU COM ADIÇÃO DE ORA-PRO-NÓBIS

Projeto Final de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Marieli de Lima

Coorientador(a): Prof^a Dr^a Marta F. Zotarelli

Patos de Minas – MG

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 116

DEBORA DE OLIVEIRA SILVA

Desenvolvimento de um produto análogo vegetal de hambúrguer
a partir do resíduo do cupuaçu com adição de ora-pro-nóbis

Projeto Final de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.ª Dr.ª Marieli de Lima

Orientadora - FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Marta Fernanda Zotarelli

Coorientadora - FEQUI/UFU

Dr.ª Betânia Braz Romão

FEQUI/UFU

Prof.ª Dr.ª Carla Zanella Guidini

FEQUI/UFU

Patos de Minas, 6 de dezembro de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Marieli de Lima, Presidente**, em 06/12/2024, às 09:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carla Zanella Guidini, Membro de Comissão**, em 20/12/2024, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Betania Braz Romao, Membro de Comissão**, em 20/12/2024, às 10:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marta Fernanda Zotarelli, Membro de Comissão**, em 20/12/2024, às 10:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5893986** e o código CRC **B89A94EB**.

Dedico este trabalho aos meus pais, que não economizaram nas orações, para que eu pudesse florescer e colher os frutos dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Prof^a. Dr^a Marieli de Lima pelo acompanhamento no Trabalho de conclusão de curso e por estar comigo desde o primeiro semestre da faculdade, servindo de exemplo, me ajudando a crescer academicamente e como ser humano. Agradeço a minha co-orientadora Prof^a. Dr^a Marta Zotarelli por servir de inspiração profissional e pessoal com toda sua bondade que transparece. Agradeço aos meus amigos, pelo apoio durante a graduação e minha estadia em Patos de Minas, que foi de imensa importância para me tornar quem eu sou hoje e chegar onde estou. Agradeço aos técnicos do laboratório por toda ajuda e paciência. Agradeço a banca examinadora por ter aceitado o convite. Agradeço a minha família, pelo apoio, carinho e estímulo durante todos esses anos. Em especial aos meus pais, que me apresentaram o caminho certo a seguir e principalmente serviram de inspiração de quem eu quero me tornar. Vos amo do fundo do meu coração. E especialmente, agradeço a Deus, pois nesse tempo em solos mineiros, colocou as pessoas certas no meu caminho, para que eu pudesse ter asas e voar em sua presença.

“Porque para mim tenho por certo que os sofrimentos do tempo presente não podem ser comparados com a glória a ser revelada em nós.”

Romanos 8:18

Sumário

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Obtenção da Farinha de Ora-pro-nóbis	14
2.2 Formulação	16
2.3 Processamento dos produtos vegetais análogos aos hamburques.....	17
2.4 Análises físico-químicas	18
2.4.1 Umidade	18
2.4.2 Cinzas	19
2.4.3 Cor instrumental	19
2.4.4 Fibra Bruta.....	19
2.4.5 Proteínas	20
2.4.6 Atividade de água (Aw).....	21
2.4.7 pH	22
2.4.8 Análise estatística	23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1 Caracterização do produto	24
3.1.1 Umidade	24
3.1.2 Cinzas	25
3.1.3 Cor instrumental	26
3.1.4 Fibra bruta	27
3.1.5 Proteína.....	29
3.1.6 Atividade de água (Aw).....	30
3.1.6 pH	31
4 CONCLUSÃO.....	33
5 REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O constante surgimento nos meios de comunicação a respeito de assuntos relacionados ao meio ambiente, saúde, sustentabilidade, desperdício de alimentos e inovações no meio alimentício, tem ocasionado uma crescente mudança nos hábitos alimentares da população, mudando conseqüentemente os padrões de consumo.

Considerando o fato de que ainda existem poucas opções no mercado de alimentos que atendam esses novos hábitos, empresas do ramo competem entre si e buscam por inovação, tendo como propósito o desenvolvimento de novos produtos, com a perspectiva de atender a preferência destes consumidores (Bragante, 2014).

Empresas tradicionais do ramo alimentício, como Seara e Sadia, que produzem produtos como hambúrgueres, almôndegas, empanados, salsichas já começaram a se integrar nesse nicho, produzindo produtos que visam atender a uma das recentes demandas dos consumidores, “Proteína e energia à base de plantas” (MINTEL BRASIL, 2023), mercado que têm crescido de forma expressiva nos últimos anos (RÉVILLION et al., 2020).

Para atender esses consumidores os setores de desenvolvimento buscam inovar produtos, existentes no mercado, a fim de melhorar suas propriedades nutricionais e funcionais. Para isso pesquisam por matérias primas que possuem atributos para agregar nesses produtos. (Valvassori, 2010). Boa parte desses novos consumidores possuem regime alimentar vegano ou vegetariano que visam a melhoria do meio ambiente e mudanças nos hábitos de consumo.

Segundo França (2017), o veganismo consiste em alternativas nos hábitos alimentares atrelados ao ativismo da ideologia com o objetivo de sua difusão da exclusão da utilização e comercialização do que provém dos animais e o incentivo ao consumo de produtos naturais que não prejudiquem a fauna e flora do planeta. E, os termos relacionados ao vegetarianismo, segundo dados – Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) de 2020, são relacionados a uma dieta totalmente baseada em vegetais, que inclui uma variedade de frutas e vegetais, grãos integrais e fontes de proteína de origem vegetal, como legumes e nozes.

Segundo uma pesquisa realizada pela The Good Food Institute (GFI Brasil) em 2024, 84% dos consumidores estão abertos a experimentar novos alimentos feitos com tecnologias inovadoras, como proteínas alternativas. Além disso, o mercado brasileiro de produtos *plant-based* continua em expansão, com um aumento no consumo e na diversidade de produtos disponíveis. Essa tendência reflete uma mudança significativa nos hábitos alimentares dos brasileiros, que estão cada vez mais conscientes sobre saúde e sustentabilidade. A crescente

adesão ao flexitarianismo também contribui para essa expansão, representando as pessoas que buscam reduzir o consumo de produtos de origem animal sem eliminá-los completamente.

Segundo uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE 2018) o número de brasileiros vegetarianos entre os anos de 2012 e 2018 duplicou, perfazendo um total de quase 30 milhões. No ano dessa pesquisa, o mercado brasileiro não detinha de muitas opções para este segmento e, dentre os produtos que são ofertados, em sua maioria eram desfavorecidos de composição nutricional adequada. Ainda a pesquisa “O Consumidor Brasileiro e o Mercado Plant-Based 2022”, realizada pelo The Good Food Institute Brasil (GFI Brasil), mostrou que 67% dos brasileiros diminuíram o seu consumo de carne (bovina, suína, aves e peixes) nos últimos 12 meses, um aumento expressivo de 17 pontos percentuais em relação a 2020. Desse total, 47% pretendem reduzir ainda mais seu consumo no próximo ano. Ainda de acordo com o IBOPE (2018), a redução do consumo de carne pela população não se deve ao seu sabor que é amplamente apreciado, mas sim devido a uma mudança no estilo de vida. As pessoas tem procurado alternativas vegetais que possam substituir a carne em aspectos como aparência, sabor, textura e aroma similares.

Com o crescimento do vegetarianismo, cresce também o número de brasileiros que se preocupam com o a saúde e qualidade de vida buscando uma alimentação mais saudável. Nesse contexto, ocorre a demanda pela utilização de ingredientes que atendam às necessidades nutricionais e que ao mesmo tempo possam proporcionar ao consumidor a experiência similar ao alimento original de origem animal (Milanez et al, 2023).

Com o aumento da demanda e os avanços tecnológicos dos últimos anos, busca-se desenvolver os produtos, aproximando-os das características sensoriais dos alimentos de origem animal. No mercado é possível encontrar empresas que mostram essa adaptação com relação as demandas, por exemplo: a empresa Superbom, é uma das pioneiras no mercado brasileiro em alimentos considerados saudáveis e livres de produtos de origem animal, atuante desde 1925, e recentemente expandiu sua variedade de produtos para produtos 100% vegetais análogos à carne e aos derivados de leite (The Good Food Institute Brasil, 2020; Superbom, 2022). A JBS já comercializa opções 100% vegetais, por meio da Seara, além de ter adquirido a BioTech Foods, empresa espanhola que produz carne cultivada. A BRF lançou a linha Veg&Tal da sua marca Sadia, que oferece alternativas vegetais como hambúrguer, carne moída, quibe e frango (Fonseca, 2021).

No que se refere a semelhança dos produtos em relação aos de origem animal, aditivos como corantes e aromatizantes também serão necessários com o objetivo de melhorar características sensoriais do produto (The Good Food Institute Brasil, 2020). Proteínas vegetais

– soja, ervilha, lentilha, grão de bico, entre outras – devem apresentar algumas propriedades, como solubilidade, capacidade de retenção de óleo e água e geleificação, para serem empregadas como ingredientes em substitutos cárneos e lácteos (Pacheco & Sadahira, 2022).

Já em relação a composição nutricional, no trabalho de Kafer (2024) foram analisados diferentes tipos de produtos análogos vegetais a base de lentilha, trigo, grão de bico, soja, chia, malte, feijão, entre outros e os comparou a produtos de origem animal para estabelecer os critérios nutricionais. Constatou-se que ao se analisar carboidratos e fibras, observa-se que a presença desses nos análogos é significativamente superior à do hambúrguer de origem animal, indo ao encontro da composição dos cereais e leguminosas, principais fontes destes nutrientes. O valor calórico e o teor de gordura total foram equivalentes em ambos os produtos, o que reforça a necessidade de manter similaridade funcional e nutricional entre os cárneos e seus análogos. O teor proteico apresentou divergência nos resultados, mas os análogos vegetais atingiram teores suficientes para serem considerados de alto valor proteico.

A Portaria nº 724/2022 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), traz a definição de hambúrguer.

Hambúrguer é um produto cárneo industrializado obtido a partir da carne moída de animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado na forma de disco ou na forma oval, e submetido a processo tecnológico adequado (Brasil, 2022).

O MAPA em 2023, submeteu uma proposta de regulamentação de produtos *plant-based* por meio de uma Consulta Pública (CP) pelo período de 75 dias, estabelecendo requisitos mínimos sobre o produto. Segundo esse regulamento técnico, o produto análogo de base vegetal é aquele produto alimentício formulado com matéria-prima de origem vegetal, que guarda relação com o correspondente produto de origem animal regulamentado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária. E ainda a respeito na marcação e rotulagem, dizendo: denominação de venda do produto no painel principal, “ANÁLOGO VEGETAL DE” seguido da denominação de venda do produto de origem animal regulamentado pelo Ministério de Agricultura e Pecuária.

Na literatura é possível encontrar estudos que utilizaram diferentes ingredientes na elaboração de produtos análogos ao hambúrguer, dentre eles destacam-se: grão de bico (Lima, 2018; Moro, 2021), proteína de soja (Pereira, 2023), resíduo de frutas (Lima 2018) e ainda, massa de banana verde (Pereira, 2023; Martins, 2020) e ora-pro-nóbis (Schultz, 2023; Moro, 2021).

A biomassa de banana, considerada um alimento funcional, é obtida através do cozimento da banana verde, essa biomassa auxilia na regulação do gasto intestinal pois é rica em amidos

resistentes, fibras solúveis e insolúveis e pectina (Pereira 2018). Outro ingrediente citado é o grão de bico. O grão-de-bico é uma fonte excelente de proteínas e carboidratos, os quais abrangem cerca de 80% do peso total do grão cru. Segundo Ferreira, Brazaca e Arthur (2006), ele também é rico em minerais e fibras, diferenciando-se das outras leguminosas por sua alta digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais e alta disponibilidade de ferro, sendo um alimento de alto valor nutricional. O seu consumo também está associado à redução dos riscos de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares, redução da taxa de absorção de carboidratos e controle glicêmico (WALLACE; MURRAY; ZELMAN, 2016).

Em relação ao uso de resíduos do processamento de frutas, este representa uma parte da matéria-prima desprezada durante o processamento do produto de interesse, referindo-se ao “bagaço” das frutas na produção de polpa (LIMA et al., 2014). Esses resíduos são formados por cascas, caroços, sementes e parte da polpa remanescente e é composto por vitaminas, minerais, fibras, compostos antioxidantes e nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo humano (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015). Dos nutrientes existentes nos resíduos que são de valor para produtos análogos ao hambúrguer têm-se a proteína que pode ser utilizada para enriquecer o alimento e utilização para substituir ingredientes emulsificantes e gelificantes (POJIC; MISAN; TIWARI, 2018; WU, 2009). A pectina é encontrada em quantidades significativas nas cascas das frutas e é utilizada como agente gelificante e espessante em alimentos, como fibra alimentar solúvel (KERMANI et al., 2015).

Muitas pesquisas incluem aproveitamento desses resíduos para novos produtos alimentícios. Um resíduo que está sendo amplamente utilizado na produção de novos produtos alimentícios, é o do cupuaçu. As polpas são obtidas a partir do processamento da sua parte comestível (BRASIL, 2018) e como resíduos geram-se cascas, talos, bagaços e sementes, que são descartados causando impactos ambientais e desperdício (LIMA et al, 2019). A polpa do cupuaçu apresenta-se com caráter ácido (pH 3,4). O teor de proteínas, lipídios, cinzas, fibras e matéria seca são, respectivamente 8,8%, 12,7%, 19 5,3%, 14,3% e 12,1%. Possui composição rica em aminoácidos e ácidos graxos, destacando-se os ácidos palmítico, oleico e α -linoléico, além da presença de elementos importantes à saúde como potássio (34,3 mg/g), fósforo (15,7 mg/g), magnésio (13,1 mg/g), cálcio (5,5 mg/g), sódio (2,5 mg/g), e outros elementos em concentrações inferiores à 0,1 mg/g, como ferro, zinco, cobre e manganês (ROGEZ et al., 2004).

Estudos mostram que o resíduo de cupuaçu possui uma rica composição de nutrientes, podendo ser utilizados no desenvolvimento de novos produtos como farinhas para a produção de panificação, barra de cereal (ABUD; NARAIN, 2010; OLIVEIRA et al., 2019; ANDRADE

et al., 2020) e extração de biomoléculas para utilização como aditivos (AYALA-ZAVALA et al. 2011; SOUZA et al., 2015; DURANTE et al., 2017; LIMA et al., 2019). Assim, é possível obter ingredientes com valor nutricional por meio do aproveitamento dos alimentos utilizando partes vegetais que são frequentemente descartadas, como as folhas, além do uso de espécies pouco conhecidas. O aproveitamento total dessa parte dos alimentos propicia benefícios ao meio ambiente, favorece uma nutrição mais equilibrada e ainda contribui para a diminuição da produção de lixo (SILVA et al., 2005).

No trabalho de Biasi (2016), o resíduo de despulpadeira do cupuaçu resultou na produção de barra de cereal, enriquecido de fibras. Marafon (2016), estudou que a casca do cupuaçu possui alto valor de combustão, podendo ser utilizada na produção de energia. E na pesquisa realizada por Nazare et al. (1993) foi possível desenvolver um cupulante, produto que se assemelha ao chocolate.

Além desses ingredientes citados anteriormente para a produção de alimentos análogo vegetal, deve-se também citar as plantas alimentícias não convencionais (PANCs) e dentre elas destaca-se a ora-pró-nobis. A *Pereskia aculeata* Miller (ora-pro-nóbis) conhecida popularmente como “carne de pobre”, pertence à família das Cactaceas (Kinupp & Lorenzi, 2021). É uma planta antiga que é facilmente cultivada devido sua fácil propagação e resistência a climas secos. Suas folhas e seu consumo propiciam aumento do valor nutricional em refeições por estarem ligadas ao elevado teor de proteínas (25,0 a 28,99% em base seca) em comparação a outros vegetais (De Almeida et al., 2014) e ainda são ricas em minerais, como ferro, cálcio, potássio, zinco, manganês, fósforo e magnésio, fibras alimentares, vitaminas A e C, além de ácido fólico, quando comparado a outros vegetais como espinafre, brócolis e acelga (Souza et al., 2016, Bezerra & Maciel, 2016, Schultz et al., 2023). O teor proteico pode variar a depender das condições climáticas de colheita, como reportado nos trabalhos de Taketi et al. (2009) e Maciel et al. (2021), que encontraram valores de proteínas, em base seca, de 28,4% e 21,81%, respectivamente.

No que se refere ao uso de novas matérias-primas com o objetivo de preparar novos produtos alimentícios, essa planta tem se destacado, explorando o potencial da flora do país. (Maciel, Yoshida & Goycoolea, 2019) e ditando novas tendências, como no trabalho de Schultz et al. (2023), onde os autores desenvolveram um hambúrguer a base de ervilha com adição de ora-pro-nóbis.

Diante desse cenário, o desenvolvimento de produtos vegetais análogos ao hambúrguer pode promover sustentabilidade, mudança de hábitos alimentares e ao mesmo ser uma opção versátil no cardápio dos consumidores. Inclusive diversas empresas de *fast food* têm lançado

opções veganas e vegetarianas desse produto. Desta forma, a utilização de matérias-primas diversificadas pode proporcionar maior variação na oferta desta categoria de produto, com incremento nutricional.

Objetivo geral

Desenvolver um produto vegetal análogo ao hambúrguer à base de grão-de-bico, incluindo o aproveitamento do resíduo de cupuaçu em conjunto com a PANC ora-pro-nóbis.

Objetivos específicos

- Avaliar a viabilidade de inclusão de ingredientes vegetais (grão-de-bico, banana verde, resíduo de cupuaçu e ora-pro-nóbis liofilizada) na composição de um produto análogo ao hambúrguer;
- Incluir diferentes proporções de ora-pro-nóbis liofilizada na formulação de um produto análogo ao hambúrguer;
- Caracterizar os produtos de acordo com suas propriedades físico-químicas (umidade, cinzas, atividade de água, fibra bruta, cor instrumental, proteínas e pH).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas dependências dos laboratórios da Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Uberlândia – UFU - *Campus* Patos de Minas. Os ingredientes utilizados para a preparação dos produtos vegetais análogos a hambúrguer foram adquiridos em mercados locais e casas de temperos na cidade de Patos de Minas – MG.

2.1 Obtenção do pó a partir da folha de ora-pro-nóbis

As folhas de ora-pro-nóbis foram adquiridas no Horticultura Muda, e transportadas aos laboratórios da Universidade. Foram higienizadas em água corrente, sanitizadas com solução de 1 L de água para 15 mL de água sanitária por 15 minutos e posteriormente enxaguadas em água corrente. Após, realizou-se o branqueamento das folhas, submetendo-as durante 3 minutos em água fervente e em seguida imergidas em água gelada, conforme figura 1. O branqueamento foi realizado a fim de preservar as propriedades das folhas. As folhas foram acondicionadas em sacos de polietileno vedados, e armazenadas no *ultrafreezer* (Indrel, modelo IULT335D) em -60°C, por no mínimo 12 horas antes da secagem no liofilizador (Liobrás, Liotop L 101, Brasil)

que foi realizada a uma temperatura de $-50 \pm 1^\circ\text{C}$ e pressão de aproximadamente $70 \mu\text{mHg}$ por um período de 24 horas.

Após o congelamento as folhas foram previamente fragmentadas antes de serem submetidas a secagem no liofilizador. Após essa etapa, as mesmas foram trituradas no Mixer (Mixer Philco PMX1000 4 Lâminas Pro Maxx 2 e 1 500W) convencional até a formação do pó, conforme figura 2. Após, as folhas foram armazenadas em sacos de polietileno selados e envolvidas com folhas de alumínio para serem usadas na etapa seguinte de formulação.

Figura 1 – Etapas do processo de branqueamento da ora-pro-nóbis



(a) Folhas de ora-pro-nóbis



(b) Folhas após sanitização



(c) Branqueamento em água fervente



(d) Segunda etapa do branqueamento em água gelada



(e) Folhas após o branqueamento

Fonte: Autoria própria (2024).

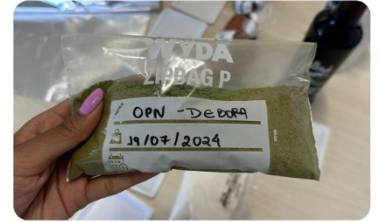
Figura 2 – Etapas do processo de liofilização da folha de ora-pro-nóbis



(a) Secagem das folhas no liofilizador



(b) Folhas após secagem



(c) Pó obtido após a trituração

Fonte: Autoria própria (2024).

2.2 Formulação

Para o desenvolvimento do produto vegetal análogo ao hambúrguer, foram propostas três formulações que foram definidas através de testes preliminares. Nesses testes, houveram tentativas utilizando a folha de ora-pro-nóbis in natura e a liofilizada. Foi escolhido utilizar a ora-pro-nóbis liofilizada em forma de pó, em razão do pó atingir uma maior superfície de contato do produto e contribuir nas futuras análises da composição centesimal. As porcentagens dos ingredientes utilizados foram definidas através de pesquisas na literatura e testes. Na formulação C, também chamada de formulação controle, não foi incluída ora-pro-nóbis. Para a formulação 1 (F1), foram empregados os mesmos ingredientes da formulação controle, com a adição de 8,5 gramas de ora-pro-nóbis. Enquanto para a formulação 2 (F2), os mesmos ingredientes foram empregados, com aumento da proporção de ora-pro-nóbis (17 gramas por porção). As porções preparadas totalizavam um peso de aproximadamente 200 gramas. Na Tabela 1 estão apresentados os ingredientes utilizados e suas respectivas proporções para a elaboração de um produto análogo ao hambúrguer de 200g.

Tabela 1 - Ingredientes utilizados na formulação do produto vegetal análogo ao hambúrguer.

Ingredientes	Controle	F1	F2
Resíduo cupuaçu (g)	50	50	50
Grão de bico (g)	60	60	60
Alho em pó (g)	5	5	5
Cebola em pó (g)	5	5	5
Açúcar (g)	5	5	5
Sal (g)	2	2	2
Pimenta do reino (g)	0,2	0,2	0,2
Ora-pro-nóbis (O.P.N.) (g)	-	8,5	17
Azeite (mL)	5	5	5
Massa Banana verde (g)	50	50	50
Água (mL)	15	15	15
Goma Xantana (g)	0,5	0,5	0,5
Urucum (g)	12	12	12

Fonte: Autoria própria (2024)

A massa de banana verde foi incorporada após pesquisas na literatura, a fim de atenuar a acidez do produto que foi percebida através de testes sensoriais feitos pela autora do trabalho.

2.3 Processamento do produto vegetal análogo ao hambúrguer

O grão de bico foi adquirido em mercados locais, conduzido até as dependências dos laboratórios, cozido através da panela de pressão por aproximadamente 20 minutos, e triturado no processador (Mini Processador Turbo Pratic 220V, Mondial - MP-16-B) por aproximadamente 5 minutos, para posterior uso. Para a massa de banana verde, foram utilizadas bananas verdes do tipo Prata, compradas em supermercados da região. As mesmas foram devidamente higienizadas, colocadas para cozinhar em panela de pressão por 20 minutos. Dessa forma, as cascas foram retiradas e as bananas foram amassadas com o auxílio de um garfo, concluindo seu preparo.

Após as pesagens dos ingredientes, os mesmos foram homogeneizados no processador, na seguinte ordem, primeiro as massas: grão de bico, banana verde e resíduo de cupuaçu e

posteriormente os ingredientes secos foram sendo incorporados. Os produtos foram moldados em formato de hambúrgueres utilizando moldador, armazenados em sacos de polietileno vedados, envolvidos em folha de alumínio e colocados em *freezer* (-15°C) doméstico por no mínimo 12h. As análises foram realizadas nos hambúrgueres *in natura* e após o cozimento em *Air fryer* (Mondial AF-30 Family Inox IV 3,5l – Preta). O tempo de cozimento foi definido por meio de testes preliminares e concluído no tempo de 40 minutos, virando a peça a cada 10 minutos, em 180 °C, conforme figura 3.

Figura 3. Imagens do produto vegetal análogo ao hambúrguer.



a) hambúrguer cru



b) hambúrguer congelado



c) hambúrguer após cozimento

Fonte. Autoria própria (2024)

2.4 Análises físico-químicas

2.4.1 Umidade

Para a análise de umidade foram utilizadas amostras de cada formulação pelo método gravimétrico. Primeiramente, os cadinhos de porcelana foram aquecidos em estufa a 105 °C por 1 h, resfriados em dessecador por 30 minutos, em seguida, foram previamente pesados em balança analítica (Shimadzu, modelo AUW320), aproximadamente 2 g de amostras foram usados nessa análise. Após esse procedimento, os cadinhos foram destinados à estufa (Ethik Technology, modelo 400-TD), onde permaneceram a uma temperatura de 105 °C por 24 h. Ao término do acondicionamento na estufa, eles foram destinados ao dessecador por 30 minutos para pesagem final. Os resultados dos teores de umidade foram calculados pela Equação 1.

$$U = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

Em que, U é a umidade da amostra em base úmida (%), m_i é a massa inicial da amostra (g), m_f é a massa de final (g).

2.4.2 Cinzas

Para a análise de cinzas, utilizou-se o método descrito pelo Instituto Adolf Lutz, (1985). Assim, após 24h da amostra na estufa a 105°C e sua pesagem, a amostra foi submetida a incineração na mufla a 550°C por 5h. Decorrido o tempo e após esfriar, os cadinhos foram pesados para calcular o teor das cinzas, conforme Equação 2.

$$C = \frac{N \times 100}{P_o} \quad (2)$$

Onde C (%) é a porcentagem de cinzas na amostra, N é a massa das cinzas e P_o é a massa da amostra seca.

2.4.3 Cor instrumental

Para a análise de cor, utilizou-se o colorímetro digital (Minolta, modelo CR400) responsável por fazer leitura direta nas amostras. Os resultados foram obtidos a partir da média de nove leituras em pontos distintos da amostra. Os valores foram expressos em L^* , a^* e b^* , sendo os valores de L^* (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), do croma a^* variam do verde (-60) ao vermelho (+60) e os valores do croma b^* variam do azul ao amarelo.

2.4.4 Fibra Bruta

Para a análise de fibra bruta pelo método *Ankom Filter Bag Technique* (FBT), realizou-se a identificação dos saquinhos de tnt com caneta de tecido e lápis 6B, os saquinhos foram pesados e suas massas anotadas. Assim, aproximadamente 1g da amostra foi colocada em cada saquinho e sua massa anotada. Posteriormente, eles foram introduzidos no equipamento com 3L de solução ácida 1,25% em aquecimento. Ao perceber a fervura a 100°C aproximadamente marcou-se 30 minutos e depois a solução foi escoada. Após essa etapa, foi feita a lavagem com água e o procedimento se repetiu com a solução básica.

Após as lavagens, a água foi escoada, os saquinhos foram retirados do suporte e lavados com álcool absoluto (Etanol P.A.) em um béquer por aproximadamente 3 minutos. O procedimento se repetiu com acetona. Posteriormente, os saquinhos foram secos com papel absorvente e transferidos para cadinhos de porcelana previamente secos em estufa e pesados.

Assim, os cadinhos com os saquinhos foram submetidos a secagem na estufa a 105°C, por 4 horas e posteriormente colocados em dessecador por 30 minutos para esfriar. Após, o conjunto cadinho-saquinho-extrato foi pesado e levado a mufla por 1 hora a 550°C. Depois, os cadinhos foram levados ao dessecador por 30 minutos e pesados em balança analítica para determinação da fibra bruta, conforme Equação 3.

$$Fibra\ bruta\ (\%) = \frac{(C-A)-D}{B} \times 100 \quad (3)$$

Onde A é a massa do saquinho vazio (g), B é a massa da amostra (g), C é a massa do conjunto cadinho-saquinho-extrato (g) e D é a massa do conjunto cadinho-cinzas (g).

2.4.5 Proteínas

O índice de proteína foi determinado pelo Método Kjeldahl – Conteúdo de nitrogênio, por meio de 3 etapas: digestão, destilação e titulação.

Na digestão, após o aquecimento do bloco digestor, foi pesado 0,1g de amostra em tubos de ensaio e seu peso anotado. Com a mistura digestora previamente preparada, foi adicionado 1g em cada tubo, os tubos foram colocados para digerir no bloco digestor até a completa digestão (amostras transparentes). Após esse procedimento, as amostras foram retiradas do sistema para esfriar e em cada tubo foi adicionado um volume adequado de água destilada e posteriormente cada tubo foi agitado para começar a etapa da destilação.

Nessa segunda parte, realizou-se a destilação das amostras digeridas no destilador de nitrogênio (modelo TE-0364, da marca TECNAL). Neste processo, um volume dado de solução de hidróxido de sódio (aproximadamente 10 mL) foi aportado ao tubo e um gerador de vapor destilou a amostra durante o período de tempo dado. O conteúdo destilado fez um volume de 100 mL no Erlenmeyer já preparado anteriormente com ácido bórico 4% m/v e solução de vermelho de metila. O procedimento se repetiu para cada amostra analisada colocando um novo tubo de amostra e um novo Erlenmeyer com ácido bórico para recolher.

Na titulação, cada amostra foi titulada com a solução de ácido clorídrico agitando energeticamente até o ponto de viragem. Assim, o volume de ácido clorídrico consumido foi anotado para determinar o índice de proteína em cada amostra, ilustrado na figura 4 a seguir.

Figura 4. Analisador de proteína



Fonte. Autora, 2024

2.4.6 Atividade de água (A_w)

A atividade de água (A_w) das amostras foi determinada a partir da leitura no analisador digital (Aqualab, modelo PRE DEW), ilustrado na figura 5. As amostras foram colocadas em cápsulas de plástico e introduzidas no equipamento. As leituras foram realizadas em triplicata.

Figura 5 - Aqualab



Fonte: Autoria própria (2024)

2.4.7 pH

Para a medição do pH, utilizou-se o equipamento Medidor de PH de Bancada (Microprocessado) modelo MPA-210. No procedimento, pesou-se 5 gramas da amostra em um béquer e diluiu-se com 50 mL de água. O conteúdo foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. O pH foi determinado com o aparelho previamente calibrado, operando-o de acordo com as instruções do manual do fabricante, conforme ilustração 6.

Figura 6. Análise de pH



Fonte. Autora, 2024

2.4.8 Análise estatística

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente utilizando o software *Statistica* através da análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Tukey), com nível de significância de 5% em relação a proporção de ora-pro-nóbis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do produto

3.1.1 Umidade

Na tabela 2 estão dispostos os valores encontrados da umidade do produto comparando-o cru e cozido. Sendo C a formulação controle, F1 a formulação com 8,5g de ora-pro-nóbis e a F2 com 17g de ora-pro-nóbis.

Tabela 2 – Teores de umidade e desvio padrão dos produtos vegetais análogos ao hambúrguer para as diferentes formulações.

Amostras	Umidade b.u(%)	Desvio padrão
C crua	61,95 ^a	0,444
F1 crua	59,5 ^a	0,1710
F2 crua	61,50 ^a	0,2445
C cozida	50,67 ^b	0,9648
F1 cozida	48,80 ^b	0,9854
F2 cozida	52,90 ^b	0,6581

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

Conforme observado na Tabela 2, aplicando o teste de Tukey a 5% de significância, a umidade das amostras do alimento cru, não diferiu entre si. O mesmo aconteceu para as amostras cozidas. Entretanto, comparando as amostras antes e após o cozimento, é possível detectar a diferença, sendo a amostra crua com maior umidade. Pode-se observar que as amostras apresentaram umidade mais elevada, em comparação a outros trabalhos, resultado devido aos ingredientes utilizados em sua formulação que foram previamente cozidos, como o grão de bico e a massa de banana verde, incorporando mais água ao produto. A adição de ora-pro-nóbis, previamente liofilizada, não interferiu na umidade final do produto.

A umidade é um fator importante em produtos análogos cárneos pois confere suculência, e mesmo o produto analisado cozido, foi possível atingir altos valores. Entretanto, a umidade é fator determinante também na vida útil dos alimentos e o produto em questão, apresentando alto teor, promove uma vida útil reduzida. Esse problema pode ser resolvido com métodos de

conservação a frio, como o congelamento. Com a redução da temperatura abaixo do ponto de congelamento, os alimentos mais perecíveis podem ser estocados por mais tempo podendo serem consumidos com um tempo tardio sem que o sabor, aroma, valor nutritivo e textura sejam alterados (MACEDO, 2015).

No trabalho de Moro et al (2021), os autores desenvolveram hambúrguer vegano de grão de bico com adição de ora-pro-nóbis. Os teores de umidade variaram de 43,3 a 49,5%. Já no trabalho de Schultz et al. (2023), foi desenvolvido hambúrguer vegano de ervilha com adição de ora-pro-nóbis e a média da umidade foi de 64,93%. Resultados compatíveis aos desse trabalho.

3.1.2 Cinzas

Na tabela 3 estão dispostos os valores de cinzas encontrados no alimento analisado.

Tabela 3 – Resultados teores de cinzas e desvio padrão do produto vegetal análogo ao hambúrguer

Amostras	Cinzas b.u(%)	Desvio padrão
C crua	6,35 ^a	0,1334
F1 crua	7,50 ^{b,c}	0,0834
F2 crua	7,00 ^c	0,5156
C cozida	6,50 ^a	0,1363
F1 cozida	7,35 ^{b,c}	0,0640
F2 cozida	7,85 ^b	0,0661

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

No presente trabalho, ao analisar as cinzas, foi possível observar que aplicando o teste de Tukey, identificou-se uma diferença a 5% de significância da maioria das amostras entre si. Pode-se observar que a adição da ora-pro-nóbis liofilizada não surtiu grandes efeitos nos valores. No trabalho de Moro et. al (2021), os autores desenvolveram hambúrgueres de grão de bico com adição de ora-pro-nóbis e foram encontrados valores de 1,04 a 1,40% de cinzas no produto analisado. É possível observar que os resultados dos teores de cinzas foram altos, isso se deve ao fato dos ingredientes utilizados serem ricos em matéria mineral, como a massa de

banana verde, resíduo de cupuaçu (ROGEZ et al., 2004) e o grão de bico (Ferreira, Brazaca e Arthur, 2006).

3.1.3 Cor instrumental

Os resultados da análise de cor realizada no produto cru antes do congelamento e após o cozimento estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Coordenadas de cor instrumental e seus desvios para as amostras cruas e cozidas do produto vegetal análogo ao hambúrguer

Amostras	L*	D. V. L*	a*	D. V. a*	b*	D. V. b*
C crua	18,50 ^b	0,6062	9,80 ^b	0,1090	17,70 ^d	0,2295
F1 crua	16,30 ^{bc}	1,3420	3,40 ^d	0,2706	15,55 ^{de}	0,7253
F2 crua	11,20 ^c	0,2608	2,70 ^d	0,1640	10,80 ^c	0,4032
C cozida	26,00 ^a	0,9764	12,00 ^a	0,3200	24,50 ^a	1,090
F1 cozida	24,40 ^a	2,5202	6,00 ^c	0,3815	21,00 ^b	1,2803
F2 cozida	12,25 ^c	1,6948	2,60 ^d	0,1650	14,30 ^c	0,9000

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis D. V.: desvios. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

A cor de um alimento desempenha papel fundamental na intenção de compra do consumidor. No caso de produtos cárneos, a cor avermelhada indica geralmente um produto apropriado ao consumo. Dessa forma, no presente trabalho, ainda que com a adição da ora-pro-nóbis que possui cor verde, procurou-se atingir tons que se assemelhassem a uma carne de origem animal. A análise foi realizada com n=9 para cada amostra levando em consideração diferentes superfícies do produto.

A partir dos resultados obtidos aplicando o teste de Tukey, em relação ao parâmetro L*, parâmetro esse que diz respeito a luminosidade (L* = 0: preto e L* = 100: branco), a amostra C crua apenas não diferiu da F1 crua. A amostra F1 crua, não diferiu da amostra C crua e da F2 crua. Assim, a amostra F2 crua diferiu-se com 5% de significância da C crua, C cozida e F1 cozida. A amostra C cozida apenas não diferiu da F1 cozida e vice-versa.

No tocante ao croma a^* ($-a^*$ = verde e $+a^*$ = vermelho), as únicas amostras que não diferiram entre si a um grau de 5% de significância foram as amostras F1 e F2 cruas e F2 cozida. Ainda nesse parâmetro, é possível perceber que os menores valores de a^* são aqueles que possuem tendência a cor verde, sendo eles os menores valores obtidos: F1 e F2. Enquanto os maiores valores de a^* foram aqueles com tendência a cor vermelha, que são as amostras controles (C crua e cozida). Na formulação do presente produto, foi usado o urucum, que tem coloração avermelhada. O corante natural do urucum é utilizado como condimento e colorífico nos lares brasileiros, sendo popularmente conhecido como colorau (Fabri, 2015). Dessa forma, esse condimento foi utilizado em todas as formulações com o objetivo de atenuar os tons verdes provenientes da ora-pro-nóbis visando maior aceitação de futuros consumidores e semelhança com a cor vermelha da carne bovina. Assim, explica-se o fato das amostras controles obterem resultados com maior tendência a cor avermelhada, visto que, não tinham ora-pro-nóbis na formulação.

No que diz respeito ao parâmetro b^* , ($-b^*$ = azul e $+b^*$ = amarelo), a única amostra que não diferiu de todas as outras foi a F1 crua. Essa por sua vez, não apresentou diferença significativa a 5% das amostras C crua e F2 cozida. Percebe-se que os valores de b^* foram relativamente altos, caracterizando um produto mais amarelado.

A amostra C cozida foi a que obteve maiores valores de L^* , a^* e b^* em relação as demais formulações, caracterizando tons mais claros, avermelhados e amarelados. No trabalho de Schultz et al. (2023), os autores desenvolveram hambúrguer a base de ervilha com adição de ora-pro-nóbis e em seus resultados as médias dos parâmetros L^* , a^* e b^* respectivamente foram: 31,05 - 7,87 - 11,15, demonstrando um alimento mais claro e avermelhado, porém menos amarelado, em comparação ao analisado nesse trabalho.

3.1.4 Fibra bruta

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da análise de fibra bruta para o produto análogo vegetal.

Tabela 5 – Resultados análise de fibra bruta e desvio padrão para o produto vegetal análogo ao hambúrguer com diferentes proporções de ora-pro-nóbis

Amostras	Fibra bruta (%)	Desvio Padrão
C crua	4,10 ^a	0,4421
F1 crua	3,50 ^{ab}	0,2317
F2 crua	2,60 ^b	0,7658
C cozida	3,40 ^{ab}	0,2851
F1 cozida	2,80 ^b	0,5170
F2 cozida	2,70 ^b	0,1822

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

O valor de fibra bruta encontrado variou de 2,68% até 4,10%. Analisando os resultados da tabela 5, pode-se observar que as amostras F1 crua e C cozida não possuem diferenças significativas a um grau de 5%. E as amostras F1 cozida e F2 crua e cozida diferem com 5% de significância da amostra C crua. Ao observar os valores encontrados em relação ao teor de ora-pro-nóbis é possível notar que a adição da mesma não contribuiu significativamente para o aumento nos valores, assim como no trabalho de Moro et al. (2021) que também desenvolveram um hambúrguer vegano de grão de bico com adição de ora-pro-nóbis.

Um ponto importante para ser destacado é que hambúrgueres tradicionais, a base de carne bovina, não apresentam fibras em suas composições, dessa forma, ainda que em quantidades baixas, os valores de fibra encontrados corroboram para um bom resultado visto que, a presença de fibras em alimentos contribui na saúde humana.

No trabalho de Huerta et al. (2016), os autores caracterizaram um hambúrguer à base de proteína texturizada de soja e batata-doce, obtendo 4,08% de fibras brutas em base úmida. O resultado encontrado foi parecido com o de Lima (2018), que ficou na faixa de 3,92 e 4,52% encontrada para os hambúrgueres de grão-de-bico com resíduo de acerola, resultados próximos aos encontrados nesse trabalho. Os valores se devem pela presença do resíduo de cupuaçu e a massa de banana verde, que são ingredientes enriquecidos de fibras em suas composições. (ROGEZ et al., 2004), (Ferreira, Brazaca e Arthur (2006).

3.1.5 Proteína

Os resultados referentes a análise de proteínas feitas pelo método Kjeldahl estão dispostos na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados da análise de proteína e desvio padrão para o produto vegetal análogo ao hambúrguer com diferentes proporções de ora-pro-nóbis.

Amostras	Proteína (%)	Desvio padrão
C crua	3,55 ^a	0,6512
F1 crua	5,65 ^a	1,0096
F2 crua	5,70 ^a	0,9613
C cozida	4,10 ^a	0,9023
F1 cozida	5,70 ^a	1,7445
F2 cozida	6,00 ^a	0,8452

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

Acerca dos resultados encontrados à essa análise e com a aplicação do teste de Tukey foi possível perceber que as amostras não diferiram entre si a um grau de 5% de significância. Analisando as médias, constata-se que os maiores valores de proteína foram os da formulação F2 cozida, que possuía maior proporção da planta. Seguida pela mesma formulação, porém no estado cru, após a F1 cozida, seguida pela F1 crua, posteriormente a C cozida e por fim a C crua.

Nota-se que a adição de ora-pro-nóbis no hambúrguer não contribuiu para o aumento da porcentagem de proteína no alimento a um grau de 5% de significância. Esse fato pode ser explicado diante de alguns fatores. O primeiro pode ser devido ao aspecto heterogêneo do hambúrguer, ainda que a ora-pro-nóbis utilizada estivesse em forma de farinha, é possível perceber visivelmente pontos verdes na peça do alimento no estado cru, conforme Figura 7.

Figura 7. Hambúrguer cru com ora-pro-nóbis



Fonte: Autora, 2024

Esse fato contribuiu negativamente para a segunda circunstância que foi o tipo de análise feita. Na análise de proteína utilizando o método de Kjeldahl, usa-se apenas 0,1g de amostra, assim, é possível que a porção de 0,1g que foi utilizada na análise não detinha de tantos ingredientes que contribuíram para aumentar o teor proteico da amostra. Dessa forma, ainda que a realização tenha sido em triplicata, as amostras não continham grandes porções de proteína.

Verifica-se ainda que as quantidades de ora-pro-nóbis utilizadas no produto desenvolvido, possam ser inferiores para atingir maiores valores significativos de porcentagens de proteína, ou seja, em futuros trabalhos, os autores poderiam utilizar maior quantidade de ora-pro-nóbis a fim de atingirem porcentagens maiores de proteína. Além disso, nota-se a necessidade de modificação ao método utilizado, como o aumento na porção de amostra analisada, visto que, pode contribuir positivamente ao trabalho.

No trabalho de Moro et al. (2021), os autores também obtiveram resultados parecidos a do presente trabalho, onde a adição de diferentes proporções de ora-pro-nóbis não surtiram grandes variações a 5% de significância e os teores de proteína encontrados variaram de 8,92 a 10,72%.

Nagagata et al. (2020), avaliaram 11 marcas comerciais de hambúrgueres *plant based*. Em seus resultados, encontrou-se variações nos teores de proteínas, abrangendo uma faixa de 4,3% a 17,0%. Lima et al. (2017) elaboraram um hambúrguer de proteína vegetal de soja e fibra de caju e na caracterização encontram 5,77% de proteína.

3.1.6 Atividade de água (A_w)

Em relação a atividade de água do alimento, os valores estão dispostos na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados A_w e desvio padrão para o produto vegetal análogo ao hambúrguer com diferentes proporções de ora-pro-nóbis.

Amostras	A_w	Desvio padrão
C crua	0,975 ^a	0,0023
F1 crua	0,975 ^a	0,0011
F2 crua	0,976 ^a	0,0026
C cozida	0,960 ^b	0,0048
F1 cozida	0,962 ^b	0,0062
F2 cozida	0,963 ^b	0,0017

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

Conforme observado na Tabela 7, a adição da ora-pro-nóbis não corroborou para a mudança da atividade de água no grau de 5% de significância. O produto na forma crua atingiu valores maiores de atividade de água, como esperado. A atividade de água alta evidencia a importância da conservação do produto sob congelamento (Pereira, 2023).

Hambúrgueres crus têm normalmente uma A_w elevada, geralmente em torno de 0,95 a 0,98 (Jay et al, 2005), resultados próximos aos encontrados nesse trabalho.

3.1.6 pH

Na Tabela 8 estão dispostos os valores de pH encontrados no produto analisado.

Tabela 8 – Resultados pH e desvio padrão para as amostras do produto vegetal análogo ao hambúrguer

Amostras	pH	Desvio padrão
C crua	4,60 ^d	0,0290
F1 crua	4,63 ^{cd}	0,0066
F2 crua	4,75 ^a	0,0230
C cozida	4,48 ^e	0,1835
F1 cozida	4,66 ^c	0,0529
F2 cozida	4,71 ^b	0,01

C: controle (sem ora-pro-nóbis) F1: com 8,5g de ora-pro-nóbis e F2: com 17g de ora-pro-nóbis. Dados apresentados na forma Média. Letras minúsculas diferentes, apresentam diferença significativa entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). Fonte: Autora, 2024.

Considerando os resultados apresentados, é possível perceber que a formulação F2 crua foi a que apresentou maior valor de pH, seguida pela formulação F2 cozida. A F1 cozida, não obteve diferença significativa em comparação a formulação F1 crua. E a F1 crua não obteve diferença significativa em comparação a formulação C crua. A formulação C cozida foi a que apresentou menor pH.

É possível perceber que os valores ficaram próximos a um valor de pH consideravelmente baixo, significando um pH mais ácido. Isso se deve ao fato do resíduo de cupuaçu utilizado apresentar um pH próximo a 3, contribuindo para a acidez ao produto (Barbosa,2020). A adição da massa de banana verde teve por objetivo a tentativa de minimizar essa acidez e conferir alcalinidade ao produto, por se tratar de um alimento com pH básico que tende a oscilar entre 5,0 e 5,6 (Junior, 2020). Entretanto, ainda com essa adição, o pH apresentou valores baixos, porém próximos uns dos outros em comparação ao produto cru e cozido. Em outros trabalhos como de Pereira (2023), os resultados obtidos foram entre 6,33 e 6,31 comparando o produto cru e grelhado, semelhantes aos resultados de Lima (2018) em hambúrgueres de grão de bico, observando o pH entre 6,12 e 6,20 e no trabalho de Moro (2019) foram verificados valores de pH entre 6,16 e 6,24. Diante dos resultados obtidos, é possível sugerir que com adição de ora-pro-nóbis no alimento ocorreu o aumento do valor do pH, a 5% de significância.

Os valores de pH estão relacionados diretamente com a forma de conservação do produto e produtos com pH em faixa de neutralidade podem favorecer o crescimento microbiano.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu o desenvolvimento de um produto alimentício vegetal análogo ao hambúrguer, aproveitando o resíduo do cupuaçu, incorporando ingredientes como o grão de bico e diferentes proporções de ora-pro-nóbis a fim de aumentar sua composição nutricional. Verificou-se que a inclusão dos ingredientes: massa de banana verde, grão de bico cozido, resíduo de cupuaçu puderam contribuir positivamente nos valores encontrados de fibras, cinzas, pH e umidade. Em relação a adição da ora-pro-nóbis liofilizada, na maioria das análises a adição da mesma não resultou em diferenças expressivas na composição centesimal, em razão do tipo de análise feita e/ou proporção utilizada.

Por fim, o estudo mostrou-se importante surgindo como alternativa mais saudável aos consumidores e capaz de atrair pessoas com interesses e/ou necessidades específicas. Ainda ressalva o uso de plantas não convencionais que antes eram negligenciadas e trazem um apelo ao aproveitamento de resíduos no processamento de frutas, em escalas industriais a fim de diminuir o desperdício. Recomenda-se mais estudos sobre o desenvolvimento de produtos inovadores como hambúrguer com melhor performance no teor proteico, pois há uma dificuldade em atingir as necessidades diárias de proteínas com produtos vegetais para o padrão alimentar de vegetarianos e veganos.

5 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. *Brazilian Journal of Food Technology*, [s.l.], v. 12, n. 04, p.257-265, 13 jan. 2010. Institute of Food Technology.
- Ayala-Zavala, J.F. et al. Agro-industrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives. *Food Research International.*, v. 44, n.7, p.1866–1874, 2011.
- Bezerra, R. Q., Maciel, V. B. V. (2016). Obtenção do extrato de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeatamiller*) para aplicação em sistemas carreadores de compostos bioativos. In: Congresso Brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos–Alimentação: a arvore que sustenta a vida.
- Biasi, R. P. Subprodutos do despolpamento de cupuaçu na produção e caracterização de barras de cereais. 2016. 50 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2016.
- Bragante, A. G. (2014). *Desenvolvendo Produto Alimentício –Conceitos e Metodologia*. São Paulo, Brasil.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 724, de 1º de dezembro de 2022. Estabelece critérios e padrões para alimentos à base de plantas análogos aos de origem animal. *Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 dez. 2022.*
- Catalani, L. A. et al. Fibras Alimentares. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, São Paulo, v. 18, n. 4, p.178-182, nov. 2003.

- Costa, C. M. DA et al. Aproveitamento integral do cupuaçu na área de panificação. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. e34711528176, 9 abr. 2022.
- De Almeida, M. E. F., Junqueira, A. M. B., Simão, A. A., Corrêa, A. D. (2014). *Chemical characterization of the non-conventional vegetable known as ora-pro-nobis*. *Bioscience Journal*, v. 30, n. Supplement, p. 431-439.
- Durante, M. et al. Seeds of pomegranate, tomato and grapes: an underestimated source of natural bioactive molecules and antioxidants from agri-food by-products. *Journal Of Food Composition And Analysis*, Elsevier BV, v. 63, p. 65-72, 2017.
- Fabri, E. G.; Teramoto, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais. *Horticultura Brasileira*, v. 33, n. 1, p. 140–140, mar. 2015.
- Fai, A.E.C.; Souza, M.R. A.; Barros, S.T.; Bruno, N.V.; Ferreira, M.S.L.; Gonçalves, E.C.B.D.A. *Development and evaluation of biodegradable films and coatings obtained from fruit and vegetable residues applied to fresh-cut carrot (Daucus carota L.)* *Postharvest Biology and Technology*. v.112, p. 194-204, 2016.
- Ferreira, A. C. P.; Brazaca, S. G. C.; Arthur, V. Alterações Químicas e Nutricionais do Grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) Cru Irradiado e Submetido à Cocção. *52 Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 26, n. 1, p.80-88, jan. 2006.
- Fonseca, M. Fazenda Futuro: “carne de planta” brasileira vale mais de R\$ 2 bilhões. Agora, quer conquistar os Estados Unidos. *Infomoney*, São Paulo, 4 nov. 2021.
- França, G. L. Proposta de um guia para desenvolvimento de produto vegano alimentício, case: hambúrguer vegano congelado. Monografia para obtenção do título Especialista em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p.35, 2017.

Good Food Institute. Plant based meat. GFI, Washington, DC, [200-]. Disponível em: <https://gfi.org/plant-based/>. 2022.

Huerta, M. M. et al. Características Químicas de um Novo Produto Tipo “Hambúrguer” à Base de Proteína Texturizada de Soja e Batata-doce. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 25., 2016, Gramado. Anais... . Gramado: sbCTA, 2016. p. 1 - 6.

Ibope (Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística). 14% da população se declara vegetariana. 2018.

Infante, Juliana, et al. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 24, n. 1, p. 87-91, 2013.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1 ,553p.

J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology* (7th ed.). Springer.

Kafer, A. L. O mercado brasileiro de produtos à base de plantas análogos de carne: análise nutricional comparativa. 2024. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

Kermani, Z. J., et al. Propriedades funcionais da pectina da casca de manga extraída com ácido cítrico relacionadas à sua estrutura química. v.44, p.424– 434, 2015.

Kinupp, V. F., Lorenzi, H. (2021). Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil. 2ª Edição. São Paulo: Instituto Plantarum, 768p.

- Lima, J. R. et al. *Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage*. REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA, v. 49, n. 4, 2018.
- Lima, P. C. C. et al. Utilização de Resíduo do Processamento de Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) na Confeção de Biscoito Tipo Língua de Gato. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p.1488-1500, 2014.
- Macedo, Paula Daiany Gonçalves. *Bioquímica dos alimentos composição, reações e práticas de conservação*. São Paulo Erica 2015 1 recurso online ISBN 9788536520810
- Maciel, V.B.V., Yoshida, C. M. P., Goycoolea, F. M. (2019). *Agronomic cultivation, chemical composition, functional activities and applications of Pereskia species -a mini review*. *Current Medicinal Chemistry* 26.24: 4573-4584.
- Marafon, A. C. et al. *Uso da Biomassa para a Geração de Energia: documentos 211*. Aracaju: Embrapa, 2016. 28 p. (ISSN 1678-1953).
- Martins, A. S. et al. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de hambúrguer desenvolvido com fibra de jaca (*Artocarpus heterophyllus*), acrescido de inhame (*Dioscorea* sp.) e farinha de banana verde (*Musa* sp.). *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, p. e739107542, 19 set. 2020.
- Matias, Mfo et al. Utilização de fibras obtidas dos frutos de caju (*Anacardium occidentale*, L) e goiaba (*Psidium guaiava*) para enriquecimento de produtos alimentícios. *Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia*, v. 48, p. 143-150, 2005. Número especial.
- Mintel Brasil (2023). *10 Anos De Tendências De Alimentos E Bebidas No Brasil*.
- Milanez, A. Y et al. *Carne vegetal e cultivada: Novas alternativas à carne tradicional*. BNDES Set., Rio de Janeiro, v. 29, n. 57, p. 73-104, mar. 2023.

- Moro, G. L.; Santos, S. N. Dos; Altemio, A. D. C. .; Aranha, C. P. M. . *Development and characterization of chickpeas (Cicer arietinum L.) vegan hamburger with ora-pro-nóbis (Pereskia Aculeata Mill.) addition. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 12, p. e361101220067, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.20067.*
- Nagagata, B. A., de Carvalho, C. F., Santos, L. P., Santana, I., de Lemos Freitas, S. M., & Guimarães, R. R. (2020). Desenvolvimento de Burgueres veganos: Estudo com consumidores e pesquisa de mercado. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 7, p. e622974542-e622974542.
- Nascimento Filho, W. B.; Franco, C.R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. *Revista Virtual de Química, Boa Vista*, v. 7, n. 6, p.1968-1987, jul. 2015.
- Nascimento Junior, B. B. Do et al. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n. 3, p. 649–658, set. 2008.
- Nazare, R. F. R. De; Barbosa, W. C.; Viegas, R. M. F. Processamento das sementes de cupuaçu para a obtenção de cupulate. Belém: Embrapa-Cpatu, 1993. 37 p. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=381906&biblioteca=vazio&busca=381906&qFacets=381906&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>
- Oliveira, P. D. F. Elaboração de sobremesa láctea do tipo mousse adicionada de farinha do resíduo de frutas: análise física e sensorial. 2019. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Unidade Acadêmica de Saúde Curso, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2019.
- Pereira (2018), Adriana Aparecida. Biomassa de banana verde e suas propriedades funcionais. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso Nutrição –Anhanguera Campo Limpo, São Paulo.

- Pereira, C. A., Pires, C. V., Soares, E. C., Moreira, M. L. L., Junior, E. T. V., Silva W. A da. Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v.16, n.9, p.14621-14641, 2023jan. 2021Elaboração e caracterização de alimento “tipo hambúrguer” sem proteína animalElaboration and characterization of a “hamburger type” food without animal protein
- Pacheco, Maria Teresa & Sadahira, Mitie. (2022). Proteínas vegetais (plant-based). DOI:10.22491/plant_based.
- Pojic, M. Misan, A; Tiwari, B. Tecnologias ecoinovadoras para extração de proteínas para consumo humano a partir de fontes renováveis de proteína de origem vegetal. Trends in Food Science & Technology, v. 75, p. 93-104, 2018. WU, G. Aminoácidos: metabolismo, funções e nutrição. Amino Acids 37, p.1-17 2009.
- Reetz, Erna Regina et al. Anuário Brasileiro da Fruticultura. - Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2015. Disponível em: http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2015/03/20150301_106c8c2f1/pdf/4718_2015fruticultura.pdf.
- Révillion, J. P. et al. O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 37, n. 1, e26603, 2020.
- Ripathi, N. et al. Biomass waste utilization in low-carbon products: harnessing a major potential resource. Nature NPJ / Climate and Atmospheric Science, n. 35, 2019.
- Rogez, H. ; buxant, R.; mignolet, E. ; souza, J. N. S.; silva, E. M.; larondelle, Y. Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacurí (*Platonia insignis*) and cupuaçú (*Theobroma grandiflorum*). European Food Research and Technology, v. 218, p. 380-384, 2004.
- Roriz, R. F. C. Aproveitamento dos Resíduos Alimentícios Obtidos das Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás S/A para Alimentação Humana. 2012. Dissertação

(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Goiânia – Goiás, 2012.

Santos, Sueli. Hamburguer vegetariano com adição de proteínas de folhas de ora-pro-nóbis. 2019. 1 f. Monografia (Especialização) - Mostra de Ensino, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

Santos, Vanessa Sardinha dos. O que é proteína? Brasil Escola. sem ANO. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-proteina.htm>.

Sebrae. Mercado de Fruticultura: Panorama do setor no Brasil. 2015. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf).

Sociedade Vegana. Veganismo. 2011

Sociedade Vegetariana Brasileira. Fome e Dignidade Humana. 2017.

Souza, M. R. A. et al. (2015). Utilização de revestimento biodegradável a base de resíduo de frutas e hortaliças na conservação de cenoura (*Daucus carota* L.) minimamente processada. (pp. 3218–3225). Editora Edgard Blucher, Ltda.

Souza, Maria Regina De Miranda. Correa, Eduardo José Azevedo. Souza, Maria Regina de Miranda. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) como alternativa promissora para produção de proteína: densidade de plantio e adubação nitrogenada. Viçosa, MG. p. 4. 2013.

- Schultz, B. T. et al. Desenvolvimento e estudo da estabilidade de hambúrguer vegetal de ervilha adicionado de ora-pro-nóbis. *Contribuciones a las ciencias sociales*, v. 16, n. 10, p. 22835–22848, 2023.
- Taketi, C. Y., Antonio, G. C., Motta, E. M. P., Collares-Queiroz, F. P.; Park, K. J. (2009). Nutritive vegetable (*Pereskia aculeata* Mill). *Internacional Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 60, n. 1, p. 148-160.
- Uchoa, A. M. A. et al. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 15, n. 2, p. 58-65, 4 fev. 2015. Universidade Estadual de Campinas.
- Valvassori, S. Tendências da alimentação. Pesquisa FIESP. 2010. Recuperado de <https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201604/2016040847305001460571267.pdf>.
- Vista do Elaboração e caracterização de alimento “tipo hambúrguer” sem proteína animal. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/1957/1290>>. Acesso em: 17 nov. 2024.
- Wallace, T.; Murray, R.; Zelman, K. *The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus*. *Nutrients*, [s.l.], v. 8, n. 12, p.766-775, 29 nov. 2016.
- Walter, M.; Marchezan, E; Avila, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 4, p.1184-1192, jul. 2008.
- Ziegler, V. et al. *Nutritional enrichment of beef burgers by adding components of non-conventional food plants*. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, 2020.