



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CASTANHA DO
PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSIS*)

Giordanna Medeiros

Goiânia
2021

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CASTANHA
DO PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSIS*)

Giordanna Medeiros

Orientadora: Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Bacharelado em Engenharia de
Alimentos, como parte dos requisitos exigidos
para a conclusão do curso.

Goiânia
2021

MEDEIROS, GIORDANNA

Caracterização físico-química da castanha
do pequi (*caryocar brasiliensis*) / Giordanna Medeiros. – Goiânia: PUC
Goiás/ Escola de Engenharia, 2021.
xi, 37f.: il.

Orientador(a): Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – PUC Goiás, Escola
Politécnica, Graduação em Engenharia de Alimentos, 2021, 4p.

1. Cerrado. 2. Frutos Nativos. 3. Composição química. I. Siqueira, Maria
Isabel Dantas. II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Engenharia.
Graduação em Engenharia de alimentos. III. Caracterização físico-química da
castanha do pequi (*caryocar brasiliensis*).

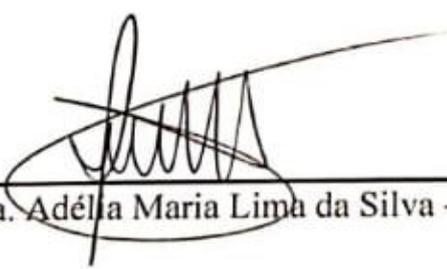
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CASTANHA
DO PEQUI (*CARYOCAR BRASILIENSIS*)**

Giordanna Medeiros

Orientador (a):
Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Engenharia de Alimentos, como parte dos
requisitos exigidos para a conclusão do
curso.

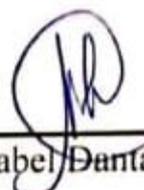
APROVADO em 01/12/2021



Profª Dra. Adélia Maria Lima da Silva - PUC Goiás



Ma. Raiza Cavalcante Fonseca – Engenheira de Alimentos



Profª Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira- PUC Goiás

Dedico este trabalho primeiramente a minha mãe Sandra Maria Medeiros, as minhas irmãs Giovanna Medeiros e Geórgia Medeiros e a minha orientadora Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira por todo apoio dado durante minha trajetória até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, pela oportunidade de ter chegado até aqui e principalmente por não me deixar desistir.

À minha mãe, Sandra Maria Medeiros, que sempre me apoiou e esteve do meu lado nas horas em que mais precisei, e nunca me deixou esquecer da minha capacidade.

À minha irmã gêmea, Geórgia Medeiros, pela paciência, pelo carinho e pelo colo nas horas difíceis, e por sempre estar do meu lado.

À minha irmã mais velha, Giovanna Medeiros, pelas alegrias, pelos conselhos e por todo o apoio.

Ao meu professor e amigo, Carlos Eduardo Tauci Marques, por ter me motivado, e por ter me inspirado tanto.

Ao meu namorado, Arthur Pinheiro Brito, pela companhia na alegria, nas dificuldades e nas longas horas de estudo.

À minha madrinha, Divina Maria Medeiros, pelo cuidado, carinho, apoio e por toda a dedicação.

À minha querida orientadora, Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira, pelo auxílio na execução deste trabalho, pela paciência, compreensão e disposição.

RESUMO

A industrialização e o uso doméstico do pequi utilizam apenas a polpa que recobre o caroço onde se localiza a semente (castanha) e geram resíduos que são desperdiçados incorretamente causando contaminação ambiental. Um dos principais resíduos é o caroço que pela sua grande quantidade de espinhos, é descartado juntamente com a castanha, sendo necessário desenvolver formas de mecanizar sua extração. Esse estudo apresenta a análise de algumas características físico-químicas da castanha do pequi. Foram realizadas as análises de umidade e atividade de água (A_w), pH, teor de lipídeos e cinzas. Em relação a umidade, o valor encontrado foi de 6,84%, sendo possível que o cozimento do caroço possa ter influenciado o resultado. Já em relação a atividade de água, o valor de 0,658 é considerado seguro, em relação a proliferação de bactéria patogênicas e alguns fungos, porém para maior segurança de sua comercialização como castanha, deverá ser realizada uma secagem parcial . O valor obtido na análise de cinzas foi de 4,0%, o qual sinaliza a possibilidade de ser fonte de minerais, assim sugere-se estudos futuros para identificar os minerais presentes. O valor encontrado de pH foi de 6,29, que caracteriza a castanha como um alimento pouco ácido, o que pode propiciar maior atividade bacteriana caso não exista controle da umidade. A composição em lipídeos de 39,4% leva a conclusão de que a castanha do pequi é rica em lipídeos, apresentando boas perspectivas para ser industrializada, para obtenção deste componente os dados obtidos auxiliarão a comunidade e promover o conhecimento, a industrialização e a comercialização da castanha do pequi.

Palavras- Chave: Cerrado; frutos nativos; composição química.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fruto do pequi	4
Figura 2 – Carvão de pequi aberto.	6
Figura 3 - Fluxograma de Processamento da Castanha	8
Figura 4. Castanha empacotada e outros produtos do Pequi.	9
Figura 5 – Extração manual da castanha do pequi com faca e martelo.....	19
Figura 6 – Amostras pesadas para análise de umidade a 105°C	20
Figura 7 – Análise de atividade de água no Aqualab	21
Figura 8 - Aparato para extração com solvente, lipídeo extraído e resíduo da extração.....	22
Figura 9 - Amostras de castanha de pequi preparadas e etapas da carbonização para determinação de cinzas.	23
Figura 10 - Amostras para análise de pH antes de serem agitadas	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados da análise de umidade (%) da castanha de pequi.....	20
Tabela 2 - Resultados da determinação da Aw da castanha de pequi.....	21
Tabela 3- Resultados da análise de lipídeos (%) na castanha de pequi.	23
Tabela 4 – Resultados da análise de cinzas (%) na castanha de pequi	24
Tabela 5 - Resultados da determinação de pH na castanha do pequi.	25
Tabela 6 - Parâmetros físico-químicos da castanha de pequi.....	Erro! Indicador não definido.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	CARACTERÍSTICAS DO CERRADO	3
2.1.1	Características do pequi	4
2.2	CASTANHA DO PEQUI	6
2.2.1	Caracterização química	7
2.2.2	Fluxograma de processamento da castanha	8
2.3	ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA	10
2.3.1	Umidade	10
2.3.2	Lipídeos	11
2.3.3	Cinzas	12
2.3.4	Atividade de água	12
2.3.5	Determinação de pH	13
2.4	TRABALHOS CORRELATOS	13
3	UNIDADE EXPERIMENTAL	15
3.1	EXTRAÇÃO DA CASTANHA	15
3.1.1	Materiais	15
3.1.2	Procedimento	15
3.2	DETERMINAÇÃO DE UMIDADE	15
3.2.1	Materiais	15
3.2.2	Procedimento	15
3.2.3	Cálculo	16
3.3	DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA	16
3.3.1	Materiais	16
3.3.2	Procedimento	16
3.4	DETERMINAÇÃO LIPÍDEOS	16
3.4.1	Materiais	16
3.4.2	Reagentes	16
3.4.3	Metodologia	17
3.4.4	Cálculo	17
3.5	DETERMINAÇÃO DE CINZAS	17
3.5.1	Materiais	17

3.5.2 Metodologia _____	18
3.5.3 Cálculo _____	18
3.6 DETERMINAÇÃO DE pH _____	18
3.6.1 Materiais _____	18
3.6.2 Procedimento _____	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO _____	19
4.1 EXTRAÇÃO DA CASTANHA _____	19
4.2 UMIDADE E AW _____	19
4.3 LIPÍDEOS _____	22
4.4 CINZAS _____	23
4.5 pH _____	24
5 CONCLUSÃO _____	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	27
APÊNDICES _____	32

1 INTRODUÇÃO

O cerrado é um dos maiores biomas brasileiros, e abrange vários ecossistemas como savanas, matas e campos. Possui vários frutos exóticos e peculiares e que oferecem grande valor nutricional.

O pequi é uma espécie do gênero *Caryocar*, da família *Caryocaraceae*, muito conhecido na região centro-oeste do Brasil, apesar de ser encontrado também no norte e nordeste do país. O seu fruto é composto pela casca (epicarpo e mesocarpo externo), pelo caroço espinhoso recoberto por uma polpa e pela castanha. É um fruto que agrega bastante valor econômico devido a sua grande participação na culinária das regiões onde é encontrado, a parte comumente utilizada é a polpa do caroço, porém existem perspectivas do aproveitamento de outras partes como a casca e da castanha.

A extração do óleo da polpa do pequi também é um aproveitamento bem comum do fruto. O pequi de forma geral é rico em vitaminas do complexo B, e grande fonte de vitamina A.

Também conhecidas como frutas oleaginosas, as castanhas são ricas em nutrientes e por apresentarem grande variedade de formas e sabores, são consideradas alimentos práticos e saborosos, e consumidas como petiscos ou como ingrediente em diferentes produtos.

A castanha do pequi é revestida por um tegumento fino e marrom, sendo, também, uma porção comestível. A castanha apesar de pouco explorada pode ser consumida *in natura* e também assim como na polpa o óleo da castanha também pode ser explorado.

A castanha é encontrada dentro do caroço do pequi, sendo necessário um cuidado na hora de extraí-la devido aos espinhos encontrados nos caroços. A castanha é rica em riboflavina, tiamina, provitamina A e óleos, que lhe conferem elevado valor nutritivo. E apresenta características sensoriais bem peculiares.

A importância de caracterizar quimicamente a castanha do pequi é promover o conhecimento da riqueza do produto e incentivar a utilização e comercialização deste subproduto, evitando assim o desperdício. O presente trabalho se justifica pelo fato da escassez de dados relacionados a composição físico-química da castanha do pequi, por ser pouco conhecida, explorada e consumida.

Assim essa pesquisa teve como objetivo determinar as características físico- químicas da castanha de pequi: umidade, cinzas, lipídeos, pH e A_w (atividade de água) com intuito de

gerar dados e divulgar para incentivar a exploração comercial e industrial e consumo da castanha do pequi, seja como substitutos das amêndoas e castanhas tradicionais ou como matéria-prima para extração do óleo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DO CERRADO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central. O clima dessa região é estacional, onde um período chuvoso, que dura de outubro a março, é seguido por um período seco, de abril a setembro. A precipitação média anual é de 1.500mm e as temperaturas são geralmente amenas ao longo do ano, entre 22 °C e 27 °C em média (KLINK, MACHADO, 2005).

Os frutos das espécies nativas do cerrado oferecem um elevado valor nutricional, além de atributos sensoriais como, cor, sabor e aroma peculiares e intensos, ainda pouco explorados comercialmente. Algumas frutas nativas do cerrado, como o araticum, o buriti, a cagaita e o pequi, apresentam teores de vitaminas do complexo B, tais como as vitaminas B₁, B₂ e PP, equivalentes ou superiores aos encontrados em frutas como o abacate, a banana e a goiaba, tradicionalmente consideradas como boas fontes destas vitaminas. Entretanto, grande parte das frutas nativas em regiões típicas de clima tropical é, especialmente, rica em carotenóides. Os frutos de palmeiras, como o buriti, o tucumã, o dendê, a macaúba, a pupunha e o pequi são fontes potenciais de carotenóides pró-vitamina A (AGOSTINI, VIEIRA, 2005).

A flora do cerrado possui diversas espécies frutíferas com grande potencial de utilização agrícola, que são tradicionalmente utilizadas pela população local. Os frutos, em geral, são consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geleias e doces diversos (ALMEIDA; SILVA; RIBEIRO, 1987).

A região dos Cerrados brasileiros apresenta grande biodiversidade em seu ecossistema. As fruteiras nativas da região muito se destacam, com dezenas de espécies utilizadas pela população local para alimentação. Na Central de Abastecimento de Goiás, a principal fruta nativa do cerrado comercializada é o pequi. O período de safra ocorre nos meses de setembro a fevereiro, e o fruto é proveniente de diferentes regiões dos Estados de Goiás, Minas Gerais, Tocantins e Bahia (VERA, *et al*, 2005).

A industrialização dos produtos agropecuários pode contribuir consideravelmente na melhoria da dieta de um país e no estado nutricional de seus habitantes. A utilização de produtos processados colabora com a redução de perdas dos produtos *in natura* devido a sua

percebibilidade, além de serem produzidos de forma segura, pois possuem um controle de suas qualidades microbiológicas (MARQUES, 2013).

2.1.1 Características do pequi

Algumas espécies do gênero *Caryocar*, da família *Caryocaraceae*, conhecidas como pequi, piqui ou piquiá, (Figura 1) ocorrem em quase todos os agroecossistemas do País e têm seus frutos muito apreciados e utilizados na culinária da Região Centro-Oeste, Norte e parte do Nordeste, onde a planta exerce importante papel na socioeconômica nos locais de ocorrência. Isso porque, por ocasião da safra, há grande movimentação de pessoas na tarefa de coleta dos frutos, que são apanhados diretamente no solo, pois os que ainda estão na planta não apresentam qualidades desejáveis para a comercialização (OLIVEIRA, *et al*, 2008).

Figura 1 - Fruto do pequi



Fonte: Fragoso (2013)

Segundo Moraes (2013) o pequi tem apresentado maior valorização comercial, ao mesmo tempo apresentando tendência de aumento na produção, com demonstrações de crescimento nos preços, o aumento na quantidade ofertada e no valor do pequi está associado à crescente utilização do fruto.

O pequi agrega um grande valor econômico, principalmente devido ao uso na culinária, na fabricação de polpas, como fonte de vitaminas, e na extração de óleos, os frutos são utilizados na alimentação humana e na indústria caseira (CORREIA; DUTRA, 2014).

Contém normalmente entre 1 e 4 caroços por fruto, cientificamente chamados de putâmens. No Norte de Minas Gerais, já foram encontrados frutos contendo até 7 caroços. O caroço é composto por um endocarpo lenhoso com inúmeros espinhos, contendo internamente a semente, ou castanha, e envolto por uma polpa de coloração amarela intensa, carnosa e com alto teor de óleo (CARRAZZA, D'ÁVILA, 2010).

A polpa do fruto é a parte mais importante em termos de utilização (ATAÍDE *et al*, 2018). O pequi apresenta alto teor de umidade (56,77%), apenas 2,64% de proteínas. O pequi é considerado boa fonte de fibras já que contém alta porcentagem de fibra bruta (11,60%), portanto o pequi é um importante alimento para as funções digestivas e intestinais. Pode-se observar a predominância de dois tipos de ácidos graxos no pequi: oléico e o palmítico. A porcentagem total de ácidos graxos insaturados presentes na fruta é alta: em média de 64%, portanto, o pequi pode ser considerado um grande fornecedor deste óleo de alto aspecto salutar (RIGUEIRA, 2003).

No Brasil anualmente se desperdiça milhões de toneladas de alimentos e resíduos aproveitáveis nas indústrias de alimentos. Durante o processamento de frutos de pequi, diferentes resíduos, como cascas, sementes, caroços ou bagaço, não são aproveitados, embora contenham maiores níveis de compostos antioxidantes, quando comparados com sua porção comestível (CAMPOS, *et al*, 2016).

Devido à complexidade apresentada pela estrutura morfológica do caroço do pequi, que apresenta uma grande quantidade de espinhos, o resíduo é descartado no meio ambiente (assim, a castanha acaba sendo descartada com o caroço) de forma incorreta acarretando problemas de contaminação ambiental, principalmente nos recursos hídricos e no solo. O óleo de pequi apresenta, tanto no óleo da polpa quanto no material graxo extraído do caroço alta concentração de ácido (ácido oleico) (GUIMARÃES, 2015).

A “casca” do pequi (epicarpo e mesocarpo externo) pode ser utilizada para a fabricação de sabão, ração animal e tinturaria, necessitando, porém, de pesquisa em métodos tecnológicos adequados. Processada em farinha, a casca do fruto apresenta teores consideráveis de fibra alimentar (39,97%), o que sugere potencial para uso como alimento funcional (CAMPOS, *et al*, 2016).

2.2 CASTANHA DO PEQUI

O pequi possui em seu interior amêndoa comestível pouco explorada (Figura 2). A polpa e a “amêndoa” nele encontradas são ricas em riboflavina, tiamina, provitamina A e óleos, que lhe conferem elevado valor nutritivo. O óleo da “amêndoa” também é usado na iluminação e como lubrificantes, na indústria farmacêutica, na fabricação de licores, de sabões e no consumo doméstico (MELO, 1987).

Figura 2 – Caroço de pequi aberto.



Fonte: Rigo (2017)

Os caroços despulpados, que são descartados na produção da polpa em conserva, polpa congelada, obtenção do óleo da polpa, e aqueles provenientes do descarte do fruto inteiro, podem ser aproveitados para a retirada da amêndoa interna (CARRAZZA, D'ÁVILA, 2010).

O endocarpo, que é espinhoso, protege a semente, ou amêndoa, que é revestida por um tegumento fino e marrom, sendo, também, uma porção comestível. Esta amêndoa é comestível, mas pouco explorada. As amêndoas do pequi possuem fatores antinutricionais como inibidores de tripsina, taninos e fitatos, entretanto com o processo de torrefação ocorre uma diminuição desses compostos (DAMIANI, *et al*, 2013), tornando-a uma alternativa alimentar, bem como uma fonte de renda para as famílias que trabalham com o pequi (ANTUNES *et al*, 2016).

A utilização da amêndoa em produtos alimentícios ainda é baixa com relação a polpa, porém a mesma pode ser encontrada na produção de farofas salgadas, a qual necessita passar

pelo processo de torra para ser utilizada e também a amêndoa é utilizada na produção de óleo branco, já que esta possui em sua composição quantidades de óleo próprio (PRADO,2019).

Frutos de pequi (*Caryocar coriaceum*) oriundos do Maranhão e Piauí apresentam massa da amêndoa de 1,8 g as sementes possuem comprimentos de até 4 cm, reiforme (LIMA *et al*, 2019).

2.2.1 Caracterização química

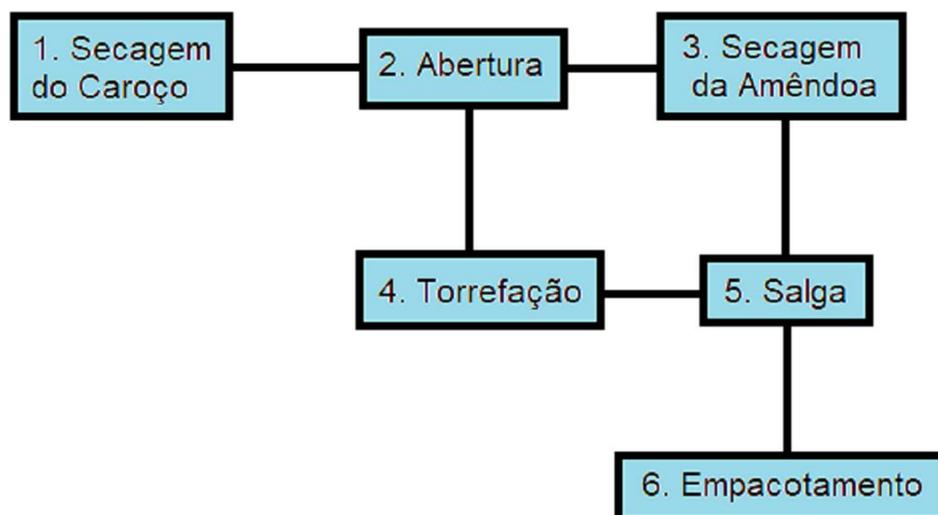
Os frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense Camb.*) são muito ricos em óleo, proteínas e carotenóides. Ferreira et al. (1987, *apud* OLIVEIRA, 2006) encontraram teores de óleo de 61,79% e 42,2% e teores de proteína de 6,71% e 24,6%, respectivamente, na polpa e na amêndoa de frutos provenientes da região de Cerrado. O óleo da castanha é considerado de excelente qualidade, pois sua maior parte está constituída por ácidos graxos insaturados (OLIVEIRA, 2006).

A porcentagem de cinzas na amêndoa é de 5%, indicando que os minerais se concentram nessa porção do fruto, o teor de proteína, em matéria seca, varia de 24,6 % a 54 % e o de lipídios de 42,2 % a 47 %. Como os minerais são encontrados mais na amêndoa do que na polpa, é importante levar em conta o seu aproveitamento na nutrição humana (FERREIRA *et al.*,1987 ; OLIVEIRA, 1988 *apud* OLIVEIRA, 2009).

A amêndoa apresenta 8,68% de umidade; 4,01% de cinzas; 25,27% de proteínas; 8,33% de carboidratos; 51,51% de lipídios e 2,20% de fibra e fornece 598 kcal 100 g⁻¹. Do total de ácidos graxos, 52,17% são ácidos graxos insaturados, predominando o ácido oleico (C18:1) na quantidade de 43,59%. Esta parte do fruto apresenta reduzidos teores de fenólicos totais (122 mg 100 g⁻¹) e carotenoides totais (0,295 mg 100 g⁻¹). Em 100 g de amêndoa foram identificados os seguintes teores de minerais: fósforo (546,24 mg), potássio (452,07 mg), magnésio (365,77 mg), cálcio (91,42 mg), manganês (3,84 mg), zinco (3,12 mg), sódio (2,04 mg), ferro (1,42 mg) e cobre (1,04 mg) (ARRUDA, CRUZ, ALMEIDA, 2012).

2.2.2 Fluxograma de processamento da castanha

Figura 3 - Fluxograma de Processamento da Castanha



Fonte: Carrazza, D'Avilla (2010) Adaptado

Segundo Carrazza, D'Avilla (2010) conforme mostrado na figura 3, as etapas do processamento da castanha são:

Secagem do caroço: A secagem dos caroços pode ser feita sob o sol, em uma tela suspensa, própria para este fim, protegida do contato com o solo, poeira e animais.

Abertura do caroço: Este processo pode ser feito com uso de uma guilhotina simples, que pode ser confeccionada pela adaptação de um facão, ou outra lâmina.

Para a extração da amêndoa, segundo Rabelo *et al* (2008) foi adaptado um equipamento tipo guilhotina, com a finalidade de cortar a semente ao meio. O equipamento, composto por uma lâmina fixa (foice) em um suporte de madeira, recoberto com placa de policloreto de vinila (PVC), foi desenvolvido durante o experimento para facilitar o processo de extração.

Secagem da amêndoa: A secagem tem como objetivo diminuir a umidade da amêndoa, favorecendo a sua conservação.

Torrefação: Torrefação, torra ou torragem da amêndoa do pequi é um processo opcional que favorece, além do aumento da vida útil do produto, a obtenção de um sabor mais

agradável. Esta etapa, quando aplicada, substitui a secagem. Um método de torrefação sem uso do fogo direto é a utilização de secador a gás ou elétrico, com a atuação de correntes de ar em altas temperaturas. Neste caso, as amêndoas dispostas nas bandejas de secagem permanecem por 2 horas, sob uma temperatura regulada em 120 °C. Deve-se tomar o mesmo cuidado para evitar a queima da amêndoa.

Já Rabelo *et al* (2008) relata que as amostras foram secas no tempo e temperatura escolhidos de acordo com as curvas de secagem. A seguir foram torradas a 130 °C, em estufa com circulação forçada de ar, em diferentes tempos (15, 30 e 45 minutos) e submetidas à avaliação sensorial, utilizando-se o teste de preferência (ordenação), para definição do melhor tempo de torrefação. A análise foi realizada com provadores não treinados em cabines individuais. A amostra seca (sem torrefação) foi oferecida aos provadores entre as amostras torradas para a escolha da preferida. Apesar das amostras torradas por 15 e 30 minutos não apresentarem diferença significativa em relação à preferência, sugere-se o tempo de torrefação de 30 minutos, pois foram observadas tendências de melhores características sensoriais de cor e crocância, no produto final.

Salga: A salga também é um processo opcional, e que, como a torrefação, contribui para a preservação do produto, além de conferir sabor. Pode-se utilizar o sal de cozinha puro ou misturado com outras especiarias em pó. Em seguida a castanha é embalada como mostra a Figura 4.

Figura 4. Castanha empacotada e outros produtos do Pequi.



Fonte: Campos (2019)

2.3 ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA

2.3.1 Umidade

A determinação de umidade é uma das medidas mais importantes e utilizadas na análise de alimentos. No processo de secagem essa determinação é fundamental. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição. Existem muitos métodos para determinar a umidade em alimentos tais como método da estufa, infravermelho que se baseiam na volatilização da água, tolueno e Brown Duvel indicados quando existem outras substâncias que poderão se volatilizar com água no processo de aquecimento e Karl-Fisher que é um processo de determinação de umidade baseado em reações que ocorrem na presença de água. A escolha do método vai depender: da forma a qual a água está presente na amostra, da natureza da amostra, da quantidade relativa de água, da rapidez desejada na determinação e do equipamento disponível (PARK; COLATO, 2006).

Segundo a norma Adolfo Lutz (2008), o aquecimento direto da amostra a 105°C é o processo mais usual. Amostras de alimentos que se decompõem ou iniciam transformações a esta temperatura, devem ser aquecidas em estufas a vácuo, onde se reduz a pressão e se mantém a temperatura de 70°C. Nos casos em que outras substâncias voláteis estão presentes, a determinação de umidade real deve ser feita por processo de destilação com líquidos imiscíveis.

Outros processos usados são baseados em reações que se dão em presença de água. Dentre estes, o método de Karl Fischer é baseado na redução de iodo pelo dióxido de enxofre, na presença de água. Assim, a reação entre a água e a solução de dióxido de enxofre, iodo e reagente orgânico faz-se em aparelho especial que exclui a influência da umidade do ar e fornece condições para uma titulação cujo ponto final seja bem determinado. Em alimentos de composição padronizada, certas medidas físicas, como índice de refração, densidade etc., fornecem uma avaliação da umidade de modo rápido, mediante o uso de tabelas ou gráficos já estabelecidos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O método de infravermelho, é utilizado um aparelho portátil que permite a obtenção de resultados rápidos de porcentagem de umidade, sendo todo o processo controlado por um gerador de funções e balança digital. A amostra é colocada em um prato de alumínio dentro de

uma câmara que protege a balança do calor por meio de um colchão de ar, que garante que haja circulação de ar interna para que os vapores de água saiam da amostra sem que seja perturbada a leitura da balança. No manual do aparelho existem informações sobre as condições recomendadas de análise para cada tipo de produto (tempo, temperatura e massa inicial de produto) (PARK; COLATO, 2006).

2.3.2 Lipídeos

O termo lipídio é utilizado para gorduras e substâncias gordurosas. Os lipídios são definidos como componentes do alimento que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como éter etílico, éter de petróleo, acetona, clorofórmio, benzeno e álcoois (PARK; COLATO, 2006).

A determinação de lipídios em alimentos é feita, na maioria dos casos, pela extração com solventes, por exemplo, éter. Quase sempre se torna mais simples fazer uma extração contínua em aparelho do tipo Soxhlet, seguida da remoção por evaporação ou destilação do solvente empregado. O resíduo obtido não é constituído unicamente por lipídios, mas por todos os compostos que, nas condições da determinação, possam ser extraídos pelo solvente. Estes conjuntos incluem os ácidos graxos livres, ésteres de ácidos graxos, as lecitinas, as ceras, os carotenóides, a clorofila e outros pigmentos, além dos esteróis, fosfatídios, vitaminas A e D, óleos essenciais etc., mas em quantidades relativamente pequenas, que não chegam a representar uma diferença significativa na determinação (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Segundo Adolfo Lutz (2008), nos produtos em que estas concentrações se tornam maiores, a determinação terá a denominação mais adequada de extrato etéreo. Uma extração completa se torna difícil em produtos contendo alta proporção de açúcares, de proteínas e umidade. Em certos casos, podem ser aplicados outros métodos na determinação dos lipídios, tais como: a extração com solvente a frio (método de Bligh-Dyer ou Folch), hidrólise ácida (método de Gerber ou Stoldt- Weibull) ou alcalina (método Rose-Gotllieb-Mojonnier).

2.3.3 Cinzas

Geralmente, as cinzas são obtidas por ignição de quantidade conhecida da amostra. Algumas amostras contendo sais de metais alcalinos que retêm proporções variáveis de dióxido de carbono nas condições da incineração são tratadas, inicialmente, com solução diluída de ácido sulfúrico e, após secagem do excesso do reagente, aquecidas e pesadas. O resíduo é, então, denominado “cinzas sulfatizadas”. Muitas vezes, é vantajoso combinar a determinação direta de umidade e a determinação de cinzas, incinerando o resíduo obtido na determinação de umidade. A determinação de cinzas insolúveis em ácido, geralmente ácido clorídrico a 10% v/v, dá uma avaliação da sílica (areia) existente na amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O método de determinação de cinzas é muito simples e consiste na queima da amostra em mufla utilizando temperaturas de 550°C a 570°C por tempos pré-determinados. Para cada tipo de amostra existem condições recomendadas que devem ser verificadas antes de proceder a determinação (PARK; COLATO, 2006).

2.3.4 Atividade de água

A quantidade de água presente em um alimento pode se encontrar na forma de água ligada e não-ligada. A relação entre o teor de água não-ligada ou disponível é denominada de atividade de água. Esse teor é designado como A_a ou A_w e é definido em termos de equilíbrio termodinâmico. É um número adimensional, resultado da pressão de vapor de água do produto pela pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura. Varia numericamente de 0 a 1 e é proporcional à umidade relativa de equilíbrio. A quantificação do teor de água em produtos alimentícios é extremamente importante na sua preservação. A água numa matriz alimentícia pode exercer diversas funções, dependendo de sua disponibilidade e de outros componentes do alimento (PARK; COLATO, 2006).

A atividade de água (A_w), pode ser considerada o parâmetro que mede a disponibilidade de água de um determinado alimento, e sua presença está inteiramente relacionada com as suas propriedades físico-químicas. A água representa um dos nutrientes mais importantes da vida, onde é responsável a realizar o transporte de substâncias entre as células, retirar moléculas

tóxicas, estabilizar a temperatura corporal e participar de reações químicas e enzimáticas no alimento (GUASTE, 2021).

Nesses termos, a quantidade de água que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do produto, está disponível para as reações físicas, químicas e biológicas, tornando-se o principal responsável pela deterioração dos alimentos (GARCIA, 2004).

2.3.5 Determinação de pH

A determinação do pH é uma determinação eletrométrica que avalia a concentração de íons hidrogênio em uma amostra (PARK; COLATO, 2006).

Segundo Gama e Afonso (2007) os métodos disponíveis para determinação do pH são fundamentalmente colorimétricos e eletrométricos. Apesar destes últimos serem utilizados quase que exclusivamente hoje em dia, os métodos colorimétricos foram favorecidos por muitos anos devido à falta de conhecimentos técnicos que pudessem fazer dos métodos eletrométricos algo rotineiro.

A medida do potencial hidrogeniônico (pH) é importante para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor e odor de produtos, e escolha de embalagem (AMORIM *et al*, 2012).

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Lima *et al* (2007) determinaram, na castanha do pequi, umidade utilizando estufa a 105°C, resíduo mineral fixo (cinzas), proteínas, lipídios totais e fração fibra alimentar total utilizando a metodologia AOAC (1998); os carboidratos foram obtidos por diferença; o valor energético total (VET) foi estimado, considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 Kcal/g de proteína, 4 Kcal/g de carboidrato e 9Kcal/g de lipídio. Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados obtidos foram expressos em média e desvio-padrão entre as amostras.

Os quatro componentes majoritários da amêndoa de pequi foram os lipídios (51,51%), as proteínas (25,27%), os carboidratos (8,33%) e a fibra alimentar (2,2%), apresentando um

baixo teor de umidade e um teor elevado de minerais representado pelas cinzas em relação à polpa (LIMA *et al*, 2007).

Rabelo (2007) realizou com 2 repetições e 2 réplicas. As análises para determinação da umidade (105°C até atingir peso constante), lipídios (extrator de Soxhlet), cinzas (550°C até atingir peso constante), proteínas (método de Kjeldahl (%N x 6,25)), foram realizadas segundo AOAC (1997). O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença.

Os resultados que a autora encontrou em g/100g foram, umidade (5,26g), proteínas (31,75g), lipídeos (47,35g), cinzas (3,95g), carboidratos (12,05g) (RABELO, 2007).

Rabêlo *et al* (2008) determinou a atividade de água (A_w) em analisador AQUALAB, devidamente calibrada. Foram observados valores em torno de 0,60, após 60 minutos de secagem a 70 °C.

Já Souza (2011) determinou na castanha do pequi o nitrogênio total, segundo o método de Kjeldahl e conversão em proteína bruta utilizando-se o fator 6,25 (AOAC, 1990); lipídios totais, extraídos por meio da técnica de Bligh e Dyer (1959) e posteriormente determinados por gravimetria; fibra alimentar solúvel e insolúvel, conforme técnica enzimática-gravimétrica descrita por Prosky *et al.* (1988) e as cinzas, por incineração em mufla a 550 °C segundo AOAC, (1990). Os carboidratos foram estimados por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo e fibra alimentar total.

Os resultados que a autora encontrou em (g/100g) foram: umidade (4,97g), proteína (29,5g), lipídeos totais (50,00 g), carboidratos (0,40g), fibras totais (10,44 g), fibras solúveis (3,62), fibras insolúveis (6,82g) e cinzas (4,54g) (SOUZA, 2011).

3 UNIDADE EXPERIMENTAL

As análises foram realizadas em triplicata no laboratório de química da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.1 EXTRAÇÃO DA CASTANHA

Foram coletados 100 caroços de pequi, originados de consumo caseiro no estado de Goiás, ou seja, caroços de pequi que passaram pelo processo de cozimento. Os caroços foram deixados para secar ao sol nos meses de junho e julho período de baixa umidade, e após 2 dias foram armazenadas em um congelador embaladas em sacos de polietileno, até a extração e realização das análises.

3.1.1 Materiais

Os materiais e utensílios usados para a extração foram: uma faca grande comum, martelo, tábua de plástico, bacias de plásticos, pote de vidro com tampa e palito de madeira.

3.1.2 Procedimento

A extração da castanha foi feita de forma manual, com uma faca e um martelo utilizando como apoio uma tábua de plástico, onde os caroços foram partidos ao meio, e com a ajuda de um palito de madeira as castanhas foram extraídas de cada metade do caroço partido. Foram usadas duas bacias, uma para os caroços e outras para os resíduos dos caroços após a extração da castanha. As castanhas foram armazenadas em um pote de vidro com tampa vedada, na geladeira onde ficaram até o dia das análises.

3.2 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE

3.2.1 Materiais

Estufa, balança analítica com precisão de 0,0001, dessecador com sílica gel, placa de petri, pinça e espátula de metal.

3.2.2 Procedimento

Pesou-se as placas de petri e seus valores foram anotados. Logo depois foi pesado aproximadamente 5g de amostra nas placas de petri previamente taradas utilizando uma balança analítica com precisão de 0,0001g. Após pesar as três amostras, estas foram levadas para estufa

a 105 °C. Após retiradas da estufa, foram colocadas em um dessecador para atingir a temperatura ambiente para serem pesadas. Esse processo se repetiu até a obtenção do peso constante.

3.2.3 Cálculo

$100 \cdot N/P =$ Umidade ou substância voláteis a 105 °C por cento m/m

$N = (\text{Peso Amostra} + \text{Peso placa}) - \text{Peso placa}$

$P = n^\circ$ de gramas da amostra

3.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

3.3.1 Materiais

Analisador de atividade de água Aqualab marca Meter com resolução de 0,0001 , vidro de relógio, espátula e balança analítica com precisão de 0,0001g.

3.3.2 Procedimento

Com a ajuda de uma espátula e um vidro relógio foi pesado aproximadamente 1g de amostra. A amostra foi colocada na cápsula do Aqualab que utiliza um sensor de capacitância, e após o sinal sonoro, foi feita a leitura da atividade de água em 3 amostras.

3.4 DETERMINAÇÃO LIPÍDEOS

3.4.1 Materiais

Aparelho extrator de Soxhlet, balança analítica com precisão de 0,0001g, estufa, papel de filtro, grampeador, balão de fundo chato de 300 mL com boca esmerilhada, pinça, espátula, dessecador com sílica gel, manta aquecedora, bécker 100 mL, galão de água e gelo, pipeta, pêra de borracha, proveta.

3.4.2 Reagentes

Hexano PA.

3.4.3 Metodologia

O balão de fundo chato foi colocado na estufa a temperatura de 100 °C por 30 minutos e logo após foi resfriado em dessecador e pesado. O papel filtro foi dobrado em forma de cartucho e grampeado. Com a ajuda de um becker 100 mL para apoiar o papel na balança, foi pesado no papel previamente tarado, aproximadamente 5g de amostra. Após a pesagem da amostra, o papel foi fechado e grampeado. A amostra então foi colocada no extrator de soxhlet.

O equipamento foi montado e a água utilizada para o funcionamento do equipamento foi proveniente de um galão de água com gelo, para melhor funcionamento do sistema e para economia de água. No galão havia um conector que foi acoplado na mangueira e ligado na tomada para a circulação de água no sistema.

No balão foi colocado com ajuda de uma proveta 200 mL de Hexano PA. O balão foi acoplado no extrator e aquecido em manta aquecedora. Após a extração, com o auxílio de uma pinça foi retirado o papel filtro com o resíduo da amostra e com uma pipeta e uma pêra de borracha, grande parte do hexano foi pipetado no próprio extrator, e o resquício de hexano que ficou no balão com a amostra foi evaporado na estufa a 100 °C por aproximadamente 2h. Após esse tempo a amostra foi resfriada em dessecador e pesada até peso constante.

3.4.4 Cálculo

$$100 \cdot N/P = \text{Lipídeos por cento m/m}$$

$$N = \text{n}^\circ \text{ de gramas de lipídios}$$

$$P = \text{n}^\circ \text{ de gramas da amostra}$$

3.5 DETERMINAÇÃO DE CINZAS

3.5.1 Materiais

Cadinho de porcelana, mufla, dessecador com sílica gel, chapa elétrica, balança analítica com precisão de 0,0001, espátula e pinça de metal, luva térmica.

3.5.2 Metodologia

Os cadinhos foram pesados e seus valores anotados, depois de tarar a balança, foram pesados aproximadamente 5g de amostra. As 3 amostras foram levadas para a chapa elétrica dentro da capela, onde ficaram até as suas carbonizações o que demorou aproximadamente 1 hora e 40 minutos.

Após esse tempo as amostras foram transferidas para a mufla a 550 °C. As amostras foram tiradas da mufla com ajuda de uma pinça e luva térmica e resfriadas em dessecador quando apresentaram as características de cor cinza branca. Logo após as amostras foram pesadas, e retornadas à mufla e pesadas até a obtenção do peso constante.

3.5.3 Cálculo

$100 \cdot N/P =$ cinzas por cento m/m.

$N = n^{\circ}$ de g de cinzas (Peso cinzas + Peso Cadinho) - Peso Cadinho

$P = n^{\circ}$ de g da amostra

3.6 DETERMINAÇÃO DE pH

3.6.1 Materiais

Balança analítica com precisão de 0,0001, Becker de vidro 100 ml, funil, papel filtro, agitador magnético, imã, Potenciômetro de bancada microprocessado Tec 5 da marca Tecnal, água destilada, papel toalha, Soluções tampão de pH 7 e 4.

3.6.2 Procedimento

Foram pesados 3 amostras de aproximadamente 5g da castanha triturada em um Becker de 100 ml previamente tarado. A amostra foi misturada com 100 ml de água destilada. A mistura foi agitada no agitador magnético com auxílio de imã. Após 5 minutos de agitação a amostra foi filtrada em papel de filtro apoiado em funil de vidro.

O medidor de pH foi calibrado com as soluções tampões de pH 4,0 e pH 7,0 seguindo as instruções do equipamento. Após calibrado foi aferido o pH do líquido filtrado das 3 amostras.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXTRAÇÃO DA CASTANHA

A extração da castanha do pequi foi feita de forma manual. Embora a extração seja simples e não exija muitas ferramentas, devido à presença dos espinhos, a extração pode ser perigosa, assim sugere-se o uso de Equipamentos de Proteção Individual- EPI's como, óculos de proteção, sapatos fechados e luvas, em função dos riscos percebidos durante a extração para este estudo.

Além disso como o caroço é partido ao meio, na extração manual, a castanha não sai inteira, o que para a sua comercialização, pode não ser interessante. Assim observou-se a necessidade da mecanização da extração da castanha para sua comercialização.

Na Figura 5 pode ser visualizado o processo manual da extração caseira da castanha de pequi.

Figura 5 – Extração manual da castanha do pequi com faca e martelo.

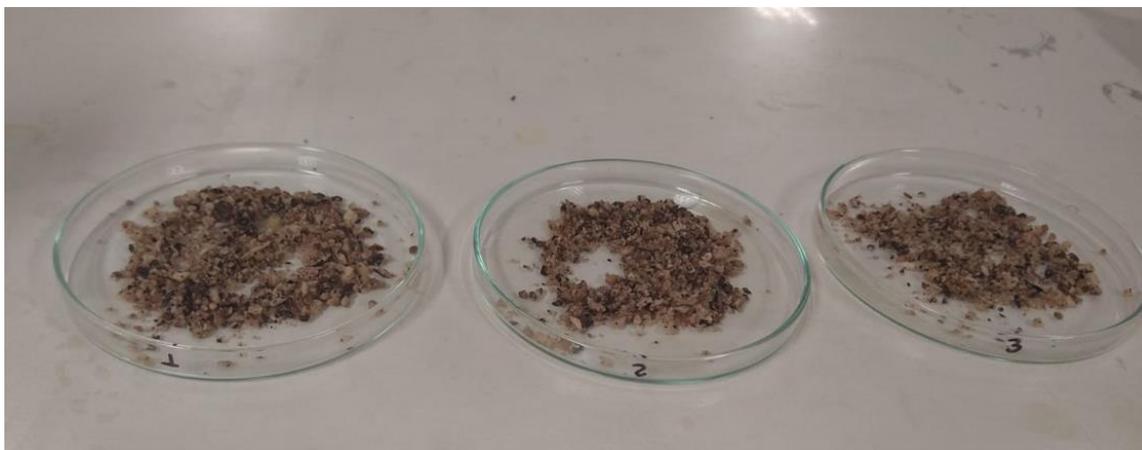


Fonte: A autora, 2021

4.2 UMIDADE E AW

Na figura 6 visualiza-se as amostras utilizadas para determinação da umidade em triplicata.

Figura 6 – Amostras pesadas para análise de umidade a 105°C



Fonte: A autora, 2021

O tempo para obtenção do peso constante das amostras foi em média de 3 horas na estufa a 105°C segundo dados e cálculos mostrados no Apêndice 1. Após o cálculo da umidade pela diferença de peso calculou-se a porcentagem de massa seca, resultados mostrados na tabela 1.

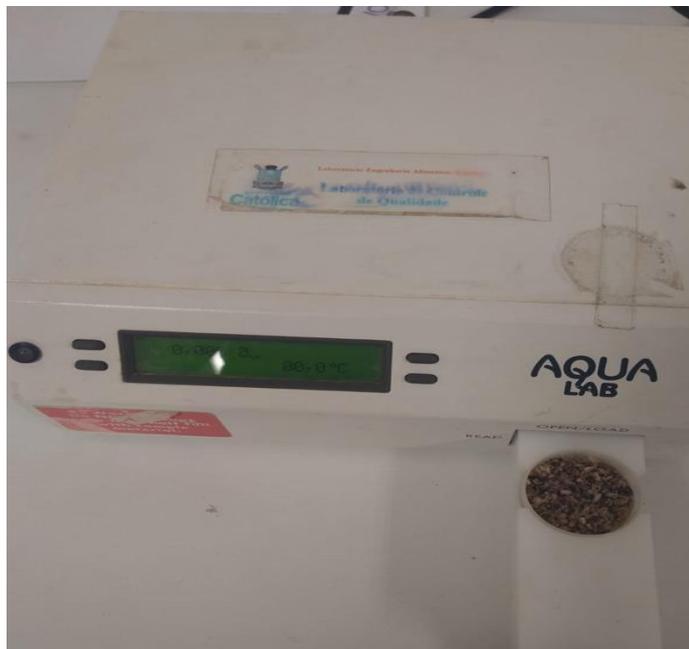
Tabela 1 – Resultados da análise de umidade (%) da castanha de pequi

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média + σ
6,98	6,76	6,78	6,84 \pm 0,121

O teor de umidade médio das três amostras foi de 6,84%. Rabelo (2007) encontrou 5,26 % de umidade na castanha de pequi e Souza (2011) encontrou 4,97% ambos autores utilizaram os caroços crus, o que pode ter influenciado nas diferenças dos resultados uma vez que neste estudos, os caroços usados para a extração da castanha foram provenientes de resíduos caseiros, ou seja, foram cozidos para consumo e o resíduo (a castanha) foi aproveitada para as análises.

Apesar dos caroços terem sido secados ao sol para facilitar a extração da castanha, a castanha pode ter absorvido água na hora do cozimento, o que pode justificar um teor maior de umidade encontrado, em relação aos outros autores, além disso a origem dos frutos pode também contribuir na composição centesimal dos vegetais.

Figura 7 – Análise de atividade de água no Aqualab



Fonte: A autora, 2021

Os dados coletados durante as análises da atividade de água, mostrado na figura 7, se encontram no Apêndice 2 e os resultados mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da determinação da Aw da castanha de pequi

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média $\pm \sigma$
0,652	0,658	0,664	0,658 \pm 0,006

Rabelo *et al* (2008) encontraram valores de Aw de 0,60 na castanha do pequi após 60 minutos de secagem na estufa. Apesar da amostra analisada para a atividade de água não ter passado pelo procedimento de secagem, obteve-se valores próximos aos encontrados por estes autores.

Esse resultado pode ter sido influenciado pela forma de armazenamento e pelas condições de umidade e temperatura no local e data das análises, uma vez que a umidade relativa do ambiente e a temperatura interferem na Aw.

Os valores de atividade de água encontrados na castanha de pequi são considerados satisfatórios do ponto de vista sanitário, pois evita a proliferação de bactérias patogênicas no alimento, uma vez que estas exigem valores acima de 0,90 (AMBIFOOD ALIMENTAR, 2016).

A maioria dos fungos produtores de micotoxinas, que seria uma preocupação para a castanha, principalmente o *Aspergillus flavus* também exigem valores acima de 0,70 de A_w para proliferação e produção da aflatoxina (MALMAMM,2002)

Porém, segundo Celestino (2010), atividade de água entre 0,40 e 0,80, há possibilidade de reações químicas e enzimáticas rápidas pelo aumento das concentrações dos reagentes, enquanto, com a A_w próxima de 0,60, tem-se pequeno ou nenhum crescimento de microrganismos e em regiões de $A_w < 0,3$, atinge-se a zona de absorção primária, em que as moléculas de água estão fortemente ligadas ao alimento, não podendo ser utilizada para dissolver componentes do alimento, o que leva as reações a terem velocidades próximas de zero e o não desenvolvimento de microrganismos.

Desta forma a desidratação parcial da castanha seria indicado para que a sua comercialização fosse mais segura do ponto de vista sensorial e microbiológico.

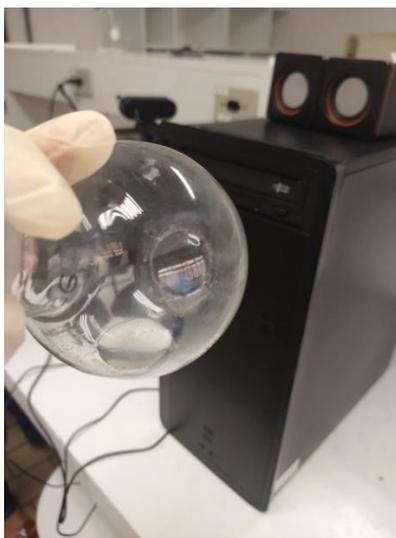
4.3 LIPÍDEOS

Na figura 8 pode-se visualizar imagens do experimento de extração de lipídeos das amostras de castanha de pequi utilizando o extrator Soxhlet e manta aquecedora

Figura 8 - Aparato para extração com solvente, lipídeo extraído e resíduo da extração.



(a) Extração em andamento



(b) Lipídeo extraído



(c) Resíduo após extração

Fonte: A autora, 2021

O tempo para a extração de lipídeos da castanha foi em média de 4 horas. Dados e cálculos estão no Apêndice 3. O teor de lipídeo encontrado na castanha de pequi foi de 39,4 %, como mostrado na tabela 3.

Tabela 3- Resultados da análise de lipídeos (%) na castanha de pequi.

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média $\pm \sigma$
38,1	39,8	40,3	39,4 \pm 1,15

Rabelo (2007), Souza (2011) e Lima *et al* (2007) encontraram respectivamente 47,35%, 50,00% e 51,51% de lipídios nas amostras de castanhas de pequi analisadas em seus estudos.

A diferença de teor de lipídeo encontrado pode ter sido pela origem do pequi, assim como o fato da amostra utilizada ser um resíduo previamente cozido, além disso a amostra usada por Rabelo (2007), foi previamente desidratada. Apesar dessa diferença, observou-se que a castanha do pequi é rica em lipídeos. Assim, percebe-se ser positiva a extração e comercialização do óleo da castanha do pequi.

4.4 CINZAS

Na figura 9 são mostradas imagens das amostras e das etapas da determinação de cinzas.

Figura 9 - Amostras de castanha de pequi preparadas e etapas da carbonização para determinação de cinzas.



(a) Amostras de castanha do pequi trituradas e pesadas



(b) Carbonização inicial das amostras



(c) Mufla utilizada para carbonização final



(d) Amostras após carbonização na mufla

Fonte: A autora, 2021

Na análise de determinação das cinzas o tempo para obtenção do peso constante das amostras foi em média de 9 horas na mufla a 550 °C. Os parâmetros de tempo de análises e de peso das amostras se encontram no Apêndice 4 e os resultados mostrados na tabela 4.

Tabela 4 – Resultados da análise de cinzas (%) na castanha de pequi

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média $\pm \sigma$
3,4	4,4	4,3	4,0 \pm 0,55

O teor de cinzas (%) encontrado na castanha de pequi foi de 4,0%, próximos aos valores encontrados por Rabelo (2007) e Souza (2011) que foram 3,95% e 4,54 % respectivamente. Os valores obtidos na análise de cinzas sinalizam a possibilidade da castanha ser fonte de minerais.

4.5 pH

No Apêndice 5 encontram-se os parâmetros da análise de pH das amostras. O pH da castanha do pequi encontrado foi em torno de 6,3 como mostrado na tabela 5. Na figura 10 podem ser visualizadas as amostras para as análises em triplicata e na Tabela 3 os resultados.

Figura 10 - Amostras para análise de pH antes de serem agitadas



Fonte: A autora, 2021

Tabela 5 - Resultados da determinação de pH na castanha do pequi.

Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média$\pm\sigma$
6,32	6,33	6,22	6,29 \pm 0,060

Os resultados mostram variação baixa entre as três amostras sinalizando a confiabilidade da análise, assim a castanha de pequi possui um pH pouco ácido, o que pode propiciar maior atividade de microrganismos, reforçando a importância do controle da umidade para conservação deste alimento.

5 CONCLUSÃO

O pequi é um fruto do cerrado, conhecido pelo seu sabor peculiar e sua alta complexibilidade, porém no interior de seu caroço existe uma castanha muito pouco explorada. Isso se dá principalmente pela sua dificuldade de extração, devido aos espinhos que a envolvem, sendo necessário desenvolver formas de mecanizar sua extração.

É possível que o cozimento do caroço antes da extração da castanha, possa influenciar na obtenção do resultado da umidade e conseqüentemente na redução das concentrações de outros compostos como os lipídeos.

A conservação da castanha depende da atividade de água uma vez que na determinação do pH o valor encontrado, caracteriza a castanha como um alimento pouco ácido, o que pode propiciar maior atividade bacteriana, já a atividade de água é baixa impedindo a proliferação de microrganismos.

A castanha do pequi é rica em lipídeos, apresentando boas perspectivas para ser industrializada para obtenção deste componente e os valores obtidos na análise de cinzas sinalizam a possibilidade de ser fonte de minerais, assim sugere-se estudos futuros para identificar os minerais presentes.

O estudo possibilitou o fornecimento de dados a respeito de algumas características físico-químicas da castanha do pequi para a comunidade, contribuindo para incentivar o seu consumo e industrialização.

Sugere-se como pesquisas futuras para avaliar as características físicas da castanha como peso e dimensões, rendimento, além de determinação de proteínas e carboidratos para maiores informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIFOOD ALIMENTAR. Notícias - O que é a atividade da água? 2016. Disponível em: <https://www.ambifood.com/pt/noticias/o-que-e-a-atividade-da-agua/> Acesso em: 11, dez. 2021.

AGOSTINI, T. C; VIEIRA, R. F. Frutas nativas do cerrado: qualidade nutricional e sabor peculiar. **Ambientebrasil- biotecnologia, artigo**. 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Tania-Agostini-Costa/publication/242720796>. Acesso em: 16. Mar. 2021.

ALMEIDA, S.P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas do cerrado: araticum, baru, cagaita e jatobá**. Planaltina, DF: Embrapa/CPAC.1987.83p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/547709/1/doc26.pdf> Acesso em: 14. abr. 2021.

AMORIM, A, G; SOUSA, T, A; SOUZA, A, O. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de sementes de Abóbora (*Cucurbita maxima*). VII Connepi, 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1159/2840> Acesso em: 19, Out. 2021.

ANTUNES, E. C.; ZUPPA, T. O.; ANTONIOSI FILHO, N. R.; CASTRO, S. S. **Utilização do pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*) como espécie recuperadora de ambientes degradados no cerrado e fornecedora de matéria prima para a produção de biodiesel**. 2016. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/pequi1_000g6vgwdq802wx5ok0wtedt3zzxcrff.pdf Acesso em: 19. maio. 2019

ARRUDA, H. S.; CRUZ, R. G.; ALMEIDA, M. E. F. Caracterização química, funcionalidade e toxicidade do pequi. **Nutrição Brasil**, São Paulo, v.11, n.5, p. 314-318, set./out. 2012 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303215777>. Acesso em: 28. abr. 2021.

ATAÍDE. T. H. C. J; HORTA P. M. V.; MAIA. H. A. O. PEQUI: Do Cerrado ao Bistrô. **Revista da Gastronomia**, Juiz de Fora, v. 1. n. 1. 2018. Disponível em: <https://seer.cesjf.br/index.php/revistadegastronomia/article/view/1864/1204>. Acesso em: 24 mar. 2021.

CAMPOS, S. A. Baru. pequi. jatobá: saiba como a Central do Cerrado escoar frutos colhidos por camponeses. **De olho nos ruralistas**, Sobradinho-DF, 15 jan.2019. Disponível em: <https://deolhonosruralistas.com.br/2019/01/15/baru-pequi-jatoba-saiba-como-a-central-do-cerrado-escoa-frutos-colhidos-por-camponeses/> Acesso em: 14. abr. 2021.

CAMPOS. R. P; SILVA. M. J. F. D; SILVA. C. F. D; FRAGOSO. M. R; CANDIDO. C.J. Elaboração e Caracterização de farinha da casca de pequi. *In: AGROECOL, Cadernos de Agroecologia*, v. 11. n. 2, 2016. Dourados-MS. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/21507/14104> Acesso em: 14. abr. 2021.

CARRAZA, L.R; D'ÁVILA, J.C.C. **Aproveitamento integral do fruto do pequi (*Caryocar brasiliense*)**. Manual Tecnológico, 2ª edição, Brasília-DF, 2010. Disponível em:

http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/302/ISPN_manual_tecnologico_aproveitamento_integral_do_fruto_do_pequi.pdf?sequence=1 Acesso em: 24. mar 2021.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. 2010. 1ª ed. Planaltina DF: Embrapa Cerrado, 2010 (Documentos 276). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf> . Acesso em: 21 abr. 2021.

CORREIA, F. P; DUTRA, R. S. **Pequi: Tradição e Patrimônio Goiano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental)- Faculdade Católica de Anápolis. 2014. Disponível em: <http://catolicadeanapolis.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2018/04/FERNANDO-CORREIA-PEREIRA-2014.pdf> Acesso em: 24 mar 2021.

DAMIANI, C; ALMEIDA, T. L; COSTA; N.V; MEDEIROS. N. X. D; SILVA. A. G. M; SILVA. F. A. D; LAGE. M. E; BECKER. F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesqui. Agropecu. Trop.**, Goiânia, v.43, n.1, jan/mar 2013. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632013000100004 Acesso em: 14. abr. 2021

FRAGOSO, R. **Pequi**. Forma saudável, 30 mar.2013. Disponível em:

<http://formasaudavel.com.br/pequi/> Acesso em: 14. abr 2021.

GAMA, M, S; AFONSO, J, C. De Svant Arrhenius ao peagâmetro digital: 100 anos de medida de acidez. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 1, 232-239, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/cTDk87pgTjJLpcc4WXf8njj/?lang=pt> Acesso em: 13. Out. 2021.

GARCIA, D, M. **Análise de atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícola**. Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias na área de Sanidade Avícola do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS. Porto Alegre, 2004. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4401/000411394.pdf> Acesso em: 19. Out. 2021.

GUASTE, S, O. A Segurança dos Alimentos Relacionada ao Controle da Atividade de Água: A importância do Controle de Atividade de Água na Indústria de Alimentos. E- Food, Artigos. 2021. Disponível em: <https://portalefood.com.br/artigos/a-seguranca-dos-alimentos-relacionada-ao-controle-da-atividade-de-agua/>

Acesso em: 26. Out. 2021.

GUIMARÃES, M. G. **Produção de biocombustível líquido a partir de resíduo agroindustrial: caroço do pequi**. 2015. Monografia (Graduação em Química Tecnológica)- Universidade de Brasília, Brasília- DF. 2015. Disponível em

https://bdm.unb.br/bitstream/10483/11245/1/2015_MunIQUEGoncalvesGuimaraes.pdf Acesso em: 14. abr.2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coord. ZENEBO, O., PASCUET, N.S, TIGLEA, PAULO -- São Paulo. 2008. Disponível em : <https://wp.ufpel.edu.br/nutricaoobromatologia/files/2013/07/NormasADOLFOLUTZ.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2021.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, Brasília, v. 1., n 1, 2005. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Texto_Adicional_ConservacaoID-xNOKMLsupY.pdf Acesso em: 16 ma 2021.

LIMA, A ; SILVA, A.M.O.; TRINDADE, R. A. ; TORRES, R. P ; MANCINI FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*. Camb). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n.3, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000300052&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 07. abr. 2021.

LIMA, R. J.; BARBOSA, D. E. A; SOUZA, R. C. A; PINTO, O. C; GARRUTI, S. D; MAGALHÃES, R. C. H; ARAÚJO, S. M. I; PONTES, S. L; BARROS, S. E. M. **Óleo de amêndoa de pequi (*Caryocar coriaceum*) obtenção, caracterização e avaliação de estabilidade durante armazenamento**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2019. 18 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento. ISSN 1679-6543; 189). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1109796/1/BPD19005.pdf> Acesso em: 12. mai. 2021.

MALMANN, C. A. **Atividade de água**. Laboratório de análises Micotoxicológicas da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2002 Disponível em: <https://www.lamic.ufsm.br/site/>. Acesso em 5 de dez. 2021

MARQUES, J. D. **Avaliação das potencialidades do uso dos frutos do cerrado no Assentamento Márcia Cordeiro Leite**.2013. Relatório Estágio supervisionado (Curso Gestão do Agronegócio)-Universidade de Brasília, Brasília-DF. 2013. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7958/1/2013_JessicaDiasMarques.pdf Acesso: 24 mar. 2021.

MELO, J. T, D. **Fatores relacionados com a dormência de sementes de pequi (*Caryocar Brasiliense* Cam.)**. 1987. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20191218-142622/publico/MeloJoseTeodoro.pdf> Acesso em: 14. abr. 2021.

MORAES, M. G. B. **Conjuntura de mercado e intervenção governamental: o caso da PGPM-BIO para o pequi**.2013. Relatório Final de Estágio Supervisionado (Curso de Gestão do Agronegócio) - Universidade de Brasília, Planaltina, DF. 2013. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/7712/1/2013_BeatrizGomesMaracajadeMores.pdf Acesso: 24 mar 2021.

OLIVEIRA, B. E M; GUERRA, B.N; BARROS, M.L; ALVES, E. R. Aspectos Agronômicos de Qualidade do Pequi. **Documentos. Embrapa Agroindustrial Tropical**. Fortaleza. CE.

2008. Disponível em:

https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/pequi2_000g6vgzrwj02wx5ok0wtedt3jlu bacj.pdf. Acesso em: 07. abr. 2021.

OLIVEIRA, B. E. M. **Características físicas, químicas e compostos bioativos em pequis (*Caryocar coriaceum Wittm*) nativos da Chapada do Araripe- CE.** 2009. Tese (Doutorado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2009. Disponível em: https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/8560/1/arquivo3852_1.pdf Acesso em: 14. abr. 2021.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. M; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A.S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal v.28 n.3. dez.2006. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452006000300010&lng=pt&tlng=pt Acesso em: 14. abr. 2021.

PARK, K. J; COLATO, G. A. **Análise de materiais biológicos.** Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade estadual de campinas, Campinas. 2006. Disponível em: <https://docplayer.com.br/16289290-Analises-de-materiais-biologicos.html> Acesso em: 24 mar. 2021.

PRADO, O. F. N. **Aproveitamento do endocarpo de pequi para desenvolvimento tecnológico de paçoca doce.** (2019). Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde- GO. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/589/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20NUBIA%20%281%29.pdf> Acesso em: 12.mai.2021.

RABELO, A. M. S. **Avaliação da secagem, torrefação e estabilidade da castanha de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).** 2007. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ciências Agrárias)- Escola de Agronomia. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2007. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/1444> Acesso em: 19. Maio. 2021

RABELO, A. M.S.; TORRES, M. C. L; GERALDINE, R.M.; SILVEIRA, M. F. A. Extração, secagem e torrefação da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas. v.28. n.4. out./dez. 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000400016 Acesso em: 28. abr. 2028.

RIGO, N. Pequi e sua castanha. **Blog Come-se.** edição 02 de fevereiro de 2017(Coluna Paladar). Disponível em: <https://come-se.blogspot.com/2017/02/pequi-e-sua-castanha-coluna-do-paladar.html> Acesso em: 14. abr. 2021.

RIGUEIRA, J.A. **Pequi:** cultivo, caracterização físico-química e processamento.2003 Monografia (Especialista em qualidade de alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília-DF,2003. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/254/1/2003JulianaAntunesRigueira.pdf>. Acesso em: 03. abr. 2021.

SOUZA, O.G.A. **Qualidade nutricional e valor protéico das amêndoas de baru, pequi e da castanha-de-caju-do-cerrado em relação ao amendoim.**2011. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Faculdade de Nutrição. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2011. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/1467> Acesso em: 07. abr. 2021.

VERA, R; NAVES, R. V ; NASCIMENTO, J. L; CHAVES, L.; LEANDRO, W. M; SOUZA, E. R. B. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense Camb.*) no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 35, n.2. p.71-79. 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2530/253020145002.pdf>. Acesso em: 16 mar 2021.

APÊNDICE 1

CÁLCULOS DE PERDA DE MASSA NA ESTUFA A 105°C

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Peso da placa -PP (g)	34,3692	41,8924	35,0339
Tempo (h)	P= (PP + amostra) - PP (g)		
0 :00	5,0641	5,0164	5,0698
1:00	4,8284	4,6819	4,7340
2:00	4,7106	4,6772	4,7259
3:00	4,7106	4,6774	4,7258
Umidade (%) <u>(Pi-Pf)*100</u> Pi	6,9805	6,7578	6,7853
	Média ±σ	6,8412 ± 0,121418	

APÊNDICE 2

DADOS E CÁLCULOS DA ANÁLISES DA A_w

Na tabela encontram dados coletados na análise de Atividade de água, usando o Analisador de atividade de água Aqualab e a média e desvio padrão dos dados.

Dados coletados na análise de Atividade de água (A_w).

	A_w	Tempo	Temperatura (°C)
Amostra 1	0,652	5 min	30
Amostra 2	0,658	5 min	30,1
Amostra 3	0,664	3 min	30,3
Média $\pm \sigma$	0,658 \pm 0,006		

APÊNDICE 3

CÁLCULOS DA DETERMINAÇÃO DE LIPÍDEOS

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Peso do balão de fundo chato - P Balão (g)	90,4504	105,7262	107,0028
Peso inicial das amostras – P (g)	5,1244	5,0399	5,0963
Tempo de extração (h)	N = (Pbalão + Póleo) – Pbalão (g)		
4:00	1,9543	2,0059	2,0562
Lípidos (%)	38,1	39,8	40,3
$\frac{N * 100}{P}$	Média $\pm \sigma$	39,4 \pm 1,1533	

APÊNDICE 4

CÁLCULOS DA DETERMINAÇÃO DE CINZAS NA MUFLA A 550 °C

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Peso do cadinho - PCadinho (g)	48,1213	47,4374	46,8249
Peso inicial das amostras – P (g)	5,0178	5,0209	5,0363
Tempo de extração (h)	$N = (PCadinho + Pcinza) - PCadinho$ (g)		
1:40min	0,1921	0,3124	0,2884
4:00	0,173 g	0,2247 g	0,2174 g
3:00	0,172 g	0,2196 g	0,2153 g
1:00	0,1721 g	0,219 g	0,2151 g
Cinzas (%)	3,4	4,4	4,3
$\frac{N * 100}{P}$	Média $\pm \sigma$	4,0 \pm 0,550757	

APÊNDICE 5

CÁLCULOS DA DETERMINAÇÃO DE PH

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média $\pm \sigma$
pH	6,32	6,33	6,22	6,29 \pm 0,0601

APÊNDICE 6

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

RESOLUÇÃO nº038/2020-CEPE

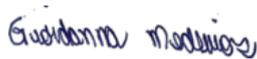
ANEXO I

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

A estudante Giordana Medeiros do Curso de Engenharia de Alimentos, matrícula 201710029216-2 telefone (62) 993381599, e-mail giordanna2016@gmail.com ,na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98(Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Caracterização físico-química da castanha do pequi (*Caryocar brasiliensis*),gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF);Imagem(GIF ou JPEG);Som (WAVE,MPEG,AIFF,SND);Vídeo (MPEG,MWV,AVI,QT);outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 02 de dezembro de 2021

Assinatura da autora:



Nome completo do autor: Giordana Medeiros

Assinatura do professor-orientador:



Professor-orientador: Profª Ma Maria Isabel Dantas de Siqueira