



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

CURVAS DE SECAGEM DA POLPA DO BARU (*DYPTERIX ALATA* VOG.)

Rafaela Santos Costa

Goiânia
2021

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

CURVAS DE SECAGEM DA POLPA DO BARU (*DYPTERIX ALATA* VOG.)

Rafaela Santos Costa

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.

Goiânia
2021

COSTA, RAFAELA SANTOS

Curvas de secagem da polpa do baru (*Dypterix alata* Vog) / Rafaela Santos Costa. Goiânia: PUC-Goiás / Escola de Engenharia, 2021.
ix, 37f: il.

Orientadora: Prof.^a Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – PUC Goiás, Escola de Engenharia, Graduação em Engenharia de Alimentos, 2021, 9p.

1.Desidratação. 2.Modelagem Matemática. 3. Cerrado– TCC. I. Siqueira, Maria. II. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Engenharia. Graduação em Engenharia de Alimentos. III. Curvas de secagem da polpa do baru (*Dypterix alata* Vog).

CURVAS DE SECAGEM DA POLPA DO BARU (*DYPTERIX ALATA* VOG.)

Rafaela Santos Costa

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 10/12/2021



Profº Me. Flávio Carvalho Marques – PUC Goiás



Profº Me. Lauro Bernardino Coelho Junior – PUC Goiás



Profª Ma. Maria Isabel Dantas de Siqueira – PUC Goiás

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter nos dado a vida e ter me abençoado e guiado o meu caminho para que eu chegasse até aqui, realizando mais um sonho.

Agradeço a minha família pelo apoio incondicional em especial minha mãe Eliana, por sempre me encorajar a nunca desistir dos meus sonhos não importando o quão difícil seja e por sempre me apoiar nas minhas decisões e durante toda a caminhada do curso. Agradeço ao meu pai Luiz Antônio por não medir esforços em me ajudar, a minha irmã Beatriz, pelo companheirismo e o apoio de sempre.

A minha avó Ináh pelas sábias palavras de incentivo e carinho, agradeço também a minha avó Maria pelo carinho.

Quero agradecer e ressaltar a minha admiração pela minha orientadora Maria Isabel Dantas de Siqueira, obrigada pela paciência e dedicação comigo durante toda essa jornada.

Agradeço a todos os meus professores pelos ensinamentos durante todo o curso e também a coordenadora do curso Luciana Casaletti.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos que de alguma forma me ajudaram e apoiaram durante a realização desse sonho.

*“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!
Não se apavore nem desanime, pois, o Senhor, o seu Deus,
Estará com você por onde você andar. ”
(Josué 1:9)*

RESUMO

É fundamental o aproveitamento de resíduos e subprodutos na indústria de alimentos, como no caso do baru, cuja castanha possui interesse industrial, mas a utilização da polpa ainda é considerada incipiente. Assim o objetivo deste estudo é a elaboração das curvas de secagem da polpa de baru, analisando o comportamento em diferentes temperaturas, gerando dados importantes para estabelecer parâmetros nas indústrias alimentícias, contribuindo e incentivando a utilização deste subproduto em processamento de alimentos. Foram utilizados baru colhidos no estado de Goiás e após testes preliminares optou-se pelo processo de trituração em ralo devido a rigidez da polpa. Determinou-se a umidade inicial pelo método de estufa a 105°C e a atividade de água inicial e final das amostras no equipamento Aqualab. A polpa ralada e peneirada foi submetida a secagem em estufa a 60°C e 70°C até peso constante e utilizando planilhas do *Excell* e o *software Curve Professional* foram elaboradas as curvas de secagem experimentais que foram ajustadas aos modelos matemáticos de secagem propostos na literatura. Os resultados mostraram que as umidades de equilíbrio em base seca e em base úmida foram, respectivamente, na amostra seca a 60°C de 9,88% e 8,99% e na amostra seca a 70°C de 9,21% e 8,43%. Como critério de avaliação do ajuste dos modelos matemáticos utilizaram-se o coeficiente de determinação e o desvio quadrático médio. Todos os modelos estudados representaram satisfatoriamente a secagem da polpa de baru, com coeficientes de determinação superiores a 0,99 e valores de desvios quadráticos médios-DQM inferiores a 1,0, optando-se pelo modelo de Verma que apresentou menor DQM. Conclui-se que na temperatura de 70°C foi realizado o processo de secagem em um menor tempo, conseguindo-se menores valores de umidade de equilíbrio e atividade de água comparado a temperatura de 60°C.

Palavras-chave: Modelagem matemática, regressão não linear, desidratação, cerrado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore do Barueiro	7
Figura 2 - Fruto do Barueiro: (A) Baru inteiro; (B) Estruturas internas do Baru; (C) Amêndoa	9
Figura 3 - Castanha de baru torrada.....	11
Figura 4 - Creme de cacau com castanha de baru e licor de baru	12
Figura 5- Casca de baru (A), Polpa de baru (B)	13
Figura 6 – Curva de secagem	21
Figura 7 – Pesagem da placa de petri sem (A) e com amostra (B)	26
Figura 8 - Determinação da A_w da polpa de baru utilizando equipamento Aqualab.....	27
Figura 9 – Estufa sem circulação de ar.....	28
Figura 10- Amostras da polpa de baru.....	28
Figura 11- Dessecador com amostras antes da pesagem.....	28
Figura 12 – Curvas de secagem e umidade de equilíbrio, da polpa de baru, a 60°C e 70°C ..	32
Figura 13 – Curvas de secagem da polpa de baru a 60° e 70°C.....	33
Figura 14 - Curva de secagem da polpa de baru submetida a secagem a 60°C ajustada ao modelo matemático de Verma.....	36
Figura 15 – Curva de secagem da polpa de baru submetida a secagem a 70°C ajustada ao modelo de Verma.....	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	INDUSTRIALIZAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO	3
2.2	BARU	6
2.2.1	Amêndoa	10
2.2.2	Polpa	12
2.3	SECAGEM DE ALIMENTOS	16
2.3.1	Curvas de secagem	19
2.3.2	Atividade de água	23
3	UNIDADE EXPERIMENTAL	25
3.1	COLETA DO FRUTO	25
3.2	PRÉ- TESTE DO PROCESSO DE SECAGEM	25
3.3	PREPARO DAS AMOSTRAS	26
3.4	ANÁLISES DA UMIDADE INICIAL E ATIVIDADE DE ÁGUA	26
3.5	SECAGEM DAS AMOSTRAS E COLETA DE DADOS	27
3.6	ELABORAÇÃO DAS CURVAS DE SECAGEM	29
3.7	AJUSTE A MODELOS MATEMÁTICOS	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	DETERMINAÇÃO DA UMIDADE INICIAL	31
4.2	CURVAS DE SECAGEM	31
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	APENDICE 1- TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA	53

1 INTRODUÇÃO

O cerrado, segundo maior bioma do Brasil, apresenta grande destaque no cenário agrícola nacional e mundial, sendo ao mesmo tempo uma importante reserva da biodiversidade, com fauna e flora riquíssimas e muitas delas servem como base para a alimentação humana, medicamentos e uma infinita quantidade de plantas usadas ancestralmente pelas populações locais. Este importante ecossistema está ameaçado, principalmente devido ao avanço da agricultura e da pecuária de alta tecnologia, atividades crescentes no centro oeste do país, área onde predomina o cerrado.

O Barueiro (*Dipteryx alata* Vog) é uma árvore frutífera de grande porte, possui ótimos indicadores de produtividade, ocorre nas matas, cerrados e cerradões do Brasil Central. Destaca-se pela sua abrangência de ocorrência, pela integração e convívio pacífico com o padrão de exploração realizado pelas populações rurais, especialmente em áreas mais tradicionais, que possui maior foco para a pecuária, em que as plantas são preservadas na abertura de pastos, apresenta intensa frutificação, aproximadamente 2.000 a 6.000 frutos por planta, a colheita é realizada entre agosto, setembro e outubro e são produzidas cerca de 800 toneladas de baru por safra. O extrativismo do baru promove a geração de renda para agricultores familiares e contribui de maneira direta na conservação do cerrado (GUIMARÃES, 2016).

Segundo Vera *et al.* (2009), o fruto é especificado como sendo uma drupa, com polpa rica em carboidrato, proteína, sabor adocicado, aromática, muito consumido pelo gado, animais silvestres e pelo homem.

A utilização integral do baru em alimentos processados é recomendável para agregar valor ao fruto e qualidade nutricional ao produto, contribuindo para o uso sustentável desse fruto nativo. O emprego da polpa de baru em produtos industrializados é fundamental para que se atinja este objetivo, pois a valorização do fruto contribuirá para a preservação desta espécie nativa, e como consequência impulsionará o desenvolvimento regional sustentável preservando o cerrado.

O processo de secagem é um dos mais antigos métodos de conservação de alimentos e não depende de muita tecnologia, podendo ser realizado expondo o produto ao sol ou com o auxílio de equipamentos apropriados, como por exemplo uma estufa. A secagem é a operação por meio da qual a água ou qualquer outro líquido presente em um produto é removido proporcionando o aumento da vida de prateleira do alimento,

facilidade no transporte e na comercialização, devido ao fato do alimento desidratado ser mais leve, compacto, suas qualidades permanecem inalteradas por longos períodos, os produtos desidratados possuem baixo custo de armazenamento e também estabelece condições desfavoráveis para o crescimento microbiano no alimento.

É fundamental o aproveitamento de resíduos e subprodutos na indústria de alimentos, pois no processamento de produtos, ocorrem descartes de resíduos que podem ser aproveitados devido ao seu elevado poder nutricional, que é o caso da polpa de baru. A castanha de baru é um produto que já vem sendo divulgado e possui um maior destaque e interesse industrial e a utilização da polpa ainda é considerada incipiente.

Devido à escassez de dados na literatura sobre a secagem da polpa do baru este estudo propõe a elaboração das curvas de secagem, analisando o comportamento em diferentes temperaturas, gerando dados importantes para estabelecer parâmetros nas indústrias alimentícias, contribuindo e incentivando a utilização da polpa do baru em processamento de alimentos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INDUSTRIALIZAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS DO CERRADO

O cerrado brasileiro, um dos biomas com maior biodiversidade do mundo, conhecido como savana brasileira, corresponde a uma área de aproximadamente de 2,0 milhões de km², representando em torno de 22% do território nacional. A sua área contínua incide sobre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal. E este importante ecossistema está ameaçado, inúmeras espécies de plantas e animais correm risco de extinção. A agricultura e a pecuária de alta tecnologia são atividades que contribuíram para a redução deste bioma (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2018; DURIGAN *et al.*,2011).

A contribuição do cerrado para o equilíbrio ambiental é inquestionável. Esse bioma foi recentemente adicionado entre os pontos cruciais globais para a conservação devido a sua alta diversidade biológica e velocidade com que está sendo destruído. Os *hotspots* são habitats naturais que correspondem a apenas 1,4% da superfície do planeta, onde se concentra cerca de 60% do patrimônio biológico do mundo. Esta lista inclui o cerrado brasileiro e a mata atlântica (DURIGAN *et al.*,2011).

O cerrado é o segundo bioma mais rico em biodiversidade do Brasil e também o berço de muitas espécies endêmicas de vegetais e animais. Possui fauna e flora riquíssimas e muitas delas servem como base para a alimentação humana, medicamentos e uma infinita quantidade de plantas usadas ancestralmente pelas populações do cerrado. Além da utilidade, sua vegetação também impressiona pela sua extraordinária beleza (DURIGAN *et al.*,2011).

A região do cerrado, possui um grande destaque no cenário agrícola nacional e mundial, sendo ao mesmo tempo uma importante reserva da biodiversidade e potencial produtora de alimentos (RODRIGUES, 2004; SCARIOT, RIBEIRO, 2015).

As várias espécies de plantas frutíferas nativas do cerrado apresentam características sensoriais individuais, que podem ser utilizadas na alimentação humana tanto *in natura* como após o processamento, o que as tornam um grande potencial de exportação nacional e internacional, aumentando assim o interesse da população e das indústrias alimentícias por inovação, proporcionando competitividade no mercado e

favorecendo para a colaboração do enriquecimento da alimentação humana (MORZELLE *et al.*, 2015).

O Cerrado apresenta grande variedade de frutos que possuem alto valor nutricional, cor, sabor e aroma característicos e intensos, compostos bioativos com propriedades antioxidantes e apelo saudável. O mercado consumidor está cada vez mais interessado em produtos com apelo natural e funcional, e pelo fato de haver grandes perdas pós colheita dos frutos do cerrado ocasionando o desperdício, cabe à indústria de alimentos aliar tais propriedades dos frutos à elaboração de novos produtos com valor agregado e maior tempo de vida de prateleira (LUZIA, 2012; REIS, SCHMIELE, 2019).

A caracterização dos compostos bioativos em frutos do Cerrado é de grande importância para a busca de fontes alternativas e que possam agrupar atributos desejáveis (propriedades antioxidantes, antimicrobianas e retardadoras de envelhecimento). Este incremento pode ocorrer na formulação de novos produtos, ou mesmo na ingestão *in natura*, uma vez que compostos bioativos são de grande interesse para a indústria de alimentos para a de fármacos e de cosméticos (LUZIA, 2012; REIS, SCHMIELE, 2019).

Assim, os frutos do cerrado são considerados um importante segmento, crescente, rentável e de boa aceitação, o que os tornam uma excelente alternativa para muitos agricultores, além de outros setores como a indústria e o comércio. A conservação do ambiente e o plantio de árvores frutíferas nativas em áreas de preservação permanente e de reserva legal são extremamente importantes para promover o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região, de maneira sustentável (LUZIA, 2012).

O extrativismo praticado de forma sustentável é importante, pois gera renda e produtos para muitas pessoas e ao mesmo tempo, contribui para a conservação do Cerrado, protegendo sua diversidade de plantas e animais, as nascentes, cursos d'água e a riqueza cultural de seus povos. No Cerrado são encontradas muitas espécies de plantas utilizadas na alimentação humana, como por exemplo, cagaita, pequi, baru, cajuzinhos, maracujás nativos, jatobá, mangaba, buriti, coquinho azedo e babaçu (RODRIGUES, 2004; SCARIOT, RIBEIRO, 2015).

O uso de espécies frutíferas do cerrado é muito importante, as riquezas disponíveis no ecossistema e o crescimento das novas tecnologias constituem atualmente um potencial extraordinário não só para gerar empregos e rendas, mas também para

resgatar usos tradicionais, dentro de um horizonte empreendedor e inovador, ampliar o potencial alimentício do uso das frutas do cerrado (SIQUEIRA, 2012).

O Cerrado possui frutos com sabor único, que podem ser consumidos *in natura*, para enriquecer receitas culinárias ou processado. A maioria desses frutos são ricos em vitaminas, antocianinas, flavonoides e possuem elevado potencial antioxidante. Entretanto ainda apresenta pouco conhecimento da população quanto aos benefícios proporcionados pelo consumo, potencial econômico e aplicação tecnológica desses frutos (SOARES *et al.*, 2019).

O melhoramento genético, as inovações no processo de produção, conservação e transporte, são atualmente estruturas que permitem uma ampliação de muitas espécies frutíferas dos cerrados, algumas das quais desconhecidas pela maioria dos brasileiros, muitas vezes pela falta de informações e divulgações. Para exemplificar é importante ressaltar algumas espécies que regionalmente são usadas para licores, doces, geleias, sucos, farinha, bolos e picolés, como o murici (*Byrsonima spp*), a pêra-do-cerrado (*Eugenia klotzchiana Berg.*), a mangaba (*Hancornia speciosa Gomez*), a mamacadela (*Brosimum gaudichaudii Trec.*), a gabioba (*Campomanesia spp*), o bacupari (*Salacia campestris Peyer*), o baru (*Dipteryx alata Vog*) entre outras. O que antes era considerado exclusivo ao comércio regional, nos dias atuais já é encontrado em processo de difusão nacional, possibilitando aos brasileiros um conhecimento maior do potencial alimentício do cerrado (SIQUEIRA, 2012).

Em função do desconhecimento da maioria das pessoas em relação a variedade dos frutos do Cerrado, devido ao seu potencial pouco explorado em processamento e a falta de divulgação da sua utilização é fundamental o investimento na industrialização dos frutos. O processo de industrialização desses frutos contribui para facilitar o conhecimento da população de um modo geral, consequentemente aumentando o consumo e o aproveitamento da flora nativa da região do Cerrado (SOARES *et al.*, 2019).

A realização de estudos envolvendo espécies do cerrado é de suma importância para informar e divulgar conhecimento sobre as características nutricionais dos frutos, incentivar o manejo sustentável, cultivo econômico destas espécies e a elaboração de produtos industrializados (VERA *et al.*, 2009).

Nas etapas de colheita, transporte, armazenamento e comercialização, há muitas perdas e geração de coprodutos. A *Food and Agriculture Organization of the United Nations*- FAO aponta que, em breve, será imprescindível o aumento da produção de alimentos em 60% até 2050, devido às mudanças climáticas e ao constante crescimento da população (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2012).

A busca por soluções para minimizar as perdas e agregar valor aos coprodutos dos frutos é essencial. Para isso, são necessários estudos científicos e tecnológicos, que fundamentem o uso de forma competente, economicamente viável, segura e sem impactos negativos (REIS; SCHMIELE, 2019).

2.2 BARU

Das espécies nativas dos Cerrados do Estado de Goiás, o barueiro (*Dipteryx alata* Vog) destaca-se pela abrangência de ocorrência e pela sua integração e convivência pacífica, com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais, especialmente em áreas mais tradicionalistas, voltadas para a pecuária, em que as plantas são preservadas na abertura de pastos. É uma árvore frutífera que ocorre nas matas, cerrados e cerradões do Brasil Central, envolvendo terras dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal. Ocorre também em menor frequência nos estados do Maranhão, Tocantins, Pará, Rondônia, Bahia, Piauí e norte de São Paulo (CARRAZZA, ÁVILA, 2010; CORRÊA *et al.*, 2000).

A árvore do barueiro é de grande porte, chega a medir aproximadamente 25 metros de altura, podendo atingir 70 cm de diâmetro, tem ótimos indicadores de produtividade como vida útil de 60 anos e capacidade de produção em torno 150 kg por ciclo sazonal. Com copa densa e arredondada, apresenta crescimento rápido, sendo importante para fixação de carbono da atmosfera, com folhagem que possibilita sombra para o gado. Apresenta sua primeira frutificação com cerca de seis anos, sendo este período bastante variado em função das condições de solo e água. O baru frutifica na época da seca e seus frutos possui polpa carnosa, importante característica para a alimentação da fauna nesta época (CARRAZZA; ÁVILA, 2010).

A época de floração e frutificação do baru varia de acordo com a região, a colheita normalmente é realizada após o pico de queda dos frutos maduros. A floração ocorre geralmente no mês de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro. Os frutos novos

de janeiro a junho, os frutos amadurecem no mês de julho a outubro e a colheita pode ser realizada no mês de agosto, setembro e outubro (CARRAZZA; ÁVILA, 2010).

O barueiro é uma das espécies mais favoráveis com valor potencial de exploração e para cultivo, devido ao seu uso múltiplo, facilidade de germinação de sementes e de estabelecimento de mudas, possui fruto comestível, madeira durável e ornamental. A árvore é frutífera (Figura 1), da família *Leguminosae Faboideae*, o nome popular pode variar com o local, sendo geralmente mais conhecido como baru nos Estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais e no Distrito Federal, cumaru ou cumbaru em São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os outros nomes que incluem diferentes espécies são barujó, castanha-de-burro, castanha-de-ferro, coco-feijão, cumaru-da-folha-grande, cumarurana, cumaru-roxo, cumaru-verdadeiro, feijão-coco, fruta-de-macaco, meriparágê, pau-cumaru. No exterior, o baru é conhecido como tonka beans (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

Figura 1 - Árvore do Barueiro



Fonte: ISHII, NONATO, CLÁUDIO, [201-]

Tanto a árvore quanto o fruto do barueiro estão entre as 110 espécies nativas do Cerrado com maior potencial econômico para a população da região, e entre as 10 mais favoráveis para cultivo, devido ao seu grande potencial alimentício (polpa do fruto e das sementes, ricas em minerais, proteínas, carboidratos e lipídeos de alta qualidade), madeireiro, medicinal (óleo das sementes), ornamental e forrageiro (frutos caídos e sombra para o gado) (COSTA *et al.*, 2015).

O baru apresenta boa produtividade, germinação das sementes e crescimento rápido, apresentando mais de 95% de sobrevivência, seu potencial para plantação em escala comercial é muito elevado. Além da boa produtividade é um produto de fácil armazenamento e com pouca incidência de pragas e doenças. O baru tem despertado interesse para plantios com a finalidade de aproveitamento dos frutos e para recuperação de áreas degradadas, devido ao alto benefício da utilização integral dos frutos e pela sua valorização que tem sido crescente (SANO, 2016; SANO, RIBEIRO, BRITO, 2004).

O baru possui potencial econômico para as populações que vivem no Cerrado, especialmente no Estado de Goiás, devido à comercialização de suas amêndoas, sendo uma grande alternativa sustentável do Cerrado e uma possibilidade econômica lucrativa e os frutos são valiosos na complementação alimentar das pessoas. Porém, é fundamental que o barueiro seja mais cultivado comercialmente (BORGES, 2004; VERA, 2007).

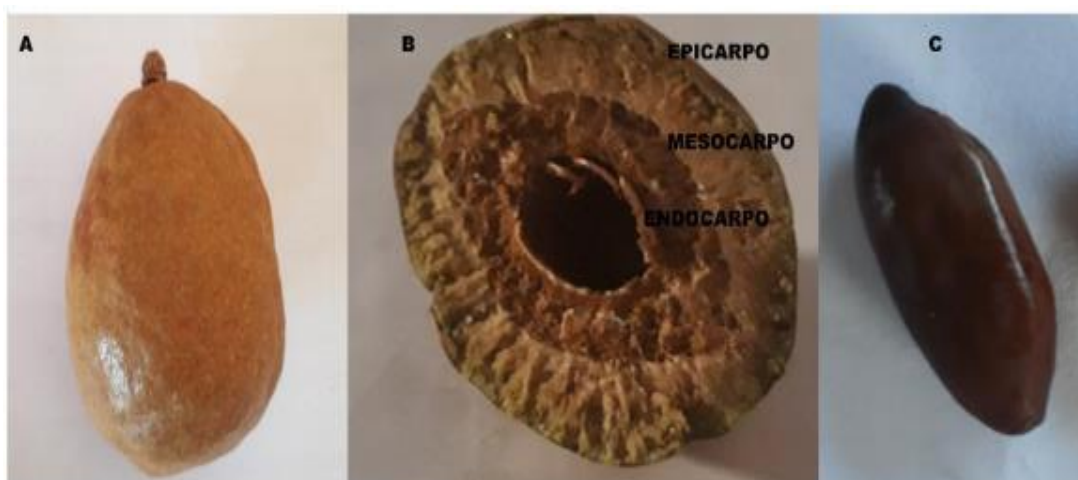
O barueiro possui uma intensa frutificação quando está na fase adulta, possui frutos (Figura 2, (A) Baru inteiro, (B) Estruturas internas do Baru, (C) Amêndoa), de aproximadamente 5 a 7 cm de comprimento por 3 a 5 cm de diâmetro, do tipo drupa, ovoides, levemente achatados e de coloração amarronzada, com uma única semente, amêndoa, comestível e comercializada em empórios nos grandes centros, bastante apreciada pela população local. Quando o fruto não está maduro, a polpa contém elevados teores de taninos, que diminuem com a maturação, tornando o fruto caído no chão mais adequado para consumo. O fruto é especificado como sendo uma drupa, com polpa rica em proteína, aromática, sabor adocicado, muito consumido pelo gado, animais silvestres e pelo homem (VERA *et al.*, 2009; LUZIA, 2012).

As características físicas do fruto do baru em média são: peso por fruto é aproximadamente 25,00g, o peso da polpa por fruto é 7,5g, peso da semente por fruto 1,25g, e o peso do endocarpo por fruto é 16,25g. O rendimento da polpa de baru é de aproximadamente 30,00%, rendimento da semente é 5,00% e o rendimento do endocarpo é de 65,00% (CARRAZZA; ÁVILA, 2010).

O comprimento do fruto de baru é em média geral de 53,89 mm, valor máximo de 67,60 mm e o valor mínimo de 44,10 mm. Largura do fruto em média geral é 39,37 mm, valor máximo 48,55 mm e valor mínimo de 33,15 mm. A espessura do fruto em relação à média geral é 28,12 mm, valor máximo 33,20 mm e valor mínimo de aproximadamente 22,90 mm (CORREA *et al.*, 2008).

Os frutos dos barueiros são altamente nutritivos e muitas vezes, são pouco conhecidos pela população. Nas comunidades locais em que esses frutos são comuns, amplamente consumidos *in natura* e também acrescentados em receitas culinárias, melhoram a qualidade nutricional da dieta humana e possibilitam a obtenção de novos produtos. Os frutos de baru podem apresentar variação no sabor devido à maturação fisiológica e a presença de tanino, em geral o seu sabor é adocicado (PIETRO, 2016).

Figura 2 - Fruto do Barueiro: (A) Baru inteiro; (B) Estruturas internas do Baru; (C) Amêndoa



Fonte: MORAIS, 2019

O fruto do baru pode ser utilizado na indústria alimentícia para enriquecer a alimentação humana, na casca pode ser encontrado maiores concentrações de fibras dietéticas (24,1 g/100 g) seguidas de polpa e amêndoa torrada (18 g/100 g e 16 g/100 g, respectivamente) e amêndoa crua (12,0 g/100 g). Entretanto, as amêndoas apresentaram as maiores concentrações lipídicas e proteicas em comparação com a casca de baru e a polpa (SANTIAGO *et al.*, 2018).

Estudos relatam que o baru é considerado um fruto climatérico, ou seja, que continua seu processo de maturação mesmo após a colheita, a polpa do baru pode ser considerada importante fonte de fibra alimentar aproximadamente 27% e açúcares, contendo elevado teor de taninos, que diminui gradativamente com o aumento do grau de maturação do fruto (ALVES *et al.*, 2010).

Aliado ao benefício e a necessidade da ingestão de frutos para a saúde, devido às suas propriedades nutritivas e proteica, os frutos nativos do Cerrado, como o baru, facilitam o acesso aos frutos, contribuindo com a qualidade nutricional da dieta das

comunidades locais, além de constituírem um grande potencial científico e econômico para os que sobrevivem da exploração sustentável desses frutos (PIETRO,2016).

2.2.1 Amêndoa

A semente do baru (Figura 2 C), também conhecida por amêndoa, fica no centro da fruta, tem a forma elíptica e cor marrom. A amêndoa de baru é uma oleaginosa nativa do bioma Cerrado e destaca-se devido seu elevado teor de nutrientes. Cada fruto do barueiro é composto por uma única amêndoa comercializada e apreciada devido ao seu sabor agradável e a sua composição é considerada rica em lipídeos, proteínas, minerais e fibras (BORGES,2004; BORGES, 2013; CAMPIDELLI *et al.*, 2020).

As amêndoas de baru apresentam alto teor de proteína bruta (26,3%) e lipídios (33,3%). O óleo extraído é composto, em sua maioria (75,6%), por ácidos graxos insaturados. Em sua constituição química, encontram-se também fatores que não são nutricionais (antitripsina) que são facilmente destruídos pelo calor. Dessa forma, recomenda-se o consumo das amêndoas torradas, que apresentam sabor semelhante ao amendoim (VERA; SOUZA, 2009).

O baru tem alto potencial para comercialização e sua alta resistência, combinada à baixa deterioração das amêndoas, viabiliza sua estocagem por aproximadamente até um ano e seu transporte a lugares afastados. A maturação e queda de baru coincidem com a estação quente e seca, de modo que ele é propício para ser utilizado em produtos industrializados como os sorvetes, que são altamente consumidos nessa época. A amêndoa de baru tem uma grande possibilidade em ser utilizada em produto alimentício que agrada muito a maioria dos consumidores que é a utilização em sorvetes sabor baru. Podem ser usadas também, após torradas, em inúmeros tipos de alimentos como paçoquinha, sorvetes, molhos, recheios, pé de moleque, biscoitos, bolos, rapaduras, amêndoa torrada e salgada entre outros (BORGES,2004; PINHO *et al.*, 2015; VERA, SOUZA, 2009).

A extração da amêndoa do baru requer cuidado especial, que se inicia com a seleção dos frutos. Como a casca é dura, sua quebra para obtenção da amêndoa inteira requer técnicas de corte transversal ou por pressão mecânica. Em seguida, realiza-se a seleção das amêndoas as deterioradas são utilizadas como adubo, as machucadas servem para a produção da farinha. As amêndoas inteiras são separadas por tamanho e armazenadas por até aproximadamente 30 dias para serem consumidas *in natura* ou

torradas. A casca da amêndoa também pode ser usada para a produção de carvão ou mesmo utilizada em substituição à brita em calçamento, devido à sua resistência (CARRAZZA; ÁVILA, 2010).

A amêndoa de baru como substituinte das nozes é uma alternativa interessante e vem sendo utilizado na elaboração do *pesto* que é um molho italiano para massas, podendo atender a restaurantes e ao mercado externo, grande consumidor de nozes. O aproveitamento de frutos do Cerrado, como amêndoas de baru, em produtos alimentícios tradicionais é possível, sem que as alterações de qualidade sejam observadas, aumentando assim, o valor nutritivo do produto e favorecendo a preservação do bioma Cerrado (SANTOS *et al.*, 2012; VIEIRA *et al.*, 2006).

A castanha de baru é a parte de maior interesse industrial utilizada em vários produtos industrializados que já estão no mercado, como por exemplo a farinha de baru, o óleo de baru e produtos formulados como molhos, licores, a cachaça do baru, pães, composição de cereais matinais como as barras de cereais, bombons, bolos, pastas de baru com cacau e outros ingredientes (BAGNARELLI; SIQUEIRA, [201-]).

A castanha de baru possui vários produtos alimentares já industrializados. Na empresa Barúkas é produzido castanha do baru torrada pronta para o consumo (Figura 3) (BARÚKAS, [201-]).

Figura 3 - Castanha de baru torrada.



Fonte: BARÚKAS, [201-]

De acordo com os níveis de nutrientes e o impacto ambiental, comparado a média de amêndoas, amendoim, castanha-de-caju e nozes a castanha de baru possui menos calorias, aproximadamente 25% menos calorias do que em outras castanhas, rica

em nutrientes como cálcio, ferro, potássio, magnésio e zinco e rica em proteínas cerca de 31gramas a cada porção de 100 gramas (BARÚKAS, [201-]).

Pioneira no uso da castanha de baru na culinária, a Nonna Pasqua é uma empresa que se dedica, desde 1999, a elaboração de produtos *gourmet* de grande interesse e qualidade para os seus consumidores. Os produtos são elaborados com o uso de tecnologias que preservam a maioria dos valores nutricionais da castanha de baru e sem a utilização de conservantes, o creme de cacau com castanha de baru (Figura 4) é um produto com a união do cacau chocolate, *chantilly* e a castanha de baru (NONNA PASQUA, [201-]).

A castanha de baru também pode ser utilizada em bebidas para agregar sabor e qualidade, o licor de baru (Figura 4) apresenta um ótimo energético para ser apreciado ao natural, levemente frio, com café expresso ou como ingrediente para sobremesas. É fundamental a elaboração de produtos utilizando a castanha de baru, que é um alimento único e rico em nutrientes e colabora também para a movimentação do comércio brasileiro (NONNA PASQUA, [201-]).

Figura 4 - Creme de cacau com castanha de baru e licor de baru



Fonte: NONNA PASQUA, [201-]

2.2.2 Polpa

O baru é constituído por um epicarpo (casca) fino que apresenta coloração marrom (Figura 5A) o mesocarpo (Figura 5B) tem polpa fibrosa e seca, o endocarpo lenhoso protege apenas uma semente (amêndoa) elipsoide, com comprimento médio de 2,5 cm e massa variando de 1,1 a 1,5 g. Em média, a amêndoa representa 4,2% do fruto.

A polpa representa cerca de 30% da massa do fruto (CARRAZA, ÁVILA, 2010; VERA, SOUZA, 2009).

A polpa apresenta valor calórico de aproximadamente 309,89 kcal/100g, na sua maioria composta de carboidratos, amido (38,0%), fibra (29,5%) e açúcar (20,2%), com o armazenamento a composição de açúcares aumenta e de tanino diminui. A polpa de baru também é uma importante fonte complementar de calorias para os animais, sendo consumida pelo gado quando os frutos caem da árvore no final da estação seca (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE, 2016; VALLILO, TAVARES, AUED, 1990).

A composição química da polpa do baru apresenta quantidades de proteína aproximadamente 5,88 g/ 100g, lipídios 3,57 g/ 100g, valor energético total 145,65 Kcal/ 100g e umidade de 24,45 % (LIMA *et al.*, 2010).

Figura 5- Casca de baru (A), Polpa de baru (B)



(A)



(B)

Fonte: SANTIAGO *et al.*, 2018

Uma opção viável é utilizar a polpa como fonte de fibra alimentar ou de açúcares em alimentos, como os produtos de panificação, sorvetes e bebidas (TOGASHI, 1993).

A coleta de frutos de baru é realizada durante o período seco, e colocados geralmente em sacos de aproximadamente 45 kg para transporte e posterior armazenamento em local arejado, de preferência na sombra. A forma mais conveniente para conservação desse material é manter distância das paredes e do chão no local de

armazenamento, para evitar umidade e ataque de possíveis animais. Para o consumo humano, o processamento da polpa (mesocarpo) é realizado manualmente, com o auxílio de utensílio como a faca e o ralador após lavagem do fruto. O uso da polpa de baru deve passar por uma escolha criteriosa, frutos deve conter baixo conteúdo de tanino (VIEIRA *et al.*, 2006).

Para a realização do aproveitamento da polpa do baru, o tempo entre a coleta e o processamento deve ser o mínimo possível. Mesmo contendo baixo teor de umidade, a polpa armazenada pode sofrer ataques de insetos, fungos e roedores. Durante a coleta é realizada uma primeira seleção onde são separados os frutos destinados à extração da polpa. É necessário escolher os frutos recém caídos do pé, íntegros, que não tenham sido roídos por animais, nem apresentem sinal de deterioração e sujidades impregnadas (CARRAZZA; ÁVILA, 2010).

A polpa é altamente calórica, podendo colaborar para alimentação humana, usada por exemplo na fabricação de licores, geleias, bolos, sorvetes, mousses, destacando o seu sabor adocicado e na alimentação animal para produzir ração animal. O emprego da polpa de baru em produtos industrializados é importante, pois pode enriquecê-los em termos nutricionais e agregar valor ao fruto, além de contribuir para a preservação da espécie nativa, o desenvolvimento regional sustentável, mantendo a preservação dos frutos do cerrado e colaborando com o crescimento dos pequenos produtores. A utilização integral do baru em alimentos processados é recomendável para agregar valor ao fruto e qualidade nutricional ao produto, contribuindo para o uso sustentável desse fruto nativo (LIMA *et al.*, 2010; NEPOMUCENO, 2006).

O desenvolvimento de novos alimentos, como por exemplo as barras de cereais utilizando a polpa de baru podem ser consideradas alimentos saudáveis em razão de seus altos teores de proteínas e fibras, colaborando para melhorar e diversificar a alimentação humana (LIMA *et al.*, 2010).

A adição de polpa de baru na elaboração de barras de cereais, em substituição ao farelo de aveia, foi analisada que não influenciou a aceitabilidade do produto e melhorou seu valor nutricional, aumentando o teor de fibras insolúveis e reduzindo o valor energético. Barras de cereais formuladas com a polpa e amêndoa de baru são fontes de energia, proteínas e carboidratos, e também apresentam alto teor de fibra alimentar (LIMA *et al.*, 2010).

Pães formulados com diferentes proporções de casca e polpa de baru em substituição ao farelo de trigo apresentam aceitação em relação aos atributos de aparência, textura e sabor. A casca e polpa do baru são utilizadas como ingredientes viáveis para aplicação tecnológica na elaboração de pães integrais do tipo fôrma, proporcionando melhora das características nutricionais e atributos sensoriais (ROCHA; SANTIAGO, 2009).

Estudos comprovam a excelente utilização do baru para bebida fermentada alcoólica utilizando a polpa do baru, possui resultados que atendem à legislação vigente para fermentados de frutas, proporcionando nova fonte de aproveitamento desta matéria-prima tão pouco explorada. Durante todo o processamento, o fermentado apresentou comportamento dentro do esperado, como diminuição de açúcares garantindo uma fermentação eficaz sem interferentes, como elevadas quantidades de ácido acético e propagação de organismos deteriorantes (FERREIRA, 2013).

Gadioli (2013) estudou a viabilidade do uso da polpa do baru para cristalização do açúcar, e concluiu que a frutose cristalizada da polpa pode ser empregada para o consumo humano e indústrias de alimentos, como adoçante dietético, desenvolvimento e inovação de produtos alimentícios constituindo uma alternativa devido ao baixo índice glicêmico e usando uma matéria prima não convencional subproduto da industrialização da castanha.

Quando a polpa é utilizada para massa de bolo, sua coloração torna-se escura, ficando semelhante ao chocolate. Alguns frutos apresentam polpa menos adocicada ou com mais tanino. Essa variação de doce a amargo no sabor e alterações na textura é de origem genética e também devida ao estágio de maturação dos frutos. Os frutos verdes ou imaturos têm mais tanino, alterando o sabor e a digestibilidade da polpa. Para consumo da polpa é necessário selecionar frutos maduros e com baixo teor de tanino (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

A polpa (mesocarpo) de baru pode ser aproveitada com o intuito de substituição parcial da farinha de trigo, na produção de biscoitos. De acordo com a análise sensorial realizada nos biscoitos com 25% de substituição da farinha de trigo, pode ser relatado uma boa aceitação do produto, em relação à sua aparência e sabor, a utilização da polpa do baru colabora para melhorar a qualidade nutricional dos biscoitos (ALVES *et al.*, 2010).

Estudos relatam que as barras de cereais formuladas com 14% de amêndoa de baru e 0%, 5% e 10% de polpa de baru possui uma boa aceitação por consumidores potenciais de barras de cereais. A adição de polpa de baru na elaboração de barras de cereais, em substituição ao farelo de aveia, não influenciou a aceitabilidade do produto e colaborou para melhorar seu valor nutricional, aumentando o teor de fibras insolúveis e diminuindo o valor energético. Barras de cereais formuladas com a polpa e amêndoa de baru são fontes de energia, proteínas e carboidratos, também apresentam alto teor de fibra alimentar. A utilização integral do baru em alimentos processados é recomendável para agregar valor ao fruto e qualidade nutricional ao produto, contribuindo para o uso sustentável desse fruto nativo. É muito importante a utilização da polpa do baru nos processos de industrialização de alimentos, ela é um resíduo rico em nutrientes da indústria de castanhas de baru (LIMA *et al.*, 2010).

2.3 SECAGEM DE ALIMENTOS

A redução das perdas pós-colheita de frutas e hortaliças é uma preocupação para as pequenas, médias e grandes agroindustriais. Os vegetais e frutos, podem ser desidratados ao sol ou por meio de sistemas artificiais para diminuição do conteúdo de água, fator primordial na conservação de alimentos e dessa forma diminuindo as perdas de produtos após a colheita (CELESTINO, 2010; MARCINKOWSKI, 2006).

A água é o constituinte mais abundante nos alimentos *in natura*, apresentando muitas funções no processamento de alimentos e, embora a molécula de água seja uma substância química simples, o impacto nas reações químicas e sobre a qualidade dos alimentos é considerado maior do que qualquer outro componente químico. Portanto, a secagem desses produtos representa uma alternativa de conservação que colabora para uma maior vida de prateleira, contribuindo também para a redução dos custos com armazenamento e transporte (Al-MUHTASEB *et al.*, 2002; ANDREOLA, 2013; ARAÚJO, 2018).

A secagem apresenta algumas vantagens tais como: aumento da vida útil do produto, o alimento desidratado é nutritivo pois apesar das possíveis perdas de alguns nutrientes, o valor alimentício do produto é concentrado por causa da perda de água, facilidade no transporte e comercialização devido ao alimento seco ser leve, compacto e suas qualidades permanecem inalteradas por longos períodos, o processo de secagem é econômico, os secadores semi-industriais têm baixo custo, a mão-de-obra não necessita

ser muito especializada, os produtos desidratados apresentam baixo custo de armazenagem e a secagem colabora também para a redução nas perdas pós-colheita (CELESTINO, 2010).

A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade, composição e pode afetar o armazenamento, o tipo de embalagem e o processamento. A água é um componente essencial para o processo vital, aparência, sabor, bem como para a deterioração química, enzimática e microbiológica dos alimentos. Quanto maior a disponibilidade de água nos alimentos, mais propício à deterioração e por isso que a maioria dos processos de preservação de alimentos é baseada na remoção de umidade seja através da adição de solutos, congelamento, refrigeração ou secagem (ALVES, 2014; FRONZA, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 1999).

A secagem de alimentos é considerada uma das técnicas mais antigas de conservação de alimentos utilizadas pelo homem, desde os primórdios da história da civilização humana há relatos da utilização de secagem de alimentos com o intuito de conservar os produtos por mais tempo. No Egito Antigo o método mais antigo de processar frutas era a secagem feita usando a energia emitida por meio dos raios solares, por exemplo as uvas eram expostas a luz solar sem nenhum tratamento prévio, ou seja, de forma totalmente empírica (ALVES, 2014; PARK, BIN, BROD, 2001).

Nos últimos anos com o surgimento de secadores dimensionados adequadamente para a secagem de frutas e principalmente com custos considerados mais acessíveis, o mercado de frutas secas cresceu, aumentando o surgimento de produtos, marcas no mercado e também novos produtos que foram elaborados utilizando frutas secas em sua formulação (ARAÚJO, 2018).

Um dos principais objetivos dessa operação é conservar, aumentar a vida de prateleira do produto ao reduzir sua quantidade de água e a manutenção das qualidades do produto. No processo de secagem o teor de água dos alimentos é reduzido até atingir níveis seguros e dessa maneira, inibindo o crescimento de microrganismos, reduzindo a possibilidade de proliferação de insetos e pragas e evitando também a perda da qualidade dos alimentos (ANDREOLA, 2013; ARAÚJO, 2018; CELESTINO, 2010; MARCINKOWSKI, 2006; MELONI, 2003).

Secagem é o processo que utiliza a energia sob condições de temperatura e umidade controladas, com o intuito de remover grande parte da água livre presente no

alimento através da evaporação da água, com transferência de calor e massa. Essa redução deve ser realizada até certo ponto, onde a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes seja suficientemente elevada para reduzir a atividade de água e inibir, portanto, o desenvolvimento de microrganismos, além de conferir ao produto final características sensoriais próprias e manter ao máximo o seu valor nutricional (ALVES, 2014; CELESTINO, 2010; MARCINKOWSKI, 2006; MELONI, 2003; PARK, BIN, BROD, 2001).

O processo de secagem utiliza ar quente para a transferência de calor para o alimento e a consequente vaporização da água contida nesse, ocorrendo a desidratação. A secagem pode ocorrer à pressão atmosférica ou à pressão reduzida em equipamentos apropriados como por exemplo as estufas. A capacidade do ar para eliminar a água de um alimento depende, principalmente, de sua temperatura e de sua umidade relativa (CELESTINO, 2010).

É necessário fornecimento de calor para evaporar a umidade do produto e um meio de transporte para remover o vapor de água formado na superfície do produto a ser seco. Durante o processo de secagem, a umidade migra do interior para a superfície do produto, de onde evapora para o ambiente. O ar quente é mais utilizado, por ser facilmente disponível e mais conveniente na instalação e operação de secadores, sendo que o seu controle no aquecimento do alimento não apresenta grandes problemas. O ar pode ser utilizado também, como veículo para transportar a umidade removida do produto para o ambiente. Incluem-se nesses processos a secagem ao sol e a secagem realizada em secadores de bandejas, de túnel, de leito fluidizado e atomizadores (MELONI, 2003).

Durante a secagem é fundamental o fornecimento de calor para evaporar a umidade do material. Ao ser colocado no secador, devido à diferença de temperatura, ambiente mais quente que o material, ocorre a transferência de calor da fonte quente para o material úmido e também a evaporação da água. A diferença de pressão parcial de vapor d'água entre o ambiente quente, o ar quente, e a superfície do produto resultará em uma transferência de massa do produto para o ar, e assim o vapor será arrastado do material (PARK, YADO, BROD, 2001).

Durante o contato do produto com o ar quente, ocorre uma transferência de calor do ar ao produto sob efeito da diferença de temperatura existente entre eles, a qual

depende das condições externas, tais como: temperatura do ar, umidade e a área de exposição do sólido (ALVES, 2014).

As frutas e as hortaliças podem ser desidratadas por diferentes métodos. O mais comum para alimentos sólidos, é a desidratação em secadores do tipo cabine com bandejas e circulação forçada de ar quente. O alimento é espalhado uniformemente sobre uma bandeja com fundo tipo tela. A circulação de ar no secador é realizada por um ventilador localizado atrás de resistências elétricas usadas para o aquecimento do ar de entrada. O controle da temperatura é por meio de um termostato, após a secagem, o secador é aberto e os alimentos são retirados das bandejas. Durante a secagem, são feitas pesagens de uma pequena bandeja com uma amostra do produto para verificar o fim do processo (ARAÚJO, 2018; MELONI, 2003).

Apesar das vantagens do processo de secagem, ela pode provocar mudanças químicas e físicas que afetam a qualidade do produto desidratado, determinadas propriedades nutritivas do alimento podem ser diminuídas, principalmente as vitaminas, em processos com tratamento térmico (CELESTINO, 2010).

Estudos e análises de curvas de secagem e determinação do teor de água permitem compreender e verificar melhor o processo de secagem, colaborando também para escolher o procedimento, o tratamento, o equipamento e a temperatura adequada para realizar a secagem em alimentos, como por exemplo as frutas, para melhorar a qualidade sensorial e tecnológica dos produtos (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Vários estudos sobre secagem de frutas e qualidade dos produtos desidratados têm sido realizados com o objetivo de obter produtos diversificados e de boa qualidade. A avaliação da vida útil de um produto é uma ferramenta bastante usada para a obtenção de dados sobre o seu comportamento em nível de armazenamento, comercialização e consumo (PONTES, 2009).

2.3.1 Curvas de secagem

O estudo da secagem de materiais abrange a determinação das curvas de secagem, ou seja, o processo de secagem é representado pelas curvas de secagem, que são reproduções gráficas dos dados de umidade do material em função do tempo, obtidos experimentalmente. Dessa forma, o processo de secagem relaciona a mudança do conteúdo médio de umidade do material com o tempo de processo (ANDREOLA, 2013).

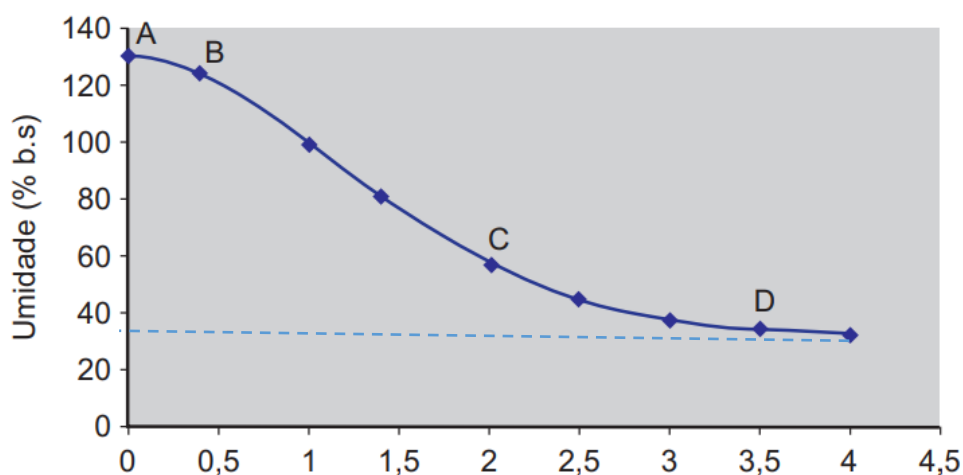
O objetivo da análise da secagem é sempre relatado à predição de tempo de secagem. As taxas de secagem devem ser relacionadas para um determinado produto e para uma determinada operação (processo e equipamento). Os estudos da transferência de calor e massa, além do estabelecimento de possíveis mecanismos de migração interna de umidade possibilitará o estabelecimento da taxa de secagem (PARK *et al.*, 2014).

Com o conhecimento das limitações dos processos para um determinado produto pode-se avaliar, projetar e/ou otimizar o processo de secagem permitindo a avaliação do tempo de secagem. A predição do tempo de secagem é o dado fundamental para o dimensionamento e a otimização de uma planta industrial de secagem (PARK *et al.*, 2014).

O estudo da cinética de secagem tem como objetivo o conhecimento do comportamento do material estudado ao longo do processo e a predição do tempo de secagem, geralmente, no processo de secagem os dados experimentais obtidos são representados através de curvas relacionando o teor de umidade com o tempo como mostrado na Figura 6 (CARVALHO, 2014; CESLESTINO, 2010; GURGEL, 2014).

O intervalo AB representa o primeiro período da secagem, onde a temperatura do sólido bem como a taxa de secagem aumenta até entrar no segundo estágio da secagem, o qual é representado pelo intervalo BC, em que a taxa de secagem é constante. Este estado persiste até que a umidade no interior do sólido seja muito baixa, diminuindo a difusão da água para a superfície do sólido. Uma vez em que as forças resistivas à transferência de massa sejam maiores do que a vaporização da água presente na superfície do sólido, um decréscimo na taxa de secagem é observado, como mostra no intervalo CD. A partir do ponto D o teor de umidade é muito baixo no sólido, sendo que em sua superfície não há uma área de saturação. A secagem prossegue até um limite, teor de umidade de equilíbrio, onde a pressão de vapor no sólido é igual à pressão parcial do vapor no ar (CESLESTINO, 2010; GURGEL, 2014).

Figura 6 – Curva de secagem



Fonte: CELESTINO, 2010 (Adaptado)

Os estudos da cinética de secagem têm despertado o interesse de vários pesquisadores para os mais diferentes produtos, as curvas de secagem em camada delgada variam com a espécie, variedade, condições ambientais, métodos de preparo pós-colheita, entre outros fatores. Na literatura, diversos modelos matemáticos têm sido utilizados para descrever a cinética de secagem em camada fina para produtos agrícolas (AFONSO JÚNIOR; CORRÊA, 1999; FARIA *et al*, 2012; SILVA *et al*, 2014; REIS *et al*, 2011; RESENDE *et al.*, 2008).

O estudo do processo de secagem fornece informações relativas ao comportamento do fenômeno de transferência de calor e massa entre o material biológico e o elemento de secagem, normalmente ar atmosférico, aquecido ou não, essas informações são fundamentais para o projeto, operação e simulação de sistemas de secagem e secadores (CORRÊA *et al.*, 2003).

Três são os tipos de modelo de secagem, usados para descrever a cinética de secagem em camada fina de produtos agrícolas, ou seja: o modelo teórico, que considera apenas a resistência interna à transferência de calor e água entre o produto e o ar quente, os modelos semi teóricos e os empíricos, que consideram somente a resistência externa à temperatura e a umidade relativa do ar de secagem (MIDILLI, KUCUK, YAPAR, 2002; PANCHARIYA, POPOVIC, SHARMA, 2002).

O estudo de simulação da secagem sob condições externas constantes, para um determinado tempo de processamento, pode ser dividido em dois grupos principais: modelos teóricos e empíricos, as relações empíricas têm-se mostrado as melhores opções

para prever o processo de secagem, apesar de sua validade estar restrita às condições sob as quais os dados experimentais foram obtidos (AFONSO JÚNIOR, CORRÊA; 1999).

Os métodos semi-empíricos oferecem um compromisso entre a teoria e a aplicação sem, entretanto, refletirem toda a complexidade do fenômeno. Baseiam-se, geralmente, na lei de resfriamento de Newton aplicada à transferência de massa, presumindo-se que, durante a secagem, as condições sejam isotérmicas e que a transferência de umidade se restrinja à superfície do produto (SYARIEF, MOREY, GUSTAFSON, 1984).

Os modelos empíricos geralmente têm como base a lei de resfriamento de Newton para transferência de calor por convecção. O primeiro deles, denominado modelo exponencial, resulta da simplificação da solução da equação de difusão para uma esfera em que Lewis assumindo que a taxa de secagem é proporcional à diferença entre o teor de umidade médio e o conteúdo de umidade de equilíbrio do produto, em um determinado período de tempo (SYARIEF, MOREY, GUSTAFSON, 1984).

As constantes de secagem, dependentes da natureza do produto, foram investigadas por diversos pesquisadores, os quais estabeleceram que essas podem ser descritas como função da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem (AFONSO JÚNIOR; CORRÊA, 1999).

De acordo com Afonso Júnior e Corrêa (1999) o estudo de sistemas de secagem, seu dimensionamento, otimização e a determinação da viabilidade de sua aplicação comercial, podem ser realizados por simulação matemática. Para a simulação, cujo princípio fundamenta na secagem das camadas do produto, utiliza-se um modelo matemático que representa satisfatoriamente a perda do teor de água do produto durante o período de secagem.

O modelo de regressão não linear é frequentemente utilizado por pesquisadores em diversas áreas do conhecimento, tais como, agricultura, biologia, engenharia, química, entre outros, são estabelecidas por funções não lineares que devem ter coeficientes (parâmetros) identificados (estimados) a partir de dados observados ou experimentais (MATTOS, 2013; ZEVIANI, JÚNIOR, BONAT, 2013).

Uma das principais vantagens do modelo não linear é que sua escolha está associada à informação, conhecimento prévio sobre a relação a ser modelada e geralmente apresenta interpretação prática para os parâmetros (ZEVIANI, JÚNIOR, BONAT, 2013).

Estudos sobre a cinética de secagem em camada delgada, são realizados com diversos produtos agrícolas, como sementes, grãos, frutos, espécies de plantas medicinais, aromáticas e condimentares, com ajuste de diferentes modelos matemáticos, conforme o produto e as condições do processo de secagem (MARTINAZZO *et al.*, 2010).

2.3.2 Atividade de água

A concentração da água presente nos alimentos pode ser expressa, basicamente, de duas formas. Uma delas é a umidade, valor facilmente medido em laboratório que indica a quantidade de água contida na amostra. A outra forma é através da atividade de água, conceito mais apurado e com mais significado físico, por indicar a quantidade de água disponível para reações de degradação do alimento (MARCINKOWSKI, 2006).

A água pode estar presente nos alimentos sob duas formas diferentes: água livre e água ligada e a soma dessas duas parcelas distintas corresponde ao teor de umidade do produto. A água livre diz respeito às moléculas de água contidas no alimento que se encontram fracamente ligadas aos solutos, a água livre é aquela disponível para as reações físicas, químicas e microbiológicas, e é a principal responsável pela deterioração do produto. A água ligada tem mobilidade restrita com relação à água não ligada, não pode ser removida e também não pode ser utilizada para qualquer tipo de reação. Água ligada é a água da constituição do produto, faz parte da estrutura do material, ligada às proteínas e açúcares, e adsorvida na superfície de partículas coloidais, necessitando de níveis elevados de temperatura para sua remoção. Para produtos com alto teor de umidade, a água ligada representa uma pequena parte do total de água presente, correspondendo à primeira camada de moléculas de água adjacentes aos grupos hidrofílicos (FRONZA, 2007; MARCINKOWSKI, 2006).

A escala de atividade de água de qualquer produto alimentício é analisada de 0 a 1, crescimento de bolores e bactérias é influenciado pela atividade de água, pois esses microrganismos precisam de água para sua reprodução, ou seja, a deterioração do alimento pode ser influenciada também em função da atividade de água. A diferença existente entre esses dois grupos é que bolores conseguem se desenvolver melhor do que

bactérias em ambientes com menor atividade de água (MARCINKOWSKI, 2006; PONTES, 2009).

Existem importantes aplicações associadas as análises de atividade de água na área da ciência e tecnologia de alimentos, tais como informações técnicas para armazenamento e embalagem do produto, informações para indústrias de alimentos, dados para problemas de otimização e balanço energético nas operações de secagem e congelamento, entre outras aplicações (MARCINKOWSKI, 2006).

3 UNIDADE EXPERIMENTAL

3.1 COLETA DO FRUTO

Os frutos utilizados foram coletados das árvores de baru, usando apenas os frutos caídos no chão pois indicam que estão maduros. A coleta dos frutos foi realizada no mês de agosto de 2021, em uma chácara do município de Indiara em Goiânia, Goiás-GO, Brasil. Foram coletadas aproximadamente 400 unidades de frutos.

Foram escolhidos os frutos recém caídos do pé, íntegros, que não foram roídos por animais, que não apresentaram sinal de deterioração e sujidades impregnadas. Posteriormente, os frutos foram levados para o Laboratório da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), Setor Leste Universitário, área 03, bloco F em Goiânia, Goiás.

3.2 PRÉ- TESTE DO PROCESSO DE SECAGEM

Primeiramente foram realizados testes para escolher o utensílio mais adequado para obter as polpas. A princípio foi utilizado uma faca de aço inoxidável para separar a semente do epicarpo e mesocarpo e em seguida, as polpas seriam fatiadas com o auxílio de um fatiador manual Mandolin para obter espessuras padronizadas de aproximadamente 2,00 cm para colaborar na uniformização da secagem das amostras.

Devido ao baru ser um fruto duro, a utilização da faca de aço inoxidável foi um processo mais demorado e obteve pedaços de polpas de diversos tamanhos e espessuras e o fatiador manual Mandolin é um utensílio mais frágil e não obteve espessuras padronizadas. O ralador em inox foi o utensílio que apresentou maior praticidade e confiabilidade na padronização das amostras, por isso foi modificado o utensílio, e em seguida foi decidido utilizar a peneira para garantir uma padronização das dimensões das partículas a serem desidratadas.

Após ser definido que a amostra a ser estudada seria a polpa de baru ralada, foi escolhido a placa de Petri de vidro como recipiente para a secagem em estufa. Em função da estufa disponível ser sem circulação de ar e de capacidade menor estabeleceu-se o tamanho de amostra a ser utilizado de 5,00g, o experimento foi realizado em triplicata.

É fundamental ter o monitoramento constante da temperatura da estufa em todo o processo de secagem, para evitar possíveis variações da temperatura.

3.3 *PREPARO DAS AMOSTRAS*

Primeiramente os frutos de baru foram separados e selecionados, em seguida foram separados a semente do epicarpo e mesocarpo com o auxílio de um ralador em inox e uma peneira sem cabo de 24 cm material de plástico, a padronização da espessura colabora na uniformização da secagem das amostras.

3.4 *ANÁLISES DA UMIDADE INICIAL E ATIVIDADE DE ÁGUA*

A análise da umidade inicial das amostras de polpa de baru foi realizada com o auxílio de uma estufa sem circulação de ar na temperatura de 105°C e a análise de atividade de água (Aw), foi determinada utilizando o equipamento Aqualab Serie 3, as análises foram realizadas em triplicata.

Na Figura 7 (A) pode-se visualizar a pesagem da placa de Petri para estabelecimento da tara e na Figura 7 (B) a pesagem com a amostra. O experimento foi realizado em triplicata. Durante todo o manuseio das amostras foi utilizado luvas de látex, para a umidade das mãos não interferir no peso das amostras.

Figura 7 – Pesagem da placa de petri sem (A) e com amostra (B)



(A)

(B)

O equipamento Aqualab série 3 utilizado para determinar a A_w é mostrado na Figura 8, esse parâmetro auxilia na previsão de crescimento microbiano, vida útil e prazo de validade dos alimentos. Para esta análise foi utilizado aproximadamente 1,00g de polpa de baru, quantidade suficiente para recobrimento da base da cápsula do equipamento. Após aproximadamente 20 minutos o equipamento mostrou os valores de A_w e a temperatura da amostra no visor.

Figura 8 - Determinação da A_w da polpa de baru utilizando equipamento Aqualab



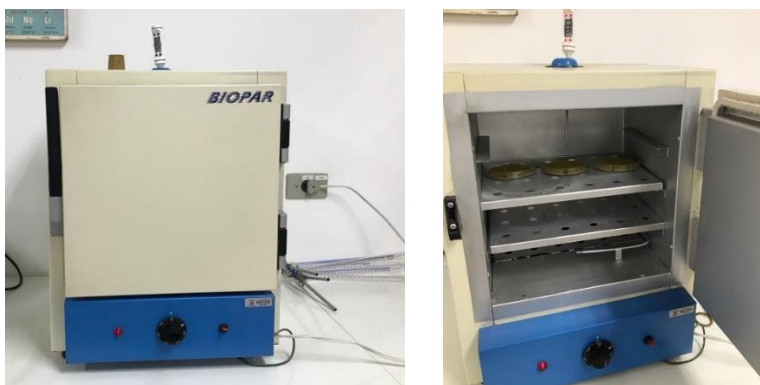
Fonte: Autor, 2021

3.5 SECAGEM DAS AMOSTRAS E COLETA DE DADOS

Para a elaboração da curva de secagem foram utilizados aproximadamente 5,00 g da polpa de baru ralada e peneirada, colocadas em placas de Petri de vidro. E pesadas utilizando a balança analítica *Shimadzu* modelo AUY220. Em seguida as amostras foram submetidas ao processo de secagem em estufa sem circulação de ar nas temperaturas de 60°C e 70°C, por serem estas usualmente utilizadas nos processos industriais. Foram realizados o experimento em triplicata.

No processo de secagem foi analisado a perda de massa gradativamente em relação ao tempo e temperatura até obter massa constante. As amostras da polpa de baru foram colocadas em estufa sem circulação de ar marca Biopar (Figura 9). As estufas são estruturas que possuem um espaço interno e são capazes de manter o calor em seu interior, gerando ambientes que possibilitam o controle de parâmetros como temperatura e umidade das amostras. Antes das amostras serem colocadas na estufa, a mesma foi ligada e aguardou a estabilização da temperatura de estudo.

Figura 9 – Estufa sem circulação de ar



Fonte: Autor, 2021

As amostras da polpa de baru foram devidamente identificadas (Figura 10) e colocadas na estufa.

Figura 10- Amostras da polpa de baru



Fonte: Autor, 2021

Após 1 hora na estufa as amostras foram colocadas no dessecador contendo sílica gel (Figura 11), para resfriarem, em seguida foi realizado a pesagem das amostras, registrados os valores em tabelas e colocadas novamente na estufa. Este procedimento foi repetido em intervalos de 1 hora de secagem, até que as amostras obtivessem peso constante.

Figura 11- Dessecador com amostras antes da pesagem



Fonte: Autor, 2021

O cálculo da umidade foi realizado utilizando o resultado da determinação de umidade a 105°C e pela diferença de peso utilizando a equação:

$$U = \frac{[(P_i - P_f)]}{P_f} \times 100 \quad \text{Eq (1)}$$

Onde

U= porcentagem de umidade (%).

P_i = Peso inicial (g).

P_f = Peso final (g).

Foi analisada a atividade de água (Aw) inicial das amostras e após o processo de secagem nas temperaturas de 60°C e 70°C.

3.6 ELABORAÇÃO DAS CURVAS DE SECAGEM

As curvas de secagem foram elaboradas através da análise de teor de umidade, tempo e temperatura da secagem das polpas de baru nas duas temperaturas diferentes, 60°C e 70 °C, utilizando planilhas do *Excell*.

Para o cálculo da razão de umidade (RU) durante as secagens nas diferentes temperaturas, utilizou-se a expressão:

$$RU = \frac{U - U_e}{U_i - U_e} \quad \text{Eq (2)}$$

Em que:

RU- Razão de umidade (adimensional).

U - Teor de água do produto, decimal b.s.

U_i - Teor de água inicial do produto, decimal b.s.

U_e - Teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

3.7 AJUSTE A MODELOS MATEMÁTICOS

Utilizando o *software Curve Expert Professional* os dados experimentais foram ajustados aos modelos matemáticos de secagem propostos por Lewis, Page, Henderson e Pabis e Verma, representados na equação 3 o modelo de Lewis, equação 4 o modelo de Page, equação 5 o modelo de Henderson e Pabis e equação 6 o modelo de

Verma (LEWIS, 1921, PAGE, 1949, HENDERSON; PABIS, 1961 *apud* SILVA *et al*, 2015; VERMA *et al*, 1985):

$$\text{Modelo de Lewis: } RU = \exp (-k t) \quad \text{Eq (3)}$$

$$\text{Modelo de Page: } RU = \exp (-k t^n) \quad \text{Eq (4)}$$

$$\text{Modelo de Henderson e Pabis: } RU = a \exp (-k t) \quad \text{Eq (5)}$$

$$\text{Modelo de Verma: } RU = a \exp (-k t) + (1 - a) \exp (-k_1 t) \quad \text{Eq (6)}$$

Em que:

RU - razão de umidade do produto, adimensional.

t - tempo de secagem, h.

k, k₁ - coeficientes de secagem.

a, n - constantes dos modelos, adimensional.

Para verificar o grau de ajuste dos modelos utilizou-se o R² coeficiente de determinação calculado pelo *software* e o desvio quadrático médio (DQM) calculado pela equação (7):

$$DQM = \sqrt[2]{\sum (RX_{pred} - RX_{exp})^2 / n} \quad \text{Eq (7)}$$

Em que:

DQM - Desvio quadrático médio.

RX_{pred} - Razão de umidade predito pelo modelo.

RX_{exp} - Razão de umidade experimental.

n - Número de observações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE INICIAL

O teor de água inicial determinado pela perda de massa de amostras frescas da polpa, por aquecimento em estufa com circulação de ar a 105 °C até massa constante foi de 13,11 % como mostrado nos dados apresentados no Apêndice 1 e na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise de umidade (%) da polpa de baru ralada

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média
Umidade (%)	12,44	13,77	13,11	13,11±0,6650

Fonte: Autor, 2021

Comparando os resultados com os de Moraes (2019) que determinou a umidade da polpa de frutos de baru coletados após a caída e após sanitização, este autor encontrou 15,2%, já Alves *et al.* (2010) encontraram valores médios de 13,76% antes de realizar a sanitização, resultado próximo aos encontrados neste estudo. Estes resultados sinalizam que a sanitização, como esperado, pode ter interferido no aumento da umidade, assim em um processo industrial onde a sanitização deve ocorrer a secagem deste produto se faz necessária.

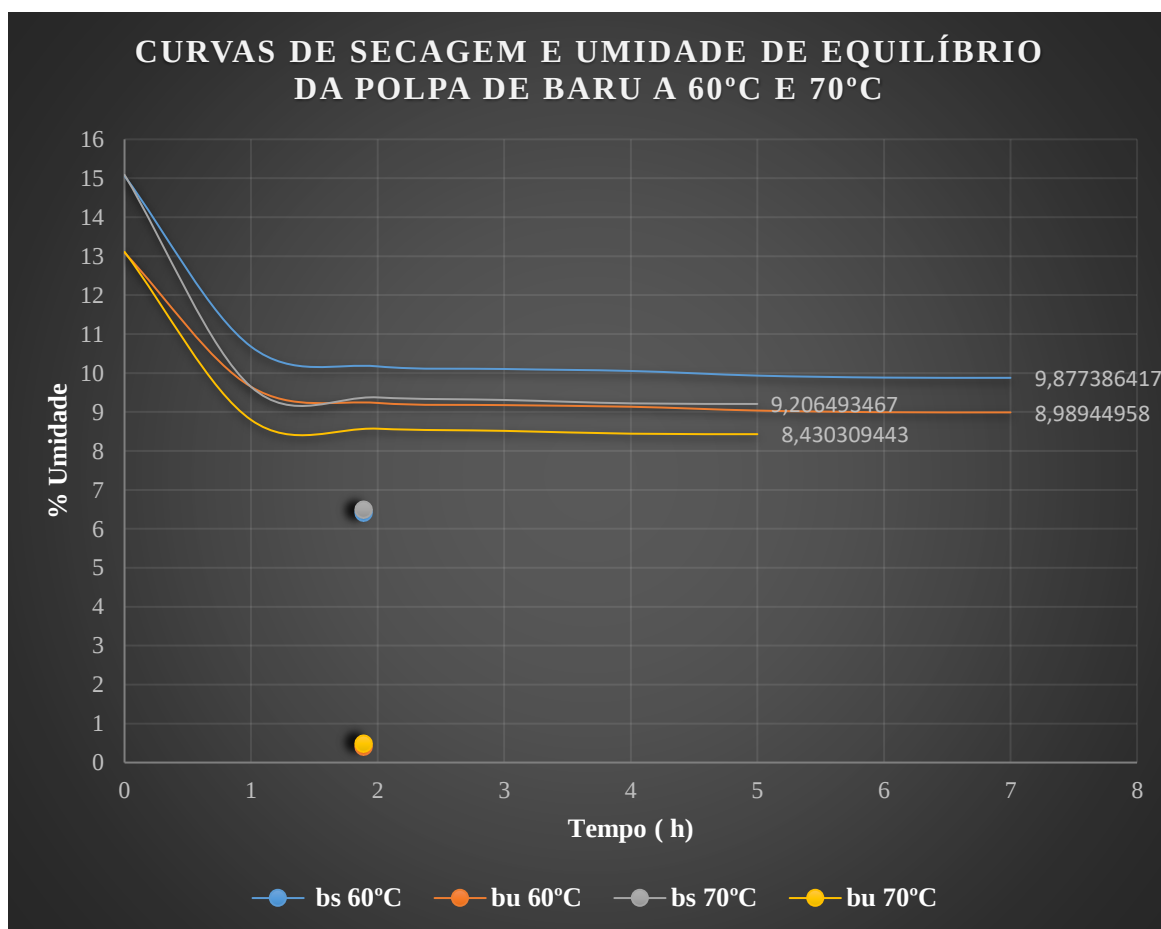
4.2 CURVAS DE SECAGEM

Os dados obtidos experimentalmente e calculados durante os processos de secagem a 60°C e 70°C encontram nos Apêndices 2 e Apêndices 3 respectivamente.

O teor de água ou umidade de um produto podem ser expressos tanto em base úmida como em base seca. A umidade em base úmida é a razão entre a massa de água e a massa total do produto, em base seca a razão entre a massa de água e a massa de matéria seca do produto, ambas formas são utilizadas dependendo do contexto da análise que se deseja realizar.

As curvas de secagem e as umidades de equilíbrio em base seca e base úmida para as amostras submetidas à secagem a 60°C e 70°C podem ser visualizadas no gráfico da Figura 12.

Figura 12 – Curvas de secagem e umidade de equilíbrio, da polpa de baru, a 60°C e 70°C



O teor de água de equilíbrio, também denominado equilíbrio higroscópico, é o teor de água no qual a pressão de vapor da água no produto é igual à do ar que o envolve, ou seja, o produto está em equilíbrio com o ar quando não ocorre transferência de água (na forma de vapor) do produto para o ambiente, e do ambiente para o produto.

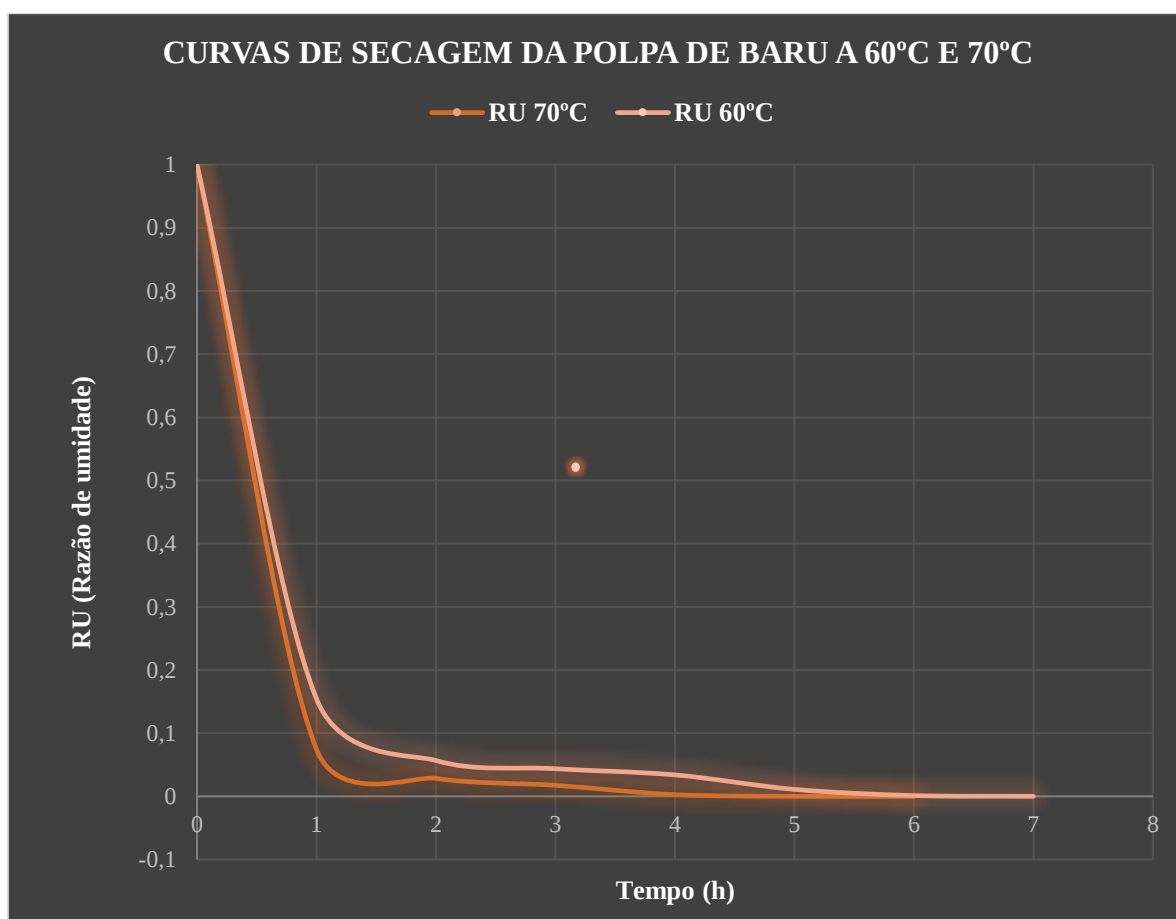
As umidades de equilíbrio em base seca e em base úmida da amostra desidratada a 60°C foi de 9,88% e 8,99% e da amostra desidratada a 70°C foi de 9,21% e 8,43% respectivamente, mostrando que a umidade de equilíbrio é inversamente proporcional à temperatura, também se observa que o tempo para se alcançar a umidade de equilíbrio é uma variável inversamente proporcional à temperatura, ou seja foram necessárias 7 horas a 60°C e 5 horas no experimento a 70°C, porém a diferença entre as umidades de equilíbrio é menos de 1%.

Morais (2021) realizou tratamentos de secagem a 50, 60, 70 e 80°C em polpa de baru fatiado e encontrou resultados de umidade final próximos a 10% em base seca. Os produtos secos a 50 °C e 60°C tiveram tempo de secagem 9 h, e a 70 e 80°C, em torno de 7 h. Os resultados são próximos aos encontrados no presente estudo, ressaltando que o tamanho das partículas interfere na taxa de secagem uma vez que no presente estudo, as amostras foram raladas e peneiradas enquanto Moraes (2021) utilizou fatias.

Segundo Moraes, (2021) a polpa do baru, tratada como resíduo, pode fornecer substâncias com propriedades bioativas, elevada atividade antioxidante e passando pelo processo de secagem nas temperaturas de 60 °C e 70 °C podem ter maior vida útil.

Na Figura 13 são mostradas as curvas de secagem da polpa de baru correlacionando a Razão de umidade com o tempo.

Figura 13 – Curvas de secagem da polpa de baru a 60° e 70°C



Fonte: Autor, 2021

Segundo Park *et al* (2014) O objetivo da análise da secagem é sempre relatado à predição de tempo de secagem. As taxas de secagem devem ser relacionadas para um determinado produto e para uma determinada operação (processo e equipamento).

A escolha da melhor condição a ser adotada para a polpa de baru triturada dependeria de análise econômica, já que para se atingir temperatura mais elevada exige-se maior consumo de energia, em contrapartida o tempo de secagem a 60°C é maior.

A A_w final nas amostras submetidas ao processo de secagem a 60°C foi em média 0,337 e na temperatura de 70°C foi 0,268 como mostrado na Tabela 2, ambas são suficientes para garantir a estabilidade microbiológica do produto.

A A_w inicial das amostras foi de aproximadamente 0,368, o que mostra que o baru apresenta baixa A_w mesmo *in natura*.

Tabela 2 – Resultados da A_w da polpa de baru triturada antes e após secagem a 60°C e 70°C

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	CV
<i>In natura</i>	0,363	0,364	0,378	0,368±0,00839	2,277%
60 °C	0,327	0,345	0,338	0,337±0,00907	2,695%
70°C	0,262	0,271	0,283	0,272±0,01054	3,873%

Fonte: Autor, 2021

Segundo Celestino (2010), atividade de água entre 0,4 e 0,8, há possibilidade de reações químicas e enzimáticas rápidas pelo aumento das concentrações dos reagentes, enquanto, com a A_w próxima de 0,6, 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.

Nos Apêndices 4 e 5 encontram-se os dados experimentais utilizados e os calculados na regressão não linear para os diferentes modelos testados: Lewis, Page, Henderson e Pabis e Verma.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados da modelagem matemática (constantes e variáveis) calculados pelo *Curve Expert Professional*, utilizando os dados experimentais da curva de secagem a 60°C e 70°C e os coeficientes de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM) para cada modelo para comparação das modelagens de estudo cinético com os dados experimentais.

Tabela 3 – Parâmetros dos diferentes modelos matemático, com respectivos coeficientes de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) ajustado às curvas de secagem a 60° e 70°C da polpa de baru.

Temperatura (°C)	Modelo	Parâmetros					
		K	K ₁	A	n	R ²	DQM
60°C	Lewis	1,784628				0,99772	0,02157
	Page	1,882771			0,517503	0,99973	0,00740
	Henderson e Pabis	1,783310		0,998741		0,99772	0,02157
	Verma	2,646415	0,459447	0,852641		0,99981	0,00618
70°C	Lewis	2,548006				0,99949	0,01161
	Page	2,590250			0,471545	0,99997	0,00303
	Henderson e Pabis	2,547846		0,999846		0,99949	0,01161
	Verma	4,740008	0,817888	0,848222		0,99998	0,00247

K, K₁ – Constantes de secagem; a e n - coeficientes dos modelos

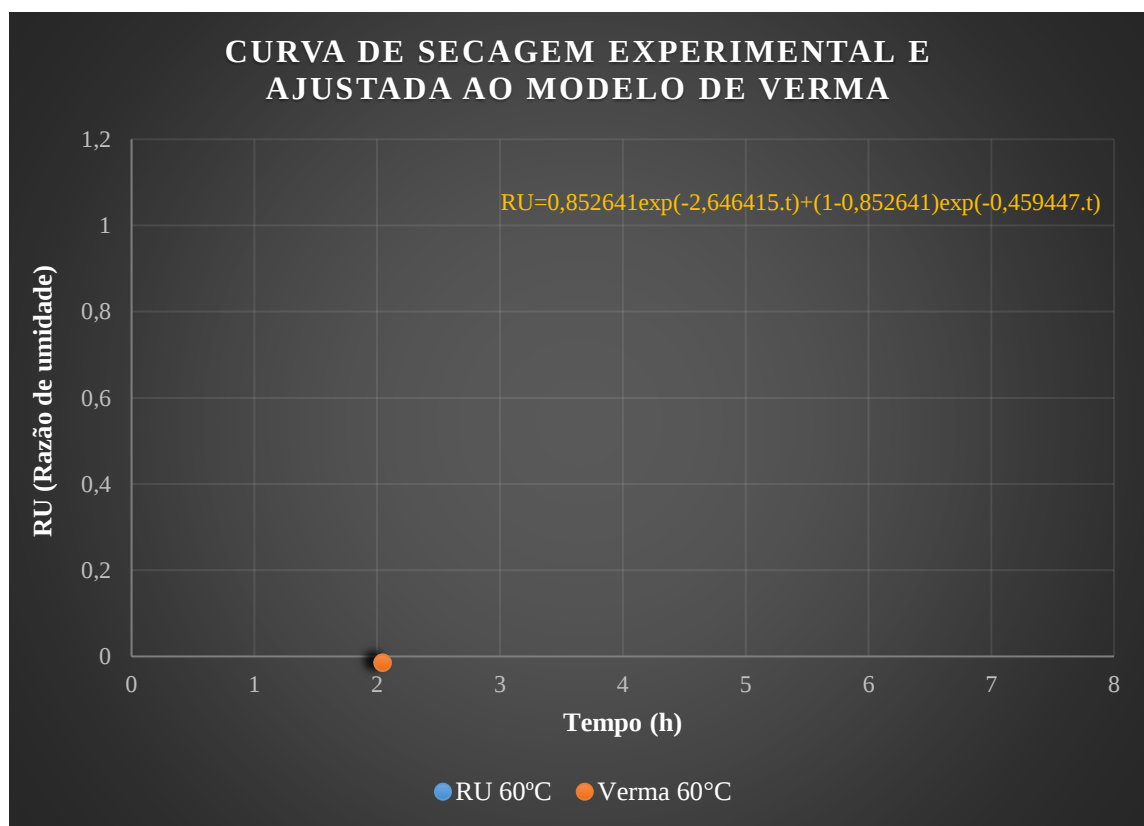
Fonte: Autor, 2021

A comparação dos dados experimentais com as modelagens permitiu verificar que os modelos matemáticos de Lewis, Page, Henderson e Pabis e Verma podem ser utilizados para representar o processo de secagem da polpa de baru ralada, pois todos apresentaram coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,99 e baixo desvios quadrático médio (DQM) nas temperaturas de 60°C e 70°C. Entretanto, o modelo de Verma foi o que melhor se ajustou à cinética de secagem para ambas as temperaturas de

secagem pois apresentou maior coeficiente de determinação e desvio quadrático médio menor em ambas as temperaturas de secagem. Na temperatura de 60°C o coeficiente de determinação foi de 0,99981 e o desvio quadrático médio foi 0,00618 e na temperatura de 70°C o coeficiente de determinação foi equivalente a 0,99998 e o desvio quadrático médio foi 0,00247.

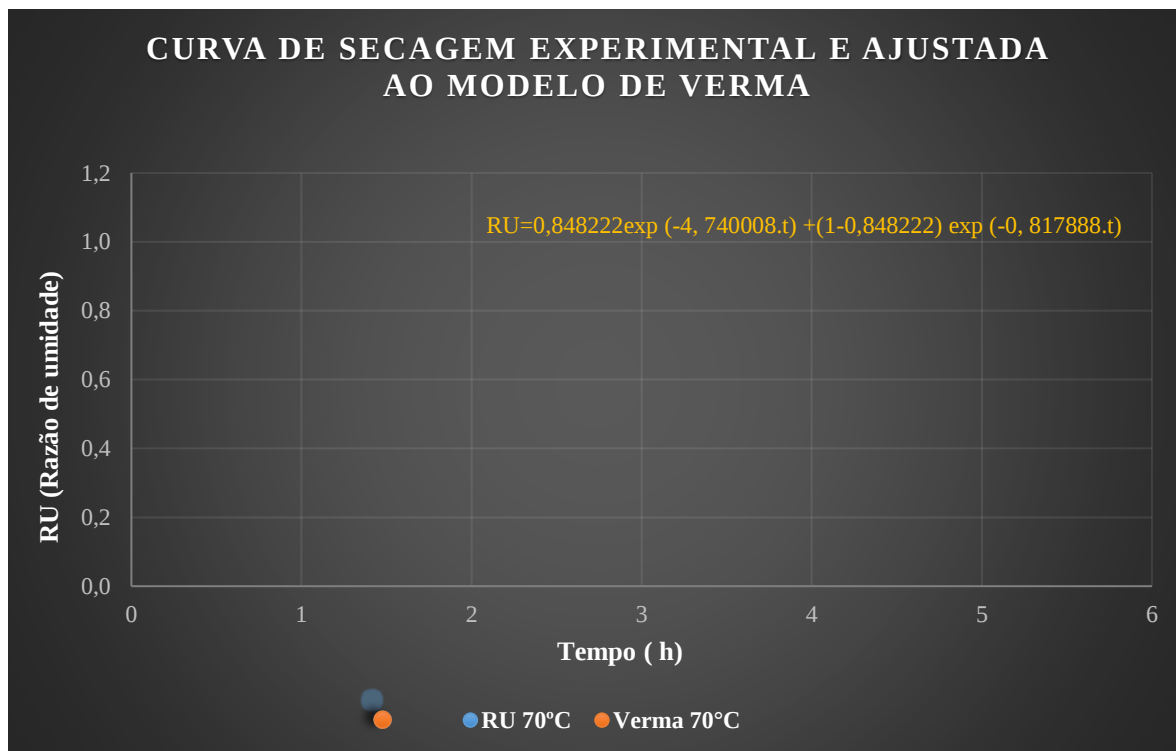
Na Figura 14 e 15 são mostradas as curvas de secagem da polpa de baru correlacionando com o modelo matemático de Verma.

Figura 14 - Curva de secagem da polpa de baru submetida a secagem a 60°C ajustada ao modelo matemático de Verma



Fonte: Autor, 2021

Figura 15 – Curva de secagem da polpa de baru submetida a secagem a 70°C ajustada ao modelo de Verma



Fonte: Autor, 2021

As modelagens matemáticas são úteis na obtenção de uma estimativa do tempo necessário para reduzir a quantidade de água do produto, auxiliando nas tomadas de decisão e na melhoria da eficiência do processo (RADUNZ *et al.*, 2011).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a utilização integral do baru em alimentos processados é fundamental para agregar valor ao fruto e pode ser uma alternativa para melhorar a qualidade nutricional em formulações industriais, colaborando para o uso sustentável e divulgação desse fruto nativo do cerrado.

Na temperatura de 70°C foi realizado o processo de secagem em um menor tempo e atingiu-se um menor valor de A_w comparado a temperatura de 60°C.

Tempo, teor de água de equilíbrio e A_w são variáveis dependentes da temperatura, as temperaturas mais altas apresentam menor tempo para atingir a umidade de equilíbrio, teor de água de equilíbrio e A_w menores, ou seja, são variáveis inversamente proporcional a temperatura de secagem.

Os modelos matemáticos de Lewis, Page, Henderson e Pabis e Verma representaram satisfatoriamente as curvas de secagem da polpa de baru, com coeficientes de determinação superiores a 0,99 e baixos valores dos desvios quadráticos médios. Entretanto o modelo de Verma foi o que melhor representou os dados experimentais da secagem da polpa de baru. Apresentou os maiores valores dos coeficientes de determinação e os menores valores de DQM, para ambas as temperaturas analisadas.

Para continuidade do presente estudo, sugere-se que sejam realizados trabalhos com outros tipos de secadores e em diferentes dimensões e formatos de cortes da polpa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Comparação de modelos matemáticos para descrição da cinética de secagem em camada fina de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.349-353, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Zqk4D8Hm3PhgQWY6rdyp9Zd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 mai. 2021.
- AL-MUHTASEB, A.H., MCMINN, W.A.M., MAGEE, T.R.A. Moisture sorption isotherm characteristics of food products: a review. **Transactions of the Institute of Chemical Engineers**, 80, 118–128, 2002. Disponível em: https://www.academia.edu/19301271/Moisture_Sorption_Isotherm_Characteristics_of_Food_Products_A_Review. Acesso em: 15 mai. 2021.
- ALVES, A. M.; MENDONÇA, A. L. de; CALIARI, M.; SANTIAGO, R. de A. C. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia GO, v. 40, n.3, 2010. e-ISSN 1983-4063. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277757083>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- ALVES, S. B. **Estudo teórico e experimental do processo de secagem do Abacate (*Persea americana* Mill.)**. 2014. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - Paraíba, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/7576/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2021.
- ANDREOLA, K. **Secagem de cenoura (*Daucus carota* L.) assistida por micro-ondas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013. Disponível em: http://www.repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/266629/1/Andreola_Kaciane_M.pdf. Acesso em: 12 maio 2021.
- ARAÚJO, K. T. A. **Propriedades termofísicas e secagem da polpa de noni e umbu**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Escola de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande PA, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/4199/1/KAROLINE%20THAYS%20ANDRADE%20ARA%C3%9AJO%20%E2%80%93%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20%28PPGEA%29%202018.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.
- BAGNARELLI, K.; SIQUEIRA, M. I. D. de. A castanha sustentável brasileira da LabraFlora que está conquistando e curando, o coração do mundo. Organismos. **Jornal O.news**, Curitiba PR, [201-]. Disponível em: https://organismos.org.br/pensando_organico/a-castanha-sustentavel-brasileira-da-labraflora-que-esta-conquistando-e-curando-o-coracao-do-mundo/#:~:text=Outros%20produtos%20industrializados%20que%20utilizam,com%20cacao%20e%20outros%20ingredientes. Acesso em: 12 abr. 2021.

BARUKAS. Prove o Poder da Natureza. Bom Para Você Bom Para o Planeta. **Barukas Brasil Ltda**, [201-]. Disponível em: <https://www.barukas.com.br/>. Acesso em: 14 abr. 2021.

BORGES, E. J. **Baru a castanha do cerrado**. 2004. Monografia (Especialização em Gastronomia e Segurança Alimentar) - Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília DF, 2004. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/525/1/2004_EleusaJaimeBorges.pdf . Acesso em: 21 mar. 2021.

BORGES, T. H. P. **Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/71/o/THAYS_HELENA_BORGES_VERS%C3%83O_final_impressao.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J.D.S.; SOUZA, E. C.; MAGALHÃES, M. L.; REIS, G. L; VILAS BOAS, E. V. B. Perfil de ácido graxo, conteúdo mineral e compostos bioativos de propagações de cacau suplementadas com amêndoas baru (*Dipteryx alata* Vog.). 2020. **Grasas y Aceites**, v. 71, n. 4. 2020. Disponível em: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/1847>. Acesso em: 22 mar. 2021.

CARRAZZA, L.; ÁVILA, J. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Baru (*Dypteryx alata* Vog.)**. 2010. 2^a ed. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, Brasília, 2010. (Série Manual Tecnológico). Disponível em: <https://ispn.org.br/site/wp-content/uploads/2018/10/ManualTecnologicoBaru.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CARVALHO, M. S. **Produção de polpa de abóbora em pó pelo processo de secagem em leito de espuma**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/3676>. Acesso em: 5 maio 2021.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. 2010. 1^a 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.

CORRÊA, G. de C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R. da; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6628/4356>. Acesso em: 5 maio 2021.

CORRÊA, G. de C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R. da; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* vog.) em três populações nos cerrados do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v.30, n.2, p. 5–11, jul. 2000.

Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2578/2755>. Acesso em: 18 mar. 2021.

CORRÊA, P. C.; ARAÚJO, E. F.; AFONSO JÚNIOR, P. C. Determinação dos parâmetros de secagem em camada delgada de sementes de milho doce (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.110-119, 2003 Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/65>. Acesso em: 21 mai. 2021.

COSTA, D. M. S.; TOMÉ, P. H. F.; RODRIGUES, A. P.; SANTOS, E. A. Avaliação da atividade enzimática e bioatividade nas polpas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, 2015. Disponível em: https://semanaacademica.com.br/system/files/artigos/compostos_bioativos_baru_revizado.pdf. Acesso em: 21 mar. 2021.

DURIGAN, G.; MELO, A. C. G. de; MAX, J. C. M.; BOAS, O. V.; CONTIERI, W. A.; RAMOS, V. S. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado**. 3^a ed. São Paulo: ICMbio, 2011. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/Manual_recuperacao_cerrado.pdf. Acesso em: 9 mar. 2021.

FARIA, R. Q.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; RESENDE, O. Cinética de secagem de sementes de crambe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 57-583, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/9kTqWpFMcynDkRPtjYTNYWN/?format=html>. Acesso em: 15 maio 2021.

FERREIRA, N. B. S. **Bebida alcoólica fermentada de polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.):** monitoramento químico do mosto ao produto final. 2013. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás, Goiânia GO, 2013. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=502236. Acesso em: 25 mar. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision**. 2012. Revision (Documento de trabalho ESA, no. 12-03), 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ap106e/ap106e.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2021.

FRONZA, A. **Estudo da secagem industrial de proteína texturizada de soja**. 2007. Trabalho de Conclusão (Obtenção do grau de Engenheiro Químico) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/198496/000756270.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 maio 2021.

GADIOLI, I. L. **Composição nutricional, características antioxidantes e viabilidade tecnológica da cristalização de açúcares de polpas de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás, Goiânia GO, 2013. Disponível em:

https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=502367 . Acesso em: 08 abr. 2021.

GUIMARÃES, C. ‘Lavoura’ de baru. **Safrá – Revista do Agronegócio**, p. 40-43, set. 2016. Disponível em: <http://revistasafra.com.br/lavoura-de-baru/> . Acesso em: 18 jun. 2021.

GURGEL, C. E. M. R. **Secagem da polpa de graviola (*annona muricata* L.) em camada de espuma - desempenho do processo e características do produto**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/22743>. Acesso em: 8 maio 2021.

ISHII, I.; NONATO, B.; CLÁUDIO, M. Baru *Dipteryx alata* Vogel. [201-]. **Rede Sementes do Cerrado**, Brasília DF, [201-]. Disponível em: <https://rededesementesdocerrado.com.br/vendas/sementes-nativas/arvore/39-baru>. Acesso em: 14 abr. 2021.

LIMA, J. C. R.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L.P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru.2010. **B. CEPPA**, Curitiba PR, v. 28, n. 2. 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/20450>. Acesso em: 12 de abr. de 2021.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do Cerrado brasileiro**.2012. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto,2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100896/000697095.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 mar. 2021.

MARCINKOWSKI, E. de A. **Estudo da cinética de secagem, curvas de sorção e predição de propriedades termodinâmicas da proteína texturizada de soja**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13433/000638112.pdf?sequence=1> . Acesso em: 20 abr. 2021.

MARTINAZZO, A.P. *et al.* Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim- limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, v.12, n.4, p.488–498, 2010.Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/kjdx6zjkWYQSZdYZbZBTLN/?lang=pt>. Acesso em: 25 abr. 2021

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Produção Alimentícia**. 2011. Recife: UFRPE e CODAI, Recife, 2011. Disponível em: http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Quimica_de_Alimentos.pdf. Acesso em: 15 maio 2021.

MELONI, P. L. S. Desidratação de frutas e hortaliças. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA, FLORICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 10º., 2003, Fortaleza. **Anais**, Fortaleza: Frutal, 2003. p.01-87. Disponível em:

<https://azdoc.tips/documents/apostila-desidrataao-de-frutas-e-hortalhas-5c14672f0a99c>. Acesso em: 21 abr. 2021.

MIDILLI, A.; KUCUK, H.; YAPAR, Z. A. New model for single-layer drying. **Drying Technology**, v.20, p.1503-1513, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/DRT-120005864>. Acesso em: 12 de abr. de 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial Plantas para o Futuro - Região Centro-Oeste**. Secretaria de Biodiversidade, Roberto Fontes Vieira (Ed.). Julceia Camillo (Ed.). Lidio Coradin (Ed.). Brasília DF, 2016. (Série Biodiversidade 44). Disponível em: <http://agroecologia.gov.br/publicacoes/esp%C3%A9cies-nativas-da-flora-brasileira-de-valor-econ%C3%B4mico-atual-ou-potencial-%E2%80%93-plantas>. Acesso em: 12 de abr. de 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. O Bioma Cerrado. **Ministério do meio ambiente**, Brasília, DF., 2018. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 9 mar. 2021.

MORAIS, F. A. **Avaliação físico-química do baru: influência da secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Rio Verde GO, Rio Verde GO, 2019. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/518/1/disserta%C3%A7%C3%A3o_Fl%C3%A1via%20Alves%20Moraes.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

MORAIS, F. A. **Avaliação físico-química do baru: influência da secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa**. 2019. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde Goiás, 2019. Disponível em: [https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_11/2021-06-11-03-13-06Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Revisada-Fl%C3%A1via%20\(1\).pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_11/2021-06-11-03-13-06Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Revisada-Fl%C3%A1via%20(1).pdf) . Acesso em: 02 nov. 2021.

MORAIS, F. A.; BELISÁRIO, C. M.; FAVARETO, R.; MAIA, G. P. A. G.; CARVALHO, V. D. F. Influência das temperaturas de secagem nas características físico-químicas da polpa do baru. **Agrarian**, Dourados, v. 14, n. 51, p. 119-126, 2021. ISSN 1984-2538. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/10563>. Acesso em: 02 nov. 2021.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; BOAS, E. V. de B. V.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - São Paulo, v. 37, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v37n1/0100-2945-rbf-37-1-96.pdf> . Acesso em: 17 mar. 2021.

NEPOMUCENO, D. L. M. G. **O extrativismo de baru (*Dipteryx alata* Vog) em Pirenópolis (GO) e sua sustentabilidade**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ecologia e

Produção Sustentável) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia GO, 2006. Disponível em:

<http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/2572/1/DENISE%20LUCIA%20MAT EUS%20GOMES%20NEPOMUCENO.pdf>. Acesso em: 13 de abr. de 2021.

NONNA PASQUA. Nonna Pasqua e a castanha de baru. **Nonna pasqua**, [201-].

Disponível em: <https://nonnapasqua.com.br/>. Acesso em: 14 abr. 2021.

OLIVEIRA, L. F. de.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. do N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 259-262, 2002. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/cta/v22n3/v22n3a11.pdf> . Acesso em: 12 maio 2021.

OLIVEIRA, M. E. B. de; BASTOS, M. do S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. de A. C.; SILVA, M. das G. G. da. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-206119990003000006&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12 maio 2021.

PANCHARIYA, P.C.; POPOVIC, D.; SHARMA, A.L. Thin-layer modeling of black tea drying process. **Journal of Food Engineering**, v.52, n.4, p.349-357, 2002

Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00126-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00126-1). Acesso em: 21 mai. 2021.

PARK, K. J. B.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T.; CORNEJO, F. E.P.; DAL FABBRO, I. M. Secagem: fundamentos e equações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.1, p.93-127, 2014. Disponível em:

<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev161/Art16112.pdf>. Acesso em: 13 de abr. de 2021.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a Pêra Bartlett (*Pyrus* sp.) com e sem desidratação osmótica. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 73-77, 2001. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612001000100016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 abr. 2021.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus* sp.) em fatias. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v21n3/8545.pdf> . Acesso em: 12 maio 2021.

PIETRO, A. S. **Elaboração de massa alimentícia mista fresca tipo macarrão com substituição parcial da farinha de trigo por polpa de baru (*Dipteryx alata* vog.) da região centro-sul de Mato Grosso e sua caracterização físico-química e potencial antioxidante**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2016. Disponível em: <http://ppgcta.ifmt.edu.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/07/>. Acesso em: 22 mar. 2021.

PINHO, L.; MESQUITA, D. S. R.; SARMENTO, A. F.; FLÁVIO, E. F. Enriquecimento de sorvete com amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vogel) e aceitabilidade por consumidores. **Revista Unimontes Científica**, Montes Claros-MG, v.17, n 1, 2015. Disponível em: <http://www.ruc.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/379>. Acesso em: 22 mar. 2021.

PONTES, S. F. O. **Processamento e qualidade de banana da terra (*Musa sapientum*) desidratada**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia de processos de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2009. Disponível em: <http://www2.uesb.br/ppg/ppgecal/wp-content/uploads/2017/04/SILVANIA-FARIAS.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

RADUNZ, L. L.; AMARAL, A. S. do; MOSSI, A. J.; MELO, E. de C.; ROCHA, R. P. Avaliação da cinética de secagem de carqueja. **Reveng**, Viçosa-MG, v. 19, n. 1, p. 19-27, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/133/110>. Acesso em: 02 nov. 2021.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 22, e2017150, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bjft/v22/1981-6723-bjft-22-e2017150.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2021.

REIS, R. C.; BARBOSA, L. S.; LIMA, M. L.; REIS, J. S.; DEVILLA, I. A; ASCHERI, D. P. R. Modelagem matemática da secagem da pimenta Cumari do Pará. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, v. 15, n 4, abr. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000400003>. Acesso em: 15 maio 2021.

RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.10, p.17- 26, 2008. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev101/Art1013.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2021.

ROCHA, L. S.; SANTIAGO, R. A. C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata* vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.4, p. 820-825, out/dez 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v29n4/19>. Acesso em: 25 mar. 2021.

RODRIGUES, E. T. **Frutos do Cerrado a influência dos frutos do cerrado na diversificação da gastronomia**. 2004. Monografia (Especialização em gastronomia e segurança alimentar) - Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2004. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/524/1/2004_ElaineTellesRodrigues.pdf. Acesso em: 17 mar. 2021.

SANO, S. M. **Critérios de seleção de baru para produção de amêndoas e recomposição ambiental**. 2016. Planaltina DF: Embrapa Cerrado, 2016 (Circular Técnica 31). Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165509/1/Cirtec-31.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. **Baru**: biologia e uso. Planaltina DF: Embrapa cerrado, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566595/1/doc116.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SANTIAGO, G. L.; OLIVEIRA, I. G.; HORST, M. A.; NAVES, M. M. V.; SILVA, M. R. A casca e a polpa do baru (*Dipteryx Alata Vog.*) apresentam alto teor de fibras, fenólicos e capacidade antioxidante. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 38, n. 2, 2018. Disponível em: Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612018000200244&lng=en&tlng=en . Acesso em: 23 mar. 2021.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; MARTINS, D. M. de O.; ALMEIDA, R. de A. Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoa de baru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, Goiânia, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/14646/11075> .Acesso em: 22 mar. 2021.

SCARIOT, A.; RIBEIRO, J. F. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável da Cagaita**. 2015. 1ª ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2015. Disponível em: <http://ispn.org.br/site/wp-content/uploads/2018/10/BoasPraticasCagaita.pdf> . Acesso em: 17 mar. 2021.

SILVA, L.A.; RESENDE, O.; VIRGOLINO, Z.Z.; BESSA, J.F.V.; MORAIS, W.A.; VIDAL, V.M.; SIQUEIRA, J. C. Cinética de secagem e difusividade efetiva em folhas de jenipapo (*Genipa americana* L.) **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, supl. II, p.953-963, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/cF7GKWQX35Kk5dMhkbzrDzF/?lang=pt> Acesso em: 20 mar. 2021.

SILVA, L.L.M; SOUSA, F. C; SOUSA, E. P.; MATA, M.E.R.M.C.; DUARTE M. E.M. Modelos de predição da cinética de secagem dos grãos de guandu. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 17, n. 4, p. 310-318, out. /dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.3014>. Acesso em: 20 mar. 2021.

SOARES, C. M. DA S.; AGUIAR, A. O. de; SILVA, R. R.; IBIAPINA, A.; SANTOS, A. L.; MARTINS, G. A. S. Tipologia do consumidor de frutos do cerrado. **Revista Desafios** - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins, Palmas, v. 6, n. Especial, 2019. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/6850/15836>. Acesso em: 9 mar. 2021.

SYARIEF, A.M.; MOREY, R.V.; GUSTAFSON, R.J. Thin-layer drying rate of sunflower seed. **Transaction of the ASAE** , St. Joseph, v.27, n.1, p.195-200, 1984. Disponível em: <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=32759>. Acesso em: 14 de mai. de 2021.

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru.** 1993. Tese (Título de Mestre em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/255665/1/Togashi_Marie_M.pdf. Acesso em: 25 mar. 2021.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - Caracterização do óleo e da semente. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, 1990. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/inflorestal/infref/RIF2-2/RIF2-2_115-125.pdf. Acesso em: 14 de abr. de 2021.

VERA, R. **Caracterização física e química de frutos de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil.** 2007. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia GO, 2007. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/70/o/Tese_Ros%C3%A2ngela_Vera.pdf. Acesso em: 22 mar. 2021.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B. de. Baru. **Revista brasileira de fruticultura** v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n1/v31n1a01.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2021.

VERA, R.; JUNIOR, M. S. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B. de; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal São Paulo, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v31n1/v31n1a17.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

VERMA, L.R.; BUCKLIN, R.A.; ENDAN, J.B.; WRATTEN, F.T. Effects of Drying Air Parameters on Rice Drying Models. **Transactions of the ASAE**, v. 28, p. 296-301.1985. Disponível em: <https://doi.org/10.13031/2013.32245>. Acesso em: 21 mar. 2021.

VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas Nativas da Região Centro-oeste do Brasil.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília DF, 2006. Disponível em: http://www.agabrasil.org.br/_Dinamicos/livro_frutas_nativas_Embrapa.pdf. Acesso em: 14 abr.2021.

ZEVIANI, W. M.; JÚNIOR, P. J. R.; BONAT, W. H. **Modelos de regressão não linear.** Curso modelos de regressão não linear.2013. Universidade Federal do Paraná. Campina Grande - PB. Disponível em: <https://www.ime.unicamp.br/~cnaber/cursomodelosnaolinearesR.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – DADOS PARA DETERMINAÇÃO DE UMIDADE DA POLPA DE BARU TRITURADA A 105°C

AMOSTRA 1/ 105°C					
Massa seca: 4,4475					
Tempo	Massa total	Solido	Liquido	Liquido/sólido	Umidade total (%)
0	5,0009	4,4475	0,5534	0,124429455	12,44295
1	4,6749	4,4475	0,2274	0,051129848	5,112985
2	4,6567	4,4475	0,2092	0,047037662	4,703766
3	4,6416	4,4475	0,1941	0,043642496	4,36425
4	4,626	4,4475	0,1785	0,040134907	4,013491
5	4,5617	4,4475	0,1142	0,025677347	2,567735
6	4,5353	4,4475	0,0878	0,019741428	1,974143
7	4,5049	4,4475	0,0574	0,012906127	1,290613
8	4,4845	4,4475	0,037	0,00831928	0,831928
9	4,4599	4,4475	0,0124	0,002788083	0,278808
10	4,4475	4,4475	0	0	0
AMOSTRA 2/ 105°C					
Massa seca: 4,3951					
0	5,0005	4,3951	0,6054	0,137744306	13,77443
1	4,6792	4,3951	0,2841	0,064640167	6,464017
2	4,6585	4,3951	0,2634	0,059930377	5,993038
3	4,6388	4,3951	0,2437	0,055448113	5,544811
4	4,6215	4,3951	0,2264	0,051511911	5,151191
5	4,5328	4,3951	0,1377	0,031330345	3,133035
6	4,5006	4,3951	0,1055	0,024004004	2,4004
7	4,4653	4,3951	0,0702	0,015972333	1,597233
8	4,4433	4,3951	0,0482	0,010966758	1,096676
9	4,4109	4,3951	0,0158	0,003594913	0,359491
10	4,3951	4,3951	0	0	0
MÉDIA DAS 2 AMOSTRAS A 105°C					
Teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total					

0	5,0007	4,4213	0,5794	0,131087	13,10869
1	4,67705	4,4213	0,25575	0,057885	5,788501
2	4,6576	4,4213	0,2363	0,053484	5,348402
3	4,6402	4,4213	0,2189	0,049545	4,95453
4	4,62375	4,4213	0,20245	0,045823	4,582341
5	4,54725	4,4213	0,12595	0,028504	2,850385
6	4,51795	4,4213	0,09665	0,021873	2,187272
7	4,4851	4,4213	0,0638	0,014439	1,443923
8	4,4639	4,4213	0,0426	0,009643	0,964302
9	4,4354	4,4213	0,0141	0,003191	0,31915
10	4,4213	4,4213	0	0	0

**APÊNDICE 2 - PLANILHA COM DADOS EXPERIMENTAIS E CALCULADOS DA
SECAGEM DA POLPA DE BARU TRITURADA A 60°C**

AMOSTRA 1/ 60°C							
Teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total 4,34797556							
Tempo (h)	Massa total (g)	Sólido (g)	Líquido (g)	Líquido/sólido	RU	Umidade % base seca	Umidade % base úmida
0	5,0004	4,34797556	0,65242444	0,150052463	1,00000000	15,00524626	13,04744500
1	4,8104	4,34797556	0,46242444	0,106353965	0,15742794	10,63539649	9,613014302
2	4,7896	4,34797556	0,44162444	0,101570129	0,06518847	10,15701293	9,220486888
3	4,7858	4,34797556	0,43782444	0,100696159	0,04833703	10,06961594	9,148406536
4	4,7812	4,34797556	0,43322444	0,099638196	0,02793792	9,963819576	9,060998076
5	4,7777	4,34797556	0,42972444	0,098833223	0,01241685	9,883322343	8,994378885
6	4,7753	4,34797556	0,42732444	0,098281242	0,00177384	9,828124241	8,948640714
7	4,7749	4,34797556	0,42692444	0,098189246	0,00000000	9,818924557	8,941013215
AMOSTRA 2/ 60°C							
Teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total 4,3453685							
0	5,00100	4,3453685	0,6556315	0,150880529	1,00000000	15,08805295	13,11000800
1	4,81020	4,3453685	0,4648315	0,10697171	0,15275311	10,69717102	9,663454742
2	4,78760	4,3453685	0,4422315	0,10177077	0,05239787	10,17707704	9,237018548
3	4,78510	4,3453685	0,4397315	0,101195445	0,04129663	10,11954452	9,189598963
4	4,78410	4,3453685	0,4387315	0,100965315	0,03685613	10,09653151	9,170617253
5	4,77810	4,3453685	0,4327315	0,099584535	0,01021314	9,958453466	9,056560139
6	4,77600	4,3453685	0,4306315	0,099101261	0,00088810	9,910126149	9,016572446
7	4,77580	4,3453685	0,4304315	0,099055235	0,00000000	9,905523548	9,01276226
AMOSTRA 3/ 60°C							
teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total 4,34528201							
0	5,00090	4,34528201	0,65561799	0,150880424	1,00000000	15,08804235	13,11000000
1	4,81020	4,34528201	0,46491799	0,106993744	0,15282097	10,69937438	9,665252796
2	4,78760	4,34528201	0,44231799	0,1017927	0,05242115	10,17927004	9,238825090
3	4,78510	4,34528201	0,43981799	0,101217364	0,04131497	10,12173638	9,191406449
4	4,78410	4,34528201	0,43881799	0,100987229	0,03687250	10,09872291	9,172425117
5	4,77810	4,34528201	0,43281799	0,099606421	0,01021768	9,960642117	9,058370273
6	4,77600	4,34528201	0,43071799	0,099123138	0,00088849	9,912313839	9,018383375
7	4,77580	4,34528201	0,43051799	0,099077111	0,00000000	9,907711145	9,014573265
MÉDIA DAS 3 AMOSTRAS A 60°C							
0					1,00000000	15,06044719	13,089151
1					0,154334005	10,67731396	9,647240613
2					0,056669162	10,17112001	9,232110175
3					0,043649542	10,10363228	9,17647065
4					0,033888848	10,05302467	9,134680148
5					0,010949225	9,934139309	9,036436432
6					0,001183476	9,88352141	8,994532178
7					0,00000000	9,877386417	8,98944958

**APÊNDICE 3 - PLANILHA COM DADOS EXPERIMENTAIS E CALCULADOS DA
SECAGEM DA POLPA DE BARU TRITURADA A 70°C**

AMOSTRA 1/ 70°C							
Teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total 4,34554268							
Tempo (h)	Massa total (g)	Sólido (g)	Líquido (g)	Líquido/sólido	RU	Umidade % base seca	Umidade % base úmida
0	5,0012	4,34554268	0,65565732	0,150880424	1,00000000	15,08804235	13,11
1	4,7631	4,34554268	0,41755732	0,096088648	0,08281972	9,608864778	8,766503328
2	4,7507	4,34554268	0,40515732	0,093235149	0,03505393	9,323514917	8,528370977
3	4,7432	4,34554268	0,39765732	0,091509243	0,00616333	9,150924275	8,383735031
4	4,7423	4,34554268	0,39675732	0,091302134	0,00269646	9,130213398	8,366347975
5	4,7416	4,34554268	0,39605732	0,091141049	0,00000000	9,114104938	8,352820145
AMOSTRA 2/ 70°C							
Teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total 4,34519512							
0	5,0008	4,34519512	0,65560488	0,150880424	1,00000000	15,08804235	13,11
1	4,7626	4,34519512	0,41740488	0,096061251	0,06807512	9,606125121	8,764222903
2	4,7523	4,34519512	0,40710488	0,093690817	0,02777778	9,369081681	8,566481072
3	4,7527	4,34519512	0,40750488	0,093782873	0,02934272	9,378287252	8,574176363
4	4,7453	4,34519512	0,40010488	0,092079842	0,00039124	9,207984197	8,431603481
5	4,7452	4,34519512	0,40000488	0,092056828	0,00000000	9,205682805	8,429673776
AMOSTRA 3/ 70°C							
teor de sólidos considerando 13,11 % de umidade total 4,34493445							
0	5,0005	4,34493445	0,65556555	0,150880424	1,00000000	15,08804235	13,11
1	4,7672	4,34493445	0,42226555	0,097185712	0,07236581	9,718571243	8,857726758
2	4,7547	4,34493445	0,40976555	0,094308799	0,02266402	9,430879907	8,618115759
3	4,7532	4,34493445	0,40826555	0,093963569	0,01669980	9,396356946	8,58927775
4	4,7502	4,34493445	0,40526555	0,09327311	0,00477137	9,327311025	8,531547093
5	4,749	4,34493445	0,40406555	0,092996927	0,00000000	9,299692657	8,508434407
MÉDIA DAS 3 AMOSTRAS A 70°C							
0					1	15,08804235	13,11
1					0,074420215	9,644520381	8,796150996
2					0,028498574	9,374492168	8,570989269
3					0,017401951	9,308522824	8,515729715
4					0,002619688	9,221836207	8,443166183
5					0	9,206493467	8,430309443

APÊNDICE 4 - PLANILHA COM DADOS EXPERIMENTAIS E CALCULADOS
PELOS MODELOS MATEMÁTICOS TESTADOS PARA CURVA DE
SECAGEM A 60°C

Tempo	RU experimental	Modelos			
		Lewis	Page	Henderson e Pabis	Verma
0	1	1	1	0,99874144	1
1	0,154334005	0,167859561	0,152167855	0,167869412	0,15353323
2	0,056669162	0,028176832	0,067532941	0,028215651	0,063076982
3	0,043649542	0,004729751	0,035995296	0,004742513	0,037437824
4	0,033888848	0,000793934	0,021109643	0,000797126	0,023476517
5	0,010949225	0,000133269	0,013163825	0,000133982	0,014816448
6	0,001183476	2,23705E-05	0,008576337	2,25198E-05	0,009357694
7	0	3,75511E-06	0,005776702	3,78515E-06	0,005910563

APÊNDICE 5 - PLANILHA COM DADOS EXPERIMENTAIS E CALCULADOS
PELOS MODELOS MATEMÁTICOS TESTADOS PARA CURVA DE
SECAGEM A 70°C

Tempo	RU experimental	Modelos			
		Lewis	Page	Henderson e Pabis	Verma
0	1	1	1	0,999846	1
1	0,074420	0,078238	0,075001	0,078238	0,074401
2	0,028499	0,006121	0,027554	0,006122	0,029631
3	0,017402	0,000479	0,012928	0,000479	0,013050
4	0,002620	0,000037	0,006873	0,000037	0,005760
5	0	0,000003	0,003955	0,000003	0,002542

APENDICE 1 - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

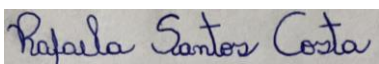
RESOLUÇÃO nº038/2020-CEPE

ANEXO I

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

A estudante **Rafaela Santos Costa** do Curso de Engenharia de Alimentos, matrícula: 20171002901921 , telefone (62) 995111615, e-mail rafaela.santos.costa97@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 Curvas de secagem da polpa do baru (*Dypterix alata* vog.), 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, 10 de dezembro de 2021

Assinatura da autora: 

Nome completo do autor: **Rafaela Santos Costa**

Assinatura do professor-orientador: 

Professor-orientador: Profª Ma Maria Isabel Dantas de Siqueira