



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

**FABRÍCIA SANTOS ANDRADE**

**ESTUDO DA ESTABILIDADE E DA CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO  
ASCÓRBICO NO MESOCARPO DE MARACUJÁ OSMOCONVECTIVO**

**CAMPINA GRANDE  
2021**

FABRÍCIA SANTOS ANDRADE

**ESTUDO DA ESTABILIDADE E DA CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO  
ASCÓRBICO NO MESOCARPO DE MARACUJÁ OSMOCONVECTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso ou  
Dissertação apresentado a Coordenação do  
Curso de Química Industrial da Universidade  
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Química  
Industrial.

**Área de concentração:** Ciências Agrárias e  
Tecnologia de Alimentos.

**Orientador:** Prof. Dra. Pablícia Oliveira Galdino.

**CAMPINA GRANDE- PB  
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A553e Andrade, Fabricia Santos.  
Estudo da estabilidade e da cinética de degradação do ácido ascórbico no mesocarpo de maracujá osmoconvectivo [manuscrito] / Fabricia Santos Andrade. - 2021.  
39 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.  
"Orientação : Profa. Dra. Profa. Dra. Pablicia Oliveira Galdino, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."  
1. Ácido ascórbico. 2. Cinética de Degradação. 3. Conservação de alimentos. 4. Agroindústria. I. Título  
21. ed. CDD 338.1

FABRÍCIA SANTOS ANDRADE

ESTUDO DA ESTABILIDADE E DA CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DO ÁCIDO  
ASCÓRBICO NO MESOCARPO DE MARACUJÁ OSMOCONVECTIVO.

Trabalho de Conclusão de Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

Área de concentração: Ciências Agrárias e Tecnologia de Alimentos.

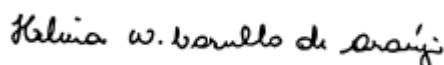
Aprovada em: 12 / 03 / 2021.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Profa. Dr. Fabícia Oliveira Galdino (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Helvia Walewska Casullo de Araújo  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Macello Maia de Almeida  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, que sempre me incentivaram em cada provação para chegar até aqui, e a minha orientadora, que sempre com amor e cuidado, desde o início do curso me direcionou até aqui, compartilhando muito conhecimento, DEDICO.

“O desenvolvimento de produtos de fácil consumo e que apresentem qualidade sensorial e nutricional é necessário para atender os consumidores, cada vez mais seletivos e exigentes na hora de optar pelos produtos oferecidos, pois estão preocupados com estilo e qualidade de vida mais saudável.”  
CARVALHO et al., (2020)

## RESUMO

Tecnologias empregadas para o reaproveitamento de resíduos tem ocupado espaço no Brasil, que é um grande produtor agroindustrial. O mesocarpo, parte interna do maracujá que envolve a polpa agrega valor nutricional, e pode ser aproveitado por uma tecnologia de desidratação osmótica e secagem convectiva, produzindo uma espécie de fruta passa. Essa pesquisa teve como objetivo realizar um estudo da estabilidade e o efeito de degradação do ácido ascórbico nas fatias de mesocarpo de maracujá osmoconvectivo. O de mesocarpo *in natura* foi cortada em fatias de 2,5 x 1,5 cm e previamente submetidas a uma solução concentrada em sacarose, 60 °Brix em estufa com circulação de ar na temperatura de 60 °C no tempo de 1,5 horas. As fatias osmodesidratadas foram submetidas à secagem convectiva nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, apresentando-se como melhor condição de preservação do ácido ascórbico, menor atividade de água e baixo teor de água, as fatias a temperatura de 60 °C. A cinética de degradação de ácido ascórbico foi um fator determinante para a melhor condição de secagem do produto, no qual foi avaliada nas três temperaturas e no menor tempo sugerido para cada uma. Os dados experimentais gerados na cinética foram utilizados para determinar a constante cinética  $k$ , em que o melhor modelo resultante foi o modelo de primeira ordem com  $k$  igual a  $0,0091 \text{ min}^{-1}$ , e um valor de  $Q_{10}$  igual a 2,84 para menor faixa de temperatura, apresentando nesse caso menor perda de ácido ascórbico. Feita a preparação das amostras, na condição otimizada é iniciado o armazenamento em embalagem laminada e a temperatura ambiente e umidade relativa obtendo as caracterizações físico-químicas no tempo inicial do armazenamento. Essas caracterizações são realizadas a cada 30 dias, até o tempo de 90 dias, visando verificar a estabilidade do alimento, quanto aos parâmetros físico químicos, pH que apresentou uma redução ao longo do armazenamento, sólidos solúveis totais com uma redução de 4,62% ao final do armazenamento, sólidos totais, com pequeno aumento de 1,22%, acidez total titulável que também apresentou pequeno aumento com 0,003% aos 90 dias de armazenamento, enquanto que o teor de cinzas, manifestou-se com maior tendência de aumento, com 3,47% em relação ao tempo zero. Ácido ascórbico e teor de água apresentaram redução, 69,91% e 9,11% respectivamente, este último assegurando uma segurança microbiológica no tocante a possíveis microrganismos patógenos e o teor fibras, demonstrou uma pequena variação com tendência de diminuição ao longo dos 90 dias de armazenamento.

**Palavras-Chave:** Ácido Ascórbico. Cinética de Degradação. Armazenamento.

## ABSTRACT

Technologies used for the reuse of waste have occupied space in Brazil, which is a major agro-industrial producer. The mesocarp, the internal part of the passion fruit that surrounds the pulp adds nutritional value, and can be used by osmotic dehydration and convective drying technology, producing a kind of raisin fruit. This research aimed to conduct a study of the stability and the effect of ascorbic acid degradation on osmoconvective passion fruit mesocarp slices. The mesocarp in natura was cut into slices of 2.5 x 1.5 cm and previously submitted to a solution concentrated in sucrose, 60 °Brix in an oven with air circulation at a temperature of 60 °C in 1.5 hours. The osmodehydrated slices were subjected to convective drying at temperatures of 50, 60 and 70 °C, presenting as the best preservation condition of ascorbic acid, less water activity and low water content, the slices at a temperature of 60 °C. The kinetics of ascorbic acid degradation was a determining factor for the best drying condition of the product, in which it was evaluated at the three temperatures and in the shortest time suggested for each one. The experimental data generated in the kinetics were used to determine the kinetic constant  $k$ , in which the best resulting model was the first order model with  $k$  equal to 0.0091 min<sup>-1</sup>, and a value of  $Q_{10}$  equal to 2.84 for the lower temperature range, in which case there is less loss of ascorbic acid. After the preparation of the samples, in the optimized condition, storage in laminated packaging is started and at room temperature and relative humidity, obtaining the physico-chemical characterizations at the initial time of storage. These characterizations are carried out every 30 days, until the time of 90 days, aiming to verify the stability of the food, regarding the physical chemical parameters, pH that showed a reduction during the storage, total soluble solids with a reduction of 4.62% at the end of storage, total solids, with a small increase of 1.22%, total titratable acidity, which also showed a small increase with 0.003% at 90 days of storage, while the ash content showed a greater tendency to increase, with 3.47% in relation to time zero. Ascorbic acid and water content showed a reduction, 69.91% and 9.11% respectively, the latter ensuring microbiological safety with respect to possible pathogenic microorganisms and the fiber content, showed a small variation with a tendency to decrease over the 90 days of storage.

**Keywords:** Ascorbic acid. Degradation Kinetics. Storage.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Cultura do maracujá amarelo</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Mesocarpo do maracujá amarelo e elaboração de novos produtos</b> .....	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Desidratação osmótica e secagem convectiva</b> .....	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Cinética de degradação do ácido ascórbico</b> .....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Preparo da matéria-prima</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Preparo da solução desidratante</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Secagem convectiva</b> .....	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>Cinética de degradação do ácido ascórbico</b> .....	<b>15</b>
<b>3.5</b>	<b>Caracterização físico-química</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5.1</b>	<b>Teor de água/Sólidos totais</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Cinzas</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Ácido ascórbico</b> .....	<b>16</b>
<b>3.5.4</b>	<b>Açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5.5</b>	<b>Sólidos insolúveis em água</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5.6</b>	<b>Fibra bruta e fibra em digestão ácida</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5.7</b>	<b>pH</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5.8</b>	<b>Acidez total titulável</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5.9</b>	<b>Sólidos solúveis totais (°Brix)</b> .....	<b>17</b>
<b>3.5.10</b>	<b>Cor</b> .....	<b>18</b>
<b>3.5.11</b>	<b>Atividade de água</b> .....	<b>18</b>
<b>3.6</b>	<b>Estudo da estabilidade</b> .....	<b>18</b>
<b>3.7</b>	<b>Análise de dados</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Cinética de degradação do ácido ascórbico</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Caracterização físico-química das fatias do mesocarpo do maracujá antes do armazenamento</b> .....	<b>26</b>
<b>4.3</b>	<b>Armazenado das fatias do mesocarpo do maracujá osmoconvectivo</b> .....	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>
--------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

Além de ser o maior produtor de maracujá do mundo, o Brasil também é o maior consumidor da fruta. Frutífero nativo da América Tropical, oferece uma variedade de cerca de 150 espécies, nas quais 70 são viáveis a comercialização, e duas apenas, utilizadas para consumo no país, o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e o maracujá roxo (*Passiflora edulis*). O que gera como consequência um acúmulo de matéria orgânica no ambiente. São produzidas no Brasil, 900 mil toneladas por ano, um total destinado para a fabricação de suco, gerando um passivo ambiental, de 600 mil toneladas de resíduos, cascas e sementes, que são desperdiçados, sem considerar o seu teor nutricional. Stenzel et al. (2019) afirma que “o fruto do maracujá-amarelo (do gênero *Passiflora*) possui alto valor nutritivo, como vitamina C, vitaminas do complexo B e sais minerais. Destinado em maior escala ao processamento de polpa e suco”.

As propriedades benéficas do maracujá, não se limitam apenas a polpa, 60% do fruto é formado pela casca composta pelo epicarpo e mesocarpo, que são descartados formando resíduos através das indústrias, no entanto, o mesmo é rico em vitaminas, sais minerais e em pectina, espécie de fibra solúvel, essenciais para o funcionamento do organismo, logo, pode ser aproveitado de maneira a ser consumida trazendo benefício ambiental e na forma de alimento natural. Muito procuradas pelo seu conteúdo vitamínico, as frutas são importantes fontes de nutrientes como o ácido ascórbico, que além de apresentar propriedades que previnem doenças, atua como coenzima e agente antioxidante. Segundo Silva (2015) “o ácido ascórbico além de ser um poderoso agente antioxidante funciona como agente preservativo em alimentos evitando escurecimento e outras reações oxidativas”.

Dessa forma, torna-se importante a preservação dessas propriedades nutricionais nos alimentos após sua industrialização. Dentre os métodos industriais de conservação de alimentos, a secagem constitui-se em um dos métodos mais antigos de preservação. A secagem objetiva promover redução da atividade de água, inibindo o crescimento microbiano, e a atividade enzimática, propiciando o aumento da vida de prateleira de alimentos. (LOPES, 2013). A secagem tem como objetivo promover a redução da atividade de água, proporcionando inibição do crescimento microbiano, diminuição da atividade enzimática, possibilitando o aumento da vida de prateleira dos alimentos (LOPES, 2013).

Esse processo baseia-se na remoção da água presente no alimento, no entanto, em determinados alimentos como frutas, também acontece a degradação de nutrientes, como o do ácido ascórbico. Sendo assim, o mesocarpo pode ser seco e submetido a outros processos, possibilitando adaptações para o consumo, de maneira que seus nutrientes naturais sejam conservados e mantidos. Borges (2016) define a secagem convectiva com a afirmativa a seguir:

“É um processo complexo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar, ocorrendo remoção de umidade do meio poroso, pela difusão desta e evaporação, normalmente causada por convecção forçada de ar aquecido, de modo a garantir a manutenção de sua qualidade durante o período de armazenagem (BORGES, 2016).”

Para definir qual temperatura e tempo de secagem conservou maior teor de ácido ascórbico ao produto, foi feita então uma cinética de degradação para as três temperaturas com seu respectivo menor tempo de secagem.

Determinando a melhor condição de secagem convectiva para as fatias de mesocarpo de maracujá, é iniciado o armazenamento, garantindo que nesta temperatura e respectivo tempo de secagem, é possível manter um maior tempo hábil de conservação do ácido ascórbico no produto, enquanto, sua vida de prateleira em temperatura ambiente. Durante o tempo de armazenamento, é então realizado o estudo da estabilidade do produto, em termos de ácido ascórbico por meio de caracterizações físico-químicas, além da determinação de parâmetros como pH, acidez total titulável, teor de água, cinzas, fibras e sólidos solúveis totais.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Cultura do maracujá amarelo**

Cultivado em regiões de clima tropical, o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) ocupa grande espaço no comércio e no consumo pelos brasileiros podendo ser consumido tanto na forma natural como quanto em doces e sucos, e vem se destacando por representar cerca de 95% da produção nacional de frutas. Para Silva et al. (2019) o Brasil domina a produção do maracujazeiro-amarelo abastecendo o mercado nacional e internacional com a sua fruta e polpa.

O processo de colheita do maracujá, no entanto, pode ocasionar deterioração do fruto, devido ao murchamento causado pela perda de peso, propiciando a ação de microrganismos patogênicos limitando a comercialização em grande escala. De acordo com Moura et al. (2016) o maracujazeiro sofre limitações na comercialização no dada as perdas na qualidade dos frutos principalmente nas características físico-químicas.

Nesse sentido torna-se importante a aplicação de operações que favoreçam a colheita de modo a preservar a integridade e as características do produto para fins comerciais. Barros et al. (2018) afirma que “as características externas do fruto constituem os parâmetros primordiais avaliados pelos consumidores e devem atender a certos padrões para que atinjam a qualidade desejada na comercialização.”

O maracujá, em sua maior parte é destinado ao processamento para produção de sucos o que pode gerar um acúmulo de resíduos no meio ambiente. De acordo com Coelho et al. (2016) a casca do maracujá corresponde a cerca de 50% do fruto, portanto um problema de resíduo agroindustrial.

### **2.2 Mesocarpo do maracujá amarelo e elaboração de novos produtos**

O mesocarpo de maracujá é rico em fibras solúveis com capacidade de adsorver gordura, proteínas, sais minerais e sobre tudo, ácido ascórbico, importante composto de ação antioxidante. Souza (2014) afirma que as fibras presentes no mesocarpo, por ter capacidade de absorver gordura, pode ser inserido em dietas para reduzir e controlar a diabetes. De acordo com Amorim (2014), vitaminas antioxidantes apresentam efeito preventivo no tocante ao desenvolvimento de aterosclerose e a doenças cardiovasculares. Souza (2014) acrescenta que o mesocarpo de maracujá se torna uma ótima alternativa na

elaboração de novos produtos em detrimento de seus vários componentes e propriedades funcionais.

Para manter um nível de alimentação com valor nutricional elevado, tem sido crescente a aplicação de tecnologia de aproveitamento de resíduos, rico em compostos benéficos a saúde do consumidor, visando a produção de novos alimentos como doces, frutas desidratadas, geleias entre outros produtos. Silva et al. (2020) afirma que:

“A produção de doce em massa, além de propiciar um melhor aproveitamento das frutas, diminuindo as perdas, é mais uma alternativa para o consumidor de produtos elaborados a base de frutas. Este tipo de produto tem uma boa aceitabilidade pela população em geral, pelo agradável sabor e aroma.”

Visto que esse resíduo representa uma elevada fonte de compostos nutricionais e funcionais, beneficia não somente a dieta de quem procura alimentos e hábitos saudáveis, como também reduz o desperdício agregando valor ao fruto. O reaproveitamento de resíduos tem sido uma alternativa para a elaboração de novos produtos, reduzindo o desperdício, mostrando-se rentável na produção industrial (TAVARES et al., 2020). Costa Filho et al., (2017) acrescenta que o setor agroindustrial de alimentos gera resíduos sólidos e líquidos em grandes quantidades, e esses podem causar problemas com potencial poluente ao ambiente e representando perdas significativas de biomassa e nutrientes.

Nesse sentido, a elaboração de frutas desidratadas é uma alternativa viável no processamento do mesocarpo de maracujá, visando o seu reaproveitamento, conferindo mais sabor, aroma e textura ao produto final, dependendo de fatores como tempo e temperatura de processo. Goetten et al., (2017) afirma que fatores como tempo, agente osmótico e concentração da solução, tamanho e espessura do produto e tempo de exposição exerce influência direta no resultado. De acordo com Garcia et al., (2015), “O resultado final é a redução da umidade com um incremento simultâneo de sólidos do produto.”

### **2.3 Desidratação Osmótica e Secagem Convectiva**

O método de secagem é o mais antigo e amplamente utilizado para conservação de alimentos de alta perecibilidade, reduzindo a atividade de água do produto de modo que inibi a atividade microbiana e enzimática, evitando a deterioração e elevando a vida útil do alimento. A secagem convectiva visa a remoção parcial de água de modo que se obtenha um alimento a níveis seguros para o armazenamento (CARVALHO et al., 2020). Para Cuco et al., (2017) a secagem é um método fundamental no processamento de alimentos, pois aumenta a

segurança biológica e o tempo de armazenamento dos alimentos em razão da redução da atividade de água.

No entanto, elevadas temperaturas aplicadas a determinados alimentos podem propiciar perdas nutricionais no produto final. Pré-tratamentos são aplicados visando minimizar os danos causados por altas temperaturas, evitando a redução da qualidade do produto. Para Monteiro et al. (2020), a temperatura de secagem pode interferir nas características organolépticas e nutricionais e a desidratação osmótica e a utilização de técnicas de pré-tratamento melhora a qualidade do produto final.

A desidratação osmótica é uma operação que consiste na imersão de fatias de frutos em solução contendo um soluto. Faria et al., (2020) define como uma operação de transferência de massa em que a água é parcialmente removida dos alimentos por imersão em soluções concentradas, tais como xaropes ou salmouras que podem tornar a secagem mais rápida pela mudança no tecido da fruta.

Além de facilitar o processo seguinte de secagem convectiva, a desidratação osmótica também oferece outras vantagens que agregam valor ao produto elevando e mantendo suas características sensoriais e organolépticas. Pessoa et al. (2020) afirma que além de facilitar a transferência de massa e reduzir o teor de água, a desidratação osmótica confere melhor sabor pela presença de sacarose, promove inibição do escurecimento enzimático e oxidativo, e retém a cor natural do produto. Silva et al. (2017) completa afirmando que:

“A combinação de desidratação osmótica e secagem convectiva tem sido definida como alternativa econômica e segura para conservação de alimentos, proporcionando alimentos desidratados com melhor qualidade quando comparados a produtos desidratados apenas por secagem convencional”.

Pedreira et al., (2018) afirma que “ esse pré-tratamento é utilizado para melhorar a integridade do alimento e a diminuição do tempo de secagem posterior pela imersão em uma solução hipertônica, pelo fenômeno de osmose entre as membranas das células. ”

## **2.4 Cinética de Degradação do Ácido Ascórbico**

As principais fontes de ácido ascórbico, mas comumente chamado de vitamina C são produtos de origem vegetal, tais como frutas e legumes. Tem grande importância no funcionamento do organismo e na síntese e manutenção de colágeno. Júnior (2017) aponta que o ácido ascórbico “é comumente encontrado em frutas como goiaba, laranja, maçã, morango, kiwi e vegetais como a couve-flor. ”

O ácido ascórbico traz diversos benefícios a saúde, tem um importante papel na produção de colágeno, adsorção de ferro pelo organismo e capacidade de reduzir espécies reativas e oxidantes produzidas pelo organismo tendo ingestão diária recomendada de 45mg. (SOUZA, et al., 2018)

Muitas são as funções do ácido ascórbico no organismo, o que o torna extremamente essencial visto que tem participação no crescimento de tecidos, na regulação do sistema nervoso, defesa contra infecções, atividade antioxidante, entre outras funcionalidades específicas. De acordo com Fonseca et al., (2017) o ácido ascórbico é um poderoso antioxidante, recicla a vitamina E, participa do sistema imunológico, protege as células contra ação de patógenos, facilita a adsorção de minerais e ainda facilita a excreção do chumbo, mercúrio, cádmio e níquel.

A estabilidade do ácido ascórbico no alimento depende do processamento e das condições de armazenamento. A cinética de degradação do ácido ascórbico, contribui na definição da melhor temperatura de secagem que permite a permanência significativa do composto, que indica inclusive a permanência de outros compostos assim como sua estabilidade no período de armazenamento. Sousa et al., (2019) afirma ainda que:

“A estabilidade do ácido ascórbico é dependente tanto do tipo de processamento quanto da temperatura de armazenagem, apresentando inclusive cinéticas de degradação diferenciadas, a estabilidade aumenta com a diminuição da temperatura do meio, embora existam casos de perda durante o congelamento, ou armazenamento de alimentos a temperatura de refrigeração”.

Gabas et al., (2003) afirma que a cinética de degradação do ácido ascórbico em função das condições de processamento permite definir alternativas para minimizar perdas de qualidade, fornecendo informações sobre a degradação ao longo do armazenamento, estimando o teor de ácido ascórbico ao fim da vida-de-prateleira do produto.



### **3 METODOLOGIA**

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Físico-Química e do Laboratório de Orgânica Experimental, ambos localizados nas dependências do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA). Também foram conduzidos experimentos no Laboratório de Química Analítica Aplicada, no Centro de Ciências e Tecnologia - CCT, pertencente à Universidade Estadual da Paraíba, Campus I.

#### **3.1. Preparo da matéria-prima**

Os frutos do maracujá foram previamente selecionados lavados em água corrente e sanitizados para retirar as sujidades presentes. Após isso, foram descascados e retirados à polpa, restando o mesocarpo do maracujá, esse resíduo foi cortado em fatias de 2,5 x 1,5 cm que foram submetidas ao processo de branqueamento, que consistiu na imersão das fatias em água em ebulição por cerca de 5 minutos, com o propósito de inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento e remoção do ar no interior do alimento. Após esta etapa as fatias foram dispostas em peneiras plásticas para escorrer o excesso de água presente.

#### **3.2. Preparo da solução desidratante**

Para a desidratação osmótica, as fatias de mesocarpo de maracujá amarelo, que apresentam em seu estado *in natura* 2,8 °Brix, foram imersas em solução desidratante, em recipiente plástico contendo 60° Brix de sacarose em água destilada, sendo 30% de polpa, para incorporação do sabor das amostras. Este recipiente foi levado a estufa de bandeja com circulação de ar, submetidas a uma temperatura de 60° C por 1,5 hora.

#### **3.3. Secagem convectiva**

As fatias foram colocadas em peneiras para escoamento da solução desidratante e postas em papel toalha para absorção de todo excesso de solução. As fatias foram dispostas em bandeja de alumínio, em camada fina e levada a estufa com circulação de ar, nas três temperaturas de 50, 60, e 70 °C.

#### **3.4. Cinética de degradação do ácido ascórbico**

Na cinética de secagem as fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmodesidratadas, foram colocadas em bandeja de alumínio, em fina camada e levada a estufa de secagem com circulação de ar, onde foram pesadas para análise de degradação de ácido ascórbico pelo método descrito por AOAC (1997) modificado por BENASSI e ANTUNES (1998), em um intervalo inicial de 5 e 5 minutos, e posteriormente, em 15, 60 e 80 minutos, para as três diferentes temperaturas e seus respectivos tempos de secagens. A cinética foi realizada em triplicata, pesando-se 1 grama de amostra para cada repetição.

### **3.5. Caracterização físico-química**

As fatias do produto seco nas três temperaturas, 50, 60 e 70° C foram caracterizadas físico quimicamente quanto aos parâmetros descritos nos itens 3.5.1 a 3.5.11 estabelecendo como melhor condição a temperatura de 60° C no tempo de 13,5 horas de secagem convectiva, a partir, dos resultados da caracterização físico-química e considerando o menor teor de água, menor atividade de água, baixo percentual de perda de ácido ascórbico e manutenção da cor para seleção da condição otimizada.

#### **3.5.1 – Teor de água/Sólidos totais**

Os resultados referentes aos teores de água e sólidos totais serão determinados de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).

#### **3.5.2 - Cinzas**

O teor de cinzas será determinado em conformidade com o método oficial do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008) e os resultados expressos em porcentagem (p/p).

#### **3.5.3 – Ácido Ascórbico**

O ácido ascórbico será determinado segundo o método da AOAC (2010), modificado por BENASSI e ANTUNES (1988). Nessa metodologia o ácido oxálico é usado como solução extratora e se baseia na titulação da amostra com o 2,6 diclorofenolindofenol sódio, que apresenta a cor rosa em solução ácida e a cor azul em solução alcalina; enfim, os resultados foram expressos em mg/100g de ácido ascórbico.

### **3.5.4 - Açúcares redutores, açúcares totais e açúcares não-redutores**

A concentração de açúcares redutores e açúcares totais será determinada seguindo a metodologia descrita por MILLER (1959), com algumas adaptações, a qual se baseia na redução do ácido 3,5 dinitrosalicílico a 3-amino-5-nitrosalicílico (DNS), simultaneamente com a oxidação do grupo aldeído do açúcar a grupo carboxílico. O quantitativo de açúcares não-redutores será calculado pela diferença de açúcares totais e açúcares redutores.

### **3.5.5 – Sólidos insolúveis em água**

A determinação será realizada por meio do método descrito no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005) e os resultados expressos em percentagem (%).

### **3.5.6 - Fibra bruta e fibra em digestão ácida**

As determinações de fibra bruta e fibra em digestão ácida serão determinadas de acordo com Van Soest (1967). A determinação de fibra em digestão ácida (FDA) foi calculada com o somatório das quantidades de celulose e lignina.

### **3.5.7 – pH**

A determinação do pH será realizada por meio do método potenciométrico, calibrando-se o potenciômetro com soluções tampão (pH 4,0 e 7,0), a 20 °C, imergindo-se, em seguida, o eletrodo em béquer contendo a amostra e lendo o valor indicado no visor do aparelho, com os resultados expressos em unidades de pH.

### **3.5.8 - Acidez total titulável**

Nesta determinação, utilizará o método acidimétrico do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), através de solução padronizada de NaOH 0,1 M.

### **3.5.9 - Sólidos solúveis totais (°Brix)**

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) será determinado por leitura direta em refratômetro, com correção de temperatura com base na tabela contida no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).

### **3.5.10 – Cor**

Os parâmetros de cor da polpa de cajarana serão determinados utilizando-se o espectrofotômetro Mini Scan XE Plus; neste instrumento, equipado com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e calibrado com placa padrão branca (X=80,5; Y=85,3; Z=90,0) foram determinados os seguintes parâmetros: L\* - luminosidade; a\* - transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*); e b\* - transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*).

### **3.5.11 - Atividade de água**

A atividade de água será determinada diretamente em equipamento Aqualab 3TE, da Decagon Devices a 25°C. O valor de atividade de água foi registrado quando há formação da primeira gota de orvalho em função do equilíbrio alcançado entre a fase líquida, presente na amostra, e a fase gasosa.

## **3.6. Estudo da estabilidade**

As fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivas foram armazenadas em embalagens laminadas em condições ambientais de temperatura. Cada embalagem continha 20 gramas das fatias de mesocarpo, sendo submetidas às análises físico-químicas, sendo realizadas em triplicata para cada parâmetro estabelecido, no tempo zero e a cada 30 dias, durante 90 dias.

Ao longo do armazenamento, as amostras de maracujá osmoconvectivos são caracterizadas pelos seguintes parâmetros físico-químicos quanto ao: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água, sólidos totais, cinzas, ácido ascórbico, e fibras.

## **3.7. Análise de dados**

Na cinética de degradação do ácido ascórbico, as constantes cinéticas de velocidade de reação (k) de zero e primeira ordem foram calculados usando as seguintes equações expostas na Tabela 1. Para garantir a obtenção do melhor modelo que produzirá o melhor ajuste dos dados experimentais, utiliza-se como parâmetro o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Sendo determinado a constante cinética de ordem zero no software ESTATISTIC versão 10, e a constante cinética de primeira ordem no software Microsoft EXCEL versão 2013. Para o armazenamento, os dados foram avaliados na temperatura otimizada de 60 °C em quatro tempos (0, 30, 60 e 90) e 3 repetições de análise realizadas pelo programa ASSISTAT versão 7.7.

**Tabela 1:** Equações cinéticas de zero e primeira ordem direcionadas a reações de degradação de ácido ascórbico em mesocarpo de maracujá osmoconvectivo a 50, 60 e 70° C.

Ordem da Reação	Modelos
Zero	$A = A_0 - K\theta$
Primeira Ordem	$\ln \frac{A}{A_0} = -k\theta$

Onde:

A- concentração da amostra avaliada após o tempo;

$A_0$ - concentração inicial da amostra;

K- constante de velocidade da reação;

$\theta$ - tempo.

O tempo de meia-vida é determinado a partir da Equação 1 para o modelo cinético ordem zero e a partir da Equação 2 para o modelo de primeira ordem. O valor de k utilizado, será o que melhor se ajustar aos dados experimentais das cinéticas de degradação do ácido ascórbico, ou seja, o maior valor de k gera esta condição.

$$\theta_{1/2} = \frac{1}{k} \left( A_0 - \frac{A_0}{2} \right) \quad (1)$$

$$\theta_{1/2} = \frac{0,693}{k} \quad (2)$$

A energia de ativação é a inclinação da reta obtida traçando-se  $\ln(k)$  versus  $\frac{1}{T}$ . Uma vez estabelecido os valores de  $k$ , a equação de Arrhenius é empregada para descrever o efeito da temperatura na constante cinética de velocidade da reação de degradação do ácido ascórbico e para estimar a energia de ativação ( $E_a$ ) da reação, a partir da Equação 3.

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (3)$$

Onde:

$k$ - constante da reação;

$A$ - fator pré exponencial;

$E_a$ - energia de ativação expressa em  $\text{kJ mol}^{-1}$ ;

$R$ - constante universal dos gases ( $8,31441 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ );

$T$ - temperatura absoluta (K).

O valor de  $Q_{10}$  é frequentemente usado no desenvolvimento de indústrias em produtos alimentícios como forma alternativa de expressar mudanças de temperatura (MUNHOZ, 2016). Uma vez conhecido como fator de aceleração da temperatura, o  $Q_{10}$ , estima o impacto da temperatura na velocidade da reação química. Esse fator expresso na Equação 4 pode ser determinado a partir do quociente entre as constantes de velocidade da reação, indicando diminuição ou aumento na taxa de uma reação.

$$Q_{10} = \frac{k(T+10)}{kT} \quad (4)$$

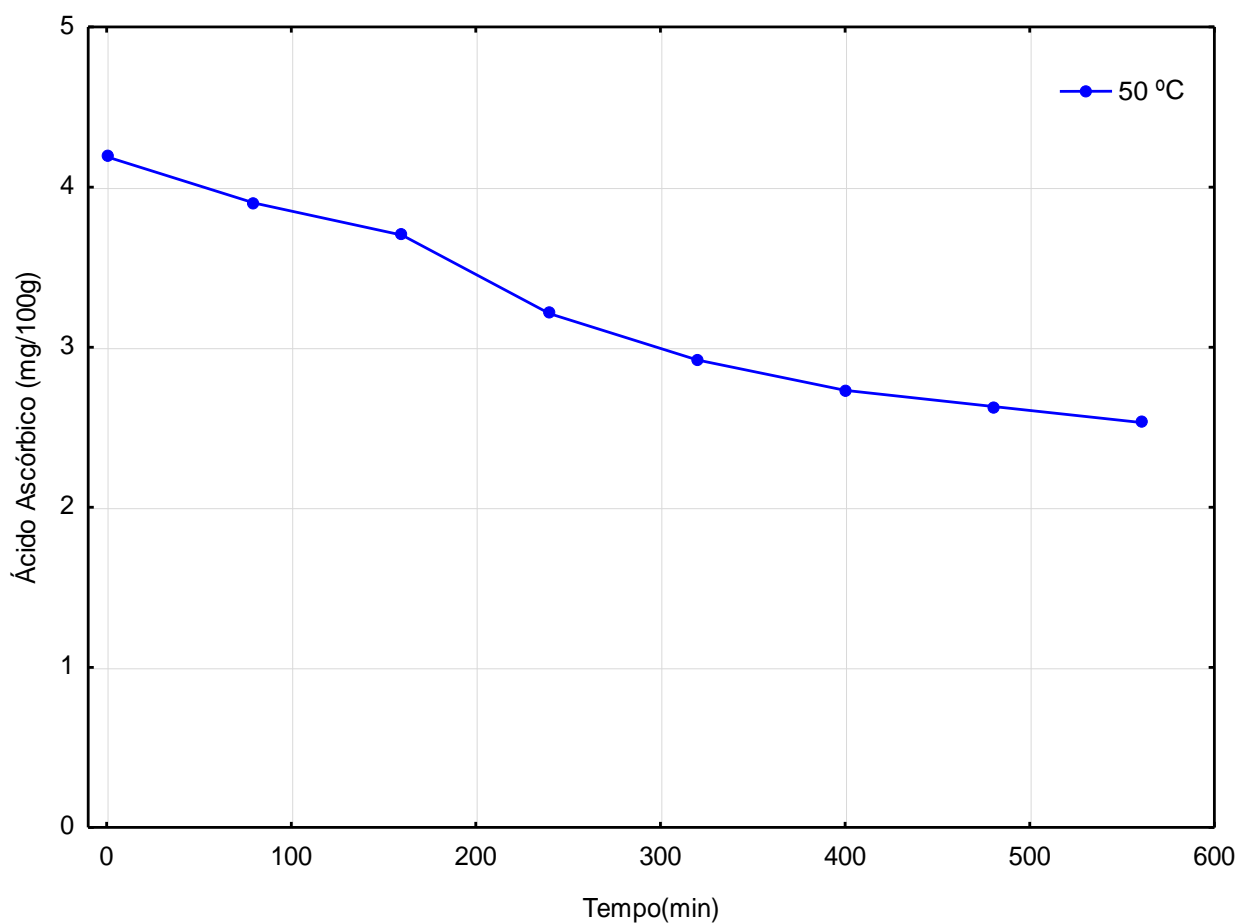
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Cinética de degradação do ácido ascórbico

As fatias de mesocarpo de maracujá osmoticamente desidratadas foram submetidas a secagens convectivas nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C avaliando-se a degradação do ácido ascórbico em tempos regulares de 9,2; 13,5 e 3 horas, respectivamente. A quantidade de ácido ascórbico das fatias de mesocarpo de maracujá desidratadas no início das secagens convectivas, foi em média de 9,21 mg/100g para as três temperaturas.

Na Figura 1 tem-se a variação da concentração de ácido ascórbico em função do tempo, a 50° C, em que o teor de ácido ascórbico final foi de 2,53 mg/100.

**Figura 1:** Cinética de degradação do ácido ascórbico do mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo na temperatura de 50 °C

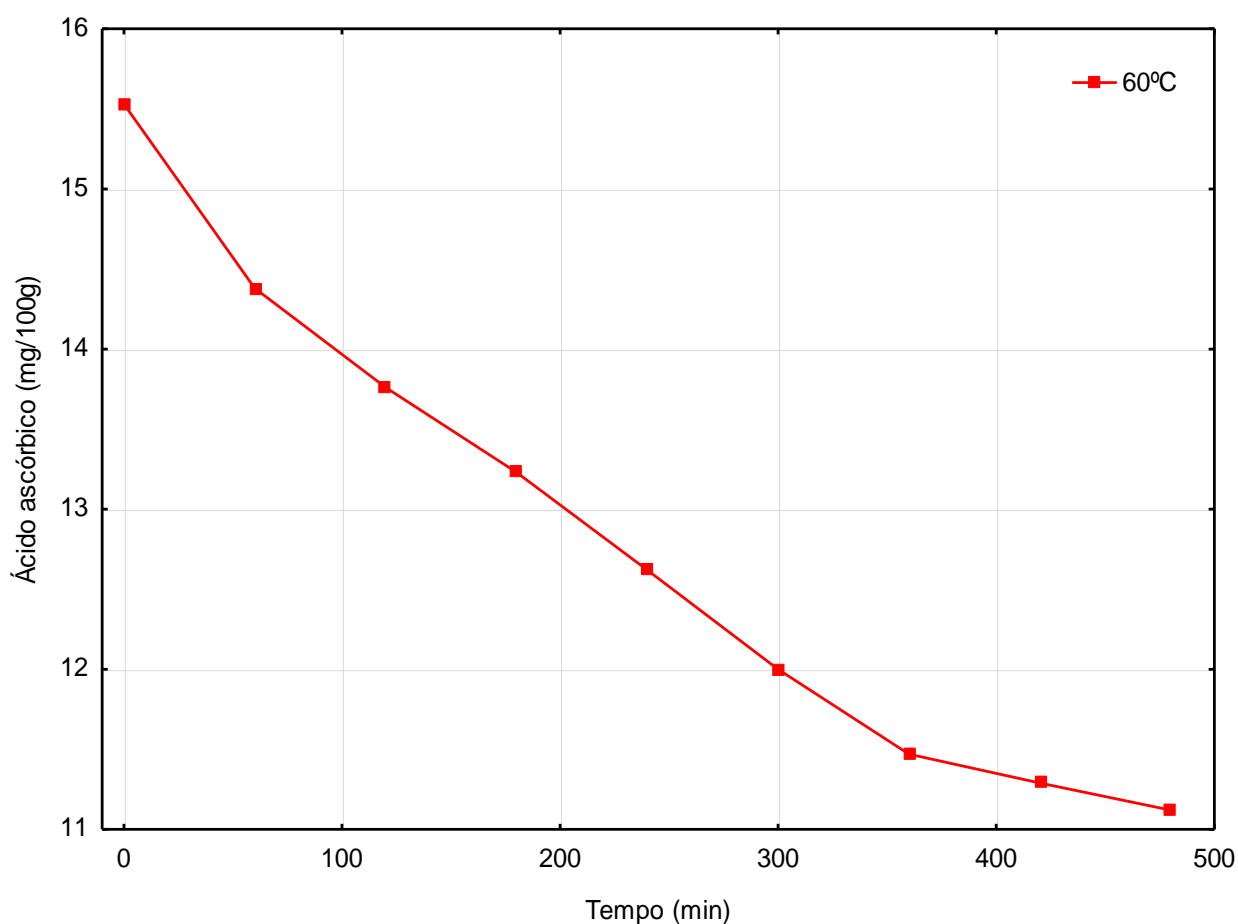


O gráfico acima possibilita concluir que em um considerável tempo de 9 horas e 20 minutos de secagem com uma temperatura amena, a degradação de ácido ascórbico foi

acentuada, com perda de 80,98%, considerando que o produto *in natura*, apresenta um valor médio de 13,30 mg/100g. Esse resultado se justifica pelo fato das fatias serem derivadas de um resíduo bastante heterogêneo, uma vez que, não são todas originadas no mesmo fruto, apresentando diferentes formas na textura e na cor durante e no final da cinética de secagem. Lopes et al. (2015) ao estudarem as curvas de secagem do resíduo de cerveja nas temperaturas de 50, 60, 70, 80 e 90 °C, verificaram forte influência no tempo de secagem.

Na Figura 2 verifica-se degradação de ácido ascórbico na temperatura de 60 °C, após 13 horas e 30 minutos de secagem, em que o teor de ácido ascórbico final foi de 11,12 mg/100g.

**Figura 2:** Cinética de degradação do ácido ascórbico do mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo a temperatura de 60 °C



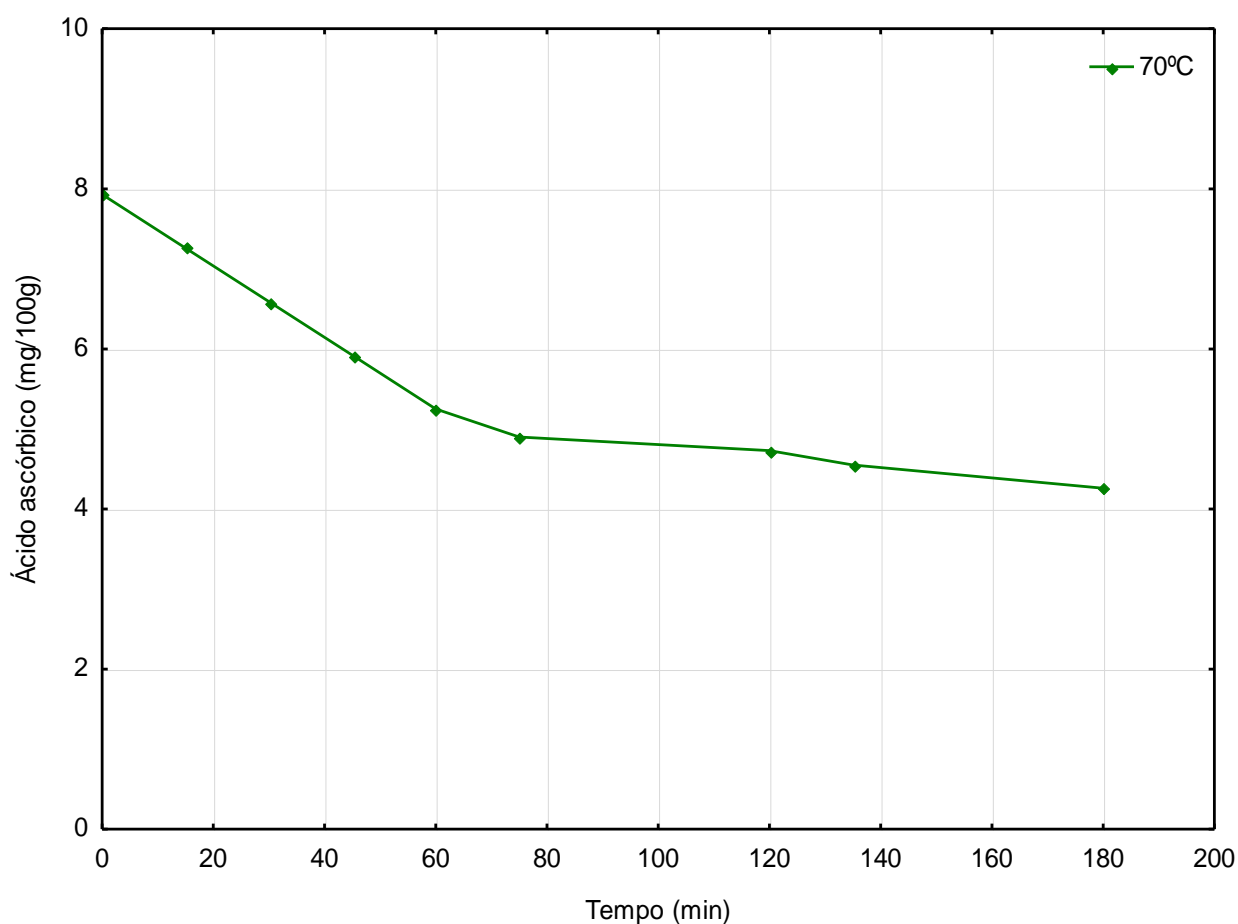
Foi possível observar a partir do gráfico acima, que a secagem a 60 °C necessitou mais tempo até que atingisse o teor de água de equilíbrio, considerando que por meio da desidratação osmótica houve acentuada incorporação de soluto (sacarose) às fatias, formando uma película protetora, capaz de diminuir a perda de ácido ascórbico da amostra, sujeitas à



temperatura de 60° C durante 13,5 horas. Além disso, a perda de água das amostras durante a secagem convectiva, constatada com teor menor que 12% de teor de água, favorece a manutenção do ácido ascórbico no produto seco. O mesmo foi observado por Ferraz et al. (2017), que estudaram o processo de produção da farinha de acerola desidratada à 60, 70 e 80 °C verificando a eficiência da desidratação na perda de água, resultando no acúmulo de ácido ascórbico.

A Figura 3 apresenta a degradação de ácido ascórbico na temperatura de 70 °C no tempo de 3 horas, constatando uma perda de 4,26 mg/100g.

**Figura 3:** Cinética de degradação do ácido ascórbico do mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo na temperatura de 70 °C.



Nota-se na Figura 3, a predominância da temperatura na degradação de ácido ascórbico, uma vez que no tempo de secagem de 3 horas, houve uma perda de 67,98% de ácido ascórbico, apresentando ao final da cinética de secagem a 70° C, 4,26 mg/100g. Resultado semelhante apresentou Benevides (2015) na cinética de secagem do bagaço da

laranja nas temperaturas de 60 70 e 80° C, concluindo que a maior temperatura do ar de secagem ocorreu no menor tempo do processo.

O comportamento da cinética de secagem para a temperatura de 70° C apresentou menor perda de ácido ascórbico que a secagem em 50° C em um menor tempo. Isto prova que o binômio, temperatura e tempo de secagem, devem ser considerados como parâmetros de análise na retenção de ácido ascórbico. Da mesma forma observou Silva (2015), ao estudar a desidratação de resíduos de maracujá-amarelo na temperatura de 80° C durante 7 horas de secagem, concluiu que além do grande impacto positivo da temperatura, foi possível comprovar que os aumentos na velocidade e tempo de secagem também geram permanência no teor de ácido ascórbico.

A temperatura é sem dúvida, o fator que mais influencia a velocidade da reação química. Dessa forma, quantificar seu efeito sobre a velocidade de deterioração nos alimentos é de fundamental importância, pois possibilita entender como a vida de prateleira de um produto será alterada em função da temperatura do armazenamento (OLIVEIRA, 2010).

Na Tabela 2 se encontram os parâmetros dos modelos cinéticos de ordem zero e de primeira ordem utilizados para avaliar a degradação do ácido ascórbico, durante as secagens nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, para o mesocarpo de maracujá osmoconvectivo. Constatou-se dentre os modelos avaliados que os maiores coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram obtidos para o modelo cinético de primeira ordem ( $R^2 > 0,95$ ); comportamento semelhante foi verificado por Munhoz (2016) ao estudar a cinética de degradação da cor, ácido ascórbico e consistência ao longo da cadeia de processamento industrial de polpa concentrada de tomate, concluindo que o modelo cinético de primeira ordem se ajustou melhor que de ordem zero, a 60° C. Gabas et al. (2003) estudaram a degradação do ácido ascórbico em ameixas desidratadas, em diferentes temperaturas numa faixa entre 40 e 80° C e também verificaram que o modelo cinético de primeira ordem se ajustou bem aos dados experimentais.

O tempo de meia vida  $t_{(1/2)}$  foi calculado a partir da constante da velocidade (k) da reação de primeira ordem, uma vez que produziu o melhor ajuste. Através dos resultados observa-se, com o aumento da temperatura, uma redução do tempo de meia vida, ou seja, o ácido ascórbico presente na amostra estudada se degrada mais rapidamente a altas temperaturas.

**Tabela 2:** Parâmetros cinéticos da degradação do ácido ascórbico em três diferentes temperaturas do mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo

Temperatura (°C)	A <sub>0</sub>	Ordem zero		Primeira ordem		Θ <sub>(1/2)</sub> ** (min)
		k (min <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	k (min <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	
50	4,19	0,0012	0,9271	0,0032	0,9569	216,56
60	15,53	0,0009	0,8380	0,0091	0,9569	76,15
70	7,93	0,0055	0,7157	0,0195	0,8183	35,54

\*concentração inicial do ácido ascórbico (mg/ 100g);

\*\*tempo de meia vida, calculado com o valor de k da reação de primeira ordem

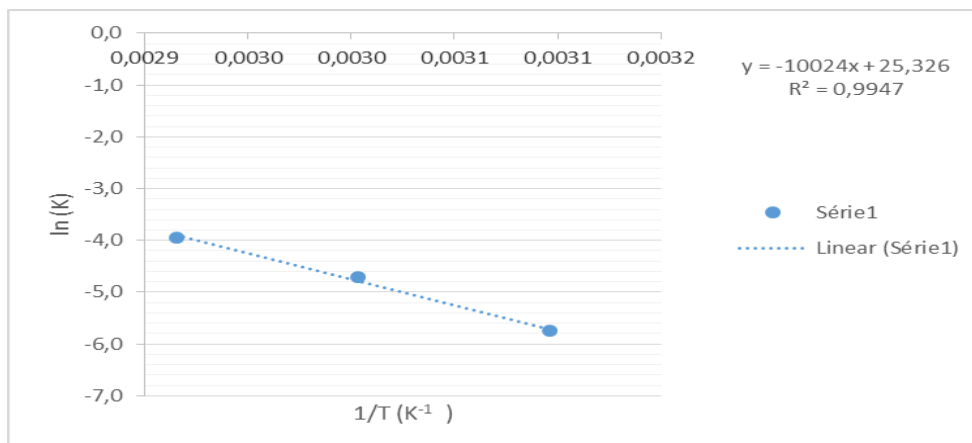
Na Tabela 3 consta os parâmetros da Equação de Arrhenius e o coeficiente de reação (Q<sub>10</sub>) para degradação de ácido ascórbico para as amostras de mesocarpo de maracujá osmoconvectivo. Nota-se que o valor de Q<sub>10</sub> foi de 2,84 e 2,14, para variação de 50-60 °C e 60-70 °C, respectivamente; o valor de Q<sub>10</sub> é maior quando ocorre a menor perda de ácido ascórbico, neste caso, na faixa de temperatura de 50-60 °C. Valente et al. (2013) obtiveram resultado semelhante, um valor de Q<sub>10</sub> de 2,60, em estudo da cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga.

**Tabela 3:** Parâmetros da Equação de Arrhenius e coeficiente de reação (Q<sub>10</sub>) para a degradação do ácido ascórbico do mesocarpo do maracujá amarelo

Intervalo (°C)	Parâmetros de Arrhenius			Coeficiente de temperatura (Q <sub>10</sub> )	
	lnA	E <sub>A</sub> (kJ.mol <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	(50-60 °C)	(60-70 °C)
50-70	25,32	83,33	0,994	2,84	2,14

Na Figura 4, visualiza-se a representação gráfica da constante da velocidade da reação do modelo cinético de primeira ordem em função da temperatura da cinética de degradação do ácido ascórbico do mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo em diferentes temperaturas.

**Figura 4:** Representação gráfica de Arrhenius da constante cinética de primeira ordem para degradação do ácido ascórbico no mesocarpo do maracujá amarelo.



A partir da inclinação da reta ( $E_a/R$ ), foi possível determinar a energia de ativação de  $83,33 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  para as amostras de mesocarpo de maracujá osmoconvectivo. Munhoz (2016) ao estudar a cinética de degradação de cor e ácido ascórbico e consistência ao longo do processamento da polpa de tomate na temperatura de 60, 70 e 80° C, encontrou uma  $E_a$  média de  $118,75 \text{ kJ/mol}$  sendo superior ao presente estudo.

#### 4.2 Caracterização físico-química das fatias do mesocarpo do maracujá antes do armazenamento

Na Tabela 4 estão expressos os valores médios de cada parâmetro da caracterização físico-química, em cada temperatura de secagem na condição otimizada.

**Tabela 4:** Caracterização físico-química das fatias osmoconvectiva do mesocarpo do maracujá secas em diferentes temperaturas.

Parâmetros	Médias		
	50 °C	60 °C	70 °C
pH	4,00 b	4,18 a	3,94 c
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	64,5 c	66,6 b	68,4 a
Teor de Água (%b.u)	16,76 a	11,89 b	8,82 c
Sólidos Totais (%)	83,24 c	88,11 b	91,51 a
Atividade de Água	0,688 a	0,511 b	0,485 c
Cinzas (%)	0,68 a	0,66 a	0,67 a
Açúcares Redutores (g/100g)	5,42 c	7,54 b	12,41 a
Açúcares Não Redutores (g/100g)	77,59 a	78,62 a	77,42 a
Açúcares Totais (g/100g)	83,01 c	86,17 b	89,83 a

Ácido Ascórbico (mg/100g)	2,53 a	11,12 b	4,26 c
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	0,770 a	0,719 a	0,720 a
Luminosidade (L*)	76,76 a	75,89 b	73,32 c
Intensidade de Vermelho (+a*)	1,06 c	2,83 b	4,58 a
Intensidade de Amarelo (+b*)	19,23 c	20,23 b	27,29 a

Os parâmetros fundamentais para a determinação da temperatura ideal para seleção do armazenamento interferem diretamente na vida de prateleira do produto. A secagem convectiva a 60° C apresentou melhor condição para o armazenamento, uma vez que apresenta menor teor de água (12%), impossibilitando a presença de possíveis patógenos no produto. De acordo com Reis et al., (2017) o teor de água é um parâmetro que deve ser mantido em baixo percentual, para evitar o aparecimento de microrganismos. A atividade de água menor que 0,6 também é um fator que permite a segurança microbiológica ao alimento. Esses dois parâmetros, diminuíram com o aumento da temperatura de secagem, fato também apresentado por Azevêdo (2015) na secagem convectiva do camu-camu a 50 e 80° C, com as amostras a 80 °C apresentando menor valor de atividade de água e teor de água. Além destes o teor de ácido ascórbico, parâmetro fundamental para estudo de estabilidade do produto, foi melhor conservado na temperatura de 60 °C, com 11,12 mg/100g, expressando uma perda de 22,56% em relação ao teor inicial de ácido ascórbico do produto *in natura*, com 13,30 mg/100g, na qual, esse parâmetro que também apresentou diminuição com o aumento da temperatura.

Nas caracterizações físico-químicas, que estabelecem parâmetros essenciais para a melhor condição de secagem para o armazenamento, a preparação das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo, pelo método da desidratação osmótica, melhora as características organolépticas do alimento, contribuindo significativamente no armazenamento. A desidratação osmótica trata-se em importante processo de preservação do alimento, uma vez que possibilita prevenir e / ou preservar atributos sensoriais, tais como cor, sabor, aroma, textura e ácido ascórbico, além de inibir o escurecimento enzimático. A desidratação osmótica reduz a quantidade de água no alimento e incorpora outros sólidos, sem necessidade de energia térmica para promover a transferência de massa, como ocorre em outros processos de desidratação (DUARTE et al., 2012).

#### 4.3 Armazenado das fatias do mesocarpo do maracujá osmoconvectivo

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios de pH das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento na temperatura ambiente.

**Tabela 5:** Valores médios de pH das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	pH
	25 °C
0	8,520 a
30	6,323 a
60	3,450 b
90	6,083 ab

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Ao longo do armazenamento, houve uma tendência de diminuição no pH, em caráter ácido no tempo de 60 dias de armazenamento e ligeiramente básico no tempo 30 e 90 dias de armazenamento com redução de 28,63%, resultado compatível com o nível de acidez total titulável inicial e final no tempo de armazenamento. Santos (2018) também verificou variação semelhante no tocante ao pH do caldo de cana probiótico, entre 3,3 e 5,4.

Na Tabela 6 são expostos os valores médios de acidez total titulável das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento na temperatura ambiente.

**Tabela 6:** Valores médios do teor de acidez total titulável (% ácido cítrico) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)
	25 °C
0	0,007 c
30	0,022 b
60	0,036 a
90	0,037 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Na acidez total titulável, os resultados foram coerentes de acordo com as preditas na literatura, uma vez que ocorreu o aumento ao longo do tempo de armazenamento. Apesar do aumento, a acidez se caracterizou em baixo índice, apresentando ainda estabilidade nos

últimos 30 dias de armazenamento, o que é benéfica para o armazenamento, reduzindo a possível presença de microrganismos patógenos. A baixa acidez também foi encontrada por Leite et al. (2018), apresentando 0,042% de ácido cítrico no aproveitamento da casca residual da laranja para a produção de doce. Galdino et al. (2016) também obteve acidez praticamente constante no estudo da estabilidade de resíduos agroindustriais secos de goiaba, maracujá e caju a 55° C durante 240 dias.

Na Tabela 7 são expostos os valores médios de sólidos solúveis totais das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo ao longo do armazenamento na temperatura ambiente.

**Tabela 7:** Valores médios do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)
	25 °C
0	3,460 a
30	3,060 a
60	3,300 a
90	3,306 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os sólidos solúveis totais apresentaram redução insignificante, ao final do armazenamento, um percentual de redução de 4,62%, podendo concluir a preservação do produto pela incorporação de sacarose na desidratação osmótica. Resultado semelhante foram obtidos por Aranha et al. (2017) para a concentração de sólidos solúveis (°Brix) de 3,83 a 4,57 °Brix no estudo da estabilidade da farinha de resíduos de frutas no período de 21 dias de armazenamento.

Na Tabela 8 são expostos os valores médios de teor de água das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento a temperatura ambiente.

**Tabela 8:** Valores médios do teor de teor de água (% b.u.) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Teor de Água (%b.u.)
	25 °C
0	11,853 bc
30	15,233 a
60	13,036 b

90

10,776 c

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Como definido na literatura, o teor de água durante o tempo de armazenamento apresentou uma redução de 9,11%, em relação ao tempo zero e 90 dias, possibilitando constatar que o produto apresentou uma umidade menor que 12%, garantindo a eficiência quanto a prevenção de possíveis microrganismos contaminantes. Ao final dos 90 dias de armazenamento, verifica-se um teor de água de 10,77%, resultado similar foram verificados por Figueirêdo et al. (2015), atingindo em 90 dias de armazenamento das amostras residuais de urucum um nível na faixa de 10% de teor de água.

Na Tabela 9 expõe os valores médios de sólidos totais das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento a temperatura ambiente.

**Tabela 9:** Valores médios do teor de sólidos totais (%) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Sólidos Totais (%)
	25 °C
0	88,140 ab
30	84,763 c
60	86,960 b
90	89,220 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

No que se refere aos sólidos totais este apresentou instabilidade quanto ao tempo de armazenamento, no último tempo apresentou uma tendência de aumento de 1,22% em relação ao tempo zero. Podendo considerar diante do resultado, a influência da embalagem na estabilidade do produto, visto que embora se trate de embalagem laminada, não foi devidamente selada. Além disso, por menor que seja o aumento de sólidos, é o resultado esperado uma vez que o comportamento do parâmetro teor de água foi de redução. Relato semelhante apresentou Duarte (2018) ao avaliar a qualidade da polpa de lichia em pó pelo processo de liofilização, onde também utilizou embalagens laminadas para armazenamento do seu produto.

Na Tabela 10 são expostos os valores médios de ácido ascórbico das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento a temperatura ambiente.



**Tabela 10:** Valores médios do teor de ácido ascórbico (mg/100g) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Ácido Ascórbico (mg/100g)
	25 °C
0	15,720 a
30	12,673 b
60	6,403 c
90	4,736 c

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Ao considerar os resultados das análises de teor de ácido ascórbico obtidos, é possível verificar uma perda acentuada ao longo do armazenamento. Isso ocorreu provavelmente pela embalagem não ter sido selada a vácuo possibilitando a presença de oxigênio em seu interior, proporcionando perda significativa de ácido ascórbico, como constatado no final do armazenamento. O tempo de secagem também é um fator influente na degradação desse parâmetro durante a vida-de-prateleira, mesmo este apresentando a menor perda na cinética de secagem. Percentualmente, a perda foi de 69,91% em três meses, considerando o tempo zero e tempo final de 90 dias. A temperatura de secagem a 60 °C resultou na maior perda de ácido ascórbico durante o armazenamento, possivelmente devido ao maior tempo de secagem, o que sucedeu maior oxidação de ácido ascórbico (FREITAS et al. 2017).

Na Tabela 11 apresentam-se os valores médios de cinzas das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento a temperatura ambiente.

**Tabela 11:** Valores médios do teor de cinzas (%) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Cinzas (%)
	25 °C
0	1,153 a
30	1,596 a
60	1,346 a
90	1,193 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

No final do armazenamento, completado os 90 dias, constatou-se a partir dos resultados uma variação não significativa no teor de cinzas, que pode ser justificado pelas condições de incineração, como variação de temperatura e também dependência da

composição do alimento, que pode ser degradado ou incorporado ao produto ao longo do tempo. Ao realizarem o estudo da estabilidade do resíduo de caju seco durante 240 dias, Muniz et al. (2016) resultaram um teor de cinzas final de 1,60% em 90 dias de armazenamento, valor semelhante ao presente estudo no último tempo de armazenamento.

Na Tabela 12 são expostos os valores médios de fibras das fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo no armazenamento a temperatura ambiente.

**Tabela 12:** Valores médios do teor de fibras (%) das fatias do mesocarpo do maracujá amarelo osmoconvectivo a 60 °C, armazenadas na temperatura de 25°C

Tempo de Armazenamento (Dias)	Fibras (%)
	25 °C
0	12,100 a
30	10,730 a
60	13,860 a
90	12,903 a

Obs.: Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

A tabela acima expõe os resultados de análise de fibras, ou seja, a quantidade de fibras não digestíveis em que embora tenham variado em cada tempo estiveram abaixo do nível máximo de 21% de matéria seca. Resultados que indicam um produto com baixo percentual de fibras quanto a polpa do baru, armazenada por Siqueira et al. (2016) no período de 120 dias. Essa variação entre início e fim do armazenamento, é em razão da heterogeneidade das amostras do produto, visto que as fatias de mesocarpo não foram retiradas do mesmo fruto. No que se refere ao armazenamento, o teor de fibra tem tendência de diminuição, pois não aumenta com sua concentração de produto por ser um material insolúvel. Por consequência do baixo teor de fibras, apresenta-se nos quatro tempos de análise alto valor energético, uma vez considerando que quanto menor for o valor de FDA maior o valor energético do produto.

## 5 CONCLUSÃO

As fatias de mesocarpo de maracujá amarelo osmodesidratadas, expostas a cinética de degradação de ácido ascórbico nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C resultou maior estabilidade quanto à perda de ácido ascórbico na secagem na temperatura de 60 °C, na qual, o teor de água manteve-se dentro das condições ideais de teor de água e atividade de água para um produto submetido ao armazenamento. Com isso, estabelece uma segurança microbiológica ao produto osmoconvectivo a essa temperatura definindo-a como condição ótima para o armazenamento nas condições ambientais de temperatura.

No armazenamento, as fatias de mesocarpo osmoconvectivo obtiveram uma tendência de redução no teor de água do produto, permitindo uma margem segura para contaminação microbiológica. No ácido ascórbico, houve perda ao longo do tempo, pela influência do tempo de secagem na melhor condição. Parâmetros como acidez, pH, demonstraram coerência no decorrer do armazenamento, acidez com tendência de aumento e pH com tendência de redução. Os sólidos solúveis totais também expressaram leve tendência de redução. Os sólidos totais e cinzas, resultaram um aumento, assim como as fibras, justificado pela heterogeneidade do produto.

Desse modo, pôde-se concluir a partir dos resultados, que o mesocarpo de maracujá amarelo osmoconvectivo se torna viável dentro das condições de processamento e de armazenamento, configurando um produto novo, nutricional e funcional, proporcionando reaproveitamento e redução de resíduos agrícolas e alternativas variadas de consumo de alimentos saudáveis.

## REFERÊNCIAS

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**.14. ed. Arlington: AOAC, 2010. 1141p.
- AMORIM, E. G.; **Elaboração alternativa de produtos a partir de resíduos alimentares. Revista Eletrônica de Ciências**. Veredas Favip, ano 10, volume 7, número 1, 2014.
- ARANHA, J; NEGRI, T; MARTIN, J; SPOTO, M. **Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante o armazenamento**. Campinas- SP: Brazilian Journal of Food Technology, 2017.
- AZEVÊDO, Juliana Chrís Silva. **Características bioativa, funcionais e efeito protetor do resíduo desidratado do camu-camu (*Myrciaria dúbia* H.B.K. (Mc Vaugh) sobre doenças degenerativas utilizando modelos *in vivo* *C. elegans***. Natal- RN: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015.
- BARBOSA, E; CARVALHO, A; SIQUEIRA, K. **Aproveitamento de resíduos de processamento de castanha de baru para o desenvolvimento de gelado comestível**. Revista Processos Químicos, p. 290, 2016.
- BENEVIDES, L. C. **Pirólise do bagaço da laranja: Análise cinética dos estágios de secagem e devolatização**. São Mateus, ES: UFES, 2015. 80f. Dissertação (Mestrado em Energia), Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.
- BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1998.
- BRITO, J; QUEIROZ, A; FIGUEIRÊDO, R; OLIVEIRA, A. **Armazenamento de grãos residuais de urucum sob atmosfera controlada**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos/Centro de Ciências e Tecnologia/Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2015.

CARVALHO, A. A.; BARBOSA, E. S. P.; SIQUEIRA, K. F.; Aproveitamento de Resíduos de Processamento de Castanha de Baru para Desenvolvimento de Gelado Comestível. **Revista Processos Químicos**, julho/dezembro, 2016.

CARVALHO, de I. R. A.; SILVA, da L. M. G. E.; CAMPOS, R. P.; DONADON, J. R.; Desidratação osmótica de peras: compostos bioativos e avaliação sensorial. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 25, n. 60, p. 27-44, maio/ago. 2020.

Emanuela Monteiro COELHO, E. M.; AZÊVEDO, L. C. de; UMSZA-GUEZ, M. A.; Fruto do maracujá: Importância econômica e industrial, produção, subprodutos e prospecção tecnológica. **Cad. Prospec.**, Salvador, v. 9, n. 3, p.347-361, jul./set.. 2016.

DUARTE, Marco Tullio Lima. **Qualidade da polpa de lichia em pó, obtida pelo processo de liofilização**. Campina Grande- PB: Centro de Ciências e Tecnologia- Pós-Graduação em Engenharia de Processos- Universidade Federal de Campina Grande, 2018.

DUARTE, M; UGULINO, S; MATA, M; GOLVEIA, D; QUEIROZ, A; **Desidratação Osmótica de Fatias de Jaca**. Fortaleza- CE: Centro de Ciências Agrárias- Universidade Federal do Ceará, 2012.

FARIA, de M. M. L.; SOARES, S. B. D.; VIEIRA, D. A. de P.; **Desidratação osmótica e convencional de banana da terra (*Musa sapientum*)**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 11, p. 86506-86518, nov. 2020.

FIGUEIRÊDO, R; BRITO, J; QUEIROZ, A; OLIVEIRA, A. **Armazenamento de grãos residuais de urucum sob atmosfera controlada**. Campina Grande-PB: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.12, p.1185–1191, 2015.

GABAS, A. L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F. C.; Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, 23 (sulp): 66-70, dez. 2003.

GALDINO, P; MUNIZ, C; SANTIAGO, A; BRITO, K; NÓBREGA, M; **Estuda da estabilidade de resíduos agroindustriais**. Gramado-RS. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos,2016.

I AMOSTRA CIENTÍFICA DE ALIMENTOS, 1.;2015, Medianeira, Paraná, **Anais** Keila de Souza Silva<sup>1</sup> ; Carolina Castilho Garcia<sup>2</sup> ; Fabio Shindi Uchida<sup>3</sup> ; Luiz Gustavo Covizzi<sup>4</sup> ; Maria Aparecida Mauro<sup>5</sup>. Medianeira, 2015: Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Inclui bibliografia.

GOMES, J. T.; Barroso, A. de S.; MONTEIRO, C. D. A.; MOURÃO, R. H. V. Extração de substâncias pécicas do mesocarpo de *Passiflora nitida* Kunth. Passifloracea. **Revista Fitos**, Rio de janeiro, 2020.

JUNIOR, Elmar Damasceno. **Avaliação da liberação do ácido ascórbico em comprimidos de liberação prolongada através de testes de dissolução *in vitro***. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2017.

LOPES, C.R.; QUEIROZ, A.M.; SILVA.K.C.; MENDES, E.C.; SILVÉRIO, B.C.; FERREIRA, M.M. **Estudo Cinético de Desidratação e Caracterização do Bagaço de Malte Resíduo da Indústria**. Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), julho 2015.

LOPES, Francemir José. **Estudo do Fenômeno de Encolhimento na Secagem Convectiva de Abacaxi com Aplicação de Micro-Ondas**. Campo dos Goytacazes- RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2013.

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

MONTEIRO S. S.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; PEREIRA, E. M.; Desidratação osmótica de fatias de mamão (*Carica papaya* L.). **Revista Verde**, Pombal, v. 15, n.2, abr.-jun., p.183-192, 2020.

MOURA, S. G.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; CLEMENTE, E.; FRANZENER, G.; Conservação e pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). **Ambiência**, Guarapuava, v.12 n.2 p. 667 - 682 Maio/Ago. 2016

MUNIZ, Cecília Elisa de Sousa. **Elaboração de barras de cereais utilizando resíduos agroindustriais de goiaba e caju enriquecidos proteicamente por via microbiana**. Campina Grande-PB: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química- Universidade Federal de Campina Grande, 2017.

MUNHOZ, Karla Ariane Silveira. **Estudo da Cinética de Degradação da Cor, Ácido Ascórbico ao longo da Cadeia de Processamento Industrial de Polpa Concentrada de Tomate**. Campinas- SP: Faculdade de Engenharia de Alimentos- Universidade Estadual de Campinas, 2016.

OLIVEIRA, A; RAMOS, A; CHAVES, J; VALENTE, M; **Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga**. Viçosa- MG: Programa de Pós-Graduação e Tecnologia de Alimentos- Universidade Federal de Viçosa, 2013.

OLIVEIRA, Anderson do Nascimento. **Cinética de Degradação do suco Integral de Manga e Estimativa da vida-de-Prateleira por Testes Acerolados**. Viçosa- MG: Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- Universidade Federal de Viçosa, 2010.

PESSOA, T.; SILVA, da D. R. S.; GURJÃO, F. F.; MIRANDA, D. S. A.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; Estudo da desidratação osmótica de palitos de inhame em solução de cloreto de sódio. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e474974277, 2020.

PEDREIRA, A. J. R. M.; CRISTIANI, L. B.; GUIDI, M. F.; CARPATO, M. O.; MALDONADO, R. R.; Desidratação Osmótica de frutas tropicais com adição de fibras solúveis. **Rev trab. Iniciaç. Cient. UNICAMP**, Campinas, SP, n.26, out. 2018.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v. , Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4ª ed., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

RAFIQ, S.; SHARMA, V.; RASHID, A. et al. **Development of Probiotic Carrot Juice.** *Journal of Nutrition & Food Sciences*, v. 6, n. 4, p. 1–5, 2016.

Reis, D. S.; Neto, A. F.; Ferraz, A. F.; Freitas, de S. T.; Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Braz. J. Food Technol.**, v. 20, e2015083, 2017.

SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9.; **Anais do 9º GOETTEN, T. B. V.; DEFENDI, E. A.; HUBERT, G. E.; MACENO, D.; MORAIS, M. M.; Santana do Livramento: Universidade Federal do Pampa, 2017. Tema: O conhecimento vai além das fronteiras. Inclui bibliografia.**

SANTOS, D. C.; ROCHA A. P. T.; GOMES, J. P.; OLIVEIRA, E. N. A.de; ALBUQUERQUE, E. M. B.; ARAUJO, G. T. **Storage of ‘umbu-caja’ pulp powder produced by lyophilization.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, n.12, p.1118-1123, 2016.

SANTOS, F; LIMA, A; SILVA, C; LEITE, D; QUEIROZ, A. **Aproveitamento da casca residual de laranja na produção de doce artesanal.** 1. ed. Campina Grande- PB: Gestão Integrada de resíduos e Comunidade, v.3, p. 44-48, 2018.

SILVA, Ana Cristina Bezerra. **Estudo da Viabilidade da Secagem de Polpa de Maracujá (*Passiflora Edulis*) pelo método Foam Mat.** Currais Novos- RN: Instituto Federal de Educação. Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2015.

SILVA. A. de S.; PEDRO, M. A. M.; Estudo da influência da desidratação osmótica na secagem de fatias de abacaxi. *Engenharia de Alimentos*, UNILAGO.

Silva, B. C. C.; Izaias Santos Marques, I. S.; Pereira, D. M.; Daniel Dantas Campelo, D. D.; Nobre, E. M. de C. S. Pereira, C. T. M.; Doces em massa elaborados com polpa de frutos tropicais e mesocarpo do maracujá amarelo (*PASSIFLORA EDULIS F. FLAVICARPA*): Características físico-químicas e sensoriais. **Evidência**, Joaçaba, v. 20, n. 2, p. 129-140, jul./dez. 2020.



Silva, da H. R. P.; Cuco, R. P.; Porciuncula, B. D. A.; Silva, da C.; Avaliação dos parâmetros termodinâmicos de cenouras submetidas a secagem convectiva. **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 73-80. (2017).

SILVA, L. G I.; SALES, R. A.; ROSSINI, F. P.; VITÓRIA, Y. T.; BERILLI, S. S.; Emergência e desenvolvimento de plântulas de maracujá-amarelo em diferentes substratos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.34, n. 1, p. 18-27, janeiro-março de 2019.

SILVA, Neilton Carlos. **Desidratação de Resíduos do Processamento de maracujá-amarelo por diferentes metodologias**. Uberlândia- MG: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química- Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

Souza, de A. G.; Carvalho, J.; Anami, J. M.; Refrigeração e ácido ascórbico na conservação de cebolinha-verde minimamente processada. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.31, n.2, p.58-62, maio/ago. 2018.

SOUZA, de Barroso Liziane. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo para produção de farinha de barra de cereais**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Fundação Educacional do município de Assis. Assis, 2014.

VAN SOEST, P. J.; WINE, R. H. **Use of detergents in the analysis of fibrous feeds**. IV Determination of plant cell-wall constituents, 1967.