



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE- PB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA INDUSTRIAL**

MYRIAN STEFANY GOMES DE ARAÚJO

EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA EM FATIAS DE ABACATE

**CAMPINA GRANDE - PB
2019**

MYRIAN STEFANY GOMES DE ARAÚJO

EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA EM FATIAS DE ABACATE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Pablícia Oliveira Galdino

**CAMPINA GRANDE- PB
2019**

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.

A659e Araújo, Myrian Stefany Gomes de.
Efeitos da desidratação osmótica em fatias de abacate [manuscrito] / Myrian Stefany Gomes de Araujo. - 2019.
40 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Pablícia Oliveira Galdino ,
Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."
1. Sacarose. 2. Persea americana. 3. Desidratação osmótica. 4. Abacate. I. Título

21. ed. CDD 660

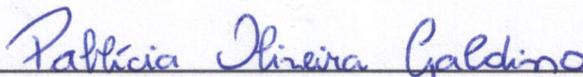
MYRIAN STEFANY GOMES DE ARAÚJO

EFEITOS DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA EM FATIAS DE ABACATE

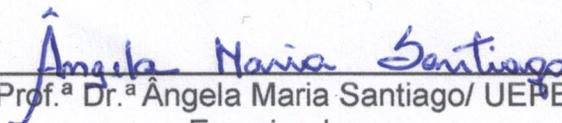
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Aprovado em: 09/12/2019.

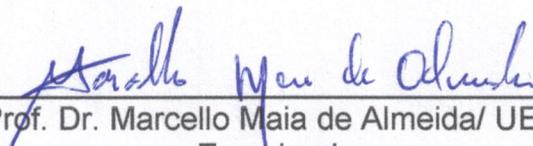
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Pablicia Oliveira Galdino/ UEPB
Orientadora



Prof.^a Dr.^a Angela Maria Santiago/ UEPB
Examinadora



Prof. Dr. Marcelo Maia de Almeida/ UEPB
Examinador

A Deus, pois sem ele esse sonho não seria possível e aos meus pais por todo carinho, incentivo e amor, **DEDICO**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as vitórias concedidas e por sempre ter me dado forças para superar todas as dificuldades e por nunca ter me deixado desistir.

Aos meus amados pais Inácio de Araújo Sampaio e Maria do Socorro Gomes de Araújo que apesar todas as dificuldades, me ajudaram na realização desse sonho. Agradeço por todo investimento nos meus estudos, dedicação, apoio e por sempre acreditarem no meu potencial. Ao meu irmão Madson. A minha querida irmã Myrella Karine que sempre me deu forças e coragem, pelo companheirismo, apoio, por estar sempre junto comigo para tudo que fosse preciso, e por me motivar a chegar até aqui.

À minha avó Ana Augusta Soares, que é a luz da minha vida, por sempre ter me ajudado em todas as dificuldades, por todas as orações, compreensões e ensinamentos.

A todos meus familiares, em especial meus tios Flávio Gomes e Renato Gomes e meu avô Paulo Almeida por toda ajuda.

Ao meu namorado Roberval Gurjão pela paciência, incentivo, compreensão, por ter me apoiado em todos os momentos difíceis e pela força para a realização desta etapa da minha vida.

Aos meus amigos de curso Ivna, Humberto, Julia, Mayzy, Elielson, Thaíse, Junior, Danylison e Bruno Henrique, pela amizade e por todos os momentos vividos que ficarão sempre presentes em minha memória.

A todos meus professores que compartilharam seus conhecimentos em sala de aula e acompanharam a minha jornada enquanto universitária.

Em especial a minha orientadora Dra. Pablícia Oliveira Galdino por todos ensinamentos transmitidos no decorrer deste trabalho e nas disciplinas lecionadas, por toda paciência, incentivo e dedicação, meus sinceros agradecimentos.

À banca examinadora Profa. Dra. Ângela Maria Santiago e Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida por todas as preciosas sugestões para finalização deste trabalho.

A todos os membros do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA).

A Fabrícia Andrade por toda ajuda prestada e por todo conhecimento compartilhado durante o desenvolvimento da pesquisa.

A Adna Bandeira, pelo apoio e ajuda sempre que necessária.

Aos meus amigos Paloma, Thaynar, Ramanna, Felipe Oliveira, Mayara Araujo que não negaram forças e ficaram na torcida. A Rayssa Eutalia, pelo apoio durante esta jornada e por me motivar, me dizendo sempre: vai dá certo.

Por fim, a todos que estiveram comigo direta e indiretamente, muito obrigado.

“Nenhum obstáculo é grande demais quando confiamos em Deus” (Aristóteles)

RESUMO

Sabe-se que a *Persea americana* é um fruto que apresenta um grande valor nutricional e uma alta quantidade de água em sua polpa, favorecendo rapidamente sua degradação por ação microbológica, enzimática e química. A desidratação osmótica surge como alternativa para reduzir seu teor de água e desse modo aumentar a vida útil. Portanto esta pesquisa tem como objetivo estudar os efeitos da desidratação osmótica nas fatias de abacate em placa plana. O abacate *in natura* foi caracterizado quanto aos parâmetros físico-químicos: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água/sólidos totais, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos, valor calórico e fibras em detergente ácido. Realizou-se o branqueamento para inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático das fatias. Foi realizado um planejamento experimental fatorial $2^2 + 3$ repetições no ponto central, tendo como variáveis independentes a temperatura da estufa (25, 35 e 45°C) e a concentração da solução de sacarose (40, 50 e 60 °Brix), sendo avaliados os parâmetros de perda de água, perda de massa e ganho de sólidos sobre as fatias do abacate. Resultou-se como valor de pH (9,19), teor de água (80,59%), cinzas (0,97%), lipídeos (5,14%), carboidratos (12,27%), valor calórico (99,41%) e fibras em detergente ácido (31,69%). Os resultados demonstraram que a melhor condição de processo em que resultou na maior perda de água, maior perda de massa e maior ganho de sólidos foi resultante do ensaio em que se utilizou a menor concentração de sacarose (40°Brix) e maior temperatura (45°C). As variáveis independentes interação de sacarose x temperatura, concentração de sacarose e temperatura influenciaram significativamente a perda de água das fatias durante o processo. No entanto, para as respostas de perda de massa e ganho de sólidos, essas variáveis independentes não exerceram influência significativa a 95%.

Palavras-Chave: Sacarose. *Persea americana*. Desidratação osmótica. Abacate

ABSTRACT

It is known that *Persea americana* is a fruit that has a great nutritional value and a high amount of water in its pulp, quickly favoring its degradation by microbiological, enzymatic and chemical action. Osmotic dehydration appears as an alternative to reduce its water content and thereby extend the shelf life. Therefore this research aims to study the effects of osmotic dehydration on avocado slices in flat plate. Fresh avocado was characterized by physicochemical parameters: pH, total titratable acidity, total soluble solids ($^{\circ}$ Brix), water content / total solids, ashes, lipids, proteins, carbohydrates, caloric value and fibers in acid detergent. Bleaching was performed to inactivate the enzymes responsible for enzymatic browning of the slices. An experimental factorial design of $2^2 + 3$ repetitions in the central point was carried out, having as independent variables the temperature of the greenhouse (25, 35 and 45 $^{\circ}$ C) and the concentration of the sucrose solution (40, 50 and 60 $^{\circ}$ Brix). The parameters of water loss, mass loss and solids gain on avocado slices. The result was pH (9.19), water content (80.59%), ashes (0.97%), lipids (5.14%), carbohydrates (12.27%), caloric value (99.41%) and acid detergent fibers (31.69%). The results showed that the best process condition that resulted in the highest water loss, the largest mass loss and the largest solids gain was the result of the test using the lowest sucrose concentration (40 $^{\circ}$ Brix) and the highest temperature (45 $^{\circ}$ C). The independent variables sucrose interaction x temperature, sucrose concentration and temperature significantly influenced the water loss of the slices during the process. However, for the mass loss and solid gain responses, these independent variables did not exert significant influence at 95%.

Keywords: Sucrose. American *Persea*. Osmotic dehydration. Avocado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema dos fluxos de transferência de massa na desidratação osmótica.....	16
Figura 2 – Diagrama de Pareto para perda de água.....	30
Figura 3 – Diagrama de Pareto para perda de massa.....	31
Figura 4 – Diagrama de Pareto para ganho de sólidos.....	32
Figura 5 – Superfície de resposta para perda de água.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1	Valores das 2 variáveis independentes utilizadas na desidratação osmótica.....	24
Tabela 3.2	Valores utilizados em cada ensaio do planejamento experimental da desidratação osmótica.....	25
Tabela 4.1	Caracterização físico-química do abacate in natura.....	26
Tabela 4.2	Resultados dos experimentos da desidratação osmótica em função da concentração de sacarose e temperatura.....	29
Tabela 4.3	Análise de variância (ANOVA) dos modelos ajustados para as variáveis de resposta.....	33
Tabela 4.4	Coeficientes de regressão dos modelos referentes aos resultados dos experimentos das fatias de abacate.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Abacate	14
2.2	Desidratação osmótica	15
2.3	Qualidade dos produtos osmodesidratados	19
3	MATERIAL E METÓDOS	21
3.1	Matéria prima	21
3.2	Preparo da matéria prima	21
3.3	Caracterização físico química do abacate in natura	21
3.3.1	pH	21
3.3.2	Acidez total titulável	22
3.3.3	Sólidos solúveis totais (°Brix)	22
3.3.4	Teor de água/sólidos totais	22
3.3.5	Cinzas	22
3.3.6	Lipídeos	22
3.3.7	Proteínas	22
3.3.8	Carboidratos	23
3.3.9	Valor calórico	23
3.3.10	Fibras em detergente ácido	23
3.4	Branqueamento	23
3.5	Desidratação osmótica	23
3.6	Planejamento experimental fatorial para desidratação osmótica	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	Caracterização físico química do abacate in natura	26
4.2	Planejamento experimental fatorial para a desidratação osmótica	28
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura representa uma importante parcela no desenvolvimento econômico e social do Brasil. O abacate se destaca como uma das frutas mais vendidas no mundo, e pode ser qualificada como uma cultura de grande relevância para o agronegócio (FARIA, 2012).

O abacate é uma fruta de extrema importância e de grande qualidade nutricional, por possuir em sua composição uma grande quantidade de vitaminas, minerais, proteínas e fibras, além de elevado teor de lipídeos, que confere ao fruto a capacidade de auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares (DAIUTO et al., 2014).

De modo geral, um dos principais causadores da deterioração de frutas é o alto índice de água livre que não se encontra comprometida com as moléculas constituintes do alimento, e devido a esse fator o produto se torna um meio disponível para as reações químicas e físicas, e ainda permite o desenvolvimento microbiano (ORIENTE et al., 2016). Devido a isso, os fruticultores enfrentam uma imensa dificuldade na conservação dos frutos maduros, estima-se que entre a colheita no campo até a chegada ao mercado consumidor 40% das frutas são perdidas (ALVES et al., 2011).

Os frutos do abacateiro por se tratar de uma matéria prima perecível se torna de extrema importância o desenvolvimento e adaptação de tecnologias para manter a conservação do fruto e de seus produtos. Possibilitando a ampliação de sua capacidade de produção e de melhores condições de competitividade no mercado (CÁBIA, 2013).

Dentre as tecnologias destinadas à conservação de frutas, os métodos de secagem vêm sendo empregados para fins tecnológicos e industriais, com o intuito de diminuir a perecibilidade dos alimentos, preservando suas características naturais e prolongando o período de disponibilidade comercial dos produtos (CASTRO et al., 2014). A desidratação osmótica é considerada um método de pré-tratamento que possibilita a obtenção de produtos de alta qualidade através da remoção da água sem que ocorra a mudança de fase (JERONIMO, 2013).

A secagem osmótica pode ser definida como uma técnica utilizada para preservar os alimentos da deterioração através do processo de osmose, no qual o produto perde água para o meio em que está inserido (PESSOA et al., 2016). Além

de reduzir o conteúdo de água, esse método aumenta a quantidade de açúcares na fruta, proporcionando assim um aumento na vida útil do produto sem alterar significativamente suas características naturais (ALMEIDA, 2011).

Diante do exposto, a utilização da desidratação osmótica pode servir de alternativa para reduzir uma parte do teor de água dos abacates, minimizando as suas perdas pós colheita. Além disso, é um processo simples e de custo baixo devido necessitar somente da sacarose (produto barato) e de uma estufa. Podendo ser utilizado pelo pequeno agricultor para agregar valor à sua produção de frutas.

Assim, o presente trabalho tem como finalidade realizar um estudo dos efeitos da desidratação osmótica nas fatias de abacate.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar os efeitos da desidratação osmótica nas fatias de abacate.

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as fatias do abacate in natura quantos aos parâmetros físico-químicos: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água/sólidos totais, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos, valor calórico e fibras em detergente ácido;
- Avaliar as influências das variáveis de entrada: concentração de sacarose e temperatura de desidratação sobre as variáveis respostas: perda de massa, perda de água e ganho de sólidos, no processo de desidratação osmótica das fatias de abacate.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Abacate

O abacate é o fruto comestível do abacateiro (*Persea americana Mill*), uma árvore da família *Lauraceae* do gênero *persa*, originária do continente americano, tendo o México e a Guatemala como centros de diversidade (FISCHERD et al., 2017). A família *Lauraceae* se encontra espalhada em diversas regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo composta por 49 gêneros e 2500-3000 espécies, estando inserida no Brasil cerca de 400 espécies (LEONEL; SAMPAIO, 2008).

O abacate é composto pelo mesocarpo (polpa), o qual possui cor amarelada, pericarpo (casca) de coloração verde e endocarpo (semente). A fruta apresenta um alto valor calórico e nutricional, e seu aproveitamento na alimentação destaca-se, entre outros fatores, pela abundância de ácidos graxos monoinsaturados em sua composição, principalmente em sua polpa (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA et al., 2018). Contam com uma quantidade significativa de aminoácidos essenciais e minerais (ARIZA-ORTEGA et al., 2011).

De acordo com Duarte et al. (2016) o fruto do abacateiro é apontado como uma das principais frutas tropicais, uma vez que, possui em sua composição, vitaminas lipossolúveis, substâncias que geralmente não se encontram presentes em outras frutas. Além disso, contém proteínas, elevados teores de potássio, ácidos graxos insaturados e uma quantidade variante de óleo em sua polpa, a qual é bastante utilizada nas indústrias farmacêuticas e cosméticas para obtenção de óleos comerciais semelhantes ao azeite de oliva. Esse fruto vem ganhando reconhecimento por oferecer benefícios à saúde, essencialmente em função dos compostos presentes na fração lipídica como exemplo os ácidos graxos ômega, tocoferóis, esqualeno e fitoesteróis.

Ariza-Ortega et al. (2011) estudaram a caracterização bromatológica do abacate da variedade Hass e resultaram como teor de água 73,8%, valor lipídico 15,3%, fibras cruas 0,51%, proteínas 1,4%, cinzas 1,5% e 7,49% de carboidratos. Em estudos realizados por Chaves et al. (2013) da composição da polpa de abacate da variedade margarida foram encontrados as seguintes características: valor de atividade de água 0,9984, acidez total titulável 0,93%, sólidos solúveis totais (°Brix)

7,33, pH 7,52, teor de água 84,15%, cinzas 0,90%, lipídeos 7,59% e proteínas 1,71%.

Faria (2012), ao realizar a análise da composição físico-química do abacate da variedade Fortuna, resultou um valor de pH 6,68, sólidos solúveis (°Brix) 8,0, teor de água 86,0%, lipídeos 6,3%, proteínas 0,73%, carboidratos totais 6,58%, cinzas 0,41%, açúcares totais 2,73 g.100g⁻¹, açúcares redutores 2,74 g.100g⁻¹, acidez 0,94 g ácido.100g⁻¹.

2.2 Desidratação osmótica

A desidratação osmótica pode ser definida como uma técnica utilizada para preservar os alimentos da deterioração através do processo de osmose, no qual o produto perde água para o meio em que está inserido (PESSOA et al., 2016). Entretanto, esse método geralmente não oferece produtos estáveis à temperatura ambiente, pois reduz apenas uma parte da água presente no alimento, servindo assim, como uma etapa de pré-tratamento a outros processos finais como o congelamento, a pasteurização, a secagem convectiva, entre outros (JERONIMO, 2013).

O objetivo da desidratação osmótica consiste em reduzir o tempo total e aumentar a eficiência do processo de secagem, uma vez que, causa uma diminuição da umidade inicial e das alterações na estrutura do produto, devido aos fluxos atingidos através da matriz do alimento durante o processo (VICENTE et al., 2012 apud SANTOS, 2018).

Esta técnica apresenta como vantagens à manutenção das características nutricionais e sensoriais dos alimentos promovendo uma maior retenção de textura, cor, sabor do produto, a inibição do crescimento microbiano, a proteção do produto a reações químicas indesejáveis, eliminando a necessidade de outros tratamentos químicos. A desidratação osmótica promove a eliminação de água do alimento sem ocorrer a mudança de fase e reduz o consumo de energia (CÓRDOVA, 2006; KOTOVICTZ, 2011; PESSOA et al., 2016).

A grande limitação da desidratação osmótica é a grande quantidade de efluente (solução desidratante) gerada no processo, necessitando de uma tecnologia para não gerar resíduos prejudiciais ao meio ambiente, mas sim co-produtos. O

agente desidratante, quando não reutilizado, precisa ser descartado dentro das leis ambientais (SILVA, 2012).

A desidratação osmótica é um processo no qual os alimentos são imersos em pedaços ou inteiros em soluções concentradas de sólidos solúveis que possuem maior pressão osmótica e menor atividade de água. A estrutura celular dos alimentos pode ser considerada uma membrana semipermeável e a diferença do potencial químico do solvente(água) entre os alimentos e o meio é a força motriz para a desidratação (SILVA, 2012). Desse modo, no decorrer do processo osmótico são gerados dois fluxos simultâneos de transferência de massa: a mudança da água da fruta para a solução desidratante e a mudança do soluto da solução para a fruta, além da mudança de alguns solutos hidrossolúveis da fruta para a solução hipertônica (VASCONCELOS et al., 2012). A Figura 1 mostra o esquema do funcionamento dos fluxos de transferência de massa no processo de desidratação osmótica.

Figura 1 - esquema dos fluxos de transferência de massa na desidratação osmótica



Fonte: LIMA (2012)

Esse processo osmótico pode ser influenciado significativamente por fatores externos como o tipo de agente desidratante, a temperatura, o tempo de imersão, a agitação, entre outros (CASTRO, 2015).

Segundo Silva (2018) a escolha do agente desidratante é uma condição de extrema importância para o processo de desidratação osmótica, devido estar associado com as mudanças nas propriedades sensoriais, no valor nutricional do produto final e no custo do processo. Algumas das exigências precisas para que um soluto seja utilizado como agente desidratante são: apresentar uma alta solubilidade em água, ter um baixo custo, proporcionar um efeito positivo sobre as propriedades sensoriais e estabilidade final do alimento (FARIA, 2012).

A sacarose é o agente desidratante mais utilizado na secagem osmótica de frutas, funcionando como uma barreira ao oxigênio, visto que esse gás provoca a oxidação de compostos responsáveis pela cor e sabor do alimento. Assim, esse agente auxilia na elaboração de produtos com agradável aceitação sensorial (CASTRO, 2015). Além disso, a sacarose se apresenta como um produto de baixo custo.

A concentração do agente desidratante no processo de secagem osmótica é outro fator relevante, pois quanto maior a concentração da solução osmótica maior é a transferência de massa no processo osmótico. Dessa forma, os agentes desidratantes altamente concentrados, próximos à saturação, resultam em uma maior perda de água do alimento e minimizam as perdas de solutos hidrossolúveis, como vitaminas e sais minerais. Isso acontece devido ao desenvolvimento de uma camada de soluto em volta da fruta que dificulta a saída dessas substâncias (FERRARI, 2005). Entretanto, de acordo com Ferrari (2009), alguns estudos mostram que soluções mais concentradas possuem maior viscosidade e são capazes de reduzir a transferência de massa durante o processo.

Mendes et al. (2013) ao estudarem as melhores condições para a desidratação osmótica de laranjas, observaram através dos resultados experimentais que um aumento da concentração da solução desidratante promoveu o aumento da taxa de perda de água devido ao aumento da pressão osmótica no exterior da fruta. Pessoa et al. (2016) em estudos da cinética da DO da goiaba paluma trabalharam com diferentes concentrações de sacarose de 40 e 50 °Brix em temperatura de 24°C, identificaram que a redução de água, perda de massa e ganho de sólidos das amostras foi maior com o aumento da concentração da solução de sacarose de 50° Brix.

A temperatura no processo osmótico é um parâmetro que afeta a cinética de desidratação, em razão de que temperaturas mais altas possibilitam um aumento da

velocidade da transferência de massa entre o alimento e solução hipertônica (FERRARI, 2005). Por outro lado, temperaturas elevadas também causa uma maior perda de substâncias aromáticas voláteis do produto, implicando um controle da temperatura utilizada no processo (PERUSSELLO, 2013).

A agitação é influente no processo de desidratação osmótica, uma vez que, proporciona o contato contínuo das amostras com as soluções hipertônicas, reduzindo a resistência à transferência de massa que a viscosidade do agente desidratante gera no processo (SILVA, 2018). Contudo, se deve fazer um controle da agitação para que não ocorra prejuízos ao alimento e ter em vista os custos referentes ao equipamento, energia, entre outros (FERRARI, 2005).

Castro et al. (2014) avaliaram a influência da temperatura no processo de DO de pedaços de goiaba da variedade paluma em espessuras (3,0 x 2,0 x 0,9 cm), submetidos a soluções de sacarose de 40° Brix e temperaturas de 30 e 50°C, acompanharam a cinética de desidratação em pequenos intervalos de tempo por 4 horas, e as condições de equilíbrio foram determinadas após 24 horas de imersão. Analisaram que ao final do processo osmótico a perda de umidade se mostrou superior na temperatura de 50°C, demonstrando que o aumento da temperatura influenciou significativamente a quantidade de água, enquanto que o ganho de sacarose das fatias não foi influenciado pela temperatura.

Silva et al. (2015) realizaram o estudo das condições de desidratação osmótica em cagaita para obtenção de passas utilizando concentrações de sacarose 45°Brix e 65°Brix e temperaturas de 50°C e 70°C. Foram avaliados os parâmetros de perda de água, perda de massa e incorporação de sólidos, taxa de encolhimento e a capacidade de reidratação. E as amostras desidratadas foram submetidas a avaliação sensorial. Os parâmetros de DO foram influenciados pela concentração de sacarose e temperatura da solução, e a maior perda de água, perda de massa e incorporação de sólidos ocorreu nas amostras desidratadas nas condições de 65°Brix e 70°C. O resultado demonstrou a desidratação osmótica como uma alternativa interessante para agregação de valor do produto.

Germer et al. (2011), estudaram a DO das fatias de pêssegos cortadas em metades e investigaram as variações de propriedades físicas, químicas, as variáveis de processo (perda de água, perda de massa e incorporação de sólidos) e o desempenho da análise sensorial. Nesse estudo, utilizaram concentração da solução de sacarose de 45 a 65°Brix, fixando razão mássica xarope:fruta (4:1), e

variações de temperatura de 30 a 50°C, com tempo de processo de 4 horas. Os resultados obtidos mostraram que os parâmetros temperatura e concentração de sacarose influenciaram fortemente a perda de água e perda de massa e tiveram pouca influência nas variações físicas e químicas do pêssego. Os intervalos de 55 a 65°Brix e temperatura de 50 a 54,1 °C proporcionam a maior perda de umidade e melhores desempenho sensorial, podendo ser apontada como a região ótima do processo.

2.3 Qualidade dos produtos osmodesidratados

Dentre os diversos métodos desenvolvidos para melhoria das características sensoriais de frutas e hortaliças desidratadas, a desidratação osmótica se apresenta como um pré-tratamento que tem demonstrado bons resultados (EGEA; LOBATO, 2014).

Como o pré-tratamento osmótico diminui o conteúdo de água inicial dos alimentos submetidos à secagem, proporciona um tempo menor de exposição a altas temperaturas reduzindo os danos térmicos que esse aquecimento possa causar ao produto, decorrentes do escurecimento enzimático e não enzimático, despolimerização de açúcares, desnaturação de proteínas, gelatinação do amido, perda de aromas voláteis, entre outros (PERUSSELLO, 2013).

De acordo Almeida (2011) a desidratação osmótica é um processo brando que mantém a qualidade dos produtos agrícolas. Além de reduzir o conteúdo de água, esse método aumenta a quantidade de açúcares na fruta, proporcionando assim um aumento na vida útil sem alterar significativamente as características naturais da produto. Este processo, transforma os frutos perecíveis em produtos com boas condições de armazenamento, de estabilidade maior, com qualidade similar ao alimento in natura e, muitas vezes melhor em cor, sabor e aroma que produtos obtidos por tecnologias sofisticadas (SANTOS et al., 2018).

Martins et al. (2008) ao estudarem os efeitos da desidratação osmótica como pré tratamento de caju-do-cerrado, utilizaram concentrações da solução desidratante de 40 a 50°Brix em temperaturas de 30 a 50°C, por tempos de processos de 2 a 4 horas. Através dos resultados determinaram as melhores condições de processamento, de acordo, com a maior perda de peso e a perda de umidade, baixo valor de atividade de água e incorporação de sólidos, e maior concentração de

vitamina C no produto final. Foi realizado o teste sensorial para observar a aceitação dos produtos com qualidades tecnológicas e nutricionais adequadas. Resultando como melhor condição a passa processada em solução osmótica de 40°Brix, 50°C, durante quatro horas. Desta forma, concluíram que o processo estudado é uma alternativa interessante para a conservação do caju-do-cerrado, visto que pode ser utilizada uma tecnologia simples e de baixo custo, que permite a obtenção de um produto com características próximas ao fruto *in natura*.

Chiarelli et al. (2013) ao avaliarem a influência das condições de secagem da maçã gala e mamão formosa com e sem tratamento osmótico, utilizaram a solução desidratante em concentração de 33,3% de açúcar numa temperatura de 40°C sem agitação. Concluíram com o estudo que o pré-tratamento osmótico reduziu o tempo de secagem das frutas (maçã gala e mamão formosa) e preservou as características da fruta *in natura* em termos de cor, sabor e textura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA) do Centro de Ciências e Tecnologia, Campus I da UEPB, Campina Grande-PB.

3.1 Matéria prima

Os abacates foram adquiridos em um supermercado na cidade de Campina Grande- PB, selecionados pelo seu estágio de maturação firme com °Brix variando entre 7 a 8 de acordo com a coloração da casca e deteriorações visíveis. Sendo assim encaminhados ao laboratório, onde foram previamente lavados com água corrente para remoção das sujidades. A carga microbiana foi reduzida imergindo os abacates em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm e em seguida enxaguados com água de abastecimento para remoção do excesso da solução de hipoclorito.

3.2 Preparo da matéria prima

Os frutos de abacate previamente selecionados, lavados e sanitizados, foram cortados em fatias com geometria de placa plana em dimensões de aproximadamente 2x2x1cm com auxílio de uma faca de aço inoxidável.

3.3 Caracterização físico química do abacate in natura

As fatias de abacate foram caracterizadas em triplicata quantos aos seguintes parâmetros: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais (°Brix), teor de água/sólidos totais, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos, valor calórico e fibras em detergente ácido.

3.3.1- pH

O pH foi determinado por meio do método potenciométrico, calibrando-se o peagâmetro com as soluções tampão pH 4,0 e 7,0 e em seguida imergindo-se o

eletrodo em béquer contendo a amostra, realizando a leitura do valor indicado no visor do aparelho, com os resultados expressos em unidades de pH (AOAC, 1997).

3.3.2 Acidez total titulável

Foi realizada através da solução padronizada de NaOH 0,1N descrita pelo método de AOAC (1997).

3.3.3 Sólidos solúveis totais (°Brix)

A análise de sólidos solúveis totais foi determinada através da leitura refratométrica direta em graus brix, corrigindo a temperatura pela tabela contida no AOAC (1997).

3.3.4 Teor de água/ sólidos totais

Os teores de água e sólidos totais foram determinados através do método descrito pelo AOAC (1997), expresso em porcentagem.

3.3.5 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado de acordo com a metodologia do AOAC (1997), expressando os resultados em porcentagem (p/p).

3.3.6 Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado pelo método Fochl, expressando o valor em porcentagem (FOCHL et al.,1957).

3.3.7 Proteínas

O valor de proteínas foi calculado através da determinação do teor de nitrogênio pelo método micro-Kjedahl da AOAC (1997), usando o fator 6,25 para conversão em proteínas totais.

3.3.8 Carboidratos

Os valores de carboidratos foram determinados por meio da diferença entre 100 gramas do alimento e a soma total dos valores encontrados para teor de água, proteínas, lipídeos e cinzas.

3.3.9 Valor calórico

Foi determinado pelo valor da soma das porcentagens de proteínas e carboidratos, multiplicando pelo fator 4 (kcal g^{-1}), somando ao teor de lipídeos totais, multiplicando por 9 (kcal g^{-1}) (HOLLANDA, 1994).

3.3.10 Fibras em detergente ácido

As quantidades de fibras foram determinadas de acordo com Van Soest (1967) com modificações implantadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LBNA)/Embrapa Clima Temperado (RODRIGUES, 2010).

3.4 Branqueamento

As fatias de abacate foram branqueadas (imersas em água fervente por 6 minutos) com intuito de inativar enzimas responsáveis pelo escurecimento enzimático. Após este tempo, as fatias de abacate foram imediatamente resfriadas em água corrente e postas sobre papel absorvente para remover o excesso de água. Esse tempo de branqueamento por imersão foi escolhido através de testes preliminares realizados nas fatias com os dois métodos de branqueamento térmicos (imersão e vapor), e por métodos químicos utilizando as substâncias metabissulfito de sódio a 5% e ácido cítrico a 1%, em diferentes tempos, sendo em seguida feito o teste da peroxidase para comprovar a eficiência do processo. Portanto, se teve como melhor método, o branqueamento térmico por imersão durante 6 minutos, o qual apresentou as fatias com coloração similar ao do fruto fresco.

3.5 Desidratação osmótica

A solução desidratante de sacarose usada no processo osmótico foi preparada com água destilada e sacarose comercial, utilizando-se concentrações de sacarose de 40, 50 e 60°Brix, de acordo com as condições estabelecidas em cada ensaio realizado.

As fatias de abacate branqueadas foram pesadas e introduzidas nas soluções desidratantes contidas em recipientes plásticos específicos para cada concentração. Os recipientes foram inseridos em estufa com circulação de ar, nas temperaturas de estufa estabelecidas em cada ensaio do planejamento fatorial de 25, 35 e 45°C. O tempo de imersão das fatias foi de 45 minutos.

3.6 Planejamento experimental fatorial para desidratação osmótica

Foi realizado na desidratação osmótica das fatias de abacate, um planejamento experimental fatorial $2^2 + 3$ repetições do ponto central, totalizando 7 ensaios. A massa das fatias para determinação foi de aproximadamente 55 gramas e 12 fatias. Os valores das duas variáveis independentes estão expostos na Tabela 3.1 e os valores utilizados em cada ensaio do planejamento experimental, na tabela 3.2.

O planejamento experimental fatorial empregado nesta etapa do trabalho, teve como objetivo otimizar o processo de desidratação osmótica, avaliando a influência das variáveis de entrada (concentração de sacarose e temperatura da estufa) sobre as variáveis de resposta (perda de massa, perda de água e ganho de sólidos).

Tabela 3.1 - Valores das 2 variáveis independentes utilizadas na desidratação osmótica

Variáveis	-1	0	+1
Concentração de sacarose (°Brix)	40	50	60
Temperatura (°C)	25	35	45

Fonte: Própria (2019)

Tabela 3.2 - Valores utilizados em cada ensaio do planejamento experimental da desidratação osmótica

Ensaio	Concentração de sacarose (°Brix)	Temperatura (°C)
1	-1 (40)	-1 (25)
2	+1 (60)	-1 (25)
3	-1 (40)	+1 (45)
4	+1 (60)	+1 (45)
5	0 (50)	0 (35)
6	0 (50)	0 (35)
7	0 (50)	0 (35)

Fonte: Própria (2019)

Visando à análise de regressão dos dados experimentais do planejamento experimental fatorial e na construção dos gráficos, utilizou-se o programa Statistica 10.

A massa e o teor de água das fatias de abacate foram determinados periodicamente em intervalos de 15 minutos, totalizando 45 minutos de desidratação osmótica, tempo de desidratação osmótica definido por teste preliminar. O teor de água foi determinado de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1997).

A perda de massa (PM), perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS), foram calculados através das equações 1, 2 e 3 por meio de análise dos dados do planejamento experimental, citado por ITO (2007).

$$PM(\%) = \frac{(M_0 - M_t)}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

$$PA(\%) = \frac{(Ma_0 - Ma_t)}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

$$GS(\%) = PA(\%) - PM(\%) \quad (3)$$

Onde:

M_0 - massa inicial do produto (g);

M_t - massa do produto a um tempo t (g);

Ma_0 - conteúdo inicial de água no produto (g);

Ma_t - conteúdo de água no produto a um tempo t (g).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização Físico-Química do abacate in natura

Na Tabela 4.1 estão apresentados os resultados médios e os desvios padrões encontrados na caracterização físico-química das fatias de abacate *in natura*.

Tabela 4.1 - Caracterização físico-química do abacate in natura

Determinações	Média e Desvio padrão
pH	9,19 ± 2,11
Acidez Total Titulável (% Ácido cítrico)	0,57 ± 0,00
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	7,33 ± 1,15
Teor de água (%b.u)	80,59 ± 1,40
Sólidos Totais (%)	20,40 ± 1,28
Cinzas (%)	0,97 ± 0,09
Lipídeos (%)	5,14 ± 0,23
Proteínas (%)	1,02 ± 0,04
Carboidratos (%)	12,27 ± 1,68
Valor Calórico (%)	99,41 ± 4,67
Fibras em Detergente Ácido (%b.s)	31,69 ± 1,11

Fonte: Própria (2019)

Na Tabela 4.1, observa-se que o pH das amostras de abacate utilizadas apresentaram baixa acidez, sendo propícias ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos, visto que, alimentos com o pH > 4,5 há a possibilidade de formação de esporos microbianos. Comparando com os resultados apresentados por Faria (2012) ao caracterizar o abacate da variedade Fortuna obteve valor menor ao presente estudo de 6,86. A acidez total titulável apresentou valor de 0,57% resultado aproximado com o valor encontrado por Faria (2012) de 0,94%. Para os sólidos solúveis totais, o valor encontrado foi de 7,33 sendo bem próximo ao resultado encontrado por Freitas (2015) de 8,00 ao caracterizar físico-quimicamente o abacate da variedade Hass. Conforme Borges et al. (2016) os teores de sólidos solúveis tendem a aumentar como consequência do metabolismo respiratório, sendo este intensificado após a colheita do abacate.

O teor de água encontrado nas amostras de abacate analisadas foi bastante elevado, caracterizando o abacate como um alimento perecível. O conteúdo médio

de 80,59% se mostrou como um valor que se adequa aos encontrados por Oliveira et al. (2013) o qual, ao avaliar as composições centesimais de diversas variedades de abacates encontraram teores de água nas polpas que variaram entre 60,97 e 81,92%. O teor de água obtido, foi maior que o valor identificado por Oliveira et al. (2017) de 75,96% no abacate *in natura*.

O teor de cinzas de uma amostra de alimento representa o teor total de minerais presentes em sua composição, podendo, portanto ser utilizado como uma medida geral da qualidade (KRUMREICH et al., 2013). O teor de cinzas encontrado nesse estudo foi de 0,97% mantendo-se próximo ao valor de cinzas descrito por Chaves et al. (2013) de 0,90% ao analisar a composição da polpa do abacate *in natura* da variedade Margarida. Já em estudos realizados no abacate da variedade Breda por Gouveia et al. (2015), o valor encontrado de 0,58% foi menor do que o presente estudo. Segundo Freitas (2015) essas variações podem ser explicadas devido o teor de cinzas poder variar bastante de acordo com a variedade do abacate, o clima, o estágio de maturação, entre outros.

Sabe-se que o abacate possui elevado teor lipídico em sua polpa, cuja composição nutricional é capaz de auxiliar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA et al., 2018). O valor médio de lipídeos encontrado no presente trabalho de 5,14% manteve-se próximo ao resultado descrito por Faria (2012) de 6,30% ao caracterizar o abacate *in natura*. Entretanto, apresentou conteúdo de lipídeos inferior aos relatados por Silva et al. (2014) e Borges et al. (2016) de 24% e 15,81% nas variedades de abacate Fuerte e Breda. De acordo com Chaves et al. (2013) essas diferenças podem ser justificadas devido às variações nos teores de água da polpa *in natura*.

O valor de proteínas encontrado pelas amostras de abacate estudadas de 1,02% manteve-se próximo ao valor resultante de Ariza-Ortega (2011) que ao realizar a caracterização do abacate da variedade Hass obteve 1,4% de proteínas.

O valor encontrado para os carboidratos se adequa ao resultado de Silva (2017) o qual resultou em média 12,26% ao caracterizar a composição físico química da polpa do abacate *in natura*. Já o parâmetro de valor calórico analisado pelo autor de 102,31% apresentou valor maior que o presente trabalho, essas diferenças podem ser explicadas devido ao valor dos lipídeos verificado pelo autor ter apresentado valor maior.

Os efeitos positivos da fibra alimentar estão relacionados, em parte, ao fato de que uma parcela da fermentação de seus componentes ocorre no intestino grosso, o que produz impacto sobre a velocidade do trânsito intestinal, sobre o pH do cólon e sobre a produção de subprodutos com importante função fisiológica (BERNAUD; RODRIGUES, 2013). As fibras em detergente ácido isola essencialmente a lignina e celulose presentes nos alimentos, podendo ter alguma contaminação por pectina, minerais e compostos nitrogenados (VAN SOEST et al., 1991). O conteúdo de fibras insolúveis (FDA) em base seca encontrado de 31,69% mostrou-se superior ao de López (2015), o qual encontrou 26,86% na polpa *in natura* do abacate da variedade geada.

4.2 Planejamento Experimental Fatorial

Empregando o programa Statistica 10, foram avaliadas as influencias das variáveis independentes (concentração de sacarose e temperatura da estufa) sobre as variáveis de respostas (perda de água, perda de massa e ganho de sólidos), obtendo-se o modelo matemático e as superfícies de respostas para representar as variáveis pelo teste F. O teste F é uma ferramenta de estatística que corresponde a uma regra de decisão que permite rejeitar ou não uma hipótese estatística com bases nos resultados de uma amostra, onde se $F_{calculado}$ (média quadrática de regressão/ média quadrática dos resíduos) for maior que o $F_{tabelado}$, então a regressão é significativa, e o modelo matemático se ajusta bem aos dados experimentais (ARARA et al., 2012). Quando a razão $F_{calculado}/F_{tabelado} > 4$ o modelo é considerado preditivo (SILVA, 2014).

Através da Tabela 4.2 são apresentados os valores das variáveis de respostas, dos diferentes ensaios efetuados do planejamento experimental, realizado nas fatias de abacate, em função das variáveis de entrada.

Observa-se que os valores de perda de água variaram entre 13,52% e 16,99%. O maior valor foi encontrado no ensaio 3, o qual apresenta maior temperatura (45°C) e menor concentração de sacarose (40°Brix). Já o menor valor foi identificado no ensaio 1, onde se utilizou menores valores de temperatura e concentração de sacarose. Para perda de massa, os resultados encontrados apresentaram valores entre 9,04% e 11,38%. A maior perda de massa também foi resultante do ensaio 3. Fator que pode ser explicado devido ao aumento da temperatura proporcionar um

decréscimo na viscosidade da solução (LUCHESE, 2013). Entretanto, o menor valor de perda de massa foi do ensaio 4, o qual apresenta maior concentração de sacarose e maior temperatura. Esse fato pode ter ocorrido em consequência de alguma interação da sacarose com os lipídeos do abacate nesta faixa de temperatura ter dificultado os fluxos de massa.

Tabela 4.2 – Resultados dos experimentos da desidratação osmótica em função da concentração de sacarose e temperatura

Ensaio	Variáveis Independentes		Variáveis Dependentes		
	Conc. de Sacarose (°Brix)	Temp. (°C)	P.A. (%)	P.M. (%)	G.S.(%)
1	-1 (40)	-1 (25)	13,52	10,48	3,04
2	+1 (60)	-1 (25)	14,11	10,90	3,21
3	-1 (40)	+1 (45)	16,99	11,38	5,61
4	+1 (60)	+1 (45)	13,60	9,04	4,56
5	0 (50)	0 (35)	15,17	10,74	4,43
6	0 (50)	0 (35)	15,00	9,88	5,12
7	0 (50)	0 (35)	14,89	10,83	4,06

P.A.: Perda de água; P.M.: Perda de massa; G.S.: Ganho de sólidos.

Fonte: Própria (2019)

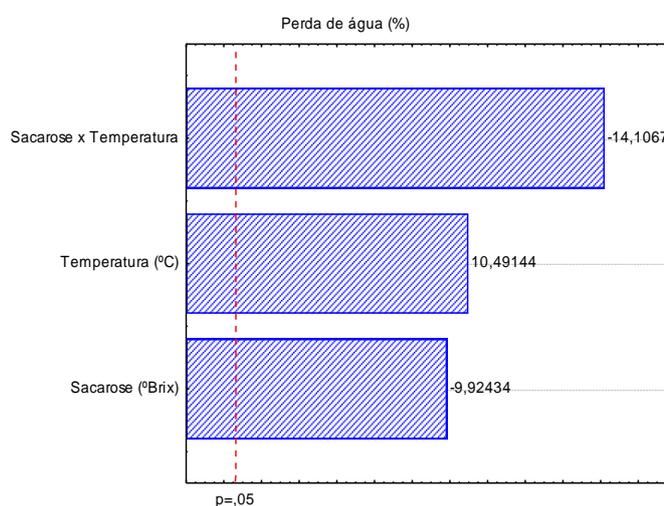
A variável ganho de sólidos, apresentou maior valor no ensaio 3, o qual apresentou a menor concentração de sacarose utilizada no planejamento experimental, por outro lado, a temperatura usada foi a maior (45°C), podendo portanto, ter influenciado significativamente. De acordo com Castro (2015) ao trabalhar com a secagem osmótica de jaca e cupuaçu em diversas temperaturas de (30 a 70°C) e concentrações de sacarose de (30 a 70°Brix) relatou que um aumento da temperatura proporciona uma diminuição na viscosidade da solução de sacarose e aumenta a sua solubilidade, desse modo, reduz a resistência à transferência de massa, facilitando o transporte de sólidos para o interior da fruta.

Nas Figuras 2 a 4 apresentam-se os diagramas de Pareto das variáveis de respostas no decorrer do processo de desidratação osmótica do abacate. O diagrama de Pareto avalia de forma visual as influências das variáveis de entrada sobre as variáveis de respostas. A magnitude dos efeitos é indicada através das barras horizontais, e as linhas perpendiculares às barras representa a magnitude dos efeitos com significado estatístico para $p = 0.05$, ou seja, os fatores são estatisticamente significativos com 95% de confiança (MELO, 2017).

Para o parâmetro perda de água, constatou-se na Figura 2 que a interação concentração de sacarose x temperatura, a concentração de sacarose e a temperatura foram significativas a 95% de confiança. A interação concentração de sacarose x temperatura foi o fator que teve maior influência na perda de água das fatias de abacate, no entanto, o valor negativo deste parâmetro indica uma tendência decrescente da perda de água com o aumento da interação de sacarose x temperatura. Já a variável temperatura apresentou sinal positivo, demonstrando um efeito crescente sobre a resposta perda de água quando passam do nível -1 para o nível +1, ou seja, com o aumento da temperatura há uma tendência ao aumento da perda de água das fatias de abacate. A variável concentração de sacarose mostrou valor negativo, indicando que o aumento desta variável tenderá a reduzir a resposta.

Lima (2013) ao analisar a desidratação osmótica do sapoti (*Achras Zapota L.*) para diferentes concentração de sacarose de 40 a 60°Brix, temperaturas de 30 a 50°C e tempo de imersão de 90 a 240 minutos, verificou que o efeito linear da concentração da solução osmótica e a temperatura foram significativas sobre a perda de água.

Figura 2 - Diagrama de Pareto para perda de água

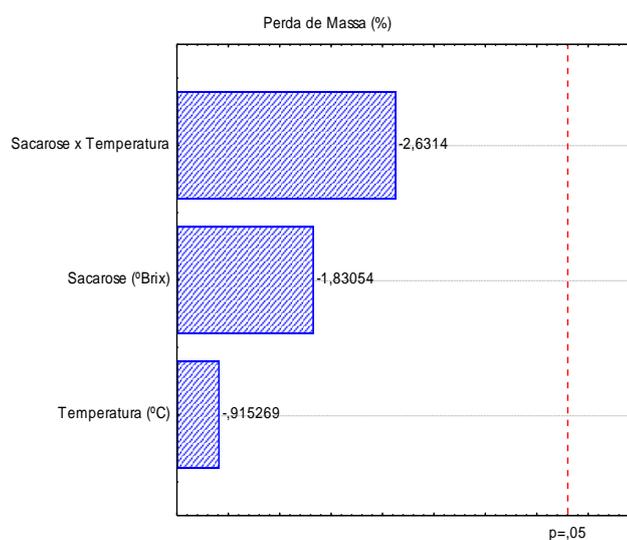


Fonte: Própria (2019)

Verificou-se que na perda de massa a interação sacarose x temperatura, concentração de sacarose e temperatura não influenciaram as respostas estudadas, não apresentando efeito significativo a 95% de confiança. Os valores negativos apresentados pelas variáveis como mostra a Figura 3, indicam que o aumento

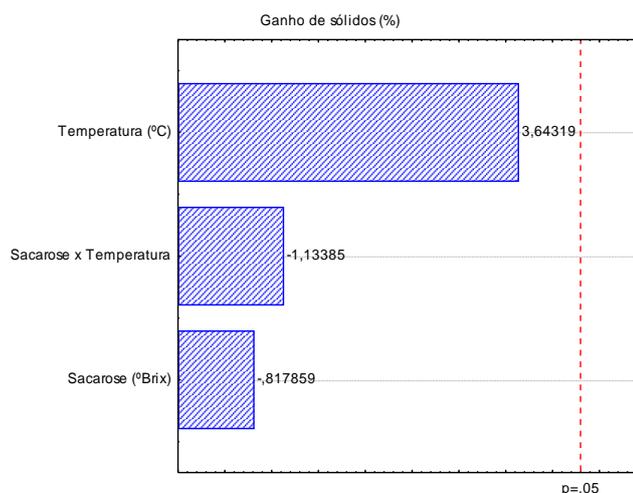
destas variáveis tendem a promover um efeito contrário na perda de massa das fatias. Estes resultados são discordantes daqueles analisados por Almeida (2011) o qual ao realizar o estudo do processo osmótico da banana nanica em diferentes temperaturas (30, 40 e 50°C) e solução osmótica de sacarose (45, 55, 65°Brix) observou que a temperatura apresentou efeito significativo para a perda de massa das fatias.

Figura 3 - Diagrama de Pareto para perda de massa



Fonte: Própria (2019)

Novamente foi possível observar através da Figura 4 que as variáveis independentes não exercem efeito significativo sobre a resposta de ganho de sólidos. Contudo, a variável temperatura apresentou um valor positivo, demonstrando que quanto maior for a temperatura utilizada na desidratação osmótica maior será o ganho de sólidos das amostras. Alves et al. (2019) ao estudarem a desidratação osmótica da pimenta malagueta da variedade malagueta para diferentes concentrações de sacarose (26, 30, 40, 50 e 54°Brix) e temperaturas (38, 40, 45, 50 e 52°C) observaram que não houve efeito significativo destas variáveis para o ganho de sólidos.

Figura 4 - Diagrama de Pareto para ganho de sólidos

Fonte: Própria (2019)

Portanto, de acordo com as Figuras 3 e 4 verificou-se que nenhuma das variáveis interferem significativamente sobre as respostas estudadas de perda de massa e ganho de sólidos. De acordo com Souza et al. (2012) esse fato pode ser justificado devido às prováveis reações de interação entre os ácidos graxos presentes no abacate e a sacarose utilizada na solução osmótica serem desconhecidas, visto que todas as hidroxilas, ao menos teoricamente podem ser ocupadas por moléculas de ácidos graxos.

A Tabela 4.3 mostra a análise de variância (ANOVA) do modelo ajustado para as variáveis de resposta da desidratação osmótica das fatias de abacate. Na perda de água observa-se significância da regressão devido o valor de $F_{\text{calculado}}$ ser maior que F_{tabelado} . O coeficiente de determinação (R^2) da perda de água foi de 0,9518 revelando explicação de 95,18% da variação dos dados. As demais variáveis não apresentaram regressão significativa e os coeficientes de determinação encontrados (84,70 e 83,07%) foram abaixo de 90%.

Verifica-se que a perda de água, perda de massa e ganho de sólidos das fatias de abacate não foram estatisticamente significativos nem preditivos a falta de ajuste, uma vez que o $F_{\text{calculado}}$ apresentou valor menor que o F_{tabelado} , portanto, há uma falta de ajuste dos dados experimentais ao modelo.

Tabela 4.3 - Análise de variância (ANOVA) dos modelos ajustados para as variáveis de resposta

Respostas	Modelo Selecionado	Regressão		Falta de ajuste		R ²
		F. calculado	F. tabelado (5%)	F. calculado	F. tabelado (5%)	
P.A	Linear + interações	19,7590	6,16	18,6267	19,16	95,18
P.M	Linear + interações	5,5372	6,16	0,0069	19,16	84,70
G.S	Linear + interações	4,9063	6,16	1,1036	19,16	83,07

P.A.: Perda de água; P.M.: Perda de massa; G.S.: Ganho de sólidos.

Fonte: Própria (2019)

A Tabela 4.4 evidencia os coeficientes de regressão dos modelos propostos para representar os resultados de perda de água, perda de massa e ganho de sólidos das fatias de abacate, decorrente da desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose e temperaturas da estufa.

Tabela 4.4 - Coeficientes de regressão dos modelos referentes aos resultados dos experimentos das fatias de abacate

Fatores	Coeficientes			
	Média	Conc. Sacarose	Temperatura	Conc. Sacarose x Temperatura
P.A	14,7543	-1,4000	1,4800	-1,9900
P.M	10,4643	-0,9600	-0,4800	-1,3800
G.S	4,2900	-0,4400	1,9600	-0,6100

P.A.: Perda de água; P.M.: Perda de massa; G.S.: Ganho de sólidos.

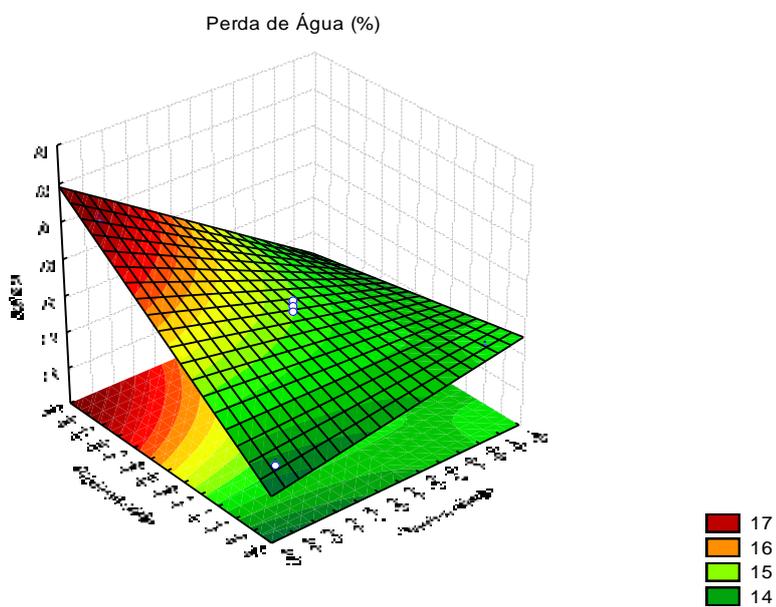
Fonte: Própria (2019)

Através do modelo proposto pela Tabela 4.4 foi elaborado a superfície de resposta para a variável perda de água das fatias de abacate, os quais foram variadas as concentrações de sacarose e as temperatura da estufa no processo osmótico.

Nota-se que a região que possui maior perda de água é aquela que apresenta maior temperatura e menor concentração de sacarose. Observando a Tabela 4.2, o tratamento osmótico que contém a concentração de sacarose e temperatura que se encaixam nesta faixa coincide com o ensaio 3. Souza et al. (2012) ao analisarem o processo de desidratação osmótica do abacate também observaram que a máxima

perda de água foi resultante da solução de sacarose de menor concentração (30%) e em maior temperatura (45°C).

Figura 5 - Superfície de resposta para a perda de água



Fonte: Própria (2019)

5 CONCLUSÃO

Pode-se observar com os resultados encontrados na caracterização físico química do abacate que esse fruto apresenta um alto teor de água em sua polpa, tratando-se de um alimento perecível, e é um produto agrícola rico em lipídeos, fibras e carboidratos com elevado valor calórico.

Ao avaliar a desidratação osmótica das fatias de abacate através do planejamento experimental, em relação às respostas das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes (PA, PM e GS), resultou-se como melhor condição de processo a menor concentração de sacarose (40° Brix) e a maior temperatura (45°C). Esta condição apresentou maior perda de água, maior perda de massa e maior ganho de sólidos.

As variáveis interação de sacarose x temperatura, concentração de sacarose e temperatura tiveram influência significativa sobre a perda de água durante o processo. No caso da perda de massa e do ganho de sólidos não se teve influência significativa a 95% de confiança de nenhuma das variáveis independentes envolvidas no processo osmótico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Juliana Araújo Rangel. **Desidratação osmótica de banana (*Musa spp.*): cinética de desidratação e avaliação de compostos bioativos**. 2011. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2011.
- ALVES, D. G. et al. Avaliação do processo de desidratação osmótica de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*), variedade malaguêta. **Revista Desafios**, v.6, especial, maio/junho, 2019.
- ALVES, F. M. S. et al. Alimentos produzidos a partir de farinha de caju, obtidos por secagem. **Revista Verde de Agroecologia e desenvolvimento Sustentável**. Mossoró-RN, v.6, n.3, p 131- 138, 2011.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**.14. ed. Arlington: AOAC, 1997. 1141p.
- ARARA, J. A. M. et al. Governança comparativa: análise comparativa da margem EBITDA de empresas do Agronegócio. In: II SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL, Ponta Porã – MS. **Anais [...] 7º ecaeco**, 2014.
- ARIZA-ORTEGA, J. A. et al. Efecto de diferentes métodos de extracción sobre el perfil de ácidos grasos en el aceite de aguacate (*Persea americana* Mill. var. Hass). **Rev. Venez. Cienc. Tecnol. Aliment.**, v.2,n.2, p.263-276, julho/dezembro, 2011.
- BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia= Brazilian archives of endocrinology and metabolismo**, v.57, n.6, p. 397-405, agosto, 2013.
- BORGES, C. D. et al. Caracterização físicas e químicas de abacates das variedades margarida e brenda. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 2016, Gramado –RS. **Anais [...] Alimentação: a árvore que sustenta a vida**. 5p., 2016.
- CÁBIA, Nathalie Cardoso. **Aplicação de 1-MCP na conservação de abacate ‘Hass’**. 2013. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu- SP, 2013.
- CASTRO, D. S. et al. Influência da temperatura no processo de desidratação osmótica de pedaços de goiaba. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, São Cristóvão – SE, v. 4, n. 5, p. 1414-1423, 2014.
- CASTRO, Sérgio de Sousa. **Desidratação osmótica de frutas: estudo do processo e desenvolvimento de um sistema piloto para o pré-processamento de jaca (*artocarpus integrifolia* L.) E cupuaçu (*theobroma grandiflorum*)**. 2015. 147f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

CHAVES, M. A. et al. Elaboração de biscoito integral utilizando óleo e farinha da polpa de abacate. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 31, n. 2, p. 215-226, julho/dezembro, 2013.

CHIARELLI, P. V. et al. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem da maçã gala (*malus domestica bork*) e mamão formosa (*carica papaya l.*). **Revista Científica Unilago**, edição atual, p. 239-308, 2012.

CÓRDOVA, K. R. V. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

DAIUTO, E. R. et al. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate 'hass'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 2, p. 417-424, Junho, 2014.

DUARTE, P. F. et al. Avocado: Characteristics, health benefits and uses. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.46, n.4, p. 747-754, abril, 2016.

EGEA, M. B.; LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 316-324, 2014.

FARIA, Flaviana Andrade. **Propriedades físico-químicas de abacate submetido à secagem convectiva e desidratação osmótica**. 2012. 109f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas São José do Rio Preto, 2012.

FERRARI, Cristhiane Caroline. **Avaliação do emprego da desidratação osmótica e de coberturas comestíveis de pectina na estrutura celular e na qualidade de melão minimamente processado**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas- SP, 2009.

FERRARI, Cristhiane Caroline. **Estudo da Transferência de Massa e Qualidade do Melão Desidratado Osmoticamente em Soluções de Sacarose e Maltose**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2005.

FISCHER, I. H. et al. Ocorrência de antracnose em abacate, agressividade e sensibilidade de colletotrichum gloeosporioides a fungicidas. **ACSA**, Patos -PB,v. 13, n.2, p. 130-137, 2017.

FOCHL, J. et al. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, 226: 497-509.

FREITAS, Raniely Nayanne da Silva. **Elaboração e avaliação da estabilidade de polpa congelada de abacate (Persea Americana Mill)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte – CE, 2015.

GERMER, Silva P. M. et al. Desidratação osmótica de pêssegos em função da temperatura e concentração do xarope de sacarose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.161–169, 2011.

GOUVEIA, H. L. et al. abacate da variedade brenda: características físico-químicas e teor de lipídios. In: 5° SIMPOSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, ALIMENTAÇÃO E SAÚDE. 2015, Bento Gonçalves-RS. **Anais [...]**. Alimentação e saúde. 5p., 2015.

HOLLANDA, B. et al. **McCance and Windrow son's: the composition of foods**. 5th ed. Cambridge: The royal society of chemistry and ministry of agriculture, fisheries and food, 1994. 462p.

ITO, A. P. **Estudo do processo de desidratação osmótica a pulso de vácuo (PVOD) para manga**. Campinas, SP: UNICAMP, 2007. 171f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

JERÔNIMO, C. E. M. Desidratação de rodela de cenouras: avaliação dos pré-tratamentos na cinética de secagem e na qualidade do material produzido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró-RN**, v. 8, n. 5, p. 09-17, dezembro, 2013.

KOTOVICZ, Valesca. **Otimização da desidratação osmótica e secagem do yacon (*polymnia sonchifolia*)**. 2011. 88f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

KRUMREICH, F. D. et al. Teor de cinzas em acessos de abóboras (*Cucurbita Máxima L.*) do Rio Grande do Sul. In: VIII SIMPÓSIO DE ALIMENTOS, 8., 2013, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: UFP, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94505/1/cinzas-em-aboboras.pdf>>. Acesso em: 20/11/2019.

LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. Abacate: aspectos técnicos da produção. São Paulo: Universidade Estadual Paulista: Cultura Acadêmica Editora, 2008, 239p.

LIMA, Livia Muritiba Pereira. **Otimização da desidratação osmótica do sapoti (*Achras zapota L.*)**. 2013. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife- PE, 2013.

LIMA, Rozana Moreira Pereira. **Desidratação osmótica de melão (*cucumis melo L.*) em soluções de sacarose e de sorbitol**. 2012. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes/RJ, 2012.

LÓPEZ, Francisco Javier Pastor. **Abacate (*Persea americana mill.*) na alimentação de cabras: produção, composição e perfil de ácidos graxos no leite e parâmetros ruminais**. 2015. 91f. Tese (Doutorado em em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Faculdade De Medicina Veterinária E Zootecnia, Botucatu – SP, 2015.

LUCHESE, C. L. **Avaliação da influência da temperatura e da concentração da solução de sacarose na desidratação osmótica de *Physalis (Physalis peruviana L.)***. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2013. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

MARTINS, M. C. P. et al. Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas- SP, v.28, supl.1, p. 158-165, 2008.

MELO, Bruno Henrique da Silva. **Aproveitamento da farinha do mesocarpo do maracujá na elaboração dos cookies**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017

MENDES, G. R. L. et al. Condições para desidratação osmótica de laranjas e as propriedades funcionais do produto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1210–1216, agosto, 2013.

NOGUEIRA-DE-ALMEIDA, C. A. et al. Perfil nutricional e benefícios do azeite de abacate (*Persea americana*): uma revisão integrativa. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 21, e2017214, p. 1-12, maio, 2018.

OLIVEIRA, A. P. et al. Caracterização da polpa de abacate (*persea americana mill*) da região do alto Paranaíba. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v,3, n.6, p. 813 – 818, 2017.

OLIVEIRA, M. C. et al. Fenologia e características físico-químicas de frutos de abacateiros visando à extração de óleo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.411-418, março, 2013.

ORIENTE, S. F. et al. Desidratação osmótica em frutos. In: I CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE PESQUISA, v.1, 2016, Campina Grande-PB. **Anais[...]**. Campina Grande: CONASPEC, 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV058_MD4_SA80_ID1141_16052016223114.pdf> Acesso em: 20/09/19.

PERUSSELLO, Camila Augusto. **Análise numérica e experimental da secagem osmo-convectiva do yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

PESSOA, T. et al. Cinética de desidratação osmótica e características físico-químicas de goiaba Paluma. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa -PB, v.10, n.6, p. 77-82, novembro, 2016.

RODRIGUES, R. C. **Metodos de Análises Bromatológicas em Alimentos: Métodos químicos, físicos e bromatológicos**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Documentos 306, 177p, 2010.

SANTOS, Daniele Marcheseli. **Desidratação osmótica de batata yacon (*smallanthus sonchifolius*) utilizando diferentes edulcorantes**. 2018. 47f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2018.

SANTOS, F. S. et al. Propriedades físicas de uva submetida a desidratação osmótica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v.13, n.2, p. 250 – 254, abril/junho, 2018.

SILVA, C. D. M. et al. Desidratação osmótica para obtenção de cagaita passa. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v.2, n.4, p.226-233, outubro/dezembro, 2015.

SILVA, Epifânia Maria da Silva. **Determinação de macrocomponentes na polpa in natura do abacate (*Persea americana Miller*), comercializada em supermercado de São Luís – MA**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís – MA, 2017.

SILVA, F. O . R. et al. Fenologia reprodutiva e caracterização físico-químicas de abacateiros. **Revista Ceres**, v.61, n.1, p. 105 – 111, 2014.

SILVA, Luís Carlos Alencar. **Efeito da desidratação osmótica assistida por ultrassom no processo de secagem convectiva de abacaxi pérola**. 2012. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, Séfora Pereira. **Influência da desidratação osmótica na secagem convectiva do melão (*cucumis melo l*): modelo difusional de fick**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2018.

SILVA, Shirlyanne Ferreira. **Secagem por aspersão da manga cv. haden e armazenamento do pó**. 2014. 164f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande- PB, 2014.

SOUZA, D. S. et al. Avaliação da Influência de variáveis de Processos Sobre a Cinética de Desidratação Osmótica da polpa de Abacate (*Persea americana L.*). **Unopar Cient. Ciênc. Biol. Saúde**, v.14, n.1, p. 31- 35, 2012.

VAN SOEST, et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci*, v.74, p. 3583,1991.

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

VASCONCELOS, J. L. L. A. et al. Osmotic dehydration of the Indian fig (*Opuntia ficus indica*) with binary and ternary solutions. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, n. 11, maio, 2012.