

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GABRIELLA GREYCE GOMES SOARES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS DO FRUTO DO
SAPOTIZEIRO (*Manilkara sapota*, L.)**

JOÃO PESSOA-PB

2018

GABRIELLA GREYCE GOMES SOARES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS DO FRUTO DO
SAPOTIZEIRO (*Manilkara sapota*, L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Graciele da Silva Campelo Borges.

JOÃO PESSOA-PB

2018

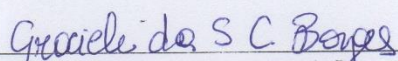
GABRIELLA GREYCE GOMES SOARES

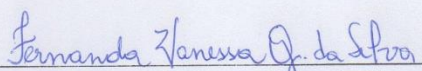
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS DO FRUTO DO
SAPOTIZEIRO (*Manilkara zapota* L.)

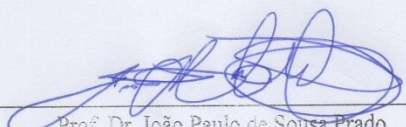
Trabalho de conclusão de curso apresentado
a Universidade Federal da Paraíba (UFPB),
como requisito para a obtenção do título de
Tecnólogo de Alimentos.

João Pessoa, 15 de junho de 2018.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dr.^a Graciele da Silva Campelo Borges
Orientadora


Prof.^a Dr.^a Fernanda Vanessa Gomes da Silva
Examinadora


Prof. Dr. João Paulo de Sousa Prado
Examinador

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S676c Soares, Gabriella Greyce Gomes.

 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS POLPAS DO FRUTO DO
 SAPOTIZEIRO (*Manilkara sapota*, L.) / Gabriella Greyce
 Gomes Soares. - João Pessoa, 2018.

 48 f. : il.

 Orientação: Graciele Borges.

 Monografia (Graduação) - UFPB/CTDR.

 1. Açúcares 2.Composição centesimal 3.Frutas exóticas.

 I. Borges, Graciele. II. Título.

UFPB/BC

DEDICATÓRIA

Dedico a minha família, que mesmo sem entender as minhas escolhas, me apoiaram em todas as etapas e decisões.

Em especial, dedico a minha avó (in memoriam), que sonhava em me ver formada, mas que por um sopro do destino, não presenciara essa minha conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelo dom da vida, pela saúde, pela fé e pela força para superar **nEle** todas as perdas que já sofri até aqui e principalmente por me permitir ir além do que já imaginei alcançar.

A professora Graciele Borges por aceitar o convite de ser minha orientadora, pela confiança no meu trabalho, pelo apoio em todas as ideias, pela troca de experiências e amizade. Irei sempre lembrar dos ensinamentos proporcionados e sei que sempre que eu ver uma fruta irei lembrar da senhora.

A banca examinadora, professora Vanessa e professor João Paulo, que contribuíram para o meu aprendizado do início e durante todo o curso e que, hoje, aqui se encontram para me proporcionar mais ensinamentos, neste momento de conclusão do curso.

Agradeço a minha mãe e ao meu padrasto que sempre se fizeram presentes, atenderam aos meus gostos e pedidos, me incentivaram em todos os momentos e me fizeram persistir, sempre garantindo que eu tivesse as melhores oportunidades para concluir o curso com êxito. E também a toda a minha família por estarem comigo em todos os momentos e pelo apoio em minhas decisões, mesmo sem entendê-las em muitas das vezes. A conquista dessa etapa da minha vida não é só minha, ela é nossa.

Aos meus colegas de turma, todos os que passaram e principalmente aos que permaneceram, Isabela, Ísis, Thais, Alany, Washington, Elizabeth e Ingrid, foram muitas conquistas juntos, diversos feriados e finais de semanas juntos para estudarmos e também para nos divertirmos. Carrego todos os rostos, nomes e momentos em meu coração e memória. Torço para que daqui a 30 ou 40 anos, estejamos vivos, compartilhando momentos juntos e compartilhando nossas experiências profissionais e pessoais.

Em especial, agradeço a minha parceira de TCC, Ísis Meireles, por toda compreensão, pelo companheirismo e parceria em todas as etapas que vivemos juntas durante quase 6 meses e principalmente por rir sempre das minhas piadas sem graça. Foi uma bela caminhada juntas.

A Jayme Junior, Lucas Samid, Leonardo Santos, Flávio Rique, Sângela Maria, Priscila Mayara e outros colegas que não foram da turma, mas que de forma generosa se fizeram presentes em várias etapas da minha vida durante o curso, seja nos projetos, nas viagens, nos

estudos, no estágio ou em momentos nos laboratórios, sempre com muita amizade, parceria, companheirismo, carinho e paciência.

Agradeço aos técnicos dos laboratórios e aos funcionários do CTDR, que sempre se disponibilizaram a ajudar, em especial a José Carlos e João Bosco pelos ensinamentos práticos, teóricos e a todos os debates construtivos, sempre com paciência e boa vontade de ensinar.

Por fim, agradeço a todos os professores do CTDR pelo aprendizado adquirido durante esses 4 anos, principalmente as professoras Haíssa Cardarelli, Adriana Fernandes, Graciele Borges e ao professor Ismael Rockenbach, que confiaram em mim e no meu trabalho, me aceitando como bolsista em seus projetos. Levo no coração uma imensa gratidão a todos os aprendizados proporcionados por vocês, nas experiências em viagens, laboratório e em sala de aula, guardarei todos os momentos em meu coração e memória.

A todos vocês os meus mais sinceros e humildes agradecimentos, vocês foram fundamentais na construção do meu conhecimento e são especiais em minha vida.

*"Quando tudo nos parece dar errado,
acontecem coisas boas, estas que não teriam
acontecido se tudo tivesse dado certo."*

(Renato Russo)

RESUMO

O sapotizeiro é nativo do sul do México e da América Central, com ótima adaptação aos solos brasileiros, principalmente nas regiões do Nordeste. Seus frutos popularmente conhecidos como sapota e o sapoti, pertencem à mesma família (*Sapotaceae*) e pertencentes a espécie (*Manilkara sapota*). São frutos exóticos, pouco estudados até hoje. Este trabalho objetivou caracterizar a composição físico-química das polpas de diferentes tipos de fruto do sapotizeiro (*Manilkara sapota*), a sapota e o sapoti. Os frutos do sapotizeiro foram coletados em distintas regiões no Nordeste, sendo os frutos de sapota cultivados na cidade de João Pessoa, denominada de Sapota-PB, os frutos de sapoti cultivados na cidade de João Pessoa, nomeada de Sapoti-PB, já os frutos de sapoti proveniente da cidade de Parnaíba, no Estado do Piauí, nomeada de Sapoti-PI. Na caracterização físico-química observou-se alta atividade de água (0,99), sólidos solúveis totais e ratio (em média 20,13 e 148,33, respectivamente) que indicaram que são frutos doces, baixa acidez titulável (0,14 g/100g de ácido cítrico) e pH de 6,05. Na análise de perfil de ácidos orgânicos detectou-se ácidos cítrico, tartárico, málico, succínico, fórmico e acético. Na composição centesimal observou-se uma alta umidade (em torno de 74,25%), baixo conteúdo de cinzas (em torno de 0,50%) e alto teor de açúcar, analisados por métodos clássicos de titulometria e por cromatografia líquida de alta eficiência, composto este, que foi identificado em maior quantidade na amostra Sapoti-PI. Conclui-se que os frutos do sapotizeiro são altamente perecíveis, de baixa acidez, porém, possuem alto teor de açúcar, principalmente a amostra Sapoti-PI, o que torna os frutos indicados para processamento de produtos açucarados.

Palavras chaves: açúcares, composição centesimal, frutas exóticas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sapotizeiro localizado nas propriedades da empresa Polpa Mangai, no bairro Valentina Figueiredo, na cidade de João Pessoa-PB.....	19
Figura 2 - Sapota	21
Figura 3 - Sapoti	21
Figura 4 - Sapota aberta (imatura).....	21
Figura 5 - Sapota aberta (madura).....	21
Figura 6 - Fluxograma de processamento para polpa de frutas.....	27

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Fórmula para realização de cálculo de acidez	28
Equação 2 - Fórmula para realização de cálculo de ácido ascórbico	28
Equação 3 - Fórmula para realização de cálculo de umidade	29
Equação 4 - Fórmula para realização de cálculo de cinzas	29
Equação 5 - Fórmula para realização de cálculo de açúcares redutores.....	30
Equação 6 - Fórmula para realização de cálculo de açúcares totais.....	31
Equação 7 - Fórmula para realização de cálculo de açúcares não redutores.....	31
Equação 8 - Fórmula para realização de cálculo de proteína	32
Equação 9 - Fórmula para realização de cálculo de lipídios	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização físico-química das polpas de sapota e sapoti.....	34
Tabela 2 - Perfil de ácidos orgânicos das polpas de sapota e sapoti.....	37
Tabela 3 - Composição centesimal das polpas de sapota e sapoti.....	39
Tabela 4 - Perfil de açúcares em polpas de sapota e sapoti	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. Produção de Frutas no Brasil.....	18
2.2. Aspectos gerais do sapotizeiro (<i>Manilkara sapota</i> L. Van Royen).....	19
2.3. Frutos do Sapotizeiro.....	22
2.3.1. Exploração comercial do sapotizeiro	25
3. OBJETIVOS	26
3.1. Objetivo geral	26
3.1. Objetivos específicos.....	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1. Coleta dos frutos.....	27
4.2. Local de execução	27
4.3. Produção das polpas de frutas (amostra laboratorial).....	27
4.4. Análises físico-químicas das polpas	28
4.4.1. Determinação de atividade de água (Aw).....	28
4.4.2. Determinação de sólidos solúveis.....	28
4.4.3. Determinação de acidez.....	29
4.4.4. Determinação de pH	29
4.4.5. Determinação ácido ascórbico.....	29
4.4.6. Determinação de umidade	30
4.4.7. Determinação de cinzas	30
4.4.8. Determinação de açúcares	31
4.4.8.1. Açúcares redutores	31
4.4.8.2. Açúcares totais.....	31
4.4.8.3. Determinação de açúcares não redutores.....	32
4.4.9. Determinação de proteína.....	32
4.4.10. Determinação de lipídios.....	33
4.5. Preparo do extrato para análise de perfil de ácidos orgânicos e açúcares	34

4.6. Determinação de ácidos orgânicos e açúcares.....	34
4.7. Análise Estatística	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1. Caracterização físico-química	35
5.2. Perfil de ácidos orgânicos	37
5.3. Composição centesimal	40
5.4. Perfil de açúcares.....	42
6. CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	45

1. INTRODUÇÃO

A flora brasileira é composta por uma grande diversidade de frutas que vem sendo economicamente explorada através do cultivo ou do extrativismo, e, atualmente, o Brasil ocupa o terceiro lugar no ranking mundial de produção de frutas (SCOGNAMIGLIO, 2017). A grande maioria das frutas produzidas no Brasil apresentam características nutricionais e sensoriais distintas, como alto conteúdo de compostos bioativos, sabor e aroma exóticos (NEGRI et al., 2017). Dentre as diversas frutas comercializadas no Brasil, encontra-se os frutos do sapotizeiro (*Manilkara sapota*, L.) popularmente chamados de sapota ou sapoti (BANDEIRA et al., 2005).

O sapotizeiro é uma árvore frutífera de clima tropical, proveniente da América Central, mais provavelmente do sul do México (BANDEIRA et al., 2005). O sapotizeiro foi adaptado às condições gerais de clima e solos brasileiros, principalmente as condições edafoclimáticas da região Nordeste, devido a sua facilidade de se reproduzir em vastas faixas de temperaturas, desde as temperaturas mais baixas, até as temperaturas mais altas da região (por volta de 30-35°C), porém, mesmo com a versatilidade, a árvore se adapta melhor a regiões de cultivo com temperaturas e umidade elevadas (BANDEIRA et al., 2005; DAMASCENO et al., 2008).

Essa árvore frutífera possui uma grande variabilidade que pode ser facilmente observada em seus frutos, os quais apresentam diferenças nas formas, tamanhos, cor da polpa, sabor, aroma e número de sementes (MIRANDA et al., 2002).

Os frutos do sapotizeiro são denominados de sapota, são arredondados, possuem tamanho médio, entre 7 e 10 centímetros, peso por volta de 120 a 200 gramas e cor marrom (MIRANDA et al., 2002). Já o sapoti são frutos com formato oval e tamanho menor que as sapotas (tamanho médio entre 4 e 7 centímetros e peso por volta de 75 a 120 gramas) (BANDEIRA et al., 2005). É um fruto de aroma adocicados e de aspectos sensoriais aceitáveis, climatério, com alta taxa de respiração e produção de etileno, assim, logo após a colheita devem ser mantidas sob refrigeração (DE MIRANDA, 2012).

Ambos os frutos possuem casca marrom, polpa suculenta, baixa acidez, adocicada quando maduras e adstringente e pouco doce quando imaturas (SILVA JUNIOR et al., 2014). Estes também são mais explorados quanto o consumo "*in natura*", entretanto, devido a alta perecibilidade dos frutos a agroindústria vêm utilizando como matéria-prima para produção de doces, geleias, polpa de fruta, em escala artesanal (BANDEIRA et al., 2005).

Estudos comprovam que algumas frutas exóticas, apesar da pouca exploração comercial, há uma necessidade de incentivar o cultivo destas culturas frutíferas, a fim de aproveitar os nutrientes e compostos bioativos presentes (NEGRI et al., 2017).

Entretanto, para os frutos do sapotizeiro, não existe na literatura estudos que avaliem as diferenças em relação a composição centesimal destes frutos cultivados em diferentes regiões no Nordeste, e explore seus nutrientes com apelo tecnológico.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo estudar estes frutos, a fim de caracterizar suas composições físico químicas, centesimal, perfil de ácidos orgânicos e açúcares da sapota e do sapoti e identificar qual destes possui a maior quantidade de açúcares, tendo em vista que esses frutos possuem altos teores deste composto em sua composição, assim, podendo também apontar qual deles possui maior potencial tecnologico a ser explorado pelo mercado que propoe a redução ou isenção do açúcar na elaboração de produtos a base de fruta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Produção de Frutas no Brasil

O agronegócio é um segmento de alta importância para o Brasil, é capaz de promover diversas oportunidades de empregos para o povo brasileiro, em diversas áreas envolvidas nessa cadeia produtiva, tanto nas áreas voltadas para pesquisa e tecnologia, quanto para os trabalhos no campo e uma das áreas pertencentes ao segmento em que o Brasil se destaca, é a fruticultura (SCOGNAMIGLIO, 2017).

A flora brasileira é composta por uma grande diversidade de frutas que vem sendo, economicamente explorada e já ocupa uma área que já supera os 2 milhões de hectares (OLIVEIRA et al., 2011). Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, em primeiro lugar nesta produção está a China, seguido da Índia, país que ocupa o segundo lugar no ranking (SCOGNAMIGLIO, 2017). A fruticultura é um setor considerado como uma das prioridades do governo brasileiro, tendo em vista o seu grande potencial exportador (FORMIGONI, 2018).

De acordo com dados publicados pela Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (Abrafrutas), só nos dois primeiros meses deste ano, em comparação com o mesmo período em 2017, houve um aumento de cerca de 14% em exportação de frutas frescas e processadas para diferentes países, sendo a laranja, a fruta mais exportada neste período. Mesmo diante dos números significativos do setor de exportação, o Brasil ainda ocupa o 23º lugar no ranking dos principais países exportadores, pois apenas cerca de 2,5% do volume de frutas produzidos internamente é exportado a outros países (VILELA, 2018).

A produção de frutas tem aumentado, mundialmente, incluindo também, o aumento no interesse da população do consumo destes produtos (GAMA, 2017). Segundo uma pesquisa executada pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) aponta que as pessoas têm se preocupado em consumir alimentos naturais e viver de maneira mais saudável no país, diante disso, grande parte da população vem aumentando o consumo de frutas frescas (DINO, 2018). Porém, segundo uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e derivados (Abrafrutas), apenas cerca de 40% da população consomem frutas diariamente (GAMA, 2017).

No Nordeste há uma abundante produção de frutas, região que, apesar de apresentar altas temperaturas durante todo o ano e da escassez de água, está composta por municípios

campeões em produtividade no setor frutífero, tais como o abacaxi, banana e mamão (NITAHARA, 2016).

Devido às condições climáticas (temperatura e umidade favoráveis) do Norte e Nordeste, o sapotizeiro se adaptou muito bem nessas regiões, com período de safra, normalmente, nos meses de outubro a janeiro (DO PRADO et al., 2014). Assim o cultivo do sapotizeiro vem aumentando com o passar dos anos, saindo das regiões mais úmidas (regiões próximas do litoral) até o semiárido nordestino (SILVA JUNIOR et al., 2014).

A maior parte da produção de sapota e sapoti do Brasil é dada na região Nordeste, de acordo com o Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), o estado de Pernambuco é considerado um dos maiores produtores nacional destes frutos, mas também há produção em outros estados, tais como Bahia, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (NASCIMENTO COSTA et al., 2017).

No Ceará, apesar do tempo seco, há colheita dos frutos durante quase todo o ano, com boa irrigação e adubação e com preços satisfatórios de venda, nesse estado, a produção de sapoti está mais centralizada na região metropolitana de Fortaleza, porém, a maior parte das plantas ainda são encontradas em residências domésticas (DE SOUSA et al., 2012).

2.2. Aspectos gerais do sapotizeiro (*Manilkara sapota* L. Van Royen)

A árvore do sapotizeiro é uma planta da família *Sapotaceae* e pertencente ao gênero *Manilkara* e a espécie *Manilkara sapota* L., nativa do sul do México e da América Central, (BANDEIRA et al., 2005). Em meados do século 20, na América Central, ocorreu o desenvolvimento de uma indústria de grande porte que produzia goma de mascar e tinha como matéria-prima principal o látex exsudado do tronco do sapotizeiro. No México, o sapoti já foi utilizado também para fabricação de geléias, refrescos e xaropes (MORAIS et al., 2006).

A planta também se espalhou pela América do Sul, onde encontrou condições favoráveis em diversas regiões do Brasil, sendo desenvolvida desde o sul da região Sudeste até o extremo Norte do país (BANDEIRA et al., 2005).

O sapotizeiro (*Manilkara sapota* L.) (Figura 1) é uma planta de clima tropical, devido a este fato, o Nordeste do Brasil apresenta um grande cultivo desta planta, devido ao clima e temperaturas favoráveis (DE SOUSA et al., 2012). Normalmente, as plantas são ligeiramente tolerantes a seca (NASCIMENTO COSTA et al., 2017).



Figura 1- Sapotizeiro localizado nas propriedades da empresa Polpa Mangai, no bairro Valentina Figueiredo, na cidade de João Pessoa-PB.

Fonte: Próprio autor

Ainda assim, o sapotizeiro (Figura 1) pode ser encontrado em regiões frias, onde a temperatura alcança cerca de 0°C, sem provocar danos graves à planta, porém as baixas temperaturas afetam a produtividade das plantas (DE SOUSA et al., 2012). A planta possui resistência a ventos fortes, devido aos seus ramos flexíveis e chega a variar de 6 a 15 metros de altura, possui numerosos ramos e copa abundante e arredondada de folhas verdes escuras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

As sapotáceas se adaptam bem aos diversos tipos de solos, elas possuem a capacidade de se desenvolver e crescer em solos pobres, porém há preferência por solos profundos e ricos em matéria orgânica, que sejam ligeiramente argilosos e bem aerados, para o bom desenvolvimento das raízes é necessário uma boa drenagem, sem excessos, pois em solos encharcados, a reprodução não flui bem (ANDRADE et al., 2013; BANDEIRA et al., 2005).

A propagação pode ocorrer por reprodução sexuada, via semente, o que favorece o desenvolvimento e a diversificação da espécie, ou por enxertia, também ocorre a propagação vegetativa, que advém do mergulho dos galhos no solo, os quais desencadeiam suas próprias raízes, nascendo assim, novas mudas da planta (DO PRADO et al., 2014).

Apesar dos diversos meios de reprodução, o meio de plantio da semente é o mais comum e natural, mas há um resultado de alta variação genética em seus frutos, como falta de uniformidade na forma, no tamanho, na cor, na textura e no sabor dos frutos, essas diferenças podem levar a rejeição industrial pelo fruto, devido a falta de padronização, sendo assim, a reprodução assexuada é a mais indicada para o propagação da planta, além de ser econômica

mais barata, é a mais rápida e fácil e ainda pode garantir a padronização no desenvolvimento dos pomares e a uniformidade dos frutos (BANDEIRA et al., 2005).

Em geral, o sapotizeiro dá início a sua produtividade entre o quarto e o quinto ano de plantio, mas os primeiros frutos podem apresentar-se já no primeiro ano do plantio (BANDEIRA et al., 2005). Comumente, os frutos amadurecem entre os meses de setembro e dezembro, ocorrendo um aumento significativo de produção no mês de novembro (ANDRADE et al., 2013).

Os frutos do sapotizeiro ainda não são muito explorados economicamente no Brasil, apesar de possuir grande capacidade de utilização comercial, há um déficit em dados estatísticos sobre a cultura, produção, plantio e aproveitamento dos frutos (BANDEIRA et al., 2005).

Há uma grande dificuldade na determinação do ponto de colheita dos frutos, um dos métodos para essa determinação do estágio de maturação dos sapotis na planta é observar a partir de indicadores físicos, como a queda estigma da extremidade do fruto, a perda de granulosidade da casca que se torna lisa e quando o fruto se destaca facilmente do ramo e exsuda pouco látex. Estes são métodos rigorosos de seleção, pois é necessário colher para verificar se o fruto já está em um ponto ideal de maturação, outro método utilizado é esperar que os frutos amoleçam na árvore, o que implica na necessidade de frequente monitoração (ANDRADE et al., 2013; ALCÂNTARA DE MIRANDA et al., 2008).). Com a experiência do cultivo, há uma maior facilidade de notar o amadurecimento dos frutos visualmente, como a observação do escurecimento do fruto e do aparecimento de "rugas" em sua casca (BANDEIRA et al., 2003).

Diante de que as características dos frutos do sapotizeiro não foram criadas por meio da reprodução sexuada, não é possível identificar as diferenças dos frutos, como identificar suas variedades botânicas, com isso, os frutos desta árvore podem apresentar formato variado (ANDRADE et al., 2013).

O sapotizeiro possui uma grande variabilidade em seus frutos, estes, que se diferem nas formas e tamanhos, cor da polpa, sabor e aroma e no número de sementes. A primeira cultivar foi desenvolvida no Brasil, em 1983, a 'Itapirema-31', em seguida veio a 'Chocolate', no ano de 1999, ambos os cultivares foram estabelecidos por pesquisadores da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). Então, em 2003, a Embrapa Agroindústria Tropical lançou as cultivares 'BRS 228-Sapota Tropical' e 'BRS-227-Sapoti IPA-Curu' (ALCÂNTARA DE MIRANDA et al., 2008).

No Brasil há um problemas na identificação da variedade dos frutos do sapotizeiro e em suas condições de manuseio, devido a existência de uma enorme variabilidade dentro da espécie. Essa variedade dificulta em alta escala o consenso um entre os horticulturistas, em relação a classificação do sapoti em variedades (ALCÂNTARA DE MIRANDA, 2008).

A diferença entre as denominações sapoti e sapota ocorre apenas devido ao formato dos frutos. Os frutos, aqueles ovalados são chamados de sapoti, já os arredondados, de sapota, assim há diferentes tamanhos e formatos dos frutos numa mesma planta (SILVA JUNIOR et al., 2014).

2.3. Frutos do Sapotizeiro

No Nordeste, os frutos que são conhecidos, em algumas regiões, por sapota (Figura 2), são os frutos de maior tamanho e formato arredondado, já o sapoti (Figura 3) é o fruto de menor tamanho e formato oval (MIRANDA et al., 2002).



Figura 2- Sapota **Figura 3 -** Sapoti



Figura 4 - Sapota aberta (imatura) **Figura 5 -** Sapota aberta (madura)

Fonte: Próprio autor

Os frutos do sapotizeiro podem ser conhecidos como sapota por outros nomes, dependendo do país em que são comercializadas, como exemplo, por "sapodilla" nos Estados Unidos e Reino Unido e por "chico zapote" em regiões do México, país de ocorrência da planta (SILVA JUNIOR et al., 2014).

Os frutos são classificados como simples carnosos, do tipo baga, pode conter nenhuma, uma ou duas sementes (Figura 4), quando maduro, possui casca fina, frágil, que solta um pó fino que é áspero ao tato e de cor marrom, de polpa carnuda, tenra e succulenta, de cor castanho-avermelhada (Figura 5), de sabor adocicado, gelatinoso e sem acidez, em contrapartida, quando imaturo, possui polpa dura, esbranquiçada, adstringente e pouco doce (Figura 4) (SILVA JUNIOR et al., 2014).

O padrão respiratório dos frutos do sapotizeiro segue o de frutos climatéricos (SILVA JUNIOR et al., 2014). Portanto, sua conservação em condições ambientais é muito curta (OLIVEIRA et al., 2011). Uma vez atingido a maturação plena, os frutos se degradam rapidamente, durando cerca de 2 a 10 dias dependendo das condições em que sejam mantidos (MIRANDA et al., 2002).

De acordo com pesquisas da EMBRAPA, tanto o sapoti quanto o sapota chegam a possuir valores de teor de sólidos solúveis parecidos, que podem variar de 18 até 25° Brix (BANDEIRA et al., 2005). O sapoti um fruto de aroma adocicados e de aspectos sensoriais aceitáveis, o que favorece a viabilidade industrial e elaboração de diferente produtos, que já bastante utilizado na fabricação de sorvetes, doces e outros (DE MIRANDA, 2012).

Os frutos denominados de sapota (Figura 2), normalmente são arredondados, com tamanho médio entre 7 e 10 centímetros e peso por volta de 120 a 200 gramas (BANDEIRA et al., 2005).

Devido a alta perecibilidade do fruto, técnicas de conservação por método de liofilização foram abordadas por Oliveira et al. (2011), com finalidade de prolongar a vida útil do fruto. Então, foi desenvolvida a sapoti liofilizado, a fim de caracterizar o produto de acordo com sua composição físico-química, de minerais e o comportamento higroscópico, avaliado por meio de isotermas de adsorção, onde obteve resultados conclusivos em que a sapota, após o processo de liofilização, adquiriu valores físico-químicos superiores aos valores encontrados do fruto in natura, com exceção do pH, o pó do fruto também demonstrou boa quantidade na análise de minerais, onde o potássio, sódio e fósforo se destacaram (OLIVEIRA et al., 2011).

A aceitação da sapoti de umidade intermediária obtido por secagem em estufa de convecção forçada, foi avaliada por Damasceno et al. (2008), onde obteve resultados de baixa umidade e atividade de água na faixa característica dos produtos dessa categoria (em torno de 0,83). Houve análise sensorial do produto, registrada em escala hedônica, onde mais de 90% das respostas foram positivas a aceitação do produto, a dureza do produto também foi avaliada e cerca de 40% dos provadores acharam esse quesito ideal para o produto, resultando

que a secagem a 70°C não foi suficiente para modificar a textura do produto, a ponto de deixá-la desagradável. Esses resultados demonstram a possibilidade de utilização de tecnologias no fruto, objetivando reduzir os desperdícios e o aumento da vida útil (DAMASCENO et al., 2008).

A fim de avaliar o coeficiente de difusão da água e da sacarose durante a desidratação osmótica em sapoti, foram utilizados frutos comprados em supermercados locais de Recife-PE, que foram lavados em água corrente, secos em papel absorvente e cortados em fatias longitudinais de 1cm de espessura, onde a casca e as sementes foram removidas manualmente. Posteriormente, foram submetidos ao tratamento osmótico, que possuíam três níveis de concentração de sacarose (20° Brix, 40° Brix e 60° Brix). O tempo de imersão apresentou grande influência na máxima perda de umidade e ganho de solutos pela fruta, que ocorreram na solução osmótica de maior concentração. Concluiu-se também que proporcionar tratamento osmótico nas sapotas é uma das alternativas a se oferecer aos produtores para preservar e comercializar o fruto (ANDRADE et al., 2013).

Os frutos denominados de sapoti, demonstrado na Figura 3, normalmente são ovais e possuem tamanho menor que as sapotas, com tamanho médio entre 4 e 7 centímetros e peso por volta de 75 a 120 gramas (BANDEIRA et al., 2005).

Em estudos da polpa do sapoti provenientes do estado do Ceará, apresentam resultados de pouca acidez, pH pouco ácido (em torno de 4,5), alta taxa de atividade de água e umidade elevada (DE SOUSA et al., 2012).

Os frutos de sapotis provenientes de plantio comercial e irrigado no estado do Ceará, colhidos de acordo com a maturação fisiológica, observando dados de idade, massa em torno de 200g, formato esférico e pouca arenosidade na casca, foram utilizados para realização de experimento a fim de observar o amadurecimento dos frutos submetidos a aplicação da substância 1-metilciclopropeno (1-MCP), em forma de gás e em duas concentrações diferentes (300nL L⁻¹ e 600 nL L⁻¹), com amostras controle (0 de concentração) e em condições iguais de armazenamento (25 ± 2°C e 70 ± 5% UR), no período de 23 dias. Ao fim do experimento, chegou-se a conclusão que o 1-metilciclopropeno (1-MCP) retarda o amadurecimento e prolonga a vida útil pós-colheita de sapoti e que a concentração de 300 nL.L⁻¹ de 1-MCP apresentou melhores resultados no prolongamento da vida útil pós-colheita dos frutos por seis dias (DE MORAIS et al., 2006).

Em um estudo a fim de avaliar o sapoti quanto as suas alterações físicas, químicas e histológicas durante seu desenvolvimento, procurando identificar índices de maturidade para colheita, foram utilizados sapotis colhidos com tempos de 45; 60; 90; 120; 150 e 180 dias, na

Estação Experimental do Vale do Curu, da Embrapa Agroindústria Tropical, localizada no município de Paraipaba-CE. As análises consistiram na observação de aparência e a exsudação de látex, medição das massas fresca e seca, firmeza, comprimento e diâmetro. Os frutos colhidos no tempo de 90 dias tiveram a polpa extraída, processada e congelada, para análise das características químicas. Alguns dos frutos colhidos no tempo de 180 dias foram armazenados em condições ambientes (28°C e $60 \pm 5\%$ U.R.) foram reservados para avaliação da produção climatérica de CO_2 e etileno. Já os frutos colhidos nos tempos 120 e 180 dias foram utilizados para a caracterização histológica por microscopia óptica. Observou-se então, que a maturação dos frutos foram reconhecidas quando obtiveram massa por volta de 127 g, formato mais esférico, a casca pouco granulosa e pequena exsudação de látex quando removidos da planta (ALCÂNTARA DE MIRANDA et al., 2008).

Segundo a tabela de Análise Nutricional de sapoti, apresentada pelo livro de Alimentos Regionais Brasileiros, em uma porção de 100g do fruto, pode chegar a conter cerca de 96 kcal de energia, 0,7 gramas de proteínas, 0,1 gramas de lipídios, 25,9 gramas de carboidratos, 9,9 gramas de fibra, sobre os minerais, pode conter cerca de 29 miligramas de cálcio, 6 miligramas de fósforo, 1,2 miligramas de ferro, 4 miligramas de retinol, 0,01 miligramas de vitaminas B1 e B2, 0,2 miligramas de niacina e 13 miligramas de vitamina C.

2.3.1. Exploração comercial do sapotizeiro

Entre as frutas exóticas exploradas produzidas no Nordeste, os frutos do sapotizeiro são uns dos que possuem um grande potencial tecnológico a ser explorado economicamente pelas indústrias alimentícias, devido ao seu sabor doce (SILVA JUNIOR et al., 2014).

No Brasil, o maior consumo de sapoti é na forma de fruta in natura (Bandeira, 2005), mas sua polpa já é utilizada na confecção de doces, refrescos, conservas, geléias, xaropes ou consumida fresca, porém, ainda em pequena escala, mas, na maioria das vezes, o fruto é consumido na forma in natura, uma vez que é considerada uma fruta muito suculenta (PONTES MATOS et al., 2003).

Apesar de já estar ganhando aceitação dos consumidores, a sapota e o sapoti ainda não são disponibilizados em regiões não tropicais e em momentos entre-safra, devido a sua perecibilidade, por isso a importância de aplicação de tecnologias como forma de aumentar a vida útil destes produtos, proporcionando também condições de comercialização dos produtos processados para regiões não produtoras do fruto (DE SOUSA et al., 2012).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Caracterizar a composição físico-química das polpas dos frutos de sapota e sapoti.

3.1. Objetivos específicos

- 1.Caracterizar a composição centesimal das polpas de sapota e sapoti;
- 2.Identificar, quantificar e determinar o perfil dos açúcares presentes nas polpas de sapota e sapoti utilizando cromatografia líquida de alta eficiência;
- 3.Determinar o perfil de ácidos orgânicos presentes nas polpas de sapota e sapoti utilizando cromatografia líquida de alta eficiência;
- 4.Definir a polpa de fruta com maior quantidade de açúcares;

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Coleta dos frutos

Os frutos do sapotizeiro (*Manilkara sapota L.*), utilizados para a elaboração das polpas de fruta foram coletados em distintas regiões no Nordeste.

As amostras de sapota, nomeada de Sapota-PB, são provenientes do bairro de Valentina, na cidade de João Pessoa, localizada no estado da Paraíba, com um lote de aproximadamente 5,0 Kg de frutos. Os frutos foram doados pela empresa Polpa Mangai. As amostras de sapoti, nomeada de Sapoti-PB são provenientes do bairro da Torre, na cidade de João Pessoa no estado da Paraíba, com um lote de aproximadamente 2,0 Kg de frutos. Outra amostra de sapoti, nomeada de Sapoti-PI, são provenientes da região de Parnaíba no estado do Piauí, com um lote de aproximadamente 3,0 Kg de frutos. Todos os frutos foram coletados no período de safra da árvore, sendo este entre novembro/2017 e janeiro/2018 e doados em um estágio imaturo. Para o processamento ocorrer, foi esperado o momento em que todos os frutos apresentassem estágio de maturação uniforme, com casca marrom, enrugada e polpa macia

4.2. Local de execução

A elaboração da polpa dos frutos do sapotizeiro ocorreram no Laboratório de Processamento de Carnes e Pescados e a caracterização físico-química foi realizada no Laboratório de Análises Físico-Químicas, ambos laboratórios se localizam no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba, localizado no bairro de Mangabeira, na cidade de João Pessoa-PB. As análises para a determinação do perfil de açúcares e ácidos orgânicos através do sistema de cromatografia líquida de alta eficiência foram realizadas em parceria com o Instituto Federal do Sertão Pernambucano, localizado na cidade de Petrolina-PE.

4.3. Produção das polpas de frutas (amostra laboratorial)

Os frutos foram coletados e selecionados, a fim de retirar os frutos impróprios para a finalidade que seria destinados e foram processados de acordo com a Figura 6. Inicialmente, os frutos foram lavados com detergente neutro e enxaguados em água corrente, em seguida foram imersos em solução de água clorada a 100 ppm, por cerca de 10 minutos, para sanitização. Na sequência, os frutos foram descascados com auxílio de faca em inox, cuidadosamente, com intuito de separar a casca da polpa, e posteriormente foram processados em liquidificador doméstico, de marca PHILCO, com finalidade de homogeneizar a polpa

integral. Por fim, a polpa foi acondicionada em sacos herméticos de 200 gramas, fechadas e armazenadas na temperatura de -18°C .

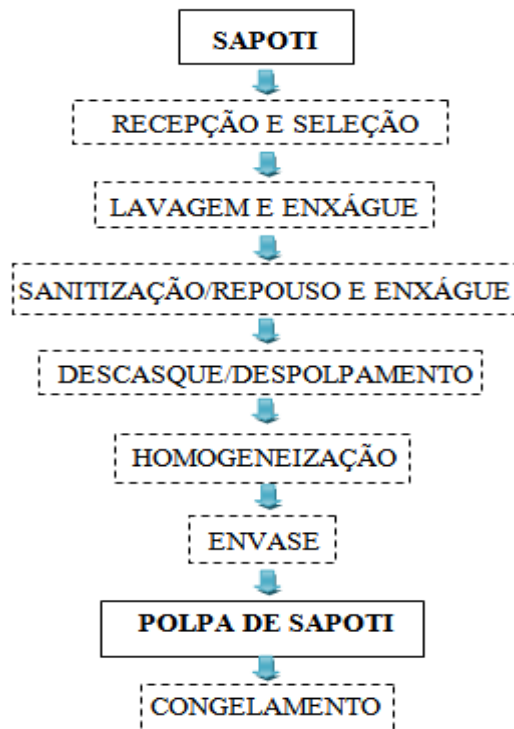


Figura 6 - Fluxograma de processamento para polpa de frutas

Fonte: próprio autor

4.4. Análises físico-químicas das polpas

4.4.1. Determinação de atividade de água (A_w)

A atividade de água foi determinada, em triplicata, em equipamento medidor de atividade de água Aqualab (modelo 4TE duo), que foi previamente calibrado, a temperatura ambiente, com água destilada, seguindo as recomendações do fabricante. As amostras foram colocadas em cápsulas, adequadas para o equipamento, cobrindo toda superfície do recipiente com as amostras também em temperatura ambiente, pois a temperatura da amostra modifica sua atividade de água e em seguida colocados diretamente no equipamento para a leitura da atividade de água das polpas. Então, um raio infravermelho determina a temperatura de ponto de orvalho da amostra, esta então, é traduzida em valor de atividade de água, que foi rapidamente detectado e demonstrado no equipamento (BOLZAN, 2013).

4.4.2. Determinação de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foram determinados, em triplicata, por meio de refratômetro portátil, onde as amostras de polpas em temperatura ambiente foram aplicadas diretamente no

equipamento (INSTRUTHERN), que forneceu os resultados em grau Brix, com leitura visual nas lentes do refratômetro (IAL, 2008).

4.4.3. Determinação de acidez

Para a determinação de acidez titulável foi realizada de acordo com o Adolfo Lutz (2008), em triplicata, onde foi pesado cerca de 1,0 grama das amostras de polpas de sapota e sapoti, em erlenmeyer, acrescentado de 40 mL de água destilada e 2 gotas de solução de fenolftaleína. As amostras preparadas foram tituladas com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M, até o ponto de virada das amostras, identificada pela mudança de cor para a coloração rósea. Os resultados foram expressos em acidez equivalente grama de ácido cítrico por 100 gramas de amostra, calculados utilizando a Equação 1.

Equação 1- Fórmula para realização de cálculo de acidez.

$$Acidez \left(\frac{g}{100g} \text{ ácido cítrico} \right) = \frac{V \times 0,64}{p}$$

Onde:

V: valor em mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação

p: valor da amostra utilizada (g)

4.4.4. Determinação de pH

A determinação do pH foi realizada segundo a descrição do Instituto Adolfo Lutz (2008), onde pesou-se cerca de 10,0 gramas das amostras de polpa em um béquer, em triplicata. O pH foi determinado utilizando pHmetro (modelo PHS3E), que foi previamente calibrado com soluções de pH 4,0 e 7,0.

4.4.5. Determinação ácido ascórbico

Para a determinação dos teores de ácido ascórbico das amostras, foram pesadas cerca de 2,0 gramas em erlenmeyer, em triplicata e adicionados 50 mL de solução de ácido oxálico a concentração de 10%. Por fim as amostras foram tituladas com solução de DCFI (2,6-diclorofenol-indofenol), conhecido como reagente de Tillmans, até coloração rosada persistente durante 15 segundos, que previamente foi padronizado com solução de ácido ascórbico, diluído na mesma solução de ácido oxálico e calculado de acordo com a Equação 2 (IAL, 2008).

Equação 2 - Fórmula para realização de cálculo de ácido ascórbico.

$$Vitamina C \left(\frac{mg}{100g} \text{ ácido ascórbico} \right) = \frac{V \times A \times 100}{M}$$

Onde:

V: volume em mL de DCFI gasto na titulação da amostra

A: massa em mg de ácido ascórbico correspondente a 1 mL de DCFI, referente a titulação padrão.

M: volume em mL de DCFI gasto na titulação na amostra.

4.4.6. Determinação de umidade

O teor de umidade das amostras, realizado de acordo com Adolfo Lutz (2008), foram determinados, em triplicata, pesando cerca de 4,0 gramas da amostra em cápsulas de metal, previamente tarados, foram postos em banho Maria, com temperatura de 60°C, por um tempo de 10 minutos, para remoção parcial da água presente nas amostras. Em seguida foram colocadas na estufa de circulação de ar, com temperatura de 50°C até peso constante. Posteriormente resfriou-se as amostras, até a temperatura ambiente, em dessecador, antes de pesá-las. Os resultados foram calculados, conforme a Equação 3.

Equação 3 - Fórmula para realização de cálculo de umidade.

$$Umidade (\%) = \frac{(ma + mc) - mf}{ma} \times 100\%$$

Onde:

ma: massa da amostras (g)

mc: massa da capsula (g)

mf: massa final (g)

4.4.7. Determinação de cinzas

Para a determinação das cinzas, foram pesadas cerca de 3,0 gramas das amostras, em triplicata, em cadinhos de porcelana, previamente tarados em mufla a uma temperatura de 550°C. As amostras nos cadinhos foram calcinadas em manta aquecedora e em seguida foram colocadas na mufla, a uma temperatura de 550°C, até a obtenção de cinzas branca/acinzentadas. Os resultados obtidos foram calculados de acordo com a Equação 4, de acordo com a metodologia descrita por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Equação 4 - Formula para realização de cálculo de cinzas

$$Cinzas (\%) = \frac{Pc - Pi}{Pi} \times 100$$

Onde:

Pc: peso cadinho (g)

Pi: peso da amostra que entrou na mufla (g)

4.4.8. Determinação de açúcares

4.4.8.1. Açúcares redutores

Na determinação de açúcares redutores, foram pesadas cerca de 5,0 gramas das amostras de polpa em bequer de 250 mL, em triplicata, de acordo com metodologia descrita por Adolfo Lutz (2008), onde foi acrescentado água destilada e em seguida a solução foi levada para a filtração com papel filtro. O filtrado foi encaminhado para um balão volumétrico de 250 mL e o volume foi completado e realizado uma homogeneização. Desta solução “mãe”, foram retirados 50 mL, com utilização de pipeta volumétrica, para a realização de hidrólise, com finalidade de determinar o conteúdo de açúcares totais das amostras. O restante da solução "mãe" foi encaminhada para o abastecimento da bureta, para a determinação do conteúdo de açúcares redutores das amostras. Antes da titulação com a solução "mãe", foi preparada uma solução padrão de glicose, a 5% e adicionada a bureta para titular a solução de Fehling, usando 10mL de cada solução (A e B), acrescentado de 40 mL de água destilada e peixinho magnético. Para a titulação das amostras, foram postos 5 mL de cada uma das soluções de Fehling (A e B) e 40 mL de água destilada. Os sistemas foram mantidos em ebulição, em chapa aquecedora, durante todo o processo de titulação. Quando a solução atingiu a fervura, foi adicionada duas gotas de solução de azul de metileno e foi dado início a titulação, até que a solução formasse um precipitado de cor vermelho tijolo visível e até que a cor azul desaparecesse totalmente. O resultado encontrado em açúcares redutores em glicose (%), foi obtido através do cálculo da Equação 5.

Equação 5 - Fórmula para realização de cálculo de açúcares redutores.

$$\text{Açúcares redutores (\%glicose)} = \frac{A \times a \times 100}{P \times V}$$

Onde:

A: nº de mL da solução de massa da amostra

a: nº de gramas de glicose correspondente a 5 mL das soluções de Fehling

P: massa da amostra (g)

V: nº de mL da solução da amostra gasto na titulação.

4.4.8.2. Açúcares totais

A determinação de açúcares totais foi realizada a partir da utilização de 50 mL da solução "mãe" preparada para determinação de açúcares redutores. Estes 50 mL foram transferidos para Erlemeyer de 125 mL e foi adicionado 2 mL de HCl concentrado e levado para aquecimento em banho-maria à 60°C, por 90 minutos, com finalidade de hidrolisar o

sacarose presente nas amostras em glicose + frutose. Após o resfriamento da solução, foi transferida para balão volumétrico de 250 mL e em seguida foi realizada a neutralização com hidróxido de sódio (NaOH) e o complemento do volume com água destilada. A bureta foi abastecida com esta solução e realizada a titulação da solução de Fehling, em triplicata, usando 5 mL de cada solução (A e B), mais 40 mL de água destilada e em agitação com barra magnética. Os sistemas foram mantidos em ebulição, em chapa aquecedora, durante todo o processo de titulação. Quando a solução atingiu a fervura, foi adicionada duas gotas de solução de azul de metileno e foi dado início a titulação, até que a solução formasse um precipitado de cor vermelho tijolo visível e até que a cor azul desaparecesse totalmente. O resultado encontrado em açúcares não redutores em sacarose (%), foi obtido através do cálculo da Equação 6.

Equação 6 - Fórmula para realização de cálculo de açúcares totais.

$$\text{Açúcares totais (\%glicose)} = \frac{\frac{FC}{2} \times 250}{V \times P} \times 100$$

Onde:

FC: fator de correção

P: massa da amostra (g)

V: nº de mL da solução da amostra gasto na titulação

4.4.8.3. Determinação de açúcares não redutores

A quantificação dos açúcares não redutores das amostras analisadas foi determinado por método de diferença, realizado pelo cálculo da diminuição dos açúcares totais menos os açúcares redutores.

Equação 7 - Fórmula para realização de cálculo de açúcares não redutores.

$$\text{Açúcares não redutores (\%sacarose)} = AT - AR$$

Onde:

AT: açúcares totais

AR: açúcares redutores

4.4.9. Determinação de proteína

Na determinação de proteína, segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), 1,0 grama das amostras foram pesados em papel de seda, previamente tarado e em triplicata. As amostras foram transferidas para tubos de ensaio compridos (papel+amostra), em paralelo, foi feito um branco. Foi adicionado cerca de 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 gramas da mistura catalítica. Em seguida as amostras foram levadas para aquecimento em chapa elétrica, na

capela, até que as soluções se tornaram límpidas e livres de pontos pretos (ausência de material não digerido). Os materiais continuaram na capela até as soluções esfriarem. Os tubos foram ligados ao conjunto de destilação, mergulhando a extremidade dentro das soluções. Foi adicionado no balão, do circuito de destilação, cerca de 25 mL de solução de NaOH 40%. Na outra extremidade do destilador foi posto um Erlemeyer com ácido bórico mais indicador fenolftaleína, onde será recolhido cerca de 75 mL do destilado, após a ebulição, e então foi titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando indicador misto. Os resultados foram expressos em proteínas (%) m/m, de acordo com a Equação 8.

Equação 8 - Fórmula para realização de cálculo de proteína.

$$Proteínas (\%) = \frac{V \times 0,14 \times f}{P}$$

Onde:

V: diferença entre o nº de mL de ácido sulfúrico e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação

P: nº de gramas da amostra

f: fator de conversão para frutas

4.4.10. Determinação de lipídios

A determinação das quantidades de lipídios encontradas nas amostras ocorreram em extrator de lipídeos com vidrarias de Soxhlet, descrita por Adolfo Lutz (2008), sendo pesados cerca de 1,0 grama das amostras, que foram previamente secas em estufa à 105°C, em cartuchos confeccionados de papel filtro. Os cartuchos foram transferidos para o aparelho extrator tipo Soxhlet, acoplado ao copo de fundo chato, previamente tarado. O solvente utilizado para extração foi o hexano. Adaptado a um sistema refrigerador, foi mantido sob aquecimento, onde o reagente evaporava e condensava gota a gota nos cartuchos, assim realizando a extração lipídica. Por fim, cartuchos foram retirados, o hexano foi evaporado e o balão com o resíduo extraído foi mantido na capela por cerca de uma hora, para evaporação do reagente residual. A análise foi realizada em triplicata e todo o processo durou em média 8 horas. Por fim os tubos foram pesados e os resultados foram expressos em porcentagem de lipídeos, de acordo com a Equação 9.

Equação 9 - Fórmula para realização de cálculo de lipídios.

$$Lipídeos (\%) = \frac{Pc - Pi}{Pi} \times 100$$

Onde:

Pc: peso do copo (g)

Pi: peso inicial da amostra (g)

4.5. Preparo do extrato para análise de perfil de ácidos orgânicos e açúcares

Para determinação do perfil de ácidos orgânicos e açúcares, foram obtidos extratos aquosos de cada uma das amostras. Foram pesados cerca de 5,0 gramas de amostra de polpa e adicionados 20 mL de água destilada, em seguida, as amostras foram colocadas em ultrassom por 30 minutos, em temperatura ambiente e após esse tempo, estas foram coladas em centrifuga, com rotação de 5500 rpm, por 15 minutos para formação de sobrenadante. Por fim, o sobrenadante separado foi filtrado a vácuo e armazenado sob-refrigeração (GAO et al, 2012),

4.6. Determinação de ácidos orgânicos e açúcares

A determinação do perfil de ácidos orgânicos e açúcares foram realizados por cromatografia líquida de alta eficiência (modelo 1260 Infinity LC, Agilent Technologies, Santa Clara, EUA) acoplado com um detector de arranjo de diodos, segundo metodologia descrita por Coelho et al., 2018.

Uma alíquota de 500 uL de extrato da polpa de fruta diluído em 1 mL de água ultrapura, e filtrado através de uma membrana de náilon de 0,45 um e uma volume de 10 uL injetado. A coluna de troca iônica (HI-Plex H Agilent 300 x 7,7 mm) com partículas internas de diâmetro de 8,0um protegidas por uma coluna de proteção PL HI-Plex H (5 X 3 mm) (Agilent 8um de diâmetro de partícula, Technologies, Santa Clara, EUA). A temperatura do compartimento da coluna foi de 70 ° C e a célula de fluxo RID foi mantida a 50° C. A vazão aplicada foi de 0,5 mL/min com tempo de execução de 20 min. A fase móvel foi 4,0 mM/L H₂SO₄ em água ultrapura.

Soluções padrão foram injetadas para obter o tempo de retenção para cada composto. Para a determinação dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e acético, foi realizada a detecção no DAD a 210 nm. Para os açúcares maltose, glicose, frutose e açúcar ramnose, a detecção foi realizada pelo RID (Índice de refração).

Os dados obtidos foram analisados usando OpenLAB CDS ChemStation Edition software (Agilent Technologies).

4.7. Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos com média $\pm$ desvio padrão. Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e posteriormente, foram realizados testes de comparação múltiplas de Tukey com 5% de significância pelo teste F. Para a tabulação e tratamento dos resultados utilizou-se os softwares Statistic 7.0 Excel 2010.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Caracterização físico-química

Na tabela 1, observam-se os seguintes resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos das polpas dos frutos do sapotizeiro, sapota e sapoti.

Tabela 1 - Caracterização físico-química das polpas de sapota e sapoti.

Caracterização físico-química	Sapota-PB	Sapoti-PB	Sapoti-PI
Atividade de água (Aw)	0,99 ± 0,00 ^a	0,99 ± 0,00 ^a	0,99 ± 0,00 ^a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	18,4 ± 0,17 ^a	20,2 ± 0,20 ^b	21,8 ± 0,25 ^b
Acidez (g/100g ác. cítrico)	0,12 ± 0,00 ^a	0,18 ± 0,00 ^b	0,12 ± 0,00 ^a
Ratio (sólidos solúveis/acidez)	153,33 ± 1,44 ^b	110,27 ± 4,37 ^a	181,39 ± 2,10 ^c
pH	6,17 ± 0,06 ^b	5,55 ± 0,00 ^a	6,52 ± 0,00 ^c

Valores expressos como média ± desvio padrão. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Fonte: Próprio autor

A determinação da atividade de água presentes nas polpas de frutas do sapotizeiro resultou em valores de 0,99 para todas as amostras, valores estes, que não se diferem, de acordo com o teste de Tukey. Estes resultados foram compatíveis com De Sousa et al. (2012), que encontrou valores aproximados a 0,99 em polpa de sapoti.

A atividade de água possui grande influência na alteração dos alimentos, caracterizando como um alimento altamente perecível, além da possibilidade de atividade metabólica dos microrganismos, as reações hidrolíticas (GAVA et al., 2008). Em geral, as polpas de frutas possuem atividade de água igual ou superior a 0,98 (DE SOUSA et al., 2012), sendo assim, é possível confirmar a informação de De Sousa et al., (2012) a partir dos valores encontrados neste trabalho e também pelos demais autores mencionados.

Os valores encontrados referentes a quantidade de sólidos solúveis nas amostras de polpa dos frutos do sapotizeiro apresentaram diferença estatística entre si. Os frutos de sapoti apresentam maiores valores de 20,2° Brix, para Sapoti-PB e 21,8° Brix Sapoti-PI, diferindo - se dos frutos de Sapota-PB com valores de 18,4° Brix ($p < 0.05$). A diferença entre esses

resultados pode ser explicada devido aos diferentes tipos estudados, apresentando os frutos de sapoti com maior conteúdo de sólidos solúveis totais, que indicam a doçura que os frutos do sapotizeiro possuem, sendo favoráveis para aceitação da população consumidora do fruto.

Os teores de sólidos solúveis em um alimento é um importante fator de qualidade relacionado ao sabor dos produtos, em frutas, eles aumentam de acordo com o desenvolvimento dos frutos, sendo frequentemente utilizado para indicação do índice de maturação, esse parâmetro indica a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas na polpa ou no suco dos frutos, é constituído, principalmente, por açúcares e normalmente é elevado de acordo com a maturação, devido ao acúmulo dessas substâncias nos frutos (NASCIMENTO COSTA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2011).

Nascimento Costa et al. (2017) em seu estudo de observação da influência da adubação potássica na qualidade e no potencial antioxidante do sapoti em diferentes estágios de desenvolvimento, encontrou valores de 18,31° a 19,98° brix em seus frutos, provenientes de Mossoró-RN, valores próximos aos encontrados neste estudo.

Já no estudo de De Sousa et al. (2012), foram encontrados valores em torno de 13,67° brix, avaliados em polpas de sapoti, provenientes do Ceará, que podem indicar que os frutos foram analisados em um outro estágio de maturação, sendo este, um estágio inferior aos demais comparados, mas tem valor aproximado aos números encontrados por Oliveira et al. (2011), que ficaram em torno de 15,67° Brix, avaliados em frutos provenientes de Fortaleza-CE.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho em relação à acidez total titulável, as amostras das polpas Sapota-PB e Sapoti-PI possuem o mesmo grau de acidez (0,12 g/100g de ácido cítrico) e se diferem da amostra da polpa Sapoti-PB (0,18 g/100g de ácido cítrico). O conteúdo de ácidos orgânicos em frutas pode mudar diante de algumas variáveis, tais como a espécie, o cultivar, região onde é produzida (LIMA et al., 2015).

A acidez é um importante índice a ser notado em relação à conservação de um alimento (DE SOUSA et al., 2012). Em comparação a outros estudos um valor de 0,10 g/100g de ácido cítrico foi encontrado por De Sousa et al. (2012) em sapoti proveniente do Ceará. Essas comparações demonstram que a sapota e o sapoti possuem baixo grau de acidez total e indica que são frutos doces.

A relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (SST/ATT), também chamada de ratio, é abordada para apontar o grau de doçura do fruto, demonstrando o sabor dominante no produto, seja ele doce ou o ácido, ou ainda o equilíbrio entre eles (LIMA et al., 2015).

Observando os dados encontrados de ratio (SST/ATT) das amostras de polpas dos frutos do sapotizeiro, representadas na tabela 1, pode-se afirmar que as amostras de polpas dos frutos do sapotizeiro são consideradas como doces, devido ao alto valor de ratio calculado. Tendo em vista que outros estudos com sapota e sapoti não abordaram o cálculo do valor de ratio em seus trabalhos, foi observado os resultados obtidos por Lima et al. (2015) em estudo com diversas polpas de frutas, então, as polpas consideradas como doces avaliadas no estudo são as polpas de manga, com valor de ratio em torno de 57 e de caju, com valor de 28, são valores inferiores aos encontrados neste trabalho, porém, ainda são consideradas como frutas doces, ou de baixa acidez. Já as polpas consideradas como ácidas avaliadas foram as polpas de maracujá e tamarindo, com valor de ratio de 3 e a de abacaxi, com valor de 5. Em comparação com outros trabalhos avaliando polpas de frutas presentes na literatura, essas afirmações de que os frutos do sapotizeiro são doces, se confirmam.

O índice de acidez de um alimento é expresso pelo valor de pH (CORRÊA et al., 2010). Os valores de pH identificados no presente trabalho das amostras das polpas Sapota-PB, Sapoti-PB e Sapoti-PI, respectivamente, foram de 6,17, 5,55 e 6,52, com valores que diferem-se entre si. A medição do pH é um parâmetro importante na análise de alimentos, pois um valor baixo de pH pode impossibilitar o crescimento microbiano durante o processamento, armazenamento e até na distribuição destes produtos (CORRÊA et al., 2010).

Resultados próximos ao encontrado na amostra Sapoti-PB foi também verificado por De Sousa et al. (2012), com valor de 5,4 em polpa de sapoti. Em sapoti in natura, o valor de pH verificado por Oliveira et al. (2011) foi em torno de 5,5. Então, pode-se afirmar que as amostras de polpa analisadas são pouco ácidas ($\text{pH} > 4,5$). Em comparação com o pH da fruta-pão in natura encontrado por Dos Anjos Bezerra et al. (2017), que foi o valor de 6,4, percebe-se semelhança aos valores encontrados nas amostras Sapota-PB e Sapoti-PI. De acordo com as teorias estudadas pela tecnologia de alimentos, em relação ao pH dos alimentos, o pH dos frutos do sapotizeiro se situam acima da faixa que é considerada segura, o que acarreta em tratamentos mais cuidadosos no manejo destes produtos, com intuito de evitar a proliferação de microrganismos (OLIVEIRA et al., 2011).

5.2. Perfil de ácidos orgânicos

Os resultados da identificação e quantificação de ácidos orgânicos, nas polpas de sapota e sapoti, por cromatografia líquida de alta eficiência estão expressos na Tabela 2, abaixo. O conteúdo de ácido ascórbico, no qual foi quantificado por método convencional

titulométrico, que se baseia na redução do corante sal sódico de 2,6-diclorofenol indofenol (DCFI) por uma solução ácida de vitamina C.

Tabela 2 - Perfil de ácidos orgânicos das polpas de sapota e sapoti.

Ácidos orgânicos	Sapota-PB	Sapoti-PB	Sapoti-PI
Ascórbico	4,61 ± 0,00 ^a	4,56 ± 0,04 ^a	4,67 ± 0,03 ^a
Cítrico	69,41	36,38	16,43
Tartárico	ND	26,17	25,71
Málico	75,72	ND	64,95
Succínico	59,06	60,92	193,05
Fórmico	59,06	19,21	118,04
Ácético	28,27	30,86	84,46
Total de ácidos orgânicos	296,13	178,10	507,31

Valores expressos em mg ácido/100g de polpa. Valores seguidos de letras iguais na mesma linha apresentam semelhança estatística ao nível de 5 % pelo teste de Tukey. ND = não detectado.

Fonte: Próprio autor.

Em ordem decrescente, os ácidos encontrados na amostra Sapota-PB são: ácido málico> cítrico> succínico> fórmico> acético. Seguindo a mesma ordem decrescente, os ácidos encontrados na amostra Sapoti-PB foram os ácidos succínico> cítrico> acético> tartárico> fórmico. Na amostra de polpa Sapoti-PI, também observado por ordem decrescente, os ácidos encontrados foram: succínico> fórmico> acético> málico> tartárico> cítrico.

Em relação ao conteúdo total de ácidos orgânicos, a polpa de Sapoti-PI apresentou a maior quantidade de ácidos orgânicos presentes em sua composição em comparação com as demais.

As concentrações dos ácidos das frutas podem depender da espécie, do solo cultivado, das situações de estresse que foram submetidas e outros fatores (SCHERER et al., 2008). Este fato pode justificar a presença da maior quantidade de ácidos orgânicos quantificados na polpa Sapoti-PI.

Estudos com a análise de perfil de ácidos orgânicos em sapoti não foram encontrados na literatura até o presente momento, com exceção do ácido ascórbico. Diante deste fato, a discussão dos resultados dos outros ácidos encontrados foram discutidos com amostras de outras frutas e seguem abaixo.

O conteúdo de ácido ascórbico quantificado nas distintas polpas estudadas não apresentam diferença estatística entre si ($p > 0.05$), com valores variando entre 4,56 a 4,67 mg/100g de polpa de fruta.

Em seu trabalho com polpa de sapoti, proveniente do Ceará, De Sousa et al. (2012), encontrou valor de 2,24 mg/100g de ácido ascórbico valor este, inferior aos encontrados neste estudo. Oliveira et al. (2011), em seu estudo com sapoti "*in natura*", proveniente da cidade de Fortaleza-CE, encontrou valor de 8,45 mg/100g de ácido ascórbico, valor superior aos encontrados neste trabalho. O teor de ácido ascórbico em frutas pode variar de acordo com o cultivar, a época do ano, a localização do pomar e do estágio de maturação do fruto colhido (Oliveira et al., 2011). Sendo assim, podem ser explicadas as diferenças nos valores de vitamina C encontrados nos frutos do sapotizeiro.

Scherer et al. (2008), avaliando os ácidos orgânicos em polpas de frutas, suco concentrado e também o caju "*in natura*", todos adquiridos em diferentes mercados em Campinas-SP, analisados por cromatografia líquida, encontrou resultados de aproximadamente 8,84 mg/100mL de ácido cítrico nos 3 lotes avaliados da amostra de caju. Esse resultado se considera como baixo, quando comparado com os resultados encontrados neste trabalho. As amostras com maiores teores de ácido cítrico, avaliadas pelo estudo de Scherer et al. (2008), foram as amostras dos 3 lotes de suco de caju concentrado, com resultados aproximados de 339,70 mg/100mL. O ácido cítrico é considerado o responsável pela acidez nas frutas cítricas e possui grande importância ao ser empregado como acidulante, diminuindo, assim, as chances de proliferação de microrganismos (SANTOS et al., 2013).

Os resultados de ácido tartárico foram encontrados apenas nas amostras de polpas de sapoti (Sapoti-PB e Sapoti-PI). Resultados aproximados aos encontrados neste trabalho foram encontrados por Scherer et al. (2008), com valor de 29,32 mg/100mL em amostra de caju, dos 3 lotes avaliados pelo autor. Dos Santos et al. (2014) avaliando os ácidos orgânicos, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência, em amostras de polpas de abacaxi, cacau, goiaba e umbu, encontrou resultados aproximados de 0,75, 0,83 e 0,99 mg/100g para as três primeiras amostras e de 2,54 mg/100g para amostra de umbu. Os resultados obtidos pelos autores mencionados foram bastante inferiores aos encontrados nas amostras dos frutos do sapotizeiro.

Para o ácido málico, os resultados deste ácido foram observados apenas nas amostras de Sapota-PB e Sapoti-PI. Scherer et al. (2008) encontrou em seu estudo os valores de aproximadamente 104,62 mg/100g na amostra de polpa de caju e de 40,97 mg/100g na amostra de polpa de açaí, resultados parecidos aos encontrados neste trabalho. O primeiro resultado mencionado foi bem superior ao observado neste estudo e o segundo foi inferior.

O ácido succínico foi encontrado nas três amostras, sendo expresso em maior quantidade na amostra da polpa Sapoti-PI, com resultado de 193, 05 mg/100g. Resultados de ácido fórmico e ácido acético também foram detectados nas três amostras, porém apenas na amostra Sapoti-PI, foram notados valores maiores desses compostos.

5.3. Composição centesimal

Na tabela 3, observam-se os resultados da composição centesimal das polpas dos frutos do sapotizeiro, sapota e sapoti.

Tabela 3 - Composição centesimal das polpas de sapota e sapoti.

Composição centesimal	Sapota-PB	Sapoti-PB	Sapoti-PI
Umidade (%)	74,73 ± 0,15 ^b	75,40 ± 0,87 ^b	72,63 ± 0,21 ^a
Resíduo mineral fixo (%)	0,50 ± 0,00 ^b	0,45 ± 0,01 ^a	0,56 ± 0,02 ^c
Açúcares totais (% glicose)	13,88 ± 0,04 ^a	15,71 ± 0,26 ^b	17,96 ± 0,36 ^c
Açúcares redutores (% glicose)	12,56 ± 0,18 ^a	16,13 ± 0,11 ^b	14,10 ± 2,34 ^b
Açúcares não redutores (% sacarose)	1,32 ± 0,19 ^b	0,00 ± 0,00 ^a	3,86 ± 2,68 ^c
Proteína (%)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Lipídeos (%)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,02 ± 0,00

Valores expressos como média ± desvio padrão. Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha apresentam diferença estatística ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Fonte: Próprio autor.

O conteúdo de umidade das polpas variam entre 72,63% a 75,40% de umidade, a polpa de Sapoti-PI apresenta o menor conteúdo diferindo-se das demais polpas estudadas. Valores semelhantes com os obtidos neste estudo são descritos por De Sousa et al. (2012), que obteve valor próximo a 72,75% de umidade ao avaliar polpa de sapoti provenientes do

estado do Ceará. Oliveira et al. (2011), em estudos com a caracterização físico química e o comportamento higroscópico de sapota liofilizado, encontrou na sapota in natura valor aproximado a 75,04% de teor de água. Os altos valores de teor de água, juntamente com outros fatores, presentes em polpas de frutas favorecem o desenvolvimento microbiano, causando deterioração no produto (DE SOUSA et al., 2012).

Os conteúdos de cinzas encontrados nas amostras Sapota-PB, Sapoti-PB e Sapoti-PI, realizados neste trabalho foram de 0,50%, 0,45% e 0,56%, respectivamente, nos quais diferem-se estatisticamente entre si ($p < 0.05$).

Valores próximos aos encontrados neste trabalho foram obtidos por Lima et al. (2015), ao analisar amostras de polpa de frutas, onde a polpa de manga, proveniente da cidade de Patos-PB, apresentou 0,39% de teor de cinzas, a polpa de goiaba, proveniente da cidade de Uiraúna-PB, apresentou 0,46% de teor de cinzas e a polpa de graviola, também da cidade de Patos-PB, apresentou 0,60% de teor de cinzas. Sendo assim, em relação ao conteúdo de cinzas nas amostras, os frutos do sapotizeiro se encontra dentro da média de outros frutos. A análise de cinzas indica a quantidade de resíduos inorgânicos, que é principalmente constituída por minerais, que estão presentes na composição dos alimentos (OLIVEIRA et al., 2015). Dependendo do alimento ou das condições em que este se encontra, o resultado obtido pode variar entre 0,1% até 15% (FERREIRA 2017).

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores foram, respectivamente, 13,88% glicose, 12,56% glicose e 1,32% sacarose, para a amostra da polpa Sapota-PB, 15,71% glicose, 16,13% glicose e 0% sacarose, para a amostra da polpa Sapoti-PB e 17,96% glicose, 14,10% glicose e 3,86% sacarose, para a amostra da polpa Sapoti-PI, sendo os últimos resultados, obtidos por meio de diferença (açúcares totais-açúcares redutores). Os açúcares totais e os açúcares não redutores, das amostras estudadas, apresentaram diferença estatística significativa entre si. Já nos açúcares redutores, apenas a amostra de Sapota-PB se difere das amostras Sapoti PB e PI.

Os valores dos açúcares totais e redutores foram superiores aos encontrados por De Sousa et al. (2012), em polpa de sapoti proveniente do Ceará, onde o autor obteve valores de 5,14% glicose, 3,59% glicose, enquanto o valor de açúcar não redutor, foi semelhante ao encontrado pelo mesmo autor, sendo ele 1,55% sacarose. Oliveira et al. (2011) ao caracterizar a sapota in natura, proveniente de Fortaleza-CE, encontrou os seguintes resultados, 11,17% glicose, 9,57% glicose e 1,51% sacarose, novamente os valores de açúcares totais e redutores foram superiores aos encontrados pelo autor e os açúcares não redutores foram semelhantes. O teor de açúcares aumenta com a maturação dos frutos (BASTOS et al., 2016). Assim, pode-

se afirmar que as análises dos frutos foram realizadas em estágios de maturação diferentes pelos três autores.

As concentrações de proteína e lipídios não foram significativas. Mattietto et al. (2010), afirmou em seu estudo que na maioria das frutas os valores de proteínas encontrados são baixos. Outros estudos com os frutos do sapotizeiro não relatam a composição de proteínas e lipídios.

5.4. Perfil de açúcares

O perfil de açúcares da polpas de sapota e sapoti determinados por meio de cromatografia líquida de alta eficiência estão demonstrados na tabela 4.

Tabela 4 - Perfil de açúcares em polpas de sapota e sapoti.

Açúcares	Sapota-PB	Sapoti-PB	Sapoti-PI
Maltose	0,01	0,02	0,02
Glicose	6,66	4,23	7,22
Frutose	5,53	3,78	6,37
Glicose + Frutose	12,19	8,01	13,59

Resultados expressos em g/100g de amostra.

Fonte: Próprio autor.

Os açúcares encontrados nas amostras de polpa de Sapota-PB, Sapoti-PB e Sapoti-PI, em ambos, esse composto se apresentou na seguinte ordem decrescente: glucose> frutose> maltose, no entanto, a amostra de polpa Sapoti-PI foi identificada como a que possui maior quantidade de açúcares presentes em sua composição. Estudos com a análise de perfil de açúcares em sapoti não foram encontrados.

A glicose é um monossacarídeo usado como substrato metabólico para a atividade normal do organismo humano, composto presente nos alimentos (ARAÚJO e MARTEL, 2009). A frutose é um importante carboidrato encontrado no organismo humano e na maioria das plantas. é um monossacarídeo predominante em várias frutas, sendo as elas, a mais importante fonte desse composto (BARREIROS et al., 2005).

Apesar dos valores de açúcares redutores ser diferentes, comparando os resultados obtidos nas análises por método convencional e instrumental, a amostra de polpa que apresentou maior quantidade desses compostos foi a mesma, sendo esta, a polpa Sapoti-PI.

6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se concluir que os frutos do sapotizeiro, apesar de ser de espécies, formas e tamanhos diferentes, quando observados do ponto de vista físico químico, pelas suas composições centesimais e presença de ácidos orgânicos, se assemelham bastante.

Esses frutos apresentaram alto valor de teor de água, representados pelos altos índices de umidade e atividade de água e demonstrando a sua alta perecibilidade. Possui alto grau de doçura, indicados pela quantidade de sólidos solúveis encontrados e também pelo cálculo de ratio. Possuem baixa acidez, demonstradas pelos valores de acidez e pH encontrados, quando comparado com outras frutas. O teor de cinzas, proteína e lipídeos, não apresentam concentrações significativas, comprovados pelos valores obtidos e condizendo com outros estudos, sejam eles com a sapota, o sapoti ou outras frutas. Sobre os ácidos orgânicos e açúcares encontrados, foram observados, em maior quantidade na amostra Sapota-PI.

O componente em maior destaque nas frutas analisadas foram os açúcares, comprovando, assim, o alto teor de doçura dos frutos, parâmetro esse, que está totalmente ligado à aceitabilidade sensorial, tanto do fruto in natura, quanto em produtos derivados que podem ser explorados tecnologicamente, tais como a elaboração de doces, geléias, bala de goma e outros. Assim, pode-se apontar que a polpa Sapoti-PI (*Manilkara sapota*) é amostra que possui maior potencial tecnológico a ser explorado pelo mercado que propõe a redução ou isenção do açúcar na elaboração de produtos a base de fruta.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA DE MIRANDA, R. M.; FILGUEIRAS, C. A. H.; ALVES, E. R.; SOARES, A. A.; BENBADIS, K. A. **Caracterização físico-química e histológica do desenvolvimento de Sapoti**. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 4, 2008.
- ANDRADE, C. A. S.; LIMA, P. M. L.; SALGADO, M. S. **Otimização da desidratação osmótica do sapoti (*Achras zapota* L.)**. 2013.
- ARAÚJO, R. J.; MARTEL, F. **Regulação da Absorção Intestinal de Glicose: Uma Breve Revisão**. Arquivos de medicina, v. 23, n. 2, p. 35-43, 2009.
- BANDEIRA, T. C.; MESQUITA, M. L. A.; DE AQUINO, L. R. A.; JUNIOR, C. T. A.; SANTOS, S. J. F.; OLIVEIRA, S. N. F.; NETO, S. J.; BARROS, M. L.; SOBRINHO, B. R.; DE LIMA, N. R.; DE OLIVEIRA, H. V. **O cultivo do sapotizeiro**. Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2005.
- BARREIROS, C. R.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, P. E. C. **Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados**. Revista de Nutrição, p. 377-389, 2005.
- BASTOS, S. J.; MARTINEZ, A. E.; DE SOUZA, A. M. S. **Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Camara) comercial: Efeito da concentração**. Journal of Bioenergy and Food Science, v. 3, n. 1, p. 11-16, 2016.
- BOLZAN, R. C. **Bromatologia**. Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2013.
- COELHO, M. E.; PADILHA, S. da V. C.; MISHINIS, A. G.; DE SÁ, B. G. A.; PEREIRA, E. G.; DE AZEVÊDO, C. L.; LIMA, S. dos M. **Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil**. Journal of Food Composition and Analysis, v. 66, p. 160-167, 2018.

- CORRÊA, M. A.; ZUKERAN, U. Y. D.; CORRÊA, B. O. F.; SAMPAIO, C. E. J. **A influência do pH de frutas, bebidas e condimentos na hipersensibilidade dentinária cervical**. Revista Odontológica do Brasil Central, v. 11, n. 32, 2010.
- DAMASCENO, F. L.; DE BRITO, S. E.; GARRUTI, S. D.; MOREIRA, G. E. G.; DE AZEREDO, C. M. H. **Avaliação da aceitação de sapoti de umidade intermediária**. Revista Ciência Agronômica, v. 39, n. 1, p. 177-180, 2008.
- DE MIRANDA, A. R. M. **Avaliação do metabolismo antioxidante durante o desenvolvimento de frutos de clones de aceroleira e sapotizeiro**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará.
- DE MORAIS, D. L. P.; LIMA, O. C. L.; ALVES, E. R.; ALVES, D. J.; ALVES, P. A. **Amadurecimento de sapoti (*Manilkara zapota* L.) submetido ao 1-metilciclopropeno**. Revista Brasileira Fruticultura, v. 28, n. 3, 2006.
- DE SOUSA, P. E.; DE FIGUEIREDO, F. M. R.; QUEIROZ, M. J. A.; MELO, S. M. L.; DE SOUSA, C. F. **Caracterização físico-química da polpa de sapoti oriunda da região do Ceará**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 1, p. 45-48, 2012.
- DINO. **Hábitos saudáveis geram aumento no consumo de produtos naturais**. 2018. Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/habitos-saudaveis-geram-aumento-no-consumo-de-produtos-naturais/>>. Acesso em 10/05/18.
- DO PRADO, B. N.; PEREIRA, L. E.; SÃO JOSÉ, R. A. **Dessecação de sementes de *Achras sapota* L.** Revista Brasileira de Fruticultura, v. 36, n. 4, p. 1009-1017, 2014.
- DOS ANJOS BEZERRA, E.; FEITOZA, F. V. J.; CAVALCANTI, T. M.. **Biometria e características físico-químicas da fruta-pão (*Artocarpus altilis*)**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n. 1, p. 100-104, 2017.

DOS SANTOS, S. J.; DOS SANTOS, P. L. M.; DOS SANTOS AZEVEDO, A. **Validação de um método para determinação simultânea de quatro ácidos orgânicos por cromatografia líquida de alta eficiência em polpas de frutas congeladas.** Quim. Nova, v. 37, n. 3, p. 540-544, 2014.

FERREIRA, M. C. M.; TIMOTEO, R. G. **Análise do teor de macronutrientes em suplementos dietéticos tipo whey protein.** Revista Inciare, v. 2, n. 1, 2017.

FORMIGONI, I. A. **Exportação de frutas do Brasil inicia 2018 em recuperação.** 2018. Disponível em: < <http://www.foodnewsoficial.com.br/mercado/exportacao-de-frutas-do-brasil/> >. Acesso em: 09/05/18.

GAMA, M. **Só 40% dos brasileiros consomem frutas e hortaliças todo dia.** 2017. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/10/1927705-so-40-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-todo-dia.shtml>>. Acesso em 10/05/18.

GAVA, A. J; SILVA, C. A. B; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações.** Nobel. pag.301. São Paulo. 2008.

LIMA, S. L. T.; CAVALCANTE, L. C.; DE SOUSA, G. D.; SILVA, A. H. P.; SOBRINHO, A. G. L. **Avaliação da composição físico-química de polpas de frutas comercializadas em cinco cidades do Alto Sertão paraibano.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 2, p. 49-55, 2015.

LUTZ, INSTITUTO ADOLFO. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: ANVISA, 2008.

MATTIETTO, R. de A.; LOPES, A. S.; DE MENEZES, H. C. **Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator.** Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). **Alimentos regionais brasileiros**. Brasília: Ministério da, v. 2002, 2014. Disponível em:

<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos_regionais_brasileiros_2ed.pdf>.

Acesso em 02/05/18.

MIRANDA, de A. R. M.; DA SILVA, S. F.; ALVES, E. R.; FILGUEIRAS, C. A. H.; ARAÚJO, C. C. N. **Armazenamento de dois tipos de sapoti sob condição ambiente**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 24, n. 3, p. 644-646, 2002.

MIRANDA, A. R. M. **Alterações fisiológicas e histológicas durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento refrigerado do sapoti**. 2002. 136p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MORAIS, de D. L. P.; LIMA, O. de C. L.; ALVES, E. R.; FILGUEIRAS, C. A. H.; ALMEIDA, S. da A. **Alterações físicas, fisiológicas e químicas durante o armazenamento de duas cultivares de sapoti**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.4, p.549-554, abr. 2006.

NASCIMENTO COSTA, L.; MORAIS de D. L. P.; LEITE, A. G.; ALMEIDA, B. L. M.; MIRANDA de A. R. M.; FERNANDES, O. de L. P. **Influência da adubação potássica na qualidade e no potencial antioxidante do sapoti em diferentes estádios de desenvolvimento**. Revista Ceres, v. 64, n. 4, 2017.

NEGRI, C. T.; BERNI, A. R. P.; BRAZACA, C. G. S. **Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil**. Biossaúde, v. 18, n. 2, p. 82-96, 2017.

NITAHARA, A. **Municípios campeões em produção agrícola são do Nordeste**. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-09/municipios-campeoes-em-producao-agricola-sao-do-nordeste>>. Acesso em 11/05/18.

OLIVEIRA, de S. V., AFONSO, A. R. M., JOSÉ, M. C. C. **Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado**. Rev. Ciên. Agron., Ceará, v.42, n.2, p. 342-348, abr/jun, 2011.

OLIVEIRA, L. R. **Determinação de umidade, cinzas e fósforo em quatro variedades de feijão caupi**. Revista Química: ciência, tecnologia e sociedade, v. 4, n. 2, 2015.

PONTES MATOS, V.; GILVANEIDE, A. de A. G.; GONÇALVES, P. E.; DA SILVA, A.; RODRIGUES, F. de L. **Sementes de sapoti (*Achras sapota* L.): dormência e emergência**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 33, n. 2, 2003.

SANTOS, S. M.; TELES, S. J.; GERVASIO, G. P. A. **Determinação de ácidos orgânicos em sucos de frutas tropicais por Eletroforese Capilar de Zona**. Scientia Plena, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SCHERER, R.; RYBKA, A. C. P.; GODOY, H. T. **Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju**. Quim. Nova, v. 31, n. 5, p.1137-1140, 2008.

SCOGNAMIGLIO, H. **Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo**. 2017. Disponível em: <<https://acifaacunesp.com/2017/09/17/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo/>>. Acesso em 09/05/18.

SILVA JUNIOR, F. J.; BEZERRA, F. E. J.; LEDERMAN, E. I.; DE MOURA M. J. R. **Sapodilla tree in Brazil**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 36, n. 1, p. 86-99, 2014.

VILELA, R. P. **Exportação de frutas cresce 18,3% nos primeiros meses de 2018**. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-04/exportacao-de-frutas-cresce-183-nos-primeiros-meses-de-2018>>. Acesso em 09/05/2018.