

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

TAIZE SOARES SANTOS

**DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM POLPAS *IN*
NATURA E INDUSTRIALIZADA DE ABACAXI (*ANANAS COMOSUS* L.
MERRIL), COMERCIALIZADAS EM SÃO LUÍS – MA.**



São Luís
2017

TAIZE SOARES SANTOS

DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM POLPAS, *IN NATURA* E INDUSTRIALIZADA DE ABACAXI (*ANANAS COMOSUS L. MERRIL*), COMERCIALIZADAS EM SÃO LUÍS – MA.

Monografia apresentada ao Curso de Química Industrial da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Nestor Everton Mendes Filho.

São Luís
2017

Soares Santos, Taize.

Determinação de Macronutrientes em Polpas, In Natura e Industrializada de Abacaxi Ananas Comosus L. Merrill, Comercializadas em São Luís Ma / Taize Soares Santos. -2017.

52 p.

Orientador (a): Nestor Everton Mendes Filho.

Monografia (Graduação) - Curso de Química Industrial, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

1. Abacaxi. 2. Macronutrientes. 3. Parâmetros físico-químicos. 4. Polpa industrializada. 5. Polpa in natura. I. Everton Mendes Filho, Nestor. II. Título.

**DETERMINAÇÃO DE MACRONUTRIENTES EM POLPAS, IN
NATURA E INDUSTRIALIZADA DE ABACAXI (ANANAS
COMOSUS L. MERRIL), COMERCIALIZADAS EM SÃO LUÍS -
MA.**

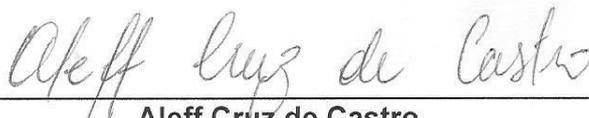
Monografia apresentada ao Curso de Química Industrial da
Universidade Federal do Maranhão, como requisito para
obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Aprovada em 31, de 01 de 2017.

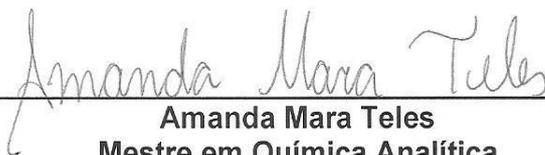
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Nestor Everton Mendes Filho
Orientador



Aleff Cruz de Castro
Bacharel em Química Industrial



Amanda Mara Teles
Mestre em Química Analítica

“O grande conflito terminou. pecado e pecadores não mais existem. O Universo inteiro está purificado. Uma única palpitação de harmonioso júbilo vibra por toda a vasta criação. Daquele que tudo criou emanam vida, luz e alegria por todos os domínios do espaço infinito. Desde o minúsculo átomo até ao maior dos mundos, todas as coisas, animadas e inanimadas, em sua serena beleza e perfeito gozo, declaram que Deus é amor.”

O Grande Conflito (Ellen Gold White), cap.42.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por seu amor incondicional que me permite desfrutar da benção imerecida que é a vida, pois é a partir dela que Suas misericórdias se renovam, e cada dia pode ser um novo dia.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial ao meu pai Raimundo Nonato e à minha mãe Maria Célia pelo incentivo nesta jornada de estudos e por desejarem o melhor pra mim.

A todos os integrantes do Programa de Controle de Qualidade de Água e Alimentos (PCQA-UFMA), em especial à Profa. Dra. Adenilde Nascimento Mouchrek, pela oportunidade de trabalhar no laboratório de Análises Microbiológicas de Água e Alimentos e a mestre Amanda Mara Teles por compartilhar seus conhecimentos durante o tempo em que trabalhamos juntas e também por aceitar o convite para estar na minha banca junto ao amigo e mestre Aleff Cruz de Castro por quem tenho grande estima.

Ao Prof. Dr. Nestor Everton Mendes Filho, pela orientação neste trabalho de conclusão de curso, mas também pela amizade e companheirismo que dedica aos seus alunos e por ter sido um excelente coordenador para o curso de Química Industrial desta universidade.

A Universidade Federal do Maranhão pelo apoio institucional durante minha graduação.

Aos meus amigos Arthur André Castro da Costa, Paulo Afonso Freitas Diniz, Rosemary Nogueira Leão e Aldilene França pelo carinho, companheirismo e ajuda nesta jornada, e também aos queridos Helene de Castro, Ana Paula e Leonardo por me ajudarem na realização das análises.

A todos que de algum modo contribuíram para minha graduação. Que Deus esteja convosco.

Muito obrigada!

RESUMO

A alimentação desempenha um importante papel na promoção e manutenção da saúde. As frutas constituem uma das mais ricas fontes de elementos nutritivos para a alimentação humana, apresentando em sua composição, carboidratos, lipídios, proteínas, fibras, vitaminas, minerais, carotenoides e compostos fenólicos. O abacaxizeiro é uma das fruteiras tropicais mais cultivadas, sendo também uma das culturas mais exigentes. Este trabalho objetivou a comparação dos macronutrientes nas polpas *in natura* e industrializadas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). Todas as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos e Água – PCQA, vinculado ao Departamento de Tecnologia Química – CCET/UFMA. Todas as amostras se processaram em triplicata. Os parâmetros analisados foram: Umidade, Cinzas, Lipídios, Proteínas, Carboidratos e Calorias, e seguiram os métodos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz. Os resultados obtidos tiveram os seguintes valores médios por parâmetro na polpa *in natura* de abacaxi: Umidade – 81,00g/100g; Cinzas – 0,10g/100g; Lipídios – 0,015g/100g; Proteínas – 0,3g/100g; Carboidratos – 18,59g/100g e Valor Calórico – 75,66kcal/100g para a variedade Pérola; Umidade – 86,10g/100g; Cinzas – 0,20g/100g; Lipídios – 0,05g/100g; Proteínas – 0,34g/100g; Carboidratos – 13,30g/100g e Valor Calórico – 55,05kcal/100g para a variedade Smooth Cayenne; e na polpa industrializada de abacaxi: Umidade – 88,20g/100g; Cinzas – 0,14g/100g; Lipídios – 0,15g/100g; Proteínas – 0,3g/100g; Carboidratos – 11,14g/100g e Valor Calórico – 46,83kcal/100g. Os valores obtidos mostraram-se satisfatórios em comparação com os valores de referência.

Palavras-chave: macronutrientes; parâmetros físico-químicos; polpa *in natura*; polpa industrializada; abacaxi.

ABSTRACT

The feeding plays an important role in the health promotion and maintenance. The fruits constitute one of the most richest sources of nutritious elements for human feeding, presenting in your composition, carbohydrates, lipids, proteins, fibers, vitamins, minerals, carotenoids and phenolic compounds. The pineapple is one of the tropical fruit tree more cultivated besides being of the culture more demanding. This work aimed the comparison between the nutritious macrocomponents of the pineapple pulp *in natura* and the industrialized one (*Ananas comosus* L. Merrill). All physical-chemical analyses were performed in the Laboratory of Food and Water Quality Control - PCQA, binded with the Chemical Technology Department - CCET/UFMA. All samples were processed in triplicate. The parameters analyzed were: humidity, ashes, lipids, proteins, carbohydrates and calories, and followed the methods of food analyses of Adolf Lutz Institute. The obtained results showed the following medium values per parameter for the *in natura* pineapple pulp: Humidity - 81.00g/100g; Ashes - 0.10g/100g; Lipids - 0.015g/100g; Proteins - 0.3g/100g; Carbohydrates - 18.59g/100g and Calorific Value - 75.66kcal/100g for a Pearl variety; Humidity - 86.10g/100g; Ashes - 0.20g/100g; Lipids - 0.05g/100g; Proteins - 0.34g/100g; Carbohydrates - 13.30g/100g and Calorific value - 55.05kcal/100g for a Smooth Cayenne variety; and in the industrialized pineapple pulp: Humidity - 88.20g/100g; Ashes - 0.14g/100g; Lipids - 0.15g/100g; Proteins - 0.3g/100g; Carbohydrates - 11.14g/100g and Calorific value - 46.83kcal/100g. The obtained values were satisfactory in comparison with the reference values.

keywords: Macrocomponents; physical-chemical parameters; *in natura* pulp; industrialized pulp; pineapple.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abacaxizeiro -----	15
Figura 2. Distribuição das folhas do abacaxizeiro, de acordo com a idade (A – mais velha, F - mais jovem)-----	16
Figura 3. Tipos de mudas convencionais do abacaxizeiro -----	16
Figura 4. Cultivar Smooth Cayenne-----	18
Figura 5. Cultivar Pérola-----	19
Figura 6. Balança analítica-----	23
Figura 7. Estufa de secagem-----	24
Figura 8. Capela de exaustão de gases -----	25
Figura 9. Forno mufla -----	25
Figura 10. Destilador -----	26
Figura 11. Banho ultratermostático-----	27
Figura 12. Banho-maria -----	27
Figura 13. Teores de Umidade (g/100g) encontrados nas amostras de polpas <i>in natura</i> e industrializadas e valores encontrados na literatura. -----	36
Figura 14. Teores de Cinzas (g/100g) encontrados nas amostras de polpas <i>in natura</i> e industrializadas e valores encontrados na literatura. -----	37
Figura 15. Teores de Lipídios (g/100g) encontrados nas amostras de polpas <i>in natura</i> e industrializadas e valores encontrados na literatura. -----	38
Figura 16. Teores de Proteínas (g/100g) encontrados nas amostras de polpas <i>in natura</i> e industrializadas e valores encontrados na literatura. -----	39
Figura 17. Teores de Carboidratos (g/100g) encontrados nas amostras de polpas <i>in natura</i> e industrializadas e valores encontrados na literatura. -----	40
Figura 18. Teores de Valor Calórico (kcal/100g) encontrados nas amostras de polpas <i>in natura</i> e industrializadas e valores encontrados na literatura. -----	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. ORIGEM DO ABACAXI	14
2.2. ASPECTOS BOTÂNICOS DO ABACAXI	14
2.3. PRINCIPAIS VARIEDADES	17
2.3.1. SMOOTH CAYENNE	17
2.3.2. PÉROLA	18
2.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E MEDICINAIS DO ABACAXI	19
2.5. CONSUMO DE POLPAS <i>IN NATURA</i>	20
2.6. CONSUMO DE POLPAS INDUSTRIALIZADAS	20
3. OBJETIVOS	22
3.1. OBJETIVO GERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
4.1. EQUIPAMENTOS	23
4.1.1. BALANÇA ANALÍTICA	23
4.1.2. ESTUFA DE SECAGEM	24
4.1.3. CAPELA DE EXAUSTÃO DE GASES	24
4.1.4. FORNO MUFLA	25
4.1.5. APARELHO DESTILADOR DE NITROGÊNIO TOTAL	26
4.1.6. BANHO ULTRATERMOSTÁTICO	26
4.1.7. BANHO-MARIA	27
4.2. MATERIAIS E VIDRARIAS	28
4.3. REAGENTES E SOLUÇÕES	28
4.4. COLETA DAS AMOSTRAS	28

4.5. METODOLOGIA DAS ANÁLISES	29
4.5.1. UMIDADE	29
4.5.2. CINZAS	30
4.5.3. LIPÍDIOS	30
4.5.4. PROTEÍNAS	31
4.5.5. CARBOIDRATOS	34
4.5.6. VALOR CALÓRICO	34
<u>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	<u>35</u>
5.1. UMIDADE	35
5.2. CINZAS	36
5.3. LIPÍDIOS	38
5.4. PROTEÍNAS	39
5.5. CARBOIDRATOS	40
5.6. VALOR CALÓRICO	41
<u>6. CONCLUSÃO</u>	<u>45</u>
<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>46</u>

1. INTRODUÇÃO

A alimentação desempenha um importante papel na promoção e manutenção da saúde (SILVA, 2011). A maioria das pessoas vincula o consumo de frutas e hortaliças a um hábito de vida saudável, por serem considerados como fontes de vitaminas, fibras e minerais (CASTRO, OLIVEIRA, et al., 2011).

O conhecimento da composição de alimentos consumidos nas diferentes regiões do Brasil é um elemento básico para ações de orientação nutricional baseadas em princípios de desenvolvimento local e diversificação da alimentação, em contraposição à massificação de uma dieta monótona e desequilibrada (TACO, 2011) e é importante considerar se o teor de nutrientes existentes nestes alimentos atende às necessidades diárias da ingestão recomendada pela legislação vigente. É passível de observação, que muitas informações que existem em tabelas de composição química dos alimentos não condizem com as condições ecológicas da região, tornando-se necessárias análises dos alimentos locais. Do ponto de vista nutricional a análise de alimentos foca-se principalmente na adequação de nutrientes essenciais, presentes nas dietas consumidas diariamente pela população em geral (SANTOS, 2010).

O consumo e comercialização de polpa de frutas vem aumentando significativamente a cada ano, pois atendem ao hábito que a maioria das pessoas tem de consumir sucos de frutas naturais em qualquer época do ano sem depender da sazonalidade (COSTA, CARDOSO e SILVA, 2013).

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) é uma autêntica fruta das regiões tropicais e subtropicais, consumido em todo o mundo ao natural e na forma de produtos industrializados (CARVALHO e BOTREL, 1996) como fabricação de doces cristalizados, geléias, sorvetes, cremes, gelatinas e pudins (GONÇALVES, 2000).

O abacaxi apresenta uma grande aceitação tanto pelos consumidores brasileiros quanto pelos estrangeiros, devido a suas características físico-químicas (THÉ, NUNES, et al., 2010).

Alguns componentes químicos do abacaxi variam muito de acordo com a época do ano em que são produzidos, originando frutos com maiores teores de açúcares e menor acidez titulável no verão. Possui elevado valor energético, devido à sua alta composição de açúcares e valor nutritivo pela presença de minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre e iodo) e de vitaminas, principalmente ácido ascórbico, tiamina, riboflavina e niacina (SANTO, SANTANA, et al., 2009).

Sendo assim, o presente trabalho propôs -se analisar e comparar o valor nutricional das polpas, *in natura* e industrializada, das variedades Pérola e Smooth Cayenne, de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), mediante resultados de análises de parâmetros físico- químicos (umidade, cinzas e valor energético) e macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos).

2. FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem do Abacaxi

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), símbolo de regiões tropicais e subtropicais, tem grande aceitação em todo o mundo tanto na forma natural, quanto industrializado, agradando aos olhos, ao paladar e ao olfato (CRESTANIL, BARBIERI, et al., 2010)

É oriundo da América do Sul e muitos outros autores descrevem como uma espécie de origem no Brasil. Além dessa dicotomia da origem, afirma-se que essa fruta é cultivada em qualquer região quente do mundo. É conhecido também como ananás, como é chamado nos países de língua espanhola (EMBRAPA, 2005).

O abacaxi é uma planta pertencente à família *Bromeliaceae*, que apresenta aproximadamente 2700 espécies, herbáceas, epífitas ou terrestres, distribuídas em 56 gêneros, originárias das Américas, predominantemente neotropicais (BENZING, 2000). Pertence à subfamília *Bromelioideae*, gênero *Ananas*, que compreende espécies cultivadas, bem como espécies silvestres (SIMÃO, 1998)

O abacaxizeiro é o membro da família *Bromeliaceae* mais importante economicamente, apesar da existência de várias espécies ornamentais que compõem essa família, enquanto outras são também utilizadas como matéria-prima em tecidos, fibras, fibras para confecção de cordas, linha de pesca, rede de pesca e outros artigos similares (LEAL, 1995). As excelentes características qualitativas dessa fruta refletem na sua importância socioeconômica (CARVALHO e BOTREL, 1996).

2.2. Aspectos Botânicos do Abacaxi

O abacaxizeiro (Figura 1) é uma planta monocotiledônea cujas espécies podem ser divididas, em relação a seus hábitos, em dois grupos distintos: as epífitas, que crescem sobre outras plantas, e as terrestres, que crescem no solo à custa das próprias raízes. (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000)

O fruto do abacaxi é caracterizado por um aglomerado de uma ou duas centenas de pequenos frutos (gomos) em torno de um mesmo eixo central, em que cada “olho” ou “escama” da casca do abacaxi é um fruto verdadeiro que cresceu a partir de uma flor, e estes

se fundem em um grande corpo, chamado infrutescência, no topo do qual se forma a coroa (SILVA e TASSARA, 2001).

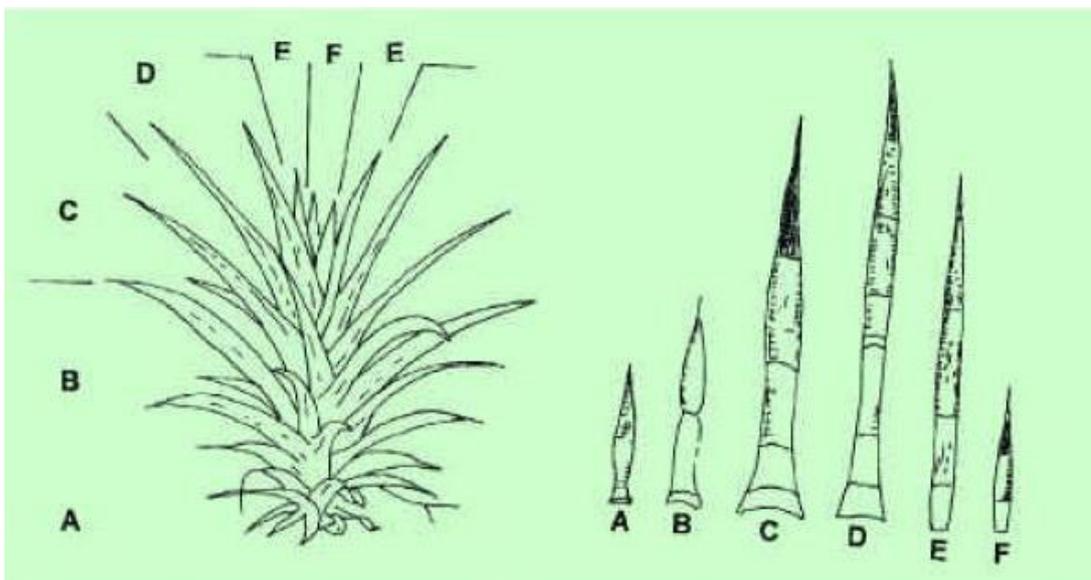
Figura 1. Abacaxizeiro



Fonte: <http://poderdasfrutas.com/a-historia-do-abacaxi/>

O abacaxizeiro compõe-se de um caule curto e grosso, ao redor do qual crescem as folhas, em forma de calhas, estreitas e rígidas, e no qual também se inserem raízes axilares. Possui sistema radicular fasciculado (em cabeleira), superficial e fibroso, encontrado em geral à profundidade de 0 a 30 cm e, raras vezes a mais de 60 cm da superfície do solo. A planta adulta das variedades comerciais mede entre 1,00 e 1,20 m de altura e entre 1,00 m e 1,50 m de diâmetro. As folhas são classificadas, segundo seu formato (Figura 2) e sua posição na planta, em A, B, C, D, E e F, da mais velha e externa para a mais nova e interna (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000).

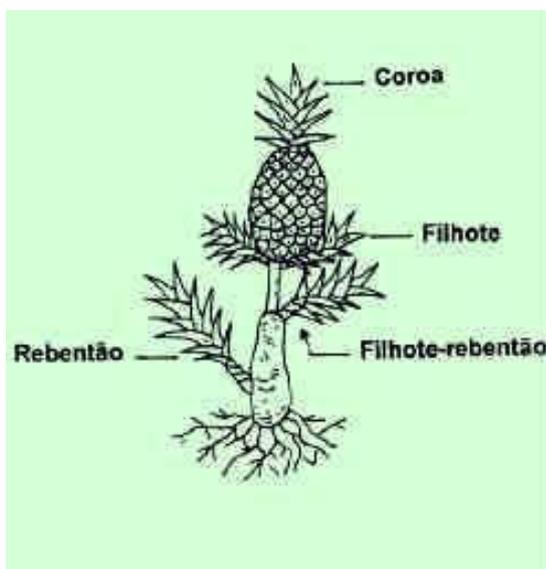
Figura 2. Distribuição das folhas do abacaxizeiro, de acordo com a idade (A – mais velha, F - mais jovem)



Fonte: (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000)

De forma geral, a propagação do abacaxi é vegetativa, por meio do uso de estruturas diversas (Figura 3) da planta adulta, tais como coroa (brotação do ápice do fruto), filhote (brotação do pedúnculo, que é a haste que sustenta o fruto), filhote-rebentão (brotação da região de inserção do pedúnculo no caule ou talo) e rebentão (brotação do caule) (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000).

Figura 3. Tipos de mudas convencionais do abacaxizeiro



Fonte: (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000)

Quanto ao clima, apresenta ótimo crescimento e melhor qualidade do fruto em temperaturas de 22 a 32 °C e com amplitude diária de 8 a 14 °C. Em temperaturas acima de 32 °C a planta cresce menos e, quando coincidem com alta insolação, podem queimar os frutos na fase de maturação. Temperaturas abaixo de 20 °C, também diminuem o crescimento da planta, favorecendo a ocorrência de florações naturais precoces, o que dificulta o manejo da cultura e leva a perda de frutos (BARTHOLOMEW, MALÉZIEUX, et al., 2003).

2.3. Principais Variedades

Segundo GONÇALVES (2000) as principais cultivares de abacaxi exploradas atualmente em todo o mundo são: Smooth Cayenne, Singapore Spanish, Queen, Red Spanish (Espanhola Roja), Pérola e Perolera. No entanto, estima-se que 70% da produção mundial tenha como base a cultivar Smooth Cayenne. As cultivares Smooth Cayenne e Pérola lideram o mercado brasileiro. A primeira é bastante explorada, sobretudo no Triângulo Mineiro, uma das principais regiões produtoras de abacaxi do país. Já no Nordeste brasileiro a variedade Pérola é a preferida.

2.3.1. *Smooth Cayenne*

A cultivar Smooth Cayenne (Figura 4), conhecida popularmente como Ananás, Havaiano ou Japonês e *Cayenne Lisse* (em francês), é originária do Brasil, e devido à ausência de espinhos (a não ser alguns encontrados na extremidade apical do bordo da folha) e principalmente, à qualidade dos frutos para industrialização, é a cultivar mais plantada em todo o mundo e também a mais conhecida pelos importadores e consumidores europeus e americanos, por ser uma das mais exportadas (THÉ, NUNES, et al., 2010; CABRAL, 2003). Apresenta porte baixo, com folhas verde-escuro de 1 m de comprimento com casca de cor amarelo-alaranjada na base quando maduro polpa amarela, rico em açúcares (de 13 a 19 °Brix) e de acidez maior do que as outras variedades. O fruto é atraente, tem forma ovoide (com até 2,5 kg de peso) e contém 9 a 10 rebentos na base. Essas características a tornam adequada para a industrialização e exportação como fruta fresca. (GRANADA, ZAMBIAZI e MENDONÇA, 2004; CABRAL, 2003).

Figura 4. Cultivar Smooth Cayenne



Fonte: <http://ciatweb.ciat.cgiar.org/>

2.3.2. Pérola

Cultivada amplamente no Brasil, é também conhecida como Pernambuco ou Branco de Pernambuco. A planta possui porte médio e crescimento ereto; é vigorosa, com folhas com cerca de 65 cm de comprimento e espinhos nos bordos (Figura 5). O pedúnculo do fruto é longo (em torno de 30 cm). Produz muitos filhotes (5 a 15) presos ao pedúnculo, próximos da base do fruto, o qual apresenta forma cônica, casca amarelada (quando maduro), polpa branca, sucosa, com sólidos solúveis totais de 14 °Brix a 16 °Brix, pouca acidez, sendo agradável ao paladar do brasileiro. O fruto pesa de 1,0 kg a 1,5 kg, possui coroa grande e tem sido pouco utilizado para a exportação *in natura* e industrialização sob a forma de rodela. (REINHARDT, SOUZA e CABRAL, 2000).

Figura 5. Cultivar Pérola



Fonte: Google imagens

A cultivar Pérola é muito apreciada no mercado interno graças a sua polpa suculenta e saborosa, considerada insuperável para o consumo ao natural, fazendo com que os frutos tenham grande potencial de comercialização internacional, pois também são muito apreciados no Mercosul e Europa (SOUTO, DURIGAN, et al., 2004).

2.4. Características químicas e medicinais do abacaxi

O sabor e o aroma característicos do abacaxi são atribuídos à presença e aos teores de diversos constituintes químicos, ressaltando entre eles os açúcares e os ácidos responsáveis pelo sabor, e compostos voláteis associados ao aroma. Os carotenóides são os responsáveis pela coloração amarela da polpa de algumas cultivares, particularmente a Smooth Cayenne (GONÇALVES, 2000). Destaca-se pelo valor energético, devido à sua alta composição de açúcares, e valor nutritivo pela presença de sais minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre e iodo) e de vitaminas (C, A, B1, B2 e Niacina) (DANTAS, 2009). Estes compostos ajudam na formação óssea do adolescente e são de grande importância na prevenção da arteriosclerose, artrite e infecções na garganta (SOBRINHO, 2014).

A literatura cita as propriedades abortiva, diurética e vermífuga do fruto do abacaxi quando ainda verde (XIE, WANG, et al., 2006). Além disso, pode ser destacada a substância obtida do resíduo da industrialização do abacaxi: a bromelina (EC 3.4.22.4), enzima

proteolítica muito usada na composição de medicamentos por possuir propriedades medicinais que auxiliam na digestão. É diurética e depurativa, além de possuir ação anti-inflamatória, sendo utilizada no tratamento de hematomas, contusões e também como solvente de mucosidades no sistema respiratório (MANETTI, DELAPORTE e LAVERDE, 2009). A bromelina pode ser isolada do suco da fruta ou do talo da planta, ocorrendo em maior concentração no cilindro central do abacaxi (MEDINA, 1987).

2.5. Consumo de polpas *in natura*

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, ficando atrás apenas de China e Índia, o que mostra a relevância do setor para a economia brasileira (REETZ, KIST, *et al.*, 2015).

Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) o consumo de frutas frescas no Brasil, em 2007, foi em torno de 24 kg *per capita*, cerca de um quarto do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Além disso, o Brasil produziu 43,7 milhões de toneladas de frutas, das quais apenas 47% foram consumidas como frutas *in natura*. O restante da produção foi utilizado nas agroindústrias para fabricação de sucos e de polpas congeladas (IBRAF, 2007).

2.6. Consumo de polpas industrializadas

O crescimento do consumo e comercialização de polpa de frutas vem aumentando significativamente a cada ano. Como as frutas são perecíveis e podem se deteriorar com facilidade, a polpa de fruta é uma boa opção de substituição e com alto valor nutritivo (COSTA, CARDOSO e SILVA, 2013).

A produção de polpa de fruta congelada vem se expandindo nos últimos anos, e o produto vem ganhando espaço tanto no mercado interno como no mercado externo. Isso se deve em parte pela busca de uma alimentação saudável e também pelo avanço na tecnologia de alimentos, que torna possível o processamento de frutas e seu armazenamento em embalagens práticas que podem ser levadas ao congelamento (SATIM e SANTOS, 2009).

Em geral, o produto adquirido é utilizado como matéria-prima por outras indústrias, na fabricação de iogurtes, sorvetes, refrescos, doces e etc., pode também ser processado durante a

safra, visando a sua utilização posterior para obtenção de doce em massa, geleia e néctar (DAMATTA, JUNIOR, et al., 2005).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Analisar o valor nutricional do fruto abacaxi (*Ananas Comosus* L. Merrill), *in natura* e polpa industrializada, mediante a análise de seus macronutrientes.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar análises físico-químicas de macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos), além de umidade, cinzas e valor energético, nas amostras das polpas *in natura* e industrializada, dos abacaxis comercializados em feiras e supermercados da cidade de São Luís- MA;
- Comparar os resultados obtidos com os resultados já conhecidos na literatura e padronizados por legislação específica.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia aplicada constou de trabalho de campo (pesquisa e compra das amostras em pontos comerciais da cidade de São Luís, Maranhão) e análises realizadas em laboratório. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de análises físico-químicas de alimentos, do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água da Universidade Federal do Maranhão (PCQA – UFMA).

4.1. Equipamentos

Para a realização das análises físico-químicas, foram utilizados os seguintes equipamentos:

4.1.1. Balança analítica

As amostras de abacaxi foram pesadas em uma balança analítica (Figura 6), (marca BEL-Engineering, modelo YL 48-1, com capacidade máxima de 330 gramas).

Figura 6. Balança analítica



Fonte: próprio autor

4.1.2. Estufa de secagem

Para a secagem das amostras, foi usada uma estufa de secagem (Figura 7) de marca Oldeffcz, modelo EES 2 B, com termostato que possui variação de temperatura entre 0° a 250°C.

Figura 7. Estufa de secagem



Fonte: próprio autor

4.1.3. Capela de exaustão de gases

Para a exaustão dos gases, usou-se uma capela de exaustão de gases (Figura 8), de marca QUIMIS, modelo Q216-22EX. É um equipamento muito utilizado com chapas aquecedoras e blocos digestores.

Figura 8. Capela de exaustão de gases



Fonte: próprio autor

4.1.4. Forno mufla

Para a calcinação das amostras, foi utilizado um forno mufla (Figura 9), da marca QUIMIS-TECNAL, modelo 318-21, com termostato variando a temperatura entre 100° a 1200°C.

Figura 9. Forno mufla



Fonte: próprio autor

4.1.5. *Aparelho destilador de nitrogênio total*

Para determinação de nitrogênio total foi usado um destilador (Figura 10), da marca Marconi, (Figura 10), modelo MA 036 – 220V – 1500W.

Figura 10. Destilador



Fonte: próprio autor

4.1.6. *Banho ultratermostático*

Um banho ultratermostático (Figura 11), da marca QUIMIS e modelo Q214M2 – 220V – 2100W, foi utilizado para manter constante a temperatura do sistema de extração de lipídios pelo método Soxhlet.

Figura 11. Banho ultratermostático



Fonte: próprio autor

4.1.7. Banho-maria

Para a evaporação do resíduo de solvente, foi usado um banho-maria (Figura 12), com termostato variando a temperatura de 0 a 120°C.

Figura 12. Banho-maria



Fonte: próprio autor

4.2. Materiais e vidrarias

Durante as análises foram utilizados os seguintes materiais e vidrarias: cacinhos de porcelana, tela de amianto, bico de Bunsen, tripé, garras metálicas, palitos de fósforo, cápsulas de porcelana, espátulas, tubos de Kjeldahl, suporte para tubos de Kjeldahl, papel para pesagem (isento de nitrogênio), pêra de sucção, pinça, pipetas volumétricas e graduadas, pissetas, balões de fundo chato, chapa aquecedora, mangueiras de borracha, algodão desengordurado, dessecadores, erlenmeyers, buretas, béqueres, bastões de vidro, balões volumétricos, luvas, suporte universal, papel de pH, provetas, bandejas, papel toalha.

4.3. Reagentes e soluções

Éter de petróleo (30-60%), éter etílico, (C_2H_5), álcool etílico absoluto (C_2H_6O), hidróxido de amônio (NH_4OH), hexano, ácido clorídrico (HCl) $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, hidróxido de sódio ($NaOH$) 40%, hidróxido de sódio $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$, fenolftaleína 1%, indicador misto de Patterson, selênio (Se), sulfato de potássio (K_2SO_4), ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado, água destilada.

4.4. Coleta das amostras

As amostras de abacaxi foram adquiridas no comércio local da cidade de São Luís. Em seguida, as três amostras foram transportadas até o Laboratório do Programa do Controle de Qualidade de Alimentos e Água – PCQA/ DETQI/ CCET/ UFMA, para então serem analisadas.

A amostra da fruta *in natura* foi triturada manualmente com auxílio de luvas e facas, aproveitando-se a polpa por completo. Após esse procedimento, a polpa *in natura* triturada e a polpa industrializada foram armazenadas em recipientes de plástico.

4.5. Metodologia das análises

As análises físico-químicas foram realizadas segundo os Métodos físico-químicos para análises de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008). Todas as amostras se processaram em triplicata.

Nas análises físico-químicas da espécie vegetal abacaxi (*Ananas comosus L. Merril*) das duas origens de polpas (*in natura* e industrializada) determinaram-se os teores de parâmetros independentes: umidade, cinzas, lipídios e proteínas, e os teores dos parâmetros dependentes: carboidratos e valor calórico. Onde o teor de carboidratos é dependente dos teores de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, e o teor de valor calórico é dependente dos teores de lipídios, proteínas e carboidratos.

4.5.1. Umidade

A determinação da umidade é o ponto de partida para a análise dos alimentos. Constitui-se na perda de peso pelo produto quando aquecido com o intuito de remover a água, sendo de grande importância, pois a preservação do alimento pode depender do teor de água presente (VICENZI, 2008).

Na determinação de umidade pesaram-se aproximadamente cinco gramas de cada amostra em cápsulas de porcelana, previamente aquecidas em estufa a 105°C, por uma hora, resfriadas em dessecador até temperatura ambiente. Aqueceu-se em estufa a 105°C por quatro horas. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente, pesou-se, obtendo então a massa da amostra ausente de umidade.

A determinação de umidade da espécie vegetal abacaxi foi calculada através da equação 1.

$$\frac{100 \times N}{m} = \text{Umidade (\% a } 105^{\circ} \text{ C)} \quad (1)$$

Em que:

N = perda de peso em gramas da amostra;

m = massa da amostra em gramas.

4.5.2. Cinzas

A determinação do teor de cinzas (resíduo mineral fixo ou minerais totais) fornece uma indicação da riqueza da amostra de matéria inorgânica, sendo este obtido por aquecimento, em temperatura controlada de 550 - 600°C, da matriz orgânica por 4 horas e pesagem do resíduo inorgânico final (VICENZI, 2008; GREENFIELD e SOUTHGATE, 2003).

Na determinação de cinzas, pesou-se aproximadamente 3 gramas de cada amostra em cadinhos de porcelana, previamente aquecidos em forno mufla a 600°C, por uma hora, resfriados em dessecador até a temperatura ambiente. Calcinou-se em bico de Bunsen e incinerou-se a 600°C em forno mufla durante quatro horas, resfriou-se a temperatura ambiente em dessecador e pesou-se.

A determinação do teor de cinzas foi calculada através da Equação 2.

$$\frac{100 \times N}{m} = (\%) \text{ Cinzas a } 600^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

Em que:

N = massa em gramas de cinzas;

m = massa da amostra em gramas.

4.5.3. Lipídios

A determinação de lipídios nas polpas *in natura* e industrializada foi realizada pelo método de Rose – Gottlieb (ponderal).

Inicialmente, pesou-se aproximadamente 10g de cada amostra analisada, em seguida transferiu-se para provetas graduadas com rolha esmerilhada de capacidade de 100 ml. Adicionou-se 2 ml de hidróxido de amônio, fechou-se as provetas e agitou-se. Em seguida, adicionou-se 10 ml de álcool etílico e agitou-se. Acrescentou-se 25 ml de éter etílico e agitou-se novamente. Adicionou-se, por fim, 25 ml de éter de petróleo e agitou-se mais uma vez. Após uma hora de repouso, fez-se a leitura da solução etérea total e a leitura da fase graxa, e em seguida retirou-se uma alíquota de 15 ml da fase etérea e transferiu-se para cápsulas de porcelana taradas. As cápsulas foram colocadas em banho-maria a 40°C para evaporação dos solventes. Após a evaporação dos mesmos, levaram-se as cápsulas para estufa a 105°C por 30

minutos. Passado esse tempo, as cápsulas com as amostras foram colocadas no dessecador para resfriar até a temperatura ambiente e então serem pesadas novamente.

A equação 4 representa o cálculo para encontrar o valor da substância graxa das amostras analisadas.

$$\begin{array}{r}
 15\text{mL} \text{ -----} P3 = (P2 - P1) \\
 \text{V(solução etérea total)} \text{ -----} X \\
 \\
 x = \frac{V \cdot P3}{15\text{mL}} \qquad (4)
 \end{array}$$

Onde:

P1 = massa da cápsula vazia;

P2 = massa da cápsula + substância graxa;

P3 = massa da substância graxa;

V = volume em mL da solução etérea total;

X = substância graxa na solução etérea.

O cálculo da percentagem de lipídios pode ser representado pela seguinte relação:

$$\begin{array}{r}
 \text{g (amostra)} \text{ -----} X \\
 100\text{g} \text{ -----} \text{Lipídios (\%)}
 \end{array}$$

4.5.4. *Proteínas*

A matéria orgânica é decomposta em nitrogênio existente e transformado em amônio. O método é basicamente dividido em três etapas:

Digestão– o nitrogênio orgânico é transformado em amônio, e os componentes orgânicos são convertidos em CO₂, H₂O, etc.

Destilação– fase em que o gás amônia é liberado e recolhido em uma solução receptora.

Titulação– determinação quantitativa da amônia recolhida contida na solução receptora.

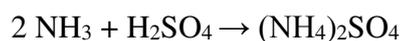
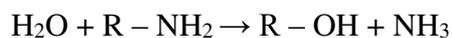
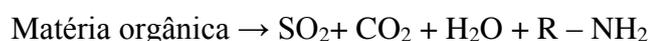
Este método é realizado por meio de uma digestão ácida. O nitrogênio da amostra é transformado em sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, o qual é posteriormente, separado por destilação na forma de hidróxido de amônio (NH_4OH) e finalmente determinado por titulação.

Para a análise de nitrogênio total, 0,1g da amostra em papel isento de nitrogênio, foi depositado no tubo de Kjeldahl, juntamente com 2,0mL de ácido sulfúrico e 1,0g de uma mistura catalítica de sulfato de potássio e selênio (K_2SO_4 e Se, respectivamente), numa proporção de 2:1. Em seguida digeriu-se a amostra em bloco digestor por 1,5 horas, após a digestão acrescentou-se, 2mL de água destilada, 1 mL do indicador fenolftaleína.

Adaptou-se o tubo com a amostra digerida ao destilador de nitrogênio colocando-se na extremidade afilada do condensador um erlenmeyer de 250mL contendo 25mL de ácido clorídrico ($0,02 \text{ mo.L}^{-1}$) e 3 gotas do indicador misto de Patterson (vermelho de metila e azul de metileno) na proporção de 5:1. Em seguida destilou-se a amostra durante 4 minutos. Após esse período procedeu-se titulação com $\text{NaOH } 0,02 \text{ mo.L}^{-1}$. A porcentagem do nitrogênio é expressa pela Equação (5).

As reações que ocorrem durante o processo da determinação dos compostos nitrogenados podem ser assim resumidas:

Digestão– durante a fase de digestão coloca-se no tubo de Kjeldahl a amostra embrulhada, de preferência em papel impermeável, juntamente com a mistura catalítica (K_2SO_4 e Se) e o H_2SO_4 concentrado. Faz-se o aquecimento em bloco aquecedor, e observam-se provavelmente as seguintes reações:



O carbono contido na matéria orgânica é oxidado e o CO_2 se desprende, e, no final da digestão, o material fica completamente claro, depois de passar por uma fase bastante escura, no início da digestão. Além dos agrupamentos proteicos, existe nitrogênio na forma de amina, amida e nitrila, que são transformados em gás amônia (NH_3). Este gás formado reage com o ácido sulfúrico (H_2SO_4) formando o sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, conforme indicaram as reações. O sulfato de amônio formado, que fica no tubo, ao se esfriar, formam cristais.

Destilação– pode ser feita por aquecimento direto ou por arraste a vapor, sendo preferível este último. O sulfato de amônio é tratado com hidróxido de sódio (NaOH) a 40%, em excesso, e ocorre a liberação do gás amônia (NH₃), conforme reação a seguir:



Ao se adicionar o NaOH, deve-se usar algumas gotas de fenolftaleína, no destilado, para garantir um ligeiro excesso de base. O gás NH₃ desprendido é então recebido em um erlenmeyer contendo ácido clorídrico (HCl – 0,02 mo.L⁻¹) mais o indicador misto de Patterson que, no início, era de cor rosa, adquirindo a cor verde à medida que se vai formando o NH₄Cl.



Titulação– É a última fase onde o excesso de HCl é titulado com solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH – 0,02 mo.L⁻¹) com fator conhecido até viragem do indicador. (Titulação por retorno)



$$\%N = \frac{V \times 0,028}{m} \quad (5)$$

Em que:

V = diferença entre o volume de ácido clorídrico (0,02 mo.L⁻¹) adicionado e o volume de hidróxido de sódio (0,02 mo.L⁻¹) gastos na titulação da amostra em mL.

0,028 = Miliequivalente grama do N versus a concentração da solução versus a percentagem.

m = massa da amostra em gramas

A percentagem de proteína é expressa pela Equação 6.

$$\%P = \%N \times 5,75 \quad (6)$$

Em que:

5,75 = fator de conversão para proteína vegetal.

4.5.5. Carboídratos

A determinação de teor de carboídratos foi feita pela diferença do valor 100 (cem) subtraído do somatório dos valores já obtidos de umidade, cinzas, lipídios e proteínas.

A Equação 7 expressa o cálculo para teor de carboídratos em percentagem.

$$\text{Carboídratos} = 100 - (\% \text{ Umidade} + \% \text{ Cinzas} + \% \text{ Lipídios} + \% \text{ Proteínas}) \quad (7)$$

4.5.6. Valor Calórico

O valor calórico ou valor energético revela o teor calórico dos alimentos. A necessidade calórica diária varia de pessoa para pessoa e depende do sexo, idade e atividade física de cada um.

A determinação do valor calórico foi realizada através dos resultados obtidos pelos teores de proteínas (P), lipídios (L) e carboídratos (C).

A Equação 8 expressa o cálculo em kcal/100g para o valor calórico:

$$\text{Valor calórico(Kcal 100g)} = (P \times 4) + (L \times 9) + (C \times 4) \quad (8)$$

Em que:

P = valor da proteína (%);

L = valor de lipídios (%);

C = valor de carboídratos (%);

4 = fator de conversão em kcal determinado em bomba calorimétrica para proteínas e carboídratos;

9 = fator de conversão em kcal determinado em bomba calorimétrica para lipídios.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item apresentam-se todos os dados obtidos das análises físico-químicas de macronutrientes existentes no abacaxi em estudo.

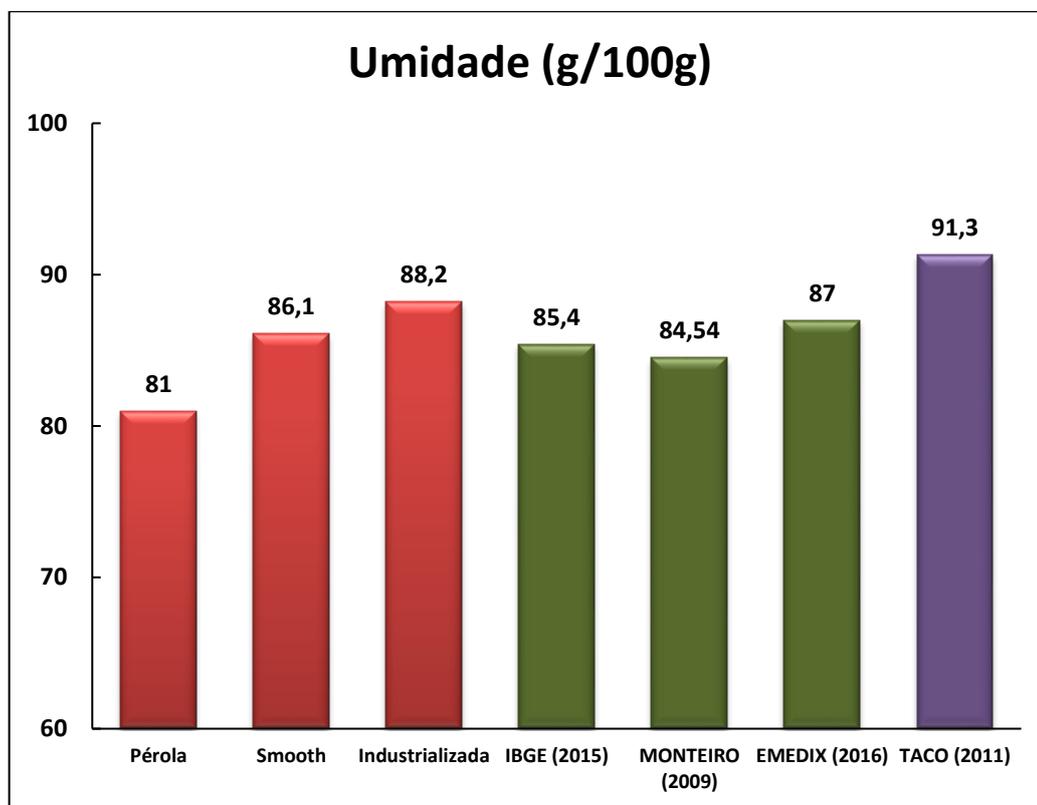
5.1. Umidade

Segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008) a umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem, a embalagem e o processamento. Alimentos estocados com alta umidade deterioram-se mais rapidamente que aqueles que possuem baixa umidade, com possibilidade de haver crescimento de fungos. Além disso, em embalagens permeáveis, a luz favorece o escurecimento em frutas desidratadas e vegetais, e em embalagens permeáveis ao oxigênio pode ocorrer absorção de oxigênio causando oxidação.

O conteúdo de umidade varia muito nos alimentos e no caso das frutas, a faixa de umidade em percentual fica entre 65-95% (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Neste trabalho, a umidade nas amostras de abacaxi em estudo, tiveram valores de 81,00 e 86,10 g/100g para a polpa *in natura* de abacaxi Pérola e Smooth Cayenne respectivamente e 88,20 g/100g para polpa industrializada, que foram comparados com os valores encontrados na literatura, conforme a Figura 13.

Figura 13. Teores de Umidade (g/100g) encontrados nas amostras de polpas *in natura* e industrializadas e valores encontrados na literatura.



Observa-se que os valores de umidade encontrados para a polpa *in natura* neste estudo, quando comparados com os valores encontrados na literatura, aproximam-se mais dos resultados apresentados por MONTEIRO (2009) e por IBGE, (2015). A polpa industrializada apresenta teor de umidade superior aos teores de umidade das polpas *in natura*, tanto no presente estudo, quanto nos estudos apresentados na literatura, e estes resultados corroboram com dados apresentados por TACO, (2011) para polpas industrializadas, indicando um nível de umidade maior para este tipo de polpa que pode ser explicado pelo fato de polpas industrializadas reterem mais líquido, apresentando, portanto um maior teor de umidade.

5.2. Cinzas

Segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (2008), a cinza obtida não é necessariamente da mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento, pois pode haver perda por volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra. Os elementos minerais se apresentam na cinza sob a forma de óxidos, sulfatos,

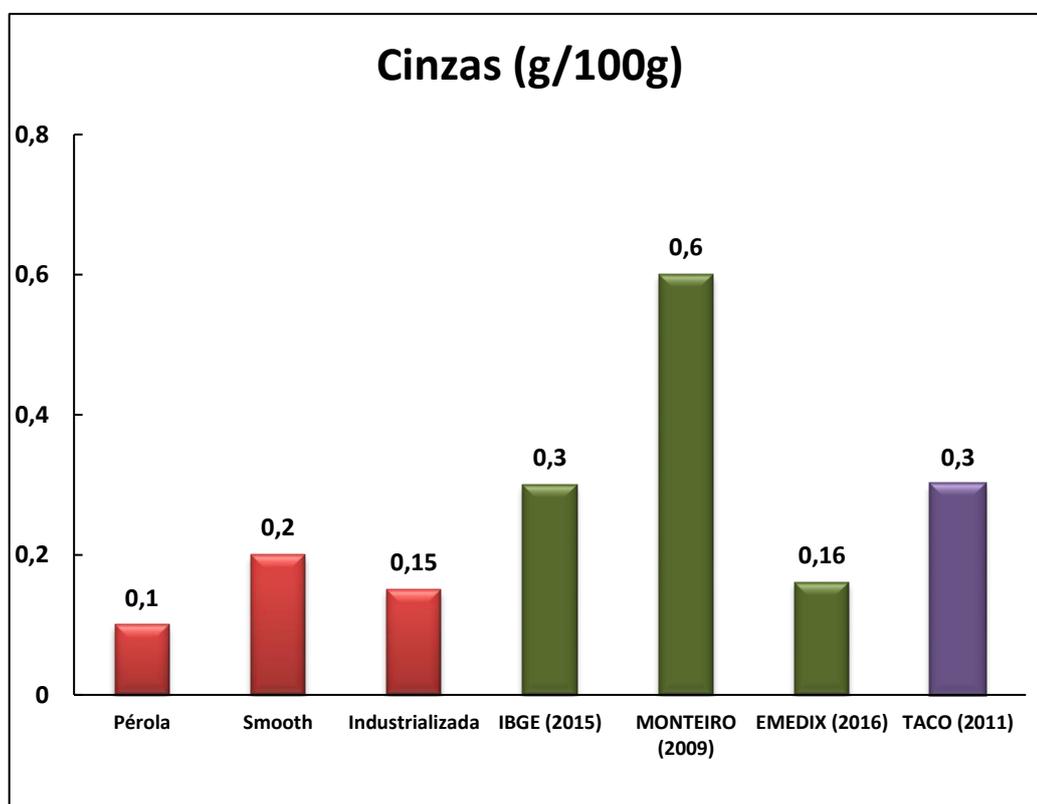
fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições de incineração e da composição do alimento.

O parâmetro, cinzas (resíduo mineral fixo), indica que dentro do teor de cinzas está a constituição de sais minerais, o que é um indicativo da qualidade mineral dos alimentos.

O INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (2008) sugere o teor de cinzas em alimentos, tais como frutas frescas, variando de 0,3 a 2,1%.

As amostras carbonizadas foram submetidas à incineração, e os seguintes resultados foram obtidos, de acordo com a Figura 14.

Figura 14. Teores de Cinzas (g/100g) encontrados nas amostras de polpas *in natura* e industrializadas e valores encontrados na literatura.



Os teores de cinzas obtidos apresentaram valores de 0,10 e 0,20 g/100g, para a polpa *in natura* do abacaxi Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente, resultados estes, que aproximam-se dos estudos feitos por EMEDIX (2016). Para polpa industrializada obteve-se 0,15g/100g de teor de cinzas, valor este, que não condiz com valores encontrados na literatura, que apresentam um teor de minerais totais de 0,3g/100g de acordo com TACO (2011). Supõe-se que, este baixo teor de cinzas seja devido ao método de descongelamento, onde sais solúveis podem ter sido liberados juntamente com a água durante o processo.

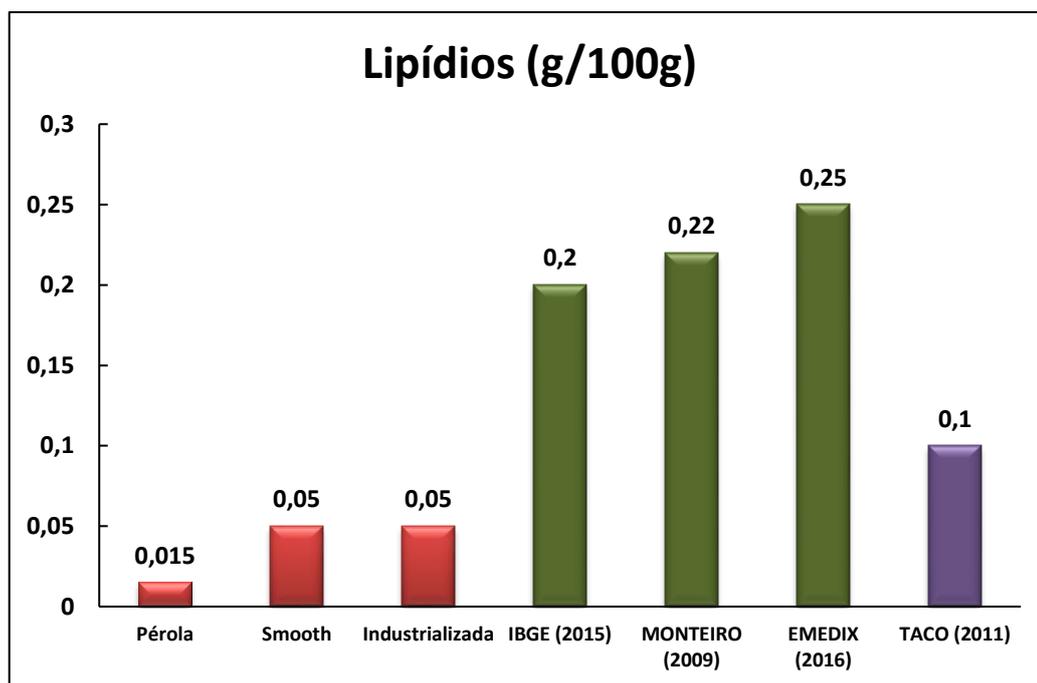
5.3. Lipídios

O termo lipídio é utilizado para gorduras e substâncias gordurosas. Os lipídios são definidos como componentes dos alimentos que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, tais como éter etílico, éter de petróleo, acetona, clorofórmio, benzeno e álcoois.

O INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008) sugere uma variação de 0,1 a 1% para teores de lipídios em frutas.

O valor médio do parâmetro lipídios nas amostras de abacaxi em estudo teve valores de 0,015 e 0,05 g/100g para as polpas *in natura* de abacaxi Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente e 0,05 g/100g para polpa industrializada, que foram comparados com os valores encontrados na literatura, conforme a Figura 15.

Figura 15. Teores de Lipídios (g/100g) encontrados nas amostras de polpas *in natura* e industrializadas e valores encontrados na literatura.



Segundo IBGE (2015) a polpa de abacaxi *in natura* apresenta um teor de lipídios de 0,2 g/100g, sendo este, dentre todos, o que está mais próximo dos resultados, para as polpas *in natura*, obtidos nesta pesquisa. A polpa industrializada, com teor de lipídios de 0,05g/100g, apresentou um desnível de 50% em relação aos valores expostos por TACO (2011) para este tipo de polpa.

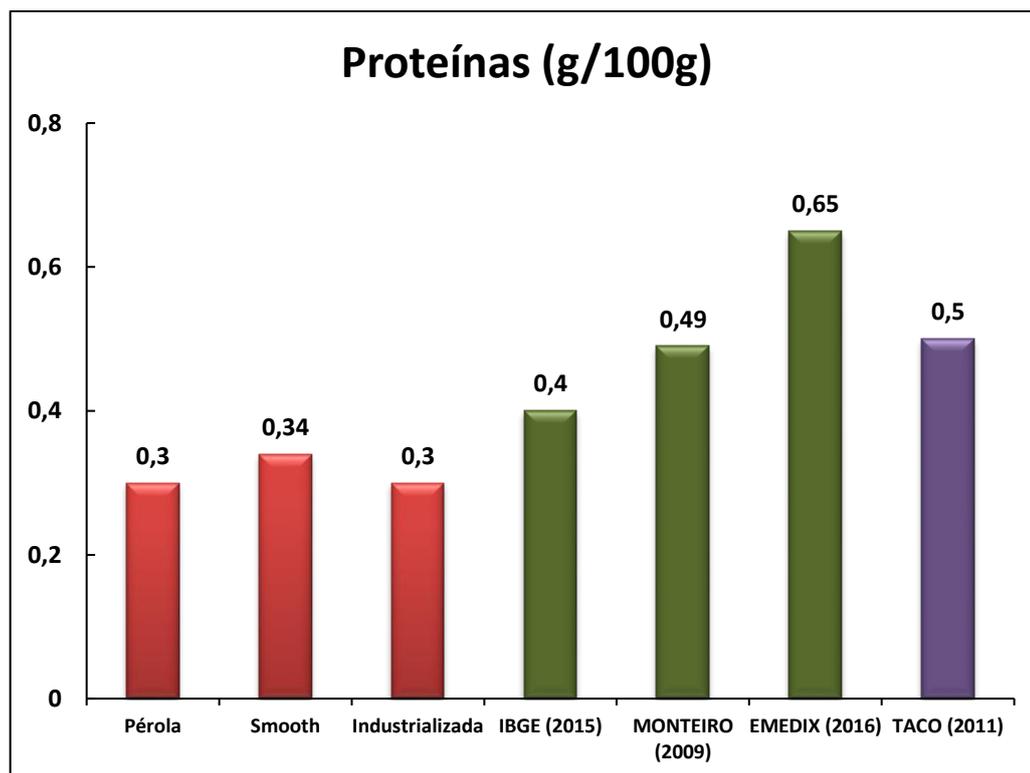
5.4. Proteínas

Sabe-se que o teor proteico de um alimento não é suficiente para estabelecer a qualidade nutricional da proteína presente, pois esta tem seu perfil de aminoácidos variável conforme a fonte de origem (GIBNEY, VOSTER e KOK, 2005).

Uma dieta saudável contém de 12 a 15% de proteínas (animal + vegetal) na ingestão de alimentos (CASTRO, 2016).

Neste trabalho, o valor médio do parâmetro proteínas nas amostras de abacaxi em estudo teve valores de 0,30 e 0,34 g/100g para a polpa *in natura* de abacaxi Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente e 0,30 g/100g para polpa industrializada, que foram comparados com os valores encontrados na literatura, conforme a Figura 16.

Figura 16. Teores de Proteínas (g/100g) encontrados nas amostras de polpas *in natura* e industrializadas e valores encontrados na literatura.



Pode-se observar que os valores encontrados de proteínas para a polpa *in natura* das variedades Pérola e Smooth Cayenne, neste estudo, comparados com os demais resultados presentes na literatura, aproximam-se mais do valor apresentado pelo IBGE (2015). Uma diferença de 40% foi observada entre os resultados obtidos por TACO (2011) e os resultados desta pesquisa, para polpa industrializada.

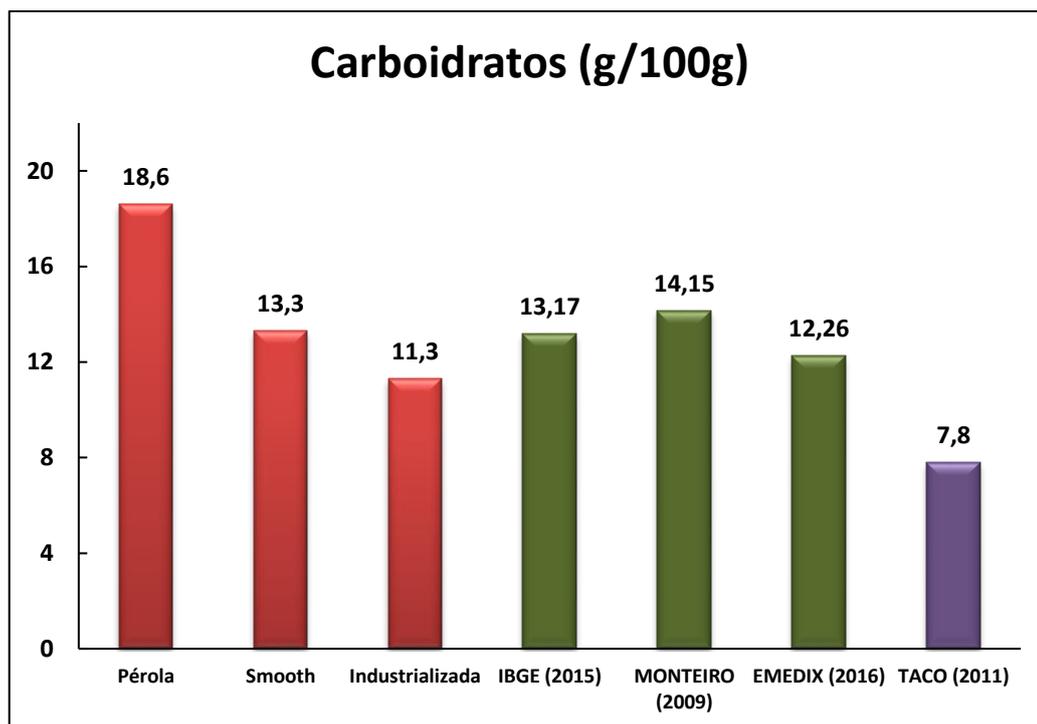
5.5. Carboidratos

Os carboidratos são fontes de energia dos organismos vivos, constituindo-se no combustível necessário para os movimentos e são compostos de carbono, hidrogênio e oxigênio na mesma proporção de água.

Os carboidratos foram obtidos por diferença entre 100 e o somatório dos percentuais de umidade, cinzas, lipídios e proteínas.

Neste trabalho, o valor médio do parâmetro, carboidratos, nas amostras de abacaxi em estudo teve valores de 18,6 e 13,30 g/100g para a polpa *in natura* de abacaxi Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente e 11,3 g/100g para polpa industrializada, que foram comparados com os valores encontrados na literatura, conforme a Figura 17.

Figura 17. Teores de Carboidratos (g/100g) encontrados nas amostras de polpas *in natura* e industrializadas e valores encontrados na literatura.



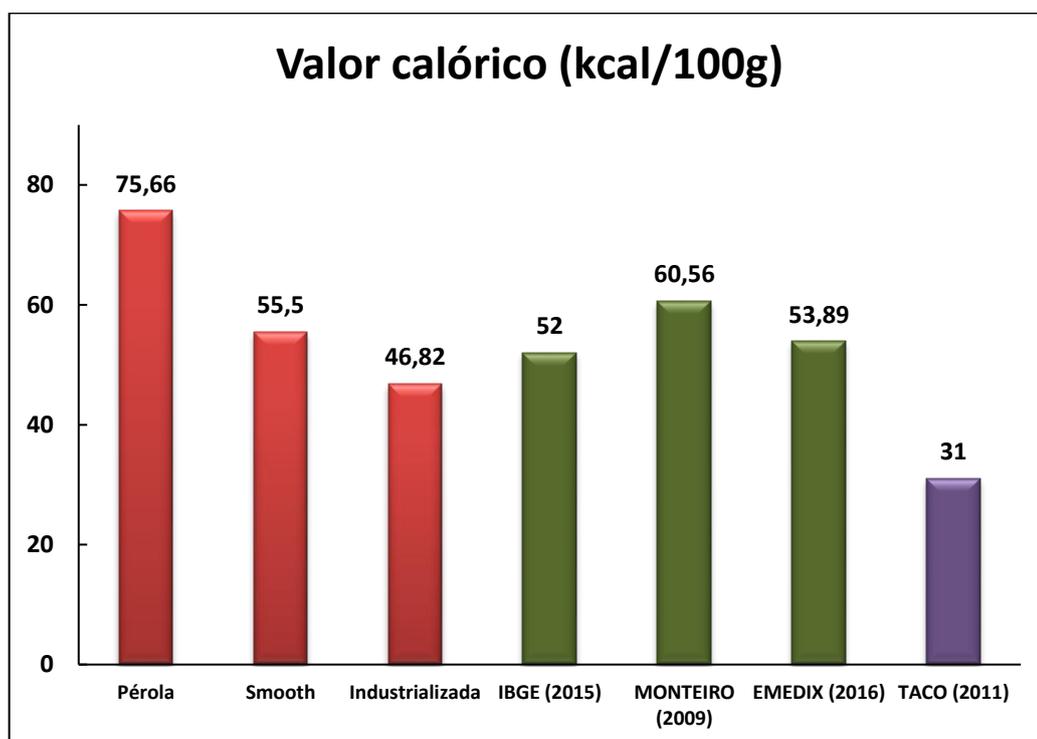
Os resultados obtidos de carboidratos para a polpa *in natura* das variedades Pérola e Smooth Cayenne, neste estudo, em comparação com os valores encontrados na literatura, aproximam-se mais dos resultados apresentados por MONTEIRO (2009) e IBGE (2015), respectivamente. A polpa industrializada, desta pesquisa, elevou-se 30,97% em relação a pesquisa realizada por TACO (2011).

5.6. Valor Calórico

Proteínas vegetais produzem menos energia e essa energia dos carboidratos depende muito do grau de processamento da fonte, ou seja, quanto maior o processamento, maior a energia. A energia dos lipídios é quase independente da fonte (GOMES e OLIVEIRA, 2012).

Neste trabalho, os valores médio do parâmetro valor calórico nas amostras de abacaxi em estudo teve valores de 75,66 e 55,5 kcal/100g para a polpa *in natura* de abacaxi Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente e 46,82 kcal/100g para polpa industrializada, que foram comparados com os valores encontrados na literatura, conforme a Figura 18.

Figura 18. Teores de Valor Calórico (kcal/100g) encontrados nas amostras de polpas *in natura* e industrializadas e valores encontrados na literatura.



Quando comparados com a literatura, os resultados obtidos nesta pesquisa, para o parâmetro carboidrato na polpa *in natura* das variedades Pérola e Smooth Cayenne observa-se maior equivalência com os resultados apresentados por MONTEIRO (2009) e por EMEDIX (2016), respectivamente.

A polpa industrializada, desta pesquisa, apresentou um percentual de 33,7% a mais de valor calórico em relação à quantidade de valor calórico obtido na polpa industrializada analisada por TACO (2011)

A tabela 1 representa os resultados obtidos no estudo comparativo entre a polpa *in natura* e a polpa industrializada comercializadas em feiras e supermercados de São Luís – MA e valores encontrados na literatura. Todas as análises foram feitas em triplicata, segundo orientação do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

Tabela 1. Resultado comparativo das análises físico-químicas (macronutrientes) entre as polpas de abacaxi (*in natura* e industrializada) comercializadas em feiras e supermercados de São Luís - MA e valores dos mesmos parâmetros encontrados na literatura.

Parâmetros Físico - Químicos	Resultados desta pesquisa			Resultados encontrados na literatura				
				IBGE (2015)	TACO (2011)	EMEDIX (2016)	MONTEIRO (2009)	TACO (2011)
	Pérola <i>In natura</i>	Smooth <i>In natura</i>	Polpa Industrializada	Polpa <i>In natura</i>	Polpa <i>In natura</i>	Polpa <i>In natura</i>	Polpa <i>In natura</i>	Polpa Industrializada
Umidade (g.100g ⁻¹)	81,00	86,00	87,90	85,40	86,30	87,00	84,54	91,30
	81,00	86,20	88,50					
	81,00	86,10	88,20					
Cinzas (g.100g ⁻¹)	0,10	0,20	0,10	0,30	0,40	0,16	0,60	0,30
	0,10	0,20	0,21					
	0,10	0,20	0,13					
Lipídios (g.100g ⁻¹)	0,000	0,10	0,20	0,20	0,10	0,25	0,22	0,10
	0,030	0,00	0,15					
	0,015	0,05	0,10					
Proteínas (g.100g ⁻¹)	0,28	0,39	0,30	0,40	0,90	0,65	0,49	0,50
	0,35	0,33	0,28					
	0,25	0,31	0,31					
Carboidratos (g.100g ⁻¹)	18,62	13,31	11,16	13,17	12,30	12,26	14,15	7,80
	18,52	13,27	10,98					
	18,63	13,34	11,28					
Valor Calórico (kcal. 100g ⁻¹)	75,60	55,70	48,34	52,00	48,00	53,89	60,56	31,00
	75,75	54,40	45,31					
	75,65	55,05	46,83					

Dentre todos os parâmetros analisados para as polpas *in natura* e industrializada de abacaxi, os resultados obtidos diferiram sutilmente entre um tipo de polpa e outra, especificamente nos parâmetros umidade, carboidratos e calorias, o que pode ser explicado porque o parâmetro umidade é determinante para os valores de carboidratos e valor calórico, uma vez que estes dois últimos parâmetros são dependentes do parâmetro umidade. Sendo assim, quanto mais altos forem os valores de umidade, mais baixos serão os valores de carboidratos e de valor calórico. Por esse motivo, a polpa industrializada do abacaxi caiu em valor nutritivo quanto aos níveis de carboidratos e de calorias em relação à polpa *in natura*.

Além disso, as propriedades físico-químicas das frutas podem variar de acordo com o lugar onde foram produzidas e o tempo de maturação pós-colheita.

Os valores de todos os parâmetros físico-químicos analisados nesta pesquisa para o abacaxi, nas duas variedades, foram satisfatórios quando comparados com os da literatura, tanto para a polpa *in natura* quanto para polpa industrializada (ver Tabela 1). Observou-se que os parâmetros carboidrato e valor calórico no abacaxi Pérola registraram valores um pouco mais alterados, isto porque o parâmetro umidade, com níveis mais baixos (81%) foi determinante para aumentar os níveis dos dois parâmetros: carboidratos e valor calórico (determinados indiretamente por cálculos).

Ainda que não se saiba a origem das cultivares (Pérola e Smooth Cayenne), uma vez que os frutos foram adquiridos em supermercados, sabe-se que a variedade Pérola é sempre mais adocicada que as demais variedades. Resultados do abacaxi Pérola procedente de Turiaçú (MA), registraram valores de carboidratos entre 16,60 e 16,89 g.100g⁻¹ (SILVA e MENDES FILHO, 2010). Os resultados do mesmo parâmetro (carboidratos) nesta pesquisa ficaram ainda maiores para a variedade Pérola na faixa de 18,52 a 18,63 g.100g⁻¹.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou uma avaliação e comparação nutricional de macronutrientes presentes nas polpas *in natura* e industrializadas do abacaxi através das análises físico-químicas dos parâmetros umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos e valor calórico.

Os valores obtidos dos parâmetros estudados (proteínas, lipídios, cinzas, umidade, carboidratos e valor calórico) nas polpas *in natura* e industrializada, mostraram-se semelhantes com os encontrados na literatura.

Novamente, com relação aos teores de carboidratos, confirma-se que o abacaxi variedade Pérola é mais adocicado que os de outras variedades, dados os níveis do parâmetro carboidratos (açúcares totais) apresentarem-se superiores.

REFERÊNCIAS

BARTHOLOMEW, D. P. et al. Inflorescence and fruit development and yield. **The pineapple: botany, production and uses**, New York, 2003. 167-202.

BENZING, D. H. . E. A. **Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation**. Cambridge University. New York, p. 690. 2000.

CABRAL, J. R. S. Variedades de abacaxi. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2003.

CARVALHO, V. D. D.; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**, Brasília, 1996. 16-27.

CASTRO, C. O. nutrientes, 2016. Disponível em: <<http://www.lactobacilo.com/nutrientes.htm>>. Acesso em: agosto 2016.

CASTRO, F. T. de; OLIVEIRA, S. P. de; MATTA, V. M. da; PENHA, E. das M.; GÓES, H. de A.; TABAI, K. C. **Ações em prol do consumo de frutas e hortaliças seguras nas comunidades da zona oeste do rio de janeiro (RJ)**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 9. 2011.

COSTA, D. O. D.; CARDOSO, G. R.; SILVA, G. M. V. D. **A evolução do setor produtivo e comercialização de polpa de fruta no brejo paraibano: estudo de caso na coaprodes**. ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Salvador, p. 16. 2013.

CRESTANIL, M. et al. From the Americas to the World - origin, domestication and dispersion of pineapple. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, junho 2010. ISSN 0103-8478.

DA MATTA, V. M. et al. **Polpa de fruta congelada**. Brasília, DF: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2005. 35 p.

DANTAS, A. M. T. **Processamento mínimo de frutas**. Universidade de Brasília. Brasília, p. 60. 2009.

EMBRAPA. Cultivo do Abacaxi em Rondônia. Porto Velho. **EMPRESA BASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA**, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Abacaxi/CultivodoAbacaxiRO/index.htm>>. Acesso em: 11 novembro 2016.

EMEDIX. composição nutricional do abacaxi, 2016. Disponível em: <<http://www.emedix.com.br>>.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 8ª edição. ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1989.

GIBNEY, M. J.; VOSTER, H. H.; KOK, F. J. **Introdução à nutrição humana**. 1ª edição. ed. [S.I.]: Guanabara Koogan, 2005.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **Análises Físico-Químicas de alimentos**. Universidade Federal de Viçosa. viçosa, MG. 2012.

GONÇALVES, N. B. **Abacaxi pós-collheita**. 1ª edição. ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 45 p.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. ABACAXI: PRODUÇÃO, MERCADO E SUBPRODUTOS. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, jul. / dez. 2004.

GREENFIELD, H.; SOUTHGATE, D. A. **Food composition data, management and use**. Rome: Food & Agriculture Org., 2003. 295 p.

IBGE. tabelas de composição de alimentos. **instituto brasileiro de geografia e estatística**, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: dezembro 2015.

IBRAF. **Instituto Brasileiro de Frutas**, 2007. Disponível em:<. Acesso em: 17 janeiro 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª edição. ed. São Paulo: [s.n.], 2008.

LEAL, F. Pineapple – Ananas comosus (Bromeliaceae). **Evolution of crop plants**, Nova York: Longman Singapore, 1995. 19-22.

LEAL, K. L. **Avaliação comparativa de componentes nutricionais entre polpas *in natura* e industrializadas de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), procedentes de feiras e supermercados de São Luís - MA**. Universidade Federal do Maranhão. São Luís, p. 52. 2016.

MANETTI, L. M.; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE, J. R. Metabólitos secundários da família bromeliaceae. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 7, p. 1885-1897, 2009.

MEDINA, J. C. **Abacaxi**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. 285p.

MONTEIRO, B. A. **Valor nutricional de partes convencionais e não convencionais de frutas e hortaliças**. Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, SP, p. 62. 2009.

REETZ, E. R. et al. **ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**, Santa Cruz do Sul, p. 19, 2015. ISSN 1808-4931.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. D. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos.** 7ª edição. ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p.

SANTO, J. S. M. et al. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ABACAXI CVS. “GOMO DE MEL” E “MD2 GOLD”, PRODUZIDOS SOB IRRIGAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO-BAHIA.** Universidade Estadual da Bahia. Juazeiro, p. 4. 2009.

SANTOS, I. H. V. D. S. **Disponibilidade de nutrientes em produtos de frutas da amazônia, açaí (euterpe precatória) e cupuaçu (theobroma grandiflorum;), produzidos no reflorestamento econômico consorciado adensado – reca.** Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho (RO), p. 129. 2010.

SATIM, M.; SANTOS, R. A. M. **Estudo das características nutricionais das polpas de mangas (mangifera indica L.) variedade tommy Atkins.** VI EPCC. Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. [S.l.], p. 8. 2009.

SILVA, C. F.; MENDES FILHO, N. E. **Determinação de macrocomponentes e minerais no fruto abacaxi (ananas comosus L. Merrill) procedente dos municípios de turiaçu e são domingos-ma.** Universidade Federal do Maranhão. São Luís. 2010.

SILVA, C. L. D. **Consumo de frutas e hortaliças e conceito de alimentação saudável em Brasília.** Universidade Federal de Brasília. Brasília, p. 77. 2011.

SILVA, S.; TASSARA, H. Abacaxi. **Frutas no Brasil,** São Paulo, p. 25-27, 2001.

SIMÃO, S. O abacaxizeiro. **Tratado de fruticultura,** Piracicaba: FEALQ, 1998. 249-288.

SOBRINHO, I. S. B. **Propriedades nutricionais e funcionais de resíduos de abacaxi, acerola e cajá oriundos da indústria produtora de polpas.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga – Ba, p. 166. 2014.

SOUTO, R. F. et al. Conservação pós-colheita de abacaxi 'Pérola' colhido no estágio de maturação " pintado" associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 24-28, 2004.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos.** NEPA- UNICAMP, FINEP. ANVISA, ministério do desenvolvimento social e combate à fome.ministério da saúde. BRASIL 4ª edição revisada e ampliada. campinas, p. 36. 2011.

THÉ, Patrícia Maria Pontes; NUNES, Raimundo de Pontes; SILVA, Luzia Izabel Mesquita MOREIRA DA; ARAÚJO, Bernadete Maciel de. **Características físicas, físico-químicas, químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. Smooth cayenne recém colhido.** **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 2, p. 273-281, junho 2010. ISSN 0103-4235.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, A. R. S.** USDA National Nutrient. [S.l.]. 2011.

VICENZI, R. **U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE, A. R. S. USDA National Nutrient. Apostila de análise de alimentos.** Universidade Regional do Norte do Estado do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2008.

XIE, W. et al. Effect of ethanolic extracts of Ananas comosus L. leaves on insulin sensitivity in rats and HepG2. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C - Toxicology & Pharmacology**, Oxford, v. 146, n. 4, p. 429-435, 2006.