

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Gabrielly Farias

**ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA SOBRE O SUCO DE ABACAXI (*Ananas comosus*
L.) E RESÍDUOS DO SEU PROCESSAMENTO: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA
E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS**

Florianópolis

2021

Gabrielly Farias

**ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA SOBRE O SUCO DE ABACAXI (*Ananas comosus*
L.) E RESÍDUOS DO SEU PROCESSAMENTO: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA
E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Isabela Maia Toaldo Fedrigo.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Farias , Gabrielly

Abordagem bibliográfica sobre o suco de abacaxi (*Ananas
comosus* L.) e resíduos do seu processamento: composição
físico-química e bioacessibilidade de compostos fenólicos /
Gabrielly Farias ; orientadora, Isabela Maia Toaldo
Fedrigo , 2021.

41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos,
Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2.
Bioacessibilidade . 3. Compostos fenólicos . 4. Abacaxi .
5. Resíduos agroindustriais . I. Fedrigo , Isabela Maia
Toaldo . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. III. Título.

Gabrielly Farias

**ABORDAGEM BIBLIOGRÁFICA SOBRE O SUCO DE ABACAXI (*Ananas comosus*
L.) E RESÍDUOS DO SEU PROCESSAMENTO: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA
E BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Florianópolis, 26 de fevereiro de 2021.

Prof.^a Dr.^a Ana Carolina de Oliveira Costa
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Isabela Maia Toaldo Fedrigo
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Carmen Maria Olivera Muller
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Dr.^a Renata Dias de Mello Castanho Amboni
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico esta conquista (*in memoriam*) à
minha madrinha Maria Lúcia dos Santos
e meu tio José Valdemir da Silva,
exemplos de fé e coragem, e que com
certeza estariam muito orgulhosos!

AGRADECIMENTOS

Em meio à pandemia de COVID- 19 me sinto extremamente grata a Deus por estar viva e realizando mais um objetivo de vida. Deus, obrigada por cuidar da minha vida como um belo tecido de seda, bordando-o com os melhores fios!

Aos meus pais Angela Farias e Eraldo Farias, não tenho palavras que descrevam meu amor por vocês! Obrigada por nunca me deixarem desistir mesmo perante as dificuldades e por estarem sempre ao meu lado me apoiando em todas as decisões. Amo vocês!

À minha avó Nair Barbosa Farias e meus familiares, agradeço por todas as palavras e gestos de incentivo e apoio durante toda minha vida!

À Professora Isabela Fedrigo, agradeço por me acolher no seu laboratório com carinho, por me ensinar com tanta ternura, por acreditar em mim e me orientar! Que bom que pude te conhecer, seu amor pela ciência me inspira!

À Universidade Federal de Santa Catarina, que não apenas oferta gratuitamente cursos de qualidade, mas um universo de oportunidades que permitem o crescimento profissional e pessoal dos alunos.

Aos professores e servidores que tive a oportunidade de conviver durante o período de graduação, sou grata por toda troca de experiências e de amor em forma de conhecimento! Especialmente à professora Carmen e ao Jonas, que me acompanharam desde o início do curso, sempre disponíveis e dispostos a ajudar!

Ao pessoal do Laboratório de Biologia Molecular, obrigada por me receberem com tanto carinho! E a todos com quem tive o prazer de conhecer durante o curso!

Aos meus amigos. Larissa Pires Silvano, obrigada por ser parceira em todos os momentos, desde a infância! Camila Farias e Thainar Cabral, agradeço por todas as conversas e orações. A amizade de vocês é presente de Deus! Juliane Dingee (minha dupla simbiótica), Luiza Pigozzi, Suliana Cenaque Andrade, Alexandre Pereira Filho e Carlos Henrique Colombo, com certeza a graduação foi mais leve, pois pude dividir com vocês todas as dificuldades, aflições, alegrias e as conquistas de cada semestre! Obrigada!

Sou feita de retalhos. Pedacinhos coloridos de cada vida que passa pela minha e que vou costurando na alma (Cris Pizzimenti).

RESUMO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores de abacaxi do mundo. O clima tropical e subtropical favorece o cultivo destes frutos, destacando a região Norte com a maior produção no país. As frutas são importantes fontes de compostos bioativos, como fenólicos, vitamina C e carotenoides. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas e apresentam atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, contribuindo na prevenção de doenças desencadeadas por estresse oxidativo, como câncer, doenças cardíacas e neurológicas. A ação de compostos fenólicos no organismo humano depende de sua bioacessibilidade após a digestão do alimento. Esta revisão teve como objetivo abordar temas como o cultivo de abacaxi no Brasil, processamento do suco de abacaxi e geração de resíduos, composição físico-química do fruto e do suco de abacaxi e bioacessibilidade de compostos fenólicos presentes no suco e nos resíduos. O abacaxi é comumente comercializado *in natura*, como geleia e suco. O suco de abacaxi é obtido a partir do processamento das frações comestíveis do fruto, constituído de vitaminas, açúcares como glicose e frutose, ácidos orgânicos como cítrico e málico, fibras e minerais, principalmente potássio, além de compostos bioativos como vitamina C, betacaroteno e compostos fenólicos, entre eles os ácidos gálico e ferúlico, catequinas e naringenina. As etapas do processamento envolvem limpeza, sanitização e corte, prensagem, filtração, pasteurização e envase, que implicam na geração de quantidade considerável de resíduos sólidos. Os resíduos gerados no processamento são cascas, coroas e bagaços. As frutas em geral, minimamente processadas, podem gerar de 30 a 70% de resíduos, que geralmente são descartados, mas que também possuem compostos bioativos. Os resíduos de abacaxi possuem consideráveis teores de compostos fenólicos, entre eles os ácidos gálico, ferúlico e cafeico, e elevada atividade antioxidante, além de elevados teores de fibras, apresentando potencial para serem aplicados como ingrediente alimentar no desenvolvimento de novos produtos acessíveis, visto que as cascas, coroas e bagaço fibroso possuem pouco valor agregado quando não são reaproveitados. Foram encontrados poucos estudos envolvendo digestão *in vitro* e bioacessibilidade de compostos fenólicos utilizando abacaxi, ressaltando a importância de realizar estudos neste tema, buscando valorizar o fruto e seu suco, bem como seus resíduos produzidos.

Palavras-chave: Abacaxi. Bioacessibilidade. Compostos fenólicos. Resíduos agroindustriais.

ABSTRACT

Brazil is considered one of the largest pineapple producers in the world. The tropical and subtropical climate favors the cultivation of these fruits, highlighting the North region with the highest production in the country. Fruits are important sources of bioactive compounds, such as phenolics, vitamin C and carotenoids. Phenolic compounds are secondary metabolites of plants and have antioxidant activity *in vitro* and *in vivo*, contributing to the prevention of diseases triggered by oxidative stress, such as cancer, heart and neurological diseases. The action of phenolic compounds in the human body depends on its bioaccessibility after digestion. This review aimed to address topics such as the cultivation of pineapple in Brazil, processing of pineapple juice and waste generation, physical-chemical composition of the fruit and pineapple juice and bioaccessibility of phenolic compounds present in the juice and waste. Pineapple is commonly sold fresh, as jam and juice. Pineapple juice is obtained from the processing of edible fractions of the fruit, consisting of vitamins, sugars such as glucose and fructose, organic acids such as citric and malic, fibers and minerals, mainly potassium, in addition to bioactive compounds such as vitamin C, beta-carotene and phenolic compounds, including gallic and ferulic acids, catechins and naringenin. The processing steps involve cleaning, sanitizing and cutting, pressing, filtering, pasteurization and filling, which involve the generation of a considerable amount of solid waste. The residues generated in the processing are husks, crowns and cake. Fruits in general, minimally processed, can generate 30 to 70% of residues, which are generally discarded, but which also contain bioactive compounds. Pineapple residues have considerable levels of phenolic compounds, including gallic, ferulic and caffeic acids, and high antioxidant activity, in addition to high fiber levels, with the potential to be applied as a food ingredient in the development of new accessible products, since the husks, crowns and fibrous bagasse have little added value when they are not reused. Few studies were found involving *in vitro* digestion and bioaccessibility of phenolic compounds using pineapple, emphasizing the importance of carrying out studies on this topic, seeking to value the fruit and its juice, as well as its residues produced.

Keywords: Pineapple. Bioaccessibility. Phenolic compounds. Agroindustrial waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Abacaxi variedade Pérola e abacaxi Smooth Cayenne.....	19
Figura 2- Representação esquemática do abacaxizeiro.....	20
Figura 3- Frações do abacaxi.....	21
Figura4- Fluxograma do processamento de suco de abacaxi pasteurizado.....	23
Figura 5- Farinha do resíduo de polpa de abacaxi.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Palavras-chave utilizadas na busca de materiais para elaboração da revisão bibliográfica.....	17
Quadro 2- Composição do suco de abacaxi de acordo com os padrões de identidade e qualidade.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
4.1 AGRICULTURA FAMILIAR	18
4.2 CULTIVO DE ABACAXI NO BRASIL	18
4.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ABACAXI E DO SUCO	21
4.4 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DO SUCO DE ABACAXI.....	23
4.4.1 Higienização	23
4.4.2 Classificação, descascamento, extração e filtração do suco	24
4.4.3 Pasteurização	24
4.4.4 Envase e armazenamento.....	25
4.5 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE SUCO DE ABACAXI E APLICAÇÃO EM ALIMENTOS	26
4.6 COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NO ABACAXI E NO SUCO.....	28
4.6.1 Carotenoides	28
4.6.2 Vitamina C	29
4.6.3 Compostos fenólicos	30
4.7 BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS	31
5 CONCLUSÃO.....	34
6 REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* L.), pertence à Família Bromeliaceae, sendo popularmente conhecido como abacaxi ou ananás. É uma fruta tropical e tem origem na América do Sul, mais precisamente no Brasil e Paraguai. É o fruto do abacaxizeiro, denominado como infrutescência (MANICA, 1999).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), 2021 foi declarado como ano internacional das frutas e vegetais (FAO, 2020). Sabe-se que o Brasil é conhecido por sua grande diversidade de alimentos de origem vegetal, e é responsável por exportar matérias-primas como frutas para diversos países, e que em grande maioria, as frutas são comercializadas *in natura*. É o segundo maior produtor de abacaxis, responsável pela produção de mais de um milhão de toneladas por ano, e de acordo com dados da Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), a exportação brasileira de frutas totalizou um aumento de 16% em 2019. A exportação de abacaxi nos anos 2018 e 2019 apresentou variação de 39%, sendo que em 2019 foram exportadas cerca de 2,3 toneladas de abacaxi enquanto que em 2018 o valor foi de 1,7 toneladas. Entretanto, o processamento de frutas para produzir sucos, geleias, conservas, entre outros, vem crescendo e como consequência, resulta em grande produção de resíduos industriais que contém componentes bioativos. O descarte de frutas inadequadas para comércio por tamanho ou formato irregular também é uma questão importante relacionada à geração de resíduos. Além disso, há também o desperdício de alimentos pelas famílias brasileiras. O brasileiro em média, desperdiça 41,6 quilos de alimentos por ano, a média familiar é de 128,8 quilos. No ranking dos alimentos mais desperdiçados encontra-se o arroz, carne bovina, feijão, frango, hortaliças e as frutas, que correspondem a 4% do total desperdiçado. (CABRAL; JUNGHANS, 2003; ALTENFORD, 2017; IBGE, 2018; EMBRAPA, 2018; ABRAFRUTAS, 2019).

Frutas, dentre elas o abacaxi, são importantes fontes de vitaminas, minerais e fibras e a inclusão destes alimentos na dieta é recomendada pelo guia alimentar brasileiro (BRASIL, 2014). Além destes nutrientes, os compostos fenólicos podem ser encontrados nas frutas, em sua forma livre ou ligados a açúcares, com importância para a saúde humana devido à atuação antioxidante, contribuindo para prevenção de doenças como câncer, processos inflamatórios, entre outros. Os compostos bioativos também estão presentes nas cascas, sementes e bagaços gerados no processamento (ANGELO; JORGE, 2007; HAMINIUK *et al.*, 2012; SILVA *et al.*

2010). Porém, o desempenho antioxidante dos fenólicos no organismo humano depende da absorção destes compostos no intestino, logo, é necessário que os compostos bioativos resistam ao processo de digestão. Sendo assim, o processo de digestão *in vitro* que simula as etapas ocorridas *in vivo*, é necessário para quantificar o teor de polifenóis que se encontram bioacessíveis mesmo após a digestão (GONDIM *et al.* 2005; MOURÃO *et al.* 2005; FERNANDEZ-GARCIA; CARVAJAL-LÉRIDA; PEREZ-GALVEZ, 2009; MCCLEMENTS; LI; XIAO, 2015).

Visando a importância do reaproveitamento de resíduos agroindustriais e a sustentabilidade, torna-se imprescindível a introdução de novas formas de aproveitar componentes biologicamente ativos em resíduos de frutas que seriam descartados. Considerando o abacaxi como um fruto bastante cultivado no país, cujo processamento gera significativa quantidade de resíduos sólidos, é evidente a necessidade e importância de pesquisas nesta área com o objetivo de identificar e caracterizar seu potencial bioativo e de estimular, assim, a valorização e o reaproveitamento do fruto e seus resíduos.

Estudos na literatura avaliaram a viabilidade da produção de abacaxi em diferentes regiões do país, mostrando esta cultura como uma opção para a agricultura familiar (LEAL *et al.* 2009; GUIMARÃES; MATOS, 2012; PONCIANO *et al.* 2006). Documentos da Embrapa também fornecem informações sobre as formas e necessidades para o seu cultivo (MATOS *et al.* 2006; RODRIGUES; BOTELHO, 2009). Além da valorização do produto nacional, estudar o abacaxi ganha uma importância social. Desenvolver estudos sobre abacaxi, seu principal produto o suco e seus resíduos, contribui para desenvolvimento de novos produtos acessíveis a toda população, visto que é um fruto bastante tradicional e de baixo custo no país, incentivando seu consumo e conseqüentemente, o aumento de sua produção, beneficiando não apenas a economia, mas também a geração de emprego e renda por meio da agricultura familiar. Desta forma, esta revisão da literatura apresenta a composição físico-química do abacaxi e do seu suco, abordando a bioacessibilidade dos compostos fenólicos com intuito de valorizar os resíduos gerados durante o processamento de suco de abacaxi e sua aplicação em alimentos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão bibliográfica sobre abacaxi e suco de abacaxi, abordando sua composição físico-química e a bioacessibilidade de compostos fenólicos, bem como a produção de resíduos durante o processamento de suco de abacaxi e a utilização destes resíduos em alimentos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar revisão bibliográfica sobre os seguintes temas:

- Agricultura familiar e cultivo de abacaxi no Brasil;
- Processamento do suco de abacaxi;
- Composição físico-química do abacaxi e do suco;
- Compostos bioativos do abacaxi e do suco;
- Digestão *in vitro* e bioacessibilidade de compostos fenólicos;
- Utilização e valorização dos resíduos de abacaxi.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração desta revisão bibliográfica foram utilizados livros físicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, documentos técnicos e artigos científicos encontrados em bancos de dados como Science Direct, Google Scholar e Scielo, no período de 1999 a 2021. Para realização de busca utilizou-se palavras-chave apresentadas no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Palavras-chave utilizadas na busca de materiais para elaboração da revisão bibliográfica.

Palavras-chave em Português	Palavras-chave em Inglês	Combinações
Compostos fenólicos	Phenolic compounds	Pineapple and phenolic compounds
Bioacessibilidade	Bioaccessibility	Bioaccessibility and phenolic compounds and pineapple
Digestão <i>in vitro</i>	<i>in vitro</i> digestion	<i>In vitro</i> digestion and pineapple
Abacaxi	Pineapple	Compostos fenólicos em abacaxi
Suco de abacaxi	Pineapple juice	Bioacessibilidade e suco de abacaxi
Resíduos de abacaxi	Pineapple waste	Compostos fenólicos e resíduos de abacaxi

Fonte: O próprio autor (2021).

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 AGRICULTURA FAMILIAR

De acordo com o Decreto nº 9.064, de 31 de maio de 2017, uma unidade familiar de produção agrária é definida como um grupo de pessoas composto por familiares, cuja produção é destinada à própria subsistência e para atender as demandas de regiões próximas por alimentos. O decreto também prevê que estas unidades devem ser administradas obrigatoriamente por familiares, sendo que pelo menos metade da força de trabalho familiar deve ser utilizada para geração de renda e na cadeia produtiva (BRASIL, 2017).

A agricultura familiar é responsável pela geração de renda para muitas famílias brasileiras. Conforme o censo agropecuário de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 77% dos estabelecimentos rurais foram classificados como agricultura familiar no Brasil, ocupando 10,1 milhões de brasileiros. Em termos de movimentação econômica, a produção proveniente de agricultura familiar gerou R\$ 107 bilhões de reais, que correspondem a 23% da produção agropecuária total do país (IBGE, 2017). Além disso, o cultivo de abacaxi está diretamente relacionado com o desenvolvimento das regiões produtoras. Nas regiões Norte e Nordeste, o cultivo e a comercialização de abacaxi são responsáveis pela geração de renda e podem ter relação direta com o aumento do Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) destas regiões (CONAB, 2020).

O catálogo de produtos ofertados pela agricultura familiar apresenta uma série de alimentos provenientes desta modalidade de produção por região do país. Legumes, hortaliças, frutas, sucos e poupas de frutas se destacam na produção pela agricultura familiar (BRASIL, 2018).

4.2 CULTIVO DE ABACAXI NO BRASIL

O Brasil é um grande produtor de frutas tropicais, sendo um dos maiores produtores de abacaxi do mundo. As maiores produções de abacaxi ocorrem em locais de clima tropical e subtropical. A temperatura está diretamente relacionada ao desenvolvimento dos frutos, e determina os locais favoráveis para o cultivo. A região Nordeste do Brasil se apresenta muito favorável, obtendo frutos maduros com polpas coloridas e ao mesmo tempo translúcidas, maior tamanho de fruto e coroa, além de melhor aroma, agregando maior valor comercial ao produto se comparado com os frutos produzidos no sul. Para ser considerada adequada, a

temperatura deve variar de 20 a 30°C. O abacaxizeiro pode ser plantado durante o ano todo, preferencialmente entre o final da estação seca e início da chuvosa, sendo que o ciclo entre plantio e colheita do abacaxizeiro pode variar de dezesseis a dezoito meses. O cultivo em regiões mais frias como o Sul do país, onde o ciclo do abacaxizeiro pode ser de até vinte e quatro meses, pode acarretar em frutos danificados pelo frio, aumento do ciclo produtivo e manchas escuras na polpa (MANICA, 1999; MATOS *et al.*, 2013). A variedade mais cultivada no Brasil é a Pérola, correspondendo a cerca de 80% da produção nacional. Pode-se destacar também a produção da segunda variedade mais cultivada, a Smooth Cayenne, no Sudeste do Brasil. Ambas as variedades se encontram representadas na Figura 1 (CABRAL; JUNGHANS, 2003; ALTENFORD, 2017).

Figura 1 - Abacaxi variedade Pérola e abacaxi Smooth Cayenne.

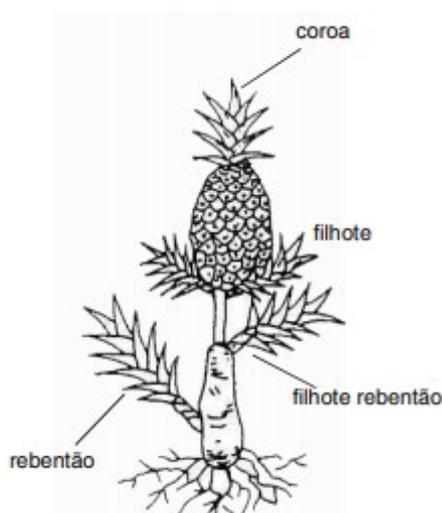


Fonte: (JUNGHANS, 2015; JUNGHANS, 2021)

O abacaxi é proveniente do abacaxizeiro, considerado uma planta herbácea perene, e somente a partir da maturação do primeiro fruto a planta dá origem aos brotos para cultivo de um novo abacaxi. Em geral, o abacaxizeiro pode ter vários ciclos de produção, porém, uma planta produz de duas a três safras apenas, para não afetar o tamanho e qualidade dos frutos (D'EECKENBRUGGE; LEAL, 2002 *apud* BARTHOLOMEW; PAULL; ROHRBACH, 2002). A coroa do abacaxi, que é um dos resíduos gerados no processamento do suco, se desenvolve juntamente com o fruto, e quando este se encontra maduro, a coroa tem a função de findar seu crescimento e pode servir como muda para originar um novo abacaxizeiro. Para o plantio da variedade pérola, utiliza-se como muda os chamados filhotes, enquanto que para

a variedade Smooth Cayenne, os rebentões são utilizados para o plantio. Na Figura 2 pode-se observar o desenho esquemático de um abacaxizeiro (MANICA, 1999; MATOS *et al.*, 2006).

Figura 2 – Representação esquemática do abacaxizeiro.



Fonte: (MATOS *et al.* 2006)

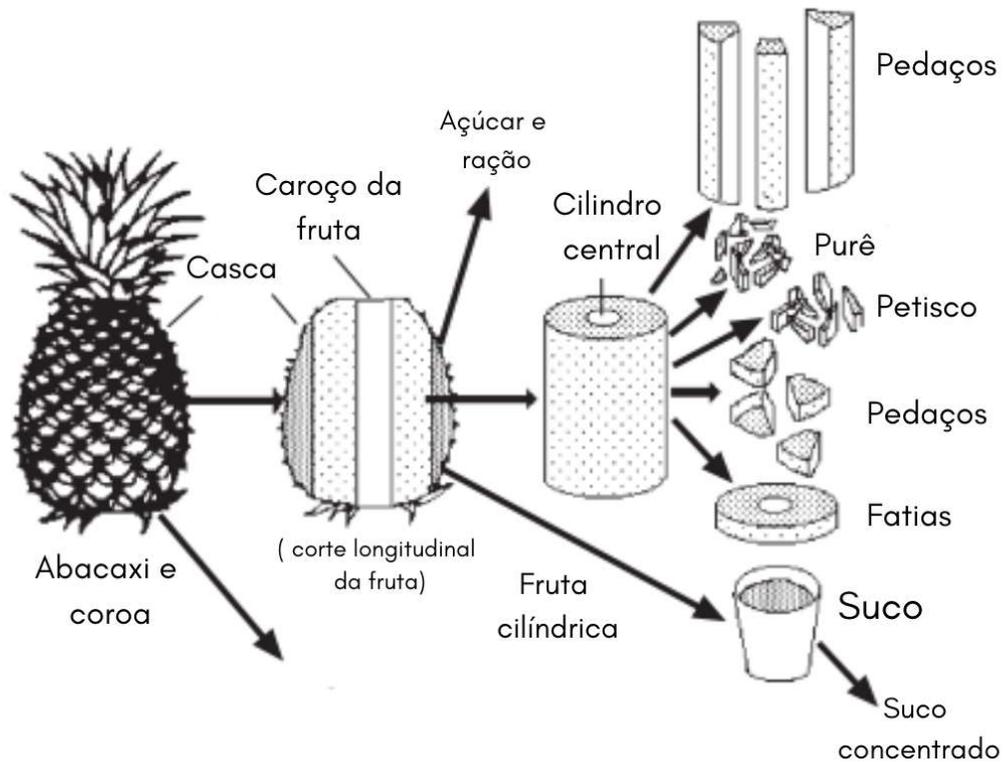
De acordo com dados do IBGE (2018), no levantamento sistemático da produção agrícola, relacionado à produção de abacaxi no ano de 2018, o Brasil produziu cerca de 1 milhão e 767 mil toneladas, 227 mil toneladas a mais que em 2017. A região que apresentou maior produção, neste mesmo período, foi a região Norte, cerca de 600 mil toneladas. Em contrapartida, a região Sul apresentou menor produção de abacaxi, cerca de 20 mil toneladas. Santa Catarina produziu apenas 263 toneladas. O estado com a maior produção neste período foi o Pará, com produção de cerca de 427 mil toneladas.

O abacaxi pode ser comercializado como geleia, suco, na sua forma *in natura* e em conserva. Os subprodutos podem ainda ser utilizados para obtenção de álcool, bromelina e alguns ácidos orgânicos (SILVA, 2007). As frações do abacaxi utilizadas para o processamento de diferentes produtos podem ser observadas na Figura 3.

Existe o predomínio da comercialização de abacaxis *in natura* e tendo em vista esta forma de consumo, Miguel, *et al.* (2007) aplicaram um método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) para avaliar o perfil dos consumidores de abacaxi da variedade pérola. Foi possível observar a partir deste estudo que os consumidores preferem frutos mais doces e

menos ácidos, com aroma característico e ausência de defeitos físicos externos, polpas mais amareladas e o porte grande e médio dos frutos.

Figura 3 – Frações do abacaxi.



Fonte: Adaptado de Rohrbach; Leal; d’Eeckenbrugge (2002) *apud* Bartholomew; Paull; Rohrbach (2002).

4.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ABACAXI E DO SUCO

De acordo com a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2011), a parte comestível do abacaxi (polpa), da variedade *Ananas comosus L.* apresenta pequenas quantidades de tiamina e riboflavina, teor de umidade de 86%, 12% de carboidratos e 1% de fibra alimentar. Entre os minerais presentes (cálcio, magnésio, manganês, fósforo, ferro, potássio e cobre), destaca-se o teor de potássio, de 131 mg/100g, cálcio, com 22 mg/100g, magnésio com 18 mg/100g e fósforo, com 13 mg/100g de fruto.

Fatores como clima, composição do solo, variedade do fruto, condições e época do ano da colheita, afetam a composição do abacaxi. O abacaxi é considerado como boa fonte de açúcares, vitaminas e minerais. Os sólidos solúveis encontrados no abacaxi são glicose e frutose. Por estarem organizados de forma mal distribuída, algumas partes do fruto podem apresentar maior doçura que outras. Os ácidos orgânicos são responsáveis pela acidez total das frutas, no abacaxi encontra-se predominantemente os ácidos cítrico e málico. A composição de vitaminas entre as variedades de abacaxis é bastante variável, apresentando diferentes concentrações de tiamina, riboflavina, ácido ascórbico, niacina e ácido pantotênico. O abacaxi também contém bromelina, uma enzima proteolítica que pode auxiliar o processo de digestão (MANICA, 1999).

Conforme estabelece a Instrução Normativa nº37 do Ministério de Agricultura e Abastecimento (MAPA, 2018), denomina-se suco de abacaxi o obtido da porção comestível do fruto *Ananas comosus L.* por meio de processamento adequado. O suco deve estar adequado aos padrões de identidade e qualidade previstos nesta mesma instrução normativa, e para isso, deve apresentar a seguinte composição descrita no Quadro 2.

Quadro 2- Composição do suco de abacaxi de acordo com os padrões de identidade e qualidade.

Parâmetro	Mínimo	Máximo
Sólidos solúveis em °Brix, a 20°C	11	-
Acidez total expressa em ácido cítrico (g/100g)	0,3	-
Açúcares totais naturais do abacaxi (g/100g)	-	15
Ácido ascórbico (mg/100g)	-	21,5

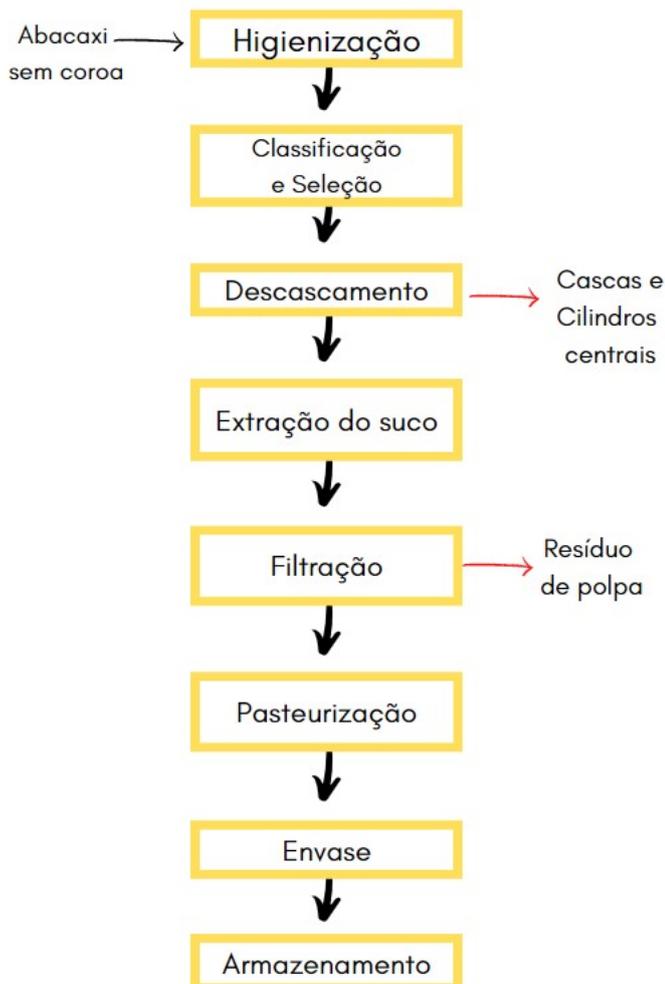
Fonte: BRASIL (2018).

Bamidele e Fasogbon (2017) obtiveram alguns resultados para caracterização de suco de abacaxi. As amostras de suco foram obtidas a partir do fruto descascado e apresentaram pH em torno de 7,9, o teor de sólidos solúveis quantificado foi de 19 °Brix e 0,78% para acidez titulável total. Em relação ao teor de vitamina C, o suco de abacaxi apresentou 17,6 mg/ 100 ml de amostra.

4.4 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DO SUCO DE ABACAXI

O processamento tecnológico realizado com o abacaxi para obtenção de suco pasteurizado é descrito no fluxograma representado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma do processamento de suco de abacaxi pasteurizado.



Fonte: Adaptado de Torrezan (2000).

4.4.1 Higienização

Inicialmente, quando a matéria-prima é recebida na indústria de processamento, os abacaxis passam pela etapa de higienização, crucial na eliminação de contaminantes e sujidades. A limpeza e sanitização consistem na remoção de contaminantes como resíduos de agrotóxicos e sujidades como terra, folhas, pedriscos, entre outros. É importante que o

processo ocorra de início para evitar que corpos estranhos estejam presentes no produto final, ocasionando descarte e também para impedir danos em equipamentos. Na etapa de pré-limpeza os frutos são lavados com água e possuem o auxílio de escovas para remoção das sujidades. Em seguida realiza-se a sanitização dos abacaxis por imersão em água clorada. Todavia, utiliza-se grandes quantidades de água, resultando em elevados volumes de efluentes a serem descartados, não apenas na etapa de higienização, mas no processo como um todo. O abacaxi deve passar por uma etapa de corte anterior a higienização quando o mesmo é recebido com a coroa na indústria, para remoção deste resíduo. Em alguns casos, os frutos podem chegar desprovidos de coroa (TORREZAN, 2000; FELLOWS, 2006; LICODIEDOFF, *et al.*, 2010)

4.4.2 Classificação, descascamento, extração e filtração do suco

Após a limpeza, os abacaxis seguem para remoção das extremidades do fruto, com intuito de remover resquícios da coroa e em seguida ocorre a etapa de classificação. Neste processo, as frutas que não apresentarem a cor desejada ou defeitos como partes estragadas do fruto são removidos. Este processo de seleção dos frutos conforme o padrão desejado ocorre de forma visual pelos manipuladores com o auxílio de esteiras que carregam os frutos. A separação consiste no descascamento, separando a casca da polpa. O descascamento visa remover os resíduos, evitando ao máximo o desperdício. No caso do abacaxi, o descascamento ocorre de forma mecânica, por meio de descascador específico, que remove a casca e o cilindro central do fruto. (TORREZAN, 2000; FELLOWS, 2006).

As polpas de abacaxi seguem para a etapa de extração, que pode ocorrer por meio de aplicação de pressão para liberação do suco, em equipamentos com prensas hidráulicas. Uma vez extraído o suco do abacaxi, o líquido deve passar por um meio filtrante para remover partículas maiores. A remoção destes sólidos clarifica o suco, tornando-o mais límpido (FELLOWS, 2006).

4.4.3 Pasteurização

A pasteurização é considerada um tratamento térmico brando pautado no binômio tempo e temperatura, sua função é eliminar microrganismos deteriorantes e inativar enzimas, prolongando a vida de prateleira dos sucos. Para o suco de abacaxi utiliza-se o trocador de

calor de placas. Resumidamente, o suco passa pela fase de regeneração para ser pré-aquecido, em seguida sofre aquecimento para atingir a temperatura de pasteurização e permanece na fase de retenção durante o tempo estabelecido para o processo. Após este período, o suco é pré-resfriado, seguindo para a refrigeração. Caso o suco não atinja o aquecimento necessário, o equipamento desvia o fluxo novamente para o início do processo. Para minimizar perdas no teor de vitamina C e carotenoides, o oxigênio pode ser removido por exaustão. Outra perda comum para este tipo de produto é a perda de compostos voláteis, responsáveis pelo aroma (FELLOWS, 2006).

Na literatura, diferentes estudos científicos avaliaram os efeitos de tratamentos térmicos sob a atividade enzimática, perda de qualidade sensorial, teor de polifenóis e vitamina C em suco de abacaxi. A aplicação de pré-tratamentos ou tratamentos combinados também foi estudada a fim de reduzir perdas nutricionais e sensoriais no abacaxi como a utilização de tratamentos ultravioleta aliados a tratamento térmico, como possível alternativa à pasteurização, buscando a preservação do teor de fenólicos do suco de abacaxi, testes combinando tratamentos térmicos com aplicação de pressão e aplicação de pré-tratamentos de assistência acústica para preservar os teores de vitaminas e compostos bioativos (RATTANATHANALERK; CHIEWCHAN; SRICHUMPOUNG, 2005; SEW *et al.*, 2014; RODRÍGUEZ *et al.*, 2017; DHAKAL *et al.*, 2018;).

4.4.4 Envase e armazenamento

A escolha da embalagem é um fator importante para o produto, visto que é responsável por manter o suco de abacaxi protegido de contaminações durante o transporte, para que assim, chegue ao consumidor em perfeitas condições. Além disso, a embalagem também tem sua função no marketing da marca, carregando rótulo e informações atrativas ao consumidor final. As embalagens de vidro e plásticas se mostram favoráveis para o envase do suco de abacaxi. Estas últimas são economicamente vantajosas pelo fato de necessitarem menor gasto energético para produção das garrafas, podem ser moldadas de diversas formas conforme necessidades da indústria, possuem boa resistência mecânica, e por serem leves, facilitam e diminuem custos para o transporte. O suco de abacaxi pasteurizado exige portanto, no envase, cuidados para evitar contaminação posterior ao tratamento térmico e é realizado a quente em embalagens previamente higienizadas, bem como a área onde esta operação ocorre.

O produto deve permanecer sob refrigeração até o consumo (FELLOWS, 2006; WURLITZER *et al.*, 2015).

4.5 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DE SUCO DE ABACAXI E APLICAÇÃO EM ALIMENTOS

O Brasil possui uma Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que incentiva a diminuição da produção de resíduos, a práticas de reciclagem e a utilização de tecnologias limpas visando à diminuição dos impactos ambientais. O gerador de resíduos se torna responsável pelo tratamento e destinação corretos dos rejeitos produzidos. Compostagem, reciclagem, reutilização e reaproveitamento dos resíduos são considerados formas de destinação adequadas (BRASIL, 2010).

A indústria de frutas e hortaliças minimamente processadas pode gerar de 30 a 70% de resíduos e os principais resíduos gerados durante o processamento de abacaxi são as cascas, coroas, cilindros centrais e bagaços (MORETTI, 2006; ROGÉRIO *et al.*, 2007). Segundo Sarzi, Durigan e Júnior (2002), o rendimento obtido do abacaxi, variedade pérola, minimamente processado foi em torno de 62% com descascamento manual. Sendo assim, a etapa de remoção da casca e coroa do abacaxi pode gerar 38% de resíduo. Já Oliveira (2016) obteve rendimento de 58% de polpa, 34% de casca e 8% para o miolo do fruto.

O resíduo fibroso proveniente da indústria de suco de abacaxi foi caracterizado por Waughon (2006). Como resultados da composição do resíduo o autor obteve cerca de 30,6% de fibras insolúveis em base seca, cerca de 2% de fibras solúveis, 1,2% de cinzas, 3,3% de proteínas, 0,19% de lipídeos, 36,7 e 25,8% de açúcares redutores e não redutores, respectivamente. Em relação à composição de fibras totais do resíduo, a celulose foi encontrada em maior quantidade. As fibras solúveis são compostas em sua maioria por pectina (88%), sendo 12% de beta-glucanas.

As cascas de abacaxi possuem 78% de umidade, cerca de 15% de carboidratos, 3,9% de fibras e 0,55% de lipídeos. 76,4 mg de cálcio em 100 g de amostra, 62,2 mg de sódio, 26,8 mg de magnésio, 0,7 mg de ferro e 285,8 mg de potássio (GONDIM, *et al.*, 2005).

Amorim (2016) caracterizou farinhas obtidas de resíduos de indústrias que produzem polpa de frutas, dentre elas, farinha de resíduos de abacaxi. A amostra de farinha de resíduos de abacaxi apresentou cerca de 9% de umidade, 28,4% de carboidratos, 55,7% de fibras totais, cerca de 4,3% de proteínas e 0,55% de lipídeos. Neste mesmo estudo, a farinha de resíduos de

abacaxi apresentou cerca de 60 mg de equivalente de ácido gálico/100g para teor de fenólicos totais e 633 mg de ácido ascórbico/g de amostra para atividade antioxidante, indicando considerável potencial antioxidante. A farinha de resíduos de abacaxi também apresentou baixo teor de fatores antinutricionais e se manteve dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação.

Martinez, *et al.* (2012) obtiveram um concentrado de fibras a partir de resíduos do processamento de suco de abacaxi. Apresentaram resultados de atividade antioxidante e teor de fenólicos para o concentrado obtido, sendo 129 mg de equivalente em ácido gálico / 100 g de concentrado. Estes resíduos apresentam elevado teor de fibras, teores consideráveis de compostos fenólicos e boa capacidade antioxidante, se mostrando como um bom ingrediente para uso na indústria de alimentos.

Em relação à composição de fenólicos, Campos *et al.* (2020) avaliaram o impacto das farinhas de resíduo de abacaxi na microbiota do intestino humano. Foi possível quantificar nas farinhas de casca e caule de abacaxi, os compostos fenólicos denominados ácidos ferúlico e cafeico. Sepúlveda *et al.* (2018), avaliaram a quantidade de polifenóis totais em resíduos de abacaxi compostos pelo cilindro central do fruto e as cascas utilizando auto-hidrólise. Encontrou-se o valor de 4% para polifenóis totais, onde o teor máximo de polifenóis totais extraídos foi 1,75 g/ L. Neste mesmo estudo, detectou-se em maior quantidade os ácidos gálico e hidroxibenzóico na maioria dos tratamentos de amostras de extratos hidrolisados. Li *et al.* (2013) detectaram ácido gálico e ácido homogentísico nas cascas de abacaxi.

Visando o reaproveitamento de resíduos gerados no processamento de frutas, diversos estudos na literatura caracterizam cascas, sementes e bagaços e avaliaram possíveis aplicações como ingredientes funcionais, no desenvolvimento de novos produtos, na extração de compostos bioativos e óleos, no desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, produção de essências, extração de enzimas, ração animal, entre outros, agregando valor aos resíduos que seriam descartados e impactariam negativamente o meio ambiente, incentivando a prática da sustentabilidade (LOUSADA JÚNIOR, *et al.* 2006; MORETTI, 2006; FREITAS, 2007; LEMOS, *et al.*, 2010; MOULEHI, *et al.*, 2012; RORIZ, 2012; BARRETO, *et al.*, 2013; BARROS; TOSI; ASSIS, 2017; JUNIOR, 2017; BARRALES, *et al.*, 2018).

Júnior (2017) avaliou a farinha de casca de abacaxi na substituição de gordura em hambúrguer bovino. O autor observou que a farinha de casca de abacaxi tem alto teor de

fibras e compostos fenólicos. Além disso, a farinha obteve bons resultados para uso como substituto de gordura.

Ribeiro (2015) obteve uma bebida a base de casca de abacaxi. Dentre seus resultados, observou que apesar de menor teor de sólidos solúveis, o extrato da casca apresentou maior teor de compostos fenólicos se comparado à polpa. Ainda relatou a partir de análises sensoriais a possibilidade de incorporar 45% de extrato de casca de abacaxi na bebida.

As farinhas de resíduo de abacaxi também podem ser incorporadas em produtos de panificação com o objetivo de melhorar o perfil de nutrientes em bolos e cookies, por exemplo. Lima (2019) e Erkel *et al.* (2015) adicionaram farinha de resíduos de abacaxi em suas formulações de cookies e obtiveram resultados favoráveis para utilização destes resíduos como ingrediente alimentar. Os resíduos utilizados no estudo de Lima (2019) eram de polpa de abacaxi com resquícios de casca, representado na Figura 5, enquanto Erkel *et al.* (2015) utilizaram farinha de casca de abacaxi. Martin *et al.* (2012) formularam um bolo adicionado de suco de resíduos de abacaxi, que incluíram casca, coroa, talo e miolo de abacaxi. A utilização dos resíduos se mostrou bem aceita pelos avaliadores sensoriais e se mostrou uma alternativa para aumentar o teor de fibras do produto, melhorando o aporte nutricional.

Figura 5 – Farinha do resíduo de polpa de abacaxi.



Fonte: Lima (2019).

4.6 COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NO ABACAXI E NO SUCO

4.6.1 Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos responsáveis pela cor amarelo alaranjada dos alimentos. Estruturalmente, derivam da molécula de isopreno. Ao longo de sua cadeia de

carbonos apresentam duplas ligações conjugadas que permitem sua ação como antioxidante. Ligações estas que são capazes de absorver energia livre dos radicais e consequentemente os estabilizam. Por este mesmo motivo, são passíveis de sofrer oxidação quando expostas à luz, calor e ar, podendo sofrer degradações durante processamento e estocagem. Carotenoides são moléculas lipossolúveis e o betacaroteno é sua forma mais comum, cuja coloração é vermelho-alaranjado. Além de ação antioxidante, o betacaroteno pode ser convertido no intestino, por ação enzimática, originando duas moléculas de vitamina A, e por isso desempenha função de pró-vitamina A, além de prevenir outras doenças como cardiopatias e catarata nos olhos. (XIAO; HO, 2019 *apud* DAMODARAN; PARKIN, 2019).

Steingass *et al.* (2020) quantificaram o teor de carotenoides em quatro variedades de abacaxi de Gana. A análise por HPLC encontrou valores entre 29 e 565 $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$. Nas variedades de abacaxi analisadas, detectou-se além do betacaroteno, outros carotenoides como violaxantina.

De acordo com Ferreira *et al.* (2016), o abacaxi pérola contém luteína, criptoxantina e betacaroteno. No abacaxi da variedade Smooth Cayenne além de luteína, criptoxantina e betacaroteno, detectou-se zeaxantina e alfacaroteno. Tanto no abacaxi pérola como na variedade Smooth Cayenne, o betacaroteno foi o carotenoide predominante, quantificado em cerca de 100 e 150 $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$ de amostra seca, respectivamente.

4.6.2 Vitamina C

A vitamina C, também denominada ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel, pode ser convertida em ácido L- desidroascórbico (DHAA) que também apresenta atividade vitamínica, e no isômero L- isoascórbico, que já não apresenta atividade de vitamina C. Por seu caráter hidrofílico pode ser facilmente perdida durante descascamento e corte das frutas. O ácido ascórbico é considerado essencial ao organismo humano e atua como antioxidante. Porém, como ocorre com os carotenoides, a vitamina C pode sofrer oxidação com facilidade quando exposta à luz, calor e oxigênio (GREGORY, 2019 *apud* DAMODARAN; PARKIN, 2019). Uckiah, Goburdhun e Ruggoo (2009) relataram que durante o processamento de suco de abacaxi, a maior perda de vitamina C ocorreu na etapa de descascamento.

Dhokal, *et al.* (2018), desenvolveram um estudo sob a cinética de degradação do ácido ascórbico em sucos de abacaxi quando submetidos a tratamento térmico combinado com pressão. Dentre seus resultados, a amostra controle de suco de abacaxi cru, ou seja, sem

receber processo térmico, apresentou cerca de 55 mg de ácido ascórbico por 100g de suco. Difonzo *et al.* (2019) caracterizaram suco de abacaxi da polpa e da casca e encontraram, para o suco fresco da polpa de abacaxi cerca de 50 mg de ácido ascórbico em 100ml de suco, para a casca prensada, cerca de 40 mg/100 ml. Para o suco fresco de casca moída, obtiveram em torno de 48 mg de ácido ascórbico/ 100 ml de suco. Os teores de ácido ascórbico podem variar conforme a variedade do fruto analisado e o método de quantificação de vitamina C utilizado, visto que cada método possui sua particularidade e diferenças de sensibilidade. Estes conteúdos de vitamina C quantificados no suco de abacaxi e até mesmo no extrato de casca de abacaxi seriam capazes de suprir o valor de ingestão diária recomendado para adultos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que corresponde a 45 mg de ácido ascórbico (BRASIL, 2005).

4.6.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são considerados metabólitos secundários dos vegetais. Sua estrutura é formada por anéis aromáticos cujos substituintes são grupos hidroxilas. Os metabólitos produzidos durante o desenvolvimento e crescimento das plantas podem ser divididos em dois grupos. Os primários atuam em reações normais de desenvolvimento como fotossíntese e respiração. E secundários, formados durante mecanismos de defesa próprios das plantas, como os compostos fenólicos (ANGELO; JORGE, 2007; SILVA *et al.*, 2010; HAMINIUK *et al.*, 2012).

Os compostos fenólicos desempenham ação antioxidante agindo como antioxidantes primários, que doam íons hidrogênio e estabilizam radicais livres, impedindo reações de oxidação. O desempenho antioxidante dos compostos fenólicos pode variar conforme a posição e número de hidroxilas que a molécula possui, além do grau de afinidade e reatividade frente ao agente oxidativo. A atividade antioxidante destes fitoquímicos está relacionada com benefícios para a saúde por meio do consumo regular de alimentos que contenham estas substâncias. Os fenólicos podem atuar auxiliando na prevenção de doenças crônicas como câncer, além de outras oriundas de processos inflamatórios (BLOCK; BARRERA-ARELLANO, 2012; NUNES, 2019).

De acordo com o estudo de Juncal Guzman *et al.* (2021), foram identificados nas amostras de abacaxi desidratado 26 tipos de compostos fenólicos, dentre eles os ácidos gálico, salicílico, cafeico e ferúlico e flavonoides como catequinas, kaempferol e naringenina. A

capacidade antioxidante de abacaxis de diferentes variedades foi observada por Ferreira *et al.* (2016), onde o abacaxi Pérola apresentou 17% de porcentagem de inibição na avaliação da atividade antioxidante enquanto o abacaxi da variedade Smooth Cayenne resultou em 13%. Em relação ao teor de compostos fenólicos, os resultados obtidos foram cerca de 85 e 71 mg ácido gálico/ 100g, para as duas variedades, respectivamente.

Em relação aos efeitos na saúde, encontram-se na literatura alguns estudos avaliando o potencial antiproliferativo de compostos fenólicos presentes em frutas e também em seus resíduos. Frutas como morango, romã e amora possuem, em sua composição fenólica, compostos que também estão presentes no abacaxi, e mostraram efeitos na inibição de células de câncer de cólon e de colo de útero (RODRIGUES, *et al.* 2020). O extrato de casca de abacaxi mostrou efeito de inibição em células de câncer de pulmão e cólon e o caroço de manga, cujo principal fenólico identificado também está presente no abacaxi e em sua casca, mostrou potencial antiproliferativo frente às células de câncer de cólon (LI, *et al.*, 2013; BALLESTEROS-VIVAS *et al.*, 2019).

4.7 BIOACESSIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Diferentemente de biodisponibilidade, que se refere à quantidade de determinado nutriente ou substância que efetivamente é absorvida e atinge a corrente sanguínea, sendo distribuída e utilizada pelo organismo, o termo bioacessibilidade significa quantidade ou fração de um nutriente ou substância, que após a digestão no organismo é capaz de migrar da matriz alimentar e se tornar disponível para a absorção na mucosa intestinal. Ou seja, é a fração do componente que resiste às etapas de digestão na boca, no estômago e no intestino, se tornando então, disponível para absorção sistêmica (MOURÃO *et al.*, 2005; MCCLEMENTS; LI; XIAO, 2015).

Métodos *in vivo* e *in vitro* podem ser utilizados para determinação de bioacessibilidade, porém, o método *in vivo* envolve questões éticas, além de demandar maior gasto e quando se trabalha com seres humanos, controlar as variáveis se torna mais difícil. Dentre os diferentes métodos para análise *in vitro*, tem-se Minekus *et al.* (2014), que desenvolveram um método internacional para realização de digestão *in vitro*, simulando as condições em que a digestão ocorre no organismo humano. Este tem as etapas padronizadas, possibilitando a comparação entre diferentes experimentos. As condições fisiológicas da digestão são simuladas *in vitro*, variando pH, concentrações das enzimas e sais envolvidos no processo de digestão (MINEKUS *et al.*, 2014).

O cálculo do índice de bioacessibilidade (%) é realizado a partir da Equação 1:

$$IB = \frac{[\text{polifenóis restantes no fluido instestinal pós digestão}]}{[\text{polifenóis totais iniciais no alimento}]} \times 100 \quad (1)$$

De acordo com Campos *et al.* (2020), a digestão *in vitro* de farinhas de resíduos de abacaxi resultou em diminuição do teor de polifenóis totais após a digestão em virtude da perda de atividade dos compostos fenólicos livres. Neste mesmo estudo, a atividade antioxidante também foi avaliada e seu aumento foi observado após o processo de digestão das farinhas, estando associado à liberação de fenólicos com maior poder antioxidante. Attri, *et al.* (2017), também avaliaram capacidade antioxidante e teor de polifenóis totais em sucos de frutas após digestão *in vitro*, porém, as amostras não eram de sucos frescos, e sim de sucos industrializados. A amostra de suco de abacaxi mostrou aumento do conteúdo de polifenóis na fase intestinal, os resultados do estudo indicam que a liberação de compostos fenólicos ocorre principalmente nesta fase. A atividade antioxidante demonstrou comportamento crescente durante a digestão. Os autores comentam que este comportamento pode indicar maior liberação de antioxidantes na mucosa intestinal do que o esperado. Conforme Juncal Guzman *et al.* (2021), o teor de compostos fenólicos em abacaxi desidratado foi maior na fase intestinal quando comparado a fase gástrica e a porcentagem de bioacessibilidade relatada pelos autores foi de cerca de 46%.

O método de digestão *in vitro* também é aplicado em análises com sucos de outras frutas. Silveira (2019) avaliou de acordo com a metodologia de Minekus *et al.* (2014) com algumas adaptações o efeito da digestão *in vitro* no teor de polifenóis presentes nos sucos e cascas de laranja e limão. Após a digestão, o teor de polifenóis de ambas as frutas sofreu diminuição, assim como a atividade antioxidante. Já as cascas, mostraram aumento no teor de polifenóis durante o processo de digestão. As variações na atividade antioxidante e bioacessibilidade dos compostos fenólicos podem justificar-se pelo fato de que são sensíveis ao pH intestinal, e assim podem sofrer modificações conformacionais que afetam diretamente suas propriedades químicas (BERMÚDEZ-SOTO; TOMÁS-BARBERÁN; GARCÍA-CONESA, 2007). He *et al.* (2017) analisaram os sucos de vinte e duas frutas, observando o efeito da digestão *in vitro* no teor de polifenóis e na atividade antioxidante. Os autores mencionaram que a digestão *in vitro* afetou tanto o teor de polifenóis quanto a atividade antioxidante. Ambos aumentaram após o processo de digestão *in vitro*. Sentrandeu *et al.* (2020) avaliaram o efeito da homogeneização em alta pressão e a pasteurização na

bioacessibilidade do suco de tangerina. A pasteurização afetou positivamente a bioacessibilidade de flavonoides e a homogeneização em alta pressão melhorou a bioacessibilidade de carotenoides do suco, relacionado com mudanças de conformação que podem ter facilitado o acesso das enzimas digestivas.

5 CONCLUSÃO

O abacaxi e o suco obtido de sua fração comestível são constituídos de ácidos orgânicos como os ácidos cítrico e málico, de fibras, açúcares e minerais, além de possuir carotenoides, principalmente betacaroteno, ácido ascórbico e compostos fenólicos como os ácidos ferúlico, cafeico e gálico.

A partir desta revisão bibliográfica, foi possível observar que os resíduos do processamento de abacaxi podem ser aplicados em diversas áreas como de ração, fármacos e alimentos, com potencial para serem utilizados como ingrediente funcional, na substituição de gordura, por exemplo, e no desenvolvimento de novos produtos com preços acessíveis.

Dentre os estudos observados, as farinhas de resíduo de abacaxi apresentaram conteúdo fenólico, atividade antioxidante e elevados teores de fibras, que podem valorizar estes tipos de resíduo, diminuindo também o descarte de resíduos sólidos pelas indústrias processadoras de polpas e geleias, por exemplo. Além disso, a comercialização de produtos alimentares adicionados destes ingredientes funcionais refletiria economicamente de forma positiva, em razão do maior valor agregado a estes produtos, reduzindo os gastos da indústria com tratamento dos resíduos que seriam destinados ao descarte.

O apelo e incentivo para a redução no descarte de resíduos sólidos no meio ambiente também se mostra cada vez mais importante para reduzir os impactos ambientais. A realização e divulgação de trabalhos científicos de caracterização e aplicação resíduos de frutas têm papel importante no incentivo a práticas de reaproveitamento de frações que seriam apenas descartadas, mesmo contendo compostos benéficos à saúde. Além disso, ocasionariam maior incentivo no consumo de frutas, que podem atuar na prevenção de doenças, desencadeando também aumento da produção destes insumos, gerando maior oferta de emprego e renda para famílias que sobrevivem de agricultura.

Poucos estudos sobre bioacessibilidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante utilizando abacaxi foram encontrados, indicando a necessidade de mais estudos dentro desta área, para avaliar os efeitos da digestão *in vitro* nos fenólicos presentes tanto no abacaxi como no suco e em seus resíduos. Análises *in vitro* e estudos *in vivo* são importantes para avaliar se os efeitos dos polifenóis se comportam de maneira semelhante, visto que no organismo humano as reações são mais complexas e diversos fatores podem afetar a biodisponibilidade e bioacessibilidade destes fitoquímicos.

6 REFERÊNCIAS

- ABRAFRUTAS. Associação Brasileira de Produtores Exportadores de Frutas e derivados. **Estatística de exportações de frutas em 2019**. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2020/01/28/8825/> Acesso em: 18 abr. 2020.
- ABRAFRUTAS. Associação Brasileira de Produtores Exportadores de Frutas e derivados. Artigo: porque a questão de resíduos alimentares é mais importante do que nunca. 2019. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/10/14/por-que-a-questao-de-residuos-alimentares-e-mais-importante-do-que-nunca/> Acesso em: 18 abr. 2020.
- ALTENFORD, S. Global prospects for major tropical fruits. **Food outlook**. p. 69-81, 2017.
- AMORIM, Q.S. **Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.
- ANGELO, P.M, JORGE N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n.1, p. 1-9, 2007.
- ATTRI, S. *et al.* Effect of in vitro gastric and pancreatic digestion on antioxidant potential of fruit juices. **Food Bioscience**, v. 17, p. 1-6, 2017.
- BALLESTEROS-VIVAS, D. *et al.* An integrated approach for the valorization of mango seed kernel: efficient extraction solvent selection, phytochemical profiling and antiproliferative activity assessment. **Food Research International**, v. 126, p. 108616, 2019.
- BAMIDELE, O.P.; FASOGBON, M.B. Chemical and antioxidant properties of snake tomato (*Trichosanthes cucumerina*) juice and Pineapple (*Ananas comosus*) juice blends and their changes during storage. **Food Chemistry**, v. 220, p. 184-189, 2017.
- BARRALES, F.M. *et al.* Recovery of phenolic compounds from citrus by-products using pressurized liquids — An application to orange peel. **Food And Bioproducts Processing**, v. 112, p.9-21, 2018.
- BARRETTO, L.C.O. *et al.* Characterization and extraction of volatile compounds from pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) processing residues. **Food Science And Technology (Campinas)**, v. 33, n. 4, p. 638-645, 2013.
- BARROS, T.T; TOSI, M.M; ASSIS, O.B.G. Aproveitamento de rejeitos da cadeia hortofrutícola no processamento de plásticos biodegradáveis. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, p. 215-229, 2017.
- BERMÚDEZ-SOTO, M.J.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GARCÍA-CONESA, M.T. Stability of polyphenols in chokeberry (*Aronia melanocarpa*) subjected to *in vitro* gastric and pancreatic digestion. **Food Chemistry**, v. 102, n. 3, p. 865-874, 2007.
- BLOCK, J.M.; BARRERA-ARELLANO, D. (Ed.). **Temas selectos en aceites y grasas**. São Paulo: Blucher, 2012. 2 v.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 269 de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da União**. Brasília, 23 set. 2005. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html> Acesso em: 02 fev. 2020.

BRASIL, Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos. Brasília, 02 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 14 jan. 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável. **Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde**. 2 ed. Brasília, 2014. 156 p.

BRASIL, Decreto nº 9.064 de 31 de maio de 2017. Dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária, institui o Cadastro Nacional da Agricultura Familiar e regulamenta a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e empreendimentos familiares rurais. Brasília, 31 mai. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm> Acesso em: 18 jan. 2021.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 37, de 1º de outubro de 2018. Estabelece na forma dos anexos os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas e a listagem das frutas e demais quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade já fixados pelo Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da IN MAPA nº 49, de 26 de setembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 out. 2018. Seção 1, p.23.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social. Catálogo de produtos ofertados pela agricultura familiar. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, 2018. 136 p.

CABRAL, J.R.S; JUNGHANS, D.T; **Variedades de abacaxi**. Circular técnica 63. Bahia, Embrapa mandioca e fruticultura, 2003. 4p.

CAMPOS, D.A. *et al.* Impact of functional flours from pineapple by-products on human intestinal microbiota. **Journal Of Functional Foods**, v. 67, p.103-830, 2020.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. A participação do abacaxi no desenvolvimento econômico nas regiões produtoras. Compêndio de estudos CONAB, Brasília, 2020. v. 24, 43p.

D'EECKENBRUGGE, G.C; LEAL, F. Morphology, Anatomy and Taxonomy. In: BARTHOLOMEW, D.P; PAULL, R.E.; ROHRBACH, K.G. **The Pineapple: Botany, Production and Uses**. USA: CABI Publishing, 2002, p. 13-32.

DHAKAL, S. *et al.* Kinetic modeling of ascorbic acid degradation of pineapple juice subjected to combined pressure-thermal treatment. **Journal Of Food Engineering**, v. 224, p. 62-70, 2018.

DIFONZO, G. *et al.* Characterisation and classification of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) juice from pulp and peel. **Food Control**, v. 96, p. 260-270, 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Intercâmbio Brasil–União Europeia sobre desperdício de alimentos**. 2018. 40p.

ERKEL, A. *et al.* Utilização da farinha de casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. **Revista UNIABEU**, Belford Roxo, v. 8, n. 19 p. 272-288, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United States. Fruit and vegetables – your dietary essentials. The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper. Rome, 2020. 82 p.

FELLOWS, P.J. Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática. 2 ed. Porto Alegre. Artmed, 2006.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E; CARVAJAL-LÉRIDA, I; PÉREZ-GÁLVEZ, A. *In vitro* bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. **Nutrition Research**, v. 29, n. 11, p. 751-760, 2009.

FERREIRA, E.A. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity of pineapple fruit of different cultivars. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, São Paulo, v. 38, n. 3, e-146. 2016.

FREITAS, L.S. **Desenvolvimento de procedimentos de extração do óleo de semente de uva e caracterização química dos compostos extraídos**. 2007. 227 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GONDIM, J.A.M. *et al.* Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.4, p. 825-827, 2005.

GUIMARÃES A.R; MATOS, P.F. **A produção de abacaxi como forma de (re)organização produtiva da agricultura familiar em monte alegre de minas – MG**. XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária; Uberlândia. 2012.

GREGORY, J.F. Vitaminas. In: DAMODARAN, S; PARKIN, K.L. **Química de alimentos de Fennema**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. p. 539-623.

HAMINIUK, C.W. I. *et al.* Phenolic compounds in fruits - an overview. **International Journal Of Food Science & Technology**, v. 47, n. 10, p.2023-2044, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1612#resultado>. Acesso em: 21 abr. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. Resultados definitivos: Brasil, grandes regiões, e unidades de federação. Agricultura familiar. 2017.

JUNCAL-GUZMAN, D *et al.* In vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation of phenolic compounds in UV-C irradiated pineapple (*Ananas comosus*) snack-bars. **Lwt**, v. 138, p. 110636, 2021.

JUNIOR, W. J. R. **Utilização de farinha da casca do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) para desenvolvimento de hambúrguer bovino com teor reduzido de gordura.** 2017. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

JUNGHANS, D.T. Abacaxi pérola: Imagens do abacaxizeiro Pérola, cultivar tradicional do território brasileiro. 2015. Banco de imagens Embrapa, Embrapa Mandioca e fruticultura. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/2276012/abacaxi-perola>> Acesso em: 14 jan. 2021.

JUNGHANS, D.T. Abacaxi Smooth Cayenne(havaiano): Cultivar de abacaxizeiro Smooth Cayenne, também chamada de 'Havai' ou 'havaiano', a mais utilizada mundialmente para processamento (suco, fatias, etc). 2021. Banco de imagens Embrapa. Embrapa Mandioca e fruticultura. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/5455016/abacaxi-smooth-cayenne-havaiano>>Acesso em: 14 jan. 2021.

LEAL, A. J.F. *et al.* Viabilidade econômica do cultivo de abacaxi no arenito Caiuá, região noroeste do Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 2, 2009.

LEMOS, D.M. *et al.* Composição físico-química de resíduos de abacaxi in natura e desidratado. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.2, p.53-56, 2010.

LI, F. *et al.* Antiproliferative activity of peels, pulps and seeds of 61 fruits. **Journal Of Functional Foods**, v. 5, n. 3, p. 1298-1309, 2013.

LICODIEDOFF, S. *et al.* Geléia de abacaxi: influência do tipo de pectina nas alterações físico-químicas durante o armazenamento. Comunicado técnico 143. Embrapa: Bahia, 2010. 9 p.

LIMA, A.B.M. **Obtenção de farinha de abacaxi a partir da secagem dos resíduos agroindustriais da fruta para aplicação em formulações de cookies.** 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química)- Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

LOUSADA JÚNIOR, J.E. *et al.* Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.1, p.70-76, 2006.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 5. Abacaxi.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 1999. 501p.

MARTIN, J.G.P. *et al.* Avaliação sensorial de bolo com resíduo de casca de abacaxi para suplementação do teor de fibras. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.3, p.281-287, 2012.

MARTÍNEZ, R. *et al.* Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, n. 3, p. 1520-1526, 2012.

MATOS, *et al.* A cultura do abacaxi . Coleção Plantar 49. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2. ed. rev. e amp. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 91 p.

MATOS, *et al.* Abacaxi : o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 196 p.

MCCLEMENTS, D.J; LI, F; XIAO, H. The Nutraceutical Bioavailability Classification Scheme: Classifying Nutraceuticals According to Factors Limiting their Oral Bioavailability. **Annual Review Of Food Science And Technology**, v. 6, n. 1, p.299-327, 2015.

MIGUEL, A.C.A. *et al.* Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi 'Pérola'. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 563-569, 2007.

MINEKUS, M. *et al.* A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food-an international consensus. **Food & Function**, v. 5, p. 1113–1124, 2014.

MOULEHI, I. *et al.* Variety and ripening impact on phenolic composition and antioxidant activity of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and bitter orange (*Citrus aurantium* L.) seeds extracts. **Industrial Crops And Products**, v. 39, p.74-80, 2012.

MOURÃO, D.M. *et al.* Biodisponibilidade de vitaminas lipossolúveis. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 4, p.529-539,2005.

MORETTI, C.L. Aproveitamento de resíduos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL DE PROCESSAMENTO MÍNIMO, 4. 2006. São Pedro/SP. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/adubacao/livros/APROVEITAMENTO%20DE%20RESIDUOS%20DO%20PROCESSAMENTO%20MINIMO%20DE%20FRUTAS%20E%20HORTALICAS.pdf> Acesso em: 18 jan. 2021.

NUNES, I. L. **Antioxidantes**. 2019. Florianópolis. Notas de aula.

OLIVEIRA, D. **Avaliação das características físico-químicas das frações de suco de abacaxi (ananas comosus (L.)) Obtido por arraste a vapor**. 2016. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

PONCIANO, N.J. *et al.* Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas comosus* L.) cultivar perola na região norte fluminense. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, p. 82-91, 2006.

RATTANATHANALERK, M; CHIEWCHAN, N; SRICHUMPOUNG, W. Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. **Journal Of Food Engineering**, v. 66, n. 2, p. 259-265, 2005.

RIBEIRO, L.M.S. **Aproveitamento de subprodutos do processamento de Abacaxi**. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

RODRIGUES, C. A. *et al.* Rapid extraction method followed by a d-SPE clean-up step for determination of phenolic composition and antioxidant and antiproliferative activities from berry fruits. **Food Chemistry**, v. 309, p. 125694, 2020.

RODRIGUES, J.E.L; BOTELHO, S.M. Sistema de produção de abacaxi para a agricultura familiar na região do Marajó. 2009.

RODRÍGUEZ, O. *et al.* Effect of acoustically assisted treatments on vitamins, antioxidant activity, organic acids and drying kinetics of pineapple. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 35, p. 92-102, 2017.

ROGÉRIO, M.C.P. *et al.* Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 773-781, 2007.

ROHRBACH, K.G; LEAL, F; D'EECKENBRUGGE, G.C. History, Distribution and World Production. In: BARTHOLOMEW, D.P; PAULL, R.E; ROHRBACH, K.G. **The Pineapple: Botany, Production and Uses**. USA: CABI Publishing, 2002, p. 1-12.

RORIZ, R.F.C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das centrais de abastecimento do estado de goiás s/a para alimentação humana**. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SARZI, B; DURIGAN, J.F; ROSSI JÚNIOR, O.D. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi-'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 376-380, 2002.

SENTANDREU, E. *et al.* High-pressure homogenization as compared to pasteurization as a sustainable approach to obtain mandarin juices with improved bioaccessibility of carotenoids and flavonoids. **Journal Of Cleaner Production**, p.121325, 2020.

SEPÚLVEDA, L. *et al.* Valorization of pineapple waste for the extraction of bioactive compounds and glycosides using autohydrolysis. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 47, p. 38-45, 2018.

SEW, C.C. *et al.* Effects of combining ultraviolet and mild heat treatments on enzymatic activities and total phenolic contents in pineapple juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 26, p. 511-516, 2014.

SILVA, M. L. C. *et al.* Compostos fenólicos, caratenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, W.C. (Ed.) **Sistema de produção para a cultura do abacaxi no Estado de Rondônia**. Sistema de produção 27. 1.ed. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2007, 39 p.

SILVEIRA, K. G. **Caracterização físico-química e bioacessibilidade de compostos fenólicos de sucos e cascas de laranja e limão**. 2019. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

STEINGASS, C.B. *et al.* HPLC-DAD-APCI-MS analysis of the genuine carotenoid pattern of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) infructescence. **Food Research International**, v. 127, p. 108-709, 2020.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação. Universidade Estadual de Campinas. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011, 161 p.

TORREZAN, R. Recomendações técnicas para a produção de frutas em calda em escala industrial. Documentos, 41. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2000. 39 p.

UCKIAH, A.; GOBURDHUN, D.; RUGGOO, A. Vitamin C content during processing and storage of pineapple. **Nutrition & Food Science**. v. 39. p. 398-412. 2009.

WAUGHON, T.G.M **Caracterização e processamento do resíduo fibroso gerado na industrialização do suco de abacaxi**. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

WURLITZER, N.J. *et al.* Obtenção de Sucos Mistos de Frutas Tropicais com Alto Teor de Polifenóis e Capacidade Antioxidante. Comunicado técnico 213. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2015. 6 p.

XIAO, H; HO, C. Substâncias bioativas: nutraceuticas e tóxicas. In: DAMODARAN, S; PARKIN, K.L. **Química de alimentos de Fennema**. 5 ed. Porto Alegre: Artimed, 2019. p. 863-905.