REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO E QUIMIOMÉTRICO DE POLPAS INDUSTRIALIZADAS DE ABACAXI (*Ananas comosus* L.) DO PARÁ

PHYSICOCHEMICAL AND CHEMOMETRIC STUDY OF INDUSTRIALIZED PINEAPPLE (*Ananas comosus* L.) PULPS FROM PARÁ

ESTUDIO FISICOQUÍMICO Y QUIMIOMÉTRICO DE PULPAS INDUSTRIALIZADAS DE PIÑA (*Ananas comosus* L.) DEL PARÁ

Gustavo Valente Costa
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil
E-mail**:** gustavo.costa@ics.ufpa.br

Caio Henrique Borges Lima
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil
E-mail: caio.borges18@gmail.com

Caique Douglas Pantoja Gomes
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil
E-mail: caique.gomes@ics.ufpa.br

Leandro Souza de Miranda
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil
E-mail: leandro.miranda@ics.ufpa.br

Leonardo Vinicius Araújo Pasini
Graduando em Farmácia, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil
E-mail: leopasini1212@gmail.com

Ewerton Carvalho de Souza
Doutor em Química Analítica, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Brasil
E-mail: ewerton.carvalho@ufra.edu.gov.br

Antonio dos Santos Silva
Doutor em Química Analítica, Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil
E-mail: ansansilva47@gmail.com

Resumo
O abacaxi é uma fruta amplamente consumida no Brasil e possui forte relevância agrícola, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, com o Pará ocupando posição de destaque na produção nacional. A ampla disponibilidade da fruta favorece o mercado de polpas industrializadas, produtos cada vez mais presentes na alimentação cotidiana. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo avaliar as características físicas, físico-químicas e quimiométricas de diferentes marcas de polpas industrializadas de *Ananas comosus* L. produzidas no Pará. Foram analisados parâmetros como pH, densidade, umidade, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais, acidez titulável e ratio,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

além da aplicação de análises quimiométricas para melhor interpretação dos dados obtidos. Os resultados demonstraram diferenças relevantes entre as marcas avaliadas, especialmente quanto aos sólidos solúveis, acidez e condutividade elétrica, parâmetros diretamente relacionados à maturação, composição e processamento da fruta. As análises multivariadas permitiram a formação de agrupamentos distintos entre as marcas, evidenciou padrões específicos e diferenças significativas no perfil químico de cada produto. Concluiu-se que existe variabilidade importante entre as polpas industrializadas analisadas e que o uso combinado de métodos físico-químicos e quimiométricos é eficaz para avaliar a qualidade e orientar melhorias no processo produtivo.
Palavras-chave: Físico-química, Quimiometria, Abacaxi.

Abstract
Pineapple is a widely consumed fruit in Brazil and holds strong agricultural relevance, especially in the North and Northeast regions, with Pará standing out in national production. The wide availability of the fruit favors the market for industrialized pulps, products that are increasingly present in daily diets. In this context, the study aimed to evaluate the physical, physicochemical, and chemometric characteristics of different brands of industrialized pulps of Ananas comosus L. produced in Pará. Parameters such as pH, density, moisture, electrical conductivity, total soluble solids, titratable acidity, and ratio were analyzed, in addition to applying chemometric analyses to better interpret the data obtained. The results showed relevant differences among the evaluated brands, especially regarding soluble solids, acidity, and electrical conductivity, parameters directly related to fruit ripening, composition, and processing. Multivariate analyses allowed the formation of distinct groupings among the brands, revealing specific patterns and significant differences in the chemical profile of each product. It was concluded that there is important variability among the industrialized pulps analyzed and that the combined use of physicochemical and chemometric methods is effective for assessing quality and guiding improvements in the production process.
Key words: Physicochemical, Chemometrics, Pineapple.

Resumen
La piña es una fruta ampliamente consumida en Brasil y posee una fuerte relevancia agrícola, especialmente en las regiones Norte y Nordeste, con Pará ocupando una posición destacada en la producción nacional. La amplia disponibilidad de la fruta favorece el mercado de pulpas industrializadas, productos cada vez más presentes en la alimentación cotidiana. En este contexto, el estudio tuvo como objetivo evaluar las características físicas, fisicoquímicas y quimiométricas de diferentes marcas de pulpas industrializadas de Ananas comosus L. producidas en Pará. Se analizaron parámetros como pH, densidad, humedad, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales, acidez titulable y ratio, además de la aplicación de análisis quimiométricos para una mejor interpretación de los datos obtenidos. Los resultados demostraron diferencias relevantes entre las marcas evaluadas, especialmente en cuanto a los sólidos solubles, la acidez y la conductividad eléctrica, parámetros directamente relacionados con la maduración, composición y procesamiento de la fruta. Los análisis multivariados permitieron la formación de agrupamientos distintos entre las marcas, evidenciando patrones específicos y diferencias significativas en el perfil químico de cada producto. Se concluyó que existe una variabilidad importante entre las pulpas industrializadas analizadas y que el uso combinado de métodos fisicoquímicos y quimiométricos es eficaz para evaluar la calidad y orientar mejoras en el proceso productivo.
Palabras clave: Fisicoquímica, Quimiometría, Piña.

1. Introdução

O abacaxi é uma fruta amplamente apreciada em diversos países ao redor do globo, não apenas por suas características únicas, mas também pela valorização de suas propriedades nutritivas, sendo uma fruta originada na

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

América tropical e subtropical, com grande probabilidade de ter surgido no Brasil, sendo que seu cultivo é executado em larga escala nas regiões tropicais (Piedade; Canniatti-Brazaca, 2003).

As polpas de frutas, como as de abacaxi, costumam ser uma forma de conservação do produto para que este seja consumido em épocas de entressafras e/ou em regiões onde não se tem a fruta in natura. Todavia, as propriedades físico-químicas do produto são importantes para garantir a qualidade dele.

No Pará, Estado com elevada produção dessa fruta, existem apenas três indústrias que elaboram polpas que são amplamente comercializadas, principalmente nas redes de grandes supermercados, e consumidas de diversas forma: bolos, sorvetes, cremes e, principalmente sucos.

O objetivo do presente estudo foi avaliar propriedades físico-químicas de polpas industrializadas de Abacaxi (*Ananas comosus* L.), produzidas em três indústrias do Pará, e descriminá-las empregando estatística multivariada.

2 Referencial Teórico

2.1 O Abacaxi e a Legislação

Segundo Pacheco *et al*. (2022), o abacaxi ou ananás, é uma planta perene, da família Bromeliaceae, sendo seus frutos categorizados como não climatéricos, apresentando em torno de 2.700 espécies, distribuídas em 56 gêneros, além disso, o fruto é constituído de 100 a 200 frutilhos, inseridos sobre uma haste central em disposição espiralada e intimamente unidos entre si. O ápice do abacaxi tem um tufo de folhas, também chamado de coroa, e sua forma é cilíndrica ou cônica, com massa variando de 1 kg a 3 kg.

A espécie *A. Comosus,* da família Bromeliaceae, é a mais importante economicamente e mais amplamente cultivada (Manetti *et al*., 2009), e os retornos econômicos que sua cultura normalmente proporciona, quando conduzida adequadamente, deve-se destacar a sua relevância social, evidenciada pela elevada absorção de mão de obra rural. Ademais, o gênero Ananas possui

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

ampla diversidade genética, principalmente no Brasil, um dos centros de origem e dispersão dessas bromeliáceas (de Souza *et al*., 2012).

A diversidade genética, porém, ainda não foi totalmente explorada, apesar da sua capacidade de produzir uma variedade de produtos, tais como: frutos para consumo in natura, sucos, doces, geleias, compotas, polpas, fibras, enzimas de ação proteolítica e metabólitos secundários, além do potencial ornamental (de Souza *et al*., 2012).

Diferentes partes das plantas de abacaxizeiros podem ser utilizadas comercialmente, sendo que esse gênero se destaca também na produção de fibras, para a fabricação de material rústico, como cordas e tecidos (de Moura; de Vasconcelos, 2022), enzimas de ação proteolítica (Maurer, 2001) e metabólitos secundários com atividades biológicas antioxidantes e de grande valor para a indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia (Manetti *et al*., 2009), além do seu grande potencial ornamental (Chan, 2005). Porém, o principal produto da cultura é o fruto para consumo in natura, sucos, doces, geleias, compotas, polpas, entre outros (Granada *et al*., 2004).

O Brasil é um dos principais centros de diversidade genética do abacaxi porque, além de *Ananas comosus* (L.) todas as variedades são encontradas nas formas silvestres ou cultivadas em várias regiões brasileiras (Ferreira; Cabral, 1992).

Em termos de Brasil, a região maior produtora de abacaxi é a Nordeste, que contribuiu com 34,9 % da safra nacional no ano de 2022, seguida bem de perto pela região Norte, com uma contribuição de 34,3 % da safra. Já em termos de contribuição estadual, o Estado do Pará foi o maior produtor nacional de abacaxi em 2022, tendo sido colhidos 350.018 mil frutos de abacaxi, como demonstra a Tabela 1 (IBGE, 2022).

O sabor do abacaxi é conferido especialmente pelos açúcares, ácidos e compostos voláteis componentes da polpa do fruto, sendo que os açúcares abrangem a maior fração, em especial sacarose, frutose e glicose (Cunha, 1999), e a qualidade dos frutos no pós-colheita é essencialmente determinada no momento da colheita (Nunes, 2013).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

Tabela 1. Produção de abacaxi no Brasil, no ano de 2022

Estado	Area colhida (ha)	Produção (mil frutos)	Estado	Area colhida (ha)	Produção (mil frutos)
Pará	14.168	350.018	Mato Grosso	1.374	34.859
Paraíba	9.174	275.095	Sergipe	1.111	31.674
Minas Gerais	5.295	155.065	Pernambuco	1.354	28.398
Rio de Janeiro	4.334	113.442	Rondônia	1.007	21.466
Tocantins	4.867	103.596	Paraná	434	10.483
São Paulo	2.521	72.987	Amapá	1.320	9.860
Rio Grande do Norte	2.415	63.405	Acre	522	6.319
Maranhão	2.464	56.687	Mato grosso do Sul	293	6.178
Alagoas	2.371	48.813	Roraima	416	5.495
Espírito Santo	2.246	46.270	Rio Grande do Sul	271	4.638
Bahia	2.407	38.177	Ceará	49	1.109
Amazonas	2.101	37.562	Santa Catarina	12	345
Goiás	1.615	35.522	Distrito Federal	6	198
Brasil	64.147	1.558.201	Piauí	-	-

Fonte: IBGE (2022), adaptado.

Ao ser removido da planta, o fruto tem que usar suas próprias reservas durante o período pós-colheita, sendo que isto é crucial para frutos não climatéricos, como o abacaxi, que devem ser colhidos com qualidade adequada para o consumo e com um grau de maturação não tão avançado para garantir sua durabilidade até chegar aos consumidores em regiões locais e até mesmo em países distantes (Patrícia *et al*., 2003).

Visto que o abacaxi é um fruto genuíno das zonas tropicais e subtropicais, muito popular em todo o globo, seja consumido in natura ou na forma de itens industrializados, era natural pressupor que o Brasil teria um papel de destaque no comércio internacional desse fruto, sobretudo, para se destacar neste mercado, é imperativo oferecer frutas de qualidade excepcional (Netto, 1996).

O armazenamento em baixas temperaturas é um dos métodos mais eficazes e convenientes para prolongar a vida útil dos frutos, pois temperaturas baixas reduzem a presença de microrganismos prejudiciais, porém podem aumentar a incidência de distúrbios fisiológicos. Alguns frutos, expostos por longos períodos a temperaturas baixas (acima do ponto de congelamento), podem escurecer na superfície ou internamente, causado por fatores parasitários ou enzimáticos, os quais podem trazer danos da qualidade do produto (Patrícia *et al*., 2003).

As polpas de frutas industrializadas representam uma importante categoria

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

de produtos processados no Brasil, até mesmo na região Norte, onde se observa frequentemente o consumo frutos *in natura*. Nesse quesito, o abacaxi apresenta destaque tanto pelo elevado teor de açúcares quanto pelo potencial agroindustrial, é amplamente estudado por suas propriedades nutricionais, elevado conteúdo de compostos bioativos e por sua relevância econômica. A avaliação da qualidade desses produtos depende de análises físicas e físico-químicas que permitem interpretar características organolépticas e físico-químicas. Esses parâmetros constituem indicadores fundamentais de maturação, estabilidade, aceitação sensorial e adequação às normas técnicas de comercialização, como aquelas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura (MAPA) e pela legislação brasileira de alimentos, frequentemente compiladas em obras como Tecnologia de Alimentos (Brasil, 2018).

2.2 Método Físico-Químico para Análise de Alimentos

As análises bromatológicas, no âmbito da química analítica aplicada, desempenha um papel fundamental na avaliação da qualidade e segurança dos alimentos. Em certos momentos, seu uso se torna crucial. para abordar e solucionar questões de saúde pública e para estabelecer e aprimorar medidas de vigilância sanitária. Também desempenha função nos avanços tecnológicos na área de alimentos. Os organismos são complexos em sua composição orgânica (Zenebon; Pascuet, 2005).

Os métodos oficiais de análises físico-químicas utilizados em laboratórios de alimentos estão descritos no compêndio do Instituto Adolfo Lutz, que fornece protocolos padronizados para a determinação dos principais parâmetros avaliados em diversos tipos de analitos, sobretudo polpas de frutas e seus derivados (Adolfo Lutz, 2008).

2.3 Estatística Multivariadas

A adoção de ferramentas quimiométricas tem se tornado indispensável na

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

caracterização avançada de alimentos. A quimiometria permite a interpretação multivariada de conjuntos complexos de dados, favorecendo a identificação de padrões, a classificação de amostras e a avaliação de autenticidade e variabilidade entre lotes. Essa identificação e análise são realizadas através da estatística multivariada, utilizando métodos como Análise de Componentes Principais (APC) e Análise Hierárquica de Agrupamentos (AHA) para a discriminação de características de um analito. A incorporação dessas abordagens em estudos de polpas industrializadas permite detectar fraudes, avaliar consistência da matéria-prima e estabelecer um perfil químico robusto das amostras (Massart, 1988).

3 Metodologias Empregadas

3.1 Aquisição da Amostra

Vinte amostras de polpa de abacaxi industrializada, de três fábricas paraenses distintas, foram adquiridas em redes de supermercados de Belém do Pará, totalizando 60 amostras. Essas amostras foram denominadas A1 a A20, B1 a B20 e C1 a C20, de acordo com a fábrica produtora. Após adquiridas, elas foram conduzidas para o Laboratório de Física Aplicada à Farmácia (LAFFA) da Universidade Federal do Pará (UFPA), onde permaneceram em geladeira a 10º C até a realização das análises.

3.2 Análises Físico-Químicas na Polpa Do Abacaxi

As seguintes análises físico-químicas foram realizadas seguindo metodologias oficiais (Horwitz, 2000; Adolfo Lutz, 2008; Brasil, 2018) e realizadas em triplicata em cada amostra:

Foram pesados 2 g de polpa de abacaxi e adicionados 30 mL de água destilada em um béquer de 100 mL, agitando-se por 30 minutos. Após a obtenção de uma solução homogênea, o pH foi medido através da inserção do eletrodo de um pHmetro na solução produzida e o valor foi lido no visor do aparelho. Ao passo que

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

a CE foi obtida inserindo o eletrodo de um condutivímetro portátil na solução e fazendo leitura direta no visor do aparelho.

O teor de SST foi determinado através do emprego de um refratômetro portátil da Instrutherm (RT-90), previamente calibrado, e se depositando 2 ou 3 gotas da polpa sobre o prisma do referido aparelho, sendo que os valores do SST foram lidos diretamente nas escalas internas do aparelho. Os resultados foram expressos em ° Brix.

A acidez titulável foi obtida através da técnica clássica da titulometria, sendo pesado 2 g da polpa de abacaxi (m) diretamente em um Erlenmeyer de 250 mL e em seguida adicionou-se 30 mL de água destilada, agitando até a solubilização da solução. Foram colocadas 5 gotas de fenolftaleína em cada amostra e realizada a titulação com a solução de NaOH a 0,1 mol/L (C) e fator de correção de f, e usando o valor 0,64 que é um fator para se expressar a acidez em termos de ácido cítrico. Os volumes gastos da solução titulante (V) até o aparecimento de uma coloração levemente rósea sendo anotados e a acidez foi determinada via emprego da equação (1).

$$\text{Acidez (g/100g)} = \left(\frac{C.V.F.0,64}{m}\right) \quad (1)$$

O ratio foi determinado pela divisão do SST pela acidez de cada amostra.

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico clássico, ou seja, a partir da pesagem de 2 g da amostra de polpa de abacaxi (m_i) em uma caçarola, de massa conhecida (m_c), sendo o conjunto levado a uma estufa mantida a 105º C até peso constante. Anotou-se a massa final (m_f). A umidade da polpa de abacaxi foi então determinada via a equação (2).

$$\text{Umidade (\%)} = 100 - \left(\frac{m_f - m_c}{m_i}\right) . 100 \quad (2)$$

A densidade do analito foi aferida através do uso de uma proveta de 10 mL e uma balança analítica. Dessa maneira, alcança-se os valores da densidade através da divisão da massa de polpa de abacaxi pelo volume ocupado por ela.

3.3 Análise Estatística

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

Aos resultados obtidos das análises de todas as variáveis foi aplicado uma análise estatística descritiva (Vieira, 2021). Testes de Anova para a análise comparativa entre as amostras estudadas com significância de 95%, foram conduzidos para todas as variáveis estudadas com a finalidade de se observar diferenças significativas entre as amostras de acordo com a fábrica produtora (Vieira, 2004). Bem como, a realização de análise estatística multivariada de Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise Hierárquica de Agrupamento (AHC). As análises estatísticas foram realizadas através dos programas Excel 2010 e Minitab 18.

4 Resultados e Discussões

4.1 Resultados Físico-Químicos

Os resultados das 7 variáveis físico-químicas obtidos estão dispostos na Tabela 2, onde se apresenta valores médios, desvios padrões, coeficientes de variação de Pearson, e valores máximos e mínimos, correspondentes as polpas das três fábricas (A, B e C).

Tabela 2. Resultado das análises físico-químicas das polpas de abacaxi, das 3 marcas (A, B e C)

Amostra	Estatística	pH	Densidade (g/mL)	Umidade (%)	CE (mS/cm)	SST (° Brix)	Acidez (g/100g)	Ratio
A	**Média**	4,46^{a}	1,064^{a}	89,15^{b}	0,70^{b}	13,91^{a}	5,02^{b}	2,78^{a}
	D.P.	0,04	0,02	0,49	0,01	0,04	0,16	0,09
	C.V. (%)	0,12	0,05	23,70	0,02	0,18	2,45	0,75
	Máximo	4,93	1,306	90,59	0,81	14,0	5,46	2,96
	Mínimo	4,09	1,021	87,36	0,52	13,8	4,72	2,56
B	**Média**	4,31^{a}	1,022^{b}	93,15^{a}	0,66^{b}	8,79^{c}	3,99^{c}	2,23^{b}
	D.P.	0,04	0,02	0,27	0,00	0,01	0,26	0,14
	C.V. (%)	0,15	0,04	7,26	0,00	0,02	6,98	2,06
	Máximo	4,91	1,132	94,38	0,67	8,8	5,89	2,47
	Mínimo	3,98	0,904	92,03	0,65	8,6	3,56	1,49
C	**Média**	4,00^{b}	1,066^{a}	89,3^{b}	0,78^{a}	12,18^{b}	7,06^{a}	1,74^{c}
	D.P.	0,01	0,01	0,57	0,00	0,03	0,19	0,05
	C.V. (%)	0,01	0,02	32,48	0,00	0,08	3,51	0,21
	Máximo	4,10	1,152	90,62	0,79	12,20	8,07	1,98
	Mínimo	3,97	1,027	85,22	0,75	12,00	6,16	1,51

Legenda: CE = Condutividade Elétrica; SST = Sólido Solúveis Totais. Letras iguais sobre as médias as médias de uma variável significam não haver diferença significativa de acordo com a ANOVA para dados não pareados com 95% de significância.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

São escassos trabalhos físico-químicos que envolvam polpas industrializadas de abacaxi, desta forma, a comparação seguinte envolve comparações com polpas industrializadas e in natura, estando claro que algumas variáveis, devido o processo de industrialização, deverão apresentar valores bem distintos.

O pH obtido para as polpas de abacaxi foi de 4,46 ± 0,04, para a marca A, 4,31 ± 0,04 para a marca B e 4,00 ± 0,01 para a marca C, sendo que o teste Tukey mostrou que houve diferença significativa apenas para a marca C, comparada com as demais. Sarzi e Dunigan (2002) encontraram o valor de 3,80 ± 0,06 na medição do pH, bem como Medina *et al*. (1978) encontraram o valor de 3,60. Além disso, de Oliveira (2012) encontrou o valor para o pH de 3,06. Os resultados dos pHs encontrados dos autores citados variam de 3,06 a 3,80, diferentemente dos valores encontrados para as três marcas, estando todos acima do pH 4,00. Essas medidas podem ser interpretadas pela comparação do analito analisado, ambos caracterizam a polpa de abacaxi (*A. comusus* L.), contudo a forma de como foi encontrado no mercado e analisado foi diferente. Nas pesquisas dos autores citados, foi utilizado o fruto *in natura*, já na nesta pesquisa foi realizado com o o fruto industrializado. Dessa maneira, é visível o comportamento físico-químico é alterado quando se comparados entre o fator industrial e natural.

Castro *et al*. (2015) alertam que, para a preservação de alimentos, a indústria se aproveita da ação do pH sobre os microrganismos, pois o baixo pH diminui a microbiota nociva ao produto. Sendo assim, as polpas de frutas devem apresentar pH abaixo de 4,5 para que sejam conservadas de maneira adequada sem necessidade do uso de altas temperaturas e que assim não coloque em risco sua qualidade. As polpas de abacaxi analisadas, das três marcas, apresentaram valores ligeiramente abaixo de 4,5, logo, mantendo nessa faixa de controle.

Ressalta-se ainda que fatores edafoclimáticos, o tempo de maturação e o processamento da fruta, costumam ter influência na variação de pH das polpas de frutas. A presença de ácidos orgânicos, componentes importantes na formação de diversas propriedades das frutas, também contribui para a variação do pH (Santos *et al*., 2024).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

Houve diferença significativa entre a densidade das polpas da marca B em relação às marcas A e C, de acordo com o teste de Tukey, sendo que a marca A apresentou um resultado médio de 1,064 g/mL ± 0,02 e a marca C de 1,066 g/mL ± 0,01, já a marca B teve uma média geral no valor de 1,022 g/mL ± 0,02, apresentando uma densidade inferior à da marca A e C.

Em sua tese de doutorado sobre as propriedades termo físicas de polpa de abacaxi, Silva (1997) aferiu a densidade de polpas de abacaxi através de um picnômetro, e com dois valores de SST: 15° Brix e 25° Brix. A densidade da polpa com 15° Brix foi de 1,060 g/mL, já a polpa de 25° Brix apresentou o valor de 1,103 g/mL, sendo que a densidade da marca A e C é compatível com a densidade obtida para um SST de 15º Brix estudada por esse autor. Por outro lado, em sua dissertação de mestrado, Dantas (2010) estudou a desidratação de polpas de fruta, sobretudo de abacaxi, e constatou uma densidade de 1,162 g/mL para polpas com 10,5° Brix, que é um valor acima dos valores da marca A, B e C, podendo ser observado o comprometimento das características organolépticas e a composição das polpas industriais mediantes às polpas de abacaxi desidratadas.

A umidade encontrada no presente estudo foi de 89,15 % ± 0,49 (marca A), 93,15 % ± 0,27 (marca B) e 89,30 % ± 0,57 (marca C). O teste de Tukey revelou que houve diferença significativa para a marca B, em relação à marca A e C. Oliveira (2012) obteve o valor médio de 85,50 % ± 0,03 e Nunes *et al*. (2017) chegaram em um resultado de 82,35% ± 0,46. Nota-se, portanto, que os valores obtidos das duas marcas do fruto industrializado do presente trabalho, não se distancia de maneira abrupta dos resultados apresentados por de Oliveira (2012) e Nunes *et al*. (2017), sendo estes caracterizados com o fruto *in natura*. É possível observar que com os resultados das três marcas estão acima dos referentes da literatura, podendo sugerir uma concentração menor, ao comparar com polpas industriais.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

Como pode ser observado na Tabela 2, a marca A apresentou o valor de 0,70 ± 0,01 mS/cm, enquanto a marca B de 0,66 ± 0,00 mS/cm, a marca C apresentou 0,78 ± 0,00 mS/cm. O teste de Tukey revelou que houve diferença significativa entre a marca C em relação as marcas A e B.

Egeonu Eugene *et al*. (2017) descreveram uma avaliação comparativa entre as polpas de abacaxi comercializados na região de Benin, e os resultados obtidos, convertidos para mS/cm, mostraram que a CE da polpa do abacaxi natural variou de 0,10-0,35 mS/cm, já a polpa de abacaxi industrial varia de 0,11-0,78 mS/cm, o qual mostrou-se valor significante maior em valor de potência ($p<0,01$). Os mesmos autores expuseram que a diferença entre a CE do suco industrial, em relação ao suco natural, são os aditivos presentes na composição do suco industrial de abacaxi. Dessa maneira, as médias gerais e os valores adquiridos das amostras sobre a CE, estão na faixa estabelecida por Egeonu Eugene *et al*. (2017), e acima da CE manifestada pela polpa de abacaxi natural.

O SST resultou em valores semelhantes entre as marcas, sendo de 13,91º Brix ± 0,16 e (marca A), 8,79º Brix ± 0,01 (marca B) e 12,18º Brix ± 0,03 (marca C). O teste de ANOVA, seguido do teste de Tukey, demostrou que houve diferença significativa entre as três marcas.

Em um estudo publicado por Pereira *et al*. (2009), que avaliaram a qualidade dos frutos de abacaxi coletados no estado do Tocantins, foi observado que os valores de SST variaram de 12,4º Brix a 15, 7° Brix. Já Chitarra (2005), em sua publicação “Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio”, relata que os melhores valores de SST para o abacaxi se encontra na faixa de 14° Brix a 16° Brix. Para fortalecer mais essa faixa, a Instrução Normativa DAS N° 37 de maio de 2018, estabelece os parâmetros analíticos para a qualidades das polpas da fruta, e aplica que o SST de abacaxi (*A. comosus* L.) deve ter no mínimo, a 20° C, um SST de 11° Brix. Então, dessa forma, pode- se observar que os valores das marcas A e C se encontram na faixa estabelecida pela legislação, diferentemente da marca B.

A acidez é um fator a ser considerado na determinação das características sensoriais e de qualidade de uma polpa de fruta. De acordo com as análises da acidez para as marcas de polpa analisadas, houve diferença significativa ao serem

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

realizado ANOVA. A marca A apresentou uma acidez de 5,02 g/100 g de ácido cítrico ± 0,16, menos ácido que a marca B com acidez de 3,99 g/100 g ± 0,26 e a marca C apresentando acidez de 7,06 g/100 g ± 0,19. Os dados coletados diferem dos valores obtidos por de Oliveira *et al*. (2012), que encontraram um teor de acidez médio de 0,57 g/100 g de ácido cítrico ± 0,05, e Sarzi e Duringan (2002) apresentaram um valor ainda mais ácido de 0,64 g/100 g de ácido cítrico ± 0,08, bem como o estudo de Reinhardt *et al*. (2004) que observaram uma variação entre 0,48 g/100 g de ácido cítrico e 0,71 g/100 g de ácido cítrico, com uma média de 0,58 g/100 g de ácido cítrico. Apesar da diferença entre as marcas A, B e C, apresentaram comportamento mais ácido em relação aos resultados dos estudos citados. Contudo, apesar disso, as marcas A, B e C se encontram concordantes com o valor mínimo de 0,3 g/100 g de ácido cítrico preconizado pela legislação brasileira (Brasil, 2018).

O ratio médio para as marcas A, B e C mostrou uma diferença significativa, entre si, conforme a ANOVA. A marca A apresentou um valor médio de 2,78 ± 0,09, a marca B um resultado menor, de 2,23 ± 0,14, já a marca C apresentou o valor de 1,74 ± 0,05. Esses valores se distanciam bastante do que foi encontrado por Sarzi e Durigan (2002) ao realizarem um estudo físico-químico do abacaxi “pérola” (*A. comosus* L.), onde relataram que a característica adocicada da polpa se dá pelo resultado de 22,38 de seu Ratio. Além disso, Reinhardt *et al*. (2004), verificando os estágios de maturação da polpa de abacaxi, observaram que esses valores variavam de 24,18 a 41,46 com a média geral de 32,82. Dessa maneira, nota-se que os valores médios do Ratio das marcas analisadas, não concordam com os valores presentes na literatura, estando muito abaixo do valor esperado. Isso é evidente, devido aos valores de SST analisados serem abaixo do normal.

4.2 Resultados das Análises Estatísticas Multivariadas

O resultado da Análise de Componentes Principais (ACP) para as amostras de polpas de abacaxi das três fábricas (A, B e C) estudadas estão expostos na Figura 1, que apresenta o gráfico dos dois primeiros componentes principais, e na

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

Tabela 3, que apresenta os autovalores e autovetores obtidos na formação dos sete componentes principais.

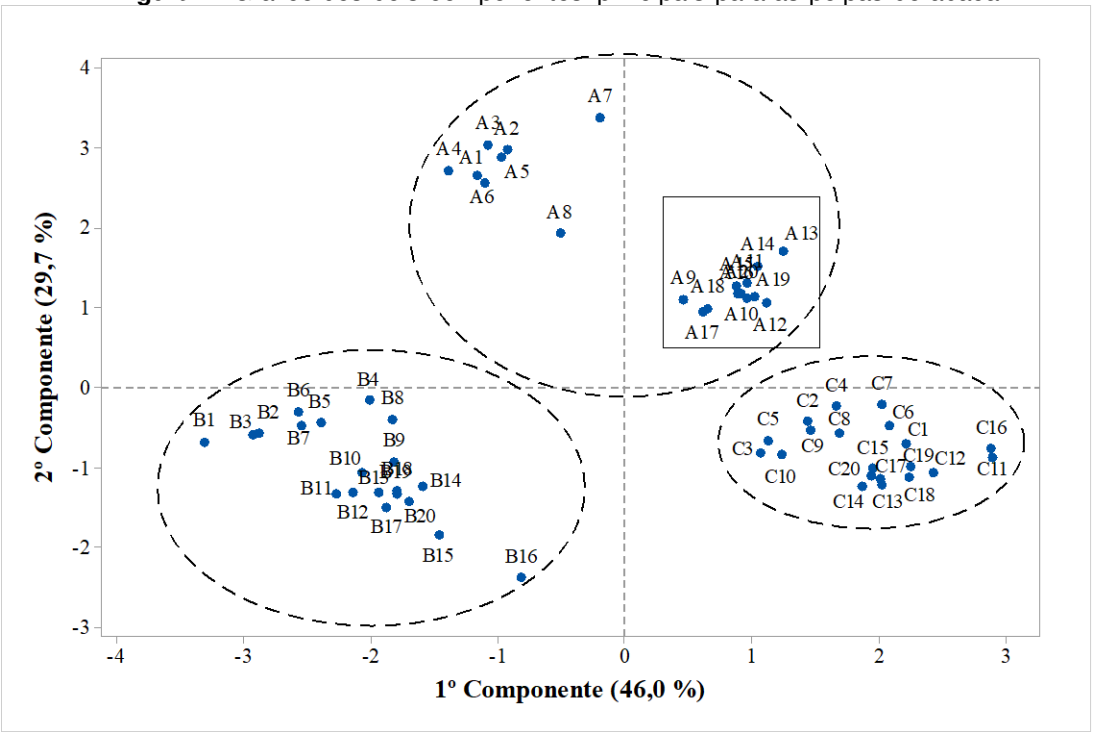
Tabela 3. Contribuições das variáveis para a formação dos componentes principais (CP's)

Variável	Componente Principal (CP)						
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
pH	-0,309	0,448	0,261	-0,470	0,637	-0,101	0,005
Condutividade Elétrica, CE (mS/cm)	0,421	-0,224	-0,580	0,086	0,651	-0,071	0,019
Sólidos Solúveis Totais, SST (º Brix)	0,364	0,504	-0,152	-0,052	-0,232	-0,521	-0,513
Acidez (g/100 g)	0,502	-0,109	0,287	-0,352	-0,118	-0,362	0,621
Densidade (g/mL)	0,323	0,208	0,564	0,669	0,285	0,075	-0,007
Umidade (%)	-0,431	-0,378	0,091	0,286	0,110	-0,754	-0,016
Ratio	-0,230	0,546	-0,405	0,341	-0,097	-0,089	0,593
Percentual de Explicação (%)	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º
Simples	46,0	29,7	10,7	10,3	2,3	0,9	0,1
Acumulada	46,0	75,7	86,4	96,7	99,0	99,9	100,0

Fonte: Os autores (2025).

A somatória de explicação correspondente ao primeiro e segundo componente principal (Tabela 3) resulta em um percentual de 75,7 %, o que é suficientemente satisfatória para a análise da variabilidade das amostras.

Figura 1. Gráfico dos dois componentes principais para as polpas de abacaxi



Fonte: Os autores (2025).

Através do gráfico contido na Figura 1, percebe-se a formação de três

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

grupos de amostras, um formado a esquerda, contendo somente amostras da marca B, sendo este grupo muito disperso no 3º quadrante do gráfico. Já acima do centro encontramos um agrupamento formado exclusivamente por amostras da marca A, sendo também um grupo muito disperso que se estende pelos 1º e 2º quadrante do gráfico. A marca C ocupa o 4° quadrante do eixo. Sendo assim, as variáveis estudadas e empregadas na ACP foram capazes de discriminar as amostras de acordo com a fábrica de origem (A, B e C).

Através dos valores dos pesos das variáveis formadoras dos dois componentes principais, dados na Tabela 3, está presente o peso das variáveis que contribuíram para a formação do 1º CP, com módulos dos pesos variando entre 0,230 e 0,502, desta forma a acidez (0,502) foi a principal variável para discriminação entre as marcas e amostras, seguida da umidade (-0,431) e CE (0,421).

A grande dispersão observada nos três agrupamentos formados se deu predominantemente pela ação da variável do SST com o Ratio, pois ela apresentou maior valor de peso, em módulo, para a formação do 2º componente principal (504 e 546, respectivamente), seguida da variável pH, com peso de 0,448, ao passo que as demais variáveis contribuíram menos para a formação do 2º CP.

Essa separação nítida das amostras das três fábricas provavelmente é um reflexo de processos industriais distintos, pois ao elaborarem as polpas, é comum haver acréscimo de água e outras substâncias químicas, o que diluem as polpas e abaixam os valores de SST, elevam a umidade, dentre outras mudanças efetuadas no produto, em termos físico-químicos.

A formação de dois subgrupos claros nas amostras da fábrica A índica uma não homogeneização da produção dessas polpas, o que pode se dever a variedade da matéria prima, ou seja, polpas oriundas de frutos de estágios de maturação distintos, que afeta o teor de SST do fruto, justamente a variável observada como de maior contribuição para

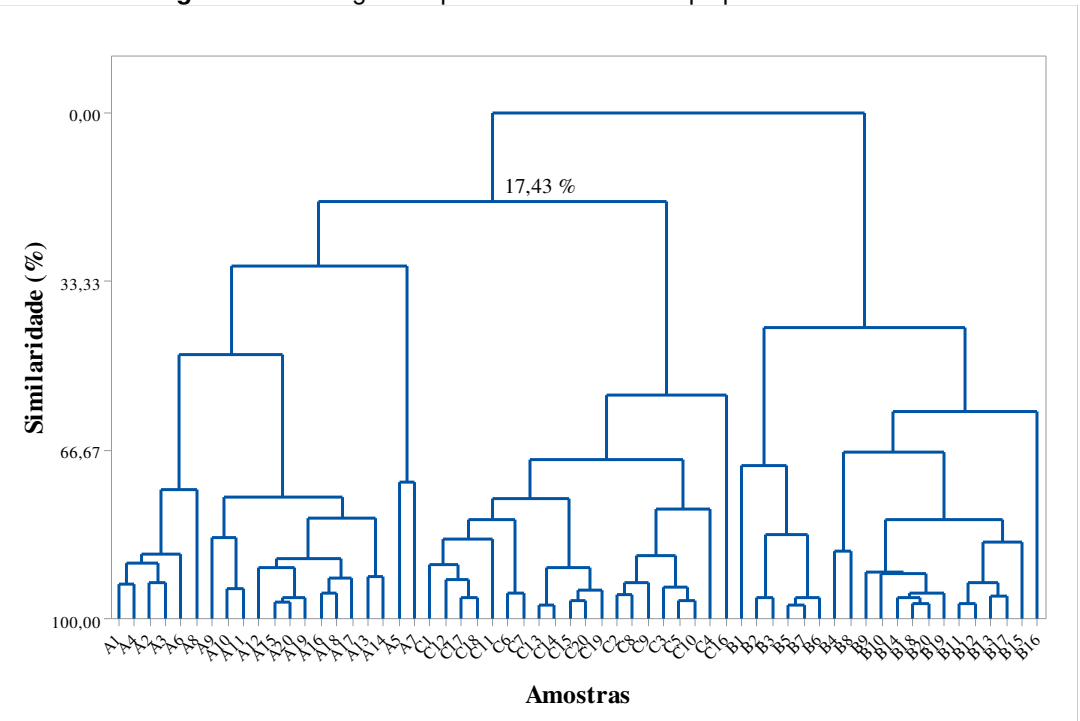
A técnica de estatística multivariada de Análise Hierárquica de Agrupamento (AHA), utiliza uma comparação de níveis similaridades entre as amostras e as marcas em questão. Os resultados calculados foram dispostos em um

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

dendrograma, Figura 2, relacionando as amostras e suas similaridades, considerando distâncias euclidianas e ligações simples. No caso em questões, houve similaridade de 17,43% entre as marcas A e C (Figura 2), isso é evidente ao comparar os teste de ANOVA disposto na Tabela 2 e a APC ao revelar mais proximidade entre os valores da marca A e C, diferentemente de B que teve similaridade de 0,00 % em relação às outras duas, e, desta forma, a técnica de AHA reafirma a discriminação obtida através da técnica de ACP, sendo úteis para a discriminação das polpas industrializadas de abacaxi, considerando-se sua origem, ou seja, a fábrica paraense produtora.

Figura 2. Dendrograma para as amostras de polpas de abacaxi



Fonte: Os autores (2025).

5 Conclusão

A execução deste estudo possibilitou uma compreensão abrangente e detalhada de como as propriedades físico-químicas e quimiométricas das polpas industrializadas de abacaxi (*Ananas comosus* L.) podem divergir conforme a fábrica produtora.

A análise das três marcas fabricadas no Pará mostrou que parâmetros fundamentais para a qualidade, como pH, densidade, umidade, condutividade

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

elétrica, sólidos solúveis totais, acidez e ratio, apresentaram variações significativas. Isso evidencia como o processamento industrial pode alterar o comportamento natural da polpa da fruta e essas variações, que muitas vezes se afastam dos parâmetros descritos na literatura e das normas estabelecidas, destacam a necessidade de um controle mais rigoroso na produção de polpas destinadas ao consumo.

As ferramentas quimiométricas empregadas, Análise de Componentes Principais e a Análise Hierárquica de Agrupamento, foram essenciais para diferenciar as amostras de acordo com sua origem industrial, revelando padrões evidentes de semelhança e distinção entre as marcas. Essa habilidade discriminatória evidencia que a integração de análises físico-químicas com técnicas estatísticas multivariadas constitui uma abordagem sólida para verificar a autenticidade, identificar inconsistências e assegurar maior confiabilidade nos produtos comercializados.

Dessa forma, os resultados alcançados reforçam o entendimento acerca da qualidade das polpas de abacaxi industrializadas produzidas no estado do Pará, indicando também a necessidade de melhorias nos processos industriais. A pesquisa contribui para o campo ao fornecer dados que podem apoiar as ações de vigilância sanitária, práticas industriais mais padronizadas e, principalmente, a oferta de produtos que atendam às expectativas dos consumidores e às exigências regulatórias.

Sugere-se pesquisas microbiológica com tais polpas, pois não somente as características físico-químicas são importantes em um estudo de produto alimentício. Além disso, uma análise sensorial comparativa entre as marcas também seria importante, pois permitiria relacionar as variáveis físico-químicas com as características físico-químicas, dentro de um contexto de aceitação/rejeição do produto.

Referências

ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 2008.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 49, de 26 de setembro de 2018**. Regulamento técnico para polpas e sucos de frutas. Diário Oficial da União, Brasília, 27 set. 2018.

CASTRO, T. M. N. et al. Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 4, pág. 426-436, 2015.

CHAN, Y. K. Hybridization and selection in Pineapple Improvement: The experience in Malaysia. In: **V International Pineapple Symposium 702**. p. 87-92, 2005.

CHITARRA, M. I. F.. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Universidade Federal de Lavras, 2005

CUNHA, G. A. P. **Abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 1999.

DANTAS, S. C. de M.. **Desidratação de polpas de frutas pelo método foam-mat**. 2010.
Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

DE MOURA, L. G. M.; DE VASCONCELOS, A. F. F.. Prospecção Científica e Tecnológica sobre Abacaxi (*Ananas Comosus*). **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 1, p. 228-244, 2022.

DE SOUZA, E. H. et al. Genetic variation of the Ananas genus with ornamental potential. **Genetic resources and crop evolution**, v. 59, p. 1357-1376, 2012.

EGEONU EUGENE, K. et al. Comparative Assessment of Electrical Properties and pH of Homemade and Industrial Pineapple Juice Samples from Benin City. **International Journal of Applied Science and Mathematical Theory**. v.3, n.2, 2017.

FERREIRA, F. R.; CABRAL, J. R. S. Pineapple germplasm in Brazil. In: **I International Pineapple Symposium 334**. p. 23-26, 1992.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B.. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 405- 422, 2004.

HORWITZ, W. et al. **Official methods of analysis of AOAC International**. Gaithersburg: AOAC international, 2000.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2022. Disponível em: .**http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/abacaxi/b1_abacaxi.pdf>.** Acesso em 20 de nov de 2025.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

MANETTI, L. M; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE R, A. Metabólitos secundários da família Bromeliaceae. **Química Nova**, v. 32, p. 1885-1897, 2009.

MASSART, D. L.. Chemometrics: a textbook. **Data handling in science and technology**, v. 2, p. 53, 1988.

MAURER, H. R. Bromelain: biochemistry, pharmacology and medical use. **Cellular and Molecular Life Sciences CMLS**, v. 58, p. 1234-1245, 2001.

MEDINA, J. C. et al. **Pineapple: culture, raw materials, processing and aspects**. 2nd ed. Campinas: ITAL, 1978. p. 1-110. (ITAL. Série Frutas Tropicais, 2).

NETTO, A. G.. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. FRUPEX, 1996.

NUNES, J. S. et al. Influência da temperatura de secagem nas propriedades físico-química de resíduos abacaxi. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 1, n. 1, p. 41-46, 2017.

NUNES, W. S. et al. Qualidade de Frutos de Abacaxi 'Pérola'em Função do Tamanho e Estádio de Maturação na Colheita. **Embrapa Mandioca e Frutas: Planaltina, Brazil**, 2013.

PACHECO, N. I. et al. Caracterização do abacaxi e sua casca como alimento funcional: revisão narrativa. **Research Society and Development**, v. 11, n. 3, p.e46011326840, 2022.

OLIVEIRA, J. A. R. et al. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. **Alim. Nutr**., Araraquara, v. 23, n. 1, p. 23-31, 2012.

PATRÍCIA, M. P. et al. EFEITOS DE TRATAMENTOS PÓS-COLHEITA SOBRE FATORES RELACIONADOS À QUALIDADE DE ABACAXI CV. SMOOTH CAYENNE. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 9, n. 2, 2003.

PEREIRA, M. A. B. et al. Quality of pineapple commercialized by Cooperfruto: Miranorte/Tocantins/Brazil. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 31, p. 1049-1053, 2009.

PIEDADE, J.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Comparação entre o efeito do resíduo do abacaxizeiro (caules e folhas) e da pectina cítrica de alta metoxilação no nível de colesterol sangüíneo em ratos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.23, n.2, 2003.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 17/01/2026 - **Accepted:** 26/01/2026
Vol: 01.03
DOI: 10.61164/48zk9620
Pages: 1-20

REINHARDT, D. H. et al. Quality gradients in'Pérola'pineapple in function of fruit size and maturation stage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 544-546, 2004.

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

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.. Physical and chemical study of minimally processed products of'perola'pineapples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, p. 333-337, 2002.

SILVA, S. B. **Propriedades Termofísicas de Polpa de Abacaxi**. Campinas-SP: UNICAMP, 1997. 93p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, 1997.

VIEIRA, S. **Bioestatística**: Tópicos Avançados. São Paulo: Campus editora, 2004.

VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 6ª ed. Rio de Janeiro: GEN Guanabara Koogan, 2021.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. In: **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4° Edição, p. 1018-1018. 2005.