



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

ESTUDO DA ESTABILIDADE DO SUCO DETOX

SANDRELY CAROLINE DA SILVA

CAMPINA GRANDE – PB

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



SANDRELY CAROLINE DA SILVA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ESTUDO DA ESTABILIDADE DO SUCO DETOX

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos

Orientadora: Profª. Dra. Severina de Sousa

Supervisor: Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata

CAMPINA GRANDE – PB

2019



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

SANDRELY CAROLINE DA SILVA

ESTUDO DA ESTABILIDADE DO SUCO DETOX

Relatório de Estágio Supervisionado defendido e aprovado em 15 de Julho de 2019, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof.^a. Dra. Severina de Sousa
UAEAl/CTR/UFCE
(Orientadora)

Dr.^a Deyzi Santos Gouveia
UAEAl/CTR/UFCE
(Examinadora)

Dr.^a. Renata Duarte Almeida
UAEAl/CTR/UFCE
(Examinadora)

CAMPINA GRANDE – PB
2019

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me proteger e abençoar minha vida.

Aos meus pais, José Paulo e Sandra, por todo apoio, confiança em todos os momentos da minha vida e por acreditarem na minha capacidade. Vocês são a razão da minha vida e meus ídolos.

A minha avó, Marizete, que mesmo indo para perto do nosso Senhor, deixou um legado na minha vida e tornou-me o ser humano que sou hoje. Ela foi e sempre será minha inspiração diária e meu eterno e maior Amor.

À Minha madrinha, meu padrinho, pelo carinho, incentivo e apoio.

Ao meu noivo Diego Santana que, sempre me deu força e coragem para nunca desistir. Foi meu amigo acima de tudo e me acolheu com todo amor nas minhas maiores dificuldades.

À professora Dra. Severina de Sousa, pela sua dedicação na orientação, por sua paciência ao longo deste trabalho e por sua inquestionável capacidade profissional.

A banca examinadora pela presteza.

A todos os professores, pelos ensinamentos diários durante todo período de graduação.

A todos que formam a equipe da UAEAli.

À minha amiga e parceira de curso, Adriana Celina, por todo apoio prestado durante este trabalho, por cada minuto de ajuda no laboratório, por dedicar-se a este trabalho como se fosse seu. Ganhei uma irmã quando a conheci se tornou um ser essencial na minha vida, me ajudou nos momentos mais difíceis com todo carinho.

Aos amigos de graduação, que durante esses cinco anos, tornaram meus dias mais felizes, mais fáceis. Fui muito feliz enquanto estive com todos eles. Meus sinceros sentimentos de gratidão.

As minhas amigas Vanessa, Bárbara e Susy, que foram presentes de Deus na minha vida e que se mostraram fieis a nossa amizade.

Enfim, a todos que de forma direta ou indireta, participaram deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo geral	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
2.1 Mercado de hortaliças, frutas e sucos	4
2.2 Couve	5
2.3 Abacaxi	6
2.4 Maçã	6
2.5 Água de coco	7
2.6 Processamento e armazenamento de bebidas mistas de frutas e hortaliças	8
2.7 Vida de prateleira	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Local	12
3.1.1 Matéria-prima	12
3.1.2 Seleção	13
3.1.3 Lavagem e Sanitização das frutas e hortaliças	13
3.1.4 Preparação do suco	13
3.1.5 Embalagem e Armazenamento	14
3.2 Caracterização química, físico-química e física	15
3.3 Análise Estatística	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16

4.1 Caracterização do suco detox.....	16
4.2 Resultado do planejamento fatorial 2^2 para as respostas: teor de água, vitamina C, pH, acidez, e densidade.....	17
4.3 Análise estatística para as respostas: teor de água, vitamina C, pH, acidez, e densidade.....	19
4.3.1 Teor de água.....	19
4.3.2 Vitamina C.....	21
4.3.3 pH.....	23
4.3.4 Acidez.....	26
4.3.5 Densidade.....	28
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Materiais utilizados neste experimento.....	12
FIGURA 2	Fluxograma do preparo do suco detox.....	14
FIGURA 3	Suco detox envazado para armazenamento.....	15
FIGURA 4	Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para o teor de água em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento.....	21
FIGURA 5	Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Vitamina C em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento	23
FIGURA 6	Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para o pH em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento.....	25
FIGURA 7	Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Acidez em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento	28
FIGURA 8	Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Densidade em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento.....	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Níveis do planejamento fatorial 2^2	13
TABELA 2	Resultados da caracterização do suco detox.....	16
TABELA 3	Resultados do planejamento experimental completo 2^2 para as resposta estudadas durante o armazenamento.....	17
TABELA 4	Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta teor de água (g/100g).....	19
TABELA 5	Coefficientes de regressão do modelo codificado para o teor de água.....	19
TABELA 6	Análise de variância do modelo codificado para o teor de água.....	20
TABELA 7	Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta Vitamina C (mg/100g).....	21
TABELA 8	Coefficientes de regressão do modelo codificado para Vitamina C.....	22
TABELA 9	Análise de variância do modelo codificado para Vitamina C.....	22
TABELA 10	Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta pH.....	23
TABELA 11	Coefficientes de regressão do modelo codificado para o pH.....	24
TABELA 12	Análise de variância do modelo codificado para o pH.....	25
TABELA 13	Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta Acidez (g/100g).....	26
TABELA 14	Coefficientes de regressão do modelo codificado para acidez.....	26
TABELA 15	Análise de variância do modelo codificado para a Acidez.....	27
TABELA 16	Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta densidade (g/cm ³).....	28
TABELA 17	Coefficientes de regressão do modelo codificado para densidade...	29
TABELA 18	Análise de variância do modelo codificado para a densidade.....	29

RESUMO

Bebidas desintoxicantes são excelentes fontes de nutrientes e garantem ao organismo um sistema imunológico mais ativo. Contudo estudos e trabalhos relacionados ao desenvolvimento desses produtos são escassos, visto que há uma grande dificuldade em mantê-los ideal para consumo, por um período de tempo, com suas características organolépticas preservadas. Diante disso, o objetivo do trabalho foi realizar uma caracterização físico-química de um suco detox, durante o armazenamento refrigerado (7°C), utilizando um planejamento fatorial completo 2^2 e a metodologia de superfície de resposta. As variáveis independentes foram concentração de ácido cítrico (%) e tempo de armazenamento (dias) e as variáveis dependentes foram, teor de água (g/100g), pH, Acidez (g/100g), Vitamina C (mg/100g) e Densidade (g/cm^3). O armazenamento foi realizado em um refrigerador, a uma temperatura controlada de 7°C durante seis dias. O teor de vitamina C foi o parâmetro que apresentou maior variação após o armazenamento do suco, reduzindo cerca de 60% de seu valor. De acordo com os resultados, constatou-se que a concentração de ácido cítrico foi a variável que regeu o processo, ou seja, apresentou maior influência para todas as respostas estudadas.

Palavras-chave: desintoxicantes, armazenamento, preparo caseiro.

ABSTRACT

Detoxifying drinks are excellent sources of nutrients and guarantee the body a more active immune system. Among the studies we are searching for materials are scarce, since there is a great difficulty in finding the ideals for consumption, for a period of time, with their preserved organoleptic characteristics. Therefore, the objective of this work was to perform a physicochemical characterization of a detoxifying juice during refrigerated storage (7 ° C) using a complete factorial design 22 and the response surface methodology. The independent variables were citric acid concentration (%) and storage time (days) and the dependent variables were water content (g / 100g), pH, acidity (g / 100g), vitamin C (mg / 100g) and Density (g / cm³). Storage was carried out in a refrigerator, at a controlled temperature of 7°C for six days. The vitamin C content was the parameter that presented the greatest variation after the juice storage, reducing about 60% of its value. According to the results, it was verified that the citric acid concentration was the variable that governed the process, that is, it presented greater influence for all the studied responses.

Key words: detox, storage, home preparation.

1. INTRODUÇÃO

A conscientização dos consumidores sobre a importância da escolha de alimentos saudáveis, objetivando reduzir o aparecimento de doenças crônicas e melhorar a qualidade de vida, vem incentivando as indústrias alimentícias a desenvolverem novos produtos com altas propriedades nutricionais. Uma excelente alternativa é a ingestão de bebidas à base de frutas e hortaliças desintoxicantes, visto que são excelentes fontes de nutrientes e garantem ao organismo um sistema imunológico mais ativo, devido a sua ação antioxidante.

De acordo com a Associação Brasileira de Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (ABIR) entre os anos de 2010 a 2014, o consumo *per capita* de sucos e néctares prontos, cresceu de 3,9 a 6,4 litro/habitante/ano (ABIR, 2019). Dessa forma, o processamento de sucos mistos tem se tornado uma excelente alternativa para o melhor aproveitamento das matérias-primas e produção de bebidas não convencionais com alto valor nutricional (SOUZA, 2016).

Dentre as hortaliças folhosas existentes, a couve (*Brassica oleracea L.*) destaca-se por seu conteúdo de carboidratos, fibras, cálcio, ferro, niacina e vitamina C (LEFSRUD et al., 2007). Além disso, tem grande importância para os agricultores familiares que, normalmente, cultivam pequenas áreas com essa espécie ao longo do ano.

O abacaxi pertence à família Bromeliácea e é conhecido pela denominação *Ananas comusus (L.)* O fruto é caracterizado por possuir altos valores energéticos, devido à sua alta composição de açúcares, sendo também considerado como nutritivo, por conter sais minerais e vitaminas (FRANCO, 2001; TACO, 2011).

A maçã, proveniente da macieira (*Malus domestica Borkh.*), é uma das frutas de maior expansão em área plantada e seu cultivo se concentra na Região Sul do Brasil (RIZZON, BERNARDI e MIELE, 2005). De acordo com estudos desenvolvidos a maçã exerce funções como regulação do sistema nervoso, proteção de pele e mucosas, proteção do aparelho digestivo e queda de cabelo, além de reduzir os níveis de colesterol sanguíneo (BRAGA & BARLETA, 2012).

De acordo com Lima et al. (2003), a água de coco tem em sua composição básica 93% de água, 5% de açúcares, além de proteínas, vitaminas e sais. Ela pode ser consumida tanto na forma *in natura* quanto processada, tendo em vista que é uma bebida com sabor agradável e muito apreciada em todo Brasil.

Os sucos detox estão crescendo significativamente, quanto a seu consumo, devido as suas características nutricionais, porém a literatura existente relacionada ao desenvolvimento e aceitação desses produtos, ainda é limitada.

Devido ao ritmo de vida acelerada das pessoas, o armazenamento vem sendo muito utilizado, visto que proporciona uma maior facilidade no momento de consumir os alimentos. O teor de vitaminas, assim como o de minerais dos sucos de fruta pode variar dependendo da espécie, do estágio de maturação na época da colheita e das condições de estocagem e armazenamento, podendo influenciar na qualidade nutricional do alimento processado (HOWARD et al., 1999). Sendo assim, é importante que o consumidor conheça a melhor forma de armazenar sucos de frutas, para que possa aproveitar ao máximo seu conteúdo de nutrientes de forma segura (BORGES et al., 2011).

Visto a importância da ingestão de alimentos saudáveis, o suco de frutas detox com preparação caseira é uma excelente alternativa para suprir as necessidades nutricionais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

- Estudar a caracterização química, físico-química e física do suco detox em diferentes concentrações de ácido cítrico e tempo de armazenamento.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estabelecer um planejamento fatorial 2^2 para produção de um suco detox caseiro;
- Elaborar o suco detox;
- Caracterizar o suco detox elaborado quanto ao teor de água, pH, acidez, vitamina C e densidade;
- Avaliar a estabilidade do suco detox durante seis dias de armazenamento, quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 MERCADO DE HORTALIÇAS, FRUTAS E SUCOS

Dentre as culturas hortícolas existentes as frutas e hortaliças são as mais utilizadas, pois tratam de uma boa fonte de componentes nutricionais benéficos à saúde, sendo comumente consumidas na forma crua, minimamente processada ou processada. São alimentos ricos em vitaminas, em especial a vitamina C, que atua na defesa do organismo contra infecções; minerais; fibras; carboidratos; carotenoides, como o β -caroteno, sendo considerada e evidenciada em recentes estudos como uma substância com ação anticarcinogênica; compostos bioativos, como compostos fenólicos que apresentam ação antioxidante capazes de inibir e reduzir lesões causadas por radicais livres, possuindo também atividade antimicrobiana. Hortaliças como brócolis, couve-flor, couve-de-bruxelas, couve e repolho são ricas em compostos como isotiocianatos e indóis, tais componentes possuem atividade antioxidante responsável pela inibição da mutação do RNA, que predispõe algumas formas de câncer (SAGAR et al., 2018).

Devido à vasta disponibilidade de nutrientes atribuídas por produtos hortícolas, a produção e o processamento de frutas e hortaliças elevaram-se significativamente para atender ao aumento das demandas, fato resultante de fatores como o crescimento populacional e mudanças nos hábitos alimentares da população. A ingestão desses alimentos apresenta um papel fundamental por possuírem importantes componentes necessários para uma dieta saudável, sendo altamente recomendados por profissionais da área de saúde, pois, afirmam que o consumo adequado desses alimentos favorece a redução da ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis como obesidade, diabetes mellitus, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e câncer (OLIVEIRA et al., 2015).

A expansão e comercialização de produtos mais saudáveis tem se tornado significativo no Brasil, no qual bebidas mistas compostas por frutas e vegetais vêm ganhando espaço na mesa dos consumidores, possuindo destaque por seu poder antioxidante, bem como a possibilidade de fornecimento de um alto valor nutritivo, além de proporcionar uma variedade de produtos com uma diversidade em novos sabores e praticidade de um consumo único de quantidades consideráveis de minerais, vitamina C e compostos fenólicos. Esses sucos mistos são popularmente denominados de “sucos detox” ou “sucos verdes”, por apresentarem uma alta atividade antioxidante em sua composição, promovendo uma dieta de desintoxicação no organismo. Suco de laranja água de coco, gengibre e couve, são os produtos mais utilizados para a preparação desses sucos, sendo bem aceitas pelos

consumidores por possuir propriedades sensoriais e nutricionais atrativas, atendendo ao apelo dos consumidores por um estilo de vida mais saudável, tornando esse mercado promissor (FILLA, GARCIA, & PRUDENCIO, 2017).

2.2 COUVE

A couve é uma hortaliça folhosa pertencente à família Brassicaceae, é uma planta que apresenta grande diversidade, abrangendo variedades muito importantes na horticultura, sendo elas a *Brassica oleracea* var. *capitata* (repolho), *Brassica oleracea* var. *botrytis* (couve-flor), *Brassica oleracea* var. *italica* (brócolis) e *Brassica oleracea* var. *acephala* (couve manteiga). É uma cultura que apresenta certa tolerância ao calor, no entanto se desenvolve melhor em temperaturas mais amenas (16°C a 22°C). São ricas nutricionalmente, podendo o seu conteúdo nutricional variar entre os diferentes tipos de hortaliças em virtude do tempo, temperatura, grau de maturação, variedade, clima, sistema de cultivo, processamento e tratamento térmico (BAENAS; MOREN & GARCIA-VIGUERA, 2012).

A couve manteiga (*Brassica oleracea* var. *acephala*) é variedade mais comum dentre os 22 tipos encontrados no Brasil, cujo consumo tem aumentado gradativamente devido às recentes descobertas da ciência em relação as suas propriedades nutracêuticas e a busca do consumidor por alimentos mais saudáveis. Ela é uma hortaliça arbustiva anual ou bienal, com folhas verdes mais escuras quando mais novas que podem amarelar com o envelhecimento, sendo um alimento de fácil cultivo envolvendo recursos produtivos e econômicos de pequenos agricultores familiares, gerando renda e fazendo-se uma ótima opção para complementação de sua renda mensal (VALE et al., 2015).

Possui um alto valor nutricional em relação a outras hortaliças folhosas, destacando-se por seu conteúdo de carboidratos, fibras, cálcio, ferro, niacina e vitamina C, compostos fenólicos que protegem o corpo e os alimentos de reações oxidativas, sendo também fonte de carotenoides, no qual possui altas concentrações de luteína e β -caroteno, componentes que possuem propriedades antioxidantes e níveis consideráveis de polifenóis como o ácido clorogênico e o ácido sináptico (BAENAS; MORENO; GARCIA-VIGUERA, 2012).

2.3 ABACAXI

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) pertence à família Bromeliaceae, é característico de regiões de climas tropicais e subtropicais, composto morfologicamente por uma haste central curta e grossa com uma coroa de folhas no topo da haste. Considerado como o fruto mais importante dessa família, sob o ponto de vista econômico, o seu cultivo encontra-se concentrado em seis países que são responsáveis por mais de 59% da produção mundial, tendo por principal produtor a Tailândia, seguido pelo Brasil, Filipinas, China, Índia e Costa Rica. No Brasil, as principais regiões produtoras e distribuidoras do abacaxi são as regiões Nordeste, Sudeste e Norte, tendo uma produção de 102.476 hectares plantados na safra de 2016, no qual a região Nordeste detém o maior percentual dessa produção (LULIA et al., 2017).

Dentre as espécies existentes, as principais produzidas no Brasil são as cultivares Smooth Cayenne e Pérola, dada a sua qualidade e aceitação comercial devido as suas agradáveis características sensoriais como a doçura, suculência e menor acidez, tornando-as muito atrativas e fazendo com que os frutos tenham grande potencial de comercialização tanto em território nacional quanto internacional, sendo muito apreciados no MERCOSUL e na Europa. Os frutos podem ser comercializados na forma natural ou processada, fazendo-se presente na fabricação de diversos produtos alimentícios como a fruta em calda, suco pasteurizado, geleias, doces e sorvetes (ANDRADE et al., 2015).

Sendo considerado como um dos principais frutos dos trópicos em todo mundo, destaca-se por apresentar baixas calorias, teor proteico e de gordura inferiores a 0,5%, considerável valor energético, devido a alta composição em açúcares, e alto valor nutritivo pela presença de consideráveis concentrações de polifenóis, vitaminas do complexo A, B1, B2, B3 e C, minerais como cálcio, fósforo, magnésio, potássio cobre e iodo e fibras, sendo também fonte da enzima bromelina, utilizada como suplemento alimentar devido às suas propriedades fitoquímicas (WIJERATNAM, 2016).

2.4 MAÇÃ

A maçã (*Malus domestica* L. Borkh), pertencente à família Rosaceae, é a segunda cultura de frutas com maior índice de consumo mundial (FAO, 2018), tendo uma maior área de produção em regiões de clima temperado. No Brasil, a produção de pomares de macieira concentra-se em duas cultivares, Gala e Fuji, essas cultivares apresentam longo período de conservação em câmaras fria e de atmosfera controlada. A cultivar Gala é a mais plantada,

isto se deve a sua qualidade organoléptica resultantes de fatores como a suculência, gosto doce e média acidez, além de possuir uma aparência atrativa com uma coloração vermelho rajada intensa, levando uma maior aceitação pelos consumidores, sendo o fruto comercializado na forma in natura, bem como na forma desidratada, suco concentrado, vinagre, e em bebidas fermentadas, como por exemplo a sidra (NOGUEIRA; WOSIACKI, 2012).

Devido as suas qualidades sensoriais e nutricionais, a maçã uma das frutas mais produzidas (84 milhões de toneladas/ano) e consumidas no mundo, são uma importante fonte alimentar por ser uma fruta rica em flavonoides, polifenóis, flavonóis, substâncias pécticas e celulose, que juntamente com a lignina constituem a fibra, bem como pequenas quantidades de antocianinas também são encontradas na casca do fruto (CARBONE et al., 2011; WŁODARSKA et al., 2016), além desses componentes, os frutos contêm vitamina C, sendo estimado a presença de 1.500 mg de vitamina C em 100 gramas de maçã (EBERHARDT; LEE; LIU, 2000).

Visto a sua riqueza em compostos nutracêuticos, contendo consideráveis quantidades de fitoquímicos ativos, que possuem características estruturais que os permitem ter atividades antioxidantes, tem despertado interesse na comunidade científica, em função das suas características funcionais, alguns estudos indicaram que a ingestão de frutos de maçã e seus produtos derivados em quantidades consideráveis, possibilitaria a redução de algumas doenças, como diabetes, obesidade, câncer, inflamação, doenças cardiovasculares e neurodegeneração, sendo esse resultado atribuído em parte ao alto conteúdo de polifenóis devido ao seu poder antioxidante (BHULLAR & RUPASINGHE, 2013; PAZOKI et al., 2016).

2.5 ÁGUA DE COCO

A água de coco é uma bebida refrescante e nutritiva, apreciada e comercializada mundialmente, possuindo em sua composição nutricional como principais componentes os açúcares solúveis, proteínas, minerais e vitamina C (20 a 40 mg.L⁻¹) (PRADES, et al., 2012).

Propriedades como baixa acidez, conteúdo de açúcar bem equilibrado, composição mineral, elevado teor de sais, e composição microbiológica próxima do soro glicosado isotônico, são bons indicadores para que seja considerada como uma bebida com potencial de reidratação, sendo muito utilizada para fins medicinais, como por exemplo: repor perdas eletrolíticas (desidratação), aliviar problemas estomacais, combater verminoses, ajudar a

manter o equilíbrio de líquidos e o equilíbrio sanguíneo no corpo e regular os mecanismos de contração dos músculos, evitando a desidratação e o desgaste físico (EDIRIWEERA, 2003).

A comercialização da água de coco é feita tradicionalmente dentro do próprio fruto, o líquido presente no coco verde representa cerca de 25% da amêndoa do fruto, com uma quantidade volumétrica que varia aproximadamente de 300mL a 600mL, dependendo da cultivar, no qual o tipo de cultivar que resulta em fruto com maior volume de líquido e maior doçura é o coco proveniente do coqueiro-anão (ARAGÃO, 2002).

Problemas relacionados ao transporte, armazenamento e perecibilidade do produto, são fatores que dificultam a difusão do mercado da água de coco em todo o mundo. Portanto, é notável que a industrialização desse produto é fundamental para proporcionar uma maior disponibilidade desse produto, permitindo o seu consumo em locais fora das regiões produtoras, bem como o fornecimento de um alimento inócuo, com tempo de armazenamento mais elevado, e uma distribuição com custos de transporte reduzidos (ARAGÃO, 2002).

2.6 PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE BEBIDAS MISTAS DE FRUTAS E HORTALIÇAS

O processamento de alimentos visa minimizar de forma efetiva e eficaz, as reações que ocasionam alterações nos atributos de qualidade dos alimentos, permitindo a elaboração de produtos potencialmente diferenciáveis e, com isto, agregam maior valor, gerando novos produtos com características sensoriais e nutricionais semelhantes ao produto *in natura* (FELLOWS, 2006).

Um processamento realizado adequadamente, em geral, resulta em pequenas perdas nutricionais, sendo a eficiência no sistema de processamento, obtida ao avaliar-se as reações físicas e químicas durante as transformações decorrentes de cada etapa do processamento do fruto *in natura* em produtos derivados, pois os fatores que afetam a estabilidade dos nutrientes são praticamente os mesmos, seja no processamento ou armazenamento do produto. A retenção dos nutrientes no produto processado vai depender das condições do processamento; tempo de estocagem; comercialização e do ambiente de armazenamento, tais como: temperatura, umidade, luminosidade, tipo e material da embalagem utilizada (PINHEIRO, 2008).

Dentre os principais métodos de preservação utilizados posteriormente a etapa de processamento, visando a extensão do prazo de validade de sucos de frutas, pode-se destacar o aquecimento (pasteurização e esterilização), refrigeração, acidificação e conservantes

químicos, além disso, existem técnicas não habituais voltadas para aplicação de métodos para a prevenção da deterioração e preservação de suas propriedades nutricionais, como por exemplo o emprego de antimicrobianos naturais (CADENA et al., 2013).

Os sucos mistos de frutas e hortaliças a fim de manter suas propriedades funcionais e nutricionais, são conhecidos como bebidas de consumo imediato, no entanto essa informação não possui base científica, fazendo-se necessários estudos voltados para esta vertente, pois é evidente a importância da avaliação de propriedades como atividade antioxidante, conteúdo vitamínico (C, por exemplo) e parâmetros sensoriais, como cor e sabor, em relação a vida de prateleira e método de conservação (CADENA et al., 2013). Com isto, algumas pesquisas foram realizadas com o intuito de avaliar os efeitos do processamento em diferentes sucos de frutas e hortaliças, analisando alterações físicas, químicas, bem como atividades antioxidantes durante o armazenamento.

Liermann *et al.* (2012) verificaram características físico-químicas de duas formulações de uma bebida mista de couve e limão, comparando o método de cultivo orgânico com o convencional. De acordo com as análises feitas, concluíram que a união da couve e do limão contribui para o aumento do pH melhorando a palatabilidade do suco, em relação ao suco puro de limão; as formulações feitas a partir de produtos orgânicos apresentaram maiores valores de pH, menores de acidez titulável, sugerindo maior susceptibilidade a microrganismos deterioradores; e o tratamento “orgânico sem casca” apresentou maior relação *ratio* entre os demais.

Sobrinho et al. (2015) em seus estudos sobre a estabilidade de características físico-químicas em sucos naturais de cenoura e laranja armazenados sob refrigeração, reportaram que os parâmetros de pH, acidez e atividade antioxidante mantiveram-se estáveis no período de 12 horas para os sucos de cenoura e laranja puros, contudo nos sucos mistos apresentaram variação significativa ao longo do período, mostrando que os sucos frescos, quando refrigerados, poderão ser consumidos após um período de 12 horas sem que haja alterações em suas propriedades.

Dionisio et al. (2018) avaliando a estabilidade de uma bebida mista de caju e yacon durante o armazenamento sob refrigeração, analisando teores de compostos bioativos, atividade antioxidante total, sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH e a cor, no tempo inicial e a cada 45 dias do período de estocagem, concluíram que durante os 225 dias de armazenamento refrigerado a bebida apresentou níveis consideráveis de compostos bioativos e atividade antioxidante total, entretanto apresentou como limitante a qualidade

microbiológica do produto, sendo visto que o produto deve ser armazenado por até 90 dias sob refrigeração (5°C), período em que a bebida manteve seus componentes bioativos e boa qualidade microbiológica e sensorial.

Santana et al. (2018), avaliando suco misto de laranja e cenoura em diferentes concentrações, investigou a estabilidade de quatro formulações durante um período de armazenamento de 22 dias, sendo visto que a acidez titulável variou ao longo do período de armazenamento, esta variação foi acompanhada pelo aumento do pH, ao final do período de armazenamento, o teor de resíduo seco apresentou um aumento significativo, os açúcares redutores diminuíram gradualmente em todos os tratamentos no decorrer do armazenamento dos sucos.

2.7 VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira de um alimento, também conhecida como vida útil, é o intervalo de tempo entre o processamento de um produto e o momento em que ele não atende mais as condições necessárias para a manutenção da qualidade e/ou segurança do alimento, no qual as características desejáveis diminuem e as indesejáveis aumentam para níveis inaceitáveis, ou seja é o tempo em que o produto sob determinadas condições de armazenamento, como temperatura, umidade relativa e luz, leva para sofrer alterações que indiquem níveis de inaceitabilidade pelo fabricante, consumidor e legislação alimentar vigente, sendo estabelecido e determinado por meio deste parâmetro a faixa de tempo em que o produto leva para atingir uma condição inaceitável ou imprópria para consumo (MILLAN-SANGO & VALDRAMIDIS, 2018).

A inaceitabilidade de muitos alimentos e bebidas é geralmente identificada através de características como sabor e textura por serem propriedades bastante instáveis podendo diminuir ao longo da vida de prateleira, no qual são reconhecidas como fatores determinantes da perda de qualidade do produto, podendo ser causadas por processos químicos, bioquímicos e físicos (OLIVEIRA et al., 2013).

As alterações podem ser influenciadas por aspectos como condições de processamento, tipo de embalagem, carga microbiana de microrganismos patogênicos e deteriorantes, tempo e temperatura de armazenamento, sendo a temperatura dentre estes fatores o parâmetro que produz maior impacto, pois pode acelerar as reações químicas e bioquímicas contribuindo também para a proliferação de microrganismos, alterando a composição nutricional e propriedades sensoriais do produto (OLIVEIRA et al., 2013).

Os critérios utilizados para a determinação do fim da vida de prateleira são baseados em características associadas a composição nutricional e funcionalidade do alimento, onde a escolha do fator limitante depende, no entanto, da natureza das reações deteriorantes que mais limitam a manutenção das propriedades durante o armazenamento e conseqüentemente a qualidade e aceitação do produto, o parâmetro escolhido deve representar de forma adequada a degradação do produto, variando de acordo com um modelo pré-estabelecido bem definido e facilmente mensurável (OLIVEIRA et al., 2013).

A determinação da vida de prateleira é comumente estabelecida por meio de análise química, física e sensorial após o processamento, durante um período de armazenamento ou fazendo-se o uso de testes acelerados, por testes e feedback de consumidores sobre a qualidade do produto. Existe também um outro tipo de abordagem para relatar quantitativamente o prazo de validade em produtos como suco de fruta através do desenvolvimento de modelos logísticos que podem ser usados para descrever a probabilidade de deterioração/não deterioração de produtos alimentares (MILLAN-SANGO e VALDRAMIDIS, 2018). É importante que se conheça os fatores que causam alterações de qualidade e seus mecanismos, bem como taxas de mudança e interações entre as condições do processo e ingredientes específicos, podendo ser possível o melhoramento do fornecimento, formulação ou processamento dos produtos permitindo uma redução e/ou prevenção de reações deteriorantes (OLIVEIRA et al., 2013).

Em produtos de origem vegetal como frutas e hortaliças, compostos bioativos como vitamina C encontram-se presente em grandes concentrações nesses produtos, e por se tratar de um composto termolábil sensível a condições de manipulação, processamento e armazenamento, o nível de degradação do mesmo pode ser utilizado como indicador de qualidade, podendo ser um fator estimativo para a determinação do período de vida de prateleira em sucos de fruta, pois a oxidação desses compostos diminui a atividade vitamínica e gera sabores desagradáveis (KLIMCZAK et al., 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

O processo de produção do suco detox, assim como sua caracterização, foi realizado respectivamente no Laboratório de Análises Químicas da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos - UAEALi, da Universidade Federal de Campina Grande, em Campina Grande – PB.

3.1.1 Matéria-prima

Neste trabalho, foram utilizados como matéria-prima, o abacaxi (*Arabic comosus L. Merril*) da variedade pérola, a maçã gala (*Malus domestica 'Gala'*), água de coco natural (*Cocos nucifera L.*) e couve folha (*Brassica oleracea variedade acephala*) (Figura 1), adquiridas na feira central da cidade de Campina Grande – PB.

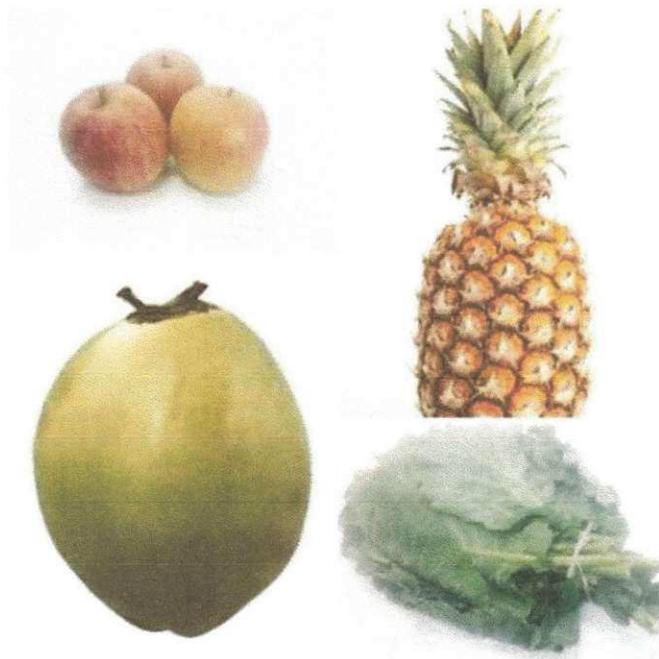


Figura 1: Matérias-primas utilizadas para a elaboração caseira do suco detox

3.1.2 Seleção

As frutas foram selecionadas de acordo com seu tamanho, grau de maturação e ausência de injúrias, objetivando a eliminação de alimentos deteriorados.

3.1.3 Lavagem e sanitização das frutas e hortaliças

A lavagem e sanitização das frutas e hortaliça, foi feita a partir da imersão dos mesmos em uma solução de água e cloro (70 ppm) por 10 minutos. Passados os 10 minutos, as frutas e hortaliças foram retirados e lavados com água potável abundante, para a total remoção da solução. Posteriormente os alimentos foram postos a secar em temperatura ambiente, para serem utilizados na preparação caseira do suco do suco detox.

3.1.4 Elaboração dos sucos detox

O suco foi desenvolvido a partir de um planejamento fatorial completo 2^2 , conforme Tabela 1, com três pontos centrais totalizando sete ensaios.

Cada formulação foi feita em batelada, previamente estabelecida de acordo com o planejamento adotado, variando a concentração de ácido cítrico. Os demais ingredientes foram utilizados em função da concentração do ácido cítrico, fixando apenas a quantidade de couve (20%). Em seguida o suco foi submetido ao armazenamento em temperatura de refrigeração (7°C). Os demais ingredientes foram utilizados em função da concentração do ácido cítrico, fixando apenas a quantidade de couve. Os níveis do planejamento podem ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis do planejamento fatorial 2^2 para elaboração do suco detox

Níveis	-1	0	+1
Concentração de ácido cítrico – CAC (%)	0,5	1,0	1,5
Tempo (Dias)	2	4	6

O processamento do suco foi realizado de forma convencional, processando todos os ingredientes, previamente pesados, em um liquidificador doméstico de três velocidades. Após processado, o suco foi coado em uma peneira e coletado em um béquer, para ser submetido ao envasamento e armazenamento (Figura 2).

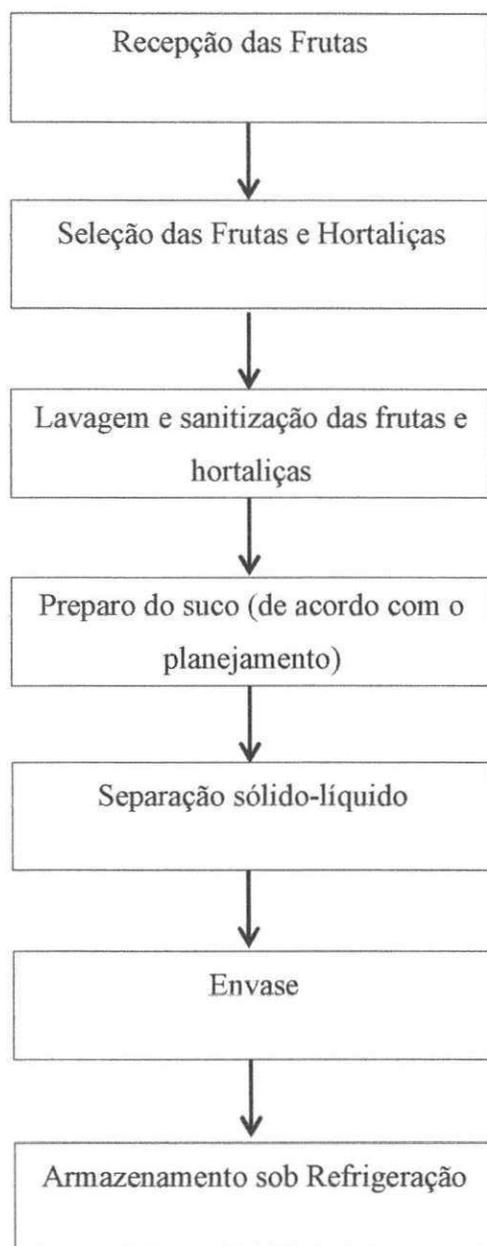


Figura 2 – Fluxograma do Preparo do Suco Detox

3.1.5 Embalagem e Armazenamento

O suco detox foi envazado em garrafas pets de 200 mL (Figura 3), devidamente higienizadas e identificadas de acordo com as formulações. Após o envasamento, as amostras

foram armazenadas em um refrigerador sob temperaturas controladas de 7°C sendo retiradas, para análise a cada dois dias, de acordo com o planejamento fatorial adotado. A caracterização inicial foi realizada logo após o processamento do suco para o tempo zero.



Figura 3: Suco detox envazado para armazenamento

3.2 Caracterização química, físico-química e física

O suco detox foi caracterizado em relação à base úmida quanto ao teor de água (g/100g), conteúdo de ácido ascórbico (mg/100g) pelo método de titulometria com Iodo, acidez total (g/100g), pH e Densidade (g/cm^3) de acordo com as Normas Analíticas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

3.3 Análise Estatística

Foi utilizado o programa computacional *Statistica*, versão 7.0, para análise do planejamento experimental, verificando-se os efeitos das variáveis independentes a um intervalo de confiança de 95% sobre as variáveis dependentes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do suco detox

Estudou-se a caracterização inicial do suco detox, para avaliar o efeito da variável independente sobre as variáveis dependentes no processo. Os resultados obtidos para as respostas teor de água, vitamina C, pH, acidez e densidade estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da caracterização do suco detox antes do armazenamento

Respostas	Concentrações de ácido cítrico (%)		
	0,5	1,0	1,5
Teor de água (g/100g)	91,26	90,40	90,11
Vitamina C (mg/100g)	26,15	34,07	34,42
ATT ¹	1,42	2,02	2,08
pH	3,26	2,67	2,55
Densidade (g/cm ³)	0,9419	0,995	1,012

¹ Acidez Total Titulável (g/100g)

A partir dos dados, presente na tabela 2, percebe-se que o valor do teor de água do suco, para as concentrações utilizadas, foram superiores a 90 (g/100g), estando de acordo com a literatura, uma vez que a composição do suco é formada por ingredientes com mais de 84 g/100g de água. De acordo com BRASIL (2004), o teor de água do abacaxi *in natura* é igual a 86,3 g/100g, da maçã 84,3 g/100g, da couve folha 90,9 g/100g e da água de coco 94,3 g/100g. As formulações com maiores teores de água foram, conseqüentemente, os com menores concentrações de ácido cítrico.

De acordo com o planejamento adotado, percebe-se que a formulação com maior teor de Vitamina C, foi a que teve em sua composição a maior concentração de ácido cítrico. Estudos da revista FOOD INGREDIENTS BRASIL (2014), afirmam que o ácido cítrico entre todas as suas propriedades, prolonga a estabilidade da vitamina C, o que justifica os resultados encontrados.

Os valores de pH relatados na Tabela 2 estão abaixo dos encontrados por SOUZA (2016). Em relação à acidez total titulável, SOUZA (2016), encontrou para seu suco detox, valores variando de 0,44 a 0,52 g/100g, mostrando que os resultados mostrados na tabela

acima, foram maiores. Esta variação pode ser explicada pela adição do ácido cítrico, uma vez que as formulações com valor de pH mais baixo e acidez mais alta foram, conseqüentemente, as com maiores concentrações de ácido cítrico.

A densidade aparente apresentou resultados variáveis, entretanto a legislação brasileira não fixa padrão para este parâmetro. Na literatura, os valores encontrados por GOMES et al., (2012), para suco de caju foi de média 1,03g/cm³, sendo superior aos encontrados neste trabalho. BONOMO et al., (2009) aponta que os valores de densidade de suco de frutas são fortemente dependentes do valor de sólidos solúveis totais.

4.2 Resultado do planejamento fatorial 2² para as respostas: teor de água, vitamina C, pH, acidez, e densidade

O suco foi submetido ao armazenamento refrigerado sob temperatura de 7 °C, e a cada dois dias foram coletadas amostras, de acordo com o planejamento fatorial adotado, para análise do teor de água (g/100g), vitamina C (mg/100g), pH, acidez (g/100g) e densidade (g/cm³). Os resultados encontrados estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do planejamento experimental completo 2² para as resposta estudadas durante o armazenamento

Ensaio	Variáveis Independentes		Variáveis dependentes (Respostas)				
	CAC* (%)	TA** (dias)	Teor de água (g/100g)	Vitamina C (mg/100g)	pH	Acidez (g/100g)	Densidade (g/cm ³)
1	(-1)	(-1)	90,900	9,806	2,980	0,999	1,020
2	(+1)	(-1)	90,013	12,74	2,550	1,978	1,024
3	(-1)	(+1)	91,450	8,99	2,720	1,032	1,035
4	(+1)	(+1)	90,016	13,21	2,296	2,230	1,037
5	(0)	(0)	90,259	10,20	2,697	1,727	1,030
6	(0)	(0)	90,253	10,37	2,601	1,715	1,030
7	(0)	(0)	90,159	10,30	2,695	1,703	1,029

*CAC- Concentração de ácido cítrico; **TA- Tempo de Armazenamento

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 3, percebeu-se que o teor de água diminuiu durante o armazenamento, porém todas as condições se mantiveram com valor superior a 90 (g/100g). Os ensaios com menor concentração de ácido cítrico se manteve com maior teor de água, conseqüentemente aqueles com maior concentração de ácido cítrico, foram os que apresentaram teor de água mais baixo.

Percebeu-se que o teor de vitamina C nos ensaios, diminuiu em média 60% durante o armazenamento comparando com a caracterização inicial. Todavia, mostrou-se que as amostras com maiores concentrações de ácido cítrico e maior tempo de armazenamento, também foram as que preservaram melhor o ácido ascórbico presente no suco. De acordo com PHILLIPS et al., (2010) as principais fonte de vitamina C são as frutas cítricas e os vegetais folhoso, porém segundo SPINOLA et al., (2013), o ácido ascórbico é considerado a vitamina mais sujeita a perdas significativas ao longo do armazenamento, justificando os resultados mostrados na Tabela 3.

Os valores de pH e Acidez durante o armazenamento apresentaram uma redução com relação a caracterização inicial, que pode ser explicado pelo tempo de armazenamento que as amostras passaram. Mesmo diante dessa redução, os resultados estão dentro dos estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2019), uma vez que estabelece que o valor mínimo para acidez do suco deve ser em torno de 0,3 g/100g. Os ensaios com maiores concentrações de ácido cítrico, foram os que apresentaram menor valor de pH e conseqüentemente maior Acidez, porém estes quando comparados com relação ao tempo, percebeu-se que aqueles com maior concentração de ácido cítrico e menor tempo de armazenamento, foram os que tiveram maior pH e menor acidez.

Os valores das densidades do suco aumentaram durante o armazenamento, podendo ser explicado pelo fato das amostras estarem armazenadas sob refrigeração a uma temperatura menor que a usada durante a caracterização inicial, visto que segundo BONOMO et al., (2009), a densidade é um parâmetro inversamente proporcional a temperatura. O ensaio quatro que teve maior tempo de armazenamento e maior concentração de ácido cítrico, conseqüentemente foi o que obteve a maior densidade.

A partir dos resultados experimentais foi realizada a análise dos efeitos das variáveis independentes, concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento sobre as respostas: teor de água, Vitamina C, pH, Acidez, e Densidade.

4.3 Análise estatística para as respostas: teor de água, vitamina C, pH, acidez, e densidade

4.3.1 Teor de água

A Tabela 4 descreve os efeitos significativos e não significativos, da concentração de ácido cítrico e do tempo de armazenamento.

Tabela 4 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta teor de água (g/100g)

	Efeito	Erro Padrão	P
Média	90,43	0,107	$5,5 \times 10^{-8}$
Concentração de ácido cítrico (CAC) %	-1,16	0,284	$2,64 \times 10^{-2}$
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	0,276	0,284	$4,02 \times 10^{-1}$
Interação CAC versus TA	-0,273	0,284	$4,06 \times 10^{-1}$

Pela análise dos efeitos, constatou-se que a concentração de ácido cítrico foi a variável que apresentou efeito estatisticamente significativo sobre a resposta em estudo, ou seja, teor de água presente no suco detox, apresentando valor de p menor que 0,05. Seu sinal negativo indica que esse fator diminuiu a resposta, isto é, quanto maior a adição do ácido cítrico no suco, menor foi o teor de água do mesmo.

Após a análise dos efeitos, foi feita a análise de regressão para extração do modelo matemático, após desconsiderar os fatores não significativos estatisticamente, a fim de representar a resposta teor de água, podendo ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Coeficientes de regressão do modelo codificado para o teor de água

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	90,43	0,106	$4,2 \times 10^{-14}$
Concentração de ácido cítrico (CAC) %	-0,580	0,140	$9,02 \times 10^{-3}$

Portanto, o modelo matemático codificado gerado para o teor de água, está representado pela Equação 1.

Modelo Matemático Codificado:

$$\text{TEOR DE ÁGUA} = 90,43 - 0,580\text{CAC}$$

(Equação1)

Após a análise de regressão, a partir dos fatores estatisticamente significativos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para a validação do modelo (Equação 1). A validação do modelo codificado foi feita analisando-se os valores de F calculado e F tabelado a 95% de confiança com valor de p menor ou igual a 0,05. Na Tabela 6 é mostrada a análise de variância do modelo encontrado para o teor de água.

Tabela 6 - Análise de variância do modelo codificado para o teor de água

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	Fcalculado	Ftabelado	R ²
Regressão	1,0765	1	1,0765	8,81	6,61	0,80
Resíduo	0,6635	5	0,1327			
Total	1,739971	6				

A análise estatística demonstrou que o modelo proposto, para o teor de água foi significativo, pois a análise de variância apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança, com coeficiente de determinação igual a 80%, Fcalculado maior que Ftabelado e relação Fcalculado / Ftabelado igual a 1,22 mostrando que o modelo codificado é válido, sendo possível estabelecer a superfície de resposta na Figura 4 que representa o comportamento das variáveis envolvidas no processo.

Superfície de Resposta

Tem-se na Figura 4 a superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para o teor de água do suco detox.

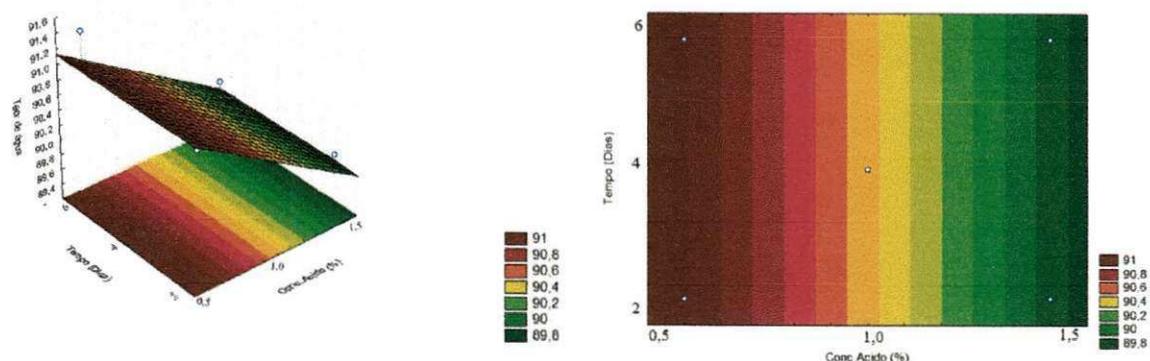


Figura 4 - Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para o teor de água em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento

Pode observar na figura acima, que o teor de água aumentou à medida que a concentração de ácido cítrico diminuiu.

4.3.2 Vitamina C

A Tabela 7 descreve os efeitos significativos e não significativos, da concentração de ácido cítrico e do tempo de armazenamento, sobre a resposta vitamina C.

Tabela 7 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta Vitamina C (mg/100g)

Fator	Efeito	Erro Padrão	P
Média	10,80229	0,032293	9x10⁻⁶
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	3,57700	0,085440	5,70x10⁻⁴
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	-0,17300	0,085440	1,80x10⁻¹
Interação CAC versus TA	0,64300	0,085440	1,72x10⁻²

Pela análise dos efeitos, constatou-se que a concentração de ácido cítrico e interação entre as variáveis independentes foram os fatores que apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre a resposta em estudo, ou seja, Vitamina C presente no suco detox, apresentando valor de p menor que 0,05. Seu sinal positivo indica que essa variável garantiu uma maior estabilidade da resposta vitamina C durante o armazenamento, uma vez que, foi percebida uma perda da vitamina em comparação com a caracterização no tempo zero de armazenamento.

Após a análise dos efeitos, foi feita a análise de regressão, para extração do modelo

matemático codificado para representar a resposta Vitamina C, podendo ser observada na Tabela 8.

Tabela 8 – Coeficientes de regressão do modelo codificado para Vitamina C

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	10,80	0,032	9×10^{-6}
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	1,788	0,042	$5,70 \times 10^{-4}$
Interação CAC versus TA	0,321	0,042	$1,72 \times 10^{-2}$

Portanto, o modelo matemático codificado gerado para a Vitamina C, está representado pela Equação 2.

Modelo Codificado:

$$\text{VITAMINA C} = 10,80 + 1,788\text{CAC} + 0,321\text{CAC} \times \text{TA} \quad (\text{Equação 2})$$

Após a análise de regressão, a partir dos fatores estatisticamente significativos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para a validação do modelo (Equação 2), analisando-se os valores de F calculado e F tabelado a 95% de confiança com valor de p menor ou igual a 0,05. Na Tabela 9 é mostrada a análise de variância do modelo obtido para a resposta vitamina C.

Tabela 9 - Análise de variância do modelo codificado para a Vitamina C

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	Fcalculado	Ftabelado	R ²
Regressão	13,2084	2	6,6042	18,57	6,94	0,90
Resíduo	1,4223	4	0,3556			
Total	14,63070	6				

A análise estatística mostrou que o modelo proposto, para a Vitamina C foi significativo, pois a análise de variância apresentou regressão significativa ao nível de 95% de

confiança, com coeficiente de determinação igual a 90%, $F_{\text{calculado}}$ maior que F_{tabelado} , sendo sua relação igual a 3,67. Desta forma é possível estabelecer a superfície de resposta na Figura 5 que representa a variação da Vitamina C para o suco detox, em função das variáveis independentes.

Superfície de Resposta

Tem-se na Figura 5 a superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Vitamina C do suco detox.

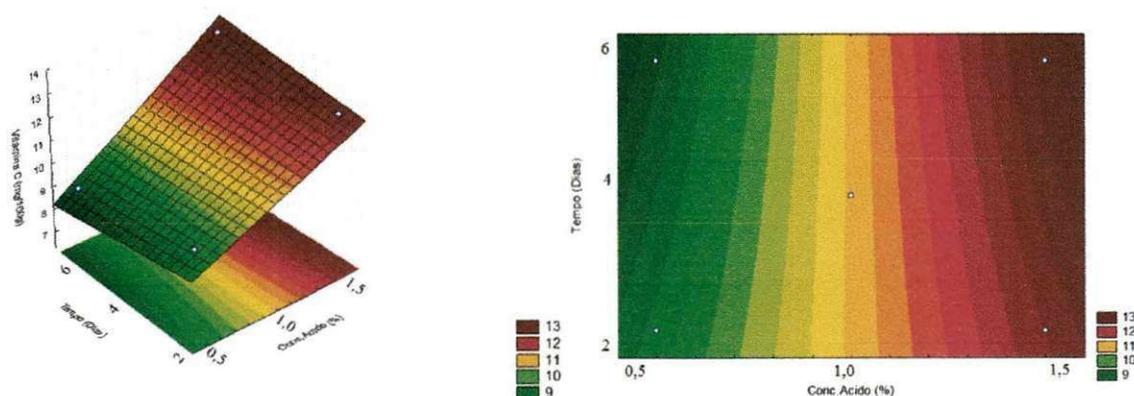


Figura 5 - Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Vitamina C em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento

Pode observar na figura acima, que o conteúdo de Vitamina C foi melhor preservado a medida que aumentou a concentração de ácido cítrico.

4.3.3 pH

A Tabela 10 descreve os efeitos significativos e não significativos, da concentração de ácido cítrico e do tempo de armazenamento.

Tabela 10 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta pH

Fator	Efeito	Erro Padrão	P
Média	2,648	0,020	$6,1 \times 10^{-5}$
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	-0,213	0,027	$1,60 \times 10^{-2}$
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	-0,128	0,027	$4,26 \times 10^{-2}$
Interação CAC versus TA	0,0015	0,027	$9,61 \times 10^{-1}$

Pela análise dos efeitos, nota-se que as variáveis independentes estudadas apresentaram efeitos significativos a um intervalo de confiança de 95% sobre o pH. Constatou-se que tanto a concentração de ácido cítrico como o tempo de armazenamento apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre a resposta em estudo. Seu sinal negativo indica que essa variável diminuiu a resposta, isto é, quanto maior a adição do ácido cítrico no suco, menor foi o valor pH do mesmo.

Após a análise dos efeitos, foi feita a análise de regressão, para extração do modelo matemático codificado para representar a resposta pH, podendo ser observada na Tabela 11.

Tabela 11 – Coeficientes de regressão do modelo codificado para o pH

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	2,648	0,020	6,1x10 ⁻⁵
Concentração de ácido cítrico (CAC) %	-0,213	0,027	1,60x10 ⁻²
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	-0,128	0,027	4,26x10 ⁻²

Após desconsiderar o fator não estatisticamente significativo, o modelo matemático codificado gerado para o pH, está representado pela Equação 3.

Modelo Matemático Codificado:

$$\text{pH} = 2,648 - 0,213\text{CAC} - 0,128\text{TA} \quad (\text{Equação 3})$$

Após a análise de regressão, a partir dos fatores estatisticamente significativos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para a validação do modelo (Equação 3), analisando-se os valores de F calculado e F tabelado a 95% de confiança com valor de p menor ou igual a 0,05. Na Tabela 12, encontra-se a análise de variância do modelo obtido para o pH.

Tabela 12 - Análise de variância do modelo codificado para o pH

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	Fcalculado	Ftabelado	R ²
Regressão	0,2484	2	0,1242	67,62	6,94	0,97
Resíduo	0,0073	4	0,0018			
Total	0,255724	6				

Pela análise de variância verifica-se que o modelo proposto, para o pH foi significativo, uma vez que apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança, com coeficiente de determinação igual a 97%, Fcalculado maior que Ftabelado, com relação Fcalculado / Ftabelado igual a 9,73 mostrando que o modelo codificado é válido, sendo possível estabelecer a superfície de resposta na Figura 6.

Superfície de Resposta

Tem-se na Figura 6 a superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para o pH do suco detox.

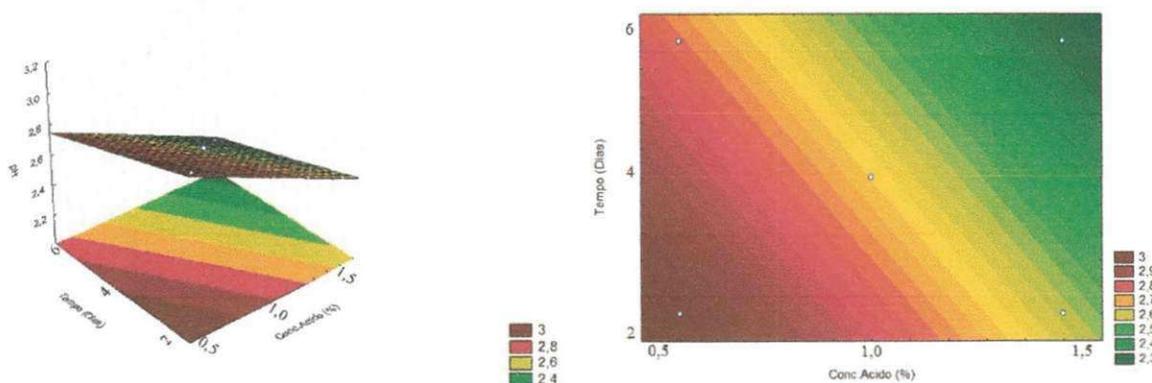


Figura 6 - Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para o pH em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento

Pode-se observar na figura acima, que o pH diminuiu à medida que aumentou a concentração de ácido cítrico e o tempo de armazenamento.

4.3.4 Acidez

A Tabela 13 pode-se verificar os efeitos significativos e não significativos, da concentração de ácido cítrico e do tempo de armazenamento, sobre a resposta acidez.

Tabela 13 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta Acidez (g/100g)

Fator	Efeito	Erro Padrão	P
Média	1,626	0,004	8×10^{-6}
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	1,088	0,012	$1,23 \times 10^{-4}$
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	0,142	0,012	$7,14 \times 10^{-3}$
Interação CAC versus TA	0,109	0,012	$1,20 \times 10^{-2}$

Pela análise dos efeitos, nota-se que todos os fatores apresentaram efeitos significativos a um intervalo de confiança de 95% sobre a acidez. Constatou-se que tanto o tempo de armazenamento como a concentração de ácido cítrico, assim como a interação apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre a resposta em estudo. Seu sinal positivo indica que um aumento das variáveis independentes, promoveu aumento na resposta, isto é, quanto maior a concentração do ácido cítrico e maior o tempo de armazenamento, a acidez do suco foi aumentada.

Após a análise dos efeitos, foi feita a análise de regressão, para extração do modelo matemático codificado para representar a resposta acidez, podendo ser observada na Tabela 14.

Tabela 14 – Coeficientes de regressão do modelo codificado para acidez

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	1,626	0,004	8×10^{-6}
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	0,544	0,006	$1,23 \times 10^{-4}$
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	0,071	0,006	$7,14 \times 10^{-3}$
Interação CAC versus TA	0,054	0,006	$1,20 \times 10^{-2}$

Portanto, o modelo matemático codificado gerado para a acidez, está representado pela Equação 4.

Modelo Matemático Codificado:

$$\text{ACIDEZ} = 1,626 + 0,544\text{CAC} + 0,071\text{TA} + 0,054\text{CACxTA} \quad (\text{Equação 4})$$

Após a análise de regressão, a partir dos fatores estatisticamente significativos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para a validação do modelo (Equação 4), analisando-se os valores de F calculado e F tabelado a 95% de confiança com valor de p menor ou igual a 0,05. A análise de variância para o modelo matemático codificado para a resposta acidez, encontra-se na Tabela 15.

Tabela 15 - Análise de variância do modelo codificado para a Acidez

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	Fcalculado	Ftabelado	R ²
Regressão	1,2173	3	0,4058	29,18	9,28	0,96
Resíduo	0,0417	3	0,0139			
Total	1,259035	6				

A análise estatística mostrou que o modelo proposto, para a acidez foi significativo, pois a análise de variância apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança, com coeficiente de determinação igual a 96%, relação de Fcalculado / Ftabelado igual a 3,14, indicando que o modelo codificado é válido, sendo possível estabelecer a superfície de resposta na Figura 7 que representa a variação da acidez para o suco detox, em função das variáveis independentes.

Superfície de Resposta

Tem-se na Figura 7 a superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Acidez do suco detox.

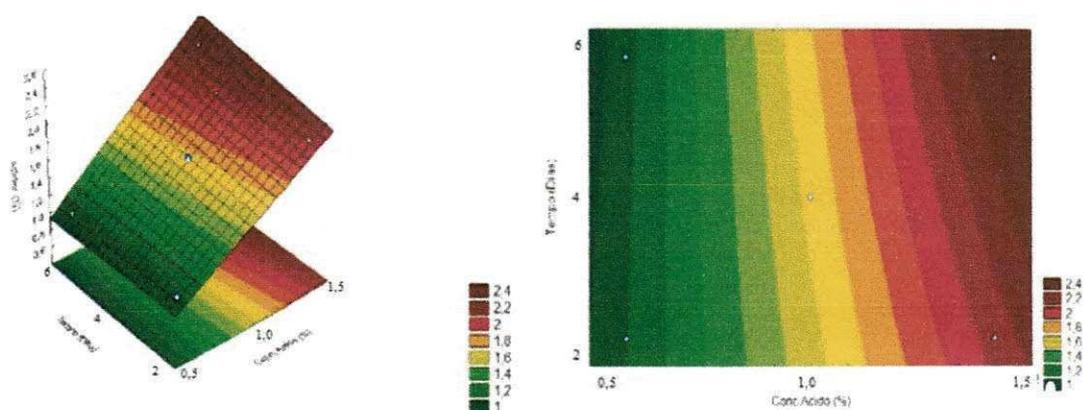


Figura 7 - Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Acidez em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento

Pode observar na figura acima, que a resposta acidez aumentou à medida que aumentou a concentração de ácido cítrico e o tempo de armazenamento.

4.3.5 Densidade

A Tabela 16 descreve os efeitos significativos e não significativos, das variáveis independentes sobre a resposta densidade.

Tabela 16 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta densidade (g/cm^3)

Fator	Efeito	Erro Padrão	P
Média	1,029	0,0001	$3,38 \times 10^{-8}$
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	0,0028	0,0005	$2,86 \times 10^{-2}$
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	0,014	0,0005	$1,32 \times 10^{-3}$
Interação CAC versus TA	-0,001	0,0005	$1,28 \times 10^{-1}$

Constatou-se que os fatores concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento apresentaram efeito estatisticamente significativo sobre a resposta em estudo. Pode-se perceber que com o aumento das variáveis independentes houve aumento na resposta.

Após a análise dos efeitos, foi feita a análise de regressão, para extração do modelo matemático codificado para representar a resposta densidade, podendo ser observada na Tabela 17.

Tabela 17 – Coeficientes de regressão do modelo codificado para densidade

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	1,029	0,0002	3,38x10 ⁻⁸
Concentração de ácido cítrico (CAC)%	0,0015	0,0002	2,8x10 ⁻²
Tempo de Armazenamento (TA) - dias	0,007	0,0002	1,32x10 ⁻³

Portanto, o modelo matemático codificado gerado para a densidade, está representado pela Equação 5.

Modelo Codificado:

$$\text{DENSIDADE} = 1,029 + 0,0015\text{CAC} + 0,007\text{TA} \quad (\text{Equação 5})$$

A análise de variância para validação do modelo matemático codificado para a densidade é mostrado na Tabela 18.

Tabela 18 - Análise de variância do modelo codificado para a densidade

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	Fcalculado	Ftabelado	R ²
Regressão	0,0002	2	0,0001	133,40	6,94	0,98
Resíduo	0,000003	4	0			
Total	0,0002	6				

A análise estatística mostrou que o modelo proposto, para a densidade foi significativo, pois a análise de variância apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança, com coeficiente de determinação igual a 98%, Fcalculado maior que Ftabelado e relação Fcalculado / Ftabelado igual a 19,21, mostrando que o modelo codificado é válido, sendo possível estabelecer a superfície de resposta na Figura 8 que representa a variação da densidade o suco detox, em função das variáveis independentes.

Superfície de Resposta

Tem-se na Figura 8 a superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a densidade do suco detox.

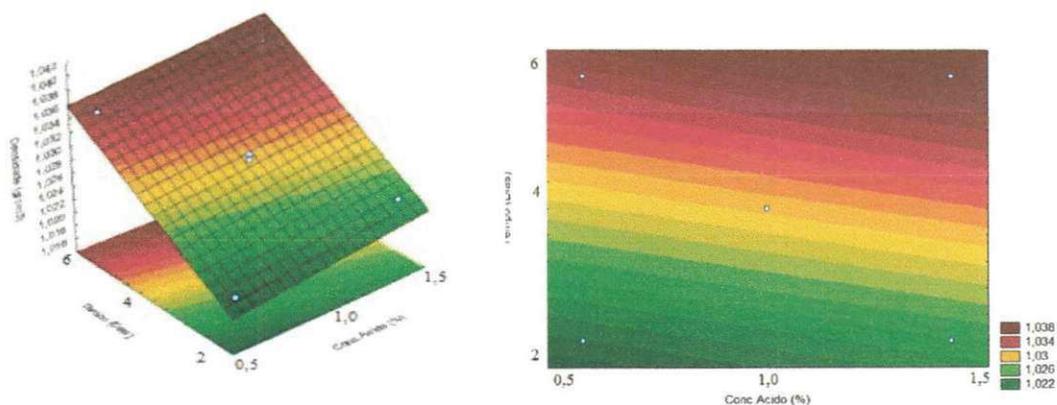


Figura 8 - Superfície de resposta e respectivas curvas de contorno para a Densidade em função da concentração de ácido cítrico e tempo de armazenamento

Podemos observar na figura acima, que a densidade do suco sofreu um aumento à medida que aumentou a concentração de ácido cítrico e o tempo de armazenamento.

5. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- Durante o armazenamento houve modificações das respostas estudadas;
- A variável independente concentração de ácido cítrico apresentou efeito estatisticamente significativo sobre o teor de água, vitamina C, pH, acidez e densidade.
- Ensaio com maior teor de água foram os que possuíam em sua formulação o menor teor de ácido cítrico;
- O conteúdo de vitamina C sofreu perda de cerca de 60% durante o armazenamento com relação ao conteúdo inicial;
- Mesmo havendo perda significativa, o conteúdo de vitamina C foi melhor preservado com o aumento da concentração de ácido cítrico;
- A resposta densidade apresentou comportamento inversamente proporcional à temperatura de armazenamento e diretamente proporcional a concentração de ácido cítrico;
- A variável independente concentração de ácido cítrico apresentou maior influência sobre as respostas estudadas durante o armazenamento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. G. S.; SILVA, S. de M.; SOARES, L. G.; DANTAS, A. L.; LIMA, R. P.; SOUZA, A. S.; MELO, R. de S. Aspectos da qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros 'Pérola' e 'Vitória'. **Revista AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 96-102, 2015.

ARAGÃO, W. M. Coco. Pós-colheita. **Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros**, 2002.

ABIR. Associação Brasileira das Indústrias de refrigerantes e de Bebidas não alcoólicas. Disponível em: <<http://abir.org.br/o-setor/dados/nectares/>>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

BAENAS, N.; MORENO, D. A.; GARCIA-VIGUERA, C. Selecting sprouts of Brassicaceae for optimum phytochemical composition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 45, p. 11409-11420, 2012.

BHULLAR, K. S., RUPASINGHE, H. P. Polyphenols: multipotent therapeutic agents in neurodegenerative diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. V. 1, p. 1-18, 2013.

BONOMO R. C. F., FONTAN, R. C. I., de SOUZA, T. S., VELOSO, C. M., REIS, M. F. T., CASTRO, S. S., Thermophysical properties of cashew juice at different concentrations and temperatures. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 35-42, 2009.

BORGES, P. R. S.; CARVALHO, E. E. N.; BOAS, E. V. B. V.; LIMA, J. P.; RODRIGUES, L. F. Estudo da estabilidade físico-química de suco de abacaxi 'Pérola'. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 4, p. 742-750, 2011.

BRASIL. **Tabela Brasileira de Composição de alimentos / NEPA – UNICAMP**. Campinas, 2004.

CADENA, R. S.; CRUZ, A. G.; NETTO, R. R.; CASTRO, W. F.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Sensory Profile And Physicochemical Characteristics Of Mango Nectar Sweetened With High Intensity Sweeteners Throughout Storage Time. **Food Research International**, v. 54, p. 1670-1679, 2013.

CALLIGARIS, S.; MANZOCCO, L. L. C. Modeling shelf life using chemical, physical, and sensory indicators. **Handbook of Food Engineering Practice**. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 75-126, 2000.

CARBONE, K.; GIANNINI, B.; PICCHI, V.; LO SCALZO, R.; CECCHINI, F. Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage. **Food Chemistry**, v. 127, n. 2, p. 493-500, 2011.

DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; PINTO, C. O.; GOES, T. de S.; BORGES, M. de F.; ARAÚJO, I. M. S. Processamento e estabilidade de uma bebida de caju e yacon durante o armazenamento sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1-7, 2018.

EBERHARDT, M. V.; LEE, C. Y.; LIU, R. H. Antioxidant activity of fresh apples. **Nature**, v. 405, n. 6789, p. 903-904, 2000.

EDIRIWEERA, R. H. S. S. Medicinal uses of coconut (*Cocos nucifera* L.). **Cocoinfo International jornal**, v. 10, p. 11-21, 2003

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**. Princípios e prática. 2.ed. São Paulo: Artmed, 2006.

FILLA, M. C., GARCIA, S., PRUDENCIO, S. H. Mixed Beverage of Fruits and Vegetables: Effect of Refrigerated Storage on Antioxidant Capacity and Acceptance. **Journal of Culinary Science and Technology**, v. 16, p. 1-17, ed. 3, 2017.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Aplicações do ácido cítrico na indústria de alimentos**, n. 30, 2014.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, p. 230, 2001.

GOMES, M. J. N.; KADER, Y. N. A. M.; ELLEN SOHN, R. M.; CUNHA, M. E. T. da; BARIN, C. S. Análise físico-química de suco de caju concentrado. **Enciclopédia biosfera**. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15; p. 2019-2024, 2012.

HOWARD, L.A.; WONG, A. D.; PERRY, A. K.; KLEIN, B. P. β -carotene and ascorbic retention in fresh and processed vegetables. **Journal of Food Science**. Chicago, v. 64, n. 5, p. 929-936, 1999.

IBRAF. **Instituto Brasileiro de Frutas**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 07 de novembro de 2018.

KLIMCZAK, I., MAŁECKA, M., SZLACHTA, M., GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, 2007.

LEFSRUD, M., KOPSELL, D., WENZEL, A., & SHEERAN, J. Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) carotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. **Scientia Horticultura**. v. 112, 136–141, 2006.

LIMA, V. L. A.; MÉLO, E. A.; MACIEL, M. I. S. Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada proveniente de frutos de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 101-103, 2003.

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005, f. 193.

LULIA, M. M. E.T. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v. 30 n. 1, p. 1-81, 2017.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/documentos/01_09-secao-1-portaria-86.pdf>. Acesso em: 28 de maio de 2019.

MILLAN-SANGO, D.; VALDRAMIDIS, V. P. Quantitative Assessment of the Shelf Life of Fruit Juices. **Fruit Juices**, v. 1, p. 557–569, 2018.

NOGUEIRA, A., WOSIACKI, G. Apple Cider Fermentation. **Handbook of plant-based fermented food and beverage technology**, v. 1, p. 209-236, 2012.

OLIVEIRA, A. N.; RAMOS, A. M.; CHAVES, J. B. P.; VALENTE, M. E. R. Cinética de degradação e vida-de-prateleira de suco integral de manga. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 172-177, 2013.

OLIVEIRA, M. S.; LACERDA, L. N. L.; SANTOS, L. C. dos; LOPES, A. C. S.; CÂMARA, A. M. C. S.; MENZEL, H. J. K.; HORTA, P. M. Consumo de frutas e hortaliças e as condições de saúde de homens e mulheres atendidos na atenção primária à saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 20, 2015.

PAZOKI-TOROUDI, H., AMANI, H., AJAMI, M., NABAVI, S.F., BRAIDY, N., KASI, P.D., NABAVI, S.M. Targeting signaling by polyphenols: a new therapeutic target for ageing. **Ageing Research Reviews**, v. 31, p. 55–66, 2016.

PHILLIPS, K. M.; TARRAGO-TRANI, M. T.; GEBHARDT, S. E.; EXLER, J.; PATTERSON, K. Y.; HAYTOWITZ, D. B.; PEHRSSON, P. R.; HOLDEN, J. M. Stability of Vitamin C in Frozen Raw Fruit and Vegetable Homogenates. **Journal of Food Composition and Analysis**, London, v. 23, p. 253-259, 2010.

PINHEIRO, E. S. **Avaliação dos aspectos sensoriais, físico-químicos e minerais do suco de uva da variedade Benitaka (*Vitis vinifera* L.)**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008, f. 106.

PRADES, A., DORNIER, M., DIOP, N., PAIN, J.P. Coconut water uses, composition and properties: a review. **Fruits**, v. 67, p. 87–107, 2012.

SAGAR, N. A., PAREEK, S., SHARMA, S., YAHIA, E. M., LOBO, M. G. Fruit and Vegetable Waste: Bioactive Compounds, Their Extraction, and Possible Utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, p. 512-531, 2018.

SANTANA, K. I.; PASSOS, F. R.; CARVALHO, A. M. X.; MENDES, F. G. Suco misto de laranja e cenoura em diferentes concentrações. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**. v. 4, 2018.

SOBRINHO, P de S. C.; SOUZA, G. H. B. de; CUNHA, A. C. da; GUIMARÃES, G. P.; FONSECA, A. M. T. Estabilidade de Características Físico-Químicas em Sucos Naturais de Cenoura e Laranja Armazenados sob Refrigeração. **Revista Vita et Sanitas**. v. 9, 2015.

SOUZA, T. M. **Desenvolvimento de suco misto a base de acerola, mamão, limão, couve e hortelã**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em engenharia de alimentos), Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, MA, 2016, f. 36.

SPINOLA, V.; BERTA, B.; CÂMARA, J. S.; CASTILHO, P. C. Effect of Time and Temperature on Vitamin C Stability in Horticultural Extracts. UHPLC-PDA vs. Iodometric Titration as Analytical Methods. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 50, n. 2, p. 489-495, 2013.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. edição revisada e ampliada Campinas: UNICAMP-NEPA, p. 161, 2011.

TAOUKIS, P., LABUZA, T., SAGUY, S. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. **Handbook of Food Engineering Practice**. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 361_403, 1997.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de alimentos: TACO**. 4. Ed. Campinas: Unicamp: Neppa, 2011. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/>>. Acesso em : 15 de junho de 2019.

VALE, A. P.; SANTOS, J.; BRITO, N. V.; PEIXOTO, V.; CARVALHO, R.; ROSA, E.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Light influence in the nutritional composition of Brassica oleracea sprouts. **Food Chemistry Barking**, v. 178, p. 292-300, 2015.

VITALI, A. A.; TEXEIRA NETO, R. O. Introdução à cinética de reação em alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002, f. 34.

WIJERATNAM, S. W. Pineapple. **Encyclopedia of food and health**, p. 380-384, 2016.

WŁODARSKA, K.; PAWLAK, L. K.; KHMELINSKII, I.; SIKORSKA, E. Explorative study of apple juice fluorescence in relation to antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 210, p. 593–599, 2016.