

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARINA LEVORATO DE MORAES

**AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE SUCO DE ABACAXI  
ADICIONADO DE POLPA DE YACON, VITAMINA C E GOMA  
XANTANA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2016

MARINA LEVORATO DE MORAES

**AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE SUCO DE ABACAXI  
ADICIONADO DE POLPA DE YACON, VITAMINA C E GOMA  
XANTANA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos do Departamento Acadêmico de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Campo Mourão, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Roberta de Souza Leone.

CAMPO MOURÃO

2016



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Campo Mourão



Departamento Acadêmico de Alimentos  
Curso de Engenharia de Alimentos

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE SUCO DE ABACAXI  
ADICIONADO DE POLPA DE YACON, VITAMINA C E GOMA XANTANA

por

MARINA LEVORATO DE MORAES

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 20 de junho de 2016 às 10 horas como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Roberta de Souza Leone  
Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup> Me. Fernanda Caspers Zimmer  
Membro da banca

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Renata Hernandez Barros Fuchs  
Membro da banca

---

**Nota:** O documento original assinado pela Banca Examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR *Câmpus* Campo Mourão.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente quero agradecer a Deus pela iluminação em todos esses anos me dando força em todas as fases da minha vida.

Agradecer aos meus pais, Ana Cristina Levorato Oliveira de Moraes e Jaci Oliveira de Moraes, por estarem sempre presentes, me dedicando todo amor e apoio em minhas escolhas. E a toda minha família, pelo incentivo e ajuda em todas as etapas.

A família que construí durante a graduação, Andressa, Carol, Carlos, Heliberto, Renan, Silvio, Thaysa, Thiago e Wedisley por proporcionarem momentos incríveis, que jamais sairão da minha memória. Em especial a Thaysa Fernandes Moya Moreira, por estar sempre ao meu lado e ser como uma irmã.

A dona Eva e ao senhor Silvio, por terem me acolhido nos primeiros anos de faculdade e auxiliado em minhas dificuldades.

Aos meus amigos de Barra Bonita, Claus, Helena, Laila, Mariana, Pedro, Vinicius. Porque mesmo quando distantes, estavam presentes em minha vida.

Ao Gabriel Luís, pessoa muito importante em minha vida. Obrigada pelo enorme carinho, atenção, paciência e abraços que contribuíram muito em todos os momentos.

A minha professora orientadora Roberta de Souza Leone, pela disposição para me orientar, pelo aprendizado e dedicação. E ao Felipe Rocha, Kamila Spacki, as professoras Renata Hernandez Barros Fuchs e Fernanda Caspers Zimmer e aos técnicos do laboratório por auxiliarem no desenvolvimento desse trabalho, em especial a professora Adriele Rodrigues dos Santos pela sua grande ajuda.

Por fim, a todos, que de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

## RESUMO

MORAES, M. L. **Avaliação da vida de prateleira de suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina c e goma xantana.** 56 f. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

O desenvolvimento de alimentos funcionais está em crescente expansão sustentado pela necessidade do mercado e apoiado por evidências científicas que acreditam no desenvolvimento de alimentos diferenciados. Um dos segmentos em potencial é o mercado de bebidas prontas enriquecidas com componentes benéficos à saúde do consumidor. O yacon, por exemplo, pode ser usado na substituição parcial do açúcar, conferindo à bebida menor valor calórico e presença de prebióticos (inulina e fruto-oligossacarídeos). Para a comercialização de novos produtos, o estudo de degradação dos alimentos representa uma ferramenta importante para previsão de sua vida útil. Para isso são utilizados testes acelerados que permitem em um tempo reduzido estimar a vida de prateleira, submetendo várias amostras a uma série de testes em diferentes condições de armazenamento durante um período de tempo até o limite de aceitação. Portanto, o objetivo do trabalho foi desenvolver um suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana, e avaliar a sua vida de prateleira através de análises físicas, químicas e microbiológicas. Sendo assim, as amostras de suco foram armazenadas durante 30 dias, em temperaturas de 7, 23 e 37 °C. Com as análises foi possível observar que os parâmetros de vitamina C, pH, sólidos solúveis e colorimétricos apresentaram mudanças significativas com as variações de tempo e temperatura. Porém, as características que mais influenciaram na qualidade do produto foram as concentrações de vitamina C e cor, com isso, foi realizada a análise de regressão, verificando que a degradação de vitamina C seguiu o modelo cinético de primeira ordem e a alteração de cor ajustou-se melhor ao modelo de ordem zero. Uma vida de prateleira de 70 dias foi estimada para o suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana, a 7 °C utilizando a concentração de vitamina C como parâmetro de qualidade.

**Palavra-chave:** Suco. Yacon. Alimentos funcionais. Vida de prateleira.

## ABSTRACT

MORAES, M. L. **Evaluation of pineapple juice shelf life added yacon pulp, vitamin C and xanthan gum.** 56 f. 2015. Completion of Course Work (Bachelor's Degree in Food Engineering), Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2015.

The development of functional foods is growing expansion supported by market needs and supported by scientific evidence to believe in the development of different foods. One such market potential segments is the development of drinks ready for consumption, coupled by factors such as the use of components, such as the addition of yacon pulp due to their beneficial properties such as the high amount of inulin-type fructan and fructooligosaccharides in its structure. So, for the commercialization of new products, the food degradation study is an important tool for prediction of its life. accelerated tests that allow for a reduced time to estimate shelf life by subjecting various samples to a series of tests at different storage conditions over a period of time until the acceptance limit for this are used. Therefore, the objective was to develop a pineapple juice added yacon pulp, vitamin C and xanthan gum, and evaluate their shelf life through physical, chemical and microbiological analysis. Thus, the juice samples were stored for 30 days at temperatures of 7, 23, and 37 ° C. With the analysis it was observed that the parameters of vitamin C, pH, soluble solids and colorimetric significant changes with variations in time and temperature. However, the features that most influenced the quality of the product were as vitamin C and color combinations, with that, the regression analysis was performed by checking that the degradation of vitamin C followed the kinetic model of the first order and the color change set If the best model of order zero. A life of 70 days was estimated shelf for pineapple juice added yacon pulp, vitamin C and xanthan gum, to 7 ° C using the concentration of vitamin C as a quality parameter.

**Keyword:** Juice. Yacon. Functional foods. Shelf life.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. ABACAXI ( <i>ANANAS COMOSUS</i> ).....	18
FIGURA 2. YACON ( <i>SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS</i> ) .....	21
FIGURA 3. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO GRÁFICO DE ARRHENIUS.....	29
FIGURA 4. VARIAÇÕES DA CONCENTRAÇÃO DE VITAMINA C DO SUCO DURANTE O ARMAZENAMENTO. ....	37
FIGURA 5. VARIAÇÕES DE LUMINOSIDADE (L*) DOS SUCOS DURANTE O ARMAZENAMENTO .....	39
FIGURA 6. VARIAÇÕES NA COR VERDE (-A*) DOS SUCOS DURANTE O ARMAZENAMENTO .....	40
FIGURA 7. VARIAÇÕES NA COR AMARELA (+B*) DOS SUCOS DURANTE O ARMAZENAMENTO .....	40
FIGURA 8. VARIAÇÃO TOTAL DA COR ( $\Delta E$ ) DO SUCO DURANTE O ARMAZENAMENTO .....	41
FIGURA 9. COMPARAÇÃO DO SUCO DE ABACAXI ADICIONADO COM POLPA DE YACON, VITAMINA C E GOMA XANTANA COM O SUCO DE ABACAXI ADICIONADO COM POLPA DE YACON NO PRIMEIRO DIA DE ARMAZENAMENTO. ....	42
FIGURA 10.. COMPARAÇÃO DO SUCO DE ABACAXI ADICIONADO COM POLPA DE YACON, VITAMINA C E GOMA XANTANA COM O SUCO DE ABACAXI ADICIONADO COM POLPA DE YACON APÓS 30 DIAS DE ARMAZENAMENTO .....	43
FIGURA 11. MODELO CINÉTICO DE PRIMEIRA ORDEM PARA A DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C NO SUCO.....	44
FIGURA 12. MODELO CINÉTICO DE ORDEM ZERO PARA A DIFERENÇA TOTAL DE COR NO SUCO. ....	45

FIGURA 13. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A CONSTANTE DE VELOCIDADE DE DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C NO SUCO..... 46

FIGURA 14. EFEITO DA TEMPERATURA SOBRE A CONSTANTE DE VELOCIDADE NA COR TOTAL DO SUCO. .... 46



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA MÉDIA DO ABACAXI.....	19
TABELA 2 – VARIAÇÃO DE PH DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	33
TABELA 3 – VARIAÇÃO DA ACIDEZ TITULÁVEL DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS .....	35
TABELA 4 – VARIAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS .....	35
TABELA 5 – VARIAÇÃO DE VITAMINA C DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS .....	36
TABELA 6 – VARIAÇÃO TOTAL DA COR ( $\Delta E$ ) DURANTE O TEMPO DE ARMAZENAMENTO EM DIFERENTES TEMPERATURAS .....	41
TABELA 7 – PARÂMETROS CINÉTICOS ( $Q_{10}$ E $E_A$ ) PARA A DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C E DIFERENÇA TOTAL DE COR ( $\Delta E^*$ ) DO SUCO .....	47

## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1. PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE DO SUCO TROPICAL DE ABACAXI.....	20
QUADRO 2. PADRÕES MICROBIOLÓGICOS PARA ALIMENTOS .....	31

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>16</b>
3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	16
3.2 ABACAXI.....	17
3.2.1 Suco de abacaxi.....	19
3.3 YACON.....	20
3.4 METODOS DE CONSERVAÇÃO .....	22
3.4.1 Pasteurização.....	22
3.4.2 Ácido Ascórbico.....	23
3.4.3 Goma Xantana .....	24
3.5 VIDA DE PRATELEIRA .....	25
3.5.1 Cinética química de alimentos.....	26
3.5.2 Efeito da temperatura sobre a vida de prateleira.....	27
<b>4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS .....</b>	<b>29</b>
4.1 MATÉRIA-PRIMA.....	29
4.2 PROCESSAMENTO DAS MATÉRIAS-PRIMAS .....	29
4.3 FORMULAÇÃO DO SUCO.....	30
4.4 DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA .....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>32</b>
5.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA.....	32
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	33
5.3 ANÁLISE COLORIMÉTRICA.....	38
5.4 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CINÉTICOS.....	43
5.5 ESTIMATIVA DA VIDA DE PRATELEIRA .....	47

<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças no comportamento do consumidor quanto aos padrões de consumo de frutas vem incentivando as indústrias alimentícias a desenvolverem novos produtos com propriedades nutricionais. Uma alternativa interessante é a formulação de sucos com a combinação de diferentes espécies frutícolas como fontes importantes de princípios nutritivos e compostos bioativos naturais (BRANCO et al., 2007).

O desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais está em crescente expansão sustentado pela necessidade do mercado e apoiado ainda por evidências científicas, que acreditam no desenvolvimento de alimentos diferenciados. A busca por esta diferenciação inclui o aumento do uso de ingredientes exóticos e inovadores, com uma aplicação principalmente em sucos e néctares. Dentre estes se encontra o yacon, uma raiz tuberosa oriunda da região Andina, que vem despertando interesse devido ao seu potencial como alimento funcional (BALDISSERA et al, 2011; GRANATO et al, 2009)

O yacon tem um sabor ligeiramente doce por seu alto teor de frutanos, podendo assim ser utilizado comercialmente como substituinte da sacarose na produção de sucos, sendo uma opção viável para consumidores diabéticos. Outro fator que torna a raiz potencialmente benéfica para tais consumidores é seu efeito na redução nos níveis de glicose sanguínea pelo aumento da insulina através da estimulação da célula  $\beta$ -pancreática (RIBEIRO, 2008; ALBUQUERQUE; ROLIM, 2011).

A raiz do yacon apresenta uma coloração amarelo claro ou amarelo intenso devido à presença dos pigmentos carotenoides. Estas características apontam para a utilização da raiz como coadjuvante em suco de abacaxi agregando um valor nutricional ao produto (QUINTEROS, 2000).

As frutas tropicais são de grande interesse para a indústria de sucos, principalmente por seu aroma e sabor característicos. O abacaxi é um fruto símbolo de regiões tropicais e subtropicais, consumido em todo o mundo tanto na forma natural, quanto na forma de produto industrializado. O fruto destaca-se pelos altos teores das enzimas proteolíticas que auxiliam no processo

digestivo e pela composição de açúcares proporcionando um valor energético significativo (CRESTANI et al, 2010; MATSUURA; ROLIM, 2002).

A fim de verificar o real potencial do suco, são realizados testes sensoriais que condicionam aceitabilidade ou rejeição do produto pelos consumidores. A impressão sensorial tende também a atribuir critérios de qualidade que podem ser avaliados com análises físicas, químicas e microbiológicas. Em conjunto, alterações nessas análises indicarão a vida de prateleira do produto (QUEIROZ, 1984).

No suco de fruta a vida de prateleira é limitada e para prolongá-la são empregados processos de conservação, como a pasteurização. O tratamento térmico atua na inativação e destruição dos microrganismos patogênicos e toxinas, oferecendo ao consumidor um produto de melhor qualidade. Porém, é responsável também pela degradação de vários nutrientes, entre eles a vitamina C, por ser muito sensível a variações de temperatura (OLIVEIRA, 2010).

Devido à importância nutricional, a incorporação do ácido ascórbico no suco de abacaxi com polpa de yacon pode influenciar na sua qualidade, além de contribuir na preservação. Como antioxidante, a vitamina C preserva as reações de oxidação que poderiam destruir o aroma, a coloração, o sabor ou a estabilidade da bebida. E desta forma, o comportamento da vitamina C durante a estocagem, tem sido um importante indicador da qualidade dos sucos (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006, ADITIVOS E INGREDIENTES, 2013).

Outros componentes que também podem auxiliar na aceitabilidade do suco de abacaxi com polpa de yacon são as gomas. São substâncias que facilitam a dissolução, aumentam a viscosidade dos ingredientes, ajudam a evitar a formação de cristais que afetariam a textura e mantêm a aparência homogênea do produto (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2010).

Portanto, o objetivo do trabalho foi desenvolver um suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana, e avaliar a sua vida de prateleira através de análises físicas, químicas e microbiológicas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana e determinar a sua vida de prateleira através da utilização de testes acelerados.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar suco de abacaxi com polpa de yacon adicionado de vitamina C e goma xantana;
- Armazenar o suco em diferentes temperaturas;
- Realizar análise microbiológica do suco;
- Analisar a vida de prateleira por meio da degradação oxidativa da vitamina C;
- Verificar a constante de degradação e estimar o tempo de validade do produto;
- Comparar a validade do produto elaborado com a validade de produtos semelhantes.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos funcionais são a nova tendência do mercado alimentício neste início do século XXI. Entre os fatores principais que explicam o êxito dos alimentos funcionais está a preocupação crescente pela saúde e pelo bem-estar, mudanças na regulamentação dos alimentos e a crescente comprovação científica das relações existentes entre dieta e saúde. Um dos seguimentos do mercado funcional em potencial desenvolvimento é o de bebidas prontas para o consumo. (RAUD, 2008; BALDISSERA et al, 2011).

A legislação brasileira não define alimentos funcionais, mas sim as alegações de propriedades funcionais e de saúde que, de acordo com a RDC 18/99 (BRASIL, 1999), define que propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não-nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, na manutenção e em outras funções normais do organismo humano. Alguns pesquisadores propuseram definições para alimento funcional e uma das mais aceitas é a de Lajolo (2002) que descreve alimento funcional como aquele alimento semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte da dieta usual, capaz de produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais básicas.

Pesquisadores vêm desenvolvendo estudos bioquímicos, nutricionais e toxicológicos para descobrir novos componentes bioativos que possam ser adicionados em outros alimentos. São provenientes dessas pesquisas, alimentos com grande ascensão no mercado e de interesse à indústria alimentícia, pois esse setor cresce cerca de 10 % ao ano, o triplo dos setores de alimentos convencionais. Estes alimentos, geralmente, são versões mais saudáveis de produtos já existentes em consequência do consumidor ser relutante a novas dietas e possuir maior confiança no produto conhecido (WHO,2003; RODRIGUES, 2011; SIRÓ et al, 2008).



Os alimentos funcionais podem assumir diversas tipologias. Alguns podem ser enriquecidos, especialmente criados para reduzir o risco de doença para um determinado grupo de pessoas, outros podem ser alimentos convencionais com componentes bioativos adicionados, que são relacionados com resultados positivos à saúde como, por exemplo, produtos obtidos pela adição de uma série de ingredientes nutracêuticos, como os antioxidantes, fibras alimentares, vitaminas, entre outros (BALDISSERA et al, 2011).

A fibra alimentar é resistente à ação das enzimas digestivas humanas e é constituída de polímeros de carboidratos, com três ou mais unidades monoméricas, e mais a lignina (polímero de fenilpropano). Os efeitos positivos da fibra alimentar estão relacionados, em parte, ao fato de que uma parcela da fermentação de seus componentes ocorre no intestino grosso, o que produz impacto sobre a velocidade do trânsito intestinal, sobre o pH do cólon e sobre a produção de subprodutos com importante função fisiológica. Fibras como a inulina e fruto-oligossacarídeos são reconhecidas como prebióticos com efeitos funcionais em associação a microbiota intestinal e com potencial efeito sobre a saúde como, por exemplo, diminuição dos riscos para algumas patologias (infecção intestinal, constipação, obesidade, câncer de cólon, entre outras) (BERNAUD; RODRIGUES, 2013; BALDISSERA et al, 2011).

Os antioxidantes também se destacam pelos seus mecanismos funcionais, sendo substâncias capazes de agir contra os danos normais causados pelos efeitos do processo fisiológico de oxidação no tecido animal. Acredita-se que os antioxidantes ajudam na prevenção do desenvolvimento de doenças crônicas como câncer, doenças cardíacas, derrame, doença de Alzheimer, artrite, reumatoide e catarata. Dentre as substâncias antioxidantes as que mais se destacam são a vitamina C, os carotenoides, zinco, entre outros (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

### 3.2 ABACAXI

O abacaxizeiro é uma planta de hábito terrestre, monocotiledônea, herbácea perene, da família *Bromeliaceae*, gênero *Ananas*. É cultivado em todos os países tropicais devido ao retorno econômico e social que a atividade

proporciona, e também pelas qualidades sensoriais de seus frutos. No Brasil, o abacaxizeiro é cultivado praticamente em todos os estados, sendo em sua maioria destinado ao mercado interno de frutas frescas (FARIA, 2008, BRITO et al, 2008).

A qualidade do abacaxi é atribuída às suas características físicas externas, como a coloração da casca, tamanho e forma do fruto; e internas, conferidas por um conjunto de constituintes físico-químicos e químicos da polpa, responsáveis pelo sabor, aroma e valor nutritivo. De modo geral, o aspecto qualidade está associado ao grau de maturação, aos fatores climáticos e nutrição mineral (GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

O fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, com o peso médio em torno de um quilo, sendo 25% representado pela coroa. A coloração do abacaxi refere-se à cor da casca e da polpa, conforme a Figura 1. Sendo durante a maturação que ocorre a alteração da cor de verde intenso a amarelo devido à degradação da clorofila e, simultaneamente, ao aparecimento dos carotenoides. (COUTO, 2012, GONÇALVES; CARVALHO, 2000).



**Figura 1. Abacaxi (*Ananas comosus*)**  
**Fonte: RIBEIRO, 2015.**

O abacaxi destaca-se pelo valor energético, devido à sua alta composição de açúcares; e pela atividade proteolítica que auxilia no processo de digestão dos alimentos, ao mesmo tempo em que é a principal fonte para a extração da enzima bromelina. No entanto, os teores de proteína e de gordura são inferiores a 0,5 % (MATSUURA; ROLIM, 2002).

**Tabela 1 – Composição química média do abacaxi**

Componentes	Quantidade (por 100 gramas)
Umidade	86,3 %
Energia	48 kcal
Proteína	0,9 g
Lipídeos	0,1 g
Colesterol	NA
Carboidratos	12,3 g
Fibra Alimentar	1,0 g
Cinzas	0,4 g
Cálcio	22 mg
Magnésio	18 mg
Manganês	1,62 mg
Fósforo	13 mg
Ferro	0,3 mg
Sódio	Tr
Potássio	131 mg
Cobre	0,11 mg
Zinco	0,1 mg
Retinol	NA
Tiamina	0,17 mg
Riboflavina	0,02 mg
Piridoxina	Tr
Niacina	Tr
Vitamina C (mg)	Tr

NA: não aplicável

Tr – traço. Adotou-se traço nas seguintes situações: a) valores de nutrientes arredondados para números inteiros que caíam entre 0 e 0,5; b) valores de nutrientes arredondados para números com uma casa decimal que entre 0 e 0,05; c) valores de nutrientes arredondados para números com uma casa decimais que caíam entre 0 e 0,005 e; d) valores abaixo dos limites de quantificação

**Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2006).**

### 3.2.1 Suco de abacaxi

O abacaxi por ser um fruto perecível e vulnerável a amassamentos apresenta condições que acabam influenciando nas perdas pós-colheita. Uma alternativa para reduzir tais perdas é a aplicação de tecnologias de

conservação que preservem as principais características do fruto, agregando valor e dando origem a uma nova opção de produto aos consumidores (MIRANDA et al, 2015).

O hábito do consumo de suco de frutas processado tem aumentado significativamente, motivado pela falta de tempo da população em preparar suco das frutas *in natura*, pela praticidade oferecida pelos produtos, e devido ao valor nutritivo e a preocupação com o consumo de alimentos mais saudáveis (CARMO et al, 2014).

O suco é uma bebida nutritiva, pronta para o consumo e de fácil processamento. Sendo classificado conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) como produto obtido pela dissolução, em água potável, da polpa da fruta polposa de origem tropical, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentado, submetido a tratamento que assegure sua conservação e apresentação até o momento do consumo (BRASIL, 2003).

O Suco Tropical de Abacaxi deve obedecer aos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais fixados para o Suco Tropical, satisfazendo as composições da Quadro 1 e apresentando aroma e sabor próprio e coloração variando de branca a amarelada.

	Não adoçado		Adoçado	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Polpa de abacaxi (g/100g)	60,00	-	50,00	-
Sólidos solúveis em °Brix, a 20 °C	6,00	-	11,00	-
Acidez total em ácido cítrico (g/100g)	0,16	-	0,20	-
Açúcares totais (g/100g)	15,00	-	8,00	-

**Quadro 1. Padrões de identidade e qualidade do suco tropical de abacaxi**

**Fonte: Instrução normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003**

### 3.3 YACON

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma planta de origem andina, que vem despertando o interesse do mundo científico devido ao seu potencial como alimento funcional. Sua composição tem como principais substâncias água e carboidratos, os quais são armazenados principalmente na forma de inulina e

fruto-oligossacarídeos (FOS), entre outros açúcares livres (ALBUQUERQUE; ROLIM, 2011).

O percentual de água das raízes situa-se em torno de 83 a 90% do peso fresco. Devido ao alto conteúdo de água, o valor energético da raiz é baixo. Este fator também reduz sua vida útil em condições ambientais, visto que os tecidos internos das raízes se apresentam muito delicados, característica que os predispõem a sofrer rachaduras ou a romperem-se facilmente durante a colheita, embalagem e o transporte (SANTANA; CARDOSO, 2008).

Suas raízes tuberosas são semelhantes a batatas doces (Figura 2), possuem gosto doce e polpa crocante, sendo bastante consumidas na forma *in natura* (LAGO, 2010).



**Figura 2. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**  
Fonte: Santiago (2014).

Diferente da maioria das raízes, o yacon armazena os carboidratos em forma de frutanos. Esses carboidratos são capazes de resistir à hidrólise pelas enzimas digestivas do corpo humano e, dessa forma, passa pelo intestino delgado sem serem metabolizados, sendo aproveitados pelas bactérias benéficas do cólon, exercendo funções semelhantes à fibra alimentar. A composição desses açúcares varia de forma significativa em função de fatores como a época de cultivo e a colheita, o tempo e a temperatura na pós-colheita (SANTANA; CARDOSO, 2008; GUSSO; MATTANNA; RICHARDS, 2014).

Os altos teores de frutanos no yacon também proporcionam um sabor ligeiramente doce, podendo assim utilizar a raiz como um substituinte da sacarose na produção de sucos, sendo uma opção viável para consumidores diabéticos. Sabe-se também que a maior parte dos açúcares solúveis no yacon são frutoses, e este monossacarídeo não é dependente de insulina para ser captado pelas células para sua utilização, não elevando, dessa forma, os níveis de glicose no sangue (RIBEIRO, 2008; GUSSO, MATTANNA, RICHARDS, 2014).

Outro fator que torna a raiz potencialmente benéfica para tais consumidores é seu efeito na redução nos níveis de glicose sanguínea pelo aumento da insulina através da estimulação da célula  $\beta$ -pancreática. Além de sua ação hipoglicemiante, outros estudos apontam muitos benefícios para um organismo saudável, como a baixa caloria, sensação de saciedade, aumento da imunidade, bom funcionamento do intestino, redução do colesterol e ácidos graxos no sangue, aumento da absorção de minerais, como cálcio, magnésio e ferro, e é rica em potássio (ALBUQUERQUE e ROLIM, 2011; ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2011).

### 3.4 METODOS DE CONSERVAÇÃO

Os métodos empregados para a conservação dos alimentos têm como objetivo oferecer aos consumidores produtos com qualidades nutritivas e sensoriais e, ainda, serem isentos de microrganismos patogênicos. Tais processos diferem em função de vários fatores, dentre eles, a natureza do alimento, o período de tempo que se deseja conservá-lo, o custo do processo de conservação, os agentes de deterioração envolvidos, a qualidade microbiológica do alimento, entre outros (LAVARDA, 2011).

#### 3.4.1 Pasteurização

A pasteurização é um tratamento térmico que promove o prolongamento da vida útil dos alimentos durante vários dias, atuando com temperaturas inferiores a 100 °C. A temperatura e o tempo de duração da pasteurização dependem da carga de contaminação do produto e da sensibilidade do próprio alimento ao calor (ZAMPA; TEIXEIRA, 2014).

Existem dois tipos de pasteurização: a lenta, com baixas temperaturas e tempos longos, um processo menos utilizado industrialmente, mas adequado quando se pretende pasteurizar volumes pequenos, e que continua sendo empregada a nível laboratorial e por pequenos produtores; e a pasteurização rápida, que utiliza poucos segundos para destruir os microrganismos, sendo um processo mais empregado em indústria de grande porte, por ser contínuo, rápido e de controle mais eficaz na inativação microbiana (LAVARDA, 2011).

#### 3.4.2 Ácido Ascórbico

O ácido ascórbico, também denominado vitamina C ou ascorbato, é um composto hidrossolúvel sintetizado por vegetais a partir da glicose e da galactose. Seres humanos, porém, não possuem a enzima L-gulonolactona oxidase que participa da biossíntese da vitamina C, sendo necessária a sua ingestão diária na dieta alimentar (LAVARDA, 2011).

Para evitar a ação do tempo nos alimentos, as indústrias se valem de agentes que preservam a integridade do produto, aumentando a sua vida de prateleira. Sendo assim, existem muitas aplicações para o ácido ascórbico na indústria de alimentos. Podendo ser utilizado para compensar perdas no processamento e armazenamento e também para preservar e melhorar a qualidade dos produtos industrializados. Como antioxidante, o ácido ascórbico inibe a oxidação devido a sua capacidade de se ligar ao oxigênio livre, preservando assim as reações que poderiam destruir o aroma, a coloração, o sabor ou a estabilidade do alimento (FUNCIONAIS & NUTRACÊUTICOS, 2011).

O ácido ascórbico, também, é um importante indicador, pois sendo a vitamina mais termolábil, sua presença no alimento indica que, provavelmente, os demais nutrientes também estão sendo preservados. Por isso, a vitamina C é considerada como indicativo de qualidade dos nutrientes durante o processamento e o armazenamento de alimentos (LAVARDA, 2011).

Os principais fatores que podem afetar a degradação da vitamina C nos alimentos incluem o tempo e temperatura processamento e acondicionamento, tipo de embalagem, oxigênio, luz, catalisadores metálicos, concentração de

açúcar, enzimas e pH. Em suco de frutas, as enzimas que oxidam a vitamina C são citocromo oxidase, ácido ascórbico oxidase e peroxidase. Durante o processamento do produto, as perdas são minimizadas devido ao processo de desaeração e elevadas temperaturas de pasteurização que causam a inativação enzimática. As baixas temperaturas também diminuem a atividade enzimática (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006; OLIVIA, 1995).

Em produtos processados, a principal causa das perdas de vitamina C é basicamente devido a reações aeróbicas e anaeróbicas de natureza não enzimática. A incorporação de ar para dentro do suco durante extração, mistura, enchimento das embalagens pode favorecer a perda da vitamina C. Entretanto, sem a presença do oxigênio livre, a vitamina C é degradada anaerobicamente a taxas mais baixas do que pelo processo aeróbico (NAGY, 1980).

Teixeira e Monteiro (2006) em seu trabalho sobre a degradação da vitamina C em suco de fruta descrevem que sob condições aeróbicas o ácido ascórbico é transformado em ácido dehidroascórbico que passa a ácido 2,3-dicetogulônico produzindo, finalmente, hidroxifurfural. Em condições anaeróbicas, o ácido ascórbico decompõe-se em ácido 2,5-dihidro-2-furanóico que passa a dióxido de carbono e furfural.

### 3.4.3 Goma Xantana

A goma xantana é um polissacarídeo de extrema importância comercial, sintetizado por uma bactéria fitopatogênica do gênero *Xanthomonas*. Esse polímero tem sido o mais utilizado em alimentos devido as suas características físico-químicas, dentre estas destacam-se a elevada viscosidade em baixas concentrações e a sua estabilidade em ampla faixa de temperatura e de pH, mesmo na presença de sais (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2010).

Os polissacarídeos, devido a sua propriedade hidrofílica, proporcionam importantes características funcionais, como agente espessante, estabilizante, gelificante, emulsificante, e formadores de filme. Sua adição em alimentos processados permite a produção de uma vasta gama de produtos que não são



estáveis ao transporte e armazenamento sob diversas condições e também para dar as qualidades desejadas (GARRUTI, 1989).

Godoy, Antunes e Zonta (1998) realizaram um estudo sobre a estabilização do néctar de goiaba com diferentes tipos de gomas. Devido à depreciação da aparência visual do produto proporcionada pela separação de fases, o uso dos hidrocolóides em pequenas proporções manteve a polpa suspensa sem alterar significativamente a qualidade sensorial do produto.

### 3.5 VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira dos produtos pode ser definida como um período de armazenamento, em condições adequadas, em que produtos com alta qualidade inicial atinjam uma condição inaceitável ou imprópria para o consumo. Esta condição pode estar relacionada com diversos aspectos como: presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações sensoriais, alterações físico-químicas, perda de valor nutricional e contaminantes provenientes da embalagem (MARTINS, 2009).

Como os mecanismos de perda de qualidade dos alimentos são complexos, nos quais ocorrem simultaneamente alterações microbiológicas, físicas e químicas, e os consumidores apresentam sensibilidade diferente a essa perda, é difícil a previsão da vida de prateleira com um resultado preciso. Desta forma, o uso de Testes Acelerados de Vida de Prateleira (TAVP), permite em um tempo de estudo reduzido, estimar a vida de prateleira do produto de interesse, submetendo várias amostras a uma série de testes em diferentes condições de armazenamento, durante um período de tempo até o limite de aceitação. O TAVP apresenta-se também como uma alternativa para produtos com vida de prateleira prolongada, o que dificulta a determinação experimental em tempos compatíveis com as programações comerciais da empresa. (GRIZOTTO et al, 2006; MOURA et al, 2007).

Muitos fatores podem influenciar a vida de prateleira do produto, sendo classificados em fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são influenciados por variáveis, como o tipo de matéria-prima e qualidade, e pela formulação do produto e estrutura, incluindo: atividade de água, valor de pH e

acidez total, oxigênio disponível, microbiota natural e contagens de microrganismos sobreviventes, bioquímica natural da formulação e o uso de conservantes no produto. Os fatores extrínsecos incluem: manuseio do consumidor, composição atmosférica dentro da embalagem, controle de temperatura, umidade relativa (UR), exposição à luz, contagem microbiana ambiental durante o processamento, armazenamento e distribuição (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2011).

### 3.5.1 Cinética química de alimentos

Para determinação da vida de prateleira de um produto é necessário conhecer as principais reações de transformações e fatores envolvidos no processo de deterioração. Na prática, a degradação do alimento é representada pela perda de atributos de qualidade ou pela formação de atributos indesejáveis (AZEREDO, 2012; MARTINS, 2009).

A velocidade das reações químicas de degradação de um alimento é definida como a mudança da concentração dos reagentes envolvidos durante um intervalo de tempo, podendo ser representada pela Equação 1, onde o intervalo de tempo é  $dt$  e a mudança na concentração molar do reagente A é denominada como  $d[C]$  (ATKINS, 2001).

$$r = -\frac{d[C]}{dt} \quad (1)$$

Como a velocidade instantânea é diretamente proporcional à concentração molar, podemos demonstrar isto na Equação 2, sendo  $n$  a ordem aparente da reação e  $k$  a constante de proporcionalidade entre taxa de reação e a concentração dos reagentes (AZEREDO, 2012).

$$r = k[C]^n \quad (2)$$

Assim temos a Equação 3:

$$r = \frac{-d[C]}{dt} = k[C]^n \quad (3)$$

A maioria das alterações que ocorrem nos alimentos seguem um padrão de ordem zero ou de primeira ordem. A reação de ordem zero é aquela cuja velocidade de conversão é independente da concentração dos reagentes, como na Equação 4 (MARTINS, 2009).

$$-r = \frac{d[C]}{dt} = k \quad (4)$$

Integrando a Equação 2, obtém-se:

$$C_0 - C = kt \quad (5)$$

Sendo  $C_0$  a concentração inicial do componente e  $C$  a concentração final do componente.

O modelo matemático para uma reação de primeira ordem é dado pela Equação 5, cuja velocidade de conversão depende da concentração dos reagentes. Um série de reações seguem esse mecanismo como, por exemplo, o crescimento e morte de microrganismo, a destruição de vitaminas e pigmentos durante o processamento e armazenamento (MARTINS, 2009).

$$-r = \frac{d[C]}{dt} = k[A] \quad (6)$$

Integrando a Equação 6, obtém-se:

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -kt \quad (6)$$

### 3.5.2 Efeito da temperatura sobre a vida de prateleira

Segundo Azeredo (2012), entre os fatores ambientais que mais afetam a estabilidade dos alimentos, a temperatura é a mais estudada, principalmente devido ao seu efeito sobre as taxas de reações e também por ser um fator totalmente imposto pelo ambiente ao alimento, enquanto outros fatores ambientais, como umidade relativa e pressão parcial dos gases podem ser parcialmente controladas pela embalagem. Por isso, muitos métodos de

estimativa de vida de prateleira dos alimentos utilizam modelos cuja principal variável é a temperatura do sistema.

O modelo mais usado para expressar as taxas de reações em função da temperatura é a Equação de Arrhenius que pode ser expressa através da Equação 8 (AZEREDO, 2012).

$$k = A \cdot e^{\frac{-Ea}{RT}} \quad (8)$$

em que:

k = constante da reação.

A = constante para cada sistema, relacionado à frequência de colisões moleculares.

Ea = energia de ativação (energia mínima requerida para que uma reação se inicie).

R = constante universal dos gases, 1,987 kcal.mol<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

T = temperatura absoluta (K).

Essa equação pode ser expressa também da seguinte maneira:

$$\ln k = \ln A \cdot e^{\frac{-Ea}{RT}} \quad (9)$$

ou ainda

$$\ln k = \ln A - \frac{Ea}{RT} \quad (10)$$

Conforme Oliveira (2010), sempre que uma reação segue o modelo de Arrhenius, ao se plotar um gráfico de escala linear, o logaritmo da constante da velocidade *versus* o inverso da temperatura absoluta, obtém-se uma reta, cuja inclinação é igual a Ea/R, conforme a Figura 3. Esse é o principal método utilizado para determinação da energia de ativação das reações de degradação nos alimentos.

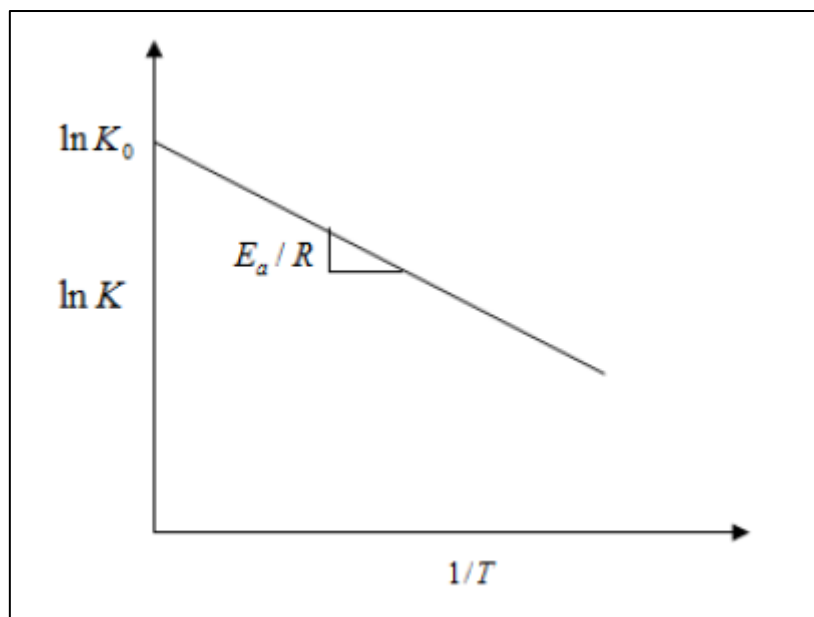


Figura 3. Representação esquemática do gráfico de Arrhenius. Fonte: Oliveira (2010).

## 4 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

### 4.1 MATÉRIA-PRIMA

As raízes de yacon, proveniente do estado do Paraná, foram adquiridas em um estabelecimento comercial em Campo Mourão-PR. As raízes foram selecionadas considerando a ausência de injúrias visuais.

A polpa de abacaxi foi adquirida na Polpa Norte, estabelecimento comercial em Campo Mourão-PR.

A vitamina C e a goma xantana foram adquiridas no laboratório de apoio do departamento de alimentos da UTFPR, *campus* Campo Mourão.

### 4.2 PROCESSAMENTO DAS MATÉRIAS-PRIMAS

As raízes de yacon foram higienizados conforme Granato et al (2009), onde foram lavadas e desinfetadas com uma solução  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  de cloro ativo por 10 minutos, descascados e cortados manualmente em fatias de 5 cm de espessura. As fatias foram branqueadas em solução de  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  de metabissulfito de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) por 1 hora, a temperatura ambiente ( $25^\circ\text{C}$ ), para inativar as enzimas causadoras do escurecimento enzimático.

A partir das fatias branqueadas foi realizada a extração da polpa de yacon através da Centrifuga Juicer Walita. Então, a polpa obtida foi pasteurizada em temperatura de 90°C por 1 minuto e armazenada a -17 °C, em embalagens de plástico polietileno de alta densidade, previamente higienizadas.

#### 4.3 FORMULAÇÃO DO SUCO

Formulações de suco de abacaxi com diferentes proporções de polpa de yacon foram avaliadas sensorialmente por MOREIRA (2015). A formulação com maior aceitabilidade pelos provadores foi a que apresentou a combinação de 60 % de polpa de abacaxi, 32 % de água e 8 % de polpa de yacon.

Na formulação foi acrescentada vitamina C e a goma xantana. O ácido ascórbico foi adicionado ao suco com a concentração de 0,03 g/100 mL, conforme BRASIL (1999) para bebidas não gaseificadas. A goma xantana foi adicionada na proporção de 0,2 g/100 ml, conforme BRASIL (1988).

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA

Para analisar o efeito da vitamina C e da temperatura de armazenamento na vida de prateleira do suco de abacaxi formulado foi realizado um planejamento fatorial com três repetições. As amostras foram armazenadas nas temperaturas de 7 °C (controle), 23 °C e 37 °C e o período de estudo foi de 30 dias, sendo as análises realizada a cada 10 dias.

No tempo de estocagem foram realizadas análises microbiológicas para verificar se as amostras estavam de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme a Quadro 2. Para determinação de bolores e leveduras e mesófilos foi aplicado o método de plaqueamento em superfície conforme Silva et al (2001). A determinação da *Samonella sp* e coliformes totais a 35 °C e 45 °C de acordo com BRASIL (2003).

GRUPO DE ALIMENTOS	MICRORGANISMO	TOLERÂNCIA PARA AMOSTRA INDICATIVA	TOLERÂNCIA PARA AMOSTRA REPRESENTATIVA			
			n	c	m	M
Refrigerantes e outros compostos líquidos prontos para o consumo; refrescos, sucos e néctares adicionados ou não de conservadores, congelados ou não.	Coliformes a 35 °C/ 50 mL	Aus	5	0	Aus	-
	Salmonella sp/25mL	Aus	5	0	Aus	-
Sucos pasteurizados e refrigerados, incluindo água de coco, caldo de cana, de açai e similares, isolados ou em mistura.	Coliformes a 35 °C/ 50 mL	10	5	3	5	10
	Salmonella sp/25mL	Aus	5	0	Aus	-

m - é o limite que, em um plano de três classes, separa o lote aceitável do produto ou lote com qualidade intermediária aceitável.

M - é o limite que, em plano de duas classes, separa o produto aceitável do inaceitável. Em um plano de três classes, M separa o lote com qualidade intermediária aceitável do lote inaceitável. Valores acima de M são inaceitáveis

n - é o número de unidades a serem colhidas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente

c - é o número máximo aceitável de unidades de amostras com contagens entre os limites de m e M (plano de três classes). Nos casos em que o padrão microbiológico seja expresso por "ausência", c é igual a zero, aplica-se o plano de duas classes.

Aus - Ausência

## **Quadro 2. Padrões Microbiológicos para Alimentos**

**Fonte: Brasil (2001).**

Foram realizadas também análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável de acordo com as normas analíticas do IAL (2004), enquanto que a cor foi determinada através de leitura direta dos parâmetros L, a e b no espectrômetro de reflectância, sendo a diferença total de cor expressa através da Equação 11.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (11)$$

A análise da vitamina C foi realizada conforme o método titulométrico descrito em CRUZ et al (2013). Para avaliar sua cinética de degradação foi determinado o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais e sua

ordem da reação conforme os dados obtidos durante o armazenamento para cada temperatura em função do tempo. Os modelos de cinética de ordem zero e ordem um foram testados, e a qualidade dos ajustes dos dados experimentais dos modelos foi avaliada através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). O mesmo procedimento de análise foi realizado para a degradação da cor.

Com o fator de aceleração da temperatura ( $Q_{10}$ ) para a vitamina C foi estimada a vida de prateleira do suco, conforme a Equação 12, sendo a energia de ativação ( $E_a$ ) determinada graficamente. A concentração do ácido ascórbico foi o limitante da qualidade, considerando o nível máximo aceitável a concentração equivalente a 50% do teor inicial no produto.

$$Q_{10} = 10^{\frac{E_a}{0,46xT^2}} = \frac{VP.(T - 10)}{VP.(T)} \quad (12)$$

Para as análises físico-químicas foi aplicado teste de variância (ANOVA), considerando um nível de significância de 5%, e então realizado teste de Tukey para verificar quais amostras diferem entre si. As diferenças entre as médias foram consideradas estatisticamente significativas quando p-valor foi menor que 0,05.

O tempo de vida de prateleira foi comparado com a validade de sucos de frutas produzidos de forma similar.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Com as análises microbiológicas foi possível verificar que nenhuma amostra apresentou presença de coliformes a 35 °C, coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp., respeitando os limites estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2001). Sendo assim, os resultados demonstraram que o tratamento térmico de pasteurização foi eficiente para a preservação do suco durante o armazenamento.



Embora a legislação não exija, foi realizado também a contagem de aeróbios mesófilos e bolores e leveduras indicando que o primeiro foi inferior a  $10^4$  UFC.mL<sup>-1</sup>, parâmetro limite utilizado conforme APHA (2001), e o mesmo limite para bolores e leveduras indicado por Ruschel et al (2001). Entretanto, visualmente, foi possível verificar a presença de bolores de coloração branca na amostra de 23 °C. no tempo de 20 dias Além disso, a mesma amostra apresentou estufamento da embalagem, possivelmente, provocada devido a presença das leveduras que causaram a fermentação do suco, liberando gás e tornando-o efervescente.

O mesmo resultado foi obtido por Pinheiro (2006), nas análises de suco de abacaxi, caju e maracujá, demonstrando que as amostras estavam dentro dos padrões especificados pela legislação sanitária.

## 5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para determinação da vida de prateleira foram avaliados os efeitos da temperatura e do tempo de armazenamento do suco de abacaxi com polpa de yacon. Os parâmetros pH, acidez titulável e sólidos solúveis foram avaliados através da análise de variância. Foi observado também se o produto obedece ao padrão de identidade e qualidade do suco tropical de abacaxi.

**Tabela 2 – Variação de pH durante o tempo de armazenamento em diferentes temperaturas**

Tempo (dias)	Temperatura			P-valor
	7°C	23°C	37°C	
1	3,535±0,02 <sup>A,a</sup>	3,535±0,02 <sup>A,a</sup>	3,535±0,02 <sup>A,a</sup>	1,0000
10	3,480±0,06 <sup>A,a</sup>	3,455±0,02 <sup>B,a</sup>	3,425±0,02 <sup>B,a</sup>	0,4357
20	3,520±0,00 <sup>A,a</sup>	3,525±0,01 <sup>AB,a</sup>	3,510±0,03 <sup>A,a</sup>	0,7736
30	3,525±0,01 <sup>A,a</sup>	3,515±0,01 <sup>AB,a</sup>	3,530±0,00 <sup>A,a</sup>	0,1643
<b>P- valor</b>	0,3998	0,0416	0,0173	

As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúsculas, na linha, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade.

Verificou-se que para o suco armazenado a 7°C não houve alteração significativa ao longo do tempo ( $p > 0,05$ ). Entretanto, os valores do pH variaram significativamente para os sucos armazenado em 23°C e 37°C ( $p < 0,05$ ). Com isso, nota-se que as variações de pH foram influenciadas pelo tempo e não devido a temperatura de armazenamento, como demonstra a Tabela 2.

O pH, apesar de não regulamentado pela legislação brasileira para suco de abacaxi, é um parâmetro de extrema importância e conforme demonstra a Tabela 2, os valores de pH apresentaram-se dentro da faixa de 3,425 a 3,535. Estes valores são considerados normais quando comparados com os resultados obtidos por PINHEIRO et al (2006), em suas análises físico-químicas em diferentes sucos integrais industrializados.

Quanto aos resultados obtidos na análise de acidez titulável, foi possível observar que estão de acordo com a legislação, que estabelece um valor mínimo de 0,16 g/100g de suco (BRASIL, 2003). Verificou-se, também, que os mesmos quando analisados estatisticamente não apresentaram diferença significativa (P-valor  $> 0,05$ ) nas diferentes temperaturas e tempos de armazenamento. Entretanto, nota-se que os teores de acidez diminuíram, provavelmente, pelo decréscimo no teor do ácido ascórbico, conforme demonstra a Tabela 3.

No trabalho realizado com suco integral de abacaxi, PINHEIRO et al (2006) quantificou uma acidez expressa em ácido cítrico na faixa de 0,68 a 0,98 g/100g, enquanto que Sá et al (2003) encontraram uma acidez de 0,8 g/100g. No entanto, neste trabalho a acidez no suco apresentou-se abaixo do esperado.

**Tabela 3 – Variação da acidez titulável (g/ 100g) durante o tempo de armazenamento em diferentes temperaturas**

Tempo (dias)	Temperatura			P-valor
	7°C	23°C	37°C	
1	0,59±0,08 <sup>A,a</sup>	0,59±0,08 <sup>A,a</sup>	0,59±0,08 <sup>A,a</sup>	1,0000
10	0,51±0,00 <sup>A,a</sup>	0,52±0,01 <sup>A,a</sup>	0,52±0,04 <sup>A,a</sup>	0,4854
20	0,45±0,00 <sup>A,a</sup>	0,46±0,00 <sup>A,a</sup>	0,47±0,00 <sup>A,a</sup>	0,3720
30	0,47±0,01 <sup>A,a</sup>	0,48±0,00 <sup>A,a</sup>	0,49±0,00 <sup>A,a</sup>	0,0648
<b>P-valor</b>	0,0956	0,0906	0,1222	

As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúsculas, na linha, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade.

Em relação aos sólidos solúveis totais os resultados estão demonstrados na Tabela 4.

**Tabela 4 – Variação de sólidos solúveis totais (°Brix) durante o tempo de armazenamento em diferentes temperaturas**

Tempo (dias)	Temperaturas			P-valor
	7°C	23°C	37°C	
1	6,50±0,00 <sup>A,a</sup>	6,50±0,00 <sup>A,b</sup>	6,50±0,00 <sup>A,b</sup>	0,4648
10	6,25±0,00 <sup>B,a</sup>	7,00±0,00 <sup>B,b</sup>	6,75±0,00 <sup>B,c</sup>	<0,0001
20	6,50±0,00 <sup>C,a</sup>	7,00±0,00 <sup>C,b</sup>	7,00±0,00 <sup>C,c</sup>	<0,0001
30	7,75±0,00 <sup>D,a</sup>	7,75±0,00 <sup>D,b</sup>	7,50±0,00 <sup>D,c</sup>	<0,0001
<b>P-valor</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúsculas, na linha, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade.

Os sólidos solúveis totais indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidos no suco, sendo constituídos na sua maioria por açúcares (CHAVES, 2004). O suco de abacaxi com polpa de yacon apresentou valores de sólidos solúveis dentro dos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pela legislação para suco tropical de abacaxi não adoçado, que informa um teor mínimo de 6,00 °Brix.

Os valores de sólidos solúveis totais em °Brix se apresentaram entre 6,25 e 7,75. Quando avaliados estatisticamente verificou-se que a temperatura

e o tempo de armazenamento influenciaram de forma significativa nos valores de sólidos solúveis, sendo possível concluir que os mesmos também contribuíram para a degradação do produto.

Quando comparados com valores obtidos em estudos, os sólidos solúveis totais do suco apresentaram-se inferiores. Matsuura; Rolim (2002) em seu trabalho analisando suco de abacaxi adicionado com diferentes quantidades de suco de acerola obtiveram valores de 11,6 °Brix ao avaliarem o suco integral pasteurizado de abacaxi.

Os valores da quantificação da vitamina C, assim como os demais parâmetros físico-químicos, está demonstrado na Tabela 5.

**Tabela 5 – Variação de vitamina C (g/ 100 mL) durante o tempo de armazenamento em diferentes temperaturas**

Tempo (dias)	Temperaturas			P-valor
	7 °C	23 °C	37°C	
1	20,74±0,01 <sup>A,a</sup>	20,74±0,01 <sup>A,a</sup>	20,74±0,01 <sup>A,a</sup>	0,4647
10	14,28±0,01 <sup>B,a</sup>	13,21±0,01 <sup>B,b</sup>	6,24±0,00 <sup>B,c</sup>	<0,0001
20	13,72±0,01 <sup>C,a</sup>	13,18±0,01 <sup>C,b</sup>	2,55±0,01 <sup>C,c</sup>	<0,0001
30	13,34±0,01 <sup>D,a</sup>	9,98±0,01 <sup>D,b</sup>	1,84±0,01 <sup>D,c</sup>	<0,0001
<b>P-valor</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúsculas, na linha, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade.

A perda de vitamina C inicial em relação ao teor adicionado foi de aproximadamente 30 % (30 mg/100 ml para 20,74 mg/100 ml). Como o suco foi submetido a tratamento térmico, a degradação no primeiro tempo foi, provavelmente, ocasionada pela pasteurização, já que o ácido ascórbico é muito sensível a variações de temperatura. Porém, durante o tempo de armazenamento é pouco provável que a degradação tenha ocorrido por ação enzimática. Desta forma, os fatores que contribuiriam para diminuição da concentração da vitamina C no suco poderiam ser a incorporação de oxigênio durante o processamento, ou ainda os valores de pH e a presença de íons metálicos.

Em soluções aquosas a degradação da vitamina C apresenta influência expressiva do pH e da presença de metais. Sua oxidação quando catalisada por íons metálicos ocorre muito mais rapidamente que a oxidação espontânea, sendo que metais pesados como  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{2+}$  são catalíticos independentemente da concentração de oxigênio no alimento (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006). Desta forma, o ferro e o cobre presentes no abacaxi poderiam ter influenciado na perda do ácido ascórbico no suco, assim como o pH, já que este apresentou-se com valores menores que 4,0 e a estabilidade da vitamina C é mais alta entre o pH 4,0 e 6,0, como descreve Teixeira; Monteiro (2006).

Segundo Counsell (1981) citado por Oliva (1995), a estabilidade do ácido ascórbico, também, pode ser influenciada pela natureza química do suco de fruta. Vários trabalhos têm demonstrado que algumas frutas apresentam maior estabilidade em relação a vitamina C do que outras, por exemplo, já foi verificado uma maior estabilidade da vitamina C em suco de laranja do que no suco de maçã, sendo maior em suco de abacaxi do que no de limão.

Com as análises estatísticas podemos observar uma variação significativa da vitamina C no suco durante o tempo de armazenamento, que esta demonstrada de forma mais clara na Figura 4.

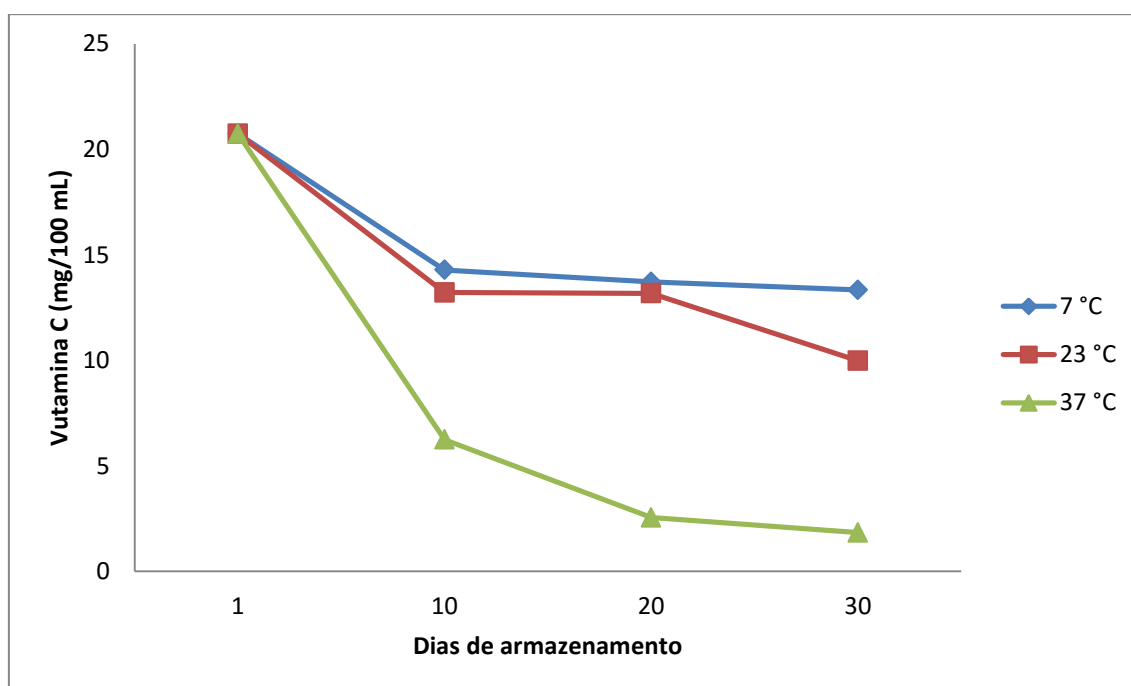


Figura 4. Variações da concentração de vitamina C do suco durante o armazenamento.

A determinação da concentração de vitamina C pode ser realizada através de métodos titulométricos fundamentados nos princípios da oxirredução. Segundo Nogueira (2011), os métodos com base nesse princípio apresentam as vantagens de serem relativamente rápidos, práticos e de baixo custo, porque equipamentos sofisticados. No entanto, apresentam como principal limitação a interferência de outras substâncias com característica redutora que podem influenciar no valor exato dos resultados tais como, alguns metais ( $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+1}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , entre outros). Desta forma, a presença de metais podem ter prejudicado a quantificação da vitamina C no suco, além dos erros operacionais, pessoais e devidos a instrumentos e reagentes que podem também ter interferido nos resultados das análises.

Aroucha; Vianni (2002) realizaram um estudo comparando dois métodos de quantificação do ácido ascórbico, a cromatografia líquida (HPLC) e a titulometria, na água de coco, demonstrando que os valores da vitamina C determinados pela técnica de HPLC foram superiores aos encontrados pelo método titulométrico, sendo significativa a diferença entre os dois métodos. Indicando que a técnica de cromatografia é mais sensível do que o método titulométrico em relação à quantificação da vitamina C no coco. Sendo assim, podemos dizer que o método titulométrico utilizado na quantificação vitamina C no suco de abacaxi pode não ter sido tão preciso como o esperado.

A degradação da vitamina C foi um parâmetro escolhido para garantir que o suco apresentasse características nutricionais aceitáveis ao final da vida útil do produto, já que o ácido ascórbico é termolábil, e sua presença indica que, provavelmente, os outros nutrientes presentes estão ainda sendo preservados.

### 5.3 ANÁLISE COLORIMÉTRICA

A cor é uma das características que mais influenciam na qualidade dos produtos elaborados a base de frutas. Sendo um dos primeiros atributos avaliado pelo consumidor, além de ser também um parâmetro significativo para determinação da vida de prateleira.

Os resultados de determinação de cor foram expressos em  $L^*$  (Luminosidade),  $-a^*$  (verde) e  $+b^*$  (amarelo). As variações dos valores de luminosidade durante o armazenamento em diferentes temperaturas podem ser observados através da Figura 5. Sendo possível verificar que os valores do parâmetro  $L^*$  aumentaram durante o tempo de armazenamento nas temperaturas de  $7^{\circ}\text{C}$  e  $23^{\circ}\text{C}$ , o que tornou os sucos mais pálidos, provavelmente devido ao aumento da turbidez. Analisando estatisticamente foi possível observar que os valores de  $L^*$  apresentaram diferença significativa quando comparado as amostras dos diferentes tempos e temperaturas.

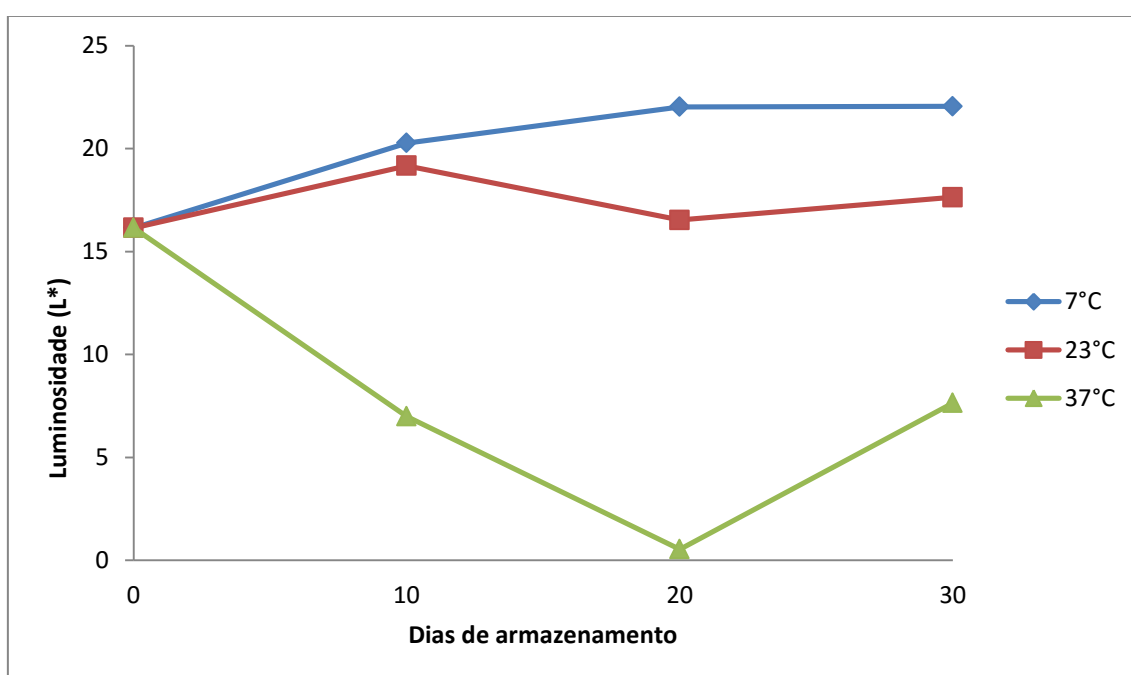


Figura 5. Variações de luminosidade ( $L^*$ ) dos sucos durante o armazenamento

Com relação as variações nos valores da cor verde ( $-a^*$ ) foi possível verificar, conforme a Figura 6, que o parâmetro apresentou um aumento com o tempo de armazenamento nas diferentes temperaturas. Os valores da cor amarela ( $+b^*$ ) diminuíram. Quando analisadas estatisticamente ambos os parâmetros apresentaram diferença significativa quando comparados os sucos das diferentes temperaturas e os tempos de armazenamento entre si.

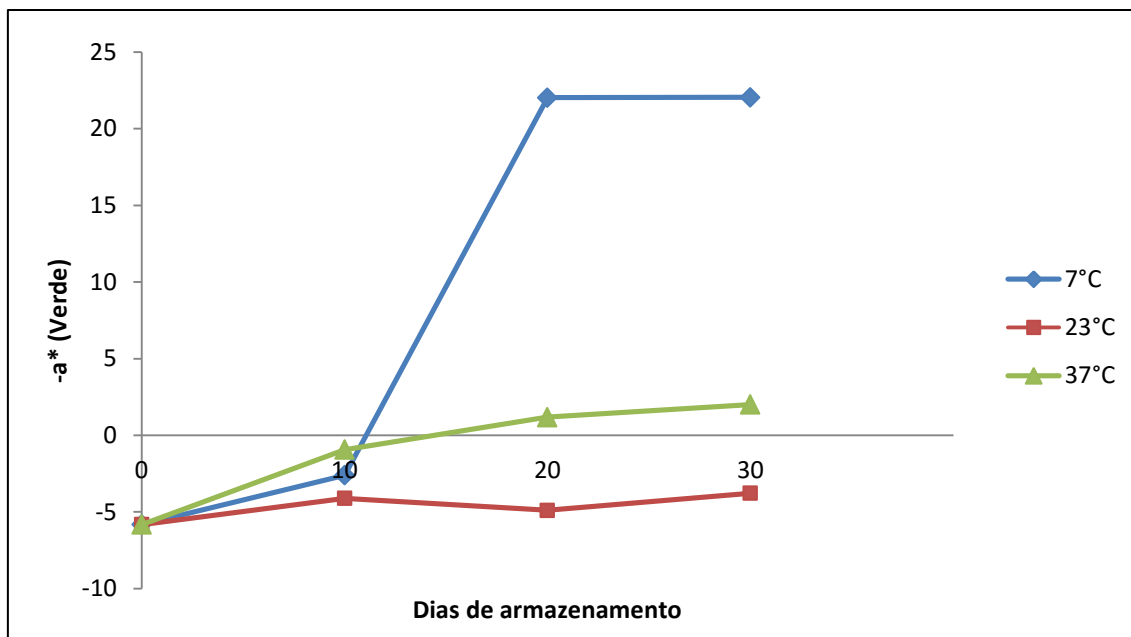


Figura 6. Variações na cor verde ( $-a^*$ ) dos sucos durante o armazenamento

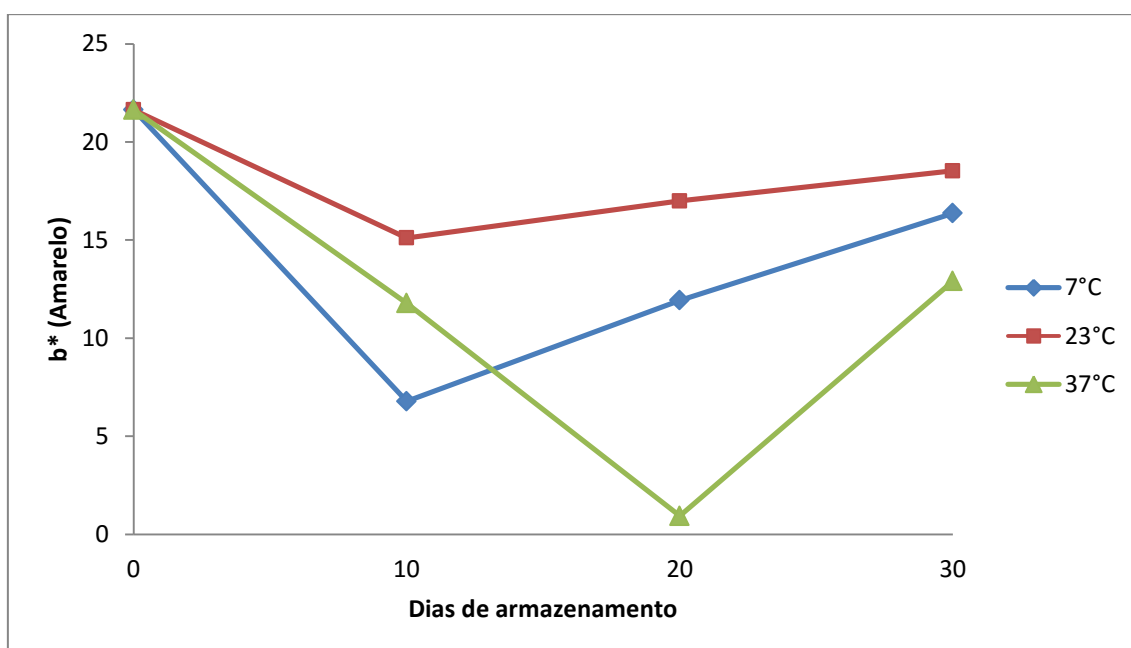


Figura 7. Variações na cor amarela ( $+b^*$ ) dos sucos durante o armazenamento

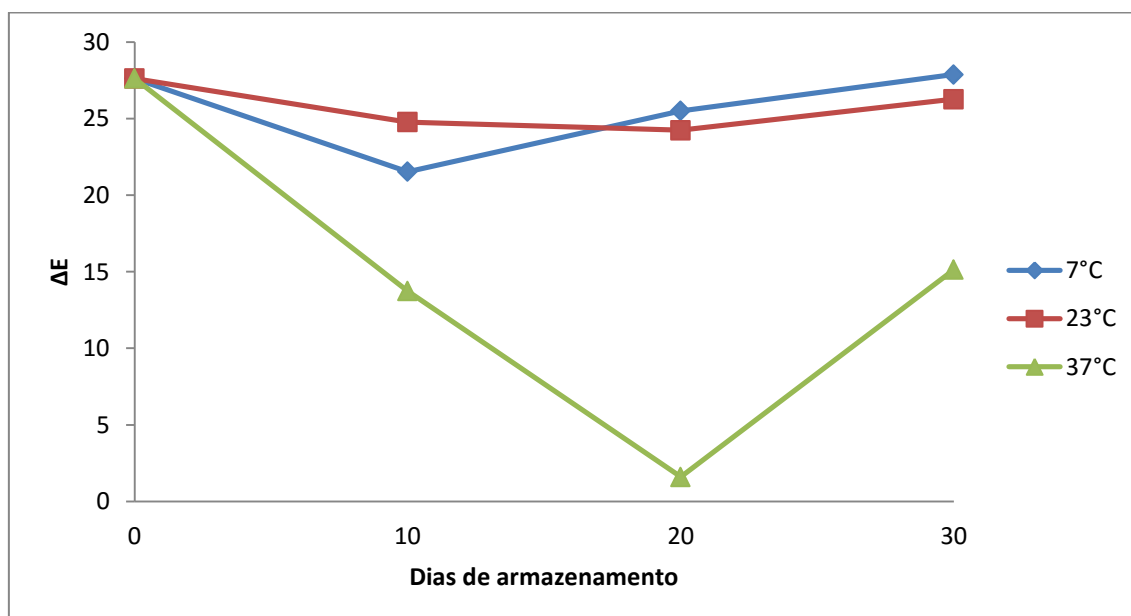
As variações globais dos parâmetros da cor ( $\Delta E$ ) dos sucos na temperatura de 7°C e 23°C, durante o tempo de armazenamento, apresentaram variações superiores a 2,0, indicando alterações visuais perceptíveis na cor, conforme descrito Choi et al (2002).



**Tabela 6 – Variação total da cor ( $\Delta E$ ) durante o tempo de armazenamento em diferentes temperaturas**

Tempo (dias)	Temperatura			P-valor
	7°C	23°C	37°C	
1	27,61 <sup>A,a</sup>	27,61 <sup>A,b</sup>	27,61 <sup>A,b</sup>	0,4647
10	21,53 <sup>B,a</sup>	24,77 <sup>B,b</sup>	13,71 <sup>B,c</sup>	<0,0001
20	25,50 <sup>C,a</sup>	24,24 <sup>C,b</sup>	1,60 <sup>C,c</sup>	<0,0001
30	27,87 <sup>D,a</sup>	26,26 <sup>D,b</sup>	15,13 <sup>D,c</sup>	<0,0001
<b>P- valor</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

As médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, e minúsculas, na linha, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade.

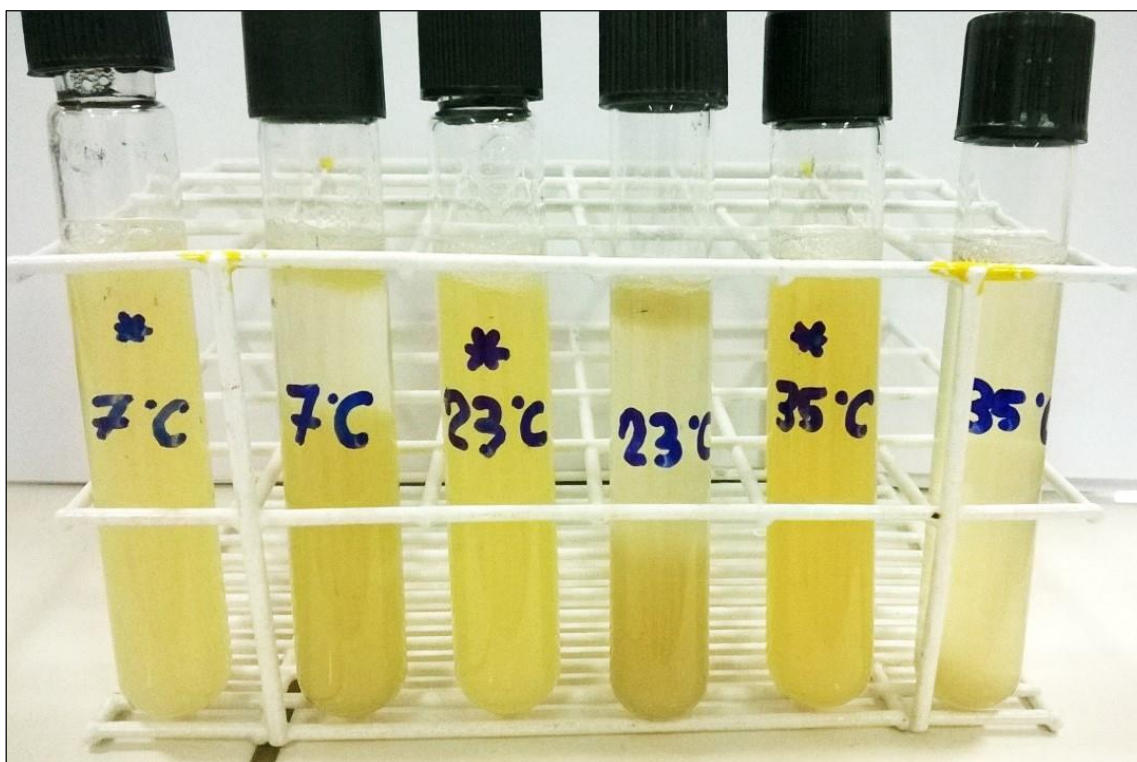


**Figura 8. Variação total da cor ( $\Delta E$ ) do suco durante o armazenamento**

Verificou-se que os sucos armazenados apresentaram mudanças expressivas na coloração, provavelmente, por causa da degradação do ácido ascórbico em condições aeróbicas, levando a formação de compostos escuros que são responsáveis pelo escurecimento do suco. A perda da vitamina C ao longo do tempo de armazenamento poderia também ter ocorrido por via anaeróbica, causando o escurecimento devido a polimerização do furfural (TEIXEIRA; MONTEIRO, 2006). Entretanto, o suco foi envasado em garrafas opacas de polietileno de alta densidade (PEAD), e segundo Alves; Garcia (1993) citado por Sugai (2002) a embalagem plástica é utilizada para armazenamento de sucos de frutos, porém, este material é responsável por

reduzir a vida útil do produto, uma vez que possui grande permeabilidade a gases. Além disso, a oxidação da vitamina C pode ter ocorrido com a incorporação do oxigênio presente no *head space* da garrafa.

O suco de abacaxi adicionado de polpa yacon, vitamina C e goma xantana quando comparado com um trabalho de Moreira (2015) que foi realizado em paralelo avaliando a vida de prateleira do suco de abacaxi apenas adicionado de polpa de yacon observou-se que a goma xantana proporcionou a estabilidade esperada, mantendo a homogeneidade do produto e impedindo a separação de fases, como demonstra a Figura 4. Analisando visualmente, o estabilizante proporcionou também o aumento da viscosidade, melhorando a textura, porém, reduzindo a intensidade da cor do suco analisado inicialmente.

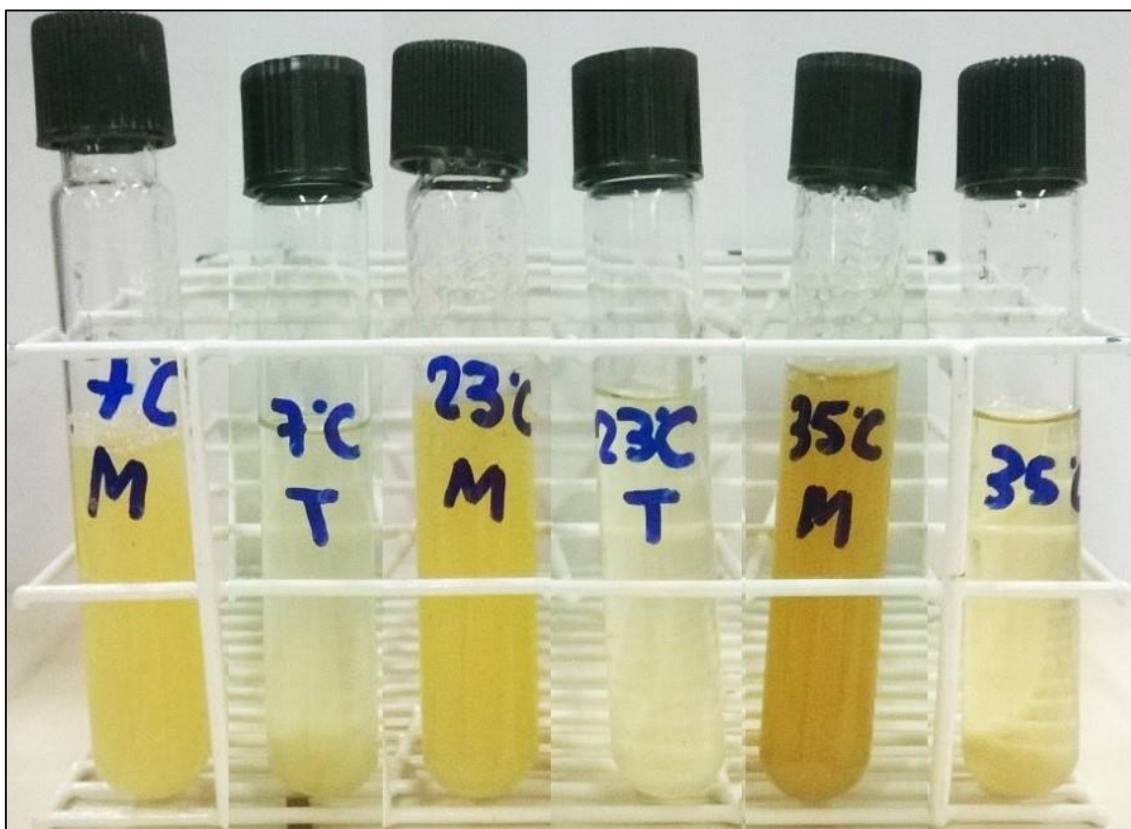


\*Amostras adicionadas de vitamina C e goma xantana

**Figura 9. Comparação do suco de abacaxi adicionado com polpa de yacon, vitamina C e goma xantana com o suco de abacaxi adicionado com polpa de yacon no primeiro dia de armazenamento.**

Na comparação também foi possível observar que após o período de armazenamento o suco sem adição da vitamina C e da goma xantana apresentou uma expressiva perda na coloração, conforme a Figura 5. A imagem mostra ainda que o suco com a goma e o ácido ascórbico na temperatura de 37°C foi a que demonstrou maior variação de cor visualmente,

provavelmente, devido à degradação da vitamina C causada pela alta temperatura.



M – Amostra adicionada de vitamina C e goma xantana

T – Amostra sem adição de vitamina C e goma xantana

**Figura 10.. Comparação do suco de abacaxi adicionado com polpa de yacon, vitamina C e goma xantana com o suco de abacaxi adicionado com polpa de yacon após 30 dias de armazenamento**

Como a mudança sensorial é um fator importante para determinação da vida de prateleira do produto, assim como as alterações químicas e microbiológicas, a variação na coloração com o aumento do tempo e da temperatura indica que a cinética de degradação da cor pode ser um fator para estimar o *shelf life* do suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana.

#### 5.4 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CINÉTICOS

As características físico-químicas que mais influenciaram na qualidade do produto foram a concentração de vitamina C e a diferença total de cor, dessa forma, estes foram testados em modelos cinéticos de ordem zero e de primeira ordem.

Em diversos estudos os modelos cinéticos de ordem zero e primeira ordem tem apresentado melhor ajustamento na perda de concentração da vitamina C e na variação da cor em produtos a base de frutas. Oliveira (2010) em seu trabalho no estudo da cinética de degradação do suco integral de manga verificou que a alteração de cor seguiu o modelo de ordem zero, enquanto que a degradação da vitamina C foi mais bem explicada pelo modelo de primeira ordem. Remacha, Ibarz e Giner (1992) também verificaram que o modelo de ordem zero proporcionou um melhor ajustamento à perda de coloração em polpas de frutas. Moreira (2015) observou que o modelo cinético de primeira ordem foi o que melhor se ajustou à variação de vitamina C no suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon.

Para a diminuição da concentração de vitamina C o modelo de primeira ordem mostrou-se mais adequado por apresentar maior grau de ajuste dos dados experimentais da reta ( $R^2$ ), como demonstra o Gráfico 6.

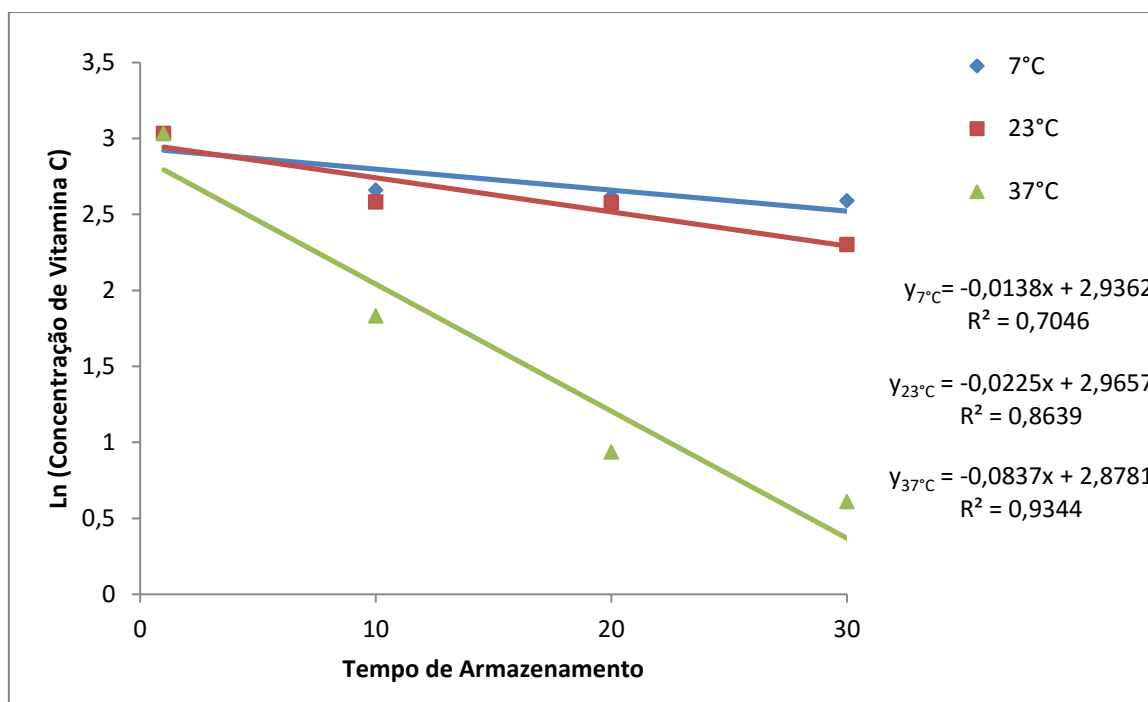


Figura 11. Modelo cinético de primeira ordem para a degradação da vitamina C no suco.

É possível observar através das constantes de velocidade que a vitamina C apresenta uma sensibilidade ao tempo e a temperatura de armazenamento. Os valores das constantes de degradação para as

temperaturas de 7 °C, 23 °C e 37 °C foram, respectivamente, 0,0138 dias<sup>-1</sup>, 0,0225 dias<sup>-1</sup> e 0,0837 dias<sup>-1</sup>.

Em relação a  $\Delta E^*$ , verificou-se que modelo cinético de ordem zero ajustou-se melhor aos dados experimentais, quando comparado com o modelo de primeira ordem, os valores de  $R^2$ , para as temperaturas de 23 °C e 37°, demonstraram o bom ajustamento do modelo, como demonstra o Gráfico 7.

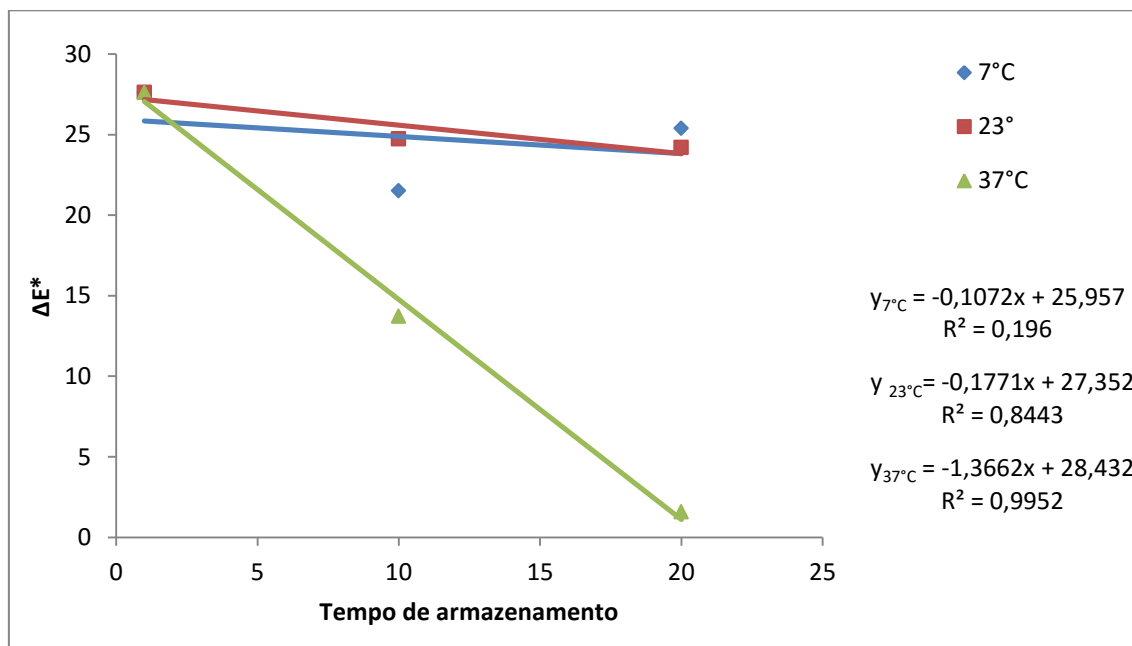


Figura 12. Modelo cinético de ordem zero para a diferença total de cor no suco.

Com os valores das constantes de velocidade foram calculados os parâmetros cinéticos energia de ativação ( $E_a$ ) e fator de aceleração de temperatura ( $Q_{10}$ ) para vitamina C e para diferença total de cor. Dessa forma, foi aplicado o modelo de Arrhenius, através das Figuras 13 e 14, respectivamente, entre o logaritmo da constante de velocidade em função do inverso da temperatura, em escala absoluta.

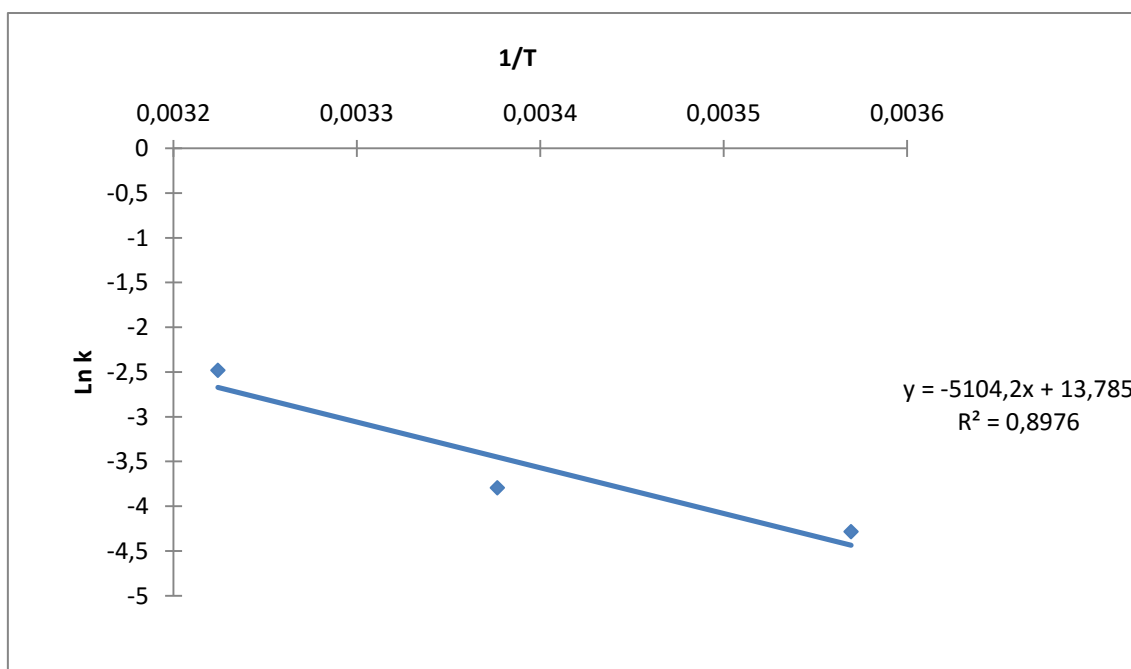


Figura 13. Efeito da temperatura sobre a constante de velocidade de degradação da vitamina C no suco.

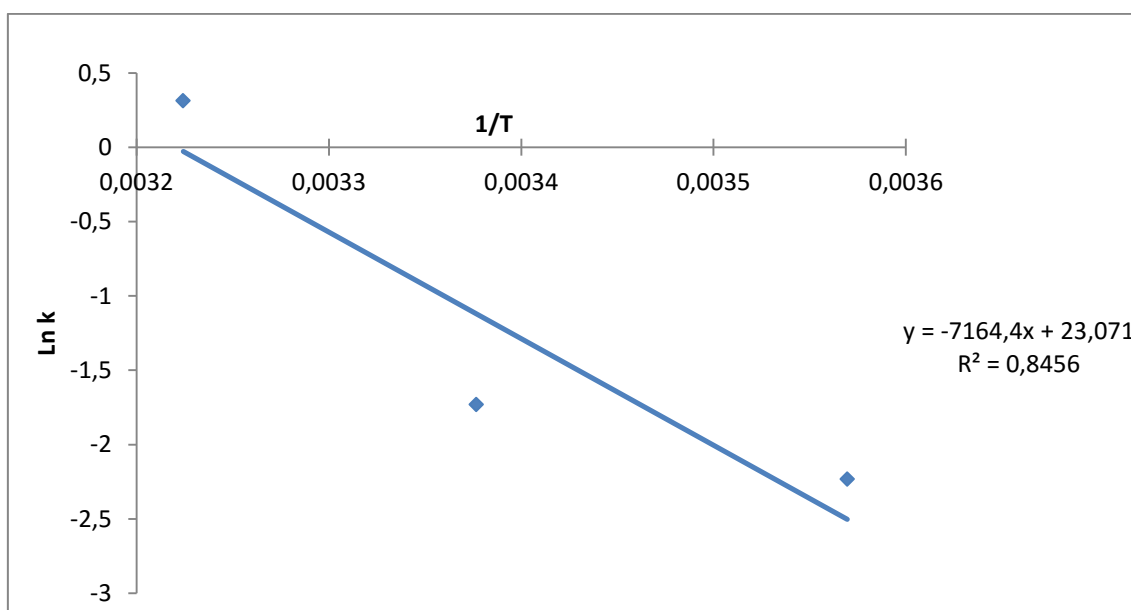


Figura 14. Efeito da temperatura sobre a constante de velocidade na cor total do suco.

Os valores de energia de ativação e de  $Q_{10}$  encontrados foram descritos na Tabela 7. Podemos observar que os valores da energia de ativação da cor foi superior ao da vitamina C, demonstrando que a cor é mais dependente da temperatura que a concentração de vitamina C. Ou seja, com o aumento da temperatura o suco sofre maior alteração na cor do que na concentração do ácido ascórbico, durante um mesmo tempo.

**Tabela 7 – Parâmetros cinéticos ( $Q_{10}$  e  $E_a$ ) para a degradação da vitamina c e diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) do suco**

Parâmetro	Parâmetros cinéticos	
	$Q_{10}$	$E_a$ (kcal.mol <sup>-1</sup> )
Vitamina C	1,9095	10,1420
$\Delta E^*$	2,2020	12,3766

Lavarda (2011) em seu estudo da cinética de degradação térmica da vitamina C em polpa de acerola encontrou uma  $E_a = 4,29$  kcal.mol<sup>-1</sup>. Entretanto, resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira (2010) em seu estudo sobre a cinética de degradação do suco de manga, encontrando uma energia de ativação igual 13,41 para a vitamina C.

## 5.5 ESTIMATIVA DA VIDA DE PRATELEIRA

A vida de prateleira do suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana a 7 °C foi determinada considerando a concentração mínima aceitável de vitamina C equivalente a 50 % da concentração inicial. Assim, o teste acelerado de vida de prateleira permitiu estimar em 70 dias a vida de prateleira para o suco de abacaxi, aproximadamente dois meses e meio, quando armazenado à 7 °C. Quando considerada as alterações da cor, a vida útil do produto seria de 107 dias.

Comparando com o estudo realizado por Moreira (2015) sobre a vida de prateleira do suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, observou-se que a vitamina C atuou como um conservante, preservando a integridade do produto e aumentando a sua data de validade. A vida útil estimada para o produto sem adição da vitamina C e goma foi de 19 dias, quando armazenado a 7 °C.

Tocchini et al (1993) citado por Corrêa Neto; Faria (1999), realizou um estudo sobre a vida de prateleira de suco de laranja pasteurizado, determinando cerca de 20 dias para o suco armazenado a 4°C. Enquanto que Andrade (2014) estimou em 74 dias a vida útil do caldo de cana estocado a 8 °C.

## 6 CONCLUSÃO

Durante o tempo de armazenamento do suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana observou-se que as características que mais influenciaram na qualidade do suco foram as alterações na cor e na concentração de vitamina C. A variação de cor seguiu o modelo cinético de ordem zero, enquanto que a vitamina C foi melhor ajustada ao modelo de primeira ordem.

A partir da análise de regressão foi possível determinar os parâmetros cinéticos  $E_a$  e  $Q_{10}$ , demonstrando que a cor é mais sensível a temperatura devido a energia de ativação ser maior, quando comparada com a da vitamina C. Além disso, com os dados obtidos foi possível estimar em 70 dias a vida de prateleira do suco quando armazenado à 7 °C, utilizando como parâmetro a vitamina C. Podendo assim concluir que o ácido ascórbico atuou como excelente conservante.



## REFERÊNCIAS

ADITIVOS E INGREDIENTES. Alguns alimentos funcionais do nosso continente. **Revista Aditivos e Ingredientes**, São Paulo, n. 97, abr. 2013.

ALBUQUERQUE, E. N., ROLIM, P. M. Potencialidades do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) no diabetes Mellitus. **Revista Ciências Médicas**, Campinas, 20(3-4): 99-108, maio/ago., 2011.

ALIMENTOS FUNCIONAIS. **Alguns alimentos funcionais do nosso continente**. São Paulo: Editora Insumos Ltda, n. 06, [2011]. Disponível em: <[http://aditivosingredientes.com.br/upload\\_arquivos/201603/2016030111990001459280079.pdf](http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201603/2016030111990001459280079.pdf)> Acesso em: 07 maio 2016.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington, D.C., 676 p., 2001.

AROUCHA, E. M.; VIANNI, R. Água de coco por cromatografia líquida e pelo método titulométrico. **Revista Ceres**, v. 49, n. 283, p. 245-251, 2002.

ATKINS, P. LORETTA, J. **Princípios de química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012.

BALDISSERA, A. C.; BETTA, F. D.; PENNA, A. L. B.; LINDNER, J. D. D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas proteicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, out./dez. 2011.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar - Ingestao adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arq Bras Endocrinol Metab.**, v. 57, n. 6, 2013.

BRANCO, I. G.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SILVA, M. M.; PAULA, T. M. Avaliação sensorial estabilidade físico-química de um blend e laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n. 1, p. 787-792, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical. **D.O.U – Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 09 de setembro de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, 26 de agosto de 2003. Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 set. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos de alimentos. **Diário Oficial da União**, de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. . Resolução RDC nº 389 de 05 de agosto de 1999. Aprova REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE O Uso de Aditivos Alimentares, Estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 16: bebidas - subcategoria 16.2.2 - bebidas não alcoólicas gaseificadas e não gaseificadas. **Diário Oficial da União**. Poder Executivo, de 09 de agosto de 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 04 de 24 de novembro de 1988. Aprova a revisão das Tabelas I, III, IV e V referente a Aditivos Intencionais, bem como os Anexos I, II, III e VII, todas do Decreto n.º 55.871, de 26 de março de 1995. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 19 dez. 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos. Aprova Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **D.O.U. - Diário Oficial da União**; Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

BRITO, C. A. K.; SIQUEIRA, P. B.; PIO, T. F.; BOLINI, H. M. A.; SATO, H. H. Caracterização físico-química, enzimática e aceitação sensorial de três cultivares de abacaxi. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 2, 2008.

CARMO, M. C. L.; DANTAS, M. I. S.; RIBEIRO, S. M.R. Caracterização do mercado consumidor de sucos prontos para o consumo. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 305-309, out./dez. 2014

CHAVES, M. C. V; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 4, n. 2, 2004.

CHOI, M.H.; KIM, H.S.; LEE, H.S. Effects of ascorbic acid retention on juice color and pigment stability in blood orange (*Citrus sinensis*) juice during refrigerated storage. **Food Res. Int.**, v.35, p.753-759, 2002.

CORRÊA NETO, R. S.; FARIA, F. **Fatores que influem na qualidade do suco de laranja**. UNICAMP/FEA, Campinas, 1999.

COUTO, T. R. **Avaliação de genótipos de abacaxizeiro cultivados in vitro e ex vitro: eficiência fotossintética, crescimento e relações hídricas**. Campos dos Goytacazes. Dissertação (Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2012.

CRESTANI, M., BARBIERI, R. L., HAWEEOTH, F. J., CARVALHO, F. I. F., OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.6, jun, 2010.

CRUZ, R. A. N., LOBATO, L.P., SANTOS, J. S. Ácido ascórbico em preparados sólidos para refresco sabores limão e laranja. **Revista Scientia Plena**, v. 9, n. 11, nov. 2013.

FARIA, D. C. **Desenvolvimento e produtividade do abacaxizeiro 'smooth cayenne' em função de adubação nitrogenada e tipos de mudas no norte fluminense**. Campos dos Goytacazes. Tese (Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2008.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Estabilizantes. **Revista Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 14, 2010.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Os antioxidantes. **Revista Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 6, 2009

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Shelf Life: Uma pequena introdução. **Revista Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 18, 2011.

FUNCIONAIS & NUTRACÊUTICOS. **Vitamina C: Fontes, funções e importância**. São Paulo: Editora Insumos Ltda, n. 06, [2011]. Disponível em: <[http://www.insumos.com.br/funcionais\\_e\\_nutraceuticos/materias/100.pdf](http://www.insumos.com.br/funcionais_e_nutraceuticos/materias/100.pdf)>. Acesso em: 07 maio 2016.

GARRUTI, D. S. **Contribuição ao estudo da estabilização física do suco do maracujá integral (Passiflora edulis f. flavicarpadesg.)**. Campinas. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1989.

GEREMIAS-ANDRADE, I. M. **Estimativa da vida de prateleira de caldo de cana padronizado estocado sob refrigeração**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassunga, 2014.

GODOY, R. C. B.; ANTUNES, P. L.; ZONTA, E. P. Estabilização, de néctar de goiaba (*psidiumguayava* L.) com gomas xantana, carragena e amido ceroso. **Rev. Bras. de Agrociência**, v.2, n. 2, p. 105-110, 1998.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. **Frutas do Brasil**, Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; Embrapa, v. 5, 2000.

GRANATO, D., PIEKARSKI, F. V. B. W., BENINCÁ, C., MASSON, M. L. Doce dietético misto de Yacon e maracujá: avaliação da aceitabilidade e da estabilidade físico-química sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**., v.12, n.3, p.200-204, jul./set. 2009.

GRIZOTTO, R. K.; BERBARI, S. A. G.; MOURA, S. C. S.R.; CLAUS, M. L. Estudo da vida de prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 2006  
GUSSO, A. P.; MATTANNA, P.; RICHARDS, N. Yacon: benefícios à saúde e aplicações tecnológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2014.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1. Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, 4ª ed., 1004p. São Paulo, 2004.

LAGO, C. C. Estudo do suco concentrado e da polpa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LAJOLO, F. M. Functional foods: Latin American Perspectives. *British Journal of Nutrition*, v.88, Suppl. 2, S145 – S150, 2002.

LAVARDA, L. **Determinação da cinética de degradação térmica da vitamina C em polpa de acerola via aquecimento ôhmico**. Trabalho de diplomação em engenharia química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MARTINS, G. A. S. **Determinação da vida de prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. Prata**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

MATSUURA, F. C. A. U., ROLIM, R. B.. Avaliação da adição de suco de acerola em Suco de abacaxi visando à Produção de um "blend" com Alto Teor de vitamina C . **Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal**, v. 24, n. 1, p. 138-141, abr. 2002.

MIRANDA, D. S. A.; PESSOA, T; FIGUÊREDO, M. F.; GURJÃO, F. F.; PINHEIRO, R. M. M.; MARTINS, A. G. L. A. Elaboração e caracterização de néctar de abacaxi pérola adoçado com glucose de milho. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n.1, 2015.

MOREIRA, T. F. M. **Avaliação da vida de prateleira por testes acelerados de suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. Trabalho de conclusão de curso em engenharia de alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

MOURA, S. C. S. R.; BERBARI, S. A.; GERMER, S. P. M.; ALMEIDA, M. E. M.; FEFIM, D. A. **Determinação da vida de prateleira de maçã-passa por testes acelerados**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 27, 2007.

NAGY, S. Vitamina C content of Citrus Fruit and their products. A Review. **Journal Agricultural food Chemistry**. V. 28, 1980.

NOGUEIRA, F. S. **Teores de ácido L-ascórbico em frutas e sua estabilidade em sucos.** Dissertação (Mestre em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campo dos Goytacazes, 2011.

OLIVEIRA, A. N. **Cinética de degradação de suco integral de manga e estimativa da vida de prateleira por testes acelerados.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

OLIVIA, P. B. **Estudo do armazenamento da acerola in natura e estabilidade do néctar de acerola.** Campinas. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; PRADO, G. M.; SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, 2006.

QUEIROZ, M. I. **Introdução a Análise Sensorial.** Campinas: UNICAMP. p. 192, 1984.

QUINTEROS, E.T.T. **Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon.**a, 2004.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da danone e da nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. **Rev. Sociol. Polít.**, Curitiba, v. 16, n. 31, p. 85-100, nov. 2008

REMACHA, J. E.; IBARZ, A.; GINER, J. Evolución del color, por efecto de la temperatura, em pulpas de frutas. **Alimentaria**, v. 59. 1992.

RIBEIRO, C. Abacaxi para auxiliar da digestão. **Revista viva saúde**, 2015. Disponível em: <<http://revistavivasauade.uol.com.br/guia/abacaxi-para-auxiliar-da-digestao/4474/#>>. Acesso em: 03 junho 2016.

RIBEIRO, J. A. **Estudos químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre nível glicêmico e lipídeos fecais de ratos.** Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

RODRIGUES, F. C. Avaliação da farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação das propriedades biomecânicas e na retenção de minerais nos ossos de ratos *Wistar*. **Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

RUSCHEL, C. K.; CARVALHO, H. H.; SOUZA, R. B.; TONDO, E. C. Qualidade microbiológica e físico-química de sucos de laranja comercializados nas vias públicas de Porto Alegre/RS. Campinas: **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 1, p. 94-97, 2001.

SÁ, I. S. et al. Concentração de suco de abacaxi através dos processos com membranas. **Braz. J. Food Technol. Preprint Serie**, n.112, 2003.

SANTIAGO, M . Benefícios del yacón. **Dietas para bajar de peso naturalmente**, 2014. Disponível em: <<http://dietasparabajardepeso.co/beneficios-del-yacon/>>. Acesso em: 03 junho 2016.

SANTANA, I.; CARDOSO, M. H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, 2008.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela. 2ª ed. p. 26-28, 2001.

SIRÓ, I.; KÁPOLNA, E.; KÁPOLNA, B.; LUGASI, A. Functional food: product development, marketing and consumer acceptance; a review. **Appetite**, v. 51, n. 3, p. 456-467, 2008.

SUGAI, A. Y.; SHIGEOKA, D. S.; BADOLATO, G. G.; TADINI, C. C. Análise físico-química e microbiológica do suco de laranja minimamente processado armazenado em lata de alumínio. **Ciênc. Technol. Aliment**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 233- 238, set-dez, 2002.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas, SP: UNICAMP; NEPA, 2 ed., 2006.

TEIXEIRA, M; MONTEIRO, M. Degradação da vitamina C em suco de fruta. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 219- 227, abr./jun. 2006.

WHO – World Health Organization. 2003. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. World Health Organization, Geneva. Disponível em: <[http://whqlibdoc.who.int/trs/who\\_trs\\_916.pdf](http://whqlibdoc.who.int/trs/who_trs_916.pdf)>. Acesso em: 21.03.2015.

ZAMPA, F.; TEIXEIRA, R. **EXTRAÇÃO E PASTEURIZAÇÃO**. Trabalho de Operações Unitárias de graduação - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.