



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C DURANTE A PRODUÇÃO
DE SUCO CONCENTRADO DE ABACAXI COM HORTELÃ**

Maryana Formiga Braga

Orientador: Prof. José Etimógenes Duarte Vieira Segundo

POMBAL - PB

2015

MARYANA FORMIGA BRAGA

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C DURANTE A PRODUÇÃO
DE SUCO CONCENTRADO DE ABACAXI COM HORTELÃ**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG como requisito para obtenção do grau de Engenheiro de Alimentos.

**Orientador: Prof. José Etimógenes
Duarte Vieira Segundo**

POMBAL-PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- B813c Braga, Maryana Formiga .
Cinética de degradação da vitamina C durante a produção de suco concentrado de abacaxi com hortelã / Maryana Formiga Braga. – Pombal, 2015.
44 f. : il. color
- Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2015.
- "Orientação: Prof. Dr. José Etimógenes Duarte Vieira Segundo".
Referências.
1. Evaporação. 2. Ácido Ascórbico . 3. Cinética. I. Vieira Segundo, José Etimógenes Duarte. II. Título.
- CDU 634.774(043)

**CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DA VITAMINA C DURANTE A PRODUÇÃO
DE SUCO CONCENTRADO DE ABACAXI COM HORTELÃ**

Monografia apresentada à coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande como requisito para obtenção do grau de Engenheiro de Alimentos.

Morgana Fabíola Cunha Silva Canuto

Morgana Fabíola Cunha Silva Canuto

Examinadora

(UFCG/CCTA/UATA)

Oswaldo Soares da Silva

Oswaldo Soares da Silva

Examinador

(UFCG/CCTA/UATA)

José Etimógenes Duarte Vieira Segundo

José Etimógenes Duarte Vieira Segundo

Orientador

(UFCG/CCTA/UATA)

Pombal

2015

Dedicatória

À DEUS, primeiramente, por ter me dado força durante esses anos de curso, a meio de dificuldades. Por ter me iluminado nas decisões mais difíceis e por ter me guiado ao longo do curso para trilhar o caminho mais correto possível.

Dedico este trabalho aos meus Pais, fonte de minha inspiração e exemplo de esforço e dedicação, e a minha irmã Damyris, amiga de todas as horas e esses que direta ou indiretamente e ajudaram na conclusão deste trabalho.

Dedico este trabalho especialmente ao meu marido, que esteve ao meu lado, me apoiando e incentivando em todos os momentos.

Agradecimentos

A DEUS por mais uma etapa da minha vida concluída.

Ao meu Orientador Prof. José Etimógenes Duarte Vieira Segundo, pela paciência e dedicação demonstradas ao decorrer dos trabalhos.

À minha mãe Daires, ao meu Pai Washington e minha irmã Damyrís, pelo incentivo durante todo esse período e pela sua paciência nos momentos mais difíceis.

À meu marido Petrúcio pela ajuda física e moral de todo o desenvolvimentos das atividades realizadas até altas horas.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste estudo, como todos os meus professores da graduação, ao diretor do CAMPUS, e a todos os funcionários da UFCG.

Lista de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Peso médio de algumas cultivares de abacaxi..... | 16 |
| Tabela 2: Propriedades Físico – Químicas do abacaxi..... | 17 |
| Tabela 3: Reações obtidas através da Cinética da Degradação..... | 26 |
| Tabela 4: Valores obtidos de Ácido ascórbico durante o processo de 7 horas..... | 29 |
| Tabela 5: Valores obtidos de Ácido ascórbico durante o processo de 8,6 horas..... | 32 |
| Tabela 6: Valores obtidos de Ácido ascórbico durante o processo em 7 horas..... | 35 |
| Tabela 7: Valores de R ² | 39 |
| Tabela 8: Valores da análise sensorial aplicada..... | 39 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1: Espécie de Abacaxi (<i>Ananas comosus</i>)..... | 14 |
| Figura 2: Espécie de Hortelã (<i>Mentha x villosa Huds</i>)..... | 18 |
| Figura 3: Fluxograma do processo de suco de abacaxi integral concentrado..... | 19 |
| Figura 4: Evaporador a nível industrial..... | 24 |
| Figura 5: Cinéticas de ordem zero, 1 ^a ordem e 2 ^a ordem..... | 26 |
| Figura 6: Modelo de banho-maria utilizado..... | 27 |
| Figura 7: Suco Concentrado em estágio final e sua diluição..... | 28 |
| Figura 8: Curva da cinética da degradação de ordem zero, temperatura de 70°C..... | 30 |
| Figura 9: Curva da cinética da degradação de primeira ordem, temperatura de 70°C..... | 31 |
| Figura 10: Curva da cinética da degradação de segunda ordem, temperatura de 70°C..... | 32 |
| Figura 11: Curva da cinética da degradação de ordem zero, temperatura de 80°C..... | 33 |
| Figura 12: Curva da cinética da degradação de primeira ordem, temperatura de 80°C..... | 34 |
| Figura 13: Curva da cinética da degradação de segunda ordem, temperatura de 80°C..... | 35 |
| Figura 14: Curva da cinética da degradação de ordem zero, temperatura de 90°C..... | 36 |
| Figura 15: Curva da cinética da degradação de primeira ordem, temperatura de 90°C..... | 37 |
| Figura 16: Curva da cinética da degradação de segunda ordem, temperatura de 90°C..... | 38 |
| Figura 17: Modelo da Ficha Técnica de resposta para Análise Sensorial..... | 44 |

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 11 |
| 2. Objetivo..... | 13 |
| 2.1 Objetivo Geral..... | 13 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 13 |
| 3. Revisão Bibliográfica..... | 14 |
| 3.1 Abacaxi (Ananas Comosus)..... | 14 |
| 3.2 Hortelã (Mentha x Villosa huds)..... | 18 |
| 3.3 Sucos..... | 19 |
| 3.3.1 Tipos..... | 19 |
| 3.3.2 Regulamento técnico..... | 20 |
| 3.4 Processo de Evaporação..... | 21 |
| 3.4.1 Descrição e Equipamentos..... | 22 |
| 3.4.2 Modelos Matemáticos..... | 24 |
| 4. Materiais e Métodos..... | 27 |
| 5. Resultados e Discussão..... | 29 |
| 6. Considerações Finais..... | 40 |
| 7. Referências Bibliográficas..... | 41 |
| 8. Anexos..... | 43 |

Resumo

Os sucos de frutas são parte da boa qualidade de vida da população atualmente, entretanto a qualidade desse produto é um estudo de extrema necessidade, por ser um produto com uma taxa de Ácido ascórbico extremamente elevada, causa o escurecimento enzimático e a quantidade de água livre presente em sua composição permite a deterioração do produto, por esse motivo se faz necessário o estudo de um método de conservação que priorize o tempo de vida útil do produto, e ainda que torne prático o seu consumo. A concentração do suco de abacaxi com hortelã foi obtida através do processo de evaporação. Foram utilizadas três temperaturas (70, 80 e 90°C) para adaptar de forma adequada a curva da cinética de degradação, onde utilizamos o modelo matemático que através de uma reação química, pode-se obter uma taxa de reação. O aquecimento do suco permite que a Ácido ascórbico, um composto volátil, tenha degradação durante o processo. Por meio disto, foram obtidos resultados positivos para a curva de degradação a uma temperatura de 70 e 80°C, onde os valores para um tempo médio de sete horas e meia, reduzindo a concentração de Ácido ascórbico em 1%. Foi realizada a análise sensorial do produto obtido e também a comparação com o suco natural e o suco em polpa.

Palavra – chave: Evaporação, Ácido ascórbico, Cinética.

Abstract

The fruit juices are part of the quality of life of the population today, but the quality of this product is a study of extreme necessity, to be a product with an extremely high vitamin C rate, allows the enzymatic browning and the amount of free water present in the composition allows the product to deteriorate for this reason it is necessary to study a preservation method which prioritizes the lifetime of the product, and that makes their practical use. The concentration of the pineapple juice with mint was obtained through the evaporation process. Three temperatures were used (70, 80 and 90 ° C) to adjust appropriately the curve of the degradation kinetics, which use the mathematical model through a chemical reaction, one can obtain a reaction rate. The heating allows the juice vitamin C, a volatile compound has degradation during the process. Hereby, positive results were obtained for the degradation curve at a temperature of 70 to 80 ° C, where the values for an average time of seven and a half, reducing the concentration of vitamin C in 1%. Sensory analysis of the product was carried out and also compared to the natural juice and juice into pulp.

Key - words: Evaporation, Vitamin C, Kinetics.

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a saúde é o principal propósito de todos os cidadãos, por isso, o suco de abacaxi com hortelã é um ótimo remédio caseiro, que aumenta a disposição e hidrata ajudando a aliviar a prisão de ventre, por isso, a qualidade da pele também melhora.

O abacaxi ocupou o sétimo lugar em produção, com 15,7 e 15,9 milhões de toneladas em 2004 e 2005, respectivamente, sendo cultivado em mais de 70 países. Segundo dados da FAO (2007), o Brasil figurou, em 2005, como o quarto maior produtor de abacaxi no mundo, com produção de 1,41 milhão de toneladas.

No Brasil, são cultivadas várias espécies, como o abacaxi amarelo, porém a que se destaca é a variedade Pérola, de polpa amarelo-pálida, sabor bastante doce, casca esverdeada, mesmo quando maduro e pouca acidez, onde, temos na Paraíba uma grande produção dessa espécie, tendo uma grande possibilidade de pesquisa.

No município de Floresta do Araguaia no estado do Pará está localizada a maior indústria de processamento de suco concentrado de abacaxi do país, capaz de processar mais de quatro mil toneladas de frutos por mês. O produto é exportado, principalmente, para países da União Europeia, Estados Unidos, Israel e Mercosul.

Entretanto, tem papel fundamental à essa pesquisa, a Hortelã, é uma planta originária da Ásia, mas é muito cultivada em todo o mundo, devido às essências aromáticas presentes em toda a planta, principalmente nas folhas. A hortelã possui propriedade anti-séptica, anestésica, tranquilizante suave, analgésica (principalmente a nível local e das mucosas do aparelho digestivo), antitússica, mucolítica, expectorante e descongestionante das vias respiratórias pelo óleo essencial.

A função do abacaxi com hortelã permite apresentarmos um produto muito agradável ao paladar e com diversos benefícios, o abacaxi tem poder antioxidante, ajuda no controle do colesterol e é aliada no processo de emagrecimento, e a hortelã, além de incrementar a bebida, potencializa a ação benéfica do suco.

As vitaminas são os nutrientes mais afetados no processamento e armazenamento de alimentos. São sensíveis às variações de temperatura, presença de luz, metais, oxigênio e a mudanças de pH. A análise quantitativa de Ácido ascórbico pode ser utilizada como indicador de alterações no armazenamento e da qualidade geral do alimento.

O processo de concentração do fluido permite uma conservação do produto por mais tempo, exatamente pela retirada da água presente em sua composição, permitindo uma durabilidade superior ao suco *in natura*, onde o processo evaporativo retira praticamente toda a água livre presente no produto, evitando a degradação através da atividade microbiana que se faz presente em todos os alimentos. Essa operação unitária é um tratamento pelo calor que trabalha com a morte dos microrganismos termossensíveis.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar possíveis perdas de ácido ascórbico e compostos voláteis (aroma e sabor característicos) durante as etapas de produção do suco concentrado de abacaxi com hortelã, comparando sua aceitação com o suco *in natura* e o suco elaborado a partir de polpa industrializada.

2.2 Objetivos Específicos

- Estudar a operação unitária de evaporação e sua aplicação para fabricação de sucos concentrados;
- Realizar um estudo cinético de degradação de Ácido ascórbico;
- Analisar a influência da temperatura do processo;
- Verificar a aceitação do suco de abacaxi com hortelã, por meio de análise sensorial, produzido a partir do suco concentrado;
- Comparar os resultados com o suco *in natura* e o suco elaborado a partir de polpa industrializada.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Abacaxi (*Ananas comosus*)

O abacaxi já era cultivado pelos indígenas em extensas regiões do Novo Mundo, antes do seu descobrimento pelos europeus. Origina-se da América tropical e subtropical (da região centro-sul do Brasil, nordeste da Argentina e Paraguai).

Figura 1: Espécie do Abacaxi (*Ananas comosus*)



Acredita-se que os nativos do sul do Brasil e Paraguai disseminaram o abacaxi na América do Sul e eventualmente, acabou por alcançar o Caribe, a América Central e o México. Sendo que em 4 de novembro de 1493, Colombo e seus marinheiros descobriram o abacaxizeiro em Guadalupe, nas Pequenas Antilhas, promovendo, a partir deste momento, sua disseminação pelo mundo e tornando-o uma das infrutescências mais apreciadas no globo.(SANTANA, 2009)

Os espanhóis introduziram a planta nas Filipinas, Havaí, Zimbábwe e Guam. Os portugueses introduziram a fruta na Índia em 1550. A planta foi levada para a Europa pelos Holandeses, sendo que o primeiro a conseguir plantá-la no continente utilizando estufas foi Pieter de la Court em Meerburg em 1658. Dado as dificuldades de importação na época, e os proibitivos custos de equipamento e mão de obra necessários para plantar o abacaxi em climas

temperados, a fruta virou um símbolo de ostentação. Eles chegaram a ser usados em jantares apenas como enfeites, e reutilizados continuamente, até apodrecer.

A principal variedade cultivada no mundo até a década de 1990 é a *Cayenne* (ou *Smooth Cayenne*). Dá fruto de polpa amarelo-pálida ou amarela, rica em ácidos e açúcares, e a planta tem folhas com poucos espinhos, que se localizam apenas na base e no ápice. No Brasil, a variedade mais plantada é a *Pérola* (conhecida no exterior como do grupo *Pernambuco*), que produz fruto de polpa amarelo-pálida, quase branca, de sabor bastante doce e de baixa acidez; as folhas têm as margens armadas de espinhos.

O abacaxi é considerado o símbolo da hospitalidade. Para os povos antigos, colocar um abacaxi do lado de fora das casas é sinal de que visitantes são bem vindos.

A produção brasileira de abacaxi está distribuída principalmente nas regiões Nordeste (40,2%), Sudeste (28,92%) e Norte (26,14%). O Estado de São Paulo aparece como o sexto maior produtor nacional, representando 5,9% da produção nacional. O Estado do Pará, com participação de 21,4% da produção nacional de abacaxi, destacou-se como o maior produtor brasileiro em 2004, seguido dos Estados da Paraíba (18%), Minas Gerais (15%), Bahia (8%) e Rio Grande do Norte (7%)(IBGE, 2007). Com relação à comercialização do abacaxi na maior Central Atacadista da América Latina (Ceagesp-São Paulo), dados estatísticos tabulados pelo Centro de Qualidade em Horticultura (CQH) demonstraram para a cv. 'Smooth Cayenne', que no período de 2001 a 2005, em setembro e fevereiro, ocorreram, respectivamente, o menor e o maior preço. Para a cv. 'Pérola', os meses de pior e melhor preço foram outubro e março. No aspecto de quantidade, observou-se que a cv. 'Pérola' superou a cv. Hawaí nos anos de 2003 e 2004, restaurando um equilíbrio de volume comercializado no ano de 2005 (CQH - CEAGESP, 2006 - Comunicação pessoal).

A planta consiste em motivo ornamental para a pintura, arquitetura e escultura, sendo usada sobre pilares de alvenaria na entrada de casas, vilas e jardins. O caule é matéria-prima para a indústria de alimentos e para a obtenção de álcool etílico e gomas. O restante do abacaxizeiro pode ser usado

na alimentação animal, como material fresco ou ensilado. Já o seu fruto é consumido ao natural, ou na forma de sorvetes, doces, picolés, refrescos e sucos caseiros. Quando industrializado, o fruto pode apresenta-se como polpa, xarope, geléia, doces em calda ou suco engarrafado. Em regiões secas e quentes obtém-se vinho do fruto doce e fermentado, sendo o suco do fruto verde utilizado como vermífugo em alguns países (MEDINA et al., 1987).

O abacaxizeiro constitui uma das fruteiras tropicais mais cultivadas no país e também uma das culturas mais exigentes. O processo de florescimento é desuniforme, comprometendo a regularidade da produção e podendo resultar em frutos não enquadrados no padrão comercial. Outro problema consiste na presença de fungos causadores da fusariose que afeta marcadamente o desenvolvimento da cultura do abacaxi no Estado de São Paulo, líder na produção de suco concentrado de abacaxi para exportação (VAILLANT et al., 2001).

Além de estudos para solucionar os problemas provocados pela fusariose têm sido realizadas pesquisas para obtenção de frutos com maior teor de sólidos solúveis, menor acidez e coloração mais atraente (MEDINA et al., 1987). A Tabela 1 apresenta o peso médio de algumas cultivares de abacaxi.

Tabela 1: Peso médio de algumas cultivares de abacaxi

Fonte: MATSUDA (2001).

| Cultivar | Peso médio do fruto com "coroa"(g) | "Coroa" | |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| | | Peso Médio (g) | Comprimento médio (cm) |
| IAC Gomo- de-mel | 1044 | 77,0 | 11,0 |
| Cayenne | 1660 | 220,0 | 16,7 |
| Pércia | 1212 | 121,0 | 20,4 |

O abacaxi ou ananás, nomes utilizados tanto para a fruta como para a planta, pertence à família Bromeliaceae e gênero *Ananas* Mill. Esse gênero é vastamente distribuído nas regiões tropicais por intermédio da espécie *Ananas comosus* (L.) Merr., a qual abrange todas as cultivares plantadas de abacaxi. O

fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, constituído por 100 a 200 pequenas bagas ou frutinhos fundidos entre si sobre o eixo central ou coração. A polpa apresenta cor branca, amarela ou laranja-avermelhada, sendo o peso médio dos frutos de um quilo, dos quais 25% é representado pela coroa (GIACOMELLI, 1981). Entretanto, pode ocorrer significativa variação de peso, dependendo da cultivar (Tabela 1). As propriedades físico-químicas do abacaxi são mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades Físico – Químicas do abacaxi.

| Abacaxi (ao natural) | |
|--|------------------|
| Valor nutricional por 100 g (3,53 oz) | |
| Energia | 202 kJ (50 kcal) |
| Vitaminas | |
| Tiamina (vit. B₁) | 0.079mg (7%) |
| Riboflavina (vit. B₂) | 0.031mg (3%) |
| Niacina (vit. B₃) | 0.489mg (3%) |
| Ácido pantotênico (B₅) | 0.205mg (4%) |
| Vitamina B₆ | 0.110mg (8%) |
| Ácido fólico (vit. B₉) | 15 µg (4%) |
| Ácido ascórbico | 36.2mg (44%) |
| Minerais | |
| Cálcio | 13 mg (1%) |
| Ferro | 0.28 mg (2%) |
| Magnésio | 12 mg (3%) |
| Manganês | 0.9 mg (43%) |
| Fósforo | 8 mg (1%) |
| Potássio | 115 mg (2%) |
| Zinco | 0.10 mg (1%) |
| Percentuais são relativos ao nível de ingestão diária recomendada para adultos. | |
| Fonte: USDA Nutrient Database | |

3.2 Hortelã (*Mentha x villosa Huds*)

A hortelã é uma planta herbácea com folhas verdes ovaladas e serrilhadas nas bordas; suas flores são pequenas e em tom de violeta. É uma planta conhecida e muito usada na medicina terapêutica, na culinária e na indústria cosmética. A hortelã possui vitaminas A, B e C, minerais, cálcio, fósforo, ferro e potássio. A figura 2 apresenta a espécie da Hortelã utilizada no processo.

Figura 2: Espécie da Hortelã (*Mentha x villosa huds*)



A hortelã é uma planta que se adapta muito bem em qualquer situação. Pode ser cultivada num vaso em casa. Ela é bastante resistente e serve para aromatizar o ambiente.

As propriedades terapêuticas são antiespasmódica, analgésica, antisséptica, anti-inflamatória, digestiva, anestésica e expectorante.

A hortelã exerce ação tônica e estimulante sobre o aparelho digestivo. É indicada para dores de cabeça, dores abdominais, cólica e flatulência, gripes e resfriados, ajuda na perda de peso, elimina e impede a formação de muco (secreção).

O cálcio é importante para a formação dos ossos e dos dentes e o ferro evita doenças como a anemia. (colégio WEB, 2013)

3.3 Sucos

3.3.1 Tipos

SUCO OU SUMO é a bebida não fermentada, não concentrada, ressalvados os casos a seguir especificados, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo.

CLASSIFICAÇÃO DOS SUCOS

Quanto à natureza do fruto:

- Sucos cítricos: laranja, limão, pomelo (grapefruit), entre outros.
- Sucos de frutas tropicais: abacaxi, caju, goiaba, maracujá, entre outros.
- Outros: uva, maçã, entre outros.

Quanto à concentração:

- Suco simples: prontos para beber, com concentração de sólidos solúveis entre 8 e 13 graus Brix;
- Sucos integrais: com concentração de sólidos variável, conforme o tipo de fruta;
- Sucos concentrados: com teor de sólidos solúveis entre 55 e 66 graus Brix.

O suco concentrado é uma opção para manter as propriedades da fruta, além de garantir um bom rendimento, com sabor. (ABIMAQ, 2009). A figura 3 apresenta um fluxograma do processo do suco de abacaxi integral e sua concentração

Figura 3: Fluxograma do processo do suco de abacaxi integral concentrado.



3.3.2 Regulamentação técnica

Para a produção de suco concentrado, o Empreendedor deve ter conhecimento:

- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

A título informativo, segue uma pequena Relação das Leis, Portarias e Resoluções da ANVISA, referente a suco concentrado, podendo ser aplicados nas diversas fases do processo produtivo e também no controle de qualidade

Resolução CNNPA nº 12 - 24/07/1978.

Ementa não oficial: Aprova NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro.

A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, em conformidade com o artigo nº. 64, do Decreto-lei nº. 986, de 21 de outubro de 1969 e de acordo com o que foi estabelecido na 410ª. Sessão Plenária, realizada em 30/03/78, resolve aprovar as seguintes NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. À medida que a CNNPA for fixando os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas) constantes desta Resolução, estas prevalecerão sobre as NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS ora adotadas.

Além disso, no Decreto nº 2314 – 04/09/1997 rege as normas gerais sobre registro, padronização, classificação e, ainda, inspeção e fiscalização da produção e do comércio de bebidas. Caracterizando o Rotulo do Suco Concentrado onde diz que:

Art 22. Deve ser mencionado no rótulo do suco concentrado o percentual de sua concentração e, no rótulo do suco que for adicionado de açúcares, a expressão "suco adoçado", observadas as disposições contidas nos padrões de identidade e qualidade a serem estabelecidos para cada tipo de suco.

E por ultimo nos padrões de identidade e qualidade de bebidas, na seção de bebidas não alcoólicas e das dietéticas, decreta que no Art. 40:

II - o suco que for parcialmente desidratado deverá ser denominado de "suco concentrado".

V - os sucos concentrado e desidratado adoçados, quando reconstituídos, deverão conservar os teores de sólidos solúveis originais do suco integral, ou o teor de sólidos solúveis mínimo estabelecido nos respectivos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco, excetuado o percentual de açúcares adicionados.

4º Suco reconstituído é o suco obtido pela diluição de suco concentrado ou desidratado, até a concentração original do suco integral ou ao teor de sólidos solúveis mínimo estabelecido nos respectivos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco integral, sendo obrigatório constar de sua rotulagem a origem do suco utilizado para sua elaboração, se concentrado ou desidratado, sendo opcional o uso da expressão "reconstituído".

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Instrução Normativa nº 64 – 11/09/2003.

Trata das diretrizes gerais do PNSQV – Plano Nacional e Segurança e Qualidade dos Produtos de Origem Vegetal.

3.4 Processos de evaporação

A evaporação dentro da indústria de alimentos também está fortemente relacionada com a qualidade do alimento. O uso de altas temperaturas num alimento pode trazer conseqüências como: perda de aromas, escurecimento do alimento devido a reações de Maillard, gelatinização de amidos, desnaturação de proteínas, e degradação de nutrientes como vitaminas (Fellows, 1988; Toribio e Lozano, 1986).

Os processos de evaporação são caracterizados por uma variedade muito grande de tipos de equipamentos e geometrias particulares. Todos os tipos deste equipamento apresentam uma superfície de aquecimento para a transferência de calor a partir de um meio de aquecimento e um meio de separação entre a água evaporada e o líquido residual. Diversas bibliografias (McCabe, et ali., 1985; Mehra, 1986) apresentam os principais tipos de equipamentos de evaporação. Tem-se os evaporadores solares, Tachos em

bateladas, Evaporadores com circulação natural, Evaporadores de circulação forçada, Evaporadores de filme descendentes, evaporadores de filme agitado, Evaporadores de placas.

3.4.1 Descrição e Equipamentos

O processo de produção envolve as seguintes fases:

- Lavagem: consiste na higienização das frutas já devidamente selecionadas.

- Preparo: consiste na remoção dos miolos de cada fruta através da 'ginaca'.

- Corte: consiste no corte e fatiamento dos cilindros das frutas, através de cortadores.

- Primeiro estágio de compressão: consiste na extração inicial do suco, através de pressionamento em parafuso, a partir das porções sólidas das frutas.

- Extração: consiste na extração intermediária do suco, através de desintegradores ou extratores do tipo "Schwarz", que separam uma porção do líquido que segue para o tanque de suco, e outra porção que segue para uma bomba que alimenta o segundo estágio de compressão.

- Segundo estágio de compressão: consiste na extração final do suco, através de extratores de pressão em parafuso.

- Filtragem: consiste na filtragem do suco através de coamento, para eliminar os resíduos indesejados gerados nas fases anteriores.

- Mistura: consiste na mistura dos sucos originados das partes líquidas e das partes sólidas das frutas, através de bombas e tanques.

- Cozimento: consiste no aquecimento do suco numa temperatura de aproximadamente 60 °C.

- Acabamento: consiste na centrifugação do suco aquecido para remover o excesso de fibra e outros materiais que possam ter sido gerados durante as fases anteriores. Depois, o suco segue para um outro misturador de maior capacidade.

- Refino: consiste na remoção da polpa de algumas frutas, como a manga e o abacaxi, que apresentam material fibroso e sólidos (pectina e

celulose), que podem prejudicar a qualidade do produto final. Nessa fase, utilizam-se centrífugas, filtros, ou mesmo despulpadeiras com peneiras de malha bem fina.

- Desaeração: consiste na eliminação do ar, que é incorporado ao produto durante as fases de extração e refino, provocando alterações na cor, aroma e sabor. Nessa fase, utilizam-se desaeradores do tipo centrífugo ou do tipo instantâneo, que é colocado em linha com o pasteurizador, de forma que o suco só atinja a temperatura de pasteurização após a eliminação do oxigênio.

- Enchimento a quente: consiste no envase do produto, logo após a pasteurização.

- Conservação por processo químico: consiste na adição de conservantes químicos e afins, após o resfriamento do suco pasteurizado até a temperatura ambiente. Os conservantes mais comuns são o ácido ascórbico, o ácido benzóico ou seus derivados de sais de sódio e potássio.

- Acondicionamento asséptico: consiste numa combinação de processos de esterilização, sob alta temperatura, durante um curto período de tempo e processos de acondicionamento asséptico. Nesta fase, o produto é rapidamente esterilizado e resfriado antes de ser embalado sob assepsia, através do bombeamento sucessivo para trocadores de calor dos tipos tubular ou de superfície raspada.

- Envase: as embalagens mais utilizadas são as garrafas de vidro, garrafas PET e embalagens cartonadas, cujos rótulos devem conter as seguintes informações - fruta de origem, tipo de suco, data de fabricação, data de validade, nome e endereço do fabricante, CNPJ e inscrição estadual.

- Armazenamento: Após a pasteurização, o suco deve ser armazenado sob refrigeração. Caso sejam adicionados os conservantes ou acidulantes, ou se ele foi esterilizado assepticamente, o produto pode ficar em temperatura ambiente. (ABIMAQ, 2009). A Figura 4 ilustra um evaporar de escala industrial.

Figura 4: Evaporador a nível industrial



3.4.2 Modelos matemáticos

No caso deste projeto, a evaporação permite a concentração do fluido, para este caso é utilizado uma reação irreversível, pois haverá degradação da Ácido ascórbico, então por considerarmos um único elemento, será descrito de forma mais simplificada.

$$r = k.C^n \quad (1)$$

Sendo:

r = taxa de reação ($\text{ML}^{-3} \text{min}^{-1}$);

k = constante de reação (min^{-1});

n = ordem da reação (- adimensional);

C = concentração do reagente (gL^{-3}).

O termo 'n' define a ordem da reação.

- Se $n=0$ reação de ordem zero
- Se $n=1$ reação de primeira ordem
- Se $n=2$ reação de segunda ordem
- Se $n=k$ reação de k-ésima ordem

Em vários estudos as ordens de reação mais frequentes são as de ordem zero e primeira ordem, especialmente as de primeira ordem. Como r = taxa de reação, podemos escrever:

$$R = k.C^n \rightarrow \frac{dC}{dt} = \pm k.C^n \quad (2)$$

(o sinal dependerá se a reação for de formação ou desaparecimento)

Integrando, tem-se:

$$\int_{C_n}^C \frac{dC}{C^n} = \pm k \cdot \int_{t=0}^t dt$$

$$(C - C_0)^{-n+1} = \pm k.t.(1-n) \rightarrow \frac{1}{C^{n-1}} = \frac{1}{C_0^{n-1}} \pm (1-n).k.t \quad (3)$$

$$C = C_0 \cdot \frac{1}{\left[1 \pm k.t.C_0^{n-1}(1-n)\right]^{\frac{1}{n-1}}} \quad (4)$$

$$n = \begin{cases} = 0 \rightarrow C = C_0 \pm k.t \\ = 1 \rightarrow \text{caso particular} \\ = 2 \rightarrow C = C_0 \left(\frac{1}{1 \pm k.t.C_0} \right) \end{cases}$$

$$n = 1 \rightarrow \int_{C_0}^C \frac{dC}{C^1} = \pm k \cdot \int_{t=0}^t dt \rightarrow \ln C_0 = \pm k.t \rightarrow \ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = \pm k.t \quad (5)$$

$$C = C_0 \cdot e^{\pm k.t} \quad (6)$$

Cinética de degradação

As reações de ordem zero são aquelas que a reação independe da concentração do reagente. Considerando o processo de evaporação, a concentração de Ácido ascórbico é mudada numa taxa constante no tempo, ou seja, a concentração decai linearmente. A equação que descreve tal fenômeno é:

$$C = C_0 - k.t \rightarrow \text{Cinética de degradação de ordem zero}$$

A equação de 1ª ordem se dá através da redução de Ácido ascórbico, em relação a microrganismos e o aumento do teor de oxigênio. As reações de primeira ordem ($n = 1$) são aquelas nas quais a taxa de mudança da concentração da substância é proporcional à primeira potência da concentração. A concentração diminui exponencialmente, conforme a equação:

$$C = C_0 \cdot e^{-k.t} \rightarrow \text{Cinética de degradação de 1ª ordem}$$

Nas reações de segunda ordem pequenas mudanças na concentração da substância podem afetar consideravelmente a taxa de reação. Equação de da redução:

$$C = C_0 \cdot \frac{1}{1 \pm k \cdot C_0 \cdot t} \rightarrow \text{Cinética de degradação de 2ª ordem}$$

Figura 5: Cinéticas de ordem zero, 1ª ordem e 2ª ordem

Fonte: adaptado de remas.ufsc.br (2005)



A tabela 3 apresenta modelos matemáticos para a Cinética de degradação que são aplicadas para as distintas ordens de uma dada reação.

Tabela 3: Reações obtidas através da Cinética da Degradação

| MODELOS MATEMÁTICOS | | |
|---------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Ordem | Forma Diferencial | Forma integral |
| Ordem 0 | $\frac{dC}{dt} = -kC^0$ | $C = C_0 - kt$ |
| 1ª Ordem | $\frac{dC}{dt} = -kC^1$ | $C = C_0 e^{-kt}$ |
| 2ª Ordem | $\frac{dC}{dt} = -kC^2$ | $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + kt$ |

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1.1 Obtenção do suco de abacaxi com hortelã:

Os frutos de abacaxi da variedade Pérola foram adquiridos no mercado da cidade de Pombal– PB. Foi retirado o suco abacaxi através de um processador, onde este foi pesado e medido para 80% do peso de suco de abacaxi, 20% será da hortelã, obteve-se através da retirada da casca do fruto do abacaxi, então extraído o suco através de um processador de alimentos, em seguida foi verificado o volume do suco e calculado a proporção de 20%, logo, a hortelã e o suco foram processados juntos.

Após a mistura, o material foi armazenado em refrigerador, para futura análise.

4.1.2 Obtenção do suco concentrado de abacaxi com hortelã:

A partir do suco do fruto obtido anteriormente, utilizou-se um evaporador de tacho aberto, onde o processo evaporativo ocorreu através da utilização de um erlenmeyer sobre um banho-maria, por um tempo necessário para obter a concentração em grau brix desejada, ou seja, de 55 a 66°Brix , sob temperatura entre 70, 80 e 90°C. A figura 6 apresenta o evaporador utilizado.

Figura 6: Modelo de banho-maria utilizado.



4.1.3 Análise de ácido ascórbico

Nesse experimento foi utilizada uma titulação de oxi-redução para se determinar a quantidade de Ácido ascórbico (ácido ascórbico), através do método Iodimetria, onde esse utiliza-se de uma solução de amido a 2% e uma solução de iodo a 50%.

Foi feito uma curva padrão para uma solução de Ácido ascórbico de concentração conhecida, ou seja, obtendo uma concentração de 1g/L. Então foi feito a redução para 500, 250, 100, 50 mg/L. Logo, foi retirado 10 mL dessas soluções e adicionados 10 mL da solução de amido, e então titulado com a solução de iodo e foi anotado o volume de iodo gasto para cada concentração. Então obtendo os valores da curva padrão, foi feito o mesmo processo para o suco concentrado de Abacaxi com hortelã, então comparamos os resultados para obter a quantidade de Ácido ascórbico presente nas amostras.

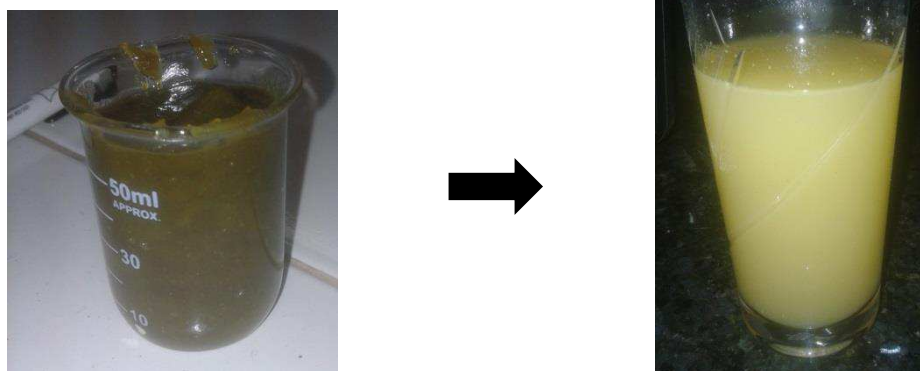
4.1.4 Análise Sensorial

A avaliação sensorial dos alimentos é função primária do ser humano, que desde a infância, de forma inconsciente ou consciente, aceita ou rejeita alimentos e possuem preferências.

As características sensoriais foram avaliadas em relação ao aroma, doçura e aparência através da aplicação do teste Comparação pareada, utilizada com o objetivo de determinar o quanto às amostras diferem entre si e qual delas apresenta maior intensidade dos atributos sensoriais em questão.

Todo o processamento e as análises foram realizados nos Laboratórios do Campus do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande campus Pombal.

Figura 7: Suco Concentrado em estágio final e sua diluição



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da metodologia aplicada, utilizou-se a temperatura (70°C), onde esta nos permitiu uma melhor observação da cinética da degradação, não havendo tantas variações já que a temperatura é inferior as outras, os resultados de Ácido ascórbico obtidos encontram-se descritas na tabela 4:

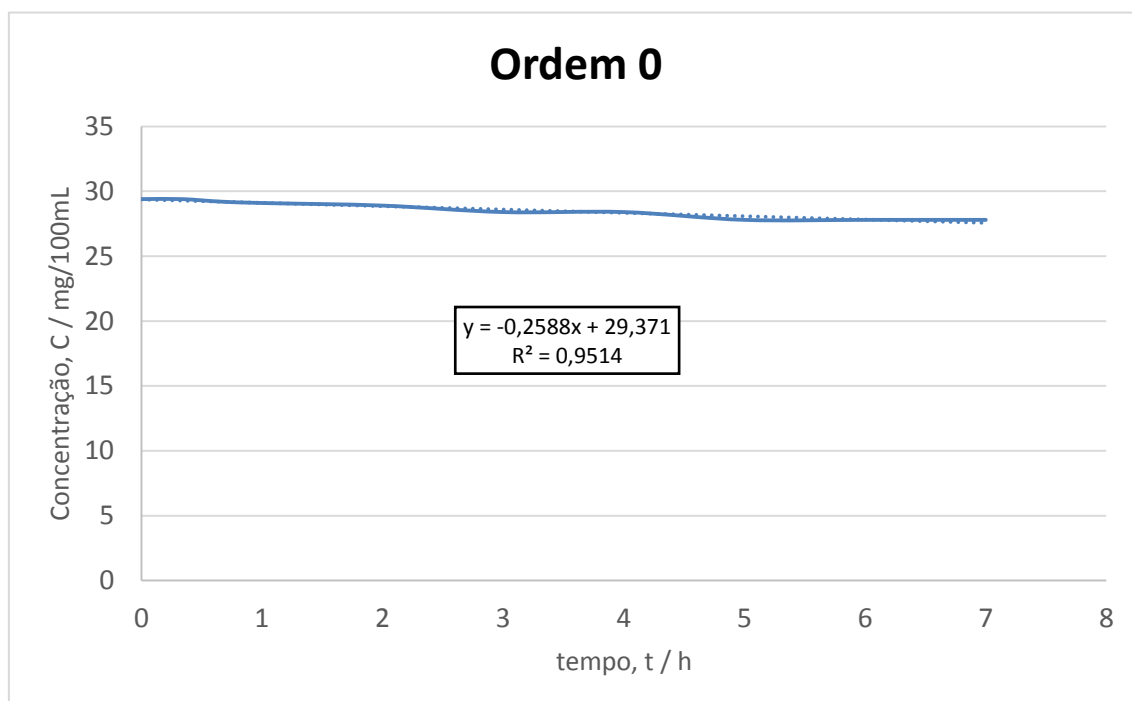
Tabela 4: Valores obtidos de Ácido ascórbico durante o processo de 7 horas.

| Tempo (min) | Tempo (h) | Teor de Ácido ascórbico (mg/ 100 mL) |
|--------------------|------------------|---|
| 0 | 0 | 29,4 |
| 20 | 0,33 | 29,4 |
| 40 | 0,67 | 29,2 |
| 60 | 1 | 29,1 |
| 120 | 2 | 28,9 |
| 180 | 3 | 28,4 |
| 240 | 4 | 28,4 |
| 300 | 5 | 27,8 |
| 360 | 6 | 27,8 |
| 420 | 7 | 27,8 |

Observamos que a tempo de evaporação não foi tão alterado, permitindo avaliarmos que para a temperatura de 80°C, houve erro de manipulação, causada por quedas de energia, ou por uma insuficiência de água no banho-maria. Logo, avaliamos os valores obtidos a 70°C, como o mais coerente e padrão, tendo uma redução de Ácido ascórbico de cerca de 5% e o gráfico de reação de ordem zero está apresentado na Figura 8.

Como pode ser observado o gráfico apresentou-se de forma retilínea e praticamente linear, obtendo assim, uma graduação quase perfeita para a cinética da degradação, onde, para a temperatura de 70°C, o resultado se mostrou satisfatório ao propósito da reação. Permitindo que o processo de evaporação nos mostre que a concentração de Ácido ascórbico é realmente alterada mudança de temperatura.

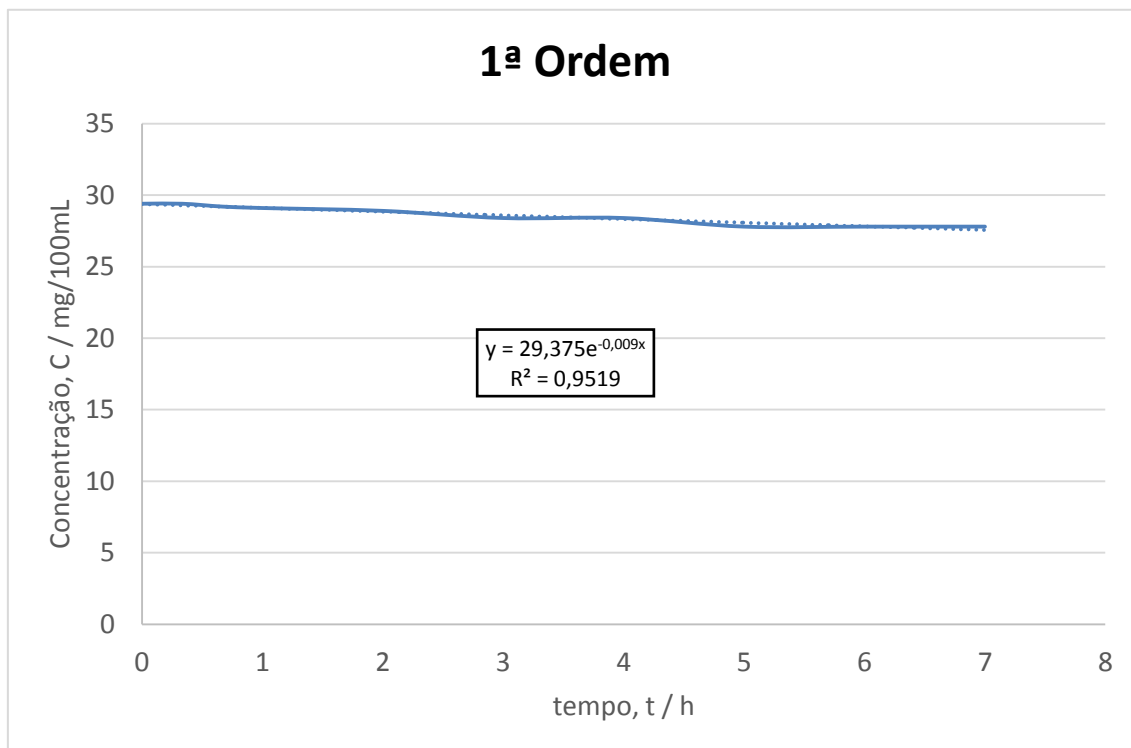
Figura 8: Curva da cinética da degradação de ordem zero, temperatura de 70°C.



A curva de degradação para a reação de 1ª ordem, na Figura 8, apresentou-se de forma igualmente satisfatória, pois acompanhou praticamente a linha de tendência exponencial, provando que a taxa de mudança da

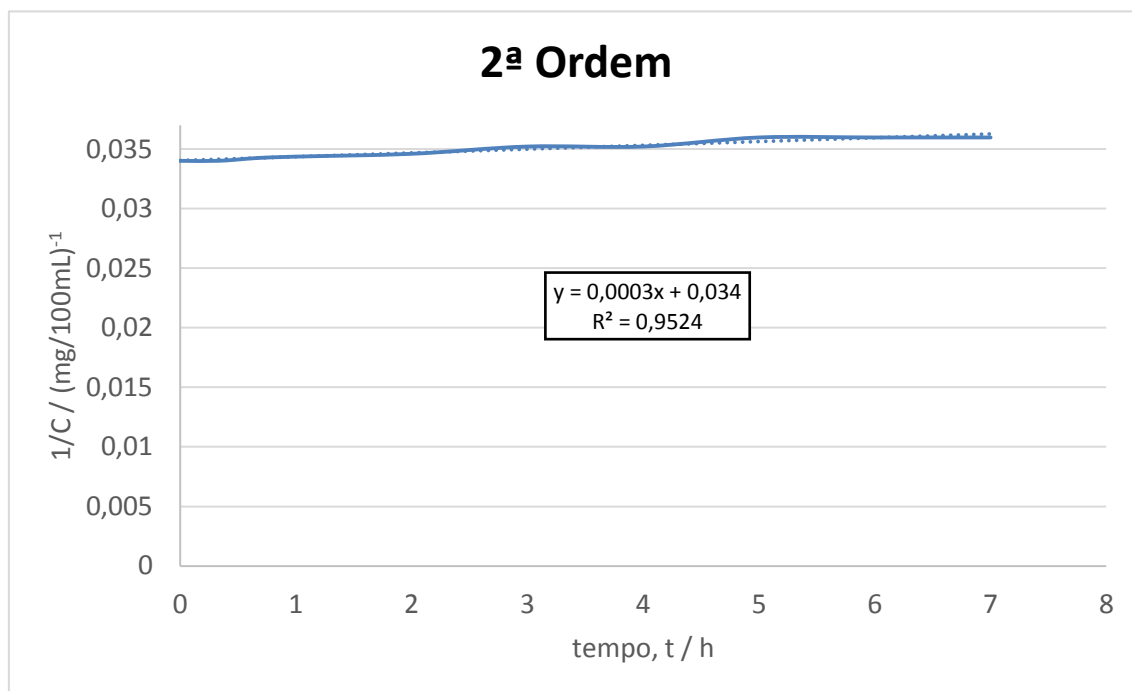
concentração da substância é proporcional à primeira potência da concentração. A concentração neste caso iniciou-se em 29,4 e finalizou em 27,8, logo obteve uma redução de 1% na sua concentração.

Figura 9: Curva da cinética da degradação de primeira ordem, temperatura de 70°C.



De acordo com a curva da cinética de degradação de segunda ordem, mostrado na Figura 10, a curva também praticamente acompanhou a linha de tendência, onde as pequenas mudanças na concentração afetam de forma positiva a reação, assim o valor da concentração iniciou em 29,4 e finalizaram em 28,6.

Figura 10: Curva da cinética da degradação de segunda ordem, temperatura de 70°C.



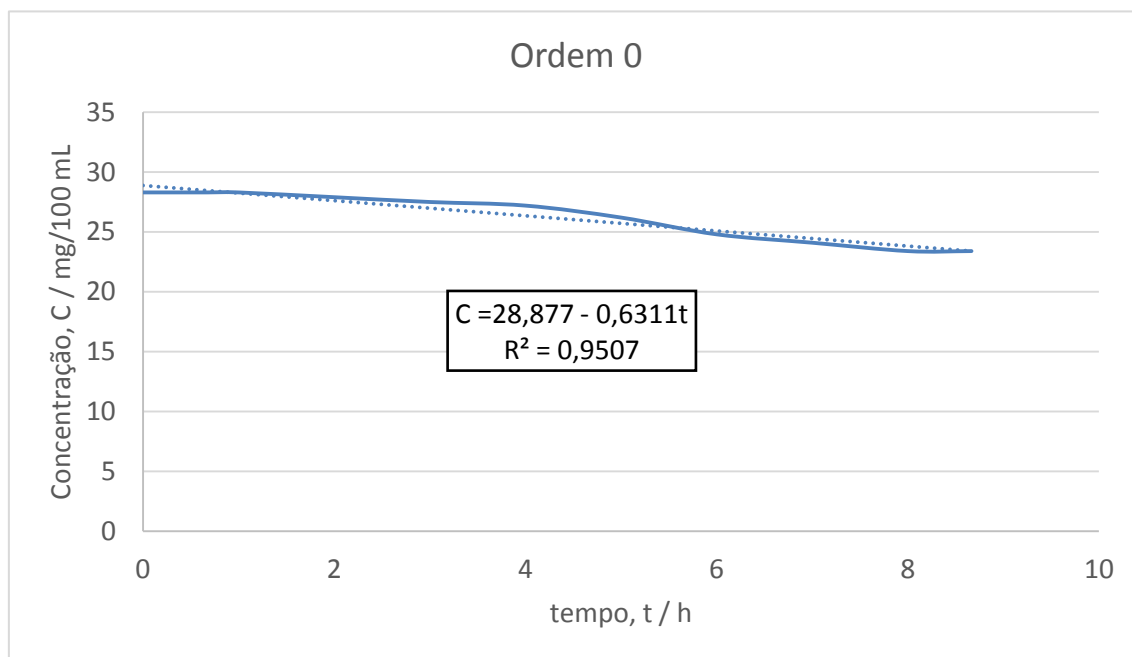
Obteve-se os seguintes resultados da Tabela 5 para a temperatura de 80°C em relação as análises de teor de ácido ascórbico do suco de abacaxi com hortelã.

Tabela 5: Valores obtidos de Ácido ascórbico durante o processo de 8,6 horas.

| Tempo (min) | Tempo (h) | Teor de Ácido ascórbico (mg/100 mL) |
|-------------|-----------|-------------------------------------|
| 0 | 0 | 28,3 |
| 20 | 0,33 | 28,3 |
| 40 | 0,67 | 28,3 |
| 60 | 1 | 28,3 |
| 120 | 2 | 27,9 |
| 180 | 3 | 27,5 |
| 240 | 4 | 27,2 |
| 300 | 5 | 26,2 |
| 360 | 6 | 24,8 |
| 420 | 7 | 24,1 |
| 480 | 8 | 23,4 |
| 520 | 8,67 | 23,4 |

Para a ordem zero, e um gráfico que o representa na Figura 11.

Figura 11: Curva da cinética da degradação de ordem zero, temperatura de 80°C.

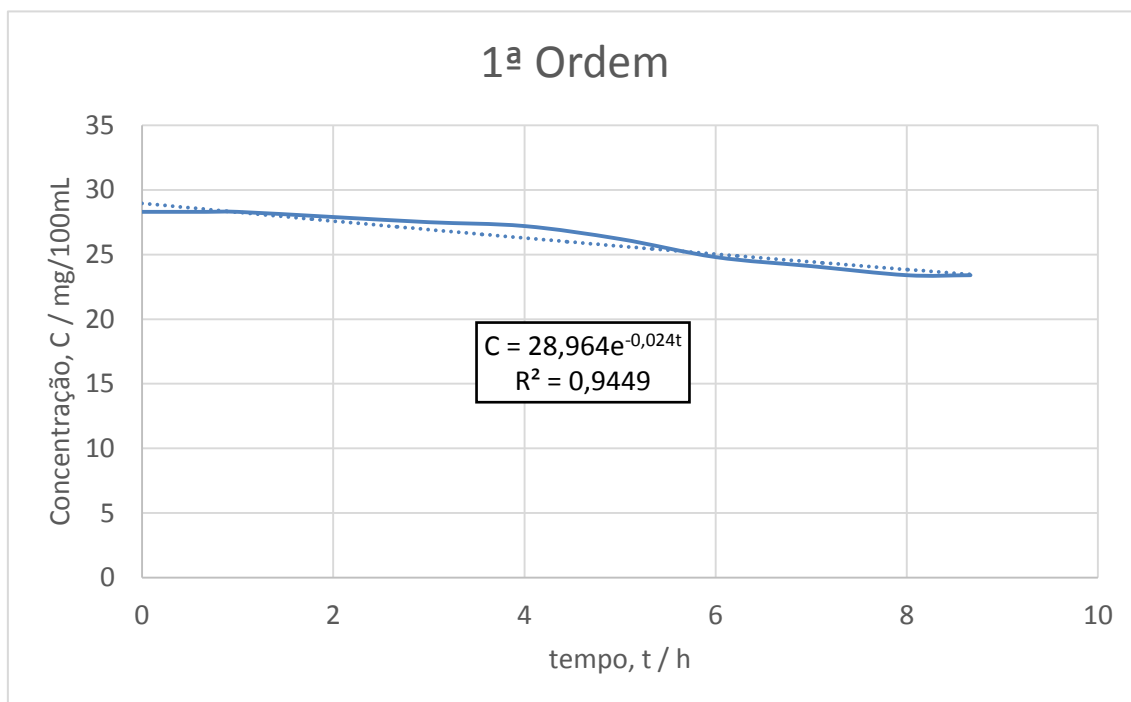


Observou-se que a medida que o tempo passa, o valor do teor de Ácido ascórbico, vai diminuindo, exatamente como o esperado, pois a Ácido ascórbico é composto volátil a temperaturas elevadas e ainda é susceptível a reação de Maillard, de forma a ocorrer o escurecimento enzimático.

Para a formulação de ordem zero obteve-se um gráfico quase que retilíneo, ou seja, deveria decair linearmente, mas, mesmo não estando linear, o valor se aproximou significativamente do desejado, chegando a atingir 0,9507 para o valor do seu R^2 .

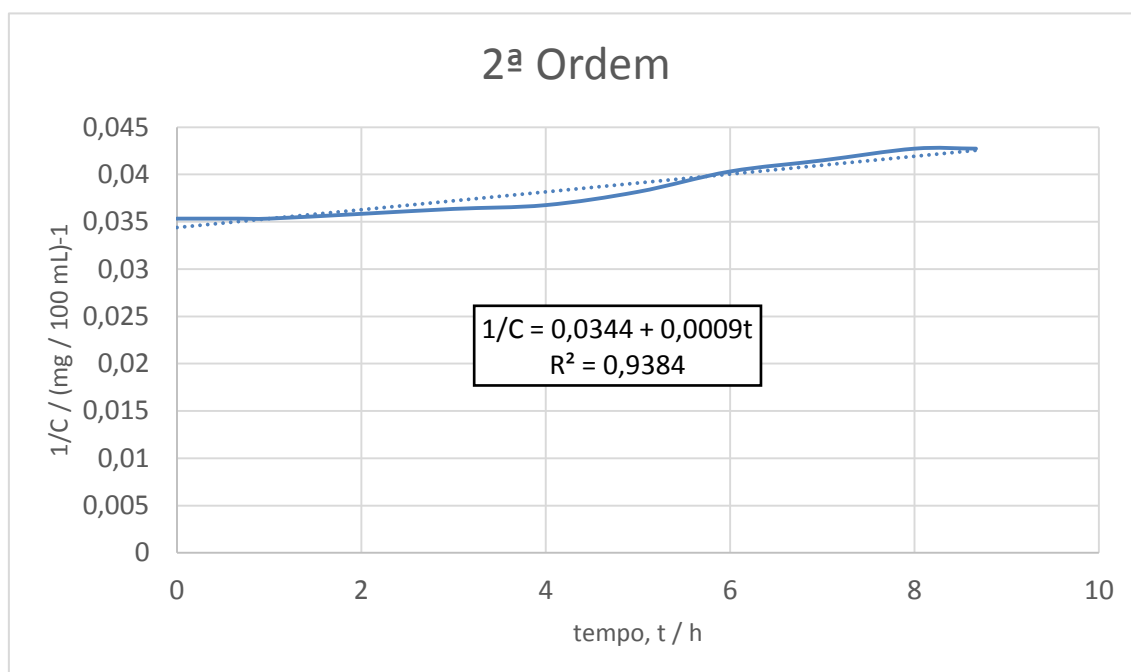
A curvada de cinética da degradação de primeira ordem há uma temperatura de 80°C está representada pela Figura 12, observa-se que a concentração diminui de forma exponencial.

Figura 12: Curva da cinética da degradação de primeira ordem, temperatura de 80°C.



E para a segunda ordem, representado pela curva cinética da Figura 13. Temos a alteração na formulação onde pequenas mudanças na concentração da substância podem afetar consideravelmente a taxa de reação, obteve-se uma curva com um declínio ainda maior como o esperado, iniciando a uma concentração de 28,5 e finalizando em 23,8.

Figura 13: Curva da cinética da degradação de segunda ordem, temperatura de 80°C.



A Tabela 6 apresenta o teor de ácido ascórbico após o processo de evaporação, realizado para a temperatura de 90°C.

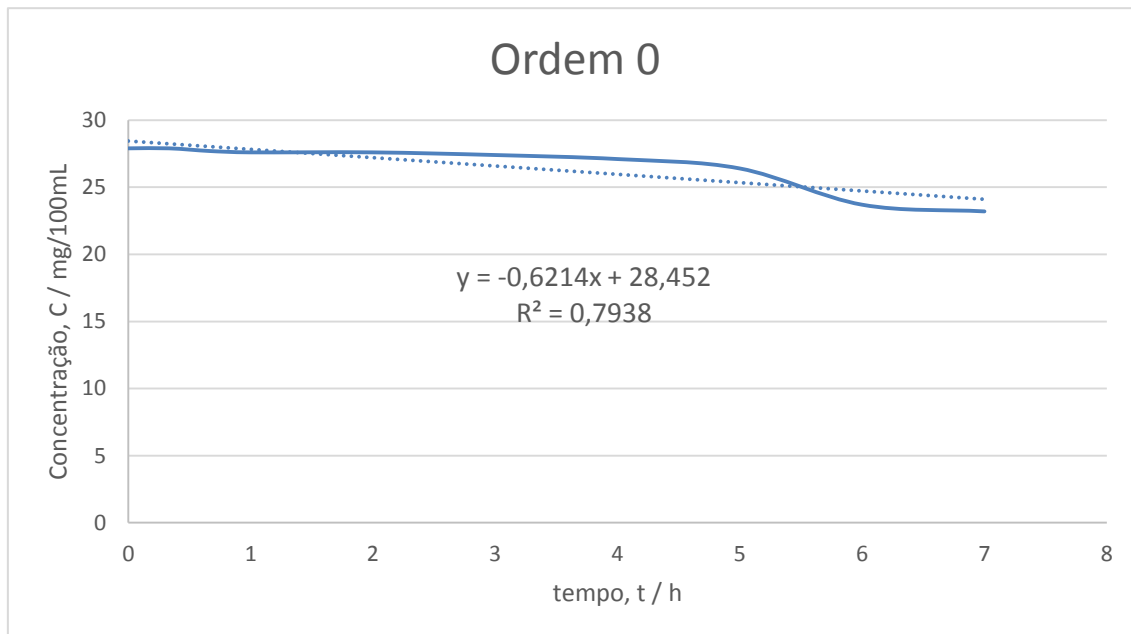
Tabela 6: Valores obtidos de Ácido ascórbico durante o processo em 7 horas.

| Tempo (min) | Tempo (h) | Teor de Ácido ascórbico (mg/100 mL) |
|-------------|-----------|-------------------------------------|
| 0 | 0 | 27,9 |
| 20 | 0,33 | 27,9 |
| 40 | 0,67 | 27,7 |
| 60 | 1 | 27,6 |
| 120 | 2 | 27,6 |
| 180 | 3 | 27,4 |
| 240 | 4 | 27,1 |
| 300 | 5 | 26,4 |
| 360 | 6 | 23,7 |
| 420 | 7 | 23,2 |

Para as análises com uma temperatura de 90°C, obtivemos um tempo significativamente inferior, mais houve uma redução ainda maior para os valores de Ácido ascórbico, a perda foi de cerca de 16%. Exatamente pela volatilidade do Ácido ascórbico e sua degradação pelo calor.

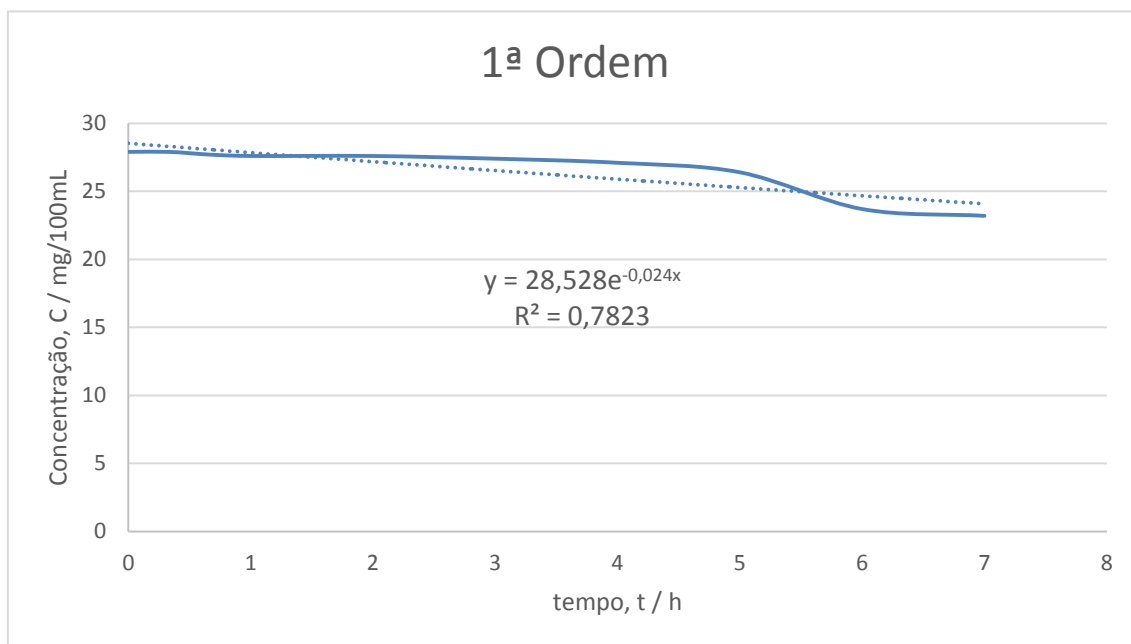
Ao comparar a curva da cinética da degradação de ordem zero para uma temperatura de 90°C na Figura 14 com o resultado para a temperatura de 80°C na Figura 11, houve um declive muito superior causando uma curva não retilínea, descumprindo assim, a lei da cinética da degradação, pois para ordem zero, se faz necessário que a concentração decaia linearmente.

Figura 14: Curva da cinética da degradação de ordem zero, temperatura de 90°C.



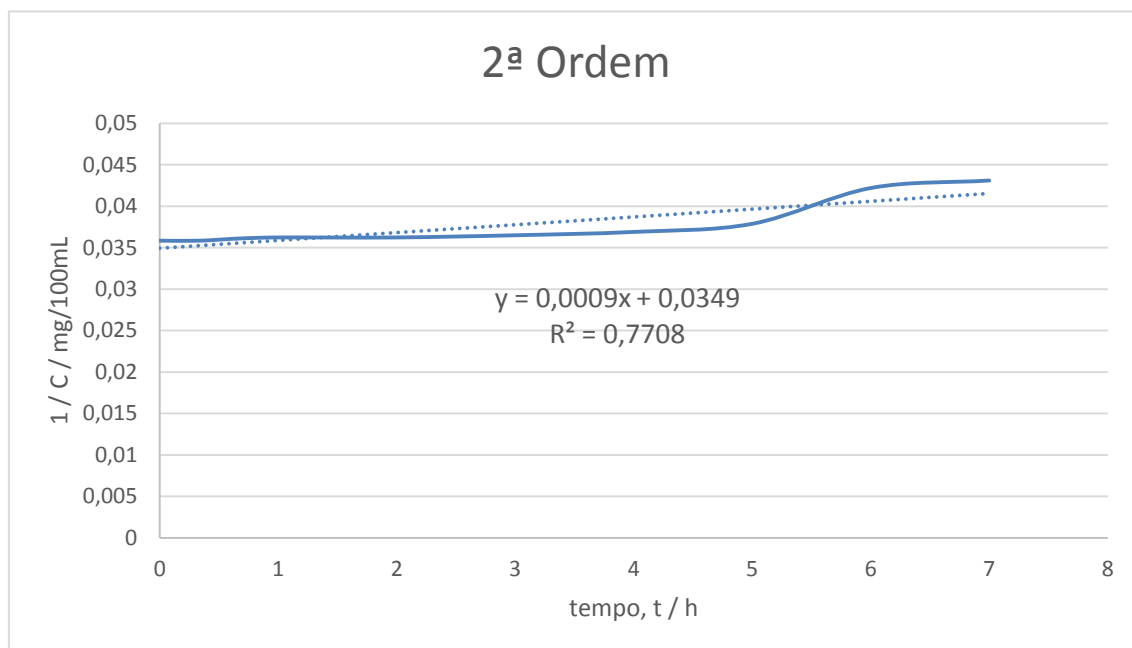
Para a curva cinética de primeira ordem, na Figura 15, se faz preciso uma curva exponencial, entretanto, ocorreu uma constância até as cinco horas de procedimento e em seguida um declínio significativo, a partir daí. Sua concentração iniciou em 27,9 e finalizando em 23,2. Totalizado uma perda na concentração de cerca de 5%.

Figura 15: Curva da cinética da degradação de primeira ordem, temperatura de 90°C.



Já para a curva cinética de segunda ordem a curva também será exponencial, entretanto, pequenas mudanças na concentração afetam a reação, logo, o gráfico se apresentou positivamente, já que a concentração obteve valores de aclave, ou seja, os valores iniciaram em 28,5 e finalizaram em 23,2.

Figura 16: Curva da cinética da degradação de segunda ordem, temperatura de 90°C.



Para as análise de ácido ascórbico pode-se afirmar que o teor de vitamina C apresentado inicialmente para todas as temperaturas, está dentro dos padrões, de acordo Lima (2006), os teores de vitamina C encontrados em abacaxis embalados a vácuo foram de 27,8 mg e para abacaxis processados em bandejas foram de 23,9 mg. Entretanto Segundo Bortolatto o teor de vitamina C encontrado em abacaxis *in natura* é de $28,10 \pm 0,127$ mg.

Apesar do ajuste dos dados aos modelos matemáticos não ter sido de acordo, já que o valor de R² é distante de 1, foi possível prever o quanto o processo diminui a concentração de vitamina C. E uma das causas de o ajuste não ter sido satisfatório é que industrialmente, o processo é feito sem o contato do suco com o ar e evaporador trabalha em condições que o tempo de produção é menor porque a área de troca térmica é bem maior.

A tabela 7 apresenta os resultados de R² em relação as temperaturas avaliadas.

Tabela 7: Valores de R²

| | 70°C | 80°C | 90°C |
|-----------------|--------|--------|--------|
| Ordem 0 | 0,9514 | 0,9507 | 0,7938 |
| 1ª Ordem | 0,9519 | 0,9449 | 0,7823 |
| 2ª Ordem | 0,9524 | 0,9384 | 0,7708 |

Para as análises sensoriais, através de 100 provadores, foram testadas amostras referentes a três tipos de sucos: o suco obtido através da reconstituição do suco concentrado (SC), o suco da fruta *in natura* (S) e o suco preparado a partir da polpa industrializada (P). Obtiveram-se os seguintes resultados referentes ao sabor, doçura e aparência. A Tabela 8 apresenta os resultados da análise sensorial para 100 provadores.

Tabela 8: Valores da análise sensorial aplicada.

| Análise Sensorial | | | |
|--------------------------|-------|--------|-----------|
| Descrição | Aroma | Doçura | Aparência |
| SC | 54 | 76 | 16 |
| S | 34 | 16 | 36 |
| P | 12 | 8 | 48 |

Com relação aos dados apurados, pode-se dizer que sensorialmente o concentrado de Abacaxi com hortelã teve uma aceitação superior em relação ao aroma e à doçura, entretanto devido à concentração de hortelã adicionada e pelo escurecimento enzimático, a aparência do concentrado se tornou desagradável, em relação ao de polpa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, pode-se concluir que o suco concentrado de abacaxi com hortelã é um produto inovador e que atende as necessidades que os consumidores tanto almejam, pois permite uma facilidade no preparo e se conserva por mais tempo.

A obtenção do produto final é realizada através da operação unitária de evaporação, que reduz a quantidade de água até atingir os 55°Brix, padrão dos sucos concentrados, sem a necessidade da adição de açúcar, entretanto por se tratar de um tratamento térmico, parte do Ácido ascórbico é perdida durante o processo.

Logo, constatou-se que a medida que a temperatura aumenta, o tempo de exposição e a quantidade de Ácido ascórbico diminuem. Utilizando as três temperaturas (70,80 e 90°C) conseguiu-se apurar que a temperatura que proporcionou atingir de forma mais adequada as curvas da cinética de degradação foi a de 70°C, onde a perda de Ácido ascórbico foi inferior, o tempo de exposição foi aceitável, e ainda apresentou a menor perda de concentração de Ácido ascórbico de cerca de 1%.

O produto final do concentrado de abacaxi com hortelã ainda obteve uma aceitação de mercado superior em relação aos produtos já existentes, onde nos quesitos aroma característico e doçura ele se mostrou favorável, entretanto a aparência do produto teve uma rejeição significativa. Assim para pesquisas posteriores sugere-se apresentar uma possibilidade de melhorar a aparência, para obtenção de uma aceitação ainda maior de mercado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAQ. SOLUÇÃO TÉCNICA SUCO CONCENTRADO. Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. On-line. Disponível em: <<http://www.datamaq.org.br/sebrae/Article.aspx?entityId=c87f4f46-1031-de11-a973-0003ffd062a1>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

BORTOLATTO, Juliana – AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO ABACAXI (*Ananas comosus* (L.) *merril*) LIOFILIZADO E IN NATURA – Acadêmia de Nutrição da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC.

COLÉGIO WEB. Hortelã – Benefícios, Propriedades e Recomendações. On-line. Disponível em: < <http://www.colegioweb.com.br/saude/hortela-beneficios-propriedades-recomendacoes.html#ixzz3O323zzKF>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

CQH – Centro de Qualidade em Horticultura. São Paulo: CEAGESP, 2006.

CRAPISTE, G. H. e LOZANO, J. E., Effect of concentration and pressure on the boiling point rise of apple juice and related sugar solutions, *Journal of food science*, Vol. 53, No. 3, p.865 a 895, 1988.

FELLOWS, P. J., Food processing technology -principies and practice, Ellis Horwood Limited, New York, 1988.

GIACOMELLI, E. J.; PY, C. Abacaxi no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1981. 101 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br.>>. Acesso em: 06 jan.2015.

LIMA, C.R. et al. Estudo da estabilidade do abacaxi pérola minimamente processado e embalado a vácuo, nas condições operacionais de uma empresa

supermercadista. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n 145, p. 85-91, out. 2006.

McCABE, W. L.; SMITH, J. C.; HARRIOTT, P., Unit Operations of Chemical Engineering, Singapore, McGraw-Hill Book Company, Fourth Edition, 1985.

MEDINA, Júlio César et al. Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1987. 285 p.

POLLEY, S. L., SNYDER, O. P., KOTNOUR, P., A compilation of thermal properties of foods, *Food technology*, November, p. 76 a 94, 1980.

SANTANA. A origem do abacaxi e a época de cultivo desta fruta tropical. On-line. Disponível em: <<http://www.agricolaepecuaria.com.br/2009/10/origem-do-abacaxi-e-epoca-de-cultivo.html>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

TORIBIO, J. L. e LOZANO, J. E., Heat induced browning of clarified apple juice at high temperatures, *Journal of food science*, Vol. 51, No. 1, p.172 a 175, 1986.

VAILLANT, F.; MILLAN, A.; DORNIER, M.; DECLoux, M.; REYNES, M.. Strategy for economical optimization of the clarification of pulpy fruit juices using crossflow microfiltration. *Journal of Food Engineering*, v.48, p.83-90, 2001.

ANEXOS

ANEXO A – FICHA PARA ANÁLISE SENSORIAL

Figura 17: Modelo da Ficha Técnica de resposta para Análise Sensorial

| | | | | | | | | |
|---|-------|--|----------------|-------|--|-------------------|-------|--|
| Nome: _____ | | | Data: __/__/__ | | | Ficha: _____ | | |
| Por favor, prove as amostras de suco de Abacaxi com hortelã e avalie quanto ao Aroma, Doçura e Aparência , seguindo a ordem de preferência. | | | | | | | | |
| Aroma: | | | Doçura: | | | Aparência: | | |
| Amostras | _____ | | Amostras | _____ | | Amostras | _____ | |
| | _____ | | | _____ | | | _____ | |
| | _____ | | | _____ | | | _____ | |
| Comentários: _____ | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | |
| _____ | | | | | | | | |
| Obrigada por sua colaboração! | | | | | | | | |