

**ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO DOCE EM
CALDA DO ALBEDO DE MARACUJÁ
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

BARBARA DIOGO DE OLIVEIRA

2009

BARBARA DIOGO DE OLIVEIRA

**ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO DOCE EM CALDA DO ALBEDO
DE MARACUJÁ DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Processamento de alimentos a altas e baixas temperaturas: parâmetros operacionais, propriedades térmicas, físicas e microestruturais para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora
Prof.^ª. Dr.^ª. Soraia Vilela Borges

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Oliveira, Bárbara Diogo de.

Alterações na qualidade do doce em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento / Bárbara Diogo de Oliveira. – Lavras : UFLA, 2009.

115 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Soraia Vilela Borges.

Bibliografia.

1. Aproveitamento de resíduos. 2. Parâmetros de qualidade. 3. Vida-de-prateleira. 4. Cinética de reações. 5. Maracujá-amarelo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.153

664.804425

BARBARA DIOGO DE OLIVEIRA

**ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO DOCE EM CALDA DO
ALBEDO DE MARACUJÁ DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, área de concentração em Processamento de alimentos a altas e baixas temperaturas: parâmetros operacionais, propriedades térmicas, físicas e microestruturais, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 31 de Julho de 2009.

Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro	UFLA
Prof ^ª . Dr ^ª . Ana Carla Marques Pinheiro	UFLA
Dr. Edimir Andrade Pereira	SENAI/RJ

Prof^ª. Dr^ª. Soraia Vilela Borges
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009

Dedico esta dissertação aos meus pais
Sandra e Adalberto, aos meus irmãos
Bruna e Pedro e ao meu namorado
Felipe.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pela força, amor e por não me deixar desistir nas horas de desespero.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela formação acadêmica e oportunidade.

A Capes pela bolsa de estudos e à FAPEMIG pela ajuda financeira.

À professora e orientadora Soraia, pela ajuda incondicional, ensinamento, apoio, amizade e confiança em mim nesse projeto.

Ao professor João de Deus pela ajuda e co-orientação neste trabalho e ao professor Fábio Corrêa, pela orientação na estatística.

À Christiane, minha estagiária, pela ajuda, amizade e apoio nas horas difíceis.

Aos funcionários do DCA, pelo convívio e paciência para ensinar e ajudar no projeto, especialmente Tina, Creuza, Sandra e Cidinha.

Aos amigos em especial Glêndara, Cynthia, Camila, Manu e Joyce muito obrigada pela ajuda incondicional, dicas e principalmente amizade, vocês foram especiais neste momento.

Às amigas que me “alojaram” sempre que precisei Dri, Cynthia, Fernanda e Cíntia.

Aos meus familiares, por terem paciência nos meus momentos mais estressantes e pela força e apoio durante todo esse tempo.

Ao meu namorado Felipe por me ajudar e apoiar nos piores e melhores momentos, por acreditar e torcer por mim.

Aos meus amigos de Belo Horizonte e de Ouro Preto por me alegrarem quando parecia nervosa.

Enfim, a todos que neste momento da minha vida estiveram presentes me ajudando, incentivando e apoiando para a concretização deste trabalho. A todos muito obrigada de coração!

SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1 Alterações na qualidade do doce em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento	01
1 Introdução Geral	02
2 Referencial Teórico.....	05
2.1 Maracujá	05
2.1.1 Características do maracujá amarelo	05
2.1.2 Casca do maracujá amarelo	07
2.1.3 Compostos fenólicos no maracujá	10
2.1.3.1 Processos para eliminação de glicídeos cianogênicos e de outros compostos cianogênicos das plantas.....	11
2.2 Doce em calda.....	12
2.2.1 Interferentes no processo de doce em calda de casca de frutas	16
2.2.2 Reações de degradação em alimentos.....	18
3 Referências Bibliográficas.....	25
CAPÍTULO 2: Caracterização centesimal e química do albedo e da polpa do maracujá-amarelo	34
1 Resumo	35
2 Abstract.....	36
3 Introdução	37
4 Materiais e Métodos.....	38
4.1 Matéria-prima	38
4.2 Obtenção do albedo e da polpa	38
4.3 Composição centesimal e química da polpa e do albedo do maracujá-amarelo.....	39

4.4 Planejamento experimental e análise dos resultados	39
5 Resultados e Discussão	40
6 Conclusão	45
7 Referências Bibliográficas	46
CAPÍTULO 3: Alterações físico-químicas e microbiológicas de doces em caldado albedo de maracujá durante o armazenamento	49
1 Resumo	50
2 Abstract	51
3 Introdução	52
4 Materiais e Métodos	53
4.1 Delineamento experimental	53
4.2 Processamento do doce em calda	53
4.3 Análises físico-químicas	55
4.4 Análises microbiológicas	56
4.5 Análise Estatística	56
5 Resultados e Discussão	57
5.1 Análises físico-químicas	57
5.2 Análises Microbiológicas	63
6 Conclusão	65
7 Referências Bibliográficas	66
CAPÍTULO 4: Alterações da textura e da cor em doces em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento	70
1 Resumo	71
2 Abstract	72
3 Introdução	73
4 Materiais e Métodos	75
4.1 Delineamento experimental	75
4.2 Processamento do doce em calda do albedo de maracujá	75

4.3 Análises Físicas.....	75
4.3.1 Análise de textura	75
4.3.2 Análise de cor	75
4.4 Análise Estatística.....	76
5 Resultados e Discussão.....	77
6 Conclusão	83
7 Referências Bibliográficas.....	84
CAPÍTULO 5: Alterações sensoriais do doce em calda de albedo de maracujá durante o armazenamento	88
1 Resumo	89
2 Abstract.....	90
3 Introdução	91
4 Meteriais e Métodos.....	93
4.1 Delineamento experimental	93
4.2 Processamento dos doces em calda.....	93
4.3 Análise Sensorial	93
4.4 Análise Estatística.....	94
5 Resultados e Discussão.....	96
6 Conclusão	100
7 Referências Bibliográficas.....	101
CAPÍTULO 6: Determinação dos parâmetros cinéticos de degradação do doce em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento	103
1 Resumo	104
2 Abstract.....	105
3 Introdução	106
4 Materiais e Métodos.....	108
4.1 Processamento do doce em calda do albedo de maracujá.....	108
4.2 Determinação dos Parâmetros Cinéticos	108

5 Resultados e Discussão.....	110
6 Conclusão	113
7 Referências Bibliográficas.....	114

RESUMO

OLIVEIRA, Barbara Diogo de. **Alterações na qualidade do doce em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento**. 2009. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Este trabalho objetivou caracterizar o maracujá-amarelo procedente da região de Lavras (MG); aproveitar o albedo do maracujá considerado como resíduo, para produção de doce em calda; avaliar a influência do tempo e da temperatura de armazenamento no doce em calda nas propriedades físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais; e determinar através destas análises quais foram as que mais influenciaram na deterioração do doce em calda estimando assim os parâmetros cinéticos como ordem da reação, velocidade da reação (k), energia de ativação (E_a) e o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}). Os doces em calda foram armazenados nas temperaturas de 20, 30 e 40°C e avaliados durante 165 dias divididos em cinco tempos (0, 30, 75, 120 e 165 dias). As análises realizadas com o maracujá-amarelo de Lavras (MG) mostraram que o albedo da fruta apresentou, em geral, teores de nutrientes maiores do que os da polpa. Assim, o albedo do maracujá pode ser considerado uma fonte alternativa de nutrientes. Para as análises físicas e químicas o tempo de armazenamento demonstrou ser o fator mais influente da deterioração do doce em calda, com exceção da textura que diminuiu de acordo com o aumento do binômio tempo/temperatura. Para as análises microbiológicas a temperatura de armazenamento foi o fator que predominou na deterioração do doce em calda, onde já se observava no último tempo de armazenamento uma quantidade de fungos acima da permitida pela legislação à 20°C. Na determinação dos parâmetros cinéticos o parâmetro cor b da calda apresentou a variação mais expressiva, seguindo esta variação, uma reação de ordem zero. Os parâmetros cinéticos determinados desta reação foram: velocidades da reação para as três temperaturas de armazenamento iguais a $k_{20} = 0,0001 \text{ dias}^{-1}$, $k_{30} = 0,0002 \text{ dias}^{-1}$ e $k_{40} = 0,0002 \text{ dias}^{-1}$; energia de ativação necessária para degradação do doce igual a 6,35 kcal/mol e fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) igual a 1,4.

Palavras-chaves: maracujá-amarelo, aproveitamento de resíduos, parâmetros de qualidade.

*Comitê Orientador: Prof.^a. Dr.^a. Soraia Vilela Borges – UFLA (Orientadora); Prof. Dr. João de Deus Carneiro – UFLA

ABSTRACT

OLIVEIRA, Barbara Diogo de. **Changes in quality of the sweet syrup of albedo's fruit during storage**. 2009. 115p. Dissertation (Master in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

This study aimed to characterize the yellow passion fruit coming from the region of Lavras (MG); take the albedo of the fruit, considered as waste, for production of sweet in syrup; evaluate the influence of time and temperature of storage in the sweet syrup in their physical and chemical properties, microbiological and sensory, and determine through the analysis were the most influenced, by the deterioration of sweet syrup, thus estimating the kinetic parameters such as order of reaction, speed of reaction (k), the activation energy (Ea) and temperature acceleration factor (Q_{10}). The sweets in syrup were stored at temperatures of 20, 30 and 40°C and evaluated over 165 days divided into five periods (0, 30, 75, 120 and 165 days). The analysis carried out with the passion fruits of Lavras (MG) showed that the albedo of the fruit has, in general, levels of nutrients higher than the pulp. Thus, the albedo of the fruit can be considered an alternative source of nutrients. For the physical and chemical analysis the storage time has proved the most influential in the deterioration of sweet syrup, with the exception of texture that fell in line with the increase of binomial time / temperature. For microbiological tests the storage temperature was the predominant factor in the deterioration in the sweet syrup, which has witnessed the last time a quantity of storage fungi of the above permitted by law to 20 C. In determining the kinetic parameters of the parameter b color syrup showed the most significant changes, following this change, a reaction of zero order. The kinetic parameters τ meters were determined for this reaction: the reaction rates for the three storage temperatures equal to $K_{20} = 0,0001 \text{ days}^{-1}$, $K_{30} = 0,0002 \text{ dias}^{-1}$ and $k_{40} = 0,0002 \text{ dias}^{-1}$; the activation energy required for degradation of freshwater equal to 6,35 kcal / mol and the temperature acceleration factor (Q_{10}) of 1,4.

Key words: passion fruits, recovery of waste, the quality parameters

*Guidance Committee: Prof.^a. Dr.^a. Soraia Vilela Borges – UFLA (Adviser); Prof. Dr. João de Deus Carneiro – UFLA

CAPÍTULO 1

ALTERAÇÕES NA QUALIDADE DO DOCE EM CALDA DO ALBEDO DE MARACUJÁ DURANTE O ARMAZENAMENTO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil se destaca como um dos países latinos que mais se desperdiça alimentos. Isso se deve à desorganização e desestruturação do sistema de produção e engenharia do país, provocando perdas irreversíveis na economia e diminuindo assim a disponibilidade de recursos para a população (Borges, 1991).

A geração de resíduos se inicia na etapa de seleção das frutas, onde uma grande quantidade delas com qualidade para o consumo é descartada em virtude de não atenderem as especificações exigidas pelos padrões de qualidade. A maior parte desses resíduos se constitui basicamente de matéria orgânica, rica em fibras e açúcar, possuindo grande valor nutricional, podendo assim, ser utilizado na alimentação humana. Porém a maioria é transportada para locais que reaproveitam como ração animal ou que os desperdiçam jogando-os para recolhimento do sistema de limpeza pública, sendo destinados para aterros ou lixões (Jerônimo et al., 2002).

Uma alternativa que vem sendo utilizada desde o início da década de 1970 para minimizar o problema de desperdício de alimentos, consiste no aproveitamento (principalmente de cascas) como matéria-prima para a produção de alimentos como sorvetes, doces, xaropes e geléias (Mello, 2000).

As frutas e hortaliças possuem vários componentes benéficos à saúde humana, assim como seus resíduos. Dentre eles existem as fibras que agem no metabolismo do colesterol e de lipídeos, ajudam também na absorção de nutrientes como a glicose, além de ajudar no trânsito gastrointestinal (Madhuri & Devi, 2003).

No Brasil, a produção anual de maracujá é de aproximadamente 478.652 toneladas sendo utilizada nas indústrias basicamente a polpa, sendo a casca e as sementes descartadas, gerando um desperdício de 60 a 70% do peso total da

fruta. Este resíduo é de interesse econômico e tecnológico, uma vez que pode ser usado como matéria-prima na elaboração de outros produtos alimentícios com alto valor nutricional como farinha, geléias, xaropes e doces em calda, sendo a casca do maracujá constituída basicamente por pectina e fibras alimentares, consideradas coadjuvantes nutricionais (Bruckner & Picanço, 2001; Oliveira et al., 2002; Nascimento et al., 2003; Silva et al., 2004; Córdova et al., 2005).

Existem estudos em que a pectina foi extraída do albedo do maracujá tanto na forma natural como na forma triturada para elaboração de geléias, resultando em produtos de boa aceitação sensorial (Fernandes & Maia, 1985; Jordão & Bonnas, 1995).

Oliveira et al. (2002) desenvolveram um doce em calda a partir da casca do maracujá amarelo e avaliaram sua aceitabilidade por diferentes faixas etárias, além da determinação de sua composição centesimal.

Cardoso et al. (1999) também estudaram o uso do albedo de maracujá amarelo no processamento de um produto cristalizado, resultando em produtos de boa aceitação sensorial.

De acordo com Moura & Germer (2000), citados por Mori (2004), o estudo de vida-de-prateleira de produtos alimentícios consiste em submeter várias amostras a uma série de testes e examiná-las durante um período de tempo até o limite de aceitação.

Com base no modelo de Arrhenius, pode-se calcular os parâmetros cinéticos, energia de ativação (E_a) e o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}), os quais descrevem quão rapidamente uma reação irá ocorrer, se um produto for mantido a outra temperatura mais alta ou mais baixa. Se o valor de Q_{10} for conhecido, ele pode então ser usado na extrapolação da vida-de-prateleira para temperaturas inferiores, tais como aquelas encontradas durante a comercialização (Labuza, 1984).

Dentre os fatores ambientais que contribuem na perda da qualidade para a maioria dos alimentos, a exposição a temperaturas elevadas é a mais importante. Quanto maior a temperatura, maior é a perda da qualidade do alimento (Labuza, 1982, 1984).

Tendo em vista o montante da produção nacional, a industrialização de novos produtos pode tornar-se opção viável para o aproveitamento de resíduos, principalmente, na época de safra (Bruckner & Picanço, 2001; Freitas & Jerônimo, 2005; Matsuura, 2005).

Do ponto de vista de saúde pública, a população deve ter ao seu alcance alimentos de boa qualidade, dentro de padrões pré-estabelecidos, não só em valores nutritivos, como, também, quanto às condições higiênicas, que propiciem segurança para a saúde do consumidor (Correia & Roncada, 1997).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo analisar as alterações físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais do doce em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento em diferentes temperaturas, com vistas na determinação de parâmetros cinéticos importantes para a determinação da vida-de-prateleira deste produto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Maracujá

2.1.1 Características do maracujá amarelo

O Brasil é um grande produtor de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) se destacando como o primeiro produtor mundial, ultrapassando a produção de manga, goiaba e mamão papaia, gerando aproximadamente 478.652 toneladas do fruto por ano (Silva & Mercadante, 2002).

Cerca de 150 espécies de *Passiflora* são nativas do Brasil, das quais 60 produzem frutos que podem ser aproveitados direta ou indiretamente como alimento, sendo que do maracujá utilizado pelas indústrias, somente é aproveitado a polpa, sendo as cascas e sementes descartadas, gerando uma carga poluente que pode ser reaproveitada (Carvalho, 1968; Nehmi, 2000; Oliveira et al., 2002; Silva & Mercadante, 2002).

O maracujá amarelo tem frutos com formato arredondado, ovalado ou ovóide, com peso variando de 52,5g a 153,4g, diâmetro de 4,9cm a 7,8cm e comprimento de 5,4cm a 10,4cm. Possui aproximadamente um terço de seu peso em suco (polpa), sendo o restante flavedo (epicarpo), albedo (mesocarpo) e sementes, considerados como resíduo industrial (Figura 1).

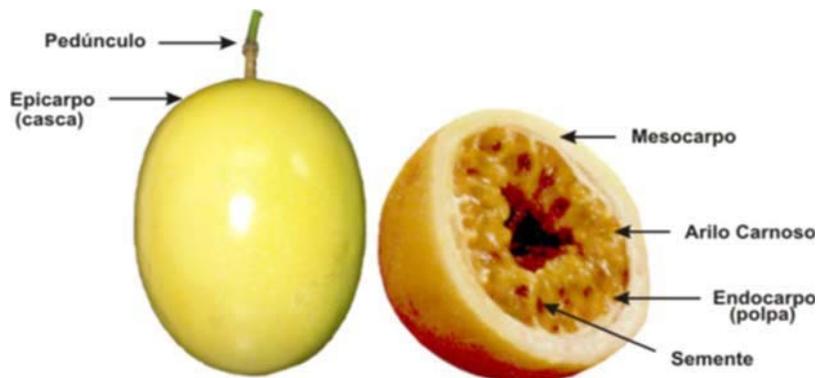


FIGURA 1 Partes constituintes do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*).

Fonte: Brasil (2008)

O fruto de maracujá amarelo apresenta albedo com espessura variando de 0,5cm a 4,0cm, contém de 200 a 300 sementes, resistência às doenças e adapta-se facilmente ao meio ambiente, produzindo fruto com maior tamanho e, conseqüentemente, maior rendimento de polpa para fabricação de sucos, além de elevada acidez que permite flexibilidade na adição de açúcar (Oliveira et al., 2002; Matsuura, 2005).

O fruto é rico em açúcares e é também considerada uma boa fonte de ácido ascórbico, além do alto teor de carotenóides e propriedades sedativas e terapêuticas, em função dos princípios ativos contidos nas folhas, tornando a cultura dessa planta ainda mais viável (Lamante et al., 2007).

No país, a fruta é utilizada principalmente para o consumo “in natura”, sendo que os principais produtos elaborados com maracujá são sucos (simples e concentrado), néctar, geléia e licor resultando na produção de grande quantidade de sementes e cascas, as quais representam mais da metade do peso total do fruto (Tabela 1) (Oliveira et al., 2002; Matsuura, 2005).

TABELA 1 Composição do maracujá *in natura* (características físicas)

Maracujá	Componentes (g)	Porcentagem (%)
Fruto inteiro	173,1 ± 28,5	100
Casca (Albedo e Flavedo)	97,5 ± 29,8	53
Suco (Polpa)	36,1 ± 8,3	20,9
Sementes	39,5 ± 10,1	26,1

Fonte: Oliveira et al. (2002)

Outra característica importante e muito marcante do maracujá é seu sabor amargo característico. Correlações significativas foram observadas entre os açúcares redutores e o sabor estranho e gosto amargo, demonstrando que à medida que ocorre a inversão da sacarose, aumentando os teores de açúcares redutores, a qualidade sensorial do suco diminui. É importante observar que com a inversão da sacarose e um conseqüente aumento no teor de açúcares redutores, uma série de reações não-enzimáticas ocorre, levando-se ao escurecimento do suco, e a uma série de compostos indesejáveis sensorialmente (Sandi et al., 2003).

2.1.2 Casca do maracujá amarelo

As características externas do fruto constituem os parâmetros primordiais avaliados pelos consumidores, como cor e textura; e devem atender a certos padrões para que atinjam a qualidade desejada na comercialização. O albedo do maracujá é rico em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo. Em humanos, a niacina atua no crescimento e na produção de hormônios. Os minerais, dentre eles o ferro, atua na prevenção da anemia, o cálcio no crescimento e fortalecimento dos ossos e o fósforo na formação celular. Devido a estas características, a utilização do albedo do maracujá torna-se uma alternativa viável para resolver o problema da eliminação dos resíduos

como o albedo do maracujá, além de aumentar o valor comercial do fruto (Gomes, 2004; Araújo et al., 2005).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, verifica-se que o albedo do maracujá amarelo apresenta alto teor de fósforo (36,36mg P₂O₅/100g) quando comparado com outras frutas como o limão (*Citrus limon (L.) Burm. I*) que possui apenas 15mg P₂O₅/100g e a maçã (*Malus silvestris MIII*) que possui 10mg P₂O₅/100g (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 1999).

É válido ressaltar que a composição química dos frutos (umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, fibras, carboidratos, cálcio, ferro e fósforo), depende do estágio de maturação do fruto, do lugar de plantio e das condições genéticas da planta, uma vez que quanto mais maduro o maracujá, menor será o seu conteúdo de umidade, aumentando assim, a concentração dos outros constituintes presentes no fruto (Martins et al., 1985).

TABELA 2 Composição química do albedo do maracujá amarelo *in natura*

Constituintes	Albedo do Maracujá
Umidade (%)	78,73
Cinzas (%)	1,61
Lipídeos (%)	0,51
Proteínas (%N x 6,25)	2,28
Fibras (%)	4,35
Carboidratos (%)	n.r
Cálcio (mg Ca/100g)	10,98
Ferro (mg Fe/100g)	3,20
Fósforo (mg P ₂ O ₅ /100g)	36,36

Fonte: Martins et al. (1985). n.r = análise não realizada

Pesquisas envolvendo o aproveitamento dos resíduos do maracujá têm sido realizadas. Fernandes & Maia (1985), estudaram a extração, a caracterização da pectina do albedo do maracujá e a utilização desta na produção de geléias, concluindo ser viável o seu emprego.

Jordão & Bonas (1996) desidrataram e trituraram o albedo de maracujá produzindo um pó fino, e o utilizaram também na elaboração de geleia, resultando em um produto de boa aceitação sensorial.

Oliveira et al. (2002) desenvolveram um doce em calda a partir do albedo do maracujá amarelo, e avaliaram sua aceitabilidade por diferentes faixas etárias, além da determinação de sua composição centesimal.

Cardoso et al. (1999) também estudaram o uso do albedo de maracujá amarelo no processamento de um produto cristalizado, resultando em produtos de boa aceitação sensorial.

As cascas e sementes do maracujá, que são obtidas na maioria das vezes através do processamento de sucos da fruta, são utilizadas por produtores rurais na suplementação animal. Como a quantidade desses resíduos é muito grande, a idéia da elaboração de novos produtos como doces em calda, geleias e farinha podem agregar valor, havendo assim, um interesse econômico, científico e tecnológico tanto para pesquisas como para produtores rurais e vendedores (Ferrari et al., 2004).

No Brasil, o processamento industrial do maracujá gera como resíduos principalmente sementes e cascas, o que corresponde a cerca de 70% do total da fruta. Desse total 90% correspondem a cascas que poderiam ser utilizadas para produção de rações para animais, por exemplo, além de doces, geleias e outros alimentos, contribuindo para minimizar os problemas de perdas na industrialização das frutas tropicais (Oliveira et al., 2002).

Na alimentação humana, a casca do maracujá amarelo foi utilizada para produção de geléia comum, resultando em um produto de boa consistência,

sabor e cor aceitáveis, sendo que o produto foi feito retirando-se o extrato líquido pectinoso do albedo (Lira Filho, 1995).

Holanda (1991) também utilizou as cascas do maracujá para a obtenção de um material pectínico na fabricação de doces e geléias. O material obtido apresentou um conteúdo de pectina relativamente alto (17%) e as características físicas do gel foram aceitáveis.

Matsuura (2005) avaliou a viabilidade de aproveitamento do albedo de maracujá em formulações de barras de cereais concluindo que o albedo possui altos valores de nutrientes, principalmente ao teor de fibras como a pectina, que conferiu boas propriedades físicas e funcionais ao albedo além da possibilidade de aproveitamento do albedo tratado para a redução do teor de compostos cianogênicos na elaboração de barras de cereais.

2.1.3 Compostos Fenólicos no maracujá

A presença dos compostos fenólicos em plantas tem sido muito estudada, pois apresentam atividades farmacológica e antinutricional além de inibirem a oxidação lipídica e a proliferação de fungos (Nagem et al., 1992; Gamache et al., 1993; Ivanova et al., 1997; Aziz et al., 1998; Fernandez et al., 1998; Hollman & Katan, 1998), além de participarem de processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma em vários alimentos (Peleg et al., 1998).

Dentre os compostos fenólicos existem os glicosídeos cianogênicos, presentes no maracujá amarelo. Os glicosídeos cianogênicos consistem em produtos resultantes do metabolismo secundário natural das plantas. Estes compostos são formados por uma aglicona do tipo hidroxinitrila unida por uma ligação a uma molécula de açúcar (na maioria das vezes, D-glicose). A distribuição dos glicosídeos cianogênicos (GCs) no reino vegetal é relativamente ampla, já que pelo menos 2.500 espécies produzem estes compostos, sendo a maioria pertencente às famílias *Fabaceae*, *Rosaceae*, *Linaceae*, *Compositae* e

outras. Porém, com novas pesquisas, observou-se que em algumas plantas esses compostos cianogênicos são tóxicos (Vetter, 2000; Matsuura, 2005).

Spencer & Seigler (1983) avaliaram quantitativamente a capacidade cianogênica no maracujá amarelo e identificaram que quanto mais maduro estiver o fruto, menos compostos cianogênicos ele possui. Afirmaram ainda que todas as partes dos frutos verdes de maracujá, exceto as sementes, são tóxicas. Os frutos maduros também retêm poucas, mas significativas quantidades de compostos cianogênicos, sendo que quanto mais maduros os frutos estão maior é a redução destes compostos nos frutos destinados ao processamento.

Em relação aos efeitos em animais e humanos, pode-se afirmar que todos os glicosídeos cianogênicos oferecem potencial perigo à saúde devido à produção de HCN por hidrólise espontânea ou enzimática (Vetter, 2000).

Em humanos, a dose letal de HCN foi estimada entre 0,5 e 3,5mg/kg de peso corpóreo, sendo a intoxicação aguda doses acima de 1mg/kg de peso corpóreo (Montgomery, 1969).

2.1.3.1 Processos para eliminação de glicosídeos cianogênicos e de outros compostos cianogênicos das plantas

Um estudo realizado por Nambisan (1994) mostrou que tanto o cozimento de alimentos quanto a quantidade de água usada nesse processo, diminuíram os compostos cianogênicos presentes em plantas e alimentos processados. A efetividade se deu pela completa ruptura das células durante esses processos, provocando o máximo contato entre enzima e substrato, proporcionando perdas superiores a 95% de glicosídeos cianogênicos.

Matssura (2005) avaliou o uso do albedo do maracujá a fim de sugerir seu aproveitamento integral na elaboração de barras de cereais, disponibilizando um processo para a eliminação de seus compostos cianogênicos. Primeiramente os albedos foram cortados em pequenos pedaços e foram colocados imersos em

água quente à aproximadamente 80°C, verificando que o tamanho das partículas não influenciou na diminuição dos compostos cianogênicos, porém quanto maior o tempo de imersão do albedo na água menor foi a concentração dos compostos cianogênicos encontrados na casca. Em outro momento, os albedos cortados foram cozidos em água em ebulição à 100°C a pressão atmosférica, sendo que a água de cozimento era trocada várias vezes. Concluiu-se que o tempo de cozimento do albedo influenciou na diminuição da concentração de compostos cianogênicos presentes no albedo do maracujá.

Spencer & Seigler (1983) afirmam que o processo onde se tritura os tecidos da planta, mistura os compostos cianogênicos com a glicosidase, que os hidrolisa, liberando a maioria do HCN produzido para a atmosfera. Entretanto, esses pesquisadores orientam para um monitoramento dos níveis de compostos cianogênicos durante o processamento.

2.2 Doce em calda

A produção e conservação dos alimentos são processos que vêm sendo desenvolvidos pelo homem desde épocas remotas. Aliado ao cozimento, o gelo foi provavelmente uma das primeiras formas de conservação a ser descoberta, mas não havia gelo sempre à disposição, e outras formas de preservar os alimentos tiveram de ser buscadas. Assim, o sal é uma forma antiga de conservação, mas nem todos os alimentos podem ser guardados em sal. Com a invenção do açúcar, o homem descobriu que compotas conservavam principalmente frutas e doces, por um longo período. O uso do açúcar em doces consiste basicamente na remoção do conteúdo de água do produto com um aumento simultâneo de sólidos, o que ocorre por imersão do alimento sólido (inteiro ou em pedaços) em uma solução hipertônica de um ou mais solutos (agente desidratante) por certo tempo e temperatura específicos (Raoult-Wack,

1994; Silva, 2000; Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural-EMATER, 2009).

A produção de doce em calda é uma boa alternativa para a conservação de frutas, pois proporciona um sabor agradável pelo aumento do açúcar e uma conservação do produto por um longo tempo. A qualidade e aceitabilidade de produtos alimentícios estão relacionadas com as características de cor, aroma, sabor e textura sendo que a preservação dessas características influencia na qualidade final do produto, assim como suas transformações dependem do tipo de tratamento ao qual a fruta é submetida (Sato et al., 2004).

No processamento de doces em calda se deseja a incorporação de solutos, os chamados processos de impregnação, onde a presença do soluto confere propriedades desejáveis ao alimento. O fluxo de constituintes naturais é o que possui o menor valor quantitativo, no entanto é de extrema importância qualitativa no alimento, pois esses constituintes estão presentes em pequenas quantidades e qualquer alteração em sua composição pode alterar significativamente as propriedades dos alimentos (nutricional, sensorial, etc.) (Barbosa Júnior, 2002).

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 1978 estabelece que doce de fruta em calda seja o produto obtido de frutas inteiras ou em pedaços, com ou sem sementes ou caroços, com ou sem casca, cozidas em água e açúcar, envasados em lata ou vidro e submetidos a um tratamento térmico adequado (Agência Brasileira de Vigilância Sanitária-ANVISA, 1978).

O fenômeno de transferência de massa que ocorre entre a fruta e o meio desidratante tem influência dos seguintes fatores: tipo e concentração do agente desidratante, temperatura e tempo de processo, agitação, presença de aditivos, tamanho e geometria do produto e proporção fruta/solução (Rastogi et al., 2002).

Estudos concluem que essa transferência de massa que ocorre em doces em calda intensifica a qualidade nutricional e sensorial desses produtos, podendo ser uma importante ferramenta para desenvolver novos produtos, agregar valor aos produtos de frutas existentes no mercado e preparar frutas com propriedades funcionais (Torreggiani & Bertolo, 2001).

Na obtenção da maioria dos doces em calda, as frutas são transportadas em caixas adequadas, a fim de evitar o esmagamento. Em seguida elas são pesadas em balança comum para controle de rendimento e pagamento. Assim, lavam-se as frutas em água clorada, com 15 ppm de cloro livre. O descascamento é feito manualmente com o auxílio de facas de aço inoxidável. As frutas são cortadas em pedaços pequenos e uniformes e as sementes retiradas manualmente, a fim de evitar a liberação de compostos orgânicos que produzem um amargor característico na etapa de desintegração, assim como as partes deterioradas ou mal cortadas, pois a qualidade do produto final depende bastante da uniformidade dos pedaços. A fruta então é levada para cocção em xarope de sacarose a 40° Brix, fervendo por 15 minutos, até que a mesma apresente aspecto claro e transparente. Os pedaços então são acondicionados em potes de vidro e adicionados de xarope a 50° Brix, a 90°C. Após o acondicionamento os potes são fechados. A seguir está representado o fluxograma que representa o processamento de produção de doces em calda, descrito acima, de acordo com a Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (1993) (Figura 2).

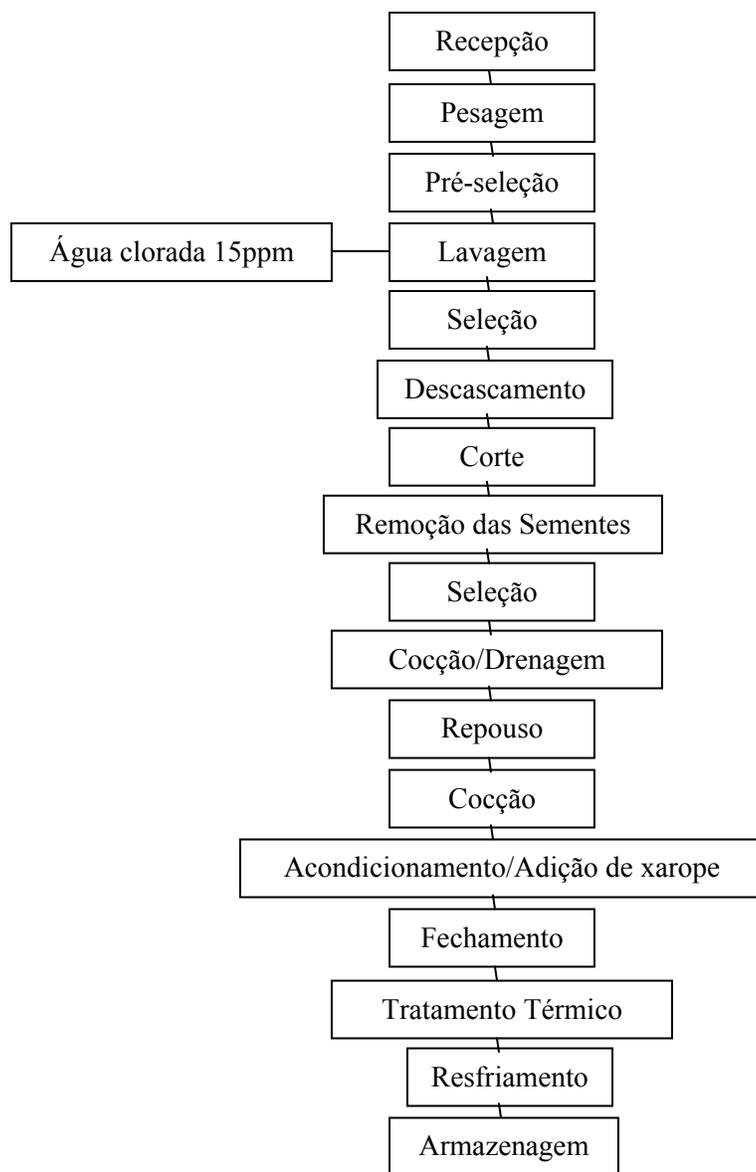


FIGURA 2 Fluxograma do processamento de doces em calda

Fonte: Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial (1993)

2.2.1 Interferentes no processamento de doce em calda de casca de frutas

Existem alguns fatores importantes que influenciam na qualidade de produtos como doces em calda. Dentre eles destaca-se o tempo de armazenamento, tipo de açúcar utilizado para produção da calda, umidade, temperatura de processamento, textura, acidez, atividade de água, cor, sabor e presença de microrganismos.

O tempo de tratamento é um fator que afeta diretamente o processo de transferência de massa. A taxa de remoção de água e de penetração do soluto são maiores na etapa inicial da transferência, devido à maior força entre o alimento e a solução hipertônica, observando-se uma diminuição da velocidade de transferência de massa com o tempo (Lenart, 1996).

Os açúcares têm propriedades umectantes, plasticizantes, texturizantes, conservantes e servem como agentes para retenção de aromas e sabores muito ácidos, além da propriedade adoçante, podendo ter um efeito positivo sobre a qualidade química, microbiológica e sensorial em produtos de frutas ácidas (Bemiller & Whistler, 1994)

Os principais agentes osmóticos comumente utilizados na desidratação de frutas são soluções de sacarose, frutose, glicose e xarope de milho, sendo que os tipos de açúcares afetam fortemente a cinética de remoção de água, a incorporação de sólidos e o equilíbrio da água interna. À medida que se aumenta a massa molar dos solutos, são observados uma diminuição dos sólidos incorporados e um aumento de perda de água, o que favorece a perda de peso e o processo de transferência de massa propriamente dito (Islam & Flink, 1982; Lenart & Flink, 1984; Lericci et al., 1985; Torregiani, 1993).

A sacarose é o agente desidratante mais utilizado para frutas em virtude de sua eficiência, conveniência, custo e aroma desejável provocado na fruta (Bobbio & Bobbio, 1992).

O controle do conteúdo de umidade de um produto tem sido uma importante ferramenta para a sua conservação, pois através da remoção de água, o alimento se torna mais estável à deterioração química e microbiana, devido à diminuição da atividade de água (Labuza, 1980; Welti & Vergara, 1997).

A temperatura de processamento tem efeito na cinética do processo de doces em calda, onde, quanto maior for a temperatura maior será a transferência de massa da sacarose da calda para a fruta pelo ganho de sólidos, modificando diversas propriedades tanto da solução, quanto do produto. A utilização de temperaturas muito elevadas (acima de 90°C) na produção dos doces em calda pode causar a decomposição dos açúcares, perda de voláteis ou ainda a oxidação dos lipídeos (Farkas & Lazar, 1993).

A acidez nas frutas é variável e depende do tipo e da quantidade de ácido presente. Quando o ácido não está presente na fruta ou encontra-se em quantidades insuficientes, poderá ser adicionado a fim de conservar o produto, obedecendo aos limites permitidos pela legislação vigente. Em geral, frutas ácidas que são processadas para doces em calda, necessitam de pouca ou nenhuma adição de ácido como conservante, como é o caso do maracujá; o contrário daquelas de reduzida acidez, que requerem uma quantidade maior de acidulantes (Silva, 2000).

Um estudo mostrou que a utilização de ácido cítrico no albedo de maracujá para fabricação de doces, provocou hidrólise, solubilização e perda de parte dos componentes, como pectina, proteínas e potássio, e a concentração das fibras insolúveis da fruta (Matsuura, 2005).

O cálcio é um elemento responsável pela proteção das membranas e paredes celulares, além de ter grande importância na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças, pois reduz a atividade respiratória e a produção de etileno, prolongando a firmeza e reduzindo a incidência de desordens fisiológicas e de

doenças (Chitarra & Chitarra, 1990; Saftner & Conway, 1998; Souza et al., 2001).

A atividade de água (A_w) dos doces em calda diminui à medida que se aumenta o teor de sólidos solúveis. Esse fato foi observado por Martins et al. (2007) em doce de umbu, por Soares Júnior et al. (2003) em doces de manga e por Policarpo et al. (2003) em doces de polpa de umbu verde.

A temperatura de armazenamento também é um fator que influencia a estabilidade da cor em doces em calda. Sendo os carotenóides os pigmentos naturais predominantes no maracujá, este é degradado quando processado se tornando mais vulnerável às alterações provocadas pelo calor, sofrendo auto-oxidação originando compostos fenólicos que escurecem o produto, além de alterar seu sabor (Fennema, 1992; Xavier, 1999; Ramesh et al., 2001; Lin & Chen, 2005; Policarpo et al., 2007).

2.2.2 Reações de degradação em alimentos

A aceitação de um alimento pelo consumidor é normalmente avaliada pela sua aparência no ponto de venda e por suas características sensoriais. Outros aspectos de qualidade, como valor nutricional, contaminação microbiológica e aspectos toxicológicos, também são de extrema importância, mas o consumidor nem sempre tem capacidade para avaliá-los (Mannheim & Passy, 1977).

Os alimentos, sendo industrializados ou não, mantêm-se em constante modificação devido às alterações de natureza química, física, microbiológica ou enzimática que levam à deterioração da qualidade e esta, ocasiona inaptidão dos produtos para consumo humano. A perda de qualidade leva a um limite de aceitabilidade do produto, que está associado a sua vida-de-prateleira. O controle da temperatura é importante para a preservação da qualidade dos alimentos, uma vez que seu aumento está diretamente relacionado com o aumento da velocidade

das reações de deterioração, principalmente reações enzimáticas, escurecimento não-enzimático e reações de oxidação (Sarantópoulos et al., 2001).

O aumento no teor de umidade do alimento leva a alterações de textura, além de facilitar a movimentação de substâncias nos substratos, acelerando as reações de escurecimento e o desenvolvimento de microrganismos. A elevada concentração do oxigênio em contato com o alimento pode levar à oxidação de lipídeos, vitaminas e pigmentos, além de favorecer o crescimento de microrganismos aeróbicos (Sarantópoulos et al., 2001).

Os fatores que determinam a vida-de-prateleira dos alimentos são: temperatura, concentração de reagentes, umidade relativa, presença de catalisadores ou inibidores entre outros. O estudo dessas reações é a cinética, que identifica os principais parâmetros que afetam a velocidade de uma reação.

Nos doces em calda, um dos principais parâmetros de qualidade é a cor. Em frutas cítricas, como o maracujá, o escurecimento não-enzimático ocorre devido a reações entre ácido ascórbico, aminoácidos e açúcares (Ziena, 2000).

A degradação do ácido ascórbico e as reações de Maillard e de caramelização têm sido associadas a reações de escurecimento em alimentos durante o processamento e a estocagem (Koca et al., 2003).

O escurecimento não-enzimático decorre principalmente da reação entre a carbonila e grupos amina, produzindo pigmentos escuros de melanoidina. Neste último caso, as principais substâncias envolvidas são açúcares redutores e aminoácidos ou proteínas (Araújo, 1995).

O tempo de cozimento do doce em calda é um fator a ser respeitado, pois períodos muito longos de cozimento podem causar a caramelização da calda, deixando o produto escuro, além de perder o aroma e gastar tempo e energia no processo. Porém, se a concentração de açúcar no doce for muito baixa haverá pouca ou nenhuma incorporação, pela baixa absorção da sacarose

pela fruta, abaixando a concentração final de sólidos solúveis, objetivo este contrário ao desejado (Torrezan, 2003).

No maracujá, o principal pigmento é o carotenóide conferindo-lhe uma cor amarelada (estágio maduro), ou verde-amarelada (estágio imaturo), além de pequena concentração de compostos fenólicos, os quais sofrem degradação devido às reações oxidativas dependentes da temperatura de estocagem, disponibilidade de oxigênio, exposição à luz, atividade de água e acidez do produto, dando origem a pigmentos escuros. Este escurecimento se acentua durante o armazenamento destes produtos a temperaturas mais elevadas (Padula, 1963; Xavier, 1999).

A luz solar direta ou luz ultravioleta podem vir a causar a destruição desses pigmentos. Dessa forma, a embalagem deve oferecer barreira ao oxigênio, à passagem da luz e deve-se assegurar que não haja migração de compostos metálicos do material de embalagem que possam catalisar reações de oxidação desses pigmentos (Jaime et al., 1998; Sarantópoulos et al., 2001).

Alimentos como doces em calda são perecíveis, ou seja, alimentos susceptíveis à deterioração microbiológica, precisando ser mantidos à temperaturas adequadas (em torno de 25°C) para prolongar sua vida-de-prateleira (Sarantópoulos et al., 2001).

As deteriorações de origem microbiológica nos alimentos, assim como em doces em calda, dependem de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são inerentes aos alimentos como a atividade de água, o pH e a composição química do produto. Os fatores extrínsecos são os que dependem das condições externas ao produto como a umidade relativa, a temperatura, o oxigênio atmosférico e a presença de outros gases (Sarantópoulos et al., 2001).

A temperatura é igualmente importante no desenvolvimento de microrganismos. Várias técnicas de preservação de alimentos estão associadas à redução da temperatura para prolongar sua vida-de-prateleira. Os fungos são

capazes de crescer à temperaturas maiores do que as bactérias, sendo que muitos são capazes de crescer à temperatura de refrigeração. As leveduras crescem nas faixas de temperaturas ideais para os microrganismos psicrotróficos (entre 15 e 20°C) e mesófilos (entre 30 e 40°C), mas geralmente não na faixa ideal para microrganismos termófilos (entre 50 e 60°C) (Sarantópoulos et al., 2001).

As temperaturas acima da máxima de crescimento são letais para os microrganismos, enquanto que as inferiores à mínima inibem o seu desenvolvimento. É necessário estabelecer uma diferenciação entre as reações deteriorativas que ocorrem durante o processamento e as decorrentes da armazenagem prolongada. A maior parte das reações de perda de nutrientes ocorre durante o processamento, ou mesmo antes dele, ao passo que na estocagem, essas alterações ficam limitadas a componentes mais vulneráveis, como é o caso de determinadas vitaminas (Sarantópoulos et al., 2001).

Muitos produtos têm vida-de-prateleira prolongada, o que dificulta a determinação experimental da vida-de-prateleira em tempos compatíveis com as programações comerciais das empresas. Para determinar a vida-de-prateleira de produtos é necessário estimar os parâmetros cinéticos que ocorrem durante a deterioração do alimento. O conhecimento quantitativo do efeito da temperatura sobre a velocidade de deterioração dos alimentos é muito importante na sua comercialização, pois permite lançar produtos com base em ensaios acelerados de vida-de-prateleira (Vitali et al., 2004).

Para iniciar a estimativa dos parâmetros cinéticos é importante conhecer os tipos de deterioração do alimento estudado que irão limitar sua vida-de-prateleira. Os fatores que mais interferem na deterioração de doces em calda são: tempo e temperatura de armazenamento, sendo as modificações mais marcantes àquelas associadas à atividade de água, cor e textura (Fu & Labuza, 1993).

A cinética das reações que ocorrem tem suas leis, expressas por meio de equações baseadas em conceitos. A velocidade da reação de deterioração em alimentos pode-se definir como:

$$-r_A = \frac{-dC_A}{dt} \quad (1)$$

Onde:

r_A = velocidade de reação

C_A = concentração do componente A

t = tempo de reação

Quanto se quer manter a qualidade de um produto, a temperatura tem um grande efeito. O conhecimento quantitativo do efeito da temperatura sobre a velocidade de deterioração dos alimentos permite lançar produtos com base em ensaios acelerados de vida-de-prateleira. Geralmente, a velocidade das transformações em alimentos aumenta com o aumento da temperatura; contudo, conforme a faixa de temperatura estudada, os mecanismos ou mesmo o tipo de transformação podem alterar (Vitali et al., 2004).

O efeito da temperatura nessas transformações pode ser representada através da equação de Arrhenius:

$$\frac{d(\ln k)}{dT} = \frac{E}{R \times T^2} \quad (2)$$

Onde:

T = temperatura absoluta

E = energia de ativação aparente

R = constante dos gases

k = constante da velocidade de reação

Integrando a equação acima em intervalos definidos, obtém-se:

$$\ln k = \frac{E}{R \times T^2} + \ln K \quad (3)$$

Onde,

$\ln k$ = velocidade de destruição térmica

K = constante

E = energia de ativação aparente

Além dessa representação ainda pode-se lançar mão do valor de Q_{10} que é dado pelo quociente entre as velocidades de reação a uma determinada temperatura e a uma temperatura 10° C mais baixa ou a 10°C mais alta. Tal valor é dado por:

$$Q_{10} = \frac{k_T}{k(T-10)} = \frac{V.P(T-10)}{V.P(T)} \quad (4)$$

Onde:

Q_{10} = fator de aceleração da temperatura

k = constante da velocidade de reação

T = temperatura absoluta

V.P = vida-de-prateleira

Moura et al. (2007) avaliaram a vida-de-prateleira de maçã-passa produzida por processo de pré-secagem osmótica, determinando os parâmetros cinéticos de reações importantes de degradação da qualidade, tais como Energia de Ativação e Q_{10} . Concluíram que os parâmetros cinéticos determinados desta reação foram: Q_{10} igual a 2,0 e E_a igual a 7,6 kcal.mol⁻¹.

Um estudo realizado com mamão estabeleceu o valor de energia de ativação e o Q_{10} da fruta estruturada da sua polpa concentrada avaliando as transformações físicas, químicas e sensoriais de amostras armazenadas em temperaturas de 0, 25 e 35°C, identificando dentre as reações, aquelas que mais afetam a qualidade do produto e verificaram que a análise sensorial e a textura instrumental foram os atributos de maior importância da perda de qualidade do produto. Com base nas equações de Arrhenius os parâmetros cinéticos estimados foram E_a igual a 19,89 kcal/mol.K e Q_{10} igual a 3 (Grizotto et al., 2006).

Durante o armazenamento de alimentos, podem ocorrer flutuações regulares e irregulares na temperatura que afetam a velocidade de reação e a qualidade na determinação da vida-de-prateleira desses alimentos. Indicadores de tempo e temperatura têm sido propostos em vários trabalhos como indicativo da qualidade efetiva dos produtos. Esses indicadores medem a resposta tempo-temperatura que reflete parcial ou totalmente na vida útil do alimento. Ele é baseado em sistemas mecânicos, enzimáticos, químicos ou microbiológicos que se alteram com o tempo. Como a perda de qualidade é função do histórico da temperatura e o indicador tempo/temperatura dá uma média desse histórico, a sua resposta pode ser correlacionada com o nível de qualidade do alimento (Fu & Labuza, 1993; Taoukis et al., 1997; Wells & Singh, 1997).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 12**, de 24 de julho de 1978. Dispõe sobre a aprovação das normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas, para efeito em todo o território brasileiro. Brasília, 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.htm>. Acesso em: 10 jan. 2009.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos**: teoria e prática. Viçosa, MG: UFV, 1995. 278p.

ARAÚJO, L.F.; MEDEIROS, A.N.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H. Protein enrichment of cactus Pear (*Opuntia ficus – indica* Mill) using *Saccharomyces cerevisiae* in solid-state fermentation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.48, p.161-168, 2005. Edição especial.

AZIZ, N.H.; FARAG, S.E.; MOUSA, L.A.; ABO-ZAID, M.A. Comparative antibacterial and antifungal effects of some phenolic compounds. **Microbios**, Cambridge, v.93, n.374, p.43-54, 1998.

BARBOSA JÚNIOR, J.L. **Influência da temperatura e da concentração na desidratação osmótica de abóbora e cenoura utilizando metodologia de superfície de resposta**. 2002. 82f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BEMILLER, J.N.; WHISTLER, R.L. Carbohydrates. In: FENNEMA, O.R. (Ed.). **Food chemistry**. New York: M.Dekker, 1994. chap.4, p.157-224.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992. 151p.

BORGES, R.F. **Panela furada**: o incrível desperdício de alimentos no Brasil. 3.ed. São Paulo: Columbus, 1991. 124p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Cadernos frutiséries**. Disponível em: <http://www.irrigar.org.br/publicacoes/frutiseries/frutiseries_2_df.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2008.

BRUCKNER, C.R.; PICANÇO, M.C. (Ed.). **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 472p.

CARDOSO, C.E.L.; SOUZA, J.S.; LIMA, A.A.; COELHO, E.F. Aspectos econômicos. In: LIMA, A.A. (Ed.). **O cultivo do maracujá**. Cruz das Almas: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, 1999. p.109-117.

CARVALHO, A.M. Aproveitamento da casca do maracujá para fabricação de doces. **O Agrônomo**, São Paulo, v.20, n.2, p.259-262, 1968.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.2, p.221-230, jul./dez. 2005.

CORREIA, M.; RONCADA, M.J. Características microscópicas de queijos prato, mussarela e mineiro comercializados em feiras livres da Cidade de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.31, n.3, p.296-301, jul./set. 1997.

EMPRESA PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Conservas e compotas**. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

FARKAS, D.F.; LAZAR, M.E. Osmotic dehydration of apple pieces: effect of temperature and syrup concentration on rates. **Food Technology**, Chicago, v.23, n.5, p.688-690, 1969.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 1992. 1095p.

FERNANDES, Z. de F.; MAIA, G.A. Aproveitamento dos resíduos industriais do maracujá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 8., 1985, Itabuna. **Resumos...** Itabuna: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos/CEPLAC, 1985. v.1, p.90.

FERNANDEZ, M.A.; SAENZ, M.T.; GARCIA, M.D. Antiinflammatory activity in rats and mice of phenolic acids isolated from *Scrophularia frutescens*. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, London, v.50, n.10, p.1183-1186, Oct. 1998.

FERRARI, R.A.; COLUSSI, F.; AYUB, R.A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá: aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.26, n.1, p.101-102, fev. 2004.

FREITAS, D.D.G.C.; JERÔNIMO, E.M. Elaboração e aceitação sensorial de doce de tomate em calda. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.1, p.37-46, jan./jun. 2005.

FU, B.; LABUZA, T.P. Shelf-life prediction: theory and application. **Food Control**, Guildford, v.4, n.3, p.125-133, Aug. 1993.

FUNDAÇÃO NÚCLEO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL. **Como fazer doce, néctar e compota de mamão**. 2.ed. Brasília: NUTEC, 1993. 33p.

GAMACHE, P.; RYAN, E.; ACWORTH, I.N. Analysis of phenolic and flavonoid compounds in juice beverages using high-performance liquid chromatography with coulometric array detection. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v.635, n.1, p.143-150, Feb. 1993.

GOMES, M. **Obtenção de pectina a partir da casca de maracujá**. 2004. 33f. Monografia (Pós-Graduação em Tecnologia em Alimentos)-Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Ponta Grossa.

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.1-6, jul./set. 2006.

HOLANDA, H.D. **Obtenção de material pectínico a partir do resíduo (cascas) de maracujá amarelo**. 1991. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

HOLLMAN, P.C.; KATAN, M.B. Bioavailability and health effects of dietary flavonoids in man. **Archives of Toxicology Supplement**, Berlin, v.20, p.237-248, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabelas de composição de alimentos**. 5.ed. Rio de Janeiro, 1999. 127p.

ISLAM, M.N.; FLINK, J.M. Dehydration of potato: II osmotic concentration and its effect on air drying behavior. **Journal of Food Technology**, Chicago, v.17, n.3, p.387-403, Sept. 1982.

IVANOVA, A.; MILKOVA, T.; GALABOV, A.S.; NIKOLAEVA, L.; VOYNOVA, E. Transformation of cholanic acid derivatives into pharmacologically active esters of phenolic acids by heterogeneous Wittig reaction. **Zeitschrift fuer Naturforschung**, Tuebingen, v.52, n.7/8, p.516-521, 1997.

JAIME, S.B.M.; ALVES, R.M.V.; SEGANTINI, E.; ANJOS, V.D. de A.; MORI, E.E.E. Estabilidade do molho de tomate em diferentes embalagens de consumo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, p.193-199, abr./jun. 1998.

JERÔNIMO, C.E.M.; CEZAR, G.M.; OLIVEIRA, V.G.; MELO, H.N.S. Caracterização dos resíduos das indústrias potiguares de beneficiamento de polpas de frutas. In: SIMPÓSIO ÍTALO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 6., 2002, Brasília. **Anais...** Brasília: ABES, 2002. 1 CD-ROM.

JORDÃO, P.R.; BONAS, D.S.O. Aproveitamento da casca do maracujá como subproduto da extração do suco para a fabricação de pectina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14., 1996, Curitiba. **Resumos...** Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 1996. p.348.

KOCA, N.; SELEN-BURDURLU, H.; KARADENIZ, F. Kinetics of nonenzymatic browning reaction in citrus juice concentrates during storage. **Turk Journal Agriculture**, Ankara, v.27, p.353-360, 2003.

LABUZA, T.P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. **Journal Chemical Education**, Easton, v.61, n.4, p.348-358, Apr. 1984.

LABUZA, T.P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food Technology**, Oxford, v.34, n.4, p.39-41, Apr. 1980.

LABUZA, T.P. **Shelf-life dating of foods**. Westport: Food and Nutrition, 1982. 500p.

LAMANTE, A.C.B.; DADA, M.A.; FURQUIM, M.; GRAVENA, C.; BELLARDE, F.B.; LUCIA, F.D. Obtenção de geléia “diet” elaborada com suco de maracujá. **Revista Uniara**, Araraquara, v.16, p.189-196, 2007.

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. **Drying Technology**, New York, v.14, n.2, p.391-413, 1996.

LENART, A.; FLINK, J.M. Osmotic concentration of potato: I., criteria for the end-point of the osmosis process. **Journal of Food Technology**, Oxford, v.19, n.2, p.45-63, June 1984.

LERICI, C.R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v.50, n.5, p.1217-1219, Oct. 1985.

LIN, C.H.; CHEN, B.H. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. **Food Chemistry**, London, v.90, n.4, p.837-846, May 2005.

LIRA FILHO, J.F. **Utilização da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*, f. *Flavicarpa*, *Degener*) na produção de geléia**. 1995. 131f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MADHURI, P.; DEVI, K. Value addition to watermelon fruit waste. **Journal of Food Science and Technology**, Trivandrum, v.40, n.2, p.222-224, Feb. 2003.

MANNHEIM, C.H.; PASSY, N. Recovery and concentration of citrus aroma. **Proceedings International Society of Citriculture**, Orlando, v.3, p.756-762, 1977.

MARTINS, C.B.; GUIMARÃES, A.C.L.; PONTES, M.A.N. **Estudo tecnológico e caracterização física, físico-química e química do maracujá (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) e seus produtos**. Fortaleza: Centro de Ciência Agrárias, 1985. 23p.

MARTINS, M.L.A.; BORGES, S.V.; DELIZA, R.; CASTRO, F.T.; CAVALCANTE, N.B. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1329-1333, set. 2007.

MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. Campinas: UNICAMP, 2005. 157p.

MELLO, E.T. Aproveitamento da casca da banana nanica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. v.1, p.115.

MONTGOMERY, R.D. Cyanogens. In: LIENER, I.W. (Ed.). **Toxic constituents of plant foodstuffs**. New York: Academic, 1969. p.143-157.

MORI, E.E.M. Determinação da vida-de-prateleira através da análise sensorial e correlações. In: MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. (Ed.). **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3.ed. Campinas: ITAL, 2004. p.63-83. (Manual Técnico, 6).

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.787-792, jan./mar. 2007.

NAGEN, T.J.; ALBUQUERQUE, T.T.O.; MIRANDA, L.C.G. Ácidos fenólicos em cultivares de soja: ação antioxidante. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.35, n.1, p.129-138, fev. 1992.

NAMBISAN, B. Evaluation of the effect of various processing techniques on cyanogen content reduction in cassava. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.375, n.18, p.193-201, Aug. 1994.

NASCIMENTO, R.M.F.; BORGES, S.V.; OLIVEIRA, L.F. Alterações microbiológicas e físico-químicas de doces em massa da casca do maracujá em condições aceleradas de armazenamento. In: SIMPÓSIO DE CIENCIA DOS ALIMENTOS, 2., 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. 1 CD-ROM.

NEHMI, I.M.D. (Coord.). **Agrianual 2001**: anuário estatístico do Brasil. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2000. 198p.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.259-262, set./dez. 2002.

PADULA, M. **Goiaba (Psidium Guajava L.) cultivar IAC-4**: carotenóides e outras propriedades, mudanças durante o processamento e estocagem. 1983. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PELEG, H.; BODINE, K.K.; NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chemical Senses**, Oxford, v.23, n.3, p.371-378, Sept. 1998.

POLICARPO, V.M.N.; BORGES, S.V.; ENDO, E.; CASTRO, F.T.C.; DAMICO, A.A.; CAVALCANTI, N.B. Estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias Tuberosa* Arr. Cam.) no estágio de maturação verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1102-1107, jul./ago. 2007.

POLICARPO, V.M.N.; RESENDE, J.; ENDO, E.; MARCUSSI, B.; CASTRO, F.T.; JORGE, E.C.; BORGES, S.V.; CAVALCANTI, N.B. Aprovechamiento de la pulpa de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) verde como alternativa para la producción dulces em masa. **Alimentaria**, Madrid, v.344, p.75-78, 2003.

RAMESH, M.N.; WOLF, W.; TEVINI, W.; JUNG, G. Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.49, n.1, p.63-72, July 2001.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of food. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.5, n.8, p.225-260, Aug. 1994.

RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S.; NIRANJAN, K.; KNORR, D. Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v.13, n.2, p.48-59, Feb. 2002.

SAFTNER, R.A.; CONWAY, W.S. Effects of postharvest calcium and fruit coating treatments on postharvest life, quality maintenance and fruit-surface injury in 'Golden Delicious' Apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.2, p.294-298, Feb. 1998.

SANDI, D.; CHAVES, J.B.P.; SOUZA, A.C.G.; SILVA, M.T.C.; PARREIRAS, J.F.M. Correlações entre características físico-químicas e sensoriais em suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.355-361, set./dez. 2003.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215p.

SATO, A.C.K.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; CUNHA, R.L. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.550-555, out./dez. 2004.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. 227p.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.254-258, set./dez. 2002.

SILVA, T.V.; RESENDE, E.D.; PEREIRA, S.M.F.; VIANA, A.P.; VIANNI, R. Caracterização de uma escala de cor para avaliação dos estádios de maturação do maracujá amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2004. 1 CD-ROM.

SOARES JÚNIOR, A.M.; MAIA, A.B.R.A.; NELSON, D.L. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.1, p.76-80, jan./fev. 2003.

SOUZA, A.L.; CHITARRA, M.F.; CHITARRA, A.B.; MACHADO, C. Efeito do cálcio na cura de fermento e na resistência de pêssego ao ataque de *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.616-624, maio/jun. 2001.

SPENCER, K.C.; SEIGLER, D.S. Cyanogenesis of *passiflora edulis*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.31, n.4, p.794-796, Apr. 1983.

- TAOUKIS, P.S.; LABUZA, T.P.; SAGUY, I.S. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. In: VALENTAS, Ê.K.J.; ROTSTEIN, Ê.E.; SINGH, Ê.R.P. **The handbook of food engineering practice**. Boca Raton: LLC, 1997. p.361-402.
- TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetables processing. **Food Research International**, Monticello, v.26, n.1, p.59-68, Jan. 1993.
- TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruits processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.49, n.4, p.247-255, Apr. 2001.
- TORREZAN, R. **Iniciando um pequeno e grande negócio agroindustrial: frutas em calda, geléias e doces**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Agroindústria e Alimento, 2003. 50p.
- VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, Elmsford, v.38, n.1, p.11-36, Jan. 2000.
- VITALI, A.A.; TEIXEIRA NETO, R.O.; GERMER, S.P.M. Testes acelerados de vida-de-prateleira de alimentos. In: MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. (Ed.). **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3.ed. Campinas: ITAL, 2004. p.75-92. (Manual Técnico, 6).
- WELLS, J.H.; SINGH, R.P. Quality management during storage and distribution. In: TAUB, I.A.; SINGH, R.P. (Ed.). **Food storage stability**. Boca Raton: CRC, 1997. p.353-368.
- WELTI, J.; VERGARA, F. Actividad de agua: concepto y aplicación em alimentos com alto contenido de humedad. In: AGUILERA, J.M. **Temas en tecnología de alimentos**. México: Instituto Politécnico Nacional, 1997. v.1, cap.1, p.11-43.
- XAVIER, A.N. **Caracterização química e vida-de-prateleira do doce em massa de umbu**. 1999. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- ZIENA, H.M.S. Quality attributes of Bears Seedless lime (*Citrus latifolia* Tan) juice during storage. **Food Chemistry**, London, v.71, n.2, p.167-172, Feb. 2000.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL E QUÍMICA DO ALBEDO E DA POLPA DO MARACUJÁ AMARELO

1 RESUMO

Visando incentivar o reaproveitamento dos resíduos do maracujá, o presente trabalho teve como objetivos analisar quimicamente a polpa e o albedo deste fruto produzido na região de Lavras (MG) e comparar os resultados das análises centesimais (umidade, lipídios, fibra bruta, proteína, carboidratos, valor calórico, cinzas e glicídios) e químicas (pH, acidez, sólidos solúveis, pectina e compostos cianogênicos) do albedo e da polpa do maracujá. As análises realizadas mostraram que o albedo da fruta apresentou teores de nutrientes maiores do que os da polpa, como 0,056% de lipídeos, 1,42% de fibra, 1,4% de proteína e 95,03mg/100g de pectina. Sendo assim, o albedo do maracujá pode ser considerado uma fonte alternativa de nutrientes para produção de produtos como doces em calda, servindo de renda a muitos empreendedores, além de evitar também o desperdício de resíduos de alimentos.

Palavras – chave: *Passiflora edulis*, albedo, polpa, composição química

2 ABSTRACT

To encourage the reuse of waste fruit, this paper aimed to examine the fruit produced in the region of Lavras (MG) and compare the results of analysis centesimals (moisture, fat, crude fiber, protein, carbohydrates, calorific value, ash and carbohydrates) and chemical (pH, acidity, soluble solids, pectin and cyanogens compounds) between the albedo and pulp of passion fruit. The analysis undertaken showed that, even vary according to soil and climate it was observed that the albedo of the fruit has, in general, higher nutrient content than the pulp. Thus, the albedo of the fruit can be considered an alternative source of nutrients for production of various products such as sweets in syrup, serving in income for many entrepreneurs, and also avoid the waste of food waste.

Key-words: *Passiflora edulis*, albedo, pulp, chemical composition

3 INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener), originário da América tropical, é cultivado em todo o território nacional, devido às excelentes condições climáticas para seu cultivo. Cerca de 150 espécies de *Passiflora* são nativas do Brasil, das quais 60 produzem frutos que podem ser aproveitados direta ou indiretamente como alimento. A produção brasileira de maracujá supera a de manga, goiaba e mamão papaia, sendo o Brasil o maior exportador mundial de suco de maracujá (Chan, 1993; Silva & Mercadante, 2002).

No país, esta fruta é utilizada principalmente para o consumo “in natura”, sendo que os principais produtos elaborados com maracujá são os sucos (simples e concentrado), néctar, geléia e licor resultando na produção de grande quantidade de sementes e cascas, as quais representam mais da metade do peso total do fruto (Oliveira et al., 2002; Matsuura, 2005).

Para o reaproveitamento dos resíduos do maracujá é interessante que se conheça sua composição nutricional e características químicas das frutas, uma vez que estas análises são influenciadas por fatores como: estágio de maturação das frutas, solo, clima e cultivar da espécie .

Certas variações na composição centesimal são aceitáveis, pois elas dependem principalmente do estágio de maturação do fruto, local de plantio e das condições genéticas da planta, tendo em vista que o amadurecimento do fruto leva a perda de umidade, o que acarreta na concentração dos demais constituintes (Garcia & Farinas, 1975).

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivos analisar o fruto produzido na região de Lavras (MG) e comparar a composição centesimal e química do albedo e da polpa do maracujá.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matéria-prima

As frutas utilizadas foram cedidas pela FRUTILAVRAS e levadas para a Planta Piloto de Frutas e Vegetais da Universidade Federal de Lavras. Apresentavam-se firmes, sem manchas e inteiramente amareladas, e devido à sazonalidade, os frutos foram adquiridos no mês de abril de 2008.

4.2 Obtenção do albedo e da polpa

Inicialmente foi feita uma seleção em relação à cor e à presença de manchas nos maracujás. Os frutos foram lavados com detergente neutro e enxaguados com água corrente. Em seguida foram sanitizados com água clorada (15ppm, durante 15 minutos), cortados, descascados e despolpados manualmente com auxílio de facas e colheres para obtenção do albedo e da polpa (Figura 1).



FIGURA 1 Processo de obtenção do albedo e da polpa

4.3 Composição centesimal e química do albedo e da polpa do maracujá-amarelo.

Para a determinação da composição centesimal e química do albedo e da polpa foram realizadas análises de umidade, fibra bruta, lipídios, proteínas, carboidratos, cinzas, glicídios, pH, acidez e sólidos solúveis. Estas análises foram realizadas de acordo com as normas do Instituto Adolf Lutz (2005). Determinou-se também valor calórico de acordo com a fórmula de Angeliz (1977). A extração das pectinas solúvel e total seguiram metodologia de Mccready & Mccomb (1952) e a determinação seguiu metodologia de Bitter & Muir (1962). A quantidade de pectina insolúvel da polpa e do albedo foi calculada por diferença.

Determinou-se também a concentração de compostos cianogênicos do albedo e da polpa do maracujá de acordo com as normas descritas por Swain & Hillis (1959) e Association of Official Analytical Chemists-AOAC (1990).

4.4 Planejamento experimental e análise dos resultados

As análises centesimais e químicas foram realizadas em duplicata, tanto para o albedo como para a polpa, sendo os resultados expressos como média e desvio-padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observam-se na Tabela 1 os resultados da composição centesimal e química da polpa e do albedo do maracujá.

TABELA 1 Resultados médios e desvio padrão das análises da composição centesimal e química do albedo e da polpa do maracujá-amarelo.

PARÂMETROS	ALBEDO	POLPA
Umidade (%)	90,1 ± 0,38	84,9 ± 0,19
Lipídeos (%)	0,056 ± 0,01	0,014 ± 0,01
Fibra Bruta (%)	1,42 ± 0,98	0,98 ± 0,01
Proteína (%)	1,4 ± 0,12	1,2 ± 0,07
Cinzas (%)	1,9 ± 0,01	2,4 ± 0,30
Glicídios (%)	5,1 ± 0,41	10,5 ± 0,13
Carboidrato (%)	7,9 ± 0,04	12,7 ± 0,03
pH	7,6 ± 0,02	2,4 ± 0,01
Acidez Titulável (g/100g)	0,7 ± 0,10	7,7 ± 0,11
Sólidos Solúveis (°Brix)	0,4 ± 0,09	11,4 ± 0,11
Valor Calórico (kcal/100g)	37,7 ± 0,046	55,7 ± 0,058
Compostos Cianogênicos (mg/100g)	93,0 ± 0,020	8,00 ± 0,000
Pectina Solúvel (mg/100g)	95,03 ± 11,63	20,99 ± 2,78
Pectina Insolúvel (mg/100g)	400,74 ± 0,00	281,76 ± 1,97
Pectina Total (mg/100g)	495,77 ± 8,93	302,75 ± 9,49

De acordo com os resultados, verifica-se que o albedo apresentou teores maiores de umidade, lipídios, fibra, proteínas, pH, compostos cianogênicos e pectinas, enquanto que a polpa apresentou teores maiores que o albedo de cinzas, glicídios, carboidratos, acidez, sólidos solúveis e valor calórico.

Com base nesses resultados constata-se que o albedo apresentou teor de umidade aproximadamente 5,8% maior do que a polpa, 75% a mais em lipídios e 31% a mais em fibra, sugerindo assim a formulação de novos produtos à base de albedo de maracujá com o objetivo de prevenir doenças, principalmente àquelas relacionadas ao trato gastrointestinal (Ferreira et al., 2004).

O albedo ainda apresentou 14% a mais de proteína do que a polpa, podendo ser consumido entre os alimentos como fonte nutricional; 68% a mais no teor de pH, visto que isto diminuiria a adição de acidificantes artificiais em alimentos a base de albedo de maracujá; 91% a mais em compostos cianogênicos, 78% a mais em pectina solúvel, 30% a mais em pectina insolúvel e 39% a mais em pectina total. O alto teor de pectina garante a utilização deste resíduo para fins específicos na indústria de alimentos, química e farmacêutica (Kliemann, 2006).

Já a polpa apresentou teor de cinza 21% maior do que o albedo, 51% maior em glicídios, 38% maior em carboidratos, 91% maior em acidez, 96% maior em sólidos solúveis e 32% maior no valor calórico. Os frutos produzidos em regiões mais quentes tendem a apresentar maior teor de sólidos solúveis, pois se desenvolvendo em altas temperaturas e elevada intensidade luminosa, reflete positivamente sobre a fotossíntese (Holanda et al., 1987).

Outros estudos também analisaram a composição centesimal e química do albedo e da polpa do maracujá. Em relação à umidade do albedo, o presente estudo encontrou teor igual a 90,1%, valor 13% acima do encontrado por Martins et al. (1985). Valores próximos ao encontrado no presente trabalho foram obtidos por Oliveira et al. (2002), Córdova et al. (2005) e Lima (2008).

Para a polpa do maracujá, o presente estudo encontrou teor de umidade igual a 84,9%, valor próximo ao encontrado por Gondim et al. (2005)

O teor de lipídios no albedo apresentou-se inferior ao encontrado por Oliveira et al. (2002) e ao encontrado por Martins et al. (1985).

Para a polpa o teor encontrado de lipídios foi de 0,014%, valor também inferior ao encontrado por Lima et al. (2006).

O teor de fibra para o albedo do maracujá (1,42%) foi menor que o encontrado por Martins et al. (1985) (4,35%) e por Córdova et al. (2005) (3,75%). Para a polpa do maracujá, o valor encontrado de 0,98% apresentou-se superior a 0,70% encontrado pelo IBGE (1999).

O valor encontrado para proteína do albedo de 1,4% mostrou-se superior aos encontrados por Córdova et al. (2005) de 0,64% e por Oliveira et al. (2002).

Para a polpa, o teor de proteína encontrado (1,2%) foi inferior ao determinado pelo IBGE (1999) (2,20%), porém superior ao determinado por Camargo et al. (2008) (0,5%) para o maracujá azedo.

Em relação ao resíduo mineral fixo (cinzas) evidenciou-se a presença de elevado teor de elementos minerais tanto para o albedo quanto para a polpa. A fração determinada no albedo de aproximadamente 2%, mostrou-se superior ao encontrado por Oliveira et al. (2002).

A polpa do maracujá apresentou teor de cinzas igual a 2,4%, teor inferior ao determinado por Camargo et al. (2008) para o maracujá azedo (4,14%).

O teor de carboidratos do albedo (7,9%) apresentou-se superior ao encontrado por Córdova et al. (2005) (5,9%), porém foi inferior ao teor de carboidratos encontrado para a polpa de 12,7%.

Os teores encontrados na caracterização química da polpa de maracujá estão de acordo com os padrões de Identidade e Qualidade que exige um valor mínimo de 2,5 g/100g de HCl, pH entre 2,7 a 3,8 e teor de sólidos solúveis maior ou igual a 11°Brix. O valor de pH encontrado para a polpa do maracujá amarelo igual a 2,4, apresentou-se menor que o do albedo (7,6).

O teor de sólidos solúveis do albedo do maracujá estudado por Holanda et al. (1987) (4,7°Brix), se apresentou acima do encontrado no presente trabalho

(0,4%). Isso pode ser explicado pela região em que o maracujá foi obtido. Os frutos produzidos em regiões mais quentes, como em Ubajara, comparados com os frutos produzidos em Lavras, tendem a apresentar maior teor de sólidos solúveis do que em outras regiões, por desenvolverem-se sob altas temperaturas e elevada intensidade luminosa, o que reflete positivamente sobre a fotossíntese.

Machado et al. (2003) encontraram teor de pectina solúvel para o albedo do maracujá igual a 2,10%, valor superior ao encontrado no presente trabalho (0,95%).

Estudos relatam também o maior teor de pectina do albedo do limão Tahiti de (22,85%) quanto aos teores encontrados no flavedo (12,85%) e no bagaço do mesmo fruto (18,92%) (Mendonça et al., 2006).

Poucos trabalhos determinaram os teores de glicosídeos cianogênicos em maracujá, sendo que a maioria visa apenas estudar os diferentes métodos para eliminação desses compostos. Nas amostras analisadas foi constatada a presença de glicosídeos cianogênicos igual a 930mg/Kg de albedo, concentração esta relativamente alta, uma vez que em humanos, a dose letal de HCN foi estimada entre 0,5 e 3,5mg/kg de peso corpóreo, sendo a intoxicação aguda doses acima de 1mg/kg de peso corpóreo (Montgomery, 1969).

Sendo assim, uma pessoa de 70kg poderia ingerir até 245mg de glicosídeos cianogênicos, o equivalente a 260g de albedo de maracujá.

O teor de compostos cianogênicos presente em farinha de mandioca seca apresentou valor de 20,60 mg/kg de mandioca; já para a farinha de mandioca d'água, o teor foi de 12,17mg/kg (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, 2007).

Diversos pesquisadores já realizaram estudos envolvendo a redução dos compostos cianogênicos em diferentes espécies vegetais, incluindo os processos de cozimento, imersão em água, forneamento, fritura e desidratação. Em trabalho já realizado, verificou-se métodos de eliminação dos compostos

cianogênicos no albedo do maracujá amarelo, e verificou-se que, durante o cozimento em pressão atmosférica durante 30 minutos, esses teores reduziram consideravelmente (Matsuura, 2005).

O tempo de cozimento, associado à temperatura do processo, além de promoverem uma alteração da estrutura celular do albedo, provocaram a hidrólise dos glicosídeos cianogênicos e a volatilização do ácido cianídrico produzido nas reações do metabolismo secundário natural da planta (Nambisan, 1994; Tunçel et al., 1995).

Com a eliminação dos glicosídeos cianogênicos por tratamentos térmicos, como constatou Matsuura (2005), pode este resíduo ser destinado a indústria de alimentos, química e farmacêutica.

6 CONCLUSÃO

As análises realizadas com o maracujá-amarelo produzido em Lavras (MG) mostraram que o albedo da fruta apresentou teores de nutrientes (lipídios, fibra bruta, proteínas e pectinas) maiores do que os da polpa. Sendo assim, o albedo do maracujá pode ser considerado uma fonte alternativa de nutrientes para produção de vários produtos como doces em calda, servindo de renda a muitos empreendedores, além de evitar também o desperdício de resíduos de alimentos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELIS, R.C. **Fisiologia da nutrição**: fundamentos para nutrição e desnutrição. São Paulo: EDART/EDUSP, 1977. v.1, 53p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington, 1990. v.1, 1213p.
- BITTER, V.; MUIR, H.M. A modifical uronic acid carbazole reaction. **Annals of Biochemistry**, New York, v.4, p.330-334, 1962.
- CAMARGO, P.; MORAES, C.; CANTERI, M.H.G.; FRANCISCO, A.C.; MAIA, L. Avaliação da desidratação da polpa do maracujá azedo pelo método “foam-mat”. In: SEMANA DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS, 6., 2008, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UTFPR, 2008. 1 CD-ROM.
- CHAN, H.T. Passion fruit, papaya and guava juices. In: NAGY, S.; CHEN, C.S.; SHAW, P.E. (Ed.). **Fruit juice processing technology**. Auburndale: Agscience, 1993. p.334-348.
- CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa Degener*) obtida por secagem. **Boletim CEPPA**, Maringá, v.23, n.2, p.221-230, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca**. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental, 2007. 21p.
- FERREIRA, R.A.; COLUSSI, F.; AYUB, R.A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá: aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.101-102, fev. 2004.
- GARCIA, O.H.; FARINAS, M.M. **La parchita maracuya (*Passiflora edulis f. Flavicarpa Degener*)**. Maracay: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1975. 82p.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M.F.V.; DANTAS, A.S.; MEDEIROS, R.L.S.; SANTOS, K.M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.825-827, out./dez. 2005.

HOLANDA, L.F.F.; SESSA, M.C.M.; MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W. Características físico-químicas e químicas do suco de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*, f. *flavicarpa*, Deg.) cultivado no município de Ubajara Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 1987. v.1, p.585-590.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos de composição de alimentos. 4.ed. São Paulo, 2005. 60p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estudo nacional da despesa familiar**: tabela de composição de alimentos. 5.ed. Rio de Janeiro, 1999. 137p.

KLIEMANN, E. **Extração e caracterização da pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*)**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LIMA, A.A.; CARDOSO, C.; SOUZA, J.S.; PIRES, M.M. **Comercialização do maracujazeiro**. Jaboticabal: Todafruta, 2006. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br/>>. Acesso em: 5 mar. 2009.

LIMA, H.M. **Farinha da casca do maracujá associada ao exercício físico no controle da lipídemia de ratas**. Lavras: UFLA, 2008. 105p.

MACHADO, S.S.; CARDOSO, R.L.; MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. Caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v.15, n.2, p.229-233, jul./dez. 2003.

MARTINS, C.B.; GUIMARÃES, A.C.L.; PONTES, M.A.N. **Estudo tecnológico e caracterização física, físico-química e química do maracujá (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) e seus subprodutos**. Fortaleza: Centro de Ciências Agrárias, 1985. 23p.

MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. Campinas: UNICAMP, 2005. 157p.

McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extration and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MENDONÇA, L.M.V.L.; CONCEIÇÃO, A.C.; PIEDADE, J.; CARVALHO, V.D.; THEODORO, V.C.A. Caracterização da composição química e do rendimento dos resíduos industriais do limão Tahiti (*Citrus latifolia Tanaka*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.870-874, out./dez. 2006.

MONTGOMERY, R.D. Cyanogen. In: LIENER, I.E. (Ed.). **Toxic constituents of plant foodstuff**. London: Academic, 1969. p.173-157.

NAMBISAN, B. Evaluation of the effect of various processing techniques on cyanogen content reduction in cassava. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.375, n.18, p.193-201, Aug. 1994.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.259-262, jul./set. 2002.

SILVA, S.R.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.254-258, jul./set. 2002.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The fenolic constituents of *Prunus domestica*. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.10, p.135-144, 1959.

TUNÇEL, G.; NOUT, M.J.R.; BRIMER, L. The effects of grinding, soaking and cooking on the degradation of amygdalin of bitter apricot seeds. **Food Chemistry**, London, v.53, n.2, p.447-451, Apr. 1995.

CAPÍTULO 3

ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS DE DOCES EM CALDA DO ALBEDO DE MARACUJÁ DURANTE ARMAZENAMENTO

1 RESUMO

O objetivo proposto neste capítulo foi analisar o efeito do tempo e da temperatura de armazenamento nas propriedades físico-químicas e microbiológicas do doce em calda do albedo de maracujá. Os doces foram armazenados nas temperaturas de 20°C, 30°C e 40°C e avaliados nos tempos 0, 30, 75, 120 e 165 dias. Os parâmetros de qualidade analisados foram: pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores, não-redutores e totais, umidade e atividade de água. Conclui-se que principalmente o tempo de armazenamento foi o fator que mais influenciou nas alterações físico-químicas do doce em calda do albedo de maracujá, onde os valores de pH e sólidos solúveis aumentaram tanto para o albedo quanto para a calda; a umidade e o conteúdo de açúcar redutor diminuíram para o albedo enquanto que aumentaram para a calda e a atividade de água diminuiu para o albedo e para a calda. Nas alterações microbiológicas, houve crescimento de microrganismos nos doces armazenados à 20°C no tempo de 165 dias, onde os resultados indicaram ser mais adequado o armazenamento em temperaturas acima da mesma.

Palavras – chave: processamento, parâmetro de qualidade, resíduos

2 ABSTRACT

The objective proposed in this chapter was to examine the effect of time and storage temperature on physico-chemical and microbiological sweet syrup of passion fruit albedo. The sweets were stored at temperatures of 20°C, 30°C and 40°C and evaluated at 0, 30, 75, 120 and 165 days. The quality parameters analyzed were pH, titratable acidity, soluble solids, reducing sugars, non-reducing and total, humidity and water activity. It is concluded that mainly the storage time was the most influential factor in physical-chemical properties of the sweet syrup of the albedo's fruit, where the values of pH and soluble solids increased for both the albedo and for the syrup, the moisture and the content of reducing sugar decreases to the albedo while increased to the syrup and water activity decreased to the albedo and the syrup. In microbiological changes, there was growth of microorganisms in stored fresh at 20°C in the time of 165 days, where the results indicated that the most appropriate storage at temperatures above it.

Key words: albedo, parameter of quality, waste

3 INTRODUÇÃO

O maracujá é um fruto de clima tropical, onde o Brasil se destaca como maior produtor mundial, sendo que a fruta é mais consumida na sua forma “*in natura*” chegando a 53%, o restante segue para a indústria de sucos e derivados. Desse restante, a casca representa cerca de 60% do peso do fruto e é um resíduo de interesse econômico e tecnológico, uma vez que pode ser usado como matéria-prima para elaboração de outros produtos alimentícios com valor nutricional como farinha, geleias, xaropes e doces em calda (Bruckner & Picanço, 2001; Oliveira et al., 2002; Córdova et al., 2005).

O processamento de doces em calda de frutas tem como objetivos conservar a fruta por mais tempo e propiciar sabor, cor e textura agradáveis ao alimento. A fruta é imersa em xarope concentrado de açúcar a altas temperaturas, fazendo com que o processo seja um cozimento com transferência de massa entre a fruta e o meio desidratante, no caso a sacarose, realizado com o auxílio do calor (Lenart & Lewick, 1990; Mavroudis et al., 1998).

O armazenamento de produtos por tempo prolongado pode alterar sua qualidade em função de vários fatores e dentre eles destaca-se a temperatura e tempo de armazenamento (Wesche-Ebeling et al., 1996; Albuquerque, 1997; Dervisi et al., 2001; Jawaheer et al., 2003; Wicklund et al., 2005).

Para o doce em calda do albedo de maracujá, especificamente em relação às alterações físico-químicas, há escassez de informações e por isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tempo e da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e microbiológicas de doce em calda do albedo do maracujá.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento Experimental

Foi seguido um planejamento fatorial cujos fatores e níveis avaliados foram: tempo (0, 30, 75, 120 e 165 dias) e temperatura (20°C, 30°C e 40°C), objetivando avaliar as alterações físico-químicas e microbiológicas do doce em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento. O experimento foi realizado com duas repetições utilizando o delineamento inteiramente casualizado.

4.2 Processamento dos doces em calda

Os frutos do maracujazeiro amarelo foram adquiridos no comércio de Lavras (MG). Apresentavam-se firmes e com coloração amarelada. Devido à sazonalidade, os frutos foram adquiridos no mês de abril de 2008.

Os maracujás foram lavados, sanitizados com água clorada a 200ppm durante 5 minutos, cortados manualmente e despolpados em despolpadeira.

As cascas foram cortadas verticalmente em quatro partes e submetidas à cocção sob pressão atmosférica por 5 minutos em um recipiente com água potável em quantidade suficiente para cobri-las. Posteriormente procedeu-se à retirada do flavedo (película amarela externa), com auxílio de uma colher.

A calda para posterior cozimento dos albedos foi previamente preparada na proporção (p/v) de açúcar/água de 1:2 e fervida à 70°C por aproximadamente 5 minutos, em tacho de aço inoxidável, obtendo-se uma concentração de sólidos solúveis igual a 40 °Brix, medida em refratômetro. Em seguida adicionou-se na calda suco de maracujá na proporção (p/v) de suco/açúcar + água de 1:14, assim foram levados a cocção durante 15 minutos. A cocção da calda juntamente com o albedo procedeu-se em tacho aberto de aço inoxidável com capacidade para cinco litros, com agitação manual e proporção (p/v) albedo/calda de 1:2. O

envase foi feito “a quente” em embalagens de vidro com capacidade para 250g, previamente esterilizadas por imersão em água em ebulição à 100°C por 15 minutos e fechadas com tampa de metal. Imediatamente os doces foram resfriados em água corrente à 15°C e armazenadas à temperatura ambiente por 20 dias, tempo previamente determinado para atingir o equilíbrio entre pH e Brix da calda e do albedo (Figueiredo et al., 2007).

Observa-se na Figura 1 o fluxograma do processo de fabricação de doce em calda.

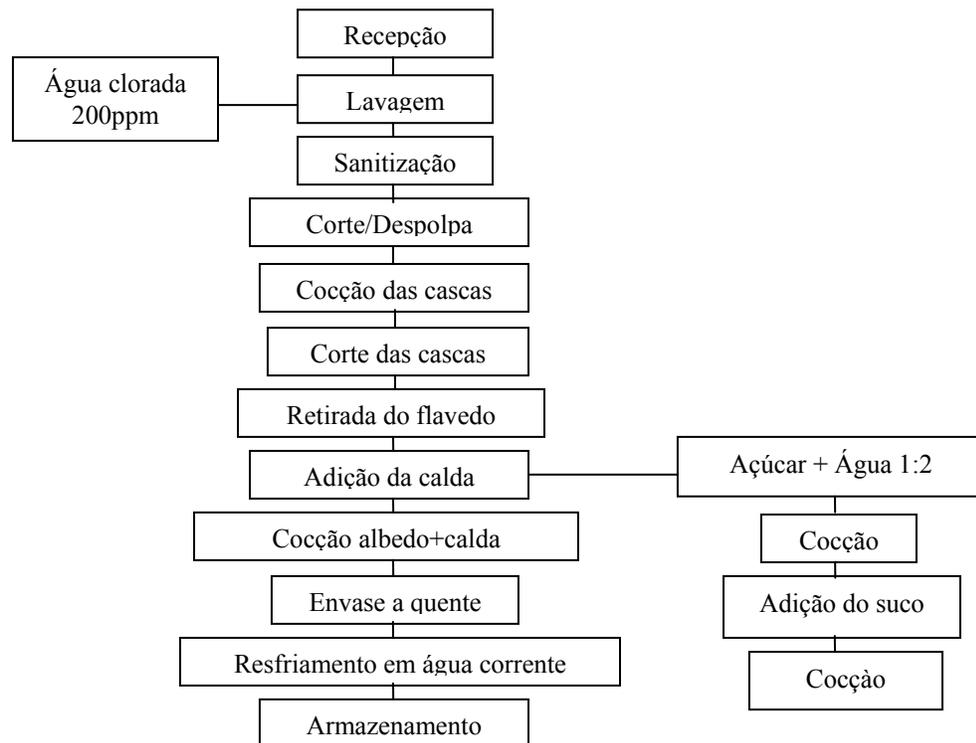


FIGURA 1 Fluxograma do processo de fabricação de doce em calda

Fonte: Pesquisa direta - 2007.

Após o processamento, e acondicionamento na embalagem, os doces foram estocados em câmaras com controle de temperatura, nas temperaturas de 20, 30 e 40°C, durante 165 dias visando à avaliação da influência da temperatura sobre as características físicas, químicas e microbiológicas dos doces durante o armazenamento.

4.3 Análises Físico-Químicas

Para as análises físico-químicas, o albedo foi retirado dos potes de doces e analisado separadamente, assim como a calda.

A análise de pH foi realizada pelo método potenciométrico em potenciômetro digital, modelo QUIMIS, tipo Q-400A, calibrado com soluções tampão (pH = 4 e pH = 7) para soluções ácidas em temperatura ambiente de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

A análise de acidez titulável foi feita por titulação com NaOH, 0,01 N, de acordo com a técnica descrita pela AOAC (1992) e expressa em mL de NaOH 0,01N por 100g da amostra. A determinação dos sólidos solúveis foi realizada por refratometria, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). As concentrações de açúcares redutores em glicose e de açúcares não redutores em sacarose foram analisadas pelo método de Somogyi-Nelson sendo as leituras de absorvância feitas em espectrofotômetro a 510 nm (AOAC, 1995). A umidade foi determinada pelo método gravimétrico descrito por Pereira et al. (2004).

A atividade de água foi determinada com amostras de aproximadamente 5g utilizando o equipamento Aqualab (Decagon modelo 3 TE, Decagon Devices Inc., WA, USA).

4.4 Análises Microbiológicas

Para determinação da presença de bolores e leveduras foi utilizada a técnica de diluição seriada em superfície (Sansón, 2000). Já para a *Salmonella sp* e coliformes totais a 35°C, foi utilizada técnica descrita por Silva et al. (1997).

4.5 Análise Estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA). Foram testados vários modelos de regressão a fim de explicar os efeitos do tempo e da temperatura nas análises físico-químicas, porém, devido às várias oscilações ocorridas, nenhum modelo se ajustou perfeitamente. Desse modo, para melhor apresentação dos resultados, foram feitos gráficos de dispersão para cada análise físico-química em função do tempo e/ou temperatura, de acordo com os resultados das análises de variância.

Os resultados das análises microbiológicas foram analisados por contagem visual de microrganismos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Análises físico-químicas

Observa-se nas Tabelas 1 e 2 um resumo das análises de variância para os resultados das análises físico-químicas do albedo e da calda do doce.

TABELA 1 Resumo das análises de variância dos resultados das análises físico-químicas do albedo do doce em calda

Fonte de Variação	G.L.	p Valor das Variáveis							
		pH	SS	Aw	ATT	Umidade	AT	AR	ANR
Tempo (dias)	4	0,01*	0,01*	0,22	0,49	0,01*	0,07	0,01*	0,09
Temperatura (°C)	2	0,78	0,93	0,04*	0,22	0,95	0,54	0,78	0,27
t x T	8	0,99	0,99	0,87	0,63	1,00	0,86	1,00	0,86
CV (%)		2,58	30,83	11,24	15,91	14,96	11,07	18,35	25,27

SS – Sólidos solúveis; Aw – Atividade de água; ATT – Acidez total titulável; AT – Açúcares totais; AR – Açúcares redutores; ANR – Açúcares não redutores

TABELA 2 Resumo das análises de variância das variáveis físico-químicas da calda do doce em calda

Fonte de Variação	G.L.	p Valor das Variáveis							
		pH	SS	Aw	ATT	Umidade	AT	AR	ANR
Tempo (dias)	4	0,01*	0,03*	0,40	0,54	0,01*	0,07	0,01*	0,44
Temperatura (°C)	2	0,99	0,63	0,03*	0,15	0,89	0,63	0,95	0,14
t x T	8	0,99	0,94	0,96	0,68	1,00	0,96	0,95	0,76
CV (%)		2,10	30,81	1,36	10,93	19,45	18,54	27,32	21,32

SS – Sólidos solúveis; Aw – Atividade de água; ATT – Acidez total titulável; AT – Açúcares totais; AR – Açúcares redutores; ANR – Açúcares não redutores

Verificou-se que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre o tempo e a temperatura para as variáveis físico-químicas do albedo e da calda do doce de maracujá.

Para o albedo e para a calda do doce de maracujá houve variação significativa ($p \leq 0,05$) do pH, sólidos solúveis, umidade e açúcares redutores durante o tempo de armazenamento. Em relação às temperaturas de

armazenamento ocorreu variação significativa ($p \leq 0,05$) apenas para a atividade de água.

Observa-se na Figura 1 que os valores de pH tanto para o albedo quanto para a calda aumentaram até os 30 dias de armazenamento e diminuíram até os 120 dias. A partir daí voltaram a aumentar até o último tempo de armazenamento (165 dias), obtendo valores superiores aos do tempo zero.

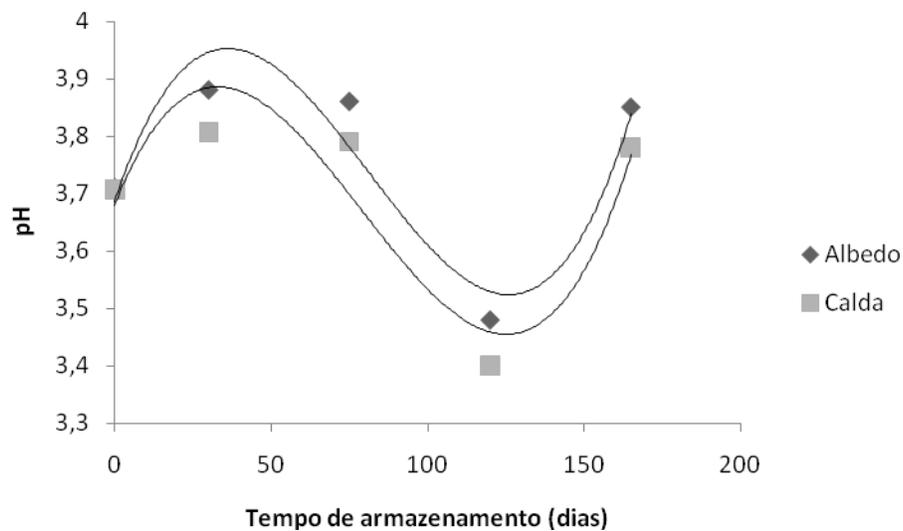


FIGURA 1 Média dos valores de pH do albedo e da calda em função do tempo de armazenamento.

De acordo com Jackiz (1982) e Baruffaldi & Oliveira (1998) após o equilíbrio entre a fruta e a calda, o pH deve ser menor que 4,5, valores estes encontrados em todos os tempos de armazenamento do doce em calda do albedo de maracujá.

O aumento do pH em função do tempo tanto para o albedo quanto para a calda do doce pode ter sido consequência da diminuição da acidez total do doce (Cardoso et al., 2000).

De acordo com a Figura 2, os teores de sólidos solúveis tanto para o albedo quanto para a calda se mantiveram praticamente constantes até os 120 dias, mantendo em aproximadamente 50°Brix. A partir daí aumentam se estabilizando em 100°Brix para a calda e 80°Brix para o albedo.

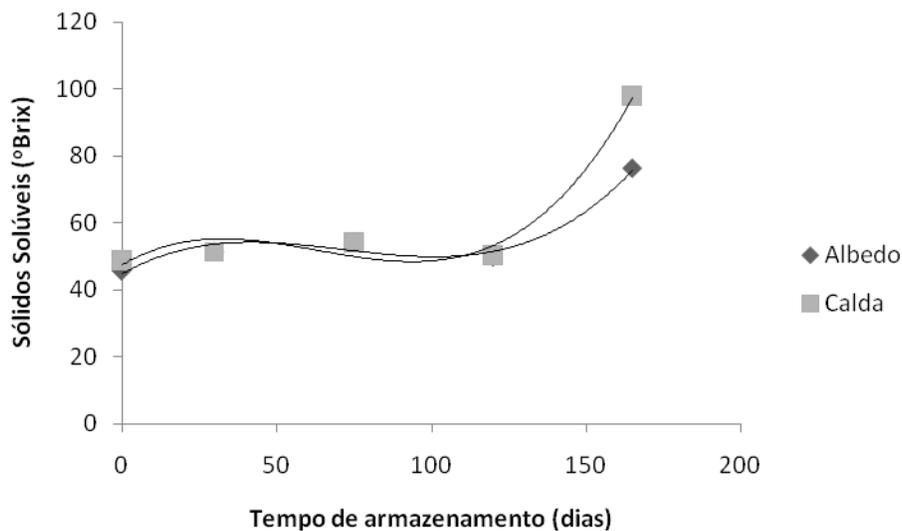


FIGURA 2 Média dos valores de sólidos solúveis do albedo e da calda em função do tempo de armazenamento.

De acordo com Morita et al. (2005), o aumento do teor de sólidos solúveis do albedo ocorreu devido à perda de água durante a transferência de massa entre o albedo e a solução de açúcar e pela absorção de açúcar pela fruta, aumentando a concentração de sólidos naturais do albedo.

Observa-se na Figura 3 que tanto o albedo quanto a calda aumentaram o teor de umidade até os 50 dias de armazenamento, diminuindo em seguida até os 120 dias. A partir daí voltaram a aumentar até os 165 dias, se estabilizando em 65% para o albedo e 70% para a calda.

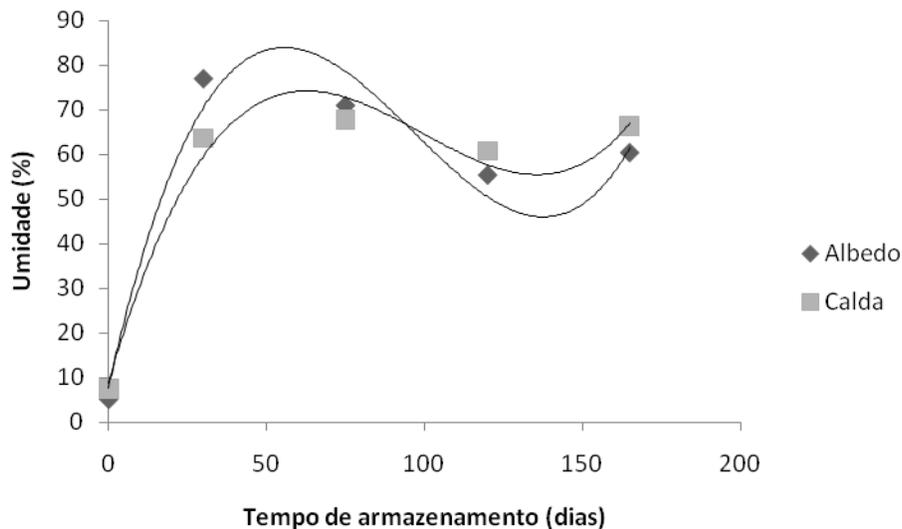


FIGURA 3 Média dos valores de umidade do albedo e da calda em função do tempo de armazenamento.

Esse aumento deve-se ao fato da calda entrar em contato com o albedo ocorrendo passagem da água da calda para o albedo, provocando um aumento no teor de umidade deste (Bobbio & Bobbio, 2001).

O mesmo ocorreu para geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa (Damiani et al., 2009). Verificou-se, também, que a substituição da polpa pela casca acima de 50%, pode diminuir a vida-de-prateleira dos doces, uma vez que o alto teor de umidade facilita o crescimento de fungos filamentosos e leveduras, como é o caso dos doces armazenados à 20°C.

A alta umidade ocasionando a proliferação de microrganismos foi observado por Nachtigall et al. (2004) analisando geleias light de amora-preta e por Oliveira et al. (2006) estudando as isotermas de dessecção da casca do maracujá.

De acordo com a Figura 4 o teor de açúcar redutor para o albedo aumentou até os 60 dias e diminuiu até o último tempo de armazenamento. Para a calda, o teor de açúcar redutor aumentou até os 90 dias, em seguida diminuiu gradativamente até os 165 dias de armazenamento.

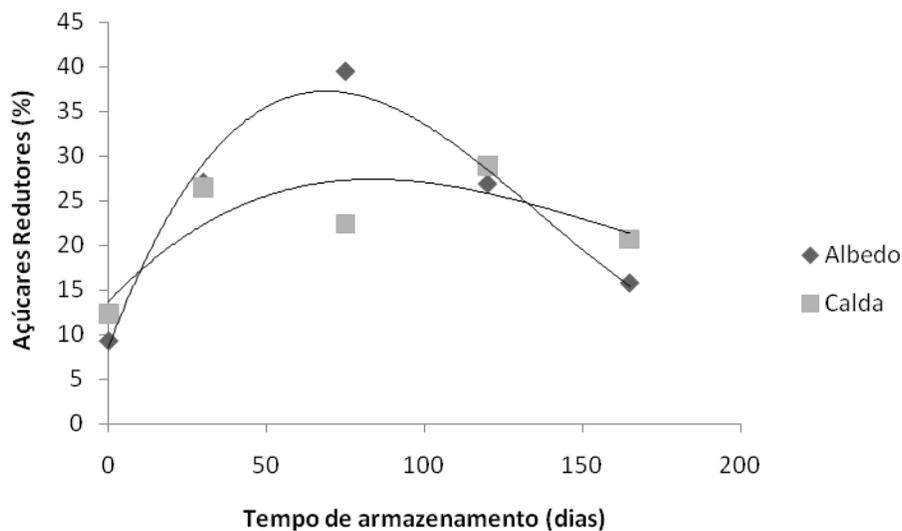


FIGURA 4 Média dos valores de açúcares redutores do albedo e da calda em função do tempo de armazenamento.

Essa diminuição pode ter ocorrido devido ao aumento da umidade da calda do doce em calda ou pela degradação e/ou transformação dos açúcares redutores em outros açúcares, ou ainda por outros componentes (Pereira et al., 2006)

Soares et al. (2001) ao estudarem a acerola após a desidratação pelo processo de secagem em camada de espuma, também verificaram a redução no teor de açúcares redutores com o tempo de armazenamento.

Observa-se na Figura 5 que tanto o albedo quanto a calda apresentaram o mesmo comportamento ao longo do tempo, ou seja, o teor de atividade de

água diminuiu a medida que se aumentava a temperatura de armazenamento. Porém, a partir dos 40°C a atividade de água tanto do albedo quanto da calda começou a aumentar.

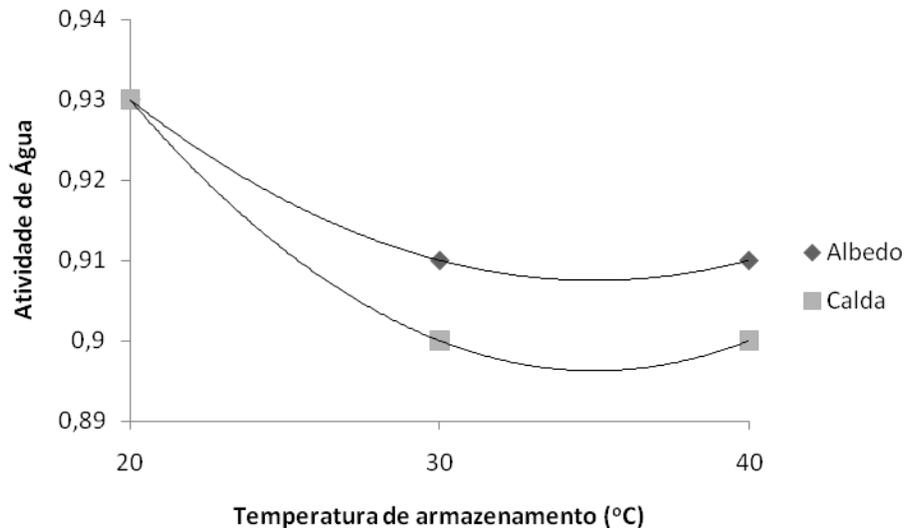


FIGURA 5 Média dos valores de atividade de água do albedo e da calda em função da temperatura de armazenamento.

Sato & Cunha (2005) analisaram a transferência de massa durante o processamento de goiabas em calda e observaram que os valores de atividade de água foram menores a temperaturas de processo mais elevadas, como o observado no presente trabalho.

Outros autores como Lazarides et al. (1995), Talens et al. (2002), Rastogi & Raghavarao (2004) e Ferrari et al. (2005), realizaram trabalhos similares, onde os autores afirmam que maiores taxas de perda de água são obtidas com a combinação de alta temperatura e concentração da solução hipertônica.

5.2 Análises Microbiológicas

Observam-se na Tabela 3 os resultados das análises microbiológicas dos doces em calda do albedo de maracujá durante o armazenamento.

De acordo com a Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 da Secretaria de Vigilância Sanitária, para serem considerados estáveis, os doces em calda devem apresentar ausência de *Salmonella* em 25g de amostra, contagem máxima de 1 Coliforme a 35°C/g de amostra e contagem máxima de 10^4 UFC de fungos filamentosos e leveduras. Embora não exigida pela legislação a contagem de coliformes a 35°C foi realizada, pois sua presença indica contaminação do produto após processamento (Siqueira, 1995; ANVISA, 2001).

TABELA 3 Resultado das análises microbiológicas dos doces em calda do albedo de maracujá

Doces em calda do albedo de maracujá	Salmonellas em 25g	Bolores e leveduras (UFC/g)	Coliformes totais (UFC/g)
Tempo 0	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 30 a 20°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 30 a 30°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 30 a 40°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 75 a 20°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 75 a 30°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 75 a 40°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 120 a 20°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 120 a 30°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 120 a 40°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 165 a 20°C	Ausência	>10 ⁴ UFC	Ausência
Tempo 165 a 30°C	Ausência	Ausência	Ausência
Tempo 165 a 40°C	Ausência	Ausência	Ausência

Verificou-se que os doces mantiveram-se microbiologicamente estáveis até o tempo de 120 dias. No tempo 165 dias, os doces armazenados à 20°C tiveram contagem de fungos filamentosos acima de 10⁴ UFC por placa analisada, devido à temperatura de 20°C ser uma temperatura ótima para crescimento de fungos em doces em calda. A ausência de coliformes totais e *Salmonella* indicaram que os doces foram processados de acordo com os padrões de qualidade sanitária exigidos pela legislação.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, concluiu-se que o tempo de armazenamento foi o fator que mais influenciou nas alterações físico-químicas do doce em calda do albedo de maracujá, onde os valores de pH, sólidos solúveis, umidade e açúcares redutores aumentaram tanto para o albedo quanto para a calda quando comparados os teores finais com os iniciais; porém a atividade de água diminuiu para o albedo e para a calda em função da temperatura de armazenamento. Nas alterações microbiológicas, houve crescimento de fungos nos doces armazenados à 20°C no tempo de 165 dias, onde os resultados indicaram ser mais adequado o armazenamento em temperaturas acima da mesma. Houve ausência, em todos os tempos e temperaturas de armazenamento, de coliformes e salmonella no doce em calda.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico para a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legisl/resol.htm>>. Acesso em: 15 maio 2009.

ALBUQUERQUE, J.P. Fatores que influem no processamento de geléias e geleadas de frutas. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v.31, n.1, p.62-67, jan. 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists**. 12.ed. Washington, 1992. 1094p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, 1995. v.1, 1075p.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 317p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2001. 143p.

BRUCKNER, C.R.; PICANÇO, M.C. (Ed.). **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 472p.

CARDOSO, R.L.; ONIGENO, A.L.; COSTA, J.A.; SANTIAGO, S.M. Influência de diferentes temperaturas de estocagem no teor de acidez total, sólidos solúveis totais e pH do jambo (*Eugenia malaccensis* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, v.12, n.1/2, p.15-21, jan./dez. 2000.

CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.2, p.221-230, jul./dez. 2005.

DAMIANI, C.; VILAS-BOAS, E.V.B.; CALIARI, M.; PAULA, M.L.; ASQUIERI, E.R. Avaliação química de geléias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em substituição à polpa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.177-184, jan./fev. 2009.

DERVISI, P.; LAMB, J.; ZABETAKIS, I. High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and color properties. **Food Chemistry**, London, v.73, n.1, p.85-91, Jan. 2001.

FERRARI, C.C.; RODRIGUES, L.K.; TONON, R.V.; HUBINGER, M.D. Cinética de transferência de massa de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p.222-231, jul./set. 2005.

FIGUEIREDO, L.P.; VALENTE, W.A.; DIAS, M.V.; PEREIRA, P.A.P.; PEREIRA, A.G.T.; BORGES, S.V.; QUEIROZ, F. Determinação do tempo de equilíbrio para acidez e concentração de caldas de doce de casca de maracujá em calda. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO, 3.; CONGRESSO BRASILEIRO DE HIGIENISTAS DE ALIMENTOS, 9.; ENCONTRO NACIONAL DE CENTROS DE CONTROLE DE ZONÓSES, 12.; ENCONTRO NACIONAL DO SISTEMA BRASILEIRO DE INSPEÇÃO DOS PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL, 1., 2007, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBZ, 2007. p.21.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 2.ed. São Paulo, 1985. 371p.

JACKIX, M.H.H. **Industrialização de frutas em calda e cristalizadas, geléias e doces em massa**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1982. 254p. (Série Tecnologia Agroindustrial).

JAWAHEER, B.; GOBURDHUN, D.; RUGGOO, A. Effect of processing and storage of guava into jam and juice on the ascorbic acid content. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.58, n.3, p.1-12, Mar. 2003.

LAZARIDES, H.N.; KATSANIDIS, E.; NICKOLAIDIS, A. Mass transfer during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.25, n.2, p.151-166, June 1995.

- LENART, A.; LEWICKI, P.P. Osmotic dehydration of carrots at high temperature. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.2, n.4, p.731-740, Oct. 1990.
- MAVROUDIS, N.E.; GEKAS, V.; SJÖHOLM, I. Osmotic dehydration of apples: effects of agitation and raw materials. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.35, n.2, p.191-209, Feb. 1998.
- MORITA, A.S.; GOIS, V.A.; PRAÇA, E.F.; TAVARES, J.C.; ANDRADE, J.C.; COSTA, F.B.; SOIZA, A.H. Cristalização de melão pelo processo lento de açucaramento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.705-708, maio/jun. 2005.
- NACHTIGALL, A.M.; ZAMBIAKI, R.C.; CARVALHO, D.S. Geléia light de hibisco: características físicas e químicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.2, p.155-161, 2004.
- OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.259-262, jul./set. 2002.
- OLIVEIRA, M.M.; CAMPOS, A.R.N.; DANTAS, J.P.; GOMES, J.P.; SILVA, F.L.H. Isotermas de dessorção da casca do maracujá (*Passiflora edulis* Sims): determinação experimental e avaliação de modelos matemáticos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1624-1629, set./out. 2006.
- PEREIRA, I.E.; QUEIROZ, A.J.M.; FIGUEIREDO, R.M.F. Características físico-químicas do tomate em pó durante o armazenamento. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.6, n.1, p.83-90, jan./jun. 2006.
- PEREIRA, J.; CIACCO, C.F.; VILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.494-500, out./dez. 2004.
- RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: considering fickian diffusion in cubical configuration. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v.37, n.1, p.43-47, Feb. 2004.

SANSÓN, J.M. **Introduction to food and airbourne fungi**. Denmark: Techinal University of Denmark, 2000. 313p.

SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L. Avaliação da cor, textura e transferência de massa durante o processamento de goiabas em calda. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v.8, n.2, p.149-156, abr./jun. 2005.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 295p.

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159p.

SOARES, E.C.; OLIVEIRA, G.S.F.; MAIA, G.A.; MONTEIRO, J.C.S.; SILVA, A. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p.164-170, maio/ago. 2001.

TALENS, P.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; FITO, P.; CHIRALT, A. Changes in optical and mechanical properties during osmodehydrofreezing of kiwi fruit. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, New York, v.3, n.2, p.191-199, June 2002.

WESCHE-EBELING, P.; ARGAIZ-JAMET, A.; HERNANDEZ-PORRAS, L.G.; LÓPEZ-MALO, A. Preservation factors and processing effects on anthocyanin pigments in plums. **Food Chemistry**, London, v.57, n.3, p.399-403, 1996.

WICKLUND, T.; ROSENFELD, H.J.; MARTINSEN, B.K.; SUNDFOR, M.W.; LEA, P.; BRUUN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and color of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technology**, London, v.38, n.4, p.387-391, Apr. 2005.

CAPÍTULO 4

ALTERAÇÕES DA TEXTURA E DA COR EM DOCES EM CALDA DO ALBEDO DE MARACUJÁ DURANTE ARMAZENAMENTO

1 RESUMO

O objetivo proposto neste trabalho foi avaliar o efeito do tempo e da temperatura de armazenamento nas propriedades de cor e de textura do doce em calda do albedo de maracujá. Os doces foram armazenados nas temperaturas de 20°C, 30°C e 40°C e avaliados nos tempos 0, 30, 75, 120 e 165 dias. Durante o tempo de armazenamento, tanto para a calda quanto para o albedo, o parâmetro de cor L diminuiu aproximadamente 28%, indicando escurecimento do produto. Assim como o parâmetro b*, que diminuiu cerca de 20% para a calda do doce. O parâmetro de cor a* aumentou aproximadamente 18% para o albedo e 27% para a calda. Para a textura houve um decréscimo de acordo com o binômio tempo/temperatura indicando que os doces armazenados em temperaturas mais altas por mais tempo apresentaram valores de firmeza menores quando comparados com os armazenados em temperaturas menores e por menos tempo.

Palavras – chave: propriedades físicas, resíduo, qualidade, processamento de alimentos

2 ABSTRACT

The aim of the present paper was to evaluate the effect of time and temperature of storage on color and texture of the sweet syrup of albedo's fruit. The sweets were stored at temperatures of 20°C, 30°C and 40°C and evaluated at 0, 30, 75, 120 and 165 days. During the storage time for both the syrup and for the albedo, the color parameter L was reduced by approximately 28%, indicating darkening of the product. Also the parameter b* decreased by 20% for the sweet syrup. The color parameter a* increased approximately 18% for the albedo and 27% for syrup. For the texture was a decrease according to the binomial time/temperature indicating that the candy stored at higher temperatures for longer periods have lower strength values compared to those stored at lower temperatures and for shorter periods.

Key words: physical properties, fruit, quality.

3 INTRODUÇÃO

A cor dos alimentos é um dos atributos sensoriais de maior importância na aceitação dos mesmos pelo consumidor e depende dos pigmentos presentes. Estes são dependentes da constituição química do alimento bem como das condições de armazenamento, principalmente da temperatura e do tempo (Garzon & Wrolstad, 2002; Ozkan et al., 2002; Freitas & Jerônimo, 2005; Wicklund et al., 2005; Chim et al., 2006; Martins et al., 2007).

O suco de maracujá é rico em carotenóides de coloração amarela, assim, quando adicionado à calda, produzida para o doce em calda de albedo de maracujá, conferem uma coloração amarela à mesma (Silva & Mercadante, 2002).

No processo para produção de doces em calda, o albedo, de coloração branca adquire uma coloração amarelada devido ao fluxo osmótico de substâncias da calda para albedo e vice-versa, alterando também a cor da calda (Lira Filho, 1995; Oliveira et al., 2002).

Segundo vários autores a estabilidade da cor de produtos como doces em calda é afetada pela temperatura, pH, oxigênio, concentração de açúcar, tempo de armazenamento e adição de ácido ascórbico, sendo a temperatura o fator mais importante para a degradação da cor dos pigmentos (With et al., 1993; Wesche-Ebeling et al., 1996; Albuquerque, 1997; Dervisi et al., 2001; Jawaheer et al., 2003; Wicklund et al., 2005; Policarpo et al., 2007).

A cor dos carotenos e carotenóides (pigmentos naturais) varia do amarelo ao vermelho escuro. São mais estáveis que as antocianinas, apresentam estabilidade na faixa de pH da maioria dos alimentos, não são destruídos por substâncias redutoras como o ácido ascórbico, sendo degradados por oxidação (Iaderoza & Draetta, 1991).

A textura é outro aspecto importante na qualidade dos alimentos, e às vezes é até mais importante que o sabor e a cor, sendo que um pequeno desvio na textura pode ser considerado um defeito na qualidade do produto (Ragae, 2003).

A textura de frutas, notadamente da casca, é conferida por substâncias pécticas presentes nos seus tecidos, tais como ácidos pécticos, pectina e protopectina. Com o amadurecimento das frutas, tais compostos perdem gradativamente sua textura tornando-se mais macios. Isso ocorre devido à degradação das substâncias pécticas por enzimas pécticas que podem ser endógenas ou produzidas por microrganismos (Prati et al., 2002; Vu et al., 2004).

Devido ao exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tempo e da temperatura de armazenamento nas alterações de textura e de cor do doce em calda do albedo de maracujá, durante o armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento Experimental

Foi seguido um planejamento fatorial cujos fatores e níveis avaliados foram: tempo (0, 30, 75, 120 e 165 dias) e temperatura (20°C, 30°C e 40°C), objetivando avaliar as alterações nas propriedades de textura do albedo e de cor do albedo e da calda separadamente durante o armazenamento. O experimento foi realizado com duas repetições utilizando o delineamento inteiramente casualizado.

4.2 Processamento do doce em calda do albedo de maracujá

O doce em calda do albedo de maracujá foi processado conforme descrito no item 4.2 do capítulo 3.

4.3 Análises Físicas

4.3.1 Análise de Textura

Foi realizada por meio da determinação de resistência ao corte em texturômetro TAX-T2i (Stable Micro Systems, Goldaming, England) operando com software *Texture Expert*. Utilizou-se uma sonda com curso de penetração de 40 mm. Foram feitas sete replicatas de cada doce em calda. As amostras foram cortadas em cubos de 2 x 2 cm e os resultados foram expressos em Newton (N).

4.3.2 Análise de Cor

A cor foi realizada em colorímetro marca Minolta Modelo CR – 400 (Minolta Corporation, Osaka, Japão) sistema Hunter Lab, trabalhando com D65 (luz do dia), com resultados expressos em valor L (luminosidade), a (negativo = verde, positivo = vermelho) e b (positivo = amarelo, negativo = azul). As

leituras foram realizadas em sextuplicata tanto para a calda quanto para o albedo.

4.4 Análises Estatísticas

Os resultados das análises de cor e de textura foram analisados por meio da análise de variância (ANOVA). Foram testados vários modelos de regressão a fim de explicar os efeitos do tempo e da temperatura nas análises de cor e de textura, porém, devido às várias oscilações ocorridas, nenhum modelo se ajustou perfeitamente. Desse modo, para melhor apresentação dos resultados, foram feitos gráficos de dispersão para os parâmetros de cor e de textura em função do tempo e/ou temperatura, de acordo com os resultados das análises de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 é apresentado um resumo das análises de variância para as propriedades físicas do doce de albedo em calda.

TABELA 1 Resumo das análises de variância dos resultados das análises do albedo do doce em calda

Causas de Variação	G.L.	p Valor das Variáveis de cor e de textura						
		Firmeza do albedo	Cor L Albedo	Cor a Albedo	Cor b Albedo	Cor L Calda	Cor a Calda	Cor b Calda
Tempo (dias)	4	0,09	0,00*	0,00*	0,09	0,00*	0,00*	0,00*
Temperatura (°C)	2	0,05	0,65	0,49	0,28	0,82	0,93	0,97
t x T	8	0,02*	0,99	0,99	0,93	0,99	1,00	0,99
Erro	15							
CV (%)		23,88	7,31	6,75	14,96	4,88	5,31	12,53

Verificou-se que não houve interação significativa ($p > 0,05$) da temperatura para as variáveis de cor e de textura do albedo e da calda do doce de maracujá.

Para o albedo e para a calda do doce de maracujá houve variação significativa ($p \leq 0,05$) da firmeza do albedo, dos parâmetros de cor L e a* do albedo e da calda, e do parâmetro de cor b* da calda durante o tempo de armazenamento. Em relação ao tempo e à temperatura de armazenamento ocorreu variação significativa ($p \leq 0,05$) apenas para a firmeza do albedo.

Observam-se na Figura 1 os valores da firmeza do doce em calda em relação ao tempo e a temperatura de armazenamento.

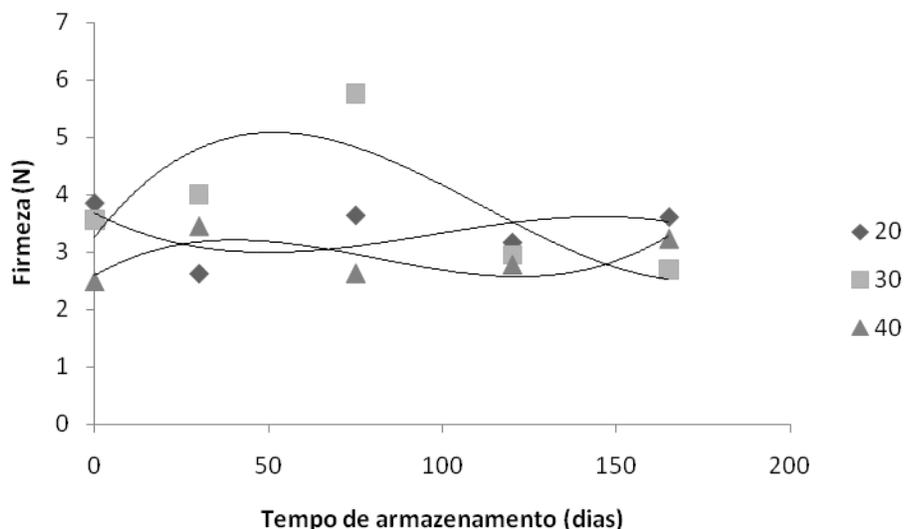


FIGURA 1 Média dos valores de firmeza do doce em calda em função do tempo e temperatura de armazenamento.

A firmeza do albedo sofreu oscilações durante todo o tempo de armazenamento do doce em calda. Os doces armazenados à 20°C praticamente mantiveram os valores de firmeza ao longo do tempo, se estabilizando em 3,8N. Observa-se, aos 165 dias, que os doces armazenados à 20°C apresentaram-se mais firmes que os doces armazenados em temperaturas mais altas. Isso pode ser explicado pela maior entrada de solutos, favorecida pelas altas temperaturas. Assim, os doces armazenados à 40°C apresentaram-se menos firmes (Sato & Cunha, 2005).

Os doces armazenados à 30°C foram os que mais tiveram seus valores alterados em relação ao tempo, aumentando até os 50 dias de armazenamento e em seguida diminuindo até os 165 dias, estabilizando em 2,5N aproximadamente.

Já os doces armazenados à 40°C praticamente mantiveram os valores de firmeza do albedo estáveis, estabilizando em 3,5N.

Segundo Ng et al. (1998), produtos armazenados à temperaturas muito elevadas causam “amolecimento” do tecido vegetal. Sendo assim, é possível que a temperaturas mais altas a estrutura celular do albedo do maracujá já tenha sido fortemente degradada e tenha, conseqüentemente, perdido a elasticidade que passa a não ser mais compensada pela entrada de solutos.

Verifica-se na Figura 2 a alteração dos valores do parâmetro L de cor do albedo e da calda em função do tempo de armazenamento do doce em calda.

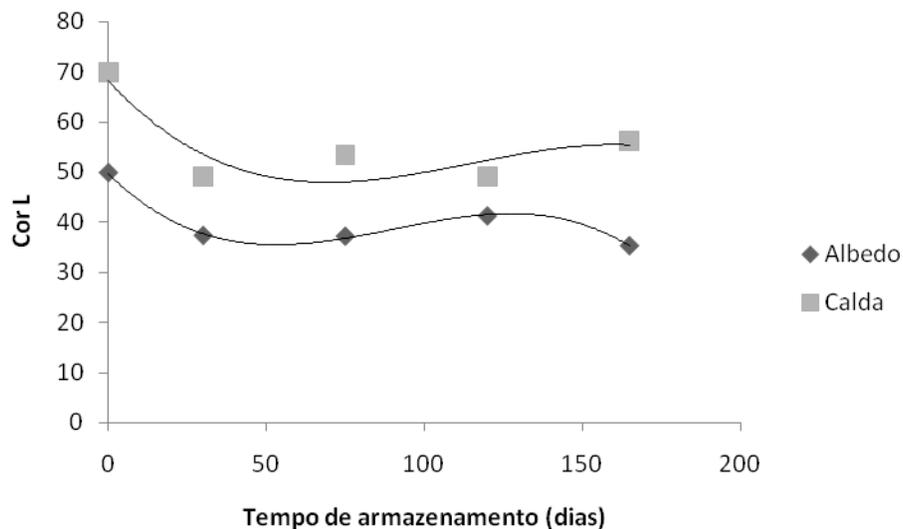


FIGURA 2 Média do parâmetro de cor L do albedo e da calda do doce em calda em função do tempo de armazenamento.

O valor do parâmetro de cor L para o albedo no doce em calda inicia em 50, enquanto que para a calda inicia em 70, ambos apresentaram um decréscimo ao longo do tempo, porém o albedo estabilizou em 35 e a calda em 55, indicando

que tanto o albedo quanto a calda sofreram a mesma variação em relação ao parâmetro de cor L, escurecendo ao longo do tempo. Este decréscimo da luminosidade durante o armazenamento pode ser atribuído à auto-oxidação ocorrida nos carotenóides ao longo do tempo, originando compostos fenólicos que escureceram o produto (Fennema, 1992; Ramesh et al., 2001; Policarpo et al., 2003, 2007; Lin & Chen, 2005).

Observa-se na Figura 3 a alteração dos valores do parâmetro de cor a* de cor do albedo e da calda em função do tempo de armazenamento do doce em calda.

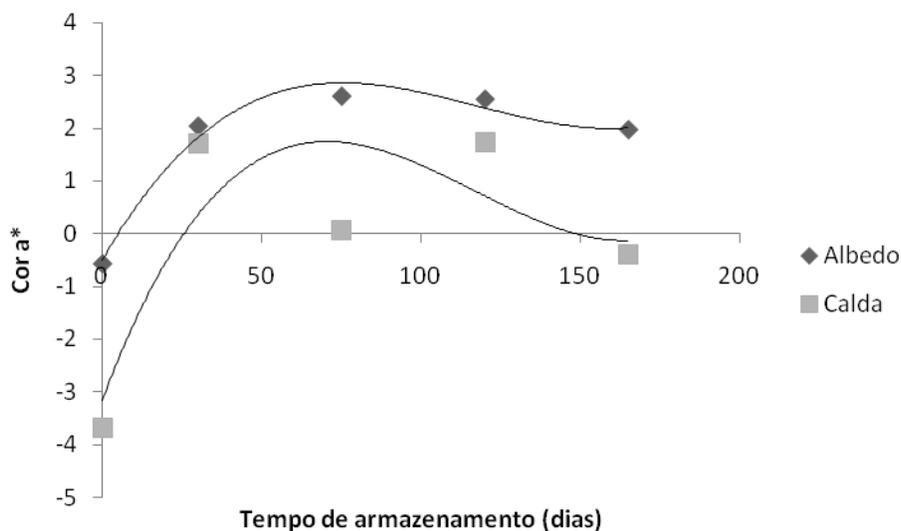


FIGURA 3 Média do parâmetro de cor a* do albedo e da calda do doce em calda em função do tempo de armazenamento.

Observa-se que o valor do parâmetro de cor a* tanto para o albedo quanto para a calda aumentaram até os 75 dias de armazenamento, em seguida diminuíram até os 165 dias. Para o albedo, os valores ainda permaneceram positivos, indicando tendência à cor escura para o mesmo; já para a calda os

valores permaneceram negativos. Isso pode ser explicado pelas alterações ocorridas nos carotenóides de acordo com o tempo e pela concentração de oxigênio durante o armazenamento, sofrendo assim auto-oxidação originando compostos fenólicos que escurecem o produto (Fennema, 1992; Ramesh et al., 2001; Policarpo et al., 2003, 2007; Lin & Chen, 2005).

Cardoso et al. (1997) observaram decréscimo da cor vermelha ao longo do tempo de armazenamento da geléia de jambo, com influência direta da luz e da temperatura. Resultados semelhantes foram observados por Garcia-Alonso et al. (2003) em um produto à base de suco concentrado de uva, amora-preta, framboesa, cereja e groselha preta. Segundo os autores, as condições de armazenamento afetaram a cor e as concentrações dos compostos antioxidantes.

Observa-se na Figura 4 a alteração dos valores do parâmetro de cor b^* da calda em função do tempo de armazenamento do doce em calda.

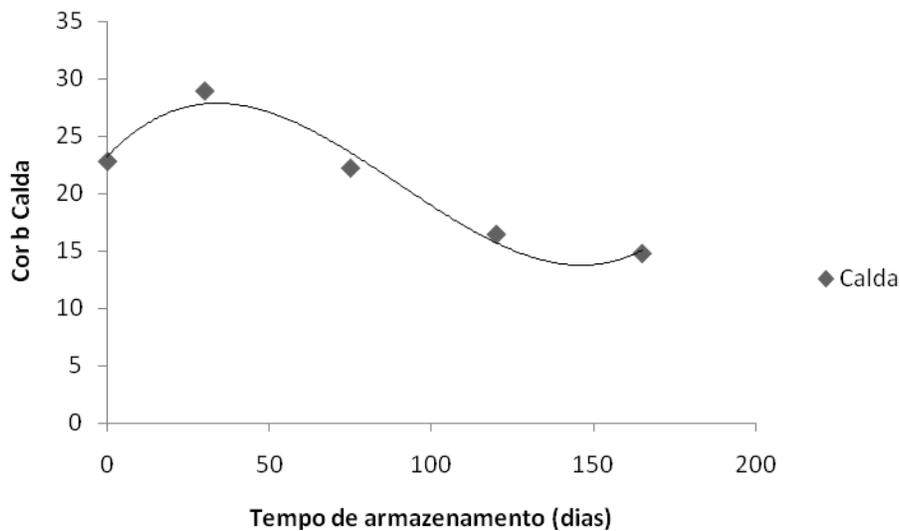


FIGURA 4 Média do parâmetro de cor b^* da calda do doce em calda em função do tempo de armazenamento.

Os valores do parâmetro de cor b^* aumentaram até os 30 dias de armazenamento e em seguida diminuíram até os 165 dias, mostrando que a coloração amarela diminuiu com o tempo, ficando mais escura. Com o passar do tempo são alterados os principais componentes da cor, sendo que a alteração na cor amarela pode ocorrer devido à oxidação e degradação térmica dos carotenóides (Garza et al., 1999; Oliveira et al., 2002; Dias, 2007; Policarpo et al., 2007; Figueiredo et al., 2008).

6 CONCLUSÃO

Durante o tempo de armazenamento, tanto para a calda quanto para o albedo, os parâmetros de cor L diminuíram, tendendo ao escurecimento do produto. O parâmetro de cor a* aumentou em relação ao tempo zero tanto para o albedo quanto para a calda, tendendo assim, o produto a uma cor avermelhada. O parâmetro de cor b* da calda diminuiu em relação ao tempo de armazenamento, mantendo valores positivos, tendendo também ao escurecimento do produto. Para a textura houve um decréscimo da firmeza de acordo com o binômio tempo/temperatura, indicando que os doces armazenados em temperaturas mais altas (30 e 40°C) por mais tempo (165 dias) apresentam valores de firmeza menores quando comparados com os armazenados a temperaturas menores e por menos tempo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.P. Fatores que influem no processamento de geléias e geleadas de frutas. *Boletim SBCTA*, Campinas, v.31, n.1, p.62-67, jan./jun. 1997.
- CARDOSO, R.L.; FERREIRA, V.L.P.; MONTGOMERY, M.W.; YOTSUYANAGI, K. Efeito do tempo, luz e temperatura na cor da geléia de jambo vermelho (*Eugeniamalaccensis*, Lin). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.17, n.1, p.28-31, jan./mar. 1997.
- CHIM, J.F.; ZAMBIAZI, R.C.; BRUSCATTO, M.H. Doces em massa light de morango: caracterização físico-química e sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.3, p.295-301, jul./set. 2006.
- DERVISI, P.; LAMB, J.; ZABETAKIS, I. High pressure processing in jam manufacture: effects on textural and color properties. **Food Chemistry**, London, v.73, n.1, p.85-91, Jan. 2001.
- DIAS, M.V. Análise de textura e cor de doces em massa de casca de maracujá (*passiflora edulis sims f.flavicarpa*). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 20., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. 1 CD-ROM.
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 1992. 1095p.
- FIGUEIREDO, L.P.; DIAS, M.V.; VALENTE, W.A.; PEREIRA, P.A.P.P.; PEREIRA, A.G.T.; BORGES, S.V. Influência de parâmetros do processo sobre as determinações de cor e textura de doces de casca de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) em calda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: UFES, 2008. 1 CD-ROM.
- FREITAS, D.G.C.; JERONIMO, E.M. Elaboração e aceitação sensorial de doce de tomate em calda. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.1, p.37-46, jan./jun. 2005.
- GARCIA-ALONSO, F.J.; PERIAGO, M.J.; VIDAL-GUEVARA, M.L.; CANTOS, E.; ROS, G.; FERRERES, F.; ABELLAN, P. Assessment of the antioxidant properties during storage of a dessert made from grape, cherry and berries. **Journal of Food Science**, Chicago, v.68, n.4, p.1525-1530, 2003.

GARZA, S.; IBARZ, A.; PAGÁN, J.; GINER, J. Non-enzymatic browning in peach puree during heating. **Food Research International**, Barking, v.32, n.5, p.335-343, June 1999.

GARZÓN, G.A.; WROLSTAD, R.E. Comparison of the stability of pelargonidin-based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. **Journal Food of Science**, Chicago, v.67, n.4, p.1288-1299, Apr. 2002.

IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S. Enzimas e pigmentos: influências e alterações durante o processamento. In: SOLER, M.P.; BLEINROTH, E.W.; IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S. **Industrialização de frutas**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1991. cap.4, p.17-31. (Manual Técnico, 8).

JAWAHEER, B.; GOBURDHUN, D.; RUGGOO, A. Effect of processing and storage of guava into jam and juice on the ascorbic acid content. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.58, n.3, p.1-12, Mar. 2003.

LIN, C.H.; CHEN, B.H. Stability of carotenoids in tomato juice during storage. **Food Chemistry**, London, v.90, n.4, p.837-846, May 2005.

LIRA FILHO, J.F. **Utilização da casca do maracujá amarelo (Passiflora edulis, f. Flavicarpa, Degener) na produção de geléia**. 1995. 131f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MARTINS, M.L.A.; BORGES, S.V.; DELIZA, R.; CASTRO, F.T.; CAVALCANTE, N.B. Características de doce em massa de umbu verde e maduro e aceitação pelos consumidores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1329-1333, set. 2007.

NG, A.; HARVEY, A.J.; PARKER, M.L.; SMITH, A.C.; WALDRON, K.W. Effect of oxidative coupling on the thermal stability of texture and cell wall chemistry of beet root (*Beta vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.46, n.8, p.3365-3370, Dec. 1998.

OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.259-262, set./dez. 2002.

- OSKAN, M.; YEMENICIOGLU, A.; ASEFI, N.; CEMEROGLU, B. Degradation kinetics of anthocyanins from sour cherry, pomegranate and strawberry juices by hydrogen peroxide. **Journal of Food Science**, Chicago, v.67, n.2, p.525-529, Feb. 2002.
- POLICARPO, V.M.N.; BORGES, S.V.; ENDO, E.; CASTRO, F.T.; DAMICO, A.A.; CAVALCANTI, N.B. Estabilidade da cor de doces em massa de polpa de umbu (*Spondias tuberosa* arr. cam.) no estágio de maturação verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p.1102-1107, jul./ago. 2007.
- POLICARPO, V.M.N.; RESENDE, J.; ENDO, E.; MARCUSSI, B.; CASTRO, F.T.; JORGE, E.C.; BORGES, S.V.; CAVALCANTI, N.B. Aprovechamiento de la pulpa de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Cam.) verde como alternativa para la producción dulces em masa. **Alimentaria**, Madrid, n.344, p.75-78, 2003.
- PRATI, P.; NOGUEIRA, J.N.; DIAS, C.T.S. Avaliação de carambola (Averrhoa carambola L.) dos tipos doce e ácido para o processamento de frutas em calda. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.221-246, jul./dez. 2002.
- RAGAE, S. **Food science module**. Al-Ain: United Arab Emirates, 2003. 210p.
- RAMESH, M.N.; WOLF, W.; TEVINI, W.; JUNG, G. Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.49, n.1, p.63-72, July 2001.
- SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L. Avaliação da cor, textura e transferência de massa durante o processamento de goiabas em calda. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.8, n.2, p.149-156, abr./jun. 2005.
- SILVA, S.R.S.; MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.254-258, set./dez. 2002.
- VU, T.S.; SMOUT, C.; SILA, D.N.; LYNGUYEN, B.; LOEY, A.M.L. van; HENDRICKX, M.E.G. Effect of preheating on thermal degradation kinetics of carrot texture. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, New York, v.5, n.1, p.37-44, Mar. 2004.
- WESCHE-EBELING, P.; ARGAIZ-JAMET, A.; HERNANDEZ-PORRAS, L.G.; LÓPEZ-MALO, A. Preservation factors and processing effects on anthocyanin pigments in plums. **Food Chemistry**, London, v.57, n.3, p.399-403, Sept. 1996.

WICKLUND, T.; ROSENDEL, H.J.; MARTINSEN, B.K.; SUNDFOR, M.W.; LEA, P.; BRUUN, T.; BLOMHOFF, R.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and color of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, London, v.38, n.4, p.387-391, Apr. 2005.

WITHY, L.M.; NGUYEN, T.T.; WROLSTAD, R.E.; HEATHERBELL, D.A. Storage changes in anthocyanin content of red raspberry juice concentrate. **Journal of Food Science**, Chicago, v.58, n.2, p.190-192, Mar. 1993.

CAPÍTULO 5

ALTERAÇÕES SENSORIAIS DO DOCE EM CALDA DE ALBEDO DE MARACUJÁ DURANTE O ARMEZENAMENTO

1 RESUMO

Devido à alta produção de maracujá no Brasil, há um grande desperdício de seus resíduos, como o albedo e as sementes, que quando aproveitados possibilitam agregar valor ao produto *in natura*, além de gerar renda e divisas alternativas, como a produção de doces em calda. Assim, o objetivo do trabalho foi verificar, por meio da análise sensorial, a aceitação do doce em calda do albedo de maracujá armazenado em três temperaturas diferentes (20°C, 30°C e 40°C) e três tempos (0, 75 e 165 dias). Os doces foram analisados sensorialmente em relação aos atributos de cor, doçura, textura, aspecto global e intenção de compra. Concluiu-se que a temperatura de armazenamento não alterou a aceitação do doce, de acordo com a análise dos provadores. Observou-se ainda que, ao longo do tempo, houve a incorporação da sacarose nos pedaços de albedo do doce em calda, melhorando sua doçura, fazendo com que os doces armazenados à 30°C durante 165 dias, fossem os mais aceitos.

Palavras – chave: análise sensorial, doce em calda, maracujá

2 ABSTRACT

Due to the high production of passion fruit in Brazil, there is a huge waste of their waste, such as albedo and seeds, which when harnessed possible to add value to the product in nature, and generate alternative income and currency, as the production of sweet syrup. The purpose of this study was to verify, through the sensory evaluation, the acceptance of the sweet syrup of passion fruit albedo stored at three different temperatures (20°C, 30°C and 40°C) and three times (0, 75 and 165 days). The candies were analyzed in relation to the sensory attributes of color, sweetness, texture, overall appearance and purchase intent. It was concluded that the storage temperature did not affect the acceptance of candy, according to the analysis of the tasters. It was also observed that, over time, there was the incorporation of sucrose in albedo pieces of candy in syrup, improving its sweetness, making the candy stored at 30° C for 165 days, were the most accepted.

Key words: sensory analysis, in sweet syrup, passion fruit.

3 INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo, de nome científico *Passiflora edulis f. flavicarpa*, é um fruto de clima tropical e possui aproximadamente um terço de seu peso em suco, sendo o restante, flavedo, albedo e sementes, considerados como resíduo industrial. É um fruto de clima tropical, onde o Brasil se destaca como maior produtor mundial, representando aproximadamente 478.652 toneladas por ano, sendo que a fruta é mais consumida na sua forma “in natura” e o restante segue para a indústria de sucos e derivados. Desse restante, a casca representa cerca de 60% do peso do fruto sendo um resíduo de interesse econômico e tecnológico, uma vez que pode ser usado como matéria-prima na elaboração de produtos alimentícios com alto valor nutricional como farinha, geléias, xaropes e doces em calda (Cavalvante, 1974; São José & Ferreira, 1991; Meletti & Molina, 1999; Bruckner & Picanço, 2001; Silva et al., 2004; Córdova et al., 2005).

Desse modo, tendo em vista a produção nacional de maracujá, o desenvolvimento de novos produtos (como o doce em calda) pode tornar-se opção viável para o aproveitamento do albedo do maracujá, principalmente, na época de safra (Bruckner & Picanço, 2001; Freitas & Gerônimo, 2005; Matsuura, 2005).

Avaliar sensorialmente um produto faz parte do dia a dia de todos. Desde criança, se aceita ou rejeita-se alimentos de acordo com sua aparência, cor, aroma, sabor e textura. A análise sensorial é usada para verificar e interpretar as ações provocadas pelas características dos alimentos e materiais e como elas são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (Institute of Food Technologists-IFT, 1981).

Nos últimos anos, a análise sensorial tornou-se uma ferramenta básica para a indústria de produtos alimentícios, deixou de ser uma atividade secundária e empírica, classificando-se como uma disciplina científica, capaz de

gerar informações precisas para decisões importantes em relação à escolha de matérias primas e para o desenvolvimento de novos produtos (Mendonça et al., 2005).

Sendo assim, o presente capítulo teve como objetivo avaliar a aceitação sensorial do doce em calda de albedo de maracujá armazenado nas temperaturas de 20°C, 30°C e 40°C nos tempos 0, 75 e 165 dias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento Experimental

Foi seguido um planejamento fatorial cujos fatores e níveis avaliados foram: tempo (0, 75 e 165 dias) e temperatura (20°C, 30°C e 40°C). O experimento foi realizado utilizando o delineamento inteiramente casualizado.

4.2 Processamento do doce em calda do albedo de maracujá

O doce em calda do albedo de maracujá foi processado conforme descrito no item 4.2 do capítulo 3.

4.3 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Lavras com 60 provadores do sexo masculino e feminino com idades variando entre 19 e 27 anos. Os provadores avaliaram o doce em calda do albedo de maracujá (com prévia avaliação microbiológica) armazenado em três temperaturas (20°C, 30°C e 40°C) e em tempos diferentes (0, 75 e 165 dias). Os provadores ficaram em cabines individuais e provaram, em cada tempo analisado três amostras do doce em calda, sendo estas representadas por cada temperatura de armazenamento. As três amostras foram apresentadas em recipientes descartáveis pequenos, identificados com números de três dígitos aleatórios.

É importante ressaltar que no último tempo de análise (165 dias) na temperatura de 20°C, não houve análise sensorial do doce em calda do albedo de maracujá, devido à presença excessiva de fungos detectados nas análises microbiológicas.

Foi utilizada a escala hedônica estruturada de 9 pontos (variando entre os termos hedônicos “gostei extremamente” a “desgostei extremamente”) para

avaliar a aceitação das amostras em relação aos atributos: cor, doçura, textura e aspecto global (Figura 1). As amostras foram avaliadas, também, pelos julgadores em relação à intenção de compra. Para isso, utilizou-se uma escala estruturada de 5 pontos (Figura 1) (Modesta et al., 2005; Minim, 2006).

ANÁLISE SENSORIAL DE DOCE EM CALDA DO ALBEDO DO MARACUJÁ

NOME: _____
 DATA: ____/____/____
 SEXO: () F () M IDADE: _____

Você está recebendo amostras de doce em calda de albedo de maracujá. Avalie a cor, a doçura, a textura e o aspecto global de cada uma delas. Utilize a escala abaixo para demonstrar o quanto você gostou ou desgostou das amostras.

9 – Gostei extremamente
 8 – Gostei muito
 7 – Gostei moderadamente
 6 – Gostei ligeiramente
 5 – Indiferente

4 – Desgostei ligeiramente
 3 – Desgostei moderadamente
 2 – Desgostei muito
 1 – Desgostei extremamente

CÓDIGO DA AMOSTRA	COR	DOÇURA	TEXTURA	ASPECTO GLOBAL

Agora marque sua intenção de compra de cada amostra de acordo com a escala abaixo

5 – Certamente compraria
 4 – Provavelmente compraria
 3 – Talvez compraria
 2 – Provavelmente não compraria
 1 – Certamente não compraria

CÓDIGO DA AMOSTRA	INTENÇÃO DE COMPRA

FIGURA 1 Modelo da Ficha de avaliação utilizada para o teste de aceitação

4.4 Análise Estatística

Os resultados da avaliação sensorial foram tabulados em uma tabela de dupla entrada (provador x amostra). Em seguida foram elaborados gráficos com a frequência dos escores entre 6 a 9 (escores que indicam que os julgadores

gostaram do produto) para cada atributo avaliado (cor, textura, doçura e aspecto global). Para a intenção de compra também foram elaborados gráficos com a frequência dos escores entre 4 e 5 (escores que variam entre os termos “talvez compraria” e “certamente compraria”).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2 estão representadas as distribuições de freqüência dos escores entre 6 a 9 obtidos pelos doce em calda do albedo de maracujá para cada atributo avaliado (cor, textura, doçura e aspecto global).

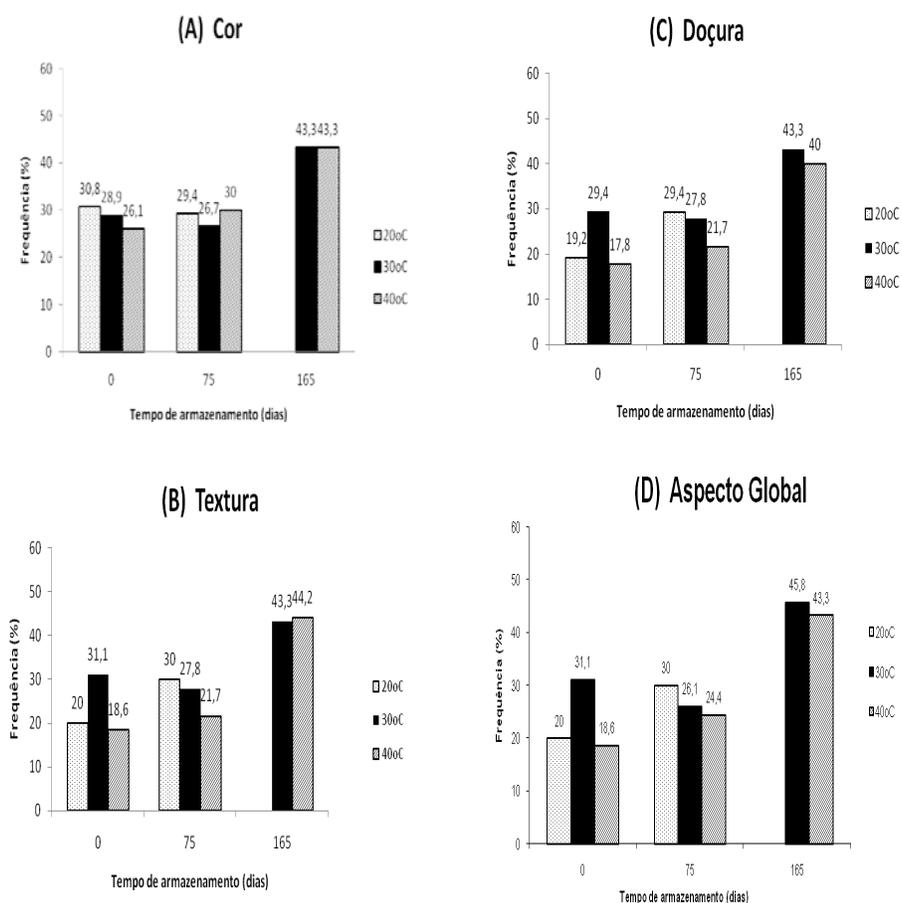


FIGURA 2 Frequência dos escores entre 6 a 9 para o doce em calda do albedo de maracujá armazenado nas temperaturas de 20, 30 e 40°C e nos tempos 0, 75 e 165 dias, para os atributos cor (A), textura (B), doçura (C) e aspecto global (D).

Em relação ao tempo zero de armazenamento dos doces em calda, 30,8% dos julgadores deram notas entre 6 e 9 para os doces armazenados à 20°C. No tempo de 75 dias, 30% dos julgadores escolheram como melhor doce aquele armazenado a 40°C e no tempo de 165 dias, 43,3% dos julgadores classificaram os doces armazenados a 30 e 40°C como os melhores doces em relação à cor, sendo este o doce classificado como o que obteve as maiores notas.

De acordo Grizotto et al. (2006), o atributo cor para a fruta estruturada e desidratada da polpa concentrada de mamão, obteve nota acima de 5 para a fruta armazenada à 0°C durante 40 dias. Prati et al. (2002) encontraram notas acima de 6 para a cor do doce em calda de carambola nas amostras com 90 dias de armazenamento. Nachtigall & Zambiasi (2006) verificaram que as geléias de hibisco com baixo valor calórico obtiveram notas acima de 6 para os doces com 0 dias de armazenamento.

Para a textura, as notas entre 6 e 9 foram dadas por 31,1% dos julgadores para os doces armazenados à 30°C no tempo zero. No tempo 75 dias, 30% dos julgadores deram as mesmas notas (entre 6 e 9) para os doces armazenados à 20°C e no último tempo de 165 dias, 44,2% dos julgadores preferiram os doces armazenados à 40°C, sendo este classificado como o melhor doce em relação a textura por obter a maior porcentagem de escolha. Isso ocorreu, devido à maior entrada de solutos ser favorecida pelas altas temperaturas, ficando assim, os doces menos firmes (Ng et al., 1998).

Segundo Grizotto et al. (2006), notas acima de 6 para o atributo textura, foi dada à fruta estruturada e desidratada obtida da polpa concentrada de mamão armazenada à 35°C durante 60 dias, temperatura próxima aos resultados do presente trabalho.

Em relação à doçura dos doces em calda, as melhores notas (entre 6 e 9) foram dadas aos doces armazenados à 30°C no tempo zero com 29,4% da

escolha pelos julgadores. A mesma porcentagem foi obtida no tempo 75 dias, onde 29,4% dos julgadores escolheram os doces armazenados à 20°C. No tempo 165 dias, 43,3% dos julgadores preferiram os doces armazenados à 30°C, sendo este classificado como o melhor doce em relação à doçura. Os provadores associaram a preferência de doçura com a quantidade de açúcares presentes nas amostras, sendo que os doces armazenados à 30°C, com maior teor de açúcares redutores, foram os preferidos (Sato et al., 2005).

Para os doces em calda de carambola, o atributo sabor obteve notas acima de 6 para os doces com 30 dias de armazenamento. De acordo com Nachtigall & Zambiasi (2006), para a geléia de hibisco, notas acima de 6 ocorreu com os doces armazenados com 120 dias. Já para o doce em calda de carambola, o mesmo ocorreu para os doces com 30 dias de armazenamento (Prati et al., 2002).

Desse modo, o aspecto global do doce em calda do albedo de maracujá obteve notas entre 6 e 9 por 31,1% dos julgadores no tempo zero. No tempo 75 dias, 30% escolheram os doces armazenados à 20°C e no tempo 165 dias 45,8% dos julgadores preferiram os doces armazenados à 30°C, sendo este classificado como o melhor pelo aspecto global. Esse resultado confirma os obtidos por cada atributo citado onde o melhor doce na opinião dos julgadores foram os armazenados à 30°C com 165 dias.

Em relação aos atributos cor, doçura, textura e aspecto global, as amostras armazenadas à 20°C no tempo de 75 dias receberam as menores notas.

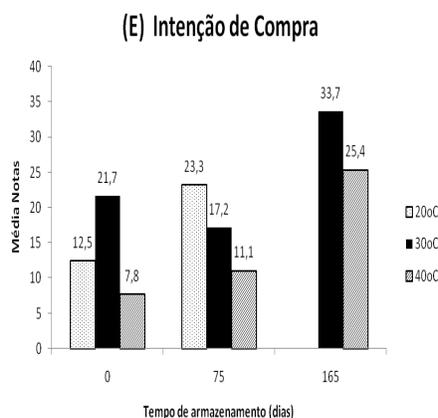


FIGURA 3 Frequência dos escores entre 4 e 5 para o doce em calda do albedo de maracujá armazenado nas temperaturas de 20, 30 e 40°C e nos tempos 0, 75 e 165 dias, para o atributo intenção de compra (E).

Com relação à intenção de compra do doce em calda do albedo de maracujá (Figura 3), observa-se que no tempo zero 21,7% dos julgadores preferiram os doces armazenados à 30°C; no tempo 75 dias, 23,3% preferiram os doces à 20°C e no último tempo de armazenamento (165 dias) 33,7% dos julgadores preferiram os doces armazenados à 30°C. Desse modo, a intenção de compra dos julgadores foi influenciada pelo tempo de armazenamento do doce em calda e não pela temperatura.

As notas dadas para a intenção de compra comprovam o melhor doce em calda de acordo com a escolha dos julgadores de acordo com o aspecto global, classificando os doces armazenados à 30°C com 165 dias como os preferidos.

6 CONCLUSÃO

A temperatura de armazenamento não influenciou na escolha do doce de acordo com os julgadores. O tempo foi o fator que mais influenciou na aceitação dos doces, uma vez que com o passar do tempo a sacarose incorpora nos pedaços de albedo do doce em calda melhorando sua doçura e textura, assim, o doce armazenado à 30°C durante 165 dias, obteve a maior média de aceitação em relação aos atributos avaliados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRUCKNER, C.R.; PICANÇO, M.C. (Ed.). **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. 472p.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: IMPA-Museu Paraense Emílio Goeldi, 1974. 96p.

CÓRDOVA, K.R.V.; GAMA, T.M.M.T.B.; WINTER, C.M.G.; FREITAS, R.J.S. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.2, p.221-230, jul./dez. 2005.

FREITAS, D.G.; JERÔNIMO, E.M. Elaboração e aceitação sensorial de doce de tomate em calda. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.23, n.1, p.37-46, jan./jun. 2005.

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.1-6, jul./set. 2006.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology**, Chicago, v.35, n.11, p.50-57, Nov. 1981.

MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. Campinas: UNICAMP, 2005. 157p.

MELETTI, L.; MOLINA, M. **Maracujá**: produção e comercialização. Campinas: UNICAMP, 1999. 64p.

MENDONÇA, C.R.B.; ZAMBAZI, R.C.; GULARTE, M.A.; GRANADA, G.G. Características sensoriais de compotas de pêssego light elaboradas com sucralose e acesulfame-k. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.3, p.401-407, jul./set. 2005.

MINIM, V.P.R. **Análise sensorial**: estudo com consumidores. Viçosa, MG: UFV, 2006. 225p.

MODESTA, R.C.D.; GONÇALVES, E.B.; ROSENTHAL, A. Desenvolvimento do perfil sensorial e avaliação sensorial/instrumental de suco de maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.345-352, abr./jun. 2005.

NACHTIGALL, A.M.; ZAMBIAZI, R.C. Geléias de hibisco com reduzido valor calórico: características sensoriais. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.24, n.1, p.47-58, jan./jun. 2006.

NG, A.; HARVEY, A.J.; PARKER, M.L.; SMITH, A.C.; WALDRON, K.W. Effect of oxidative coupling on the thermal stability of texture and cell wall chemistry of beet root (*Beta vulgaris*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.6, n.8, p.3365-3370, Dec. 1998.

PRATI, P.; NOGUEIRA, J.N.; DIAS, C.T.S. Avaliação de carambola (*Averrhoa carambola* L.) dos tipos doce e ácido para o processamento de frutas em calda. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, p.221-246, jul./dez. 2002.

SÃO JOSÉ, A.R.; FERREIRA, F.R.; VAZ, R.L. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 46p.

SATO, A.C.K.; CUNHA, R.L. Avaliação da cor, textura e transferência de massa durante o processamento de goiabas em calda. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.8, n.2, p.149-156, abr./jun. 2005.

SILVA, V.T.V.; RESENDE, E.D.; VIANA, A.P.; PEREIRA, S.M.F.; VIANNI, R. Caracterização de uma escala de cor para avaliação dos estádios de maturação do maracujá-amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2004. p.470-475.

CAPÍTULO 6

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADAÇÃO DO DOCE EM CALDA DO ALBEDO DE MARACUJÁ DURANTE O ARMAZENAMENTO

1 RESUMO

O objetivo proposto neste capítulo foi analisar o efeito do tempo e da temperatura de armazenamento nos parâmetros cinéticos do doce em calda do albedo de maracujá. Os doces foram armazenados nas temperaturas de 20°C, 30°C e 40°C e avaliados nos tempos 0, 30, 75, 120 e 165 dias. Os parâmetros cinéticos analisados foram: ordem de reação, velocidade de reação (k), energia de reação (E_a) e o quociente de temperatura (Q_{10}). A avaliação desses parâmetros baseou-se nas análises sensorial e de cor objetiva, analisando qual desses atributos variou mais para o doce em calda em relação à temperatura e ao tempo de armazenamento. Neste estudo o parâmetro cor b da calda apresentou a variação mais expressiva, seguindo esta variação, uma reação de ordem zero. Os parâmetros cinéticos determinados desta reação foram: velocidades da reação para as três temperaturas de armazenamento iguais a $k_{20} = 0,0001 \text{ dia}^{-1}$, $k_{30} = 0,0002 \text{ dia}^{-1}$ e $k_{40} = 0,0002 \text{ dia}^{-1}$; energia de ativação necessária para degradação do doce igual a 6,35 kcal/mol e fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) igual a 1,4.

Palavras – chave: doce em calda, albedo de maracujá, vida-de-prateleira acelerada, cinética de degradação

2 ABSTRACT

The objective proposed in this chapter was to analyze the effect of time and storage temperature on the kinetic parameters of sweet syrup of albedo's passion fruit. The sweets were stored at 20°C, 30°C and 40°C and evaluated at 0, 30, 75, 120 and 165 days. The following kinetic parameters were analyzed: reaction order, reaction rate (k), reaction energy (Ea) and the temperature quotient (Q₁₀). The evaluation of these parameters was based on sensory analysis and objective color, analyzing which of these attributes changed more to sweet syrup for temperature and storage time. In this study the color parameter b showed the most significant change, according to this variation, a zero-order reaction. The kinetic parameters of this reaction were determined: speed of reaction for the three storage temperatures equal to $K_{20} = 0,0001 \text{ day}^{-1}$, $K_{30} = 0,0002 \text{ day}^{-1}$ and $k_{40} = 0,0002 \text{ day}^{-1}$; activation energy required for degradation of 6,35 kcal/mol and accelerating factor in temperature (Q₁₀) equal to 1,4.

Key words: sweet in syrup, albedo of fruit, shelf-life accelerated, kinetics of degradation.

3 INTRODUÇÃO

O Brasil, como um dos principais exportadores de produtos agrícolas do mundo, ainda sofre com a fome e o desperdício de alimentos, mesmo produzindo cerca de 140 milhões de toneladas de alimentos por ano. Um dos fatores principais para que isso ocorra é o fato de certos alimentos serem descartados indiscriminadamente, como os resíduos de frutas e hortaliças que são desprezados pelas indústrias. Esses resíduos poderiam ser utilizados como fontes alternativas de nutrientes, objetivando aumentar o valor nutritivo da dieta de populações carentes (Pereira et al., 2003).

Os doces em calda são produtos que permitem a conservação da fruta, além de conferir sabor, cor e textura agradáveis ao alimento. Esse processo consiste na imersão da fruta em xarope concentrado de açúcar a altas temperaturas, ou seja, trata-se de um processo de cozimento com transferência de massa realizado com auxílio de calor (Islam & Flink, 1982; Conway & Sams, 1983; Lenart & Lewicki, 1990; Rastogi & Raghavarao, 1994; Mavroudis et al., 1998).

Os doces em calda apresentam mudanças significativas na cor, sabor e textura durante a estocagem, sendo que estas são geralmente de ordem química, pelo escurecimento do produto devido à oxidação de pigmentos (Marouzé et al., 2001).

Sendo o doce em calda do albedo de maracujá um novo produto, é importante identificar as reações de deterioração que o produto está sujeito em função do tempo e da temperatura, e estabelecer quanto da qualidade inicial pode ser perdida antes do produto ser considerado inadequado para o consumo humano. Assim, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o produto a ser conservado, conhecendo-se de preferência o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração (Grizotto et al., 2006; Moura et al., 2007).

Com base no modelo de Arrhenius, podem-se calcular os parâmetros cinéticos como a ordem da reação, velocidade da reação (k), energia de ativação (E_a) e o fator de aceleração da temperatura (Q_{10}). O parâmetro Q_{10} descreve quão rapidamente uma reação irá ocorrer, se um produto for mantido a outra temperatura, mais baixa ou mais alta. Se o valor de Q_{10} for conhecido, ele pode então ser usado na extrapolação da vida-de-prateleira para temperaturas inferiores, tais como aquelas encontradas durante a comercialização (Labuza, 1984; Grizotto et al., 2006).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi estimar os parâmetros cinéticos do doce em calda do albedo de maracujá como ordem de reação, velocidade da reação (k), energia de ativação (E_a) e o coeficiente de temperatura (Q_{10}) durante o 165 dias de armazenamento em três temperaturas diferentes, com base nas análises sensoriais e de cor objetiva.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Processamento do doce em calda do albedo de maracujá

O doce em calda do albedo de maracujá foi processado conforme descrito no item 4.2 do capítulo 3.

4.2 Determinação dos Parâmetros Cinéticos

De acordo com os resultados da análise sensorial e de cor objetiva, pode-se dizer que o parâmetro que mais influenciou na qualidade dos doces em calda foi o parâmetro de cor b^* objetiva da calda, uma vez que o doce em calda do albedo de maracujá possui coloração amarelada e o parâmetro de cor b^* varia na escala de azul (valor negativo) a amarelo (valor positivo). De acordo com a Figura 4 do capítulo 4, os valores apresentaram valores positivos, destacando assim, a cor amarelada do produto, porém tendendo a diminuir, escurecendo o produto.

Os resultados obtidos da análise sensorial e de cor objetiva foram analisados primeiramente quanto à ordem da reação de degradação, podendo ser esta de ordem zero, primeira ordem ou segunda ordem. A reação de ordem zero é determinada plotando-se um gráfico, em escala linear, do parâmetro estudado em função do tempo, obtendo assim uma reta. A reação de primeira ordem é determinada plotando-se um gráfico, em escala monologatítmica, do parâmetro estudado em função do tempo, obtendo assim uma reta. E a reação de segunda ordem é determinada plotando-se um gráfico, em escala linear, do inverso do parâmetro estudado em função do tempo, obtendo assim uma reta (Teixeira Neto et al., 2004).

Desse modo, foram realizados testes com todos os atributos da análise sensorial e de cor objetiva em função do tempo de armazenamento para todos os

graus de ordem de reação. De acordo com o gráfico obtido, determinou-se a ordem de reação.

Após determinada a ordem de reação, obteve-se o valor da velocidade da reação (k). O valor de k é a inclinação da reta do gráfico da ordem de reação, ou seja, o inverso do gráfico do parâmetro ou também o logaritmo do parâmetro analisado versus o tempo de armazenamento.

A energia de ativação (Ea) foi determinada pelo gráfico de Arrhenius ($\ln k \times 1/T$), onde, com o logaritmo neperiano dos valores das velocidades de reação de cada temperatura (20, 30 e 40°C) plota-se um gráfico versus o inverso das temperaturas de armazenamento. A inclinação da reta gerada indica o valor de Ea/R, sendo R igual a 1,987 cal/mol.K.

Para o cálculo de Q_{10} , foi utilizada a Equação 1 em que T é a temperatura média estudada em Kelvin e Ea é a energia de ativação em cal/mol.

$$Q_{10} = 10^{Ea/0,46 \times T^2} \quad (1)$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 o modelo cinético aplicado ao parâmetro de cor objetiva b^* da calda.

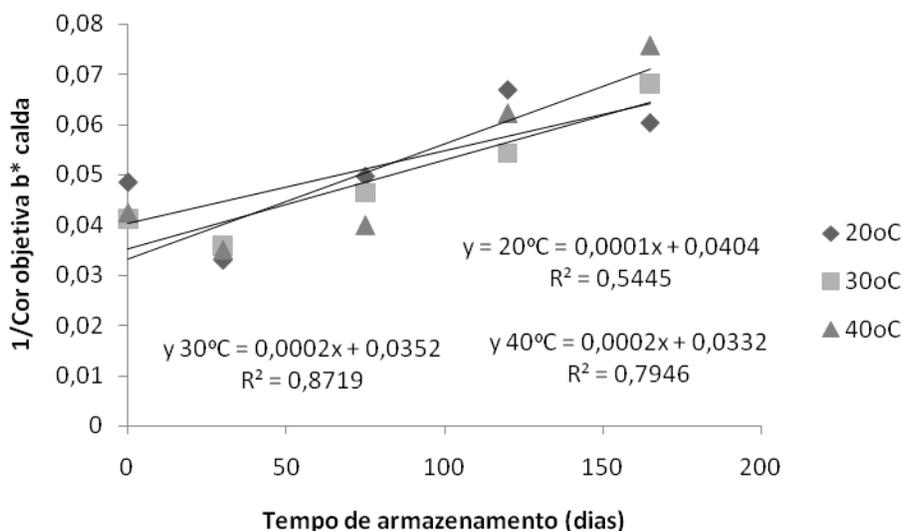


FIGURA 1 Modelo cinético do parâmetro de cor b^* da calda do doce em função do tempo de armazenamento e respectivo ajuste linear.

De acordo com a Figura 1, a ordem de reação apresentada se encaixa em uma reação de segunda ordem, onde plotou-se um gráfico, em escala linear, do inverso do parâmetro estudado em função do tempo, obtendo assim uma reta.

As inclinações de cada reta deram os valores das velocidades de reação em cada temperatura de armazenamento.

Os valores das velocidades de reação (k) de degradação do parâmetro de cor objetiva b^* da calda do doce e seus respectivos $\ln(k)$ de acordo com cada temperatura estão apresentados na Tabela 1 a seguir:

TABELA 1 Velocidades de reação de degradação do parâmetro de cor b da calda do doce

Temperatura	K (dias ⁻¹)	ln (k)
20°C	0,0001	-9,21
30°C	0,0002	-8,52
40°C	0,0002	-8,52

Assim, foi calculado o valor da energia de ativação de acordo com o gráfico de Arrhenius para a cor b da calda do doce (Figura 2).

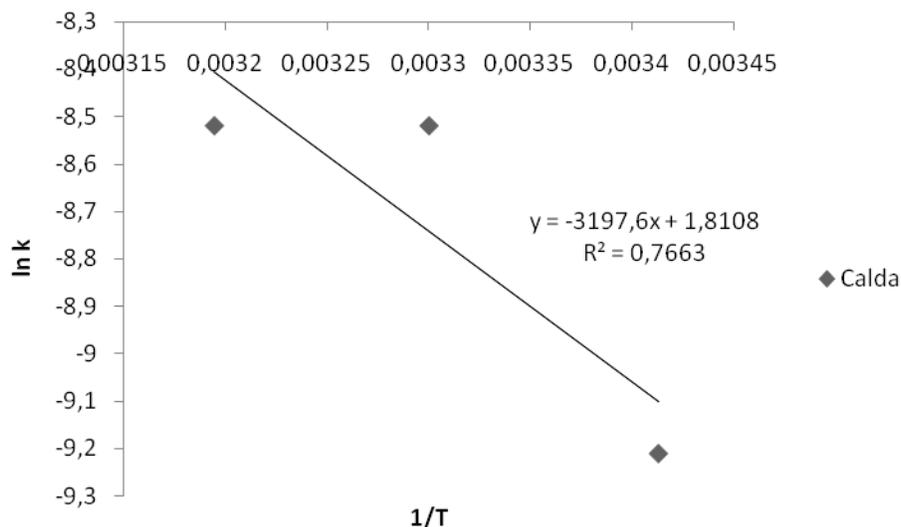


FIGURA 2 Gráfico de Arrhenius para o parâmetro de cor b da calda do albedo do doce em calda do albedo de maracujá.

A energia de ativação (E_a) encontrada foi de 6,35 kcal/mol e o valor de Q_{10} encontrado para a cor objetiva b^* da calda do doce em calda foi de aproximadamente 1,4. É pouco descrito na literatura valores de Q_{10} para doces em calda, no entanto Moura et al. (2004) encontrou para produtos como geleada de morango Q_{10} igual a 1,36; Miguel et al. (2009) encontraram para maçã passa

um Q_{10} igual a 2 e Labuza (1982) encontrou Q_{10} equivalente a 2,5 para maçã seca, valores próximos ao encontrado no presente trabalho.

Maximizar a qualidade e minimizar a perda de cor durante o processamento térmico requer conhecimento da cinética de degradação da cor, mediante parâmetros cinéticos. Esses podem fornecer subsídios para entender e prever as mudanças que podem ocorrer durante o processamento (Vu et al., 2004).

6 CONCLUSÃO

A determinação dos parâmetros cinéticos dos doces em calda do albedo do maracujá demonstrou ser muito útil para a determinação do fator que mais degradou a qualidade dos doces em calda. Neste estudo o parâmetro cor b da calda apresentou a variação mais expressiva, seguindo esta variação, uma reação de segunda ordem. Os parâmetros cinéticos determinados desta reação foram: velocidades da reação para as três temperaturas de armazenamento iguais a $k_{20} = 0,0001 \text{ dia}^{-1}$, $k_{30} = 0,0002 \text{ dia}^{-1}$ e $k_{40} = 0,0002 \text{ dia}^{-1}$; energia de ativação necessária para degradação do doce igual a 6,35 kcal/mol e fator de aceleração da temperatura (Q_{10}) igual a 1,4.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Calcium infiltration of golden delicious apples and its effect on decay. **Phytopathology**, Saint Paul, v.73, p.1068-1071, 1983.

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.709-714, jul./set. 2006.

ISLAM, M.N.; FLINK, J.M. Dehydration of potato: II osmotic concentration and its effect on air drying behavior. **Journal of Food Technology**, Oxford, v.17, n.3, p.387-403, Mar. 1982.

LABUZA, T.P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. **Journal Chemical Education**, Easton, v.61, n.4, p.348-358, Apr. 1984.

LABUZA, T.P. **Shelf-life dating of foods**. Westport: Food and Nutrition, 1982. 500p.

LENART, A.; LEWICKI, P.P. Osmotic dehydration of carrots at high temperature. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.2, n.4, p.731-740, Oct. 1990.

MAROUZÉ, C.; GIROUX, F.; COLLIGNAN, A.; RIVIER, M. Equipment design for osmotic treatments. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.49, n.2, p.207-221, Feb. 2001.

MAVROUDIS, N.E.; GEKAS, V.; SJÖHOLM, I. Osmotic dehydration of apples: effects of agitation and raw materials. **Journal of Food Engineering**, Essex, v.35, n.2, p.191-209, Feb. 1998.

MIGUEL, A.C.A.; ALBERTINI, S.; SPOTO, M.H.F. Cinética de degradação de geleada de morango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.142-147, jan./mar. 2009.

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. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.787-792, jan./mar. 2007.

MOURA, S.C.S.R.; BERBARI, S.A.; GERMER, S.P.M.; MENDES, M. Vida-de-prateleira de banana-passa: avaliação físico-química. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. 1 CD-ROM.

PEREIRA, G.I.S.; PEREIRA, R.G.F.A.; BARCELOS, M.F.P.; MORAIS, A.R. Avaliação química da folha da cenoura visando o seu aproveitamento na alimentação humana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.852-857, jul./ago. 2003.

RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S. Effect of temperature and concentration on osmotic dehydration of coconut. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, London, v.27, n.6, p.564-567, Dec. 1994.

TEIXEIRA NETO, R.O.; VITALI, A.A.; MOURA, S.C.S.R. Introdução à cinética de reação em alimentos. In: MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3.ed. Campinas: ITAL, 2004. cap.3, p.75-81.

VU, T.S.; SMOUT, C.; SILA, D.N.; LYNGUYEN, B.; LOEY, A.M.L. van; HENDRICKX, M.E.G. Effect of preheating on thermal degradation kinetics of carrot texture. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, New York, v.5, n.1, p.37-44, Mar. 2004.