

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

SABRINA FORTINI SPOLADORE

**MODELAGEM MATEMÁTICA DA SECAGEM DE CASCA DE
MARACUJÁ E INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA COR,
COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2014

SABRINA FORTINI SPOLADORE

**MODELAGEM MATEMÁTICA DA SECAGEM DE CASCA DE
MARACUJÁ E INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA COR,
COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Bogdan Demczuk Junior

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

TERMO DE APROVAÇÃO

SABRINA FORTINI SPOLADORE

**MODELAGEM MATEMÁTICA DA SECAGEM DE CASCA DE
MARACUJÁ E INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NA COR,
COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

Este trabalho foi apresentado no dia 24 de fevereiro de 2014, como requisito para obtenção do título de graduação do curso superior de Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi avaliada pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.

Prof^a. Dr^a. Angela Maria Gozzo
UTFPR

Prof^a. Dr^a. Karla Silva
UTFPR

Prof. Dr. Bogdan Demczuk Junior
Orientador - UTFPR

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela concessão divina da graça da vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Bogdan Demczuk Junior pela incansável disposição e incentivo, que tornou a elaboração deste estudo possível.

À minha família que me deu suporte e apoio nos momentos difíceis.

Aos meus amigos que souberam ter paciência nos momentos de estresses, e tiveram a nobreza de me acalmar e não duvidar do meu êxito.

À Camila Bissaro, pela disponibilidade e boa vontade em colaborar nas análises. Seu incentivo e sua ajuda foram de extrema importância.

À banca examinadora pelas sugestões e atenção dedicadas à este estudo.

Aos professores da coordenação de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Campo Mourão que durante toda a graduação me deram ensinamentos e apoio para que a realização deste trabalho se tornasse possível.

Agradeço a todos que diretamente ou indiretamente contribuíram para realização deste estudo.

Muito obrigada!

RESUMO

SPOLADORE, Sabrina Fortini. **Modelagem matemática da secagem de casca de maracujá e influência da temperatura na cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante.** 2014. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

A casca de maracujá é o subproduto do processamento da indústria de sucos e quando não é descartada ou utilizada como adubo ou ração, pode servir como matéria-prima para a indústria de pectina ou de outros ingredientes funcionais, devido ao seu alto teor de fibras e minerais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da temperatura de secagem sobre as características de cor, compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de maracujá. Também foi avaliada a capacidade de alguns modelos matemáticos na representação da secagem. O produto atingiu umidade constante aos 240 minutos para secagem a 90 °C, 300 minutos para 80 °C, 390 minutos para 70 °C e 360 minutos para 60 °C. O modelo de Page foi o que melhor representou o processo em todas as temperaturas estudadas (R^2 de 0,982 a 0,998). Foram verificadas variações significativas de cor durante o processo sob diferentes temperaturas. Os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante identificados nas amostras *in natura* também apresentaram variações nos seus teores ao final do processo de secagem. Ocorreu um decréscimo na capacidade antioxidante e um aumento no teor de compostos fenólicos com o aumento da temperatura.

Palavras chave: Maracujá. Secagem. Modelagem. Cor. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

SPOLADORE, Sabrina Fortini. **Mathematical modeling of drying passion fruit peel and influence of temperature on color, phenolic compounds and antioxidant activity**. 2014. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Engenharia de Alimentos), Departamento de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

The passion fruit peel is a byproduct from juice industry and when it is not discarded or used as fertilizer or feed, can serve as raw material for industry pectin or other functional ingredients, due to its high fiber content and minerals. The objective of this study was to evaluate the influence of drying temperature on the characteristics of color, phenolic compounds and antioxidant activity of passion fruit peel. We also analyzed the ability of some mathematical models in representing the drying. The product reached constant humidity at 240 minutes for drying at 90 °C, 300 minutes to 80 °C, 390 minutes to 70 °C and 360 minutes to 60 °C. The Page model was the best to represent the process at all temperatures studied (R^2 from 0.982 to 0.998). Significant color variations were observed during the trial at different temperatures. The total phenolic compounds and antioxidant activity identified in fresh samples also showed variations in their levels at the end of the drying process. A decrease in antioxidant capacity and an increased content of phenolic compounds with the temperature increase occurred.

Palavras chave: Passion fruit. Drying. Modeling. Color. Phenolic compounds

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Estrutura do maracujá.....	15
Figura 2 – Esquema representativo do processo básico de obtenção da polpa ou suco de maracujá.....	18
Figura 3 – Cinética de secagem de casca de maracujá ajustada pelo modelo de Page em diferentes temperaturas.....	27
Figura 4 – Variação total de cor na secagem da casca de maracujá em diferentes temperaturas.....	28
Figura 5 – Aspecto visual da casca de maracujá em diferentes temperaturas de secagem.....	28
Tabela 1 – Modelos matemáticos utilizados para ajustar os dados de secagem da casca de maracujá.....	23
Tabela 2 – Parâmetros calculados, R^2 e P (%) para ajuste dos dados de secagem de casca de maracujá com modelos matemáticos selecionados a diferentes temperaturas.....	26
Tabela 3 – Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH de casca de maracujá in natura e seca em diferentes temperaturas.....	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	MARACUJÁ AZEDO.....	14
3.2	FIBRA ALIMENTAR.....	15
3.3	SECAGEM	16
3.4	COMPOSTOS FENÓLICOS.....	17
3.5	PROCESSAMENTO DA POLPA OU SUCO DE MARACUJÁ INTEGRAL CONGELADO.....	17
3.6	RESÍDUOS	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	MATERIAL.....	20
4.2	CARACTERIZAÇÃO DAS CASCAS DE MARACUJÁ.....	20
4.2.1	Análise colorimétrica	20
4.2.2	Compostos fenólicos por cromatografia líquida de alta eficiência.....	20
4.2.3	Teor de compostos fenólicos totais	21
4.2.4	Atividade antioxidante pelo método DPPH*	22
4.3	SECAGEM.....	22
4.3.1	Modelagem da cinética de secagem.....	23
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	CINÉTICA DE SECAGEM.....	25
5.2	VARIAÇÃO DA COR COM O PROCESSO DE SECAGEM	27
5.3	COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	29
6	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Maracujá é o nome popular dado a várias espécies do gênero *Passiflora* e vem de *maráú-ya*, que para os indígenas significa "fruto de sorver" ou "polpa que se toma de sorvo" (ZEIRAK et al., 2010). O maracujá é uma fruta típica da América Tropical, cuja polpa é muito utilizada na fabricação de suco concentrado. O Brasil é um dos grandes produtores e exportadores do suco da fruta, sendo a polpa do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) a mais utilizada, devido as suas características sensoriais e qualidade dos frutos (FERREIRA; PENA, 2010).

No Brasil, o consumo de sucos de frutas, frescos ou industrializados, já é um hábito consolidado e o consumo do suco de maracujá representa cerca de 25% dentre o total de litros de sucos de frutas integrais industrializados (PINHEIRO et al., 2006).

Resultado do processamento do suco, a casca de maracujá é rica em fibras solúveis, principalmente pectina, que é benéfica ao ser humano (GUERTZENSTEIN, 1998; YAPO; KOFFI, 2006). Ao contrário da fibra insolúvel (contida no farelo dos cereais), que pode interferir na absorção do ferro, a fibra solúvel pode auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de colón, hiperlipidemias, diabetes e obesidade, entre outras (SCHWEIZE; WURSCH, 1991; TURANO et al., 2002).

De acordo com Oliveira et al. (2002) os subprodutos (cascas e sementes) produzidos no processamento do suco do maracujá correspondem a cerca de 70% do peso do fruto, representando um problema de resíduo agroindustrial. A utilização destes subprodutos na alimentação humana ou animal como fonte alimentar de bom valor nutricional mostra-se viável, reduzindo custos e, ao mesmo tempo, diminuindo os problemas de eliminação dos subprodutos do processamento.

Como alternativa na minimização de resíduos, a casca do maracujá pode passar por um processo de secagem e ser utilizada para extração e obtenção de componentes de interesse e poderia até ser reaproveitada pelos próprios produtores rurais.

López-Vargas et al. (2013) estudaram várias características dos coprodutos de maracujá. Ferrari, Colussi e Ayub (2004) realizaram um trabalho de caracterização de sementes da fruta. Kulharni e Vijayanand (2010) e Canteri (2010) estudaram as características da pectina extraída da casca do maracujá. Oliveira et

al. (2006) estudaram o comportamento higroscópico da sua casca. Vieira et al. (2010), propuseram a adição de farinha de casca de maracujá amarelo em bolos. No entanto, há poucos registros em literatura sobre a influência das condições de secagem sobre as características da casca do maracujá.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de secagem da casca de maracujá e a influência da temperatura na cor, nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência da temperatura na cinética de secagem da casca de maracujá;
- Avaliar a influência da temperatura sobre a variação de cor da casca de maracujá durante o processo de secagem;
- Avaliar a influência da temperatura sobre o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de maracujá durante o processo de secagem;
- Estudar os modelos matemáticos capazes de representar o processo de secagem da casca de maracujá.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MARACUJÁ AZEDO

Originário da América Tropical, o maracujá (*Passiflora edulis*) é um fruto muito cultivado no Brasil. É rico em vitamina C, cálcio e fósforo. O suco concentrado é a maior importância econômica do fruto do maracujazeiro sob a forma industrializada. Em nível mundial, a produção de maracujá está em torno de 364 mil de toneladas e o Brasil destaca-se com cerca de 90% da produção mundial, seguido do Peru, Venezuela, África do Sul, Sri Lanka e Austrália (FERRARI; COLUSSI; AYOUB, 2004).

Os frutos do maracujá-amarelo também são ricos em minerais, vitaminas, compostos fenólicos e carotenoides. A presença de β -caroteno no maracujá-amarelo é responsável pela cor amarelada típica do suco. O acúmulo desses componentes é variável e depende, entre muitos fatores, do estágio de maturação e das condições de armazenamento. Tais compostos são sintetizados por vias metabólicas durante o desenvolvimento e maturação de frutos com diferentes funções bioquímicas e físicas no órgão, participando em mecanismos de defesa, atratividade e como antioxidantes (ROTILI et al., 2013).

A casca do maracujá amarelo (flavedo e albedo) e as sementes, correspondem a até 70% da massa do fruto, representando os subprodutos da produção do suco. Por conter alto teor de fibra alimentar total, a casca de maracujá é utilizada na produção de geleia, doce, barras de cereais, cereais matinais e biscoitos (DEUS, 2011).

Segundo o IBGE (2009), a produção brasileira de maracujá, no ano de 2009 foi de 718.798 toneladas em uma área plantada de 50.853 hectares. Esta produção engloba todos os estados brasileiros e o Distrito Federal, sendo que a cada ano há ampliação da área cultivada. O maracujá foi o segundo produto da fruticultura nacional que apresentou acréscimos percentuais de valor da produção. O estado da Bahia se destacou como o maior produtor, com 322.755 toneladas, seguido pelo Ceará, Sergipe Espírito Santo e Goiás.

No maracujá, aproximadamente 32% de sua massa é constituída pelo albedo, 24% pelo flavedo, 23% pelas sementes e 21% pelo suco. Como a maior utilização do maracujá é destinada ao suco, considera-se que há uma perda de

aproximadamente 70% do peso do fruto, sendo os subprodutos (cascas e sementes) quase sempre descartados (MACHADO et al., 2003).

A casca do maracujá é dividida em duas partes distintas, o “flavedo” ou epicarpo e o “albedo” ou mesocarpo, conforme mostrado na Figura 1. As partes são facilmente separáveis da polpa, que corresponde à fração comestível do fruto. O flavedo contém substâncias químicas como os carotenoides, vitaminas e óleo essencial. O albedo, que é a porção esponjosa e branca, é rico em hemicelulose, celulose, lignina, glicídios solúveis, substâncias pécticas e compostos fenólicos (MENDONÇA et al., 2006).

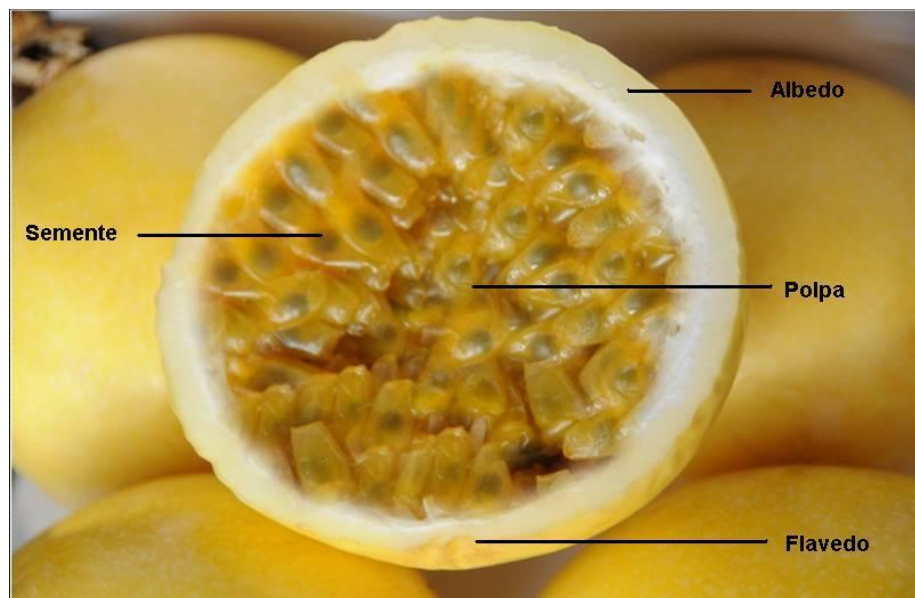


Figura 1 – Estrutura do maracujá

3.2 FIBRA ALIMENTAR

As fibras alimentares solúveis promovem a formação de uma camada na superfície de absorção intestinal que dificulta a difusão da glicose e, também, do colesterol. A ingestão destas fibras alimentares também dificulta a emulsificação e a hidrólise dos lipídeos, resultando no aumento de gordura eliminada pelas fezes (DEUS, 2011).

Isto contribui para a estabilização do metabolismo energético, controlando os aumentos bruscos da taxa de glicemia. Essas fibras são os principais promotores da mobilidade do conteúdo fecal e regularizam o trânsito intestinal de forma suave;

provocam reações de fermentação, produzindo altas concentrações de substâncias específicas denominadas de ácidos graxos de cadeia curta (LAMEIRO et al., 2007).

Em 2001, a *American Association of Cereal Chemists* (AACC) definiu fibra alimentar como sendo a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado com fermentação completa ou parcial no intestino grosso, incluindo polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias de plantas associadas (AACC, 2001).

A comprovação científica dos efeitos benéficos sobre a ingestão de fibras solúveis e insolúveis tem contribuído para o surgimento de diversas matérias alimentícias, que quando ingeridos junto com frutas, raízes, hortaliças, tubérculos, grãos e cereais, completam a lista de alimentos fontes de fibras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O estudo dos teores de fibras e das propriedades físico-químicas do maracujá amarelo é importante para se explorar a potencialidade do uso da casca da fruta como ingrediente de novos produtos (CARVALHO et al., 2005).

3.3 SECAGEM

A secagem tem como objetivo a retirada de água de determinado material na forma de vapor, para a fase gasosa. É considerado um fenômeno complexo que envolve simultaneamente a transferência de calor e massa, podendo abranger ainda a transferência de quantidade de movimento (FERREIRA; PENA, 2010).

Por isso, é considerada uma das mais importantes operações unitárias na engenharia de alimentos, servindo como uma maneira possível de aumentar a vida de prateleira de alimentos de alto teor de umidade, em especial frutas e vegetais. Isto ocorre pela redução do conteúdo de água do alimento a ponto de minimizar o crescimento microbiano e as reações químicas indesejáveis (RUIZ-LÓPEZ et al., 2008).

Os produtos secos apresentam uma vantagem de uma maior facilidade de manuseio de armazenagem, sendo também o processo auxiliar mais adequado para uma armazenagem segura de produtos biologicamente instáveis, como é o caso da casca do maracujá amarelo. (PARK et al., 2006).

As condições de secagem são bastante diversas, estando relacionadas com as propriedades do ar de secagem e a forma como se faz o contato com o produto.

No produto colocado em contato com o ar quente, ocorre uma transferência de calor do ar para o produto. Simultaneamente, a diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar e a superfície do produto determina uma transferência de vapor para o ar, sendo que uma parte do calor que chega ao produto é utilizada para vaporizar a água e a outra para elevar a temperatura do material (MONTEIRO et al., 2010).

3.4 COMPOSTOS FENÓLICOS

Produzidos pelo metabolismo secundário das plantas, os compostos fenólicos, são substâncias que apresentam um anel aromático contendo um ou mais grupos hidroxílicos, incluindo seus derivados funcionais. Possuem capacidade de sequestrar radicais livres, tornando-se antioxidantes de alta eficiência. As enzimas como a catalase e a superóxido dismutase, que agem como antioxidantes endógenos tem a capacidade de sequestrar os radicais livres que são formados diariamente pelo corpo humano. Quando essas enzimas estão em baixas concentrações, os radicais livres reagem com moléculas de DNA, proteínas e lipídios, causando danos relacionados ao aumento da incidência de doenças cardiovasculares, câncer e outras doenças crônicas. Com isso, é possível entender o motivo pelo qual é feito estudos dos produtos naturais, que tem como objetivo identificar os compostos com atividade antioxidante, e assim adicionar à dieta do ser humano (CAVALHEIRO, 2013).

3.5 PROCESSAMENTO DA POLPA OU SUCO DE MARACUJÁ INTEGRAL CONGELADO

A polpa ou o suco de maracujá integral congelado tem dois grandes mercados, um deles é o da indústria de sucos prontos para beber, que utiliza o suco congelado como matéria-prima, não precisando passar por todas as etapas iniciais de manipulação da fruta e da dependência dos períodos de safra. E o outro mercado é o da polpa congelada embaladas em plásticos, em pequenas quantidades, com comércio direcionado para consumidor final (VENTURINI FILHO, 2010). Na Figura 2 é apresentado o fluxograma do processamento básico dos frutos de maracujá.

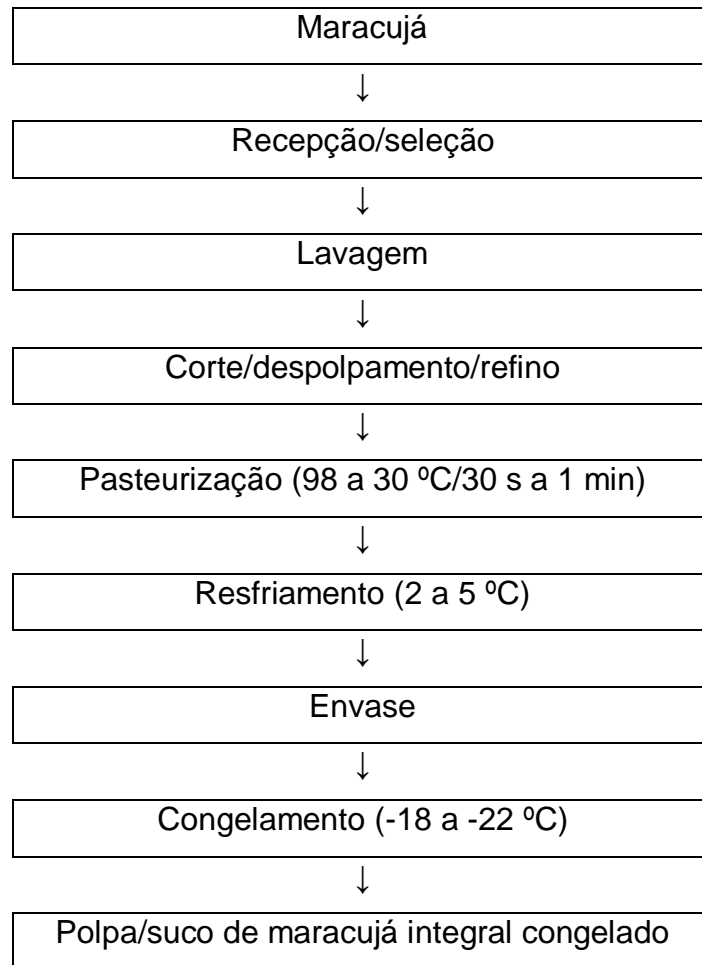


Figura 2 – Esquema representativo do processo básico de obtenção da polpa ou suco de maracujá.

Fonte: Venturini Filho, 2010.

3.6 RESÍDUOS

De acordo com Oliveira et al. (2002), os subprodutos correspondem a cerca de 70% do peso do maracujá, que não é aproveitado normalmente, tornando-se um grande problema de resíduo agroindustrial.

A casca, composta predominantemente de um tecido esponjoso é facilmente desidratada. Ela tem sido pesquisada e se mostrado viável como fonte alimentar de bom valor nutricional, reduzindo custos e, ao mesmo tempo, diminuindo o dano ambiental proveniente do processamento industrial (BERTIPAGLIA et al., 2000).

A casca do maracujá tem sido estudada devido as suas propriedades funcionais, principalmente as relacionadas com o teor e tipo de fibras presentes. Ela

pode ser utilizada para o desenvolvimento de novos produtos, como na composição de cereais matinais, no enriquecimento de produtos alimentícios, principalmente no que se refere ao teor e fibras. Ainda há a aplicação como ração animal, adubo ou como matéria prima para a extração da pectina, que se apresenta em considerável quantidade, principalmente no mesocarpo do fruto e é utilizada como ingrediente na produção de doces e geleias, além de ser considerada com potencial na redução da diabete (SOUZA; SANDI, 2001; VENTURINI FILHO, 2010).

Córdova et al. (2005), ao analisarem as características físico-químicas da casca do maracujá amarelo obtida por secagem a 70 °C, observaram que a casca apresentou-se rica em fibras solúveis e minerais. Já a semente do maracujá é rica em ácido linoleico, um ácido graxo essencial (VENTURINI FILHO, 2010).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

Foram utilizadas cascas de frutos adquiridos no comércio local da cidade de Campo Mourão (PR), maduros e sem danos aparentes. O maracujá foi lavado em água corrente e cortado longitudinalmente para remoção da polpa. O corte das cascas foi padronizado através da utilização de um molde retangular com as dimensões de 2,5 x 3,5 cm.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DAS CASCAS DE MARACUJÁ

4.2.1 Análise colorimétrica

Os parâmetros de cor das amostras (in natura e secas) foram medidos com um espectrofotômetro de reflectância difusa MiniScan EZ (HunterLab, MSEZ-4000S, USA). O instrumento, com sensor ótico geométrico de esfera, utilizando ângulo de observação de 2°, iluminante principal D75 e escala CIELab. O eixo L^* representa a luminosidade, de 0 (preto) a 100 (branco). O parâmetro a^* expressa o eixo verde/vermelho ($-a^*/a^*$) e b^* , o eixo azul/amarelo ($-b^*/b^*$). A diferença total de cor (ΔE^*) foi determinada pela Equação 1 (CIE, 1996):

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Δ = diferença entre cada parâmetro de cor da amostra inicial e a amostra em determinado tempo de processo.

4.2.2 Compostos fenólicos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

Para identificação e quantificação dos compostos fenólicos por cromatografia líquida, os extratos foram preparados a partir da moagem das cascas (*in natura* e

secas) em moinho de facas tipo Willey. Foram tomados 5 g de amostra homogeneizada com ácido ascórbico e adicionados 10 mL de HCl 2 M e 25 mL de metanol, conforme metodologia sugerida por Ribani (2006). Após o refluxo a 90 °C por 6 horas, os extratos foram resfriados e o volume completado a 50 mL com metanol. Então cada amostra foi filtrada primeiramente em peneira e depois por filtro (PTFE) Millipore de 0,45 µm de diâmetro, antes da análise por CLAE.

Foi utilizado cromatógrafo líquido de alta eficiência Dionex UltiMate 3000 (Dionex, Idstein, Alemanha), controlado pelo Software Chromeleon, equipado com amostrador automático, bomba e detector de arranjo de diodos (UV-VIS) (UltiMate 3000). Será usada uma coluna de fase reversa Acclaim 120, C18, 120 Å (4,6 x 250 mm, 5 µm). As demais condições experimentais foram: volume de injeção de 5 µL, cinco comprimentos de onda específicos para cada classe de compostos fenólicos e vazão de 1 mL min⁻¹. Os solventes de grau cromatográfico, água acidificada com ácido fosfórico 1% e metanol, aplicadas de forma gradiente durante a eluição e previamente filtrados em membrana de 0,45 µm de poro antes de serem utilizados. A quantificação de compostos fenólicos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção de padrões cromatográficos de ácido gálico, ácido sirínico, ácido cafêico, ácido p-cumárico, ácido ferrúlico, ácido trans-cinâmico, piceatanol, resveratrol, rutina, catequina, miricetina, quercetina e kaempferol. Foi realizada padronização externa a partir de curvas de calibração dos mesmos padrões.

4.2.3 Teor de compostos fenólicos totais

Os extratos também foram avaliados quanto ao teor de compostos fenólicos totais, pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, com resultados expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por cem gramas de amostra (mg EAG.100 g⁻¹). O método é caracterizado por uma mistura de ácidos fosfotungstíco e fosfomolibdico (coloração amarela) em um meio básico. Os fenóis que estão contidos nas amostras são energeticamente oxidados em meio básico, ocorrendo a formação do O²⁻, o qual reage com os ácidos formando compostos de coloração verde, com uma absorção intensa perto de 750 nm (SHAHIDI; NACZK, 1995).

No método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI, 1965), uma alíquota de aproximadamente 30 µL de extrato diluído é transferida para um tubo de ensaio, com 2370 µL de água destilada e 150 µL do reagente de Folin-Ciocalteu. O tubo é

agitado em vórtex por 10 s. Para o preparo do branco, 30 μL de metanol foram usados ao invés de água destilada. Depois de 2 min, 450 μL de solução de carbonato de sódio (15%, m/v) foram adicionados e a mistura foi homogeneizada em vórtex por 10 s e em seguida incubada a por 2 h a temperatura ambiente. A absorbância das amostras foi lida em espectrofotômetro a 765 nm. Uma curva padrão de ácido gálico na faixa de 60-600 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ($R^2 = 0.9988$) foi usada para quantificação do teor de compostos fenólicos totais e os resultados expressos em mg de equivalente em ácido gálico por 100 g de amostra ($\text{mg EAG}\cdot 100\text{ g}^{-1}$).

4.2.4 Atividade antioxidante pelo método DPPH[•]

A atividade antioxidante é caracterizada pela inibição do radical 2,2-difenil-1-picrilidrazila (DPPH[•]). O teste de redução do DPPH[•] está baseado na capacidade de reação com doadores de hidrogênio. Quando na presença de substâncias antioxidantes o mesmo recebe H^+ sendo então reduzido. A capacidade da amostra de reduzir o DPPH[•], ou seja, de evitar a sua oxidação, é indicada pela porcentagem de DPPH[•] restante no sistema. Sendo assim, a porcentagem de DPPH[•] restante é proporcional à concentração de antioxidante (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

O método, com algumas modificações (MENSOR et al., 2001), consistiu na adição de 1 mL de solução metanólica de DPPH[•] (0,3 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) a 2,5 mL de extrato adequadamente diluído. A mistura é agitada em vórtex por 10 s. O branco é preparado com 2,5 mL de cada extrato e 1 mL de metanol. Depois da reação por 30 min a temperatura ambiente, a absorbância foi lida a 518 nm e os resultados comparados com uma curva de calibração de trolox na faixa de 10-60 $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($R^2 = 0.9986$) e expressos em micromolar de equivalente de trolox por grama de amostra ($\mu\text{M ET}\cdot\text{g}^{-1}$).

4.3 SECAGEM

Para a realização da secagem da casca de maracujá, foi utilizada uma estufa de secagem (Cienlab) com circulação forçada de ar (2 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$). Os experimentos de secagem foram realizados em duplicata, a 4 temperaturas diferentes (60, 70, 80 e 90 $^{\circ}\text{C}$).

As cascas, distribuídas sobre bandejas de maneira uniforme, foram posicionadas dentro da estufa lado a lado e de forma que a maior área da bandeja ficasse exposta ao fluxo de ar.

Durante os primeiros 30 min de secagem, a massa do conjunto (bandeja+amostra) foi medida a cada 5 minutos. Foi realizada também a medida da cor (em triplicata) nesses intervalos.

A partir dos 30 min, foram realizadas medidas a cada 10 min, a partir de 1 h a cada 20 min e a partir de 2 horas a cada 30 min até não haver variação significativa (massa constante).

Atingido o equilíbrio, as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente e recolhidas em embalagens identificadas para determinação do teor de compostos fenólicos.

4.3.1 Modelagem da cinética de secagem

A variação da umidade ao longo do processo foi representada pelos modelos matemáticos de Henderson-Pabis, Page e Newton, conforme Reis (2011) (Tabela 1). O autor justifica o uso dos modelos devido ao comportamento exponencial das cinéticas de secagem.

Tabela 1 – Modelos matemáticos utilizados para ajustar os dados de secagem da casca de maracujá

MODELO	EQUAÇÃO
Henderson-Pabis	$MR = a \exp(-bt)$
Page	$MR = \exp(-ct^n)$
Newton	$MR = \exp(-dt)$

Onde:

MR = razão entre as umidades (adimensional);

a, b, c, d, n = constantes das equações;

t = tempo (min).

Para verificar a qualidade do ajuste de cada modelo matemático, foi realizada análise de regressão não-linear, através do método de Gauss-Newton, utilizando o programa computacional STATISTICA 7.0. A seleção dos modelos ocorreu de

acordo com o coeficiente de determinação (R^2), do erro percentual (P) representado pela Equação 2, calculado conforme definido a seguir:

$$P(\%) = \frac{100}{N} \sum \left(\frac{|Y - \hat{Y}|}{Y} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Y e \hat{Y} são os valores de umidade de equilíbrio experimental e calculados pelo modelo, respectivamente, N é o número de dados experimentais. Um modelo é considerado aceitável se o valor de P for menor que 10% e se apresentar alto valor de R^2 (LEWICKI, 2008).

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Além da verificação dos parâmetros de ajuste dos modelos matemáticos, as demais análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados obtidos submetidos à análise de variância (ANOVA) e a diferença estatística das médias ao teste de Tukey (nível de 5% de significância), utilizando-se o programa computacional STATISTICA 7.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CINÉTICA DE SECAGEM

Os dados experimentais sugerem que o processo apresentou, em todas as condições de temperatura estudadas, comportamento semelhante, uniforme e contínuo. A principal única diferença verificada foi com relação ao aumento no tempo de secagem com a diminuição da temperatura. A umidade de equilíbrio do produto foi atingida aos 240 minutos para secagem a 90 °C, 300 minutos para 80 °C, 390 minutos para 70 °C e 360 minutos para 60 °C. Apesar da espessura da casca ter sido desconsiderada no presente trabalho, acredita-se esse parâmetro possa ter influenciado o tempo de equilíbrio verificado nas duas temperaturas mais baixas.

Ferreira e Pena (2010), ao secarem casca de maracujá (cubos de 0,5 cm de aresta) atingiram massa constante aos 600, 530 e 475 minutos nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, respectivamente.

No trabalho de Monteiro et al. (2010), cascas de maracujá em metades foram desidratadas em secador de bandejas com circulação forçada de ar a 56 °C. Os autores relataram que o equilíbrio de umidade foi atingido aos 180 minutos de experimento.

Na Tabela 2 são mostrados os parâmetros dos modelos utilizados para ajustar os dados de secagem para a casca de maracujá em diferentes temperaturas.

Todos os modelos selecionados mostraram bom ajuste (P menor que 10%, variando de 0,2875 a 3,7616 e distribuição sistemática dos resíduos). Os valores de R^2 variaram de 0,982 a 0,998, sendo a melhor condição experimental verificada para a secagem a 90 °C pelo modelo de Page. O mesmo modelo apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais em todas as temperaturas estudadas e o comportamento pode ser justificado pelo maior número de parâmetros da equação e à incorporação do parâmetro n na forma exponencial.

Tabela 2 – Parâmetros calculados, R^2 e P (%) para ajuste dos dados de secagem de casca de maracujá com modelos matemáticos selecionados a diferentes temperaturas

MODELO	90 °C			
	PARÂMETRO	R^2	P (%)	DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS
Henderson-Pabis	$a = 1,0497$ $b = 0,013$	0,986	0,2875	Sistemática
Page	$c = 0,003996$ $n = 1,269$	0,998	0,8037	Sistemática
Newton	$d = 0,0127$	0,982	3,7616	Sistemática
80 °C				
MODELO	PARÂMETRO	R^2	P (%)	DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS
Henderson-Pabis	$a = 1,0413$ $b = 0,010$	0,991	2,1303	Sistemática
Page	$c = 0,004159$ $n = 1,194$	0,996	0,7947	Sistemática
Newton	$d = 0,0100$	0,987	2,848	Sistemática
70 °C				
MODELO	PARÂMETRO	R^2	P (%)	DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS
Henderson-Pabis	$a = 1,032$ $b = 0,007$	0,992	2,099	Sistemática
Page	$c = 0,002980$ $n = 1,165$	0,996	0,919	Sistemática
Newton	$d = 0,0067$	0,989	2,678	Sistemática
60 °C				
MODELO	PARÂMETRO	R^2	P (%)	DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS
Henderson-Pabis	$a = 1,0273$ $b = 0,008$	0,993	1,948	Sistemática
Page	$c = 0,004094$ $n = 1,144$	0,996	0,962	Sistemática
Newton	$d = 0,0106$	0,985	2,369	Sistemática

Reis (2011), ao estudar a secagem à vácuo de fatias de yacon, também verificou que o modelo de Page foi o que melhor representou os dados experimentais.

Vega-Gálvez et al. (2008) encontrou o melhor ajuste com o modelo de Page Modificado na representação da secagem de fatias de maçã a temperaturas variando de 40 a 80 °C. Chowdhury, Bala e Haque (2011) também verificaram que o modelo de Page Modificado, seguido pelo modelo de Page, apresentou os melhores resultados no ajuste dos dados experimentais da secagem de casca de jaca, de 40 a 70 °C. Na equação de Page Modificado, o parâmetro k também aparece com o n na forma exponencial.

Na Figura 3 é apresentada a cinética de secagem ajustada pelo modelo de Page para cada temperatura estudada. Pode-se afirmar que a tendência à taxa constante de secagem tem início em torno dos 100 minutos de processo para a temperatura de 90 °C, aos 130 minutos para a temperatura de 80 °C e em torno dos 150 minutos para as temperaturas de 70 e 60 °C.

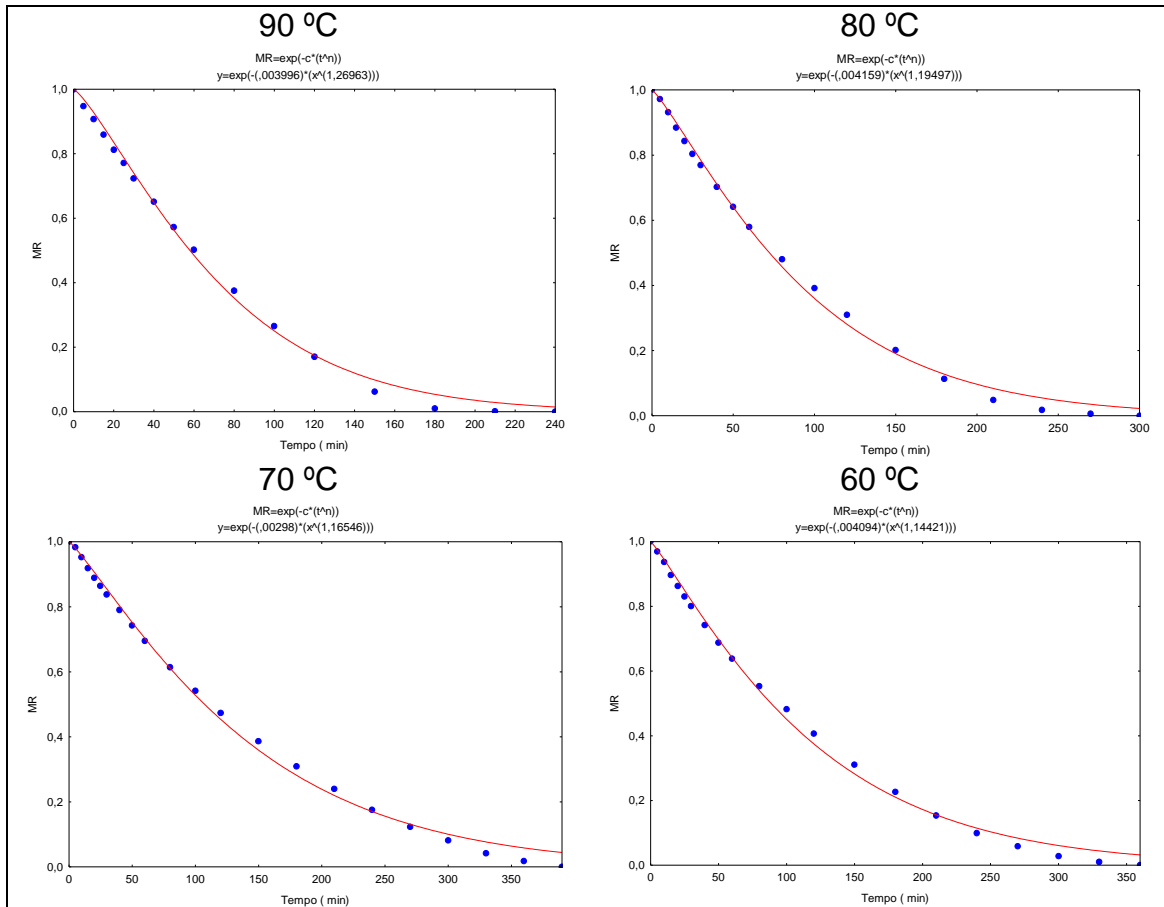


Figura 3 – Cinética de secagem de casca de maracujá ajustada pelo modelo de Page em diferentes temperaturas

5.2 VARIAÇÃO DA COR COM O PROCESSO DE SECAGEM

Na Figura 4 é apresentada a variação total de cor da casca de maracujá ao longo do processo de secagem. Foi verificada uma maior variação da cor original da casca com o aumento da temperatura de secagem em ambas as partes (externa e interna). Entretanto, abaixo de 70 °C não foi verificada diferença significativa (ao nível de 5% no teste de Tukey) entre as médias de variação total de cor.

Se os parâmetros de cor forem analisados isoladamente, em todas as condições de secagem utilizadas, observa-se uma diminuição da luminosidade das amostras com o processo, caracterizada pelo escurecimento das amostras. Ferreira e Pena (2010), atribuem o escurecimento da casca de maracujá ao tempo da secagem combinado com a temperatura e presença de açúcares e proteínas na

amostra, favorecendo a ocorrência da reação de Maillard. Entretanto, estes autores basearam-se somente em avaliação visual do produto.

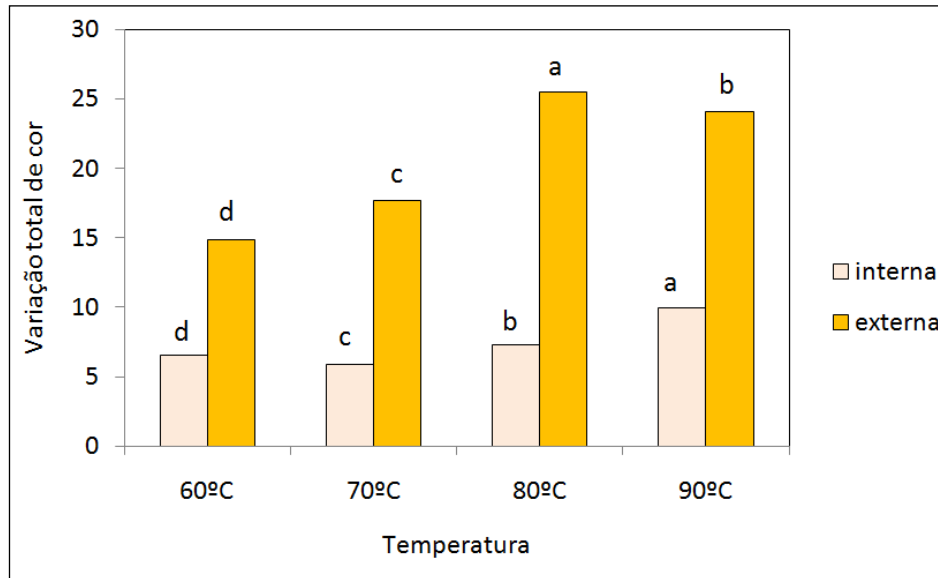


Figura 4 – Variação total de cor na secagem da casca de maracujá em diferentes temperaturas.

Nota: Letras diferentes nas colunas de mesma cor indicam diferença significativa ao nível de 5% no teste de Tukey

Temperaturas maiores, mesmo associadas a tempos menores de secagem, proporcionaram um maior encolhimento da amostra, como pôde ser observado visualmente (Figura 5).

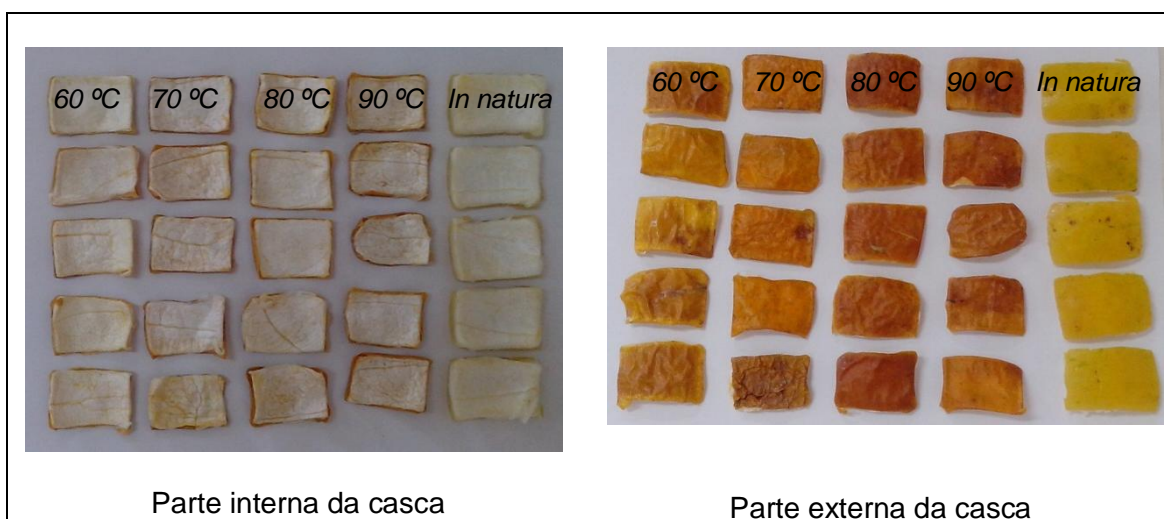


Figura 5 – Aspecto visual da casca de maracujá em diferentes temperaturas de secagem

5.3 COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A análise por cromatografia líquida dos extratos das amostras proporcionou a separação de alguns picos que puderam ser caracterizados como compostos fenólicos, devido a comparação dos seus respectivos espectros e comprimentos de onda característicos desta classe investigada. Porém, nenhum dos picos separados foi identificado, a partir da comparação com os padrões disponíveis, descritos no item 4.2.2. A partir de então, optou-se pela quantificação do teor de compostos fenólicos totais nos extratos já obtidos. Na Tabela 3 são apresentados os teores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das amostras referentes aos tratamentos empregados.

Tabela 3 – Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH de casca de maracujá in natura e seca em diferentes temperaturas

Tratamentos	Fenólicos totais (mg Eq.AG.100 g ⁻¹)			Atividade antioxidante (µM ET.g ⁻¹)		
	Média (base seca)	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)	Média (base seca)	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
<i>in natura</i>	2105,25 ^a	36,02	1,71	192,41 ^a	5,97	3,10
60	532,97 ^c	54,33	10,19	41,01 ^b	1,21	2,97
70	543,99 ^{bc}	66,17	12,16	73,90 ^c	2,85	3,85
80	638,73 ^{bc}	60,17	9,42	70,07 ^c	1,310	1,87
90	686,48 ^b	62,36	9,08	67,72 ^c	0,91	1,35

NOTA: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Ao serem comparadas as amostras *in natura* com as desidratadas, verifica-se que, em ambos os testes, ocorreu uma redução significativa do teor de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante da ordem de aproximadamente 70%, em média.

Foi verificado um ligeiro aumento do teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das amostras com o aumento da temperatura de secagem, de 60 para 70 °C. Com exceção da temperatura de 60 °C, foi verificada uma correlação ($R^2 = 0,9974$) entre os compostos fenólicos e atividade antioxidante. Entre 70 e 90 °C, embora as médias de atividade antioxidante tenham sido semelhantes, houve uma diminuição deste parâmetro com o aumento da temperatura e do teor de compostos fenólicos totais. Apesar de não totalmente significativo, acredita-se que o

tempo de processamento das cascas possa ter sido mais relevante do que a diferença de temperaturas às quais elas foram expostas.

Os compostos fenólicos estão presentes nos vegetais na forma livre ou glicosilados (ligados a açúcares), esterificados (ligados a ésteres), amidados (ligados a amidos) ou hidroxilados (ligados a hidroxilas). Essas formas que dão as suas características distintas (TSAO; DENG, 2004; HASSIMOTO; GENOVESE; LAJOLO, 2005). São encontrados nas plantas principalmente dentro dos vacúolos, na forma conjugada como glicosídeos, com pelo menos oito monossacarídeos diferentes ou combinações que podem estar ligados aos diferentes grupos hidroxilas do composto fenólico (RIBANI, 2006).

Ainda conforme Ribani (2006), dependendo do tipo de açúcar ligado, muitos parâmetros podem influenciar na eficiência da extração do composto e consequentemente a sua identificação e determinação. O tempo e a temperatura as quais o tecido vegetal é exposto podem influenciar a degradação ou hidrólise do glicosídeo ligado ao composto fenólico, influenciando a sua quantificação. Acredita-se que as temperaturas mais baixas possam não ter favorecido a hidrólise completa do glicosídeo, resultando em valores mais baixos de compostos fenólicos totais.

6 CONCLUSÃO

- A temperatura influenciou a cinética de secagem da casca de maracujá. O tempo necessário para atingir o equilíbrio foi de 240 minutos para a maior temperatura estudada (90 °C) e de 360 minutos para o tratamento mais brando (60 °C).
- O modelo de Page foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais em todas as temperaturas estudadas e os melhores parâmetros foram verificados na temperatura de 90 °C.
- A temperatura influenciou a qualidade da casca de maracujá durante o processo de secagem, refletindo em diferentes teores de compostos fenólicos totais, na atividade antioxidante e significativamente na variação de cor das amostras avaliadas.
- Apesar de a 90 °C ter sido constatado o melhor ajuste dos dados experimentais aos modelos testados, a 60 °C as cascas mantiveram as características de cor mais próximas às das amostras originais.
- Os resultados obtidos podem servir como parâmetro para processamento do resíduo da produção de polpa de frutas, diminuindo o desperdício de materiais que ainda apresentam potencial de exploração.

REFERÊNCIAS

AACC. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v.46, n.3, p.112-129, 2001.

BERTIPAGLIA, L. M. A.; ALCADE, C. R.; SIQUEIRA, G. B.; MELO, G. M. P.; ANDRADE, P. Degradação in situs da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e resíduo da extração do suco de maracujá. **Acta Scientiarum, Maringá**, v. 22, n. 3, p. 765-769, 2002.

BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. E., BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Leb Wissenschaft und Technik**, 28, 25-30, 1995.

CANTERI, M. H. C. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 2010. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CARVALHO, V. A.; VASCONCELOS, M. A. M. ALVES, M. S.; FIGUEIREDO, C. J. S. **Aproveitamento do mesocarpo do maracujá na fabricação de produtos flavorizados**. Comunicado Técnico. Embrapa. Belém, dez. 2005.

CAVALHEIRO, C. V. **Extração de compostos fenólicos assistida por ultrassom e determinação de ácidos graxos e minerais em folhas de *Olea europaea* L.** 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CHOWDHURY, M. M. I.; BALA, B.K.; HAQUE, M.A. Mathematical modeling of thin-layer drying of jackfruit leather **Journal of Food Processing and Preservation**, 35, 797-805, 2011.

CIE. **CIE Publications**. 15.2.CIE, Viena, Áustria, 1986.

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

DEUS, G. I. **Efeitos da temperatura de secagem nos teores de compostos cianogênicos totais e fibra alimentar de casca de maracujá**. 2011. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá- aproveitamento das sementes. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 101-102, Abril 2004.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28, 2010.

GUERTZENSTEIN, S. M. J. **Uso da casca de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, Deg) cv. amarelo com fonte de fibra solúvel na alimentação de ratos diabéticos**. 1998. Dissertação (Mestrado em Nutrição), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, I. S.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 53, p. 2928-2935, 2005.

IBGE, 2009. Produção agrícola municipal. Disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2007/comentario.pdf>.

Acesso em: 08/09/2013.

KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.) **Leb Wissenschaft und Technik**, 43, 2010, 1026-1031.

LAMEIRO, M. G. S.; MOURA, F. A.; NUNES, D. V.; PEREIRA, J. M.; HELBIG, E.; DIAS, GUERRA, A. R. **Efeito das fibras de trigo e maracujá na umidade das fezes de ratos wistar adultos**. Anais do XVI CIC, Universidade Federal de Pelotas, 2007.

LEWICKI, P. P. **Data and Models of Water Activity**. II: Solid Foods. CRC Press, Boca Raton, 2008.

LÓPEZ-VARGAS, J. H. FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDAMARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, 51, 756–763, 2013.

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, 2003.

MENDONÇA, L. M. V. L.; CONCEIÇÃO, A.; 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, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável**. Brasília-DF: MS, 2006. 210p. (Série A, Normas e Manuais Técnicos).

MONTEIRO, L. B.; MENDONÇA, M. R.; ANDRADE, A. T.; CAMARGO, T.; SOUSA, K. M.; OI, R.; MORAES, M. S.; LIA, L. R. B.; MORAES JUNIOR, D. Curva de secagem do mesocarpo do maracujá amarelo. **Revista Ceciliana**, Jun, v. 2, n. 1, p. 42-44, 2010.

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**, v. 22, p. 259-262, 2002.

OLIVEIRA, M. M.; CAMPOS, A. R. N.; DANTAS, J. P.; GOMES, J. P.; SILVA, F. L. H. Isotermas de dessecção 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, 2006.

PARK, K. J.; MORENO, M. K.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra Bartlett. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.288- 292, 2006.

PINHEIRO, A. M.; FERNANDES, A. G.; FAI, A. E. C.; DO PRADO, G. M.; DE SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A. Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 26, p. 98-103, 2006.

REIS, F. R. **Secagem á vácuo de yacon: influência das condições de processo sobre parâmetros de qualidade e cinética de secagem**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

RIBANI R. H. **Compostos fenólicos em erva-mate e frutas**. 2006. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

ROTILI, M. C. C.; COUTRO, S.; CELANT, V. M.; VORPAGEL, J. A.; BARP, F. K.; SALIBE, A. B. ; BRAGA, G. C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 227-240, jan./fev. 2013.

RUIZ-LÓPEZ, I. I.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, C. E.; COBOS-VIVALDO, R.; HERMAN-LARA, E. Mathematical modeling and simulation of batch drying of foods. **Journal of Food Engineering**, v. 89, p. 310-318, 2008.

SCHWEIZER, T. F.; WURSCH, P. The physiological and nutritional importance of dietary fiber. **Experientia**, n. 47, p. 181-186, 1991.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Methods of analysis and quantification of phenolic compounds**. In: Food Phenolic: Sources, Chemistry, Effects and Applications. Shahidi, F., Naczk, M. (Eds.). Lancaster: Technomic Publishing Company, p. 287-293, 1995.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phospho-tungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Vitic.** v. 16, p. 144-158, 1965.

SOUZA, A. C. G.; SANDI, D. Industrialização. In: Bruckner, C.H.; Picanço, M.C. (ed) **Maracujá**: Tecnologia de produção, pós colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.305-343, 2001.

TSAO, R.; DENG, Z. Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. **J.Chromatog. B**, v. 812, p. 85-99, 2004.

TURANO, W.; LOUZADA, S. R. N.; DEREVI, S. C. N.; MENDEZ, M. H. M. Estimativa de consumo diário de fibra alimentar na população adulta, em regiões metropolitanas do Brasil. **Nutr. Bras.** n. 3, 130-135, 2002.

VEGA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M.; BILBAO-SÁINZ, C.; URIBE, E.; LEMUS-MONDACA, R. Empirical modeling of drying process for apple (*cv. granny smith*) slices at different air temperatures. **Journal of Food Processing and Preservation**, n. 32, 972-986, 2008.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas não alcoólicas**. Ciência e Tecnologia – São Paulo: Editora Blucher, v.2, 2010.

VIEIRA, C. F. S.; MARTINS, G. A. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S.; REGES, I. S. Utilização de farinha de casca de maracujá amarelo em bolo. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 6, n. 11, 2010.

YAPO, B. D.; KOFFI, K. L. K. Yellow passion fruit rind a potential source of low-methoxyl pectin. **J Agric Food Chem.** n. 54, p. 2738-2744, 2006.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá: um alimento funcional? **Rev. bras. farmacogn.** [online], v. 20, n. 3, p. 459-471, 2010.