

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GILCILÉIA INÁCIO DE DEUS

**EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM NOS TEORES
DE COMPOSTOS CIANOGÊNICOS TOTAIS E FIBRA
ALIMENTAR DE CASCA DE MARACUJÁ**

Goiânia
2011

GILCILÉIA INÁCIO DE DEUS

**EFEITOS DA TEMPERATURA DE SECAGEM NOS TEORES
DE COMPOSTOS CIANOGENÍCOS TOTAIS E FIBRA
ALIMENTAR DE CASCA DE MARACUJÁ**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria Sebastiana Silva

Co-orientadoras: Prof^a Dr^a Adriana Régia Marques de Souza, Prof^a Dr^a Raquel de Andrade Cardoso Santiago

Goiânia
2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

D486e Deus, Gilciléia Inácio.
Efeitos da temperatura de secagem nos teores de compostos cianogênicos totais e fibra alimentar de casca de maracujá [manuscrito] / Gilciléia Inácio de Deus. - 2011.
44 f. : il., figs, tabs.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Sebastiana Silva; Co-orientadoras: Prof^a Dr^a Adriana Régia Marques de Souza, Prof^a Dr^a Raquel de Andrade Cardoso Santiago.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2011.

Bibliografia.

Apêndices.

1. Passiflora edulis 2. Maracujá – Fibra alimentar.
Ácido cianídrico. I. Título.

CDU: 634.776.3

À Força Maior que rege a Vida...
À Ciência da Nutrição...
Aos meus Mestres e Alunos.

MEUS AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar saúde, disposição e motivação para lutar por meus sonhos;

À Professora Dra. Maria Sebastiana pela confiança, pela presença, pelos ensinamentos, pelo ENORME coração;

À Professora Dra. Raquel Santiago, GRANDE motivadora, por me contaminar com sua paixão pelos alimentos;

À Professora Dra. Adriana Régia, pelo incentivo, pela colaboração com ótimas idéias e pelo carinho;

Ao Tiago, por ter sido curioso e paciente;

Ao meu co-orientado Dien, pelas incontáveis horas de laboratório;

À Professora Dra Maria Raquel, minha eterna madrinha, pela oportunidade da iniciação científica;

À Professora Ms. Ana Clara, por me ensinar a importância da organização e do planejamento do trabalho;

À CAPES pelo apoio financeiro;

Ao PPGCTA, por permitir a realização deste sonho tão perto de casa;

À FANUT, pelas oportunidades, pelo respeito;

Aos docentes do PPGCTA que ajudaram na construção deste trabalho;

Aos Professores Dra Mara Reis, Dr Eduardo Asquieri e Dra Márcia Correia por disponibilizarem a estrutura dos laboratórios;

Aos meus colegas de “tchurma”, meus Mestres preferidos, Tháisa, Dani, Jú, Christiano, Cecília, Mariiise, Fer, Lú, Camila, Mara e Renata, obrigada pela companhia, pelos “corujões”, pela diversão, pelo crescimento. Orgulho-me de todos vocês!

Aos meus alunos, em especial, Renatinha e Fernandinha;

À minha família e amigos, ao Baby e à Dra. Telma, pelos colos, pela torcida e pelas orações.

“Já sonhei demais, a ponto de confundir com a realidade... Já tive medo do escuro, hoje no escuro "me acho, me agacho, fico ali".”

Clarice Lispector

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*), utilizado principalmente para a fabricação de suco e o consumo *in natura*. Estudos indicam a utilização da casca de maracujá amarelo em geleias, doces, barras de cereais, cereais matinais e biscoitos, principalmente devido ao seu conteúdo de fibras solúveis e insolúveis. Contudo, outros estudos têm demonstrado que a casca de maracujá amarelo contém compostos cianogênicos que podem causar intoxicação quando ingeridos acima do seu nível de ingestão máxima recomendado. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes temperaturas de secagem nas propriedades físicas, químicas e no teor de compostos cianogênicos totais em casca de maracujá amarelo. Foram utilizados frutos de maracujá amarelo adquiridos no mercado de Goiânia. A caracterização do fruto foi realizada por meio da avaliação visual da coloração, do peso médio e da proporção casca:polpa. As cascas foram higienizadas, trituradas, secas a 30°C, ou 45°C ou 60°C e moídas para a obtenção de farinhas, realizando-se três repetições de cada secagem. As cascas *in natura*, as farinhas obtidas e uma marca de farinha comercial foram analisadas quanto ao teor de umidade, atividade de água, pH, acidez titulável e teor de compostos cianogênicos totais. Cascas amareladas apresentando pequenas manchas verdes caracterizam o estágio de maturação grau 6 e foram observadas em 35,00% dos frutos. O peso médio dos frutos foi 142,06±31,95 g, sendo, em média 56,51±11,92% correspondentes à casca e 42,88±11,86% à polpa com sementes. O aumento da temperatura causou redução significativa das variáveis umidade, umidade de equilíbrio e atividade de água. Os resultados de pH e acidez titulável não mostraram tendência quanto à variação de temperatura. Considerando os valores obtidos em base seca, as secagens a 30°C, 45°C e 60°C promoveram reduções de 84,98%, 85,75% e 95,41% de compostos cianogênicos totais, respectivamente. A farinha de maracujá amarelo seca a 60°C apresentou 51,39% menos compostos cianogênicos totais do que a marca comercial. Todas as temperaturas de secagem promoveram alterações nas características físicas e químicas do produto final, mas a secagem a 60°C foi a que produziu maior redução dos compostos cianogênicos totais.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*, subprodutos, ácido cianídrico

EFFECT OF THE DRYING TEMPERATURE IN LEVELS OF CYANOGENIC COMPOUNDS AND DIETARY FIBER IN PASSION FRUIT SKIN FLOUR

ABSTRACT

Brazil is one of the world's largest producers of yellow passion fruit (*Passiflora edulis*), that are mainly consumed fresh or used to produce juice. Studies indicate the use of yellow passion fruit skin in jam, sweets, cereal bars, cereals, and cookies especially due to its soluble and insoluble fiber content. Other studies have shown that yellow passion fruit skin contains cyanogenic compounds that may provoke intoxication when ingested above the threshold dose. The present work aim to assess the effects of different drying temperatures on the physical and chemical properties and total content of cyanogenic compounds in yellow passion fruit skin. The fruits were purchased at Goiania's market and their characterization included visual evaluation of the color, average weight and proportion skin:pulp. The skin was sanitized, triturated, dried at 30°C or 45°C or 60°C to produce flour, in three repetitions for each temperature. The flour obtained at each drying temperature, and a commercial brand of yellow passion fruit flour were analyzed as to moisture, water activity, pH, titratable acidity, and total content of cyanogenic compounds. Yellow skins presenting small green spots characterize ripening stage 6 and were observed in 35.00% of the fruits. Average fruit weight was 142.06±31.95 g, 56.51±11.92% corresponded to the skin and 42.88±11.86% to the pulp with seeds. The increase in temperature caused significant decrease in moisture, equilibrium moisture, and water activity. Titratable acidity and pH results did not show any trends in relation to temperature variation. Taking into consideration the results of the dry products, drying treatments at 30°C, 45°C, and 60°C reduced total content of cyanogenic compounds by 84.98%, 85.75%, and 95.41%, respectively. Yellow passion fruit flour dried at 60°C presented 51.39% less cyanogenic compounds than the commercial brand. All drying temperatures caused alterations in the physical and chemical properties of the final product, but the treatment at 60°C provoked the highest reduction in total content of cyanogenic compounds.

Key words: *Passiflora edulis*, byproducts, hydrocyanic acid

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1	MARACUJÁ AMARELO	10
2.2	CASCA DE MARACUJÁ AMARELO	10
2.3	FIBRA ALIMENTAR	12
2.4	COMPOSTOS CIANOGENICOS	13
2.5	SECAGEM	14
3	OBJETIVOS	17
3.1	OBJETIVO GERAL	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1	MATERIAIS	18
4.2	MÉTODOS	18
4.2.1	Delineamento experimental	18
4.2.2	Elaboração das farinhas	19
4.2.3	Análises físicas e químicas	21
4.2.3.1	Umidade	21
4.2.3.2	Umidade de equilíbrio	21
4.2.3.3	Atividade de água	21
4.2.3.4	pH	21
4.2.3.5	Acidez titulável	22
4.2.3.6	Fibra alimentar	22
4.2.4	Compostos cianogênicos totais	22
4.2.5	Análise estatística	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS DE MARACUJÁ AMARELO	25
5.2	ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS FARINHAS DE CASCAS DE MARACUJÁ AMARELO	26
5.3	FIBRA ALIMENTAR DAS FARINHAS DE CASCAS DE MARACUJÁ AMARELO	29
5.4	COMPOSTOS CIANOGENICOS TOTAIS	31
6	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS	36
	APÊNDICE	41

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de maracujá, sendo a quase totalidade de maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Degener*), utilizado principalmente para a fabricação de suco e o consumo *in natura* (CUNHA; BARBOSA; FARIA, et al., 2004).

Os subprodutos do processamento de maracujá amarelo oriundos da produção de suco são a casca (flavedo e albedo) e as sementes, que correspondem de 40% a 60% da massa total do fruto. A casca de maracujá contém alto teor de fibra alimentar total, o que estimula sua utilização na produção de geleia, doce, barra de cereais, cereal matinal e biscoito (ABUD; NARAIN, 2009; LEORO, 2007; LIRA FILHO, 1995; MATSUURA, 2005; OLIVEIRA et al., 2002; SILVA et al., 2009).

As fibras alimentares são, na sua maioria, carboidratos resistentes à digestão e absorção no intestino delgado, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Elas promovem efeitos fisiológicos benéficos, incluindo efeito laxante, redução dos níveis de colesterol e glicose sanguíneos (AACC, 2001).

Estudos recentes têm avaliado o efeito na redução da glicemia de jejum por meio da suplementação da dieta com farinha de casca de maracujá. Segundo Salgado et al. (2010) uma dieta com 5% de farinha de casca de maracujá proporcionou redução de cerca de 60% da glicemia de ratos Wistar diabéticos.

Apesar de alguns estudos apontarem os benefícios da casca de maracujá, outros têm alertado para a presença de compostos tóxicos que podem causar graves problemas de saúde. Spencer e Seigler (1983) encontraram em *Passiflora edulis* a presença de glicosídeos cianogênicos que não são tóxicos, mas podem tornar-se por meio da ação de enzimas também presentes neste tecido vegetal. Quando o tecido é injuriado ou triturado, essas enzimas agem sobre o referido glicosídeo liberando o ácido cianídrico, que é o responsável pela toxidez. A partir desses achados, estes pesquisadores orientam que deva ser feito um monitoramento dos níveis de compostos cianogênicos durante o processamento de alimentos que possuam tais glicosídeos.

Estudos com mandioca e sementes de damasco têm relatado maior atividade enzimática da β -glicosidade e, portanto maior diminuição dos compostos cianogênicos quando o tecido vegetal é triturado em pequenas partículas e submetido a tratamento térmico com temperatura próxima de 35°C (NAMBISAN, 1994; TUNÇEL; NOUT; BRIMER, 1995).

A partir dos dados da literatura que apontam por um lado o potencial da casca de maracujá, como fonte de fibra alimentar, e por outro, sua provável toxicidade, o presente estudo teve por finalidade avaliar o efeito da temperatura de secagem sobre os teores de fibra alimentar e de compostos cianogênicos totais, além de avaliar a qualidade física e química da farinha de casca de maracujá amarelo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MARACUJÁ AMARELO

O Brasil é um grande produtor mundial de maracujá amarelo, também conhecido como maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Degener*). Dentre outras espécies cultivadas no país, destacam-se a *Passiflora edulis Sims* e *Passiflora alata Dryand*, conhecidos, respectivamente, de maracujá roxo e de maracujá doce (CUNHA; BARBOSA; FARIA, et al., 2004). 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, com aumento de 39,4% em relação ao ano passado. A Bahia se destacou como o maior produtor com 322.755 toneladas, o Ceará com 129.001, Sergipe com 44.486, Espírito Santo com 42.320, e Goiás, em nona colocação nesta escala, produziu 12.595 toneladas (IBGE 2009).

Aproximadamente 97% da área plantada e do volume comercializado de frutos de maracujá são da variedade amarelo. Estima-se que mais de 60% da produção brasileira desse fruto seja destinada ao consumo *in natura*, comercializados em sacolões, feiras e supermercados. O restante do cultivo é destinado às indústrias de alimentos, principalmente para produção de suco (ROSSI; ROSSI; SILVA, 2001).

Quanto às características físicas dos frutos de maracujá, Machado et al. (2003) encontraram peso médio de 154,2 g, sendo que aproximadamente 32% do seu peso é constituído pelo albedo, 24% pelo flavedo, 23% pelas sementes e 21% pelo suco. Considerando que a maior parte da produção de frutos de maracujá é destinada à produção de suco, o subproduto de sua industrialização é constituído basicamente por cascas e sementes, que geralmente são descartadas, representando uma perda de cerca de 80% do peso do fruto.

2.2 CASCA DE MARACUJÁ AMARELO

As cascas de frutas cítricas, incluindo o maracujá, são divididas em duas frações distintas (Figura 1): o “flavedo” ou epicarpo e o “albedo” ou mesocarpo, facilmente

separáveis da polpa que corresponde à fração comestível do fruto. O flavedo contém substâncias químicas como os carotenóides, vitaminas e óleo essencial. O albedo, que é a porção esponjosa e branca, é rico em hemicelulose, celulose, lignina, glicídios solúveis, substâncias pécnicas e compostos fenólicos (MENDONÇA et al., 2006).

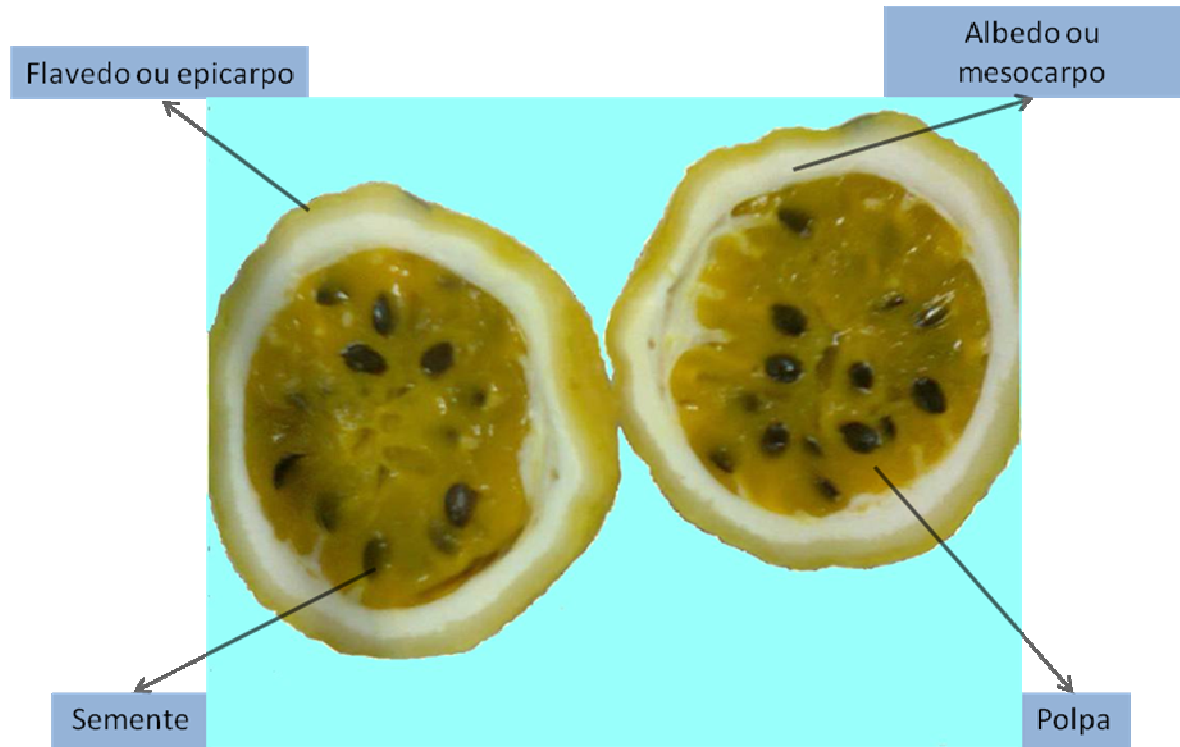


Figura 1. Frações do fruto de maracujá amarelo.

No que se refere ao conteúdo de fibra da casca de frutos de maracujá amarelo, Gondim et al. (2005) observaram valores de 4,33% na casca *in natura*. Entretanto, em estudo realizado com a farinha casca de maracujá amarelo, Souza, Ferreira e Vieira (2008) verificaram 66,37% para fibra alimentar.

Devido o alto conteúdo de fibra alimentar na casca do referido fruto, alguns pesquisadores tem estudado sua viabilidade de utilização na alimentação humana. Oliveira et al. (2002) demonstraram que a casca de maracujá amarelo constitui uma matéria prima de baixo custo e viável para a produção de doce em calda sensorialmente aceito por consumidores de várias faixas etárias, principalmente crianças. Matsuura (2005) aumentou o teor de pectina e reduziu o conteúdo de proteína e de lipídio de barras cereais elaboradas com 10% de albedo da casca de maracujá tratado. Leoro (2007) elaborou um cereal matinal que continha o farelo de maracujá extrusado com 11% de fibra total, teor bem superior ao exigido

pela Legislação Brasileira (6 g/100 g de produto) para ser denominado um alimento “com alto teor de fibras”.

Além do emprego da casca de maracujá na elaboração de produtos alimentícios, pesquisas têm apontado sua utilização na forma de farinha. Braga et al. (2010) avaliaram a ação antihiperlicêmica da farinha da casca de maracujá em ratos diabéticos, sendo esse efeito dose-dependente e com duração aproximada de 4 horas. Janebro et al. (2008), em um ensaio clínico, concluíram que farinha de maracujá amarelo contendo de 57,6% de fibras totais (36,6% de fibras insolúveis e 21,0% de fibras solúveis) controlou positivamente a glicemia de pacientes diabéticos tipo 2. A partir desses resultados, os autores sugeriram o uso da farinha como um adjuvante das terapias convencionais para diabéticos. Os autores ainda pesquisaram o efeito da farinha no perfil lipídico dos ratos e encontraram redução nos níveis de triglicérides e aumento no HDL (*High-density lipoprotein*), mas não observou alteração dos níveis de colesterol total e de LDL (*Low-density lipoprotein*).

2.3 FIBRA ALIMENTAR

Em 2001, a *American Association of Cereal Chemists* (AACC) definiu fibra alimentar como sendo: 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).

As fibras alimentares são classificadas em solúveis e insolúveis. 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 (MONTONEN et al., 2003; OHR, 2004). Por outro lado, o consumo de fibras alimentares insolúveis está sendo associado à redução de risco de diabetes tipo 2 em grandes estudos prospectivos de coorte. Os indivíduos estudados melhoraram a sensibilidade à insulina, a modulação de marcadores inflamatórios e a microbiota intestinal (SCHULZE et al., 2007, WEICKERT; PFEIFFER, 2008).

A comprovação científica dos efeitos benéficos sobre a ingestão de fibras solúveis e insolúveis tem contribuído para o surgimento de diversas matérias alimentícias a base desse ingrediente e de alimentos enriquecidos com este, que quando ingeridos junto com frutas,

raízes, hortaliças, tubérculos, grãos e cereais, completam a lista de alimentos fontes de fibras (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). No entanto, a suplementação da dieta ou o enriquecimento de produtos alimentícios com farinhas de casca de frutos de maracujá amarelo, precisam ser avaliados com mais atenção, pois estudos têm indicado que as cascas desses frutos contêm quantidades expressivas de compostos cianogênicos que podem se tornar tóxicos para o ser humano (CHASSAGNE et al., 1996; MATSUURA et al., 2005; SPENCER e SEIGLER, 1983). Em estudo realizado por Matsuura (2005) foi encontrado em albedo de maracujá amarelo desidratado, com umidade final próxima de 5%, teor de 90,1 mg de compostos cianogênicos totais por quilograma do produto. Mesmo assim, rótulos de alguns fabricantes de farinha de casca de maracujá, conhecido no mercado como “Fibra de Maracujá”, sugerem o consumo diário de até 40 g do produto diluído em água, leite, sucos ou adicionado às preparações culinárias. Segundo dados desse estudo, a porção diária recomendada pelo fabricante pode conter cerca de 3,60 mg de compostos cianogênicos.

2.4 COMPOSTOS CIANOGENICOS

São consideradas plantas cianogênicas aquelas que contêm como princípio ativo o ácido cianídrico (HCN). Este é um líquido incolor, muito volátil, considerado como uma das substâncias mais tóxicas que se conhecem. Nas plantas, o HCN encontra-se ligado a carboidratos denominados glicosídeos cianogênicos, sendo liberado após sua hidrólise (Lima Júnior et al., 2010). Estes glicosídeos são produtos secundários do metabolismo das plantas e provavelmente fazem parte do sistema de defesa contra herbívoros, insetos e moluscos (RADOSTITS et al., 2000). A concentração dos glicosídeos cianogênicos é variável nas diversas espécies de plantas, e numa mesma espécie varia dependendo do clima e outras condições que influenciam o crescimento da planta como adubação nitrogenada, deficiência de água e idade da planta, pois quanto mais nova e de crescimento rápido, maior será seu teor de glicosídeos cianogênicos (LIMA JÚNIOR et al., 2010).

Os cianogênicos são compostos químicos presentes em alguns tipos de vegetais utilizados na alimentação humana, especialmente na mandioca. Por si só não são tóxicos, mas liberam o ácido cianídrico (HCN), responsável pela toxidez, após a ação de certas enzimas. Estas enzimas do tecido vegetal que estão envolvidas no processo de liberação do ácido cianídrico entram em contato com os cianogênicos quando o tecido vegetal é triturado, seja durante o processamento ou durante a ingestão do alimento (ARAÚJO, 2008). Este ácido

cianídrico liberado é tóxico ao ser humano por se unir facilmente ao sistema citocromo C oxidase e inibir a respiração celular (CAROD-ARTAL, 2003).

Em relação aos efeitos em humanos, pode-se afirmar que todos os glicosídeos cianogênicos oferecem potencial perigo à saúde (VETTER, 2000). A mais antiga e uma das melhores descrições do envenenamento humano provocado por compostos cianogênicos de plantas foi feita por Davidson e Stevenson (1884, apud MONTGOMERY, 1969). Este envenenamento ocorreu devido à ingestão de *Phaseolus lunatus*, e os sintomas clínicos foram confusão mental, paralisia muscular e disfunção respiratória, precedidas por dores abdominais e vômito. Ainda no trabalho de revisão realizado por Montgomery (1969) estão descritos intoxicações provocados por *Sorghum*, por bambú, amêndoas amargas, caroço de pêssego e mandioca, além dos relatos sobre várias mortes por intoxicação aguda.

Devido ao poderoso efeito citotóxico dos compostos cianogênicos e ao grave problema do envenenamento agudo, existe uma constante e inevitável especulação sobre os danos provocados por uma ingestão, em baixas concentrações e contínua, destes compostos. O consumo de mandioca tem sido reportado como causador de uma série de doenças neurológicas e endocrinológicas em vários países da África, em locais onde os processamentos não são realizados de forma adequada para a remoção da maioria dos compostos cianogênicos (TEWE; IYAYI, 1989). A dose letal de HCN para humanos foi estimada entre 0,5 mg/kg e 3,5 mg/kg de peso corpóreo (MONTGOMERY, 1969). Assan (1988) citou o risco de intoxicação aguda com doses acima de 1 mg/kg de peso corpóreo.

A toxicidade da *Passiflora edulis* foi primeiramente reportada por Rosenthaler (1919, apud SPENCER; SEIGLER, 1983) que avaliaram quantitativamente a sua capacidade cianogênica e tentaram identificar os glicosídeos cianogênicos (prunasina, amigdalina e samburigenina) presentes nos seus frutos. Os resultados do estudo indicaram que teor de cianeto oscilou de 6,5 mg a 59,4 mg de HCN/100 g de fruto fresco. No mesmo estudo também foi observado que o teor de cianeto diminuiu em frutos maduros, caindo para um nível subtóxico somente depois da abscisão do fruto.

De acordo com Spencer e Siegler (1983), todas as partes dos frutos verdes de maracujá, exceto as sementes, são tóxicas. A trituração dos tecidos da planta favorece o contato dos compostos cianogênicos com a enzima β -glicosidase, que os hidrolisa, produzindo o HCN que é liberado para a atmosfera. Desse modo, são fundamentais estudos sobre o processamento da casca de maracujá, e principalmente, a influência do mesmo nos níveis de compostos cianogênicos de matérias alimentícias obtidas a partir de subprodutos desse fruto.

Matsuura et al. (2005) investigaram os efeitos da trituração e imersão em água na redução dos compostos cianogênicos do albedo de maracujá amarelo. Neste estudo, a imersão do albedo em água, à temperatura ambiente, diminuiu pouco e lentamente o teor de compostos cianogênicos totais (máximo de 24,3%), independentemente do tamanho da partícula. Os resultados do referido autor diferem dos estudos realizados com outros alimentos, Nambisan e Sundaresan (1985) e Vasconcelos et al. (1990) encontraram que a trituração e esmagamento das raízes de mandioca seguidos da secagem solar foi o mais efetivo método de remoção de compostos cianogênicos, com perdas de 96,8% a 98,5%. Segundo Nambisan (1994), a efetividade deste processo é devido à completa ruptura das células, provocando o máximo contato entre a enzima linamarase e os glicosídeos cianogênicos, proporcionando perdas superiores a 95%.

Tunçel, Nout e Brimer (1995) avaliaram os efeitos do tamanho da partícula, da imersão em água e do cozimento na remoção dos compostos cianogênicos em sementes de damasco (*Prunus armeniaca*). Confirmaram a atuação da β -glicosidase endógena e encontraram maior velocidade de degradação dos cianogênicos nas partículas finas (< 1 mm), que não possuíam cianogênicos após 30 minutos de imersão em água, enquanto partículas de tamanho médio (2-3 mm), somente após seis horas, e grande (4-5 mm), após 22 horas. Neste mesmo trabalho, os autores relataram maior diminuição dos cianogênicos quando usaram água de imersão a 35°C. Estes resultados foram semelhantes aos apresentados por Nambisan (1994), que identificou baixa atividade da enzima em temperaturas utilizadas para cozimento (acima de 100°C) e conseqüente pouca redução no teor de glicosídeos cianogênicos. O último autor relatou perdas de 14%, 17% e 13% no conteúdo de compostos cianogênicos de mandioca após forneamento, branqueamento a vapor e fritura da mandioca, respectivamente.

2.5 SECAGEM

O processo de secagem consiste na eliminação de umidade dos alimentos, o que retarda a proliferação de microrganismos, bem como a atividade enzimática desencadeadora de uma série de reações que podem deteriorar o produto. Além disso, contribui para a concentração dos nutrientes, bem como, diminuição de peso e volume, fato que incide na redução dos custos de transporte, embalagem e armazenamento de alimentos. Essa secagem pode ser natural ou artificial. A secagem natural é realizada em condições ambientais, sem o uso de equipamentos, o que dificulta o total controle sobre fatores como temperatura,

umidade, tempo e presença de contaminantes físicos e biológicos. Já a secagem artificial, ou desidratação, ocorre por meio de secadores adiabáticos, que utilizam o ar como meio de transferência do calor, ou por secadores com transferência de calor por superfície sólida, neste caso, não há necessidade de aquecimento de grandes volumes de ar e a desidratação pode acontecer em ausência de oxigênio (vácuo) para proteger os componentes do alimento que são facilmente oxidados (SPOTO, 2006).

Corrêa et al. (2002) investigaram o efeito da temperatura de secagem sobre a atividade enzimática da linamarase, responsável pela quebra dos cianogênicos na folha de mandioca. Estes autores observaram que quanto mais lenta a secagem, maior a liberação de ácido cianídrico, e concluíram que a farinha das folhas secas à sombra apresentou teor de cianeto mais baixo, seguida pela seca em estufa a 30°C.

Considerando que a farinha da casca do maracujá tem sido comercializada como fonte de fibra alimentar e, tendo em vista, a presença de compostos tóxicos nestes subprodutos, esse trabalho se propõe a avaliar os efeitos de temperaturas de secagem nas propriedades físicas, químicas e no teor de compostos cianogênicos totais destas farinhas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

- Estudar os efeitos da temperatura de secagem nas propriedades físicas e químicas, no teor de compostos cianogênicos totais e no conteúdo de fibra alimentar de cascas de frutos de maracujá amarelo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os frutos de maracujá quanto ao grau de maturação, peso e proporção casca: polpa.

- Elaborar farinhas a partir de cascas de frutos de maracujá amarelo trituradas, em três diferentes temperaturas de secagem;

- Determinar o teor de umidade, a atividade de água, o pH e a acidez titulável em cascas de frutos de maracujá amarelo *in natura*, em farinhas obtidas dos referidos frutos e do produto comercial¹.

- Quantificar e avaliar o teor de fibra alimentar nas farinhas obtidas dos referidos frutos.

- Comparar o teor de umidade, a atividade de água, o pH, a acidez titulável e o teor de compostos cianogênicos totais das cascas de frutos de maracujá amarelo *in natura*, das farinhas obtidas dos referidos frutos e do produto comercial.

¹ O produto comercial refere-se à uma marca de fibra de maracujá vendida em Goiânia.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Os frutos de maracujá oriundos da cidade de Itapuranga (GO) foram adquiridos nas Centrais de Abastecimento do Estado de Goiás (CEASA-GO), localizado em Goiânia – Goiás.

O produto denominado “Fibra de Maracujá” foi adquirido em uma drogaria localizada em Goiânia – Goiás. Tanto a drogaria quanto o produto foram selecionados aleatoriamente.

4.2 MÉTODOS

As análises foram realizadas em quadruplicata para cada uma das três repetições de processamento, exceto as determinações dos teores de compostos cianogênicos e fibras alimentares que foram realizadas em triplicata.

4.2.1 Delineamento experimental

Os frutos de maracujá amarelo foram obtidos do CEASA-GO. Foram comprados dois sacos de polipropileno (0,80 x 0,50m), contendo em torno de 12 kg de frutos cada. Após a aquisição, os frutos foram caracterizados quanto ao grau de maturação de frutos de maracujá de acordo com a escala definida por Coelho, Cenci e Resende (2010). Esta escala é orientada pelos seguintes critérios: estágio 1 - cor da casca verde intensa e brilhante; estágio 2 – cor da casca com coloração verde-clara; estágio 3 – a casca com pequena mancha amarela; estágio 4 – metade da área da casca com coloração amarela; estágio 5 – $\frac{3}{4}$ da área da casca com coloração amarela; estágio 6 - a área da casca com pequena mancha verde; estágio 7 - 100% da área da casca com coloração amarela. Esta avaliação foi feita com objetivo de conhecer os graus de maturação que prevaleceram na unidade comercializada.

Foram excluídos da amostra, os frutos com injúrias na casca ou que apresentavam superfície com coloração rósea, o que dificultava a classificação conforme a escala de maturação.

No presente estudo, a aquisição e utilização dos frutos de maracujá para obtenção das farinhas buscou simular os procedimentos utilizados na sua produção industrial, onde as cascas utilizadas não são submetidas a qualquer processo de seleção. Os frutos são adquiridos em grande escala e destinados à produção de farinha sem que estabeleça critérios em relação ao tamanho, variedade e grau de maturação.

Após avaliação da coloração da casca, os frutos inteiros foram higienizados com solução de água clorada (200 ppm) por 10 minutos, pesados e separados aleatoriamente em doze lotes, sendo três lotes sorteados para análise do produto *in natura*, três lotes para secagem a 30°C, três lotes para secagem a 45°C e três lotes para secagem a 60°C. Os nove lotes a serem submetidos à secagem foram acondicionados em sacos plásticos em polietileno de baixa densidade liso e congelados a -18°C (Consul CVU 26), até a data do processamento das farinhas. A ordem para processamento de cada lote foi realizada por sorteio, exceto os lotes destinados às análises dos frutos *in natura*.

O descongelamento dos frutos de cada lote ocorreu em temperatura de refrigeração ($\pm 8^{\circ}\text{C}$) durante 12 horas, antes do processamento. Os frutos descongelados foram pesados inteiros e partidos ao meio com faca de lâmina em aço inox para despolpa. Para avaliação da porcentagem de polpa com semente e da casca de frutos de maracujá, foi realizada a pesagem de cada fração dos frutos. As cascas de cada lote foram divididas em porções de 300 g para serem trituradas em multiprocessador (PHILIPS Walita RI 7633), na velocidade dois, por três minutos. Logo após, as amostras provenientes de cada lote foram homogeneizadas e encaminhadas para o processo de secagem e posteriores análises, conforme apresentado no fluxograma da Figura 2.

O preparo das amostras foi realizado no Laboratório de Dietética da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/UFG).

4.2.2 Elaboração das farinhas

Para obtenção das farinhas, os lotes eram descongelados e processados um por vez, em dias diferentes. Inicialmente, as cascas trituradas de cada lote foram distribuídas em placas de Petri (100x20mm) formando uma camada de 1,5 cm de espessura e submetidas à secagem em estufa com circulação e renovação de ar (TECNAL TE 394/1) em três temperaturas: 30°C, 45°C ou 60°C. Em testes preliminares, foi constatado que os tempos de secagem, para que as amostras atingissem peso constante, foram de 24, 16 e 12 horas para as temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C, respectivamente. Foram realizadas três repetições de cada processo de secagem, em sua respectiva temperatura, sendo colocadas na estufa doze placas de Petri de cada vez. As

secagens foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos - FANUT/UFG.

As amostras secas foram moídas em moinho de martelos fixos com rotor vertical (MARCONI MA-090/CFT), a 3000rpm, no Laboratório de Nutrição Experimental – FANUT/UFG e encaminhadas para as análises.

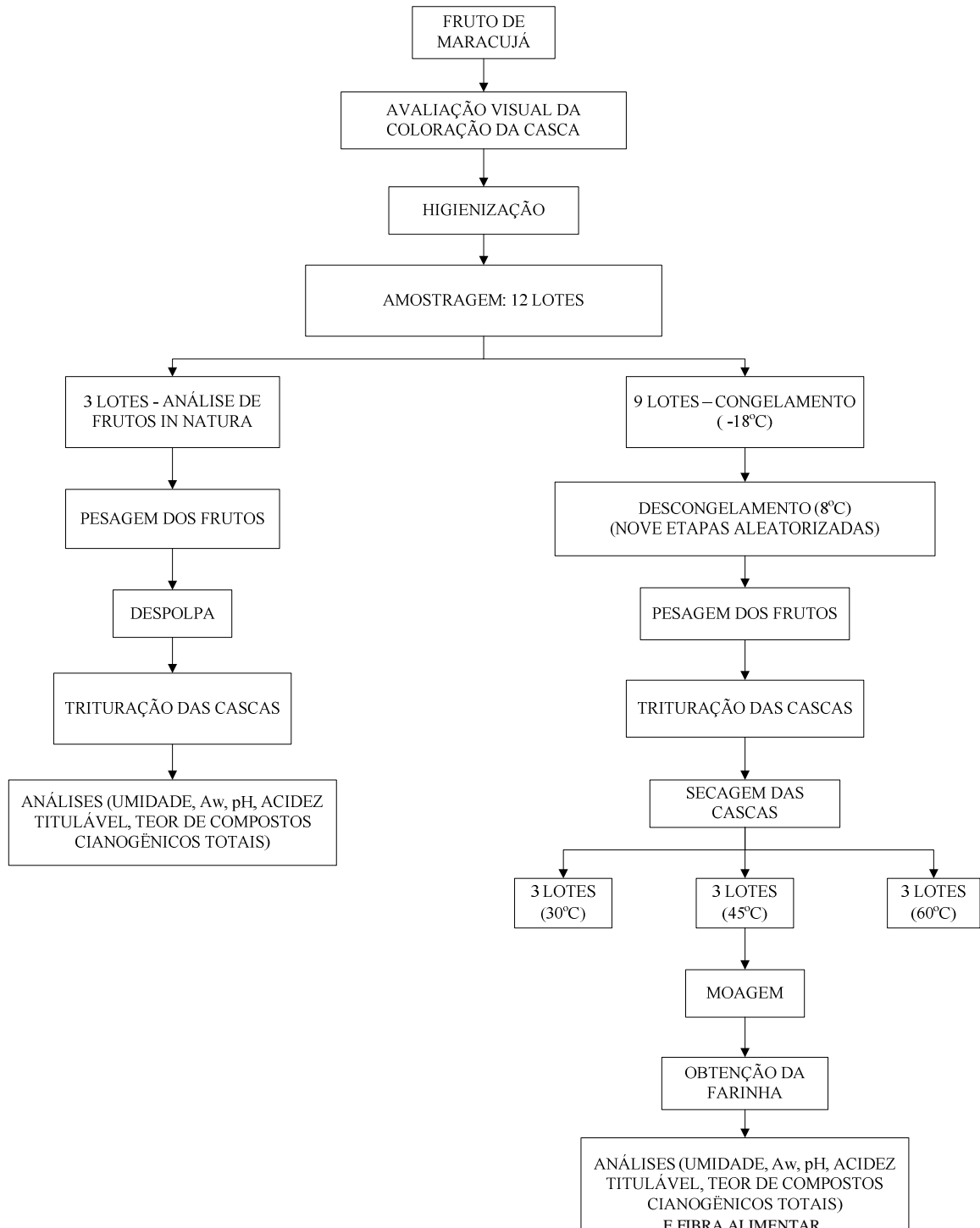


Figura 2. Fluxograma do processamento e das análises físicas, químicas e teor de compostos cianogênicos totais das cascas *in natura* e das farinhas das cascas de maracujá amarelo.

4.2.3 Análises físicas e químicas

As determinações de umidade, pH e acidez titulável foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos - FANUT/UFG. As determinações de atividade de água foram realizadas no Laboratório de Físico-Química da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos/UFG.

4.2.3.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por meio da secagem direta a 105°C até peso constante, conforme método 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.2.3.2 Umidade de equilíbrio

A umidade de equilíbrio (X_{eq}), conhecida quando a amostra seca a uma 30°, 45° e 60°C determinada temperatura atinge peso constante, foi calculada pela diferença entre a massa que a amostra apresentou no equilíbrio e sua massa seca (OLIVEIRA et al., 2006):

$$X_{eq} = \frac{m_{eq} - m_s}{m_s},$$

onde: X_{eq} - umidade de equilíbrio (b.s.); m_{eq} - massa da amostra no equilíbrio(g); m_s - massa da amostra seca (g).

O aumento da temperatura propiciou a perda de massa fresca até que a massa se tornasse estável em tempos de secagem diferenciados. Neste estudo, os tempos para obtenção de peso constante foram de 24, 16 e 12h para as temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C, respectivamente.

4.2.3.3 Atividade de água

A determinação de atividade de água (A_w) foi realizada, por meio do aparelho digital Aqualab da BrasEQ Brasileira de equipamentos LTDA, modelo CX-2 à temperatura de 25°C, conforme procedimentos descritos no manual do equipamento.

4.2.3.4 pH

A determinação da concentração hidrogeniônica (pH) foi realizada por meio do potenciômetro, conforme método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). Vale informar que as amostras foram na concentração de 10% para a casca *in natura* e 7% para as farinhas, pois houve dificuldade de homogeneização do gel formado para a farinha a 10%.

4.2.3.5 Acidez titulável

A determinação da acidez titulável foi realizada por meio da titulação de solução de NaOH 0,1M até uma faixa de pH (8,2-8,4), conforme o princípio da volumetria potenciométrica do método 311/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). O resultado foi expresso em gramas de ácido cítrico por 100 g de produto.

4.2.3.6 Fibra alimentar

No presente estudo foram determinados os conteúdos de fibra alimentar total, solúvel e insolúvel das farinhas de maracujá processadas a 30, 45 e 60° C, por meio do método enzimático gravimétrico descrito pela AOAC (1990). Devido ao baixo teor de lipídios das farinhas não foi necessário desengordurá-las. O método de análise consistiu da hidrólise enzimática das farinhas pela alfa-amilase termo-estável, seguida pela protease e por último pela amiloglucosidase, em banho-maria a 60°C. Posteriormente à hidrólise, a fração de fibra insolúvel foi precipitada com álcool a 95% e acetona, e em seguida filtrada. Ao sobrenadante obtido foi adicionado álcool a 78% e acetona, para precipitação da fibra solúvel, que foi posteriormente filtrada. Após filtragem as fibras foram secas em estufa a 105° C e pesadas em balança analítica. A soma das frações solúvel e insolúvel representou o conteúdo de fibra alimentar total

4.2.4 Compostos cianogênicos totais

A determinação do teor de compostos cianogênicos totais da casca de maracujá *in natura* e seca foi realizada conforme a metodologia descrita por Bradbury, Egan e Lynch (1991). Trata-se de um método simplificado de análise que envolve hidrólise ácida e reação de cor para a extração e identificação, respectivamente, dos compostos cianogênicos totais. Esta determinação consistiu na reação de íons cianeto livres, com um reagente de cor a base de ácido 1,3-dimetilbarbitúrico resultando em uma coloração violeta. O teor de íons cianetos detectados foi expresso em miligramas de compostos cianogênicos totais por quilograma do produto.

Para a extração dos compostos cianogênicos da casca de maracujá *in natura* foram pesados aproximadamente de 15 g da amostra homogeneizada de cada lote. A amostra *in natura* foi triturada no liquidificador com 100 mL de H₃PO₄ (85% PA ISO) 0,1 mol/L durante 5 minutos. A mistura foi filtrada em bomba de vácuo, sendo que o copo do liquidificador foi lavado com mais 100 mL de H₃PO₄ 0,1mol/L, para evitar perda de amostra. Os extratos

filtrados foram transferidos para balões volumétricos e completados para 250 mL com H_3PO_4 0,1 mol/L.

Para a extração dos compostos cianogênicos da casca de maracujá seca foram pesados separadamente aproximadamente de 15 g da farinha homogeneizada de cada lote. As amostras foram homogeneizadas com 150 mL de H_3PO_4 (85% PA ISO) 0,1 mol/L, manualmente, com auxílio de bastão de vidro durante 5 minutos. A mistura foi filtrada em duas unidades de pano multiuso de fibras de rayon, aglutinadas com resina sintética (CROSS-HATCH®) e uma unidade de papel filtro Qualy 18,5 cm (80g/m²). Foi necessária pressão manual para que o filtrado passasse pelo sistema. O béquer em que a amostra foi homogeneizada foi lavado com mais 70 mL de H_3PO_4 0,1 mol/L, para evitar perda de amostra. Os extratos filtrados foram transferidos para balões volumétricos e completados para 250 mL com H_3PO_4 0,1 mol/L.

Para hidrólise utilizou-se alíquotas de 2 mL do extrato filtrado da amostra de casca de maracujá *in natura* ou de farinha de casca de maracujá. As alíquotas foram colocadas dentro de tubos de ensaios e adicionados 2 mL de H_2SO_4 4 mol/L. Os tubos foram vedados com fita veda rosca (18mm x 5m) para evitar escape de gases. Posteriormente os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente durante 50 minutos, resfriados a temperatura ambiente e guardados em geladeira em 4°C por 24 horas.

Os tubos de ensaios foram retirados do refrigerador e mantidos em banho de água com gelo para adição dos demais reagentes. Aos extratos hidrolisados foram adicionados 5 mL de NaOH 3,6 mol/L. Os tubos foram tampados, agitados e ficaram em repouso durante 10 minutos. Posteriormente, foram adicionados 9 mL de solução tampão fosfato 0,2 mol/L. O pH foi ajustado para a faixa entre 5,0 e 6,0, por meio da adição de (4 a 10) gotas de H_2SO_4 4 mol/L.

Posteriormente, para identificação do cianeto, os extratos hidrolisados de pH 6 foram transferidos para balões volumétricos de 25 mL. Então, foram adicionados os reagentes de cor CN_3 (trocloso sódio, dihidrato) e, após completa dissolução, foi adicionado o CN_4 (ácido 1,3-dimetilbarbitúrico), pertencentes ao *Spectroquant cianeto* (Kit para determinação de cianeto, Merck). Rapidamente, o volume foi completado com água destilada e aguardado 15 minutos para reação de cor e formação da coloração violeta. A identificação do cianeto foi realizada em Bioespectro Espectrofotômetro SP-220, com absorvância a 605 nm, no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos da Faculdade de Farmácia/UFG.

Para quantificar o teor de cianeto das amostras foi construída uma curva padrão com diferentes concentrações de cianeto.

A curva padrão (Figura 3) foi construída a partir dos padrões de solução de cianeto pronta para uso nas concentrações de 0,036, 0,072, 0,120, 0,240, 0,360, 0,480 mg/L, obtendo-se um coeficiente de correlação (r) de 0,9998 para obtenção da equação matemática que auxiliou na quantificação do teor de cianeto dos extratos.

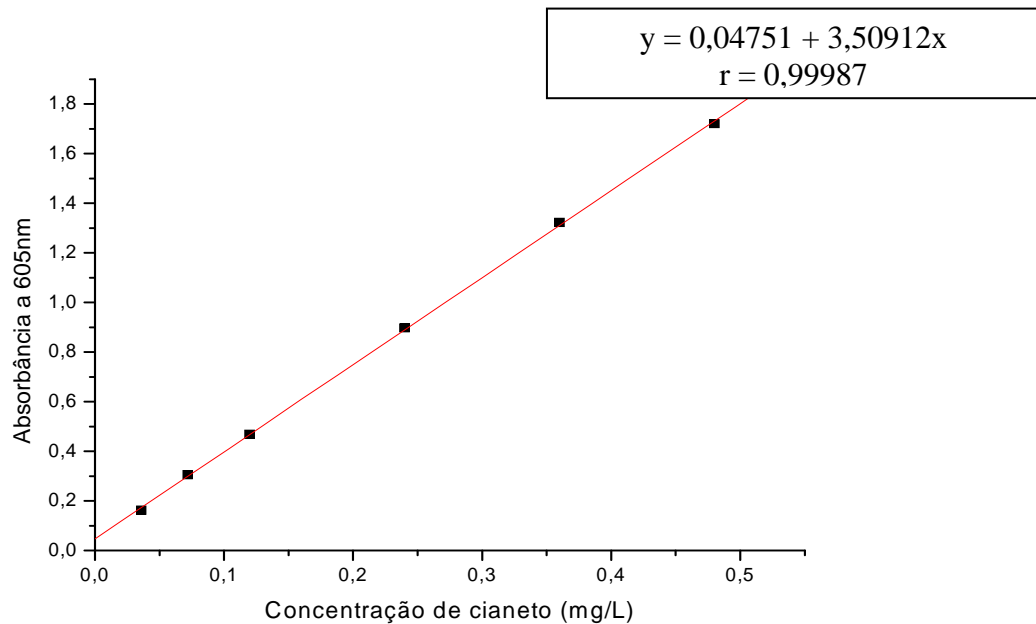


Figura 3. Curva padrão de cianeto.

4.2.5 Análise Estatística

Os dados das análises químicas e físicas foram expressos por meio de média, desvio padrão e coeficiente de variação, e submetidos à análise de variância (ANOVA). A análise comparativa dos resultados foi realizada por meio do teste de Tukey com nível de significância de 5%, utilizando-se o software SPSS versão 17.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS FRUTOS DE MARACUJÁ AMARELO

Os sacos de maracujá adquiridos no CEASA-GO apresentaram frutos com injúrias, sinais de deterioração ou coloração rósea na casca. Estes frutos representavam 18,75% do total e, seguindo os critérios adotados na seleção, foram excluídos da amostra.

Embora não seja objetivo deste estudo selecionar e padronizar os frutos quanto ao seu grau de maturação, a avaliação da casca dos frutos foi realizada para caracterizá-los. Neste sentido, a avaliação da casca dos frutos indicou que 0,63% dos frutos apresentavam-se no estágio de maturação 1; 2,50% no estágio 2; 9,38% no estágio 3; 20,63% no estágio 4; 35,00% no estágio 6 e 1,27% no estágio 7. Os estágios de maturação 6 e 4 foram predominantes e representaram 55,63% dos frutos avaliados. Após a caracterização, foi aleatória a seleção dos frutos para compor cada lote destinado ao processamento das farinhas.

Em estudo realizado por Coelho, Cenci e Resende (2010), o ponto ótimo para a colheita do maracujá amarelo foi identificado quando os frutos atingiram estágio 3, ou seja, a casca apresenta coloração com pequena mancha amarela definida e os parâmetros de qualidade do suco são adequados para o consumo *in natura*. Além disto, estes frutos colhidos no estágio 3 amadureceram plenamente durante o armazenamento a 22°C e 90% de umidade relativa e atingiram os mesmos padrões de qualidade de frutos colhidos totalmente maduros.

A partir dos resultados encontrados pode-se inferir que dos frutos avaliados, apenas 3,13% provavelmente apresentavam baixa qualidade química do suco, por terem sido classificados abaixo do estágio 3 na escala de maturação.

O peso médio encontrado nos frutos foi $142,06 \pm 31,95$ g, destes, em média $56,51 \pm 11,92\%$ corresponderam à casca e $42,88 \pm 11,86\%$ à polpa com sementes. Resultados semelhantes foram descritos por Machado et al. (2003) em estudo com frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara (BA). Os autores encontraram maracujá com peso médio de 154,20 g, sendo que 56,40% do peso era constituído pela casca e 43,60% por suco e sementes. Ferrari, Colussi e Ayub (2004), caracterizaram os subprodutos da industrialização do maracujá amarelo nas regiões de Paranaguá (PR) e Araguari (MG) e encontraram valores superiores para rendimento da polpa com sementes (49,40%), sendo que neste estudo, a casca representou 50,30% do peso dos frutos.

O peso dos frutos foi monitorado antes do congelamento e após o descongelamento, conforme dados apresentados no Apêndice A. O percentual de perda média foi de $0,74 \pm 0,80\%$ em relação ao peso dos frutos.

As farinhas das cascas de maracujá produzidas apresentaram rendimento médio de 16,66% em relação ao peso desse subproduto *in natura*. Resultado inferior foi relatado por Santana (2005), que realizou a secagem do albedo de maracujá e encontrou rendimento de 10% em relação ao peso úmido deste material. Ainda de acordo com autor acima, as perdas que afetam o rendimento dependem do método de secagem e do processo de preparação.

5.2 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS DAS FARINHAS DE CASCAS DE MARACUJÁ AMARELO

Neste estudo, foram realizadas análises físicas e químicas das farinhas de cascas de maracujá submetidas à secagem em temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C. Os valores médios das análises físicas e químicas das três repetições de cada processo de secagem estão apresentados na Tabela 1. Além das farinhas obtidas, foram analisadas as cascas dos frutos de maracujá *in natura* e uma marca comercial de farinha de maracujá, ambas em três repetições.

Tabela 1. Características físicas e químicas das farinhas de cascas de maracujá amarelo em função da temperatura de secagem

Características	Temperatura de secagem (°C)		
	30	45	60
Umidade (%)	$13,95 \pm 1,34^a$ (1,50)	$11,07 \pm 0,62^b$ (5,62)	$9,62 \pm 0,83^c$ (8,64)
Umidade de equilíbrio	$0,16 \pm 0,01^a$ (6,28)	$0,12 \pm 0,01^b$ (6,30)	$0,11 \pm 0,01^c$ (9,53)
Aw	$0,527 \pm 0,021^a$ (3,93)	$0,381 \pm 0,013^b$ (3,35)	$0,290 \pm 0,027^c$ (9,41)
pH	$3,90 \pm 0,16^a$ (4,00)	$3,69 \pm 0,18^b$ (4,88)	$3,93 \pm 0,176^a$ (4,47)
Acidez titulável*	$4,68 \pm 0,18^a$ (3,84)	$4,53 \pm 0,15^a$ (3,42)	$5,81 \pm 1,63^b$ (28,14)

*Acidez Titulável expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de farinhas.

Os resultados estão expressos em média \pm desvio padrão.

Valores entre parênteses representam o coeficiente de variação (%) das repetições dos tratamentos.

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as temperaturas de secagem (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Os resultados obtidos indicaram que a casca de maracujá amarelo *in natura* contém elevado teor de umidade (89,31%) em relação às farinhas obtidas e ao produto comercial (12,34%). Córdova et al. (2005), Gondim et al. (2005) e Oliveira et al. (2002) encontraram valores semelhantes para umidade de cascas de maracujá *in natura*, 88,37%, 87,64% e 89,08%, respectivamente. Córdova et al. (2005) sugere que devido o seu alto teor de umidade, a casca de maracujá necessita de secagem para melhor conservação do produto, uma vez que altos índices de umidade favorecem a proliferação de microrganismos podendo comprometer sua qualidade.

Os valores de umidade das farinhas obtidas e do produto comercial são superiores ao encontrado por Souza, Ferreira e Vieira (2008). Segundo os autores citados, uma marca comercial de farinha de casca de maracujá adquirida no mercado de Belo Horizonte (MG) apresentou 6,09% de umidade. Mesmo assim, as farinhas obtidas e o produto comercializado em Goiânia (GO) apresentaram teores dentro dos limites (10 a 14%) estabelecidos pela Resolução - CNNPA nº 12 da ANVISA (BRASIL, 1978) para farinhas de vegetais.

De acordo com os dados da Tabela 1, é possível observar que o aumento da temperatura causou uma redução significativa das variáveis umidade e umidade de equilíbrio para as farinhas secas a 30°C, 45°C e 60°C. A diminuição dos valores dessas duas variáveis com o aumento da temperatura pode ser justificada com base no aumento da pressão de vapor da água no ar e na superfície do produto. Este aumento é maior na superfície do produto, pois esta apresenta maior número de moléculas de água que o ar. Quanto maior a pressão de vapor, maior a perda de água para que se atinja o equilíbrio (FERREIRA; PENA, 2003).

O processo de secagem reduziu substancialmente a atividade de água da casca do fruto de maracujá *in natura* ($0,992 \pm 0,002$), tendo menor atividade de água aquela processada a 60°C. Confrontando os resultados deste estudo com o de outros autores, observou-se valores semelhantes aos descritos por Araújo (2007) para albedo fresco ($0,940 \pm 0,010$), e aos por Santana (2005) para albedo desidratado pelo método convencional (0,430). Ainda, comparando as farinhas obtidas com o produto comercial ($0,353 \pm 0,014$) a que apresentou teores mais próximos foi a processada a 45°C. Os dados obtidos neste estudo confirmam a importância do processo de secagem como método de conservação que reduz significativamente a umidade e a atividade de água do alimento e, conseqüentemente, contribui para sua maior conservação (AZEREDO et al., 2004).

Sabe-se que a atividade de água pode alterar o crescimento dos microrganismos, em razão da influência da pressão osmótica sobre as trocas através das membranas celulares. Cada microrganismo possui um limite mínimo de atividade de água para realizar suas

atividades metabólicas, que varia de 0,90 a 0,99 para bactérias, 0,89 a 0,94 para leveduras e 0,60 a 0,85 para fungos (SPOTO, 2006).

Em estudo anterior, Deus et al. (2010), demonstraram que os processos de sanitização dos frutos e dos equipamentos colaboraram para que a casca de maracujá amarelo seca a 30°C ($A_w = 0,329 \pm 0,003$) se adequasse aos padrões microbiológicos estabelecidos pelos itens 1b e 1f da RDC nº 12, da Anvisa (BRASIL, 2001). No entanto, o estudo citado não avaliou a qualidade microbiológica dessa farinha durante armazenamento.

Considerando a importância da atividade de água na conservação de alimentos, Oliveira et al. (2006) relatou que para o armazenamento da casca de maracujá *in natura*, sem a utilização de aditivos e refrigeração, é necessário que a faixa ideal de atividade de água residual deva estar compreendida entre 0,25 e 0,35, eliminando, desta forma, qualquer crescimento de microrganismos. A partir dos dados dos autores acima, apenas a farinha de maracujá seca a 60°C, obtida neste estudo, estaria adequada para armazenamento à temperatura ambiente sem o acréscimo de aditivos.

Outro fator determinante na vida de prateleira do alimento é o pH. Silva Jr (2001) define pH como a medida de acidez ou alcalinidade de uma substância. Segundo este autor, valores de pH próximos à neutralidade são os mais favoráveis ao crescimento microbiano. Spoto (2006) afirma que muitos microrganismos são completamente impedidos de crescer, mesmo sem tratamento térmico, em pH ao redor de 3,0 a 3,5. Em valores tão baixos de pH, os íons hidrogênio e as moléculas dissociadas dos ácidos orgânicos combinam com as proteínas e, por conseguinte, com as enzimas microbianas, causando sua desnaturação.

As cascas de frutos de maracujá *in natura* apresentaram pH $4,58 \pm 0,28$, valor semelhante a 4,60 encontrado por Matsuura et al. (2005) em albedo de maracujá amarelo *in natura*. Os valores de pH das farinhas processadas em diferentes temperaturas (Tabela 1) e do produto comercial (pH $4,04 \pm 0,07$) foram inferiores ao descrito por Santana (2005) para farinha de albedo de maracujá ($4,65 \pm 0,07$).

Segundo Azeredo (2004), alimentos com pH abaixo de 4,5, são classificados como muito ácidos. Portanto, os valores de pH encontrados para as farinhas conferem um fator protetor ao produto, além de exercer efeito sinérgico aos valores baixos de atividade de água.

As farinhas obtidas apresentaram valores de pH inferiores à casca *in natura*, provavelmente pela redução da umidade e conseqüente concentração dos íons hidrogênio.

A acidez dos alimentos é resultante dos ácidos orgânicos do próprio alimento, das adições intencionais durante o processamento e daqueles resultantes de alterações químicas do

produto. Portanto, a determinação da acidez total pode fornecer dados valiosos no estudo do processamento e do estado de conservação do alimento (CARVALHO et al., 1990).

Os valores encontrados para acidez titulável da casca de maracujá *in natura* ($0,29 \pm 0,17$ mg de ácido cítrico/100 g) foram semelhantes aos encontrados por Matsuura (2005) em albedo de frutos de maracujá amarelo *in natura* (0,31% expresso em ácido cítrico). Com relação ao produto comercial, foram encontrados $4,49 \pm 0,06$ mg de ácido cítrico por 100g do produto, resultados semelhantes aos das farinhas (Tabela 1) que não mostraram tendência quanto à variação de temperatura. Santos (2008) utilizou metodologia de titulação potenciométrica precedida de duas etapas de filtração a vácuo e encontrou resultados bem inferiores ($0,69 \pm 0,01$) para farinha de albedo de maracujá. .

Coelho, Cenci e Resende (2010) citaram que a polpa de maracujá amarelo para consumo *in natura* e para fins industriais deve apresentar acidez titulável de 3,2 % a 4,5 %. Desta maneira, os valores encontrados para a casca do maracujá amarelo sugerem que a casca do fruto apresenta menor concentração de ácido cítrico em relação à polpa.

Observou-se que nas análises de acidez titulável, as repetições dos três lotes *in natura* e dos três lotes submetidos à secagem a 60°C apresentaram coeficientes de variação 59,16% e 28,14%, respectivamente. De acordo com Santana (2005), a variedade, índice de maturação, época de colheita e fatores edafoclimáticos podem alterar a acidez dos frutos. Este fato pode explicar as diferenças no teor de acidez dos lotes de farinhas visto que cada lote (tratamento e repetições) contém frutos, selecionados aleatoriamente, com diferentes graus de maturação que podem interferir no coeficiente de variação entre as repetições dos tratamentos.

5.3 FIBRA ALIMENTAR DAS FARINHAS DE CASCAS DE MARACUJÁ AMARELO

Os valores médios da determinação de fibra alimentar das três repetições de cada processo de secagem estão apresentados na Tabela 2. Por questões técnicas e metodológicas o teor de fibra alimentar foi realizado apenas nos lotes das farinhas submetidas à secagem. Conforme técnica utilizada e padronizada, a matéria prima para esta análise necessita estar seca. Portanto, o produto *in natura* precisaria ser seco inviabilizando uma análise e comparação coerente entre os resultados. Também não foi determinado o teor de fibra do produto comercial por falta de informação sobre a temperatura utilizada no seu processamento e resultado obtido não permitiria uma discussão apropriada em relação à temperatura de secagem.

Os resultados do conteúdo de fibra total, solúvel e insolúvel, apresentados na Tabela 2, não alteraram em função das diferentes temperaturas empregadas para elaboração das farinhas. Este comportamento se assemelha ao observado em peras secas a 30 °C, 40 °C e 50°C (GUINÉ, 2004).

Tabela 2. Teor de fibra alimentar das farinhas de cascas de maracujá amarelo em função da temperatura de secagem

Características	Temperatura de secagem (°C)		
	30	45	60
Fibra total (%)	64,71±3,938 ^a (6,09)	65,64±3,323 ^a (5,06)	64,99±4,913 ^a (7,55)
Fibra insolúvel (%)	46,28±1,295 ^a (2,78)	46,13±2,814 ^a (6,09)	45,10±4,964 ^a (10,99)
Fibra solúvel (%)	18,43±2,823 ^a (15,30)	19,44±1,320 ^a (6,79)	19,89±0,434 ^a (2,18)

Os resultados estão expressos em média ± desvio padrão.

Valores entre parênteses representam o coeficiente de variação (%) das repetições dos tratamentos.

O teor de fibra alimentar da farinha de casca de maracujá ao ser comparado com subprodutos da fabricação de suco de frutas apresenta conteúdo superior, por exemplo, ao da fibra residual de abacaxi em base seca com 30,63% de fibra insolúvel e 2,16% de fibra solúvel (WAUGHON; PENA, 2006). No entanto, a polpa de laranja desidratada com 9,78% de umidade, apresenta valores superiores com 85,31% de fibras totais; 47,15% de fibra insolúvel e 38,16% de fibra solúvel (SOUZA; LEONEL, 2010).

As farinhas de casca de maracujá apresentaram conteúdo de fibra alimentar dez vezes maior que o limite mínimo para serem consideradas alimentos com alto teor deste nutriente (BRASIL, 1998), e portanto, apresentam potencial para serem incorporadas em produtos tais como os *lights* e dietéticos que desempenham papéis fisiológicos importantes. Ainda é importante destacar que a ingestão de cerca de 30 g das referidas farinhas pode fornecer a quantidade recomendada (21 a 38g por dia de fibra alimentar) para indivíduos com idade acima de 19 anos (INSTITUTE OF MEDICINA, 2002).

Outros autores citaram conteúdo levemente superior para fibra alimentar de produtos à base de casca de maracujá. Leoro (2007) observou 64,11% de fibra total, 50,16% de fibra insolúvel, 13,96% de fibra solúvel para farelo de casca de maracujá com 6,74% de umidade. Souza, Ferreira e Vieira (2008) observaram 66,37% de fibra total, 48,58% de fibra insolúvel e 39,13% de fibra solúvel para farinha da casca de maracujá com 6,09% de umidade. Estes

resultados superiores podem ser explicados pelo menor teor de umidade destes produtos aos quais as farinhas obtidas foram comparadas.

5.4 COMPOSTOS CIANOGENICOS TOTAIS

Na Figura 4 estão apresentados os teores de compostos cianogênicos totais (CCT), em base seca (b.s.), das farinhas obtidas. Estes valores são inferiores aos encontrados para a casca de maracujá *in natura* ($231,83 \pm 74,67$ mg de CCT/kg de casca de maracujá *in natura* em b.s.) e para o produto comercial ($45,56 \pm 6,99$ mg de CCT/kg de farinha de cascas de maracujá em b.s.). As análises das repetições dos lotes apresentaram elevados valores de desvio padrão e coeficientes de variação. Estudos indicaram que a quantidade de compostos cianogênicos tende a reduzir com o aumento do grau de amadurecimento (CHASSAGNE et al., 1996; SPENCER; SIEGLER, 1983), desta maneira, a variação entre os resultados das repetições dos tratamentos, provavelmente, aconteceu devido à escolha aleatória dos frutos de cada lote.

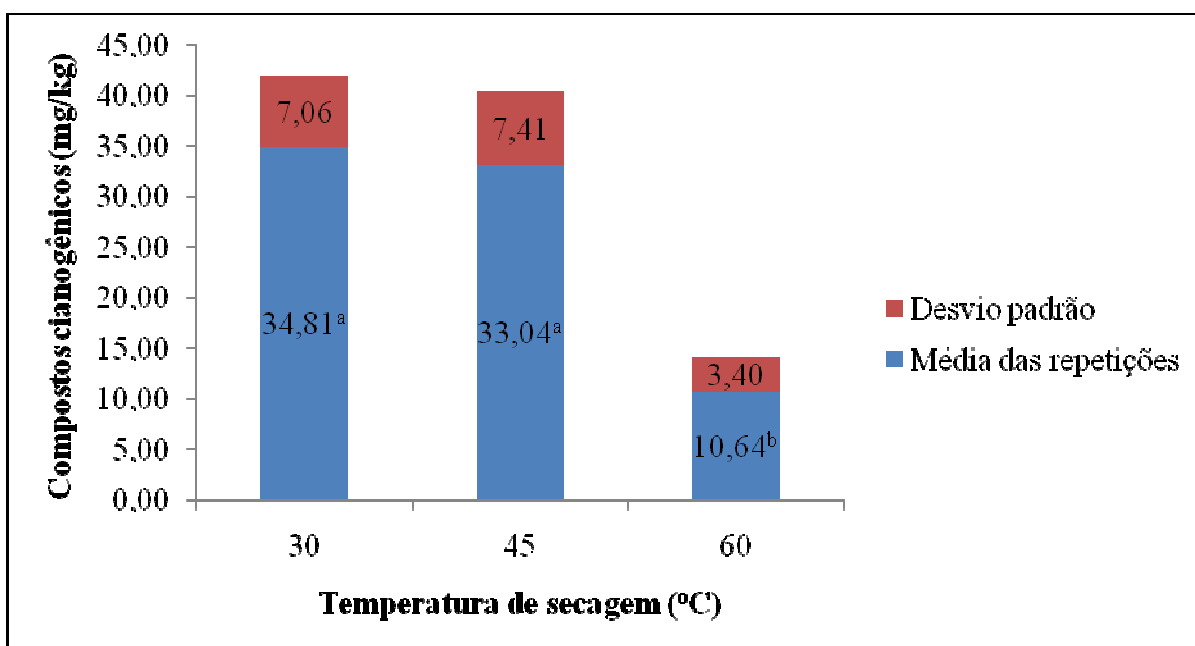


Figura 4. Teor de compostos cianogênicos totais das farinhas de cascas de maracujá amarelo (base seca) em função da temperatura de secagem

O teor de compostos cianogênicos totais encontrado neste estudo para casca de maracujá *in natura* ($24,37 \pm 5,97$ mg/kg de casca de maracujá em base úmida) é inferior aos que foram encontrados por Matsuura et al. (2005), 117 mg/kg de albedo de maracujá amarelo *in natura*, e por Chassagne et al. (1996), 286 mg/kg de casca de maracujá *in natura*. Entretanto, resultados superiores podem ter sido influenciados pelo grau de maturação dos

frutos que compunham a amostra e pelos protocolos utilizados. No presente estudo, 65,01% dos frutos foram classificados nos estádios 3, 4 e 6 de maturação e a quantificação do conteúdo de compostos cianogênicos totais foi realizada após hidrólise ácida dos glicosídeos e os demais pesquisadores analisaram por meio da extração e caracterização dos glicosídeos cianogênicos.

O produto comercial e as farinhas obtidas apresentaram conteúdo de compostos cianogênicos totais inferiores aos encontrados por Leoro (2007), 784,3mg/kg em farelo de maracujá orgânico comercializado em Guaratinguetá (SP). Desta vez, o autor citado, utilizou uma técnica envolvendo hidrólise ácida e adição de reagente de cor de ácidos isonicotínico e barbitúrico, semelhante à adotada neste estudo.

Os baixos teores de compostos cianogênicos totais nas farinhas obtidas devem-se às significativas reduções de 84,98%, 85,75% e 95,41% observadas nas farinhas secas a 30°C, 45°C e 60°C, respectivamente.

Matsuura et al. (2005) relataram que a imersão do albedo em água em temperatura ambiente em proporção de albedo água de 1:3 diminuiu pouco e lentamente o teor de compostos cianogênicos totais (máximo de 24,3%). Neste experimento, o tamanho da partícula de albedo não influenciou significativamente os teores de compostos cianogênicos totais, diferentemente dos estudos com raízes de mandioca e semente de damasco (BAINBRIDGE et al., 1998; TUNÇEL; NOUT; BRIMER, 1995). Bainbridge et al. (1998) afirmaram que quanto maior o grau de rompimento do tecido das raízes de mandioca, antes do processo de secagem, maior a redução (entre 5% e 38%) do teor de compostos cianogênicos totais. Tunçel, Nout e Brimer (1995) verificaram que sementes de damasco trituradas em partículas menores apresentaram mais rápida degradação dos glicosídeos cianogênicos. Desta maneira, reduções superiores a 84% no teor de compostos cianogênicos totais, provavelmente, foram influenciadas pelo processo de trituração empregado nas cascas de maracujá antes do processo de secagem.

Processamentos empregados por Matsuura (2005) resultaram em reduções superiores às encontradas neste estudo para o teor de compostos cianogênicos totais. Este autor relatou que a imersão em salmoura na proporção de 15:1 (salmoura : albedo) durante 48 horas resultou na redução de 96,7% da quantidade de compostos cianogênicos totais. No entanto, neste processamento citado, o grande volume de água proporcionou maior contato com o albedo, possibilitando a diluição dos compostos cianogênicos do interior das células, conforme considerações de Nambisan (1994). As reduções encontradas foram maiores quando

comparadas ao presente estudo, no entanto, o grande volume de água gasto dificulta o emprego destes processamentos na indústria de alimentos.

Segundo Poulton (1990), a degradação do glicosídeo cianogênico é iniciada após o rompimento do tecido, quando a enzima β -glicosidase reage com seu substrato, liberando a cianidrina correspondente. Este intermediário pode se decompor espontaneamente ou na presença de enzimas como, hidroxinitrila liase, para a liberação do ácido cianídrico (HCN) e um aldeído ou cetona.

Conhecendo a influência da temperatura na atividade enzimática, Padmaja (1989) avaliou o efeito de temperaturas de secagem em folhas de mandioca. O menor teor de compostos cianogênicos foi encontrado em folhas murchas à sombra por 16 horas, e em seguida, secas a 60°C. Correia et al. (2002) isolaram a enzima linamarase da folha da mandioca e notaram estabilidade térmica em estufa até 30°C, mas nas folhas, a enzima apresentou maior atividade a 40°C. Segundo este mesmo autor, é provável que a perda de atividade desta enzima no interior da folha de mandioca durante o período de secagem seja mais lenta do que nas condições *in vitro*, quando aconteceu rápida desnaturação. Provavelmente, a maior atividade desta β -glicosidase na casca de maracujá, deu-se à temperatura de 60°C, diferindo significativamente o teor de compostos cianogênicos totais desta farinha em relação as demais. Assim, o produto final com 9,63mg de CCT/kg de farinha (base úmida) representa valor inferior aos limites seguros de 10 mg/kg de produto recomendado pela WHO (1991).

Diante do exposto, os resultados indicaram que o processamento de trituração, seguido da secagem, possibilitou redução significativa do teor de compostos cianogênicos totais, sem causar alterações no teor de fibra alimentar das farinhas obtidas. Provavelmente, a etapa de trituração foi importante para promover o rompimento do tecido vegetal e, conseqüentemente, o contato da enzima β -glicosidase com os glicosídeos cianogênicos.

Vale destacar, que a maior redução destes compostos foi observada na farinha de casca de maracujá seca a 60°C. Além disso, esta farinha representa o produto mais viável economicamente para produção em escala industrial, visto que, demandou menos tempo para o processo de secagem. E ainda, apresenta menor teor de umidade e valor de atividade de água favorável para armazenamento sem utilização de conservantes.

6 CONCLUSÕES

- Dos frutos avaliados, a grande maioria apresentou coloração da casca indicativa de grau de maturação adequado para produção de suco e consumo *in natura*.

- O aumento da temperatura causou redução significativa das variáveis: umidade, umidade de equilíbrio e atividade de água. Por outro lado, os resultados de pH e acidez titulável não mostraram tendência quanto à variação de temperatura.

- A temperatura de secagem não teve efeito significativo sobre o teor de fibra alimentar das farinhas obtidas, sendo que todas elas podem ser consideradas alimentos com alto teor deste nutriente.

- O processamento baseado na trituração e posterior secagem contribuíram para redução substancial dos compostos cianogênicos totais.

- A farinha seca a 60°C representa o melhor produto obtido, pois contém o mesmo teor de fibra alimentar total das demais processadas, porém apresentou menor conteúdo de compostos cianogênicos.

REFERÊNCIAS

- AACC. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, Mirneápolis, v.46, n.3, p.112-129, 2001.
- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. Ed. Washhington: AOAC, 1995. 2000p.
- ARAÚJO, J. M. A. Química de alimentos: teoria e prática. In:_____. **Toxicantes naturais**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2008. cap. 06, p. 286-301.
- ARAÚJO L. M. **Produção de alimentos funcionais formulados com xilitol a partir de cupuaçu (*Theobroma grandifl orum*) e maracujá (*Passifl ora edulis f. fl avicarpa*)**. 2007. 155f. Tese (Doutorado Multiinstitucional em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, 2007.
- AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 1. 195 p.
- BAINBRIDGE, Z. HARDING, S.; FRENCH, L.; KAPINGAB, R.; Andrew, W. A study of the role of tissue disruption in the removal of cyanogens during cassava root processing. **Food Chemistry**, London, v. 62, n. 3, p. 292-297, 1998.
- BRADBURY, J. H.; EGAN, S. V.; LYNCH, M. J. Analysis of cyanide in cassava using acid hydrolysis of cyanogenic glucosides. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 55, n. 2, p. 277 – 290, 1991
- BRAGA, A.; MEDEIROS, T. P.; ARAÚJO, B. V. Investigação da atividade antihiperlipemizante da farinha da casca de *Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae, em ratos diabéticos induzidos por aloxano. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 20, n. 2 , p.186-191, 2010.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 593 de 25 de agosto de 2000**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amido, farinhas e farelos. Brasília, DF. ANVISA, 2000. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/consulta/index.htm>, consultado em 10/01/2011.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico referente à informação Nutricional Complementar**. Número 27, de 13 de janeiro de 1998. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 de janeiro de 1998.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001**: Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 02-01-2001, 54 p. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. ‘Acesso em: 22 de setembro de 2009.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978**. Aprova as normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Brasília, DF. ANVISA, 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf>. Acesso em: 10 de set. 2010.

CAROD-ARTAL, F. J. Síndromes neurológicas associados con el consumo de plantas y hongos con componente tóxico (I). Síndromes neurotóxicos por ingesta de plantas, semillas y frutos. **Revista de Neurologia**, Barcelona, v. 36, n. 9, p. 860-871, 2003.

CHASSAGNE, D.; CROUZET, J.C.; BAYONOVE, C.L.; BAUMES, R.L. Identification and quantification of passion fruit cyanogenic glycosides. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.44, n.12, p.3817-3820, 1996.

COELHO, A. A.; CENCI, S. S.; RESENDE, E. D. Qualidade de suco de maracujá-amarelo em diferentes pontos de colheita e após o amadurecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 722-729, 2010.

CORDOVA, K. V.; GAMA, T. M. M. T. B.; WINTER, C. M. G.; NETO, K. 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, 2005.

CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; NATIVIDADE, M. A. E.; ABREU, C. M. F.; XISTA, A. L. R. F.; CARVALHO, V. D. Farinha de folhas de mandioca I – efeito de secagem das folhas sobre a atividade da linamarase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 368-374, 2002.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. Botânica. In: LIMA, A. A.; CUNHA, M. A. P. **Produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. cap 1, p.13-36.

DEUS, G. I.; DIAS, T.; CARDOSO-SANTIAGO, R. A.; SOUZA, A. R. M.; SILVA, M. S. Qualidade química e microbiológica da casca de maracujá desidratada a 30°C. In: VII Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão, 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010. p. 5761.

FAO. WHO. **Food Standards Programme**: Codex Alimentarius Commission, v. 12, suplemento 4, Roma, 1991.

FERRARI, R. A. F.; 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, 2004.

FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.251-255, 2003.

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, 2005.

GUINÉ, R. P. F. Análise das características químicas e físicas de pêras secadas. **Millenium: Viseu**, n. 29, p. 213-221, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes 2009**. Rio de Janeiro, IBGE, v. 36, 2009, 93p.

INSTITUTE OF MEDICINA. **Food and nutrition board: dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fat acids, cholesterol, protein and amino acids**. Washington, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

JANEIRO, D. I.; QUEIROZ, M. S. R.; RAMOS, A. T. SABAA-SRUR A. U. O.; CUNHA, M. A. L.; DINIZ, M. F. M. Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 18, suplemento, p. 724-732, 2008.

LEORO, M. G. V. **Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá**. 2007. 127 p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

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

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.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais**. 138 p. 2005. (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; MIRANDA, M. S.; MENEZES, H. C. Efeito da trituração e imersão em água na redução dos compostos cianogênicos do albedo de maracujá. **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v.18, n. 12, p.63-69, 2005.

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).

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

MONTONEN, J.; KNEKT, P.; JARVINEN, R.; AROMAA, A.; REUNANEN, A. Whole grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v.77, n.3, p.622-629, 2003.

NAMBISAN, B. Evaluation of the effect of various processing techniques on cyanogen content reduction in cassava. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 1, n.375, p.193-201, 1994.

NAMBISAN, B.; SUNDARESAN, S. Effect of processing on the cyanoglucosides in cassava. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.36, n. 11, p.1197-1203, 1985.

OHR, L. M. Fortifying with fiber. **Food Technology**, Chicago, v.58, n.2, p.71-75, 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, 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, 2006.

OTAGAKI, K. K.; MATSUMOTO, H. Nutritive values and utility of passion fruit byproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.6, n.1, p.64-67, 1958.

POULTON, J. E. Cyanogenesis in plants. **Plant Physiology**, Washington, v.94, p.401-405, 1990.

ROSSI, A. D.; ROSSI, F. S.; SILVA, J. R. **Análise Setorial. Produção de Sucos Tropicais: Maracujá**. Vera Cruz: AFRUVEC, 2001. 47 p.

SALGADO, J. M.; BOMBARDE, T. A. D.; MANSI, D. N.; PIEDADE, S. M. S.; MELETTI, L. M. M. MELETTI. Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic mice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 784-789, 2010.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. 2005. 168 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SCHULZE, M. B.; SCHULZ, M.; HEIDEMANN, C.; SCHIENKIEWITZ, A.; HOFFMANN, K.; BOEING, H. Fiber and magnesium intake and incidence of type 2 diabetes: A prospective study and meta-analysis. **Archives of Internal Medicine**, Chicago, v. 167, n. 9, p. 956-65, 2007.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Cereal bar with the industrial residue of passion fruit. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 321-329, 2009.

SILVA JR, E. A. Fatores que interferem no metabolismo dos microrganismos. In: **Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. Cap. 4. p. 21-42.

SOUZA, L.B.; LEONEL. M. Efeito da concentração de fibra e parâmetros operacionais de extrusão sobre as propriedades de pasta de mistura de fécula de mandioca e polpa cítrica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n. 3, p.686-692, 2010.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.

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

SPOTO, M. H. F. Desidratação de frutas e hortaliças. In: OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006, cap. 12 , p.565-604.

TEWE, O. O.; IYAYI, E. A. Cyanogenic glycosides. In: CHEEKE, P. R. (ed.) **Toxicants of plant origin: glycosides**. v.2, Boca Raton: CRC Press, 1989, p. 44-60.

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. 4, p. 447-451, 1995.

VASCONCELOS, A. T.; TWIDDY, D. R.; WESTBY, A.; REILLY, P. J. A. Detoxification of cassava during *gari* preparation. **International Journal of Food Science and technology**, Oxford, v.25, n. 2, p.198-203, 1990.

VETTER, J. Plant cyanogenic glycosides. **Toxicon**, Elmsford, v.38, n. 1, p.11-36, 2000.

WEICKERT, M. O.; PFEIFFER, A. F. H. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 138, n. 3, p. 439–442, 2008.

WAUGHON; T. G, M.; PENA, R. S. Estudo da secagem da fibra residual do abacaxi. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.17, n.4, p.373-379, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Peso dos frutos antes do congelamento e após o descongelamento

Fruto	Peso <i>in</i> <i>natura</i>	Peso descongelado	% variação do peso	Fruto	Peso <i>in</i> <i>natura</i>	Peso descongelado	% variação do peso
1	181,5	180,3	-0,66	39	102,7	102,6	-0,10
2	137,5	137,3	-0,15	40	166,9	169	1,26
3	144,7	143,6	-0,76	41	114,1	112,6	-1,31
4	145,9	145,8	-0,07	42	153,5	152,8	-0,46
5	214,6	215	0,19	43	154,1	153	-0,71
6	190,7	189,1	-0,84	44	144,1	143,9	-0,14
7	78,6	77,3	-1,65	45	122	121,4	-0,49
8	154,7	153,5	-0,78	46	135,2	134,1	-0,81
9	129,6	127,6	-1,54	47	98,8	98,3	-0,51
10	139,3	139	-0,22	48	105,1	104,9	-0,19
11	149,2	150	0,54	49	180,5	180,3	-0,11
12	123,3	122,9	-0,32	50	103,9	103,3	-0,58
13	128	126,8	-0,94	51	177,8	177,3	-0,28
14	120,6	118,1	-2,07	52	147,7	145,9	-1,22
15	173,5	171,7	-1,04	53	132,3	131,8	-0,38
16	180,7	179,4	-0,72	54	143,9	143,6	-0,21
17	213,9	213,2	-0,33	55	166	164,7	-0,78
18	154,5	154,2	-0,19	56	114,3	111,5	-2,45
19	99,6	101,7	2,11	57	114,9	114,2	-0,61
20	99,6	100,6	1,00	58	134,2	132,3	-1,42
21	132,9	131	-1,43	59	121,3	119,4	-1,57
22	139,9	139,4	-0,36	60	152,4	151,2	-0,79
23	198,1	197,9	-0,10	61	113,9	113	-0,79
24	185	184,8	-0,11	62	142	139,7	-1,62
25	187,1	186,4	-0,37	63	168,3	166,9	-0,83
26	159,7	156,7	-1,88	64	131,3	129,4	-1,45
27	139,1	137,2	-1,37	65	170,7	170,2	-0,29
28	162,6	160,8	-1,11	66	183,6	183,7	0,05
29	133,2	129,7	-2,63	67	156,7	155,6	-0,70
30	113	113	0,00	68	112,1	109	-2,77
31	97,7	96,5	-1,23	69	194,3	193,1	-0,62
32	153,7	153	-0,46	70	144,2	142	-1,53
33	140,9	138,3	-1,85	71	189,8	188,5	-0,68
34	152,8	152,3	-0,33	72	89,8	88,4	-1,56
35	166,4	164	-1,44	73	213,5	210,5	-1,41
36	116,4	114,6	-1,55	74	128,6	128,3	-0,23
37	112	111,2	-0,71	75	85	83,5	-1,76
38	146,7	145	-1,16	76	175,9	175,2	-0,40

Fruto	Peso <i>in natura</i>	Peso descongelado	% variação do peso
78	104,2	105,1	0,86
79	88,6	87	-1,81
80	161,1	159,5	-0,99
81	132,8	130	-2,11
82	165,9	165,6	-0,18
83	143,8	140,6	-2,23
84	157,1	155,4	-1,08
85	127,7	126,5	-0,94
86	117,5	116,1	-1,19
87	134,7	132,8	-1,41
77	198,2	197,1	-0,55
88	100,2	100	-0,20
89	165,6	165,4	-0,12
90	73,8	73	-1,08
91	136,2	135,3	-0,66
92	111,4	111,5	0,09
93	191,8	190,5	-0,68
94	128	127,4	-0,47
95	159,3	158,6	-0,44
96	169,4	168,7	-0,41
97	131,6	129,3	-1,75
98	151,6	151,2	-0,26
99	91,6	89,9	-1,86
100	153,4	152,5	-0,59
101	209,4	207,7	-0,81
102	135,6	134,8	-0,59
103	137,3	138,8	1,09
104	151,4	149,6	-1,19
105	104,7	103,1	-1,53
106	89,9	88	-2,11
107	192,7	192	-0,36
108	122,8	123	0,16
109	132	130,8	-0,91
110	150,1	149	-0,73
Média	142,05	140,98	-0,75