

HELEM PRISCILA FERREIRA DE SOUZA

ELABORAÇÃO DE FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ AMARELO
(Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.) **EM FORNO DE MICRO-ONDAS**

CUITÉ - PB

2015

HELEM PRISCILA FERREIRA DE SOUZA

ELABORAÇÃO DE FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) EM FORNO DE MICRO-ONDAS

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande como Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Regina Nascimento Campos

CUITÉ - PB

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes – CRB 15 – 256

S729e Souza, Helem Priscila Ferreira de.

Elaboração de farinha da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* O. Deg.) em forno de micro-ondas. / Helem Priscila Ferreira de Souza. – Cuité: CES, 2015.

50 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Química) – Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2015.

Orientadora: Dra. Ana Regina Nascimento Campos.

1. Secagem de produtos biológicos. 2. Maracujá - secagem. 3. Maracujá - resíduo. I. Título.

CDU 547.9

HELEM PRISCILA FERREIRA DE SOUZA

ELABORAÇÃO DE FARINHA DA CASCA DE MARACUJÁ AMARELO
(Passiflora edulis f. flavicarpa O. Deg.) EM FORNO DE MICRO-ONDAS

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura
em Química, para obtenção do grau de licenciada
em Química.

Aprovada em ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Regina N. Campos
UFCG/CES/UABQ

Prof. Dr. Renato Alexandre Costa de Santana
UFCG/CES/UABQ

Me. Mislene Pereira Lins
UFCG/CES/UABQ

Aos meus pais
Núbia Marques Ferreira de Souza e
José de Souza Filho
A meu esposo Jonathas Diego
E filha Laís Ferreira Lima
Pelo amor e apoio

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus pelo dom da vida, por estar ao meu lado me dando proteção e refrigério de alma. Obrigada Pai, por me permitir a realização e conclusão deste trabalho o qual significa a concretização de um sonho tão almejado.

Ao meu esposo **Jonathas Diego Lima Santos**, pelo amor, carinho, amizade e incentivo constante a este trabalho sempre me estimulando a prosseguir, me acalmando na hora da ansiedade e preocupação.

À minha filhinha amada **Laís Ferreira Lima**, presente de Deus enviado pra me completar e tornar minha vida ainda mais feliz. Amo-te incondicionalmente!

À minha família **Ferreira de Souza** pelo incentivo, apoio e aconchego, que compartilhou comigo momentos de alegrias e também de choro, me ajudou a vencer e superar os obstáculos que surgiram durante minha vida acadêmica. Sou a pessoa mais feliz do mundo por ter vocês.

À minha orientadora **Dra. Ana Regina N. Campos** por sua disposição e contribuição imprescindível para realização deste trabalho.

Aos meus professores do CES, que foram responsáveis por minha formação acadêmica.

Aos colegas do Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da UFCG-CES pelos momentos de descontração e disponibilidade em ajudar.

Toda boa dádiva e todo dom perfeito são lá do alto, descendo do Pai das luzes, em quem não pode existir variação ou sombra de mudança.

(Tiago 1.17).

RESUMO

O maracujá amarelo é bastante utilizado na produção de sucos, polpas, doces, produção de néctar, refresco, sorvete e outros. Apresenta-se como uma fonte rica de vitaminas, açúcares, proteínas, minerais e fibras alimentares, podendo ser explorado biotecnologicamente. A produção e o consumo em massa do maracujá amarelo geram toneladas de resíduos. Estes envolvem quantidades apreciáveis de cascas, sementes e outros, que servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais e, são passíveis de recuperação. A casca desse fruto é rica em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo. Dessa forma, o aproveitamento desta parte da fruta deve ser explorado e, a elaboração de farinha a partir da casca do maracujá amarelo é uma alternativa viável que visa o bom emprego deste material e consequentemente, menor geração de resíduos. O objetivo deste trabalho foi elaborar a farinha da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) em forno de micro-ondas (FMO) doméstico, visando seu uso em produtos alimentícios. Para tanto se realizou a caracterização física e química do fruto, além do mapeamento térmico e calibração da potência real de trabalho do FMO, com verificação da reprodutibilidade dos resultados obtidos. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande. Os frutos utilizados nos experimentos foram adquiridos na feira livre da cidade de Cuité, PB e, apresentavam mesma coloração e aparente estágio de maturação. Ambos os procedimentos utilizados para o mapeamento térmico do FMO apresentaram a região central da cavidade como a de maior incidência das micro-ondas. A potência real de trabalho do FMO foi inferior ao valor relatado no manual pelo fabricante do aparelho. Após realização de testes preliminares fixou-se uma rampa de aquecimento para o processo de secagem e obtenção da farinha da casca de maracujá, sendo esta constituída de 3 ciclos de 10 min e 2 ciclos de 5 min, com potência do FMO de 50%. O produto final obtido neste estudo preservou bem as características relacionadas à coloração da amostra *in natura* e apresentou teor de água final inferior a 30%. Podendo-se concluir que a obtenção da farinha da casca de maracujá em FMO mostrou-se um método rápido, seguro, preciso, acessível e barato, além de representar economia de tempo, energia e dinheiro, quando comparado com métodos usuais.

Palavras chave: Secagem; Resíduo; Maracujá

ABSTACT

The passion fruit is widely used in the production of juices, squashes, sweet, nectar production, soft drink, ice cream and others. It presents itself as a rich source of vitamins, sugars, proteins, minerals and dietary fiber, which can be exploited biotechnologically. The production and mass consumption of yellow passion fruit generate tons of waste. These involve substantial quantities of bark, and other seeds serving as a source of proteins, enzymes and essential oils, and are amenable to recovery. The skin of this fruit is rich in pectin, niacin (vitamin B3), iron, calcium and phosphorus. Thus, the use of this part of the fruit must be explored, and the preparation of flour from the passion fruit peel is a viable alternative that seeks good job of this material and therefore less waste. The objective of this work was to prepare the meal of yellow passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) in microwave oven (MO) domestic, aiming its use in food products. For that was carried out physical and chemical characterization of the fruit, in addition to thermal mapping and calibration of real power work MO, to verify the reproducibility of the results. The experiments were conducted at the Laboratory of Biochemistry and Biotechnology of Food of the Federal University of Campina Grande. The fruits used in the experiments were purchased in free market city Cuité, PB, and had the same color and apparent maturation stage. Both procedure used for thermal mapping MO showed the central region of the cavity to the increased incidence of a microwave. The real power of work of the MO was lower than the value reported in the manual by the manufacturer. After conducting preliminary tests set up a heating pad for the drying process and obtain the flour of passion fruit peel, which is composed of 3 cycles of 10 min and 2 cycles of 5 min with power MO 50%. The final product obtained in this study and preserved the characteristic related to color of the sample *in natura* and presented final water content to 30% inferred. It can be concluded that the achievement of passion fruit peel flour in MO proved to be a fast, safe, accurate, accessible and affordable, and represents savings in time, energy and money when compared to usual methods.

Keywords: Drying; Residue; Passion fruit

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfologia do maracujá amarelo	15
Figura 2. Biometria dos frutos com paquímetro digital. A) Medida do eixo menor. B) Medida do eixo maior.....	26
Figura 3. Determinação do pH da casca do maracujá amarelo	27
Figura 4. Coloração obtida após determinação da acidez titulável da casca do maracujá-amarelo	28
Figura 5. Disposição dos béqueres no prato giratório do FMO para mapeamento térmico	29
Figura 6. Mapeamento por secagem da solução aquosa de CoCl_2 . A) antes da irradiação das micro-ondas. B) após irradiação com prato giratório. C) após irradiação com prato fixo.	35
Figura 7. Mapeamento térmico por meio da variação de temperatura da água, aquecimento simultâneo dos béqueres. A) com prato fixo. B) com prato giratório.	36
Figura 8. Mapeamento térmico por meio da variação de temperatura da água, aquecimento individual dos béqueres. A) com prato fixo. B) com prato giratório.	36
Figura 9. Curva de calibração da potência do forno de micro-ondas	38
Figura 10. Representação gráfica da curva de aquecimento média da água no forno de micro-ondas.....	39
Figura 11. A) Amostra da casca de maracujá in natura. B) Amostra da casca de maracujá logo após a secagem. C) Farinha da casca de maracujá	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores das massas dos frutos de maracujá amarelo	32
Tabela 2. Biometria dos frutos de maracujá amarelo	33
Tabela 3. Caracterização química da casca do maracujá amarelo.....	34
Tabela 4. Valores da potência teórica e potência real de trabalho do FMO.....	37
Tabela 5. Valores de temperatura obtidos no teste de reprodutibilidade.....	38
Tabela 6. Rampa de aquecimento e respectivos valores de temperaturas obtidos durante a secagem da casca de maracujá.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FMO	Forno de Micro-ondas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAF	Instituto Brasileiro de Fruticultura
MO	Micro-ondas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Aspectos gerais	15
3.2 Aspectos econômicos da cultura do maracujá	16
3.3 Aproveitamento de resíduos agroindustriais	16
3.4 Propriedades funcionais da casca do maracujá.....	17
3.5 Obtenção de farinha a partir de resíduos.....	18
3.6 Forno de micro-ondas	19
3.7 Vantagens da secagem em forno de micro-ondas.....	21
3.8 Estado da arte	22
4 METODOLOGIA	25
4.1 Material	25
4.2 Equipamento	25
4.3 Caracterização física do fruto in natura	25
4.4 Caracterização química da casca dos frutos	26
4.4.1 Determinação do teor de água	26
4.4.2 Determinação de Resíduo Mineral.....	27
4.4.3 Determinação do pH	27
4.4.4 Determinação da Acidez Titulável	27
4.4.5 Determinação de Proteína Bruta	28
4.5 Mapeamento térmico do forno de micro-ondas.....	29
4.5.1 Mapeamento por meio da secagem de solução aquosa de $CoCl_2$	29
4.5.2 Mapeamento através da verificação da temperatura da água.....	29
4.6 Calibração da potência real de trabalho do forno de micro-ondas.....	30
4.7 Verificação da reprodutibilidade dos resultados obtidos utilizando o forno de micro-ondas.....	30
4.8 Obtenção da farinha a partir da secagem da casca de maracujá em forno de micro-ondas.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Caracterização física do fruto in natura	32
5.2 Caracterização química da casca dos frutos	34
5.3 Mapeamento térmico do forno de micro-ondas.....	34
5.3.1 Mapeamento por meio da secagem de solução aquosa de $CoCl_2$	34
5.3.2 Mapeamento através da verificação da temperatura da água.....	35
5.4 Calibração da potência real de trabalho do forno de micro-ondas	37
5.5 Verificação da reprodutibilidade dos resultados obtidos utilizando o forno de micro-ondas.....	38
5.6 Obtenção da farinha a partir da secagem da casca de maracujá em forno de micro-ondas.....	39
6 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é composta por diversos campos, dentre eles encontra-se a fruticultura que vem assumindo um importante papel alimentar, econômico e social, tendo em vista que os frutos são importantes fontes de vitaminas, minerais e fibra dietética (SILVA et al., 2001).

A produção de frutas no Brasil é a terceira em escala mundial, com colheita de 822.301 milhões de toneladas somente em 2012. No entanto, nas exportações mundiais de frutas o país tem participação de 3% e boa parte da produção é destinada ao mercado interno (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2013).

Uma das commodities nacionais de grande importância econômica para o país é o maracujá amarelo fruto da espécie de planta *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg., da família Passifloraceae, com aproximadamente 130 espécies representativas no Brasil. O maracujá amarelo é bastante utilizado na produção de sucos, polpas, doces, produção de néctar, refresco, sorvete e outros (CARVALHO et al., 2005). Apresentam-se como uma fonte rica de vitaminas, açúcares, proteínas, minerais e fibras alimentares, podendo ser explorado biotecnologicamente (ZERAİK et al., 2010).

De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2011), os estados da Bahia, Ceará, Espírito Santo, Minas Gerais e Sergipe são os maiores produtores do maracujá amarelo e, assim, contribuem significativamente para o aumento do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Em 2010, a área plantada foi de 62.200 ha com uma produção 920.158 t, com rendimento de 14.836 kg/ha. Nos últimos quatro anos, a produção e a área plantada praticamente dobraram e a demanda pelos frutos de maracujá é cada vez maior refletindo sua importância no Brasil.

A produção e o consumo em massa do maracujá amarelo geram toneladas de resíduos. Estes envolvem quantidades apreciáveis de cascas, sementes e outros (FERRARI et al., 2004). Esses materiais servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais e, são passíveis de recuperação. A casca desse fruto é rica em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo (ZERAİK et al., 2010). Dessa forma, o aproveitamento desta parte da fruta deve ser explorado e, a elaboração de farinha a partir da casca do maracujá amarelo é uma alternativa viável que visa o bom emprego deste material e conseqüentemente, menor geração de resíduos.

O consumo da farinha produzida a partir da casca do fruto auxilia no combate a patologias relacionadas à glicemia e ao sistema cardiovascular pelo controle do colesterol (RAMOS, 2004). Este trabalho propõe a elaboração de farinha da casca de maracujá amarelo produzida em forno de micro-ondas doméstico, visando seu uso em produtos alimentícios.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Elaborar a farinha da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) em forno de micro-ondas doméstico, visando seu uso em produtos alimentícios.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterização física dos frutos de maracujá *in natura*;
- Caracterização química da casca dos frutos de maracujá;
- Execução do mapeamento térmico do forno de micro-ondas por dois diferentes procedimentos: secagem de solução aquosa de CoCl_2 e variação da temperatura de água;
- Calibração da potência real de trabalho do forno de micro-ondas;
- Verificação da reprodutibilidade dos resultados obtidos utilizando o forno de micro-ondas;
- Realização de testes preliminares para determinação da potência do forno de micro-ondas, do tempo de aquecimento e da massa de casca do fruto de maracujá a ser utilizada na secagem para preparação da farinha;
- Obtenção da farinha a partir da secagem da casca dos frutos do maracujá em forno de micro-ondas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

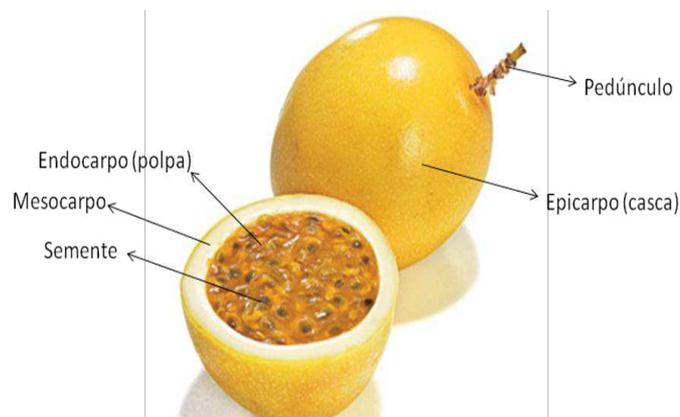
3.1 Aspectos gerais

O maracujá, fruta nativa da América Tropical, pertence à família Passifloraceae, que consiste em 18 gêneros e mais de 630 espécies distintas, largamente distribuídas pelos continentes americano, asiático e africano. O principal gênero, *Passiflora*, apresenta aproximadamente 129 espécies conhecidas, das quais cerca de 80 são consideradas frutos comestíveis (CERVI et al., 2010).

Os cultivos comerciais de maracujazeiro envolvem basicamente o maracujazeiro-roxo (*P. edulis* Sims.) cultivado em vários países e o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) especialmente cultivado no Brasil. O que diferencia uma espécie da outra é a coloração do fruto, sabor, características foliares e resistência às doenças (CROCHEMORE et al., 2003).

O maracujazeiro amarelo possui o fruto (Figura 1) com formato arredondado, ovalado, peso variando de 52,5 g a 153,4 g, eixo menor (diâmetro) de 4,9 cm a 7,8 cm, eixo maior (comprimento) de 5,4 cm a 10,4 cm, espessura da casca variando de 0,5 cm a 4,0 cm e contém de 200 a 300 sementes. Aproximadamente um terço de seu peso está no suco, presente no endocarpo (polpa), sendo o restante, casca constituída pela parte com coloração (epicarpo ou flavedo) e a parte branca chamada albedo (mesocarpo), além de sementes, considerados como resíduo industrial (MATSUURA, 2005).

Figura 1. Morfologia do maracujá amarelo



Fonte: <http://clinicaesportivajaneteneves.blogspot.com.br/2010/09/saiba-um-pouco-mais-sobre-o-maracuja.html>

3.2 Aspectos econômicos da cultura do maracujá

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, mas participa com apenas 3% do comércio global do setor, o que demonstra o forte consumo interno (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2013). Segundo o Instituto Brasileiro de Fruticultura (IBRAF) em 2009, a produção de frutas no Brasil foi estimada em 41.041.384 t, sendo o maracujá um dos principais representantes. De acordo com os dados do IBGE (2010), os maiores produtores de maracujá amarelo são os estados da Bahia, São Paulo, Sergipe, Espírito Santo, Pará, Ceará e Minas Gerais que representam 87% da produção nacional, sendo que o estado da Bahia representa sozinho 50% da produção e, assim contribui significativamente para o aumento do PIB brasileiro.

A cultura do maracujá vem expandindo no Brasil e sua importância cresce a cada ano. Em 1995, o Brasil destacou-se como o maior produtor mundial da fruta, apresentou, naquele ano, área colhida por volta de 36.000 ha e produção de 405.000 t (MELETTI, 1999). Já em 2010, a área total colhida foi de 62.243 ha, com produção anual de 920.158 t (IBGE, 2011).

Durante o Brasil colônia, espécies de maracujás eram cultivadas, porém apenas no fim dos anos 80 se tornaram atividade econômica (BERNACCI et al., 2003). Bernacci et al. (2003) ressaltam 95 % da produção brasileira de maracujá provem dos pomares de maracujá amarelo, especialmente devido a maior qualidade dos seus frutos, à divulgação aos consumidores e ao apoio da agroindústria. Contudo, a cultura enfrenta problemas na produção gerando pequeno rendimento e baixa qualidade dos frutos (SILVA et al., 2001). Segundo o Anuário Brasileiro de Fruticultura (2014), em 2013 não foi bom para os produtores de maracujá, a safra foi estimada em 420 mil toneladas da fruta, uma redução de 16% em relação ao colhido em 2012, os fatores que levaram esta diminuição estão ligados à ocorrência de doenças por virose e à seca recorrente no Nordeste do Brasil.

3.3 Aproveitamento de resíduos agroindustriais

Existe a necessidade de estudos visando o aproveitamento dos resíduos de processamento de frutas para a produção de alimentos que possam ser incorporados na alimentação humana, uma vez que as maiores quantidades de vitaminas e sais minerais de muitos alimentos se concentram nas cascas de frutas e legumes (PELIZER et al., 2007). Poucos são os trabalhos que ressaltam a importância do reaproveitamento dos resíduos do maracujá descartados pela indústria (GOMES, 2004; SCHEMIN et al., 2005).

A crescente preocupação com os possíveis impactos ambientais e o elevado índice de perdas e desperdícios gerados pelas indústrias de alimentos tem levado pesquisadores a buscar alternativas viáveis de aproveitamento e geração de novos produtos para o consumo humano, tendo em vista a presença de compostos funcionais nesses resíduos (MATSUURA, 2005). Estes resíduos são, geralmente, constituídos por cascas, caroços, sementes, ramas, bagaços etc, que apesar de serem desperdiçados, são importantes fontes de nutrientes (AYALA-ZAVALA et al., 2010; SOUSA et al., 2011; SUN-WATERHOUSE, 2011). Esses materiais servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação (COELHO et al., 2001). Daí surge a importância do aproveitamento de resíduos de frutas e vegetais, para obtenção de produtos com maior valor agregado.

Para se aproveitar os resíduos alimentícios, algumas alternativas têm sido propostas, como: o desenvolvimento de produtos panificáveis, geleias, doces entre outros que, em geral, apresentam valor nutricional acentuado e podem suprir carências na dieta da população (PEREIRA et al., 2003; PEREZ; GERMANI, 2007).

O prejuízo ao meio ambiente é expressivamente atenuado pela utilização de técnicas que processam resíduos para a produção de farinhas. Assim, promovendo uma série de vantagens como amortecimento de gastos referente ao processamento e operacionalização de embalagem, transporte, armazenamento e conservação, bem como a importância do valor nutricional do produto (ALVES et al., 2011; ZANATTA et al., 2010). A partir da produção da farinha, diversos alimentos são obtidos como massas, biscoitos e outros alimentos amplamente utilizados por consumidores de todas as faixas etárias.

3.4 Propriedades funcionais da casca do maracujá

Alimentos funcionais são aqueles enriquecidos com aditivos alimentares ou naturais, como: vitaminas, minerais, ômega 3, antocianinas, carboidratos e fibras, que quando acrescentados na alimentação desencadeiam processos metabólicos ou fisiológicos, resultando em redução do risco de doenças e produzindo efeitos benéficos à saúde (FAGUNDES; COSTA, 2003). Estes alimentos são classificados como promotores de saúde, por estarem ligados a redução dos riscos de algumas doenças crônicas e, além disso, ao bem estar físico e mental (MORAES; COLLA, 2006).

Destaca-se entre estes alimentos o maracujá amarelo, exclusivamente sua casca, por apresentar riqueza de fibras solúveis e pectina, benéficas ao homem (YAPO; KOFFI, 2006).

As fibras solúveis tem importância significativa, na capacidade de prevenir doenças cardiovasculares e gastrointestinais, câncer de colón, hiperlipidemias, diabetes e obesidade, já as fibras insolúveis presente nos cereais, podem interferir na absorção do ferro (TURANO et al., 2002). A Niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo também estão presentes na casca do maracujá (GONDIM et al., 2005).

Constataram-se benefícios da farinha de casca de maracujá na redução da glicemia (no controle de diabetes) (GUERTZENTEIN; SABAA-SRUR, 1999). Ramos (2004) sugere o uso do extrato seco da casca de maracujá amarelo como adjuvante das terapias convencionais, por observar que esse extrato age de forma positiva sobre o controle glicêmico no tratamento do diabete mellitus tipo II, devido certamente pela presença do alto teor de pectina, que se degrada no organismo, e ajuda a diminuir a taxa de glicose e colesterol no sangue.

Através de um estudo clínico Ramos et al. (2007) observaram que mulheres entre 30 e 60 anos diagnosticadas com hipercolesterolemia (colesterol ≥ 200 mg/dL), que se submeteram ao tratamento com a farinha da casca do maracujá (*P. edulis* f. *flavicarpa*) tiveram uma diminuição dos níveis de colesterol.

3.5 Obtenção de farinha a partir de resíduos

O desenvolvimento econômico do Brasil é fortemente agredido pelo desperdício de alimentos, que se inicia desde a etapa de produção e persiste por todo o processo até ao consumidor final (GONDIM et al., 2005). Para minimizar este problema a utilização de partes de alimentos que na maioria das vezes são descartados como resíduos a exemplo, as cascas, os talos, as folhas e outros resíduos, torna-se uma alternativa necessária neste cenário. Dessa forma, ameniza os impactos ambientais pela diminuição de lixo orgânico, atenua a perda econômica e promove uma diversificação e aumento nutricional na alimentação dos consumidores (DAMIANI et al., 2011; SILVA; RAMOS, 2009; VALENÇA et al., 2008).

Portanto, o aproveitamento de resíduos para a fabricação de farinha se justifica pela promoção de melhorias nutricionais, diminuição da produção de resíduos contribuindo para a renda familiar e crescimento econômico da indústria alimentícia, além de, outros benefícios.

A produção de farinhas a partir de resíduos vegetais tem aumentado gradualmente nos últimos anos, a exemplo temos farinhas de sementes de jaca e abóbora (BORGES et al., 2006), farinha de resíduo de acerola (AQUINO et al., 2010), ambos para formulação de

biscoitos. Assim, o emprego de outros subprodutos pode ser um excelente negócio para a indústria de alimentos.

O emprego da farinha proveniente de sementes e da casca da abóbora tem sido empregada na produção de cookies (MOURA et al., 2010), e snacks (NORFEZAH et al., 2011). A abóbora é rica em carotenos compostos benéfica aos seres humanos, pela ação antioxidante e presença de vitamina A (VERONEZI; JORGE, 2011). Os problemas provindos dos desperdícios e a produção de toneladas de resíduos anualmente atua como estímulo para o desenvolvimento de pesquisas voltadas para o aproveitamento de resíduos como apresentado por Roriz (2012). Apesar dos avanços nos últimos anos, a elaboração de um subproduto com farinhas originadas de duas fontes distintas ainda não tem sido muito difundido.

O maracujá é uma fruta popularmente utilizada para a produção de suco a partir da polpa que corresponde a apenas 30% do fruto. As demais partes vêm sendo aproveitadas, por exemplo, na fabricação de doce em calda (OLIVEIRA et al., 2002), e da barra de cereal, ambos utilizando casca de maracujá (SILVA et al., 2009).

O flavedo (epicarpo) e o albedo (mesocarpo) normalmente desprezados como resíduo, é uma rica fonte de fibra solúvel, promovendo diversas propriedades à farinha de casca de maracujá já que auxiliam na regulação da glicemia e do perfil lipídico (RAMOS et al, 2007; ZERAIK et al, 2010).

3.6 Forno de micro-ondas

O forno de micro-ondas (FMO) é um equipamento que passou a fazer parte da maioria dos lares nas duas últimas décadas. Talvez o ponto mais favorável na sua utilização, em relação ao fogão, está relacionado com o menor tempo requerido para efetuar o cozimento dos alimentos. Em laboratórios de química o FMO pode ser utilizado para auxiliar em trabalhos rotineiros, tais como: preparo de amostras analíticas, esterilização de materiais, secagem de vidrarias etc. Um dos mais interessantes aspectos relacionados com o FMO é o aquecimento seletivo, em que o aquecimento dependerá do material presente no seu interior. Os princípios envolvidos no aquecimento por micro-ondas envolvem conceitos químicos, como: temperatura, capacidade calorífica, ligação química, estrutura molecular, momento de dipolo, polarização, constante dielétrica, etc (BARBOZA et al., 2001).

A radiação micro-ondas (MO) é constituída de ondas carregadas de energia eletromagnética, cobrem a frequência que varia de 300 a 300.00 MHz, e comprimento de

onda de 1 cm a 1m. Segundo a Comissão Federal de Comunicações e das Leis Internacionais de Rádio em seu regulamento, para utilização doméstica, industrial e científica são permitidas apenas quatro frequências: 915, 2450, 5800 e 22125 MHz.

A potência aplicada em MO produzido para uso doméstico ou laboratorial é de 2450 MHz (KRUG , 2000). O FMO doméstico ou analítico gera uma potência que cobre a faixa de 600 a 700 W, porém existem aparelhos contemporâneos trabalhando com potência de 1.100 W, ou seja, fornece até $15.774 \text{ cal min}^{-1}$ ($1 \text{ kW} = 239 \text{ cal s}^{-1}$).

Os FMO essencialmente são constituídos de: Magnetron – responsável por gerar as micro-ondas. Guia de ondas – possui paredes refletoras que direcionam as micro-ondas geradas no magnetron para a parte interna do forno. Cavidade – parte interna do forno, na qual as amostras são irradiadas; para um bom aproveitamento de energia M.O., nesse espaço há paredes metálicas refletoras, que devem ser seladas garantindo proteção ao operador no caso de possíveis vazamentos (BARBOZA et al., 2001).

Kingston e Jassie (1988) observaram para o aquecimento do material no interior do forno, as ondas produzidas pelas antenas do magnetron são transportadas até ao material a ser aquecido pelo de guia de ondas. Os FMO também possuem um guia de onda secundário que exerce o papel de captar a energia que não foi absorvida e dissipa-la.

Temperatura, capacidade calorífica, ligação química, estrutura molecular e constante dielétrica são as propriedades físico-químicas necessárias para o aquecimento de um material. O aquecimento ocorre por causa da influencia mutua do dipolo elétrico da molécula com a onda eletromagnética (KINGSTON; JASSIE, 1988). Dessa forma, o mecanismo de rotação dos dipolos, ou seja, o efeito que o campo elétrico oscilante das MO causa às moléculas da amostra, que possuem momento dipolar induzido ou permanente, juntamente com o movimento eletroforético dos íons de um lugar para outro no interior da amostra causado pelas interações entre as espécies iônicas e o campo magnético oscilante das micro-ondas migração iônica, geram em pouco tempo e espaço uma considerável elevação da temperatura. Podendo assim, ocorrer a absorção da radiação das micro-ondas por íons dissolvidos e pelos solventes, por exemplo a água.

A eficiência no processo de secagem é uma função da velocidade de transferência de energia para o interior do alimento, o sucesso deste processo dependente da relação entre as características dielétricas do alimento e a potência das micro-ondas (SCAMAN; DURANCE, 2005).

3.7 Vantagens da secagem em forno de micro-ondas

No Brasil o processo de secagem em FMO é uma tecnologia inovadora, que se tornará efetiva e ininterrupta trazendo vantagens competitivas perante a concorrência de uma empresa. Além disso, o processo de secagem por micro-ondas é considerado "amigo do ambiente", trata-se de uma tecnologia limpa e está inserida entre todas as tecnologias que são utilizadas na produção de bens e serviços e que não afetam o meio ambiente (CAVALCANTE; NAVEIRO, 2014).

Ordóñez (2005) destaca dois benefícios para utilização de MO. Primeiramente, neste processo é utilizada uma temperatura relativamente baixa favorecendo a manutenção das propriedades e a boa qualidade do produto e em segundo lugar, a evaporação se restringe as partes mais úmidas do alimento não afetando regiões de baixa umidade. Além disso, se observa também vantagens no aspecto de custo/benefício devido ao menor tempo gasto na produção, maior facilidade no controle de qualidade e diminuição do espaço para realização do procedimento e para a estocagem do produto (SENISE, 1985).

O processo de contaminação microbiana também é uma das vantagens associadas ao uso do MO como relatado por Aymerich et al., (2008) e Azis et al., (2002). Ambos reportaram que as micro-ondas reduzem significativamente a comunidade microbiana o que contribui para o aumento da vida útil do produto, dessa forma valorizando a técnica de produção.

É importante salientar que as micro-ondas não alteram a estrutura química molecular dos alimentos, assim mantém a integridade do produto e não causa preocupação, pois caso contrário os alimentos seriam molecularmente modificados o que levaria a uma ampla discussão no campo da saúde. No entanto, as micro-ondas são absorvidas e transformadas em calor produzindo energia térmica pela fricção com moléculas de água, daí a importância do teor de umidade do produto diretamente associado ao aquecimento dielétrico neste artifício (ZAMANIAN; HARDIMAN, 2005; FELLOWS, 2006). Em alguns tipos de alimentos o processo de secagem utilizando o FMO promove um alimento mais saboroso e com maior valor nutricional quando comparado a técnicas convencionais (VANDIVAMBAL; JAYAS, 2007).

Outra forma de realizar a secagem por radiação é utilizando estufa com circulação fechada de ar. Porém diversos trabalhos (CLICK; BAKER, 1980; VERMA; NOOMHORM, 1983; SMITH, 1983, AOAC, 1995) já comparam ambos os métodos e chegaram a conclusão

que o uso do FMO é mais efetivo para este objetivo. Além disso, a utilização do MO não apresenta dificuldade para a calibração do forno, como é o caso demais métodos.

Dessa forma, o emprego das micro-ondas tem sido cada vez mais utilizado, justamente, por apresentar uma suma de vantagens aqui já citadas. No entanto, é preciso observar com bastante cuidado os parâmetros utilizados na aplicação desta metodologia, Wang e Xi (2005) ressaltam que o mau emprego pode levar a uma produção com baixa qualidade.

3.8 Estado da arte

Pereira (2007) demonstrou que o processo de transformação da banana, pode ser acelerado pela adoção de novas tecnologias de processamento de produtos. A aplicação de MO na secagem de produtos agrícolas acelera a cinética de secagem e o produto seco pode atingir qualidade comparável ou até superior àquela obtida pelos métodos convencionais quando a técnica é bem controlada. A desidratação osmótica apresentou pouca influência na cinética de secagem, embora tenha apresentado redução dos tempos de secagem, pela diminuição da umidade inicial, mas apresentou vantagens em relação à qualidade do produto em termos de aparência visual e encolhimento. Por meio de uma combinação do processo de secagem por convecção a ar quente com energia de MO, avaliou-se a cinética de secagem e a qualidade do produto em termos de cor, volume aparente, encolhimento, capacidade de reidratação e porosidade da amostra seca. Dessa maneira, este estudo pode ser útil para a exploração do desenvolvimento de processos de secagem acelerada que conjuguem o fornecimento de energia de acordo com a demanda do produto, buscando uma preservação das suas qualidades estruturais.

Rosa (2010) analisou a secagem de cenoura em FMO. Para este processo a cenoura foi branqueada por imersão em água a 70°C por 3 min, seguido de resfriamento e retirada de excesso da água. Para os ensaios foi utilizado 40g das amostras com quatro cortes diferentes em potências de 40W, 60W e 80W. A secagem foi realizada em FMO com e sem vácuo, a fim de comparação dos métodos na qualidade do produto. Foi possível chegar as seguintes conclusões: a forma de corte influencia na velocidade de secagem da cenoura. Quando foi analisada a comparação entre os métodos de secagem (micro-ondas e micro-ondas a vácuo), observou-se que a amostra teve um menor grau de encolhimento em micro-ondas a vácuo apresentando-se mais poroso, porém não aumenta a velocidade do processo nem melhora a

qualidade do produto. Além disso, reportou-se que o aumento da potência do MO promove a degradação do beta caroteno. Esses achados contribuem para o melhor entendimento do processamento deste produto.

Silva et al. (2011) objetivando analisar a influencia dos métodos de secagem em possíveis alterações na quantidade de macronutrientes em teores foliares, utilizaram folhas das culturas de capim braquiária, cana-de-açúcar e goiabeira em dois métodos: o convencional a partir da estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 65 a 70°C, no período de 3 dias com medições a cada 24 h, e o FMO onde as amostras foram submetidas a 3 ciclos de 5 minutos, 1 ciclo de 3 minutos, 1 ciclo de 2 minutos e 1 ciclo de 1 minuto até atingir peso constante, com medições ao fim de cada ciclo. Nenhuma alteração foi observada nas três culturas testadas quando analisados os teores foliares para de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. Mas, os teores de enxofre foram significativamente alterados nas três espécies vegetais em ambos os métodos, e o teor de cálcio alterou-se apenas na secagem da goiabeira em FMO.

Oliveira (2009) estudou o aproveitamento de resíduos do maracujá-amarelo visando à possibilidade de agregar valor ao subproduto. Foi produzida uma farinha apenas com o mesocarpo do fruto. O método de secagem utilizado foi secador de bandejas de tela com circulação forçada de ar. Após o descongelamento e processamento do albedo, foi retirado o excesso de água pela prensagem e iniciado a secagem por um período de 9 h a 50 °C. Um bom rendimento foi observado quando se utilizou frutos com maior tamanho e com menor grau de amadurecimento.

Ishimoto et al. (2007) utilizando este mesmo método de secagem demonstrou o aproveitamento da produção de biscoitos a partir da casca do maracujá amarelo, bem como, sua aceitabilidade entre consumidores. Neste trabalho, foram ponderados o teor de farinha de resíduo, o teor de gordura e os biscoitos produzidos, e a realização de testes sensoriais. Para isto, realizou-se a retirada de substancias indesejáveis da casca, por meio de lavagem e, em seguida, o material foi macerado por 12 h com substituição de água a cada 3 h em ambiente refrigerado. Após a maceração, as cascas foram levadas para secagem em estufa de secagem com circulação de ar a 70°C durante 12 h. Em seguida, as amostras foram trituradas e processadas, assim obtendo uma farinha mais fina. Os resultados obtidos revelaram que não houve diferença significativa entre as amostras. Dessa forma, adotou-se amostra que apresentou menor quantidade de gordura e maior quantidade de farinha de casca de maracujá. A análise do teste sensorial não revelou diferenças significativas entre as amostra de biscoitos

maceradas e não maceradas. Um dado interessante foi a constatação que biscoito com farinha de casca apresentou 7,5 vezes mais fibras do que um biscoito similar sem farinha de casca de maracujá.

Bertin et al (2010) utilizando amido de milho e farinha da casca de maracujá produziram sequilho rico em fibras, com ausência de sacarose e glúten para um público de pessoas que apresenta doença celíaca e diabetes. Primeiramente, foram retirados compostos de sabor amargo da matéria-prima por meio de lavagem com água durante 24 horas. As cascas dos frutos de maracujá foram secadas, a uma temperatura de 60°C, em desidratador. Em seguida, as cascas desidratadas, matéria-prima para elaboração dos sequilhos, foram trituradas em liquidificador até a obtenção de uma farinha fina. Além disso, as amostras foram analisadas físico-quimicamente para determinação dos valores de pH, atividade de água, teor de umidade, sólidos solúveis totais e textura do sequilho selecionado, como também a análise da composição nutricional. Os resultados da composição nutricional mostram que o sequilho possui elevado teor em fibra alimentar (15,69g/100g) e gorduras totais (26,77g/100g). Quanto ao teor em carboidratos, proteínas e sódio foram obtidos 44,95g/100g, 3,39g/100g e 104,53mg/100g, respectivamente. A análise físico-química indicou teor de umidade (6,6%), pH (5,56), atividade de água (0,58) e textura (17,5Lb) próprios para este tipo de produto. O teste de intensidade dos atributos mostrou que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), sendo escolhido para o teste de aceitação o tratamento que apresentou teor intermediário de farinha de casca de maracujá. Quanto ao teste de aceitação, o valor médio atribuído ao sequilho pelos consumidores foi de 6,3 com índice de aceitação 70,1%, no entanto, o sabor amargo foi apontado como fator negativo do produto. Conclui-se que o sequilho obtido nessa pesquisa contém fonte de fibra alimentar adequada do ponto de vista nutricional e funcional e que contribuem para auxiliar na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. O sequilho teve aceitação sensorial satisfatória devido ao sabor levemente amargo, sendo necessário melhorar as técnicas de remoção do mesmo na farinha de maracujá.

4 METODOLOGIA

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CES/UABQ).

4.1 Material

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) foi escolhido como matéria-prima de secagem para obtenção da farinha por apresentar interesse industrial, ser de baixo custo e ter boa disponibilidade.

Os frutos utilizados nos experimentos foram adquiridos na feiral livre da cidade de Cuité, PB, com o cuidado de adquirir o material sempre do mesmo estabelecimento e, consequentemente do mesmo fornecedor ou horta, tentando reduzir assim sua variabilidade.

Os frutos adquiridos apresentavam mesma coloração e aparente estágio de maturação. A uniformidade de cor e firmeza foram verificadas sensorialmente.

4.2 Equipamento

Foi utilizado um forno micro-ondas doméstico da marca Eletrolux, modelo MEF 28, 220 V, capacidade de 18 litros, potência de 700 W e frequência das micro-ondas de 2450 MHz.

Para a execução de todos os experimentos, foram utilizados béqueres de polipropileno, pois não absorvem significativamente energia de micro-ondas.

Com a finalidade de padronizar os dados antes da utilização do FMO para obtenção da farinha foi realizado o mapeamento térmico da cavidade do forno, calibração da potência real de trabalho e testes de reprodutibilidade dos resultados.

4.3 Caracterização física do fruto in natura

Os frutos selecionados para compor a amostragem, tiveram sua massa total, massa da polpa juntamente com as sementes e massa da casca (epicarpo e mesocarpo) determinadas em balança digital semi-analítica, Scientech SA 210 e, os resultados expressos em gramas, com intuito de calcular a porcentagem correspondente a cada parte em relação ao peso total do fruto.

Mediu-se o eixo maior desde a distância da inserção do pedúnculo até a cicatriz do estigma, eixo menor (região equatorial) e espessura da casca, determinadas em três diferentes pontos, com auxílio do paquímetro digital (Figura 2). A circunferência foi obtida medindo-se

a região mediana do fruto, com auxílio de fita métrica. Os resultados foram expressos em centímetros.

O Índice de Conformidade (forma do fruto) foi calculado por meio da relação entre as dimensões do eixo maior e eixo menor (OLIVEIRA JÚNIOR, 2008).

Figura 2. Biometria dos frutos com paquímetro digital. A) Medida do eixo menor. B) Medida do eixo maior.



Fonte: Autoria própria

4.4 Caracterização química da casca dos frutos

4.4.1 Determinação do teor de água

O teor de água foi determinado seguindo-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Este método está baseado na determinação de perda de peso do produto submetido ao aquecimento.

Para realização desta análise foram utilizados 6 g de casca de maracujá *in natura*, processado em liquidificador doméstico. Inicialmente as vidrarias foram deixadas em estufa com o objetivo de não adsorverem umidade ao serem pesadas. Registrada a massa de cada vidraria, as amostras de casca foram pesadas, em quadruplicata, levadas a estufa a 105 °C durante 24 h, até peso constante. Em seguida foi registrada a massa de cada amostra após secagem e resfriamento em dessecador. Os resultados foram expressos em percentagem.

O teor de água foi calculado pela equação 1:

$$\% \text{ teor de água} = \left(\frac{\text{g de amostra seca}}{\text{g de amostra úmida}} \right) \times 100 \quad (1)$$

4.4.2 Determinação de Resíduo Mineral

O método está baseado na determinação da perda de peso do material submetido à queima em temperatura de 550 °C, em forno mufla. O percentual de resíduo mineral na amostra foi determinado utilizando-se metodologia adotada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

A perda de peso fornece o teor de matéria orgânica do alimento. A diferença entre o peso original da amostra e o peso de matéria orgânica fornece a quantidade de cinza presente no produto.

4.4.3 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada conforme metodologia adotada pela IAL (2008). Para essa determinação foram utilizados 5 g de amostra (em duplicata). O pH foi determinado através de medidas potenciométricas do líquido sobrenadante em pHmetro da Marca Metrohm 744 pH METER (Figura 3). O pH baseia-se na determinação da concentração de íons de hidrogênio presentes na solução.

Figura 3. Determinação do pH da casca do maracujá amarelo



Fonte: Autoria própria

4.4.4 Determinação da Acidez Titulável

Para a determinação da acidez por titulação, foi realizado o seguinte procedimento: pesou-se 5 g de amostra em um Erlenmeyer de 125 mL e adicionou-se 100 mL de água destilada e acrescentou-se gotas de fenolftaleína, sob agitação titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M até coloração levemente rósea (Figura 4), conforme a metodologia

descrita nas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pelo valor gasto em mL na titulação foi realizado o cálculo (Equação 2) para determinação da acidez titulável.

$$\frac{V_x f \times 100}{P_{xc}} = \text{acidez em solução molar por cento, v/m} \quad (2)$$

Onde:

V: número de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação;

f: fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 M;

P: valor em gramas da amostra usado na titulação;

c: valor de correção igual a 10 para solução NaOH 0,1 M.

Figura 4. Coloração obtida após determinação da acidez titulável da casca do maracujá-amarelo



Fonte: A autoria própria

4.4.5 Determinação de Proteína Bruta

A determinação do percentual de proteína bruta foi realizada através do método semi-micro Kjeldahl, conforme metodologia adotada por Tedesco et al. (1995). O método Kjeldahl determina a matéria nitrogenada total de uma amostra. A base do processo é o deslocamento do nitrogênio presente na amostra, transformando-se em sal amoniacal. Em seguida, do sal obtido, desloca-se o amônio recebendo-o sobre a solução ácida de volume e título conhecidos.

Por titulação de retorno, determina-se a quantidade de nitrogênio que lhe deu origem. O teor de Proteína bruta foi determinado utilizando o fator de multiplicação de 6,25.

4.5 Mapeamento térmico do forno de micro-ondas

Visando determinar o ponto de maior incidência da irradiação na cavidade do FMO e, utilizar esse dado posteriormente na obtenção da farinha da casca de maracujá, foi realizado o mapeamento da distribuição da radiação por dois diferentes procedimentos: secagem de solução aquosa de CoCl_2 e variação da temperatura da água.

4.5.1 Mapeamento por meio da secagem de solução aquosa de CoCl_2

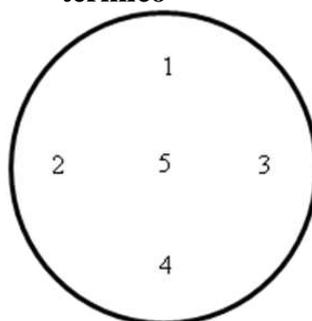
Utilizou-se uma solução de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 4% (m/v) e papel toalha absorvente. O papel foi fixado no prato e embebido com a solução de CoCl_2 , em seguida, irradiou-se à potência máxima do forno por 60 s. Os experimentos foram realizados com o prato girando e com o prato fixo na cavidade do forno (ROSINI et al., 2004).

4.5.2 Mapeamento através da verificação da temperatura da água

Para a execução destes experimentos foram utilizados béqueres de polipropileno de 250 mL e termômetro digital tipo espeto, modelo SH -113, escala de temperatura de -50 a $+300$ °C, exatidão da leitura de ± 2 °C.

Foram marcados cinco pontos simétricos no prato do FMO, conforme Figura 4. Colocou-se 50 mL de água nos béqueres e mediu-se a temperatura antes e após a irradiação. Os béqueres foram irradiados simultaneamente por 120 s à potência máxima, com o prato girando e depois fixo. Procedimento similar foi adotado para o estudo das posições separadamente, no qual se aqueceu apenas um béquer por vez (ROSINI et al., 2004).

Figura 5. Disposição dos béqueres no prato giratório do FMO para mapeamento térmico



4.6 Calibração da potência real de trabalho do forno de micro-ondas

Em um béquer foi colocado 1 L de água, com temperatura inicial de 23 ± 2 °C, posicionado no local de maior incidência de radiação da cavidade do forno. O aquecimento foi realizado por 120 s, nas potências programadas de 100, 80, 60, 40, 20%, consecutivamente. Após o aquecimento registrou-se a temperatura final. Foram realizadas três medidas para cada potência (SILVA; SOUZA, 2000).

O cálculo da potência real de trabalho do FMO foi realizado conforme Equação 3.

$$P = \frac{K C_p m (\Delta T)}{t} \quad (3)$$

Onde:

P: Potência real de trabalho, (W- J.s⁻¹);

K: fator de conversão:

cal/s → W (4,184 W. s. cal⁻¹);

C_p: capacidade calorífica da água, (cal. g⁻¹ °C⁻¹);

m: massa da amostra de água, (g);

ΔT: variação de temperatura observada, (°C);

t: tempo de irradiação, (s).

As condições experimentais utilizadas foram: capacidade calorífica da água a 25 °C = 0,9997 cal g⁻¹ °C⁻¹, massa de amostra de água = 1000 g, tempo de irradiação = 120s.

4.7 Verificação da reprodutibilidade dos resultados obtidos utilizando o forno de micro-ondas

A reprodutibilidade de aquecimento do FMO foi verificada realizando ensaios (em triplicata) de aquecimento de 100 mL de água em um béquer de 250 mL, posicionado no local de maior incidência das MO (programado na potência máxima de 100%). O aquecimento foi realizado de 0 a 120 s, medindo-se a temperatura em intervalos regulares de tempo de 10 s. A determinação da temperatura foi realizada após breve agitação. A partir destes dados foi construído um gráfico de temperatura em função do tempo (BARBOZA et al., 2001).

4.8 Obtenção da farinha a partir da secagem da casca de maracujá em forno de micro-ondas

Determinado o local de maior incidência das micro-ondas dentro da cavidade do forno, calculado a potência real de trabalho e verificado a reprodutibilidade dos resultados apresentado pelo FMO utilizado neste estudo, iniciou-se a obtenção da farinha a partir da secagem da casca de maracujá.

Os frutos selecionados foram lavados para a retirada de sujidades e deixados em repouso em água com hipoclorito de sódio por 15 min, em seguida lavados em água corrente. Posteriormente os frutos foram cortados ao meio (no sentido equatorial) para remoção da polpa e, em seguida a casca (mesocarpo e o epicarpo) foi cortada em cubos de tamanhos aproximados e, por fim, processado em liquidificador doméstico, marca Wallita. A amostra foi armazenada em depósito plástico e resfriada até a realização dos experimentos.

Inicialmente foram realizados testes preliminares com intuito de fixar parâmetros operacionais do FMO (potência e tempo de aquecimento) e, também determinar a massa inicial de amostra a ser utilizada na preparação da farinha. Durante os testes foi verificada a temperatura de cada amostra em cada ciclo durante o aquecimento, com o uso de termômetro infravermelho, marca Incoterm, modelo ST-600.2, com variação de temperatura de -60 a $+500$ °C e exatidão da leitura de ± 2 °C.

Com base nos resultados dos testes preliminares foi estabelecida uma rampa de aquecimento e a potência do FMO a ser utilizada. Em cada intervalo de ciclo regular a amostra seca em FMO foi despreendida do recipiente com uma espátula, a fim de evitar a fixação na sua superfície e também com intuito de se evitar possibilidade de combustão e garantir a homogeneidade do aquecimento no material. O procedimento foi realizado em duplicata. Ao fim do aquecimento esfriou-se a amostra em dessecador e pesou-se o conteúdo seco descontando-se o peso do recipiente

Em todos os experimentos foram utilizados uma massa fixa de amostra e, béquer com 150 mL de água dentro do FMO, com a finalidade de umedecer o ambiente e evitar a combustão das amostras e danos no aparelho (UNDERSANDER et al., 1993). A água do béquer foi trocada a cada nova sequência para evitar que entrasse em ebulição e derramasse água nas amostras, alterando sua umidade e aumentando o tempo de secagem.

Após secagem as amostras foram trituradas em moinho de marca Berman, modelo BM 03 (moedor de café) e acondicionadas em sacos plásticos para estudos posteriores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização física do fruto in natura

A Tabela 1 apresenta os valores das massas do fruto de maracujá amarelo. Avaliou-se separadamente a massa da polpa (com sementes) e casca, com o intuito de calcular a porcentagem correspondente a cada parte em relação ao peso total do fruto.

Tabela 1. Valores das massas dos frutos de maracujá amarelo

Massa (g)	Valor mínimo	Valor máximo	Média*	Rendimento (%)
Polpa + sementes	80,00	135,00	117,00 ± 24,13	48,15
Casca	115,00	145,00	126,00 ± 13,42	51,85
Total	195,00	270,00	243,00 ± 28,19	100

* Média seguida do desvio padrão

Segundo os dados, o valor médio encontrado para a massa total do fruto foi de aproximadamente 243,00 g, variando de um valor mínimo de 195,00 g, a um máximo de 270,00 g. A massa média da polpa juntamente com as sementes apresentou um valor médio de 117,00 g. A casca apresentou massa variando de 115,00 a 145,00 g com média de 126,00 g. A massa total do fruto constituiu-se de aproximadamente 48,15 % de polpa e sementes e, 51,85 % de casca. Estes valores mostram que há uma alta porcentagem de casca nos frutos de maracujá amarelo analisados.

Oliveira et al. (2002) determinaram as características físicas do maracujá amarelo com a finalidade de aproveitamento alternativo da casca para produção de doce em calda e, encontram valores médios para os frutos inteiros de 173,1 g com rendimento de casca de cerca de 53 %.

Machado et al. (2003) quando realizaram a caracterização física e físico-química de frutos de maracujá amarelo provenientes da região de Jaguaquara-Bahia encontraram peso médio dos frutos foi igual a 150,24 g, com composição média de 56 % de casca (película coriácea e albedo) e 43 % de suco e sementes.

A Tabela 2 apresenta os resultados da biometria dos frutos de maracujá amarelo adquiridos da feira livre do município de Cuité, PB.

Tabela 2. Biometria dos frutos de maracujá amarelo

Características físicas	Valor	Valor	Média*
	Mínimo	Máximo	
Eixo maior (cm)	9,26	10,22	9,80 ± 0,40
Eixo menor (cm)	7,37	8,14	7,83 ± 0,29
Índice de conformidade	1,13	1,39	1,25 ± 0,09
Circunferência (cm)	25,00	26,50	25,80 ± 0,67
Espessura da casca (cm)	0,66	1,03	0,76 ± 1,56

* Média seguida do desvio padrão

Como pode ser observado, o valor médio do eixo maior e o do eixo menor dos frutos foram de 9,80 cm e 7,83 cm, respectivamente. Oliveira Júnior (2008) avaliou as características físicas dos frutos de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* Mast.) provenientes de Vitória da Conquista, BA e encontrou valores de diâmetro longitudinal e o diâmetro transversal dos frutos de 6,25 cm e 6,06 cm, respectivamente, mostrando que apesar de se tratar de uma espécie silvestre, apresentam valores para estas características relativamente próximos dos encontrados no maracujá amarelo, que é de 7,21 a 8,66 cm de diâmetro longitudinal e de 6,24 a 7,20 cm de diâmetro transversal.

O Índice de conformidade médio dos frutos de maracujá estudados foi de 1,25, indicando que os frutos apresentam tendência de formato oblongo (ovoide), diferentemente de Oliveira Júnior (2008) que encontrou um valor de 1,03 e, ressaltou que este valor próximo à unidade indica que os frutos apresentam formato dentro do padrão aceito pelas indústrias de processamento, que são frutos mais esféricos.

A circunferência encontrada para os frutos variou de 25,00 a 26,00 cm, com valor médio de 25,80 cm. E o valor médio da espessura da casca encontrado foi de 0,76 cm, variando de 0,66 e 1,03 cm. Matsuura (2005) relata valores de espessura da casca do maracujá amarelo variando de 0,5 a 4,0 cm. Fortaleza (2002) encontrou valores de espessura de casca de maracujá roxo que variaram entre 5,1 e 5,4 mm, demonstrando que os valores de espessura da casca dos frutos evidenciam a capacidade que essas variedades têm em imprimir maior cavidade ovariana e, conseqüentemente, maior quantidade de polpa, proporcionalmente ao maracujá amarelo.

5.2 Caracterização química da casca dos frutos

A Tabela 3 apresenta os valores da caracterização química da casca do maracujá amarelo.

Tabela 3. Caracterização química da casca do maracujá amarelo

	Valor	Valor	Média*
	Mínimo	Máximo	
Teor de água (%)	85,12	89,30	87,21 ± 2,96
Resíduo Mineral (%)	0,54	0,63	0,58 ± 0,06
pH	4,44	4,46	4,45 ± 0,01
Acidez titulável (%)	5,8	5,8	5,8 ± 0,00
Proteína Bruta (%)	9,1	10,4	9,75 ± 0,90

* Média seguida do desvio padrão

A casca do maracujá amarelo *in natura* estudada apresentou um valor médio de teor de água 87,21%, variando de 85,12 a 89,30%. No estudo da composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá, Souza, Ferreira e Vieira (2008), apresentaram dados referentes à umidade da casca do fruto *in natura* apresentados na literatura, sendo estes valores de 87,64 e 88,37g/100g. Os mesmos autores encontraram na literatura valores de cinzas de 0,57 e 0,94 g/100g, dessa forma observa-se que o valor médio encontrados neste trabalho (0,58%) está compreendido entre esses valores.

Oliveira et al. (2002) encontraram valores o teor de água e resíduo mineral de 89,08 % e 0,92%, respectivamente, quando avaliaram o maracujá amarelo adquirido no comercio local de Seropédica, RJ.

O valor médio de pH encontrado foi de 4,45, valor próximo ao encontrado por Matsuura et al. (2005) em albedo de maracujá amarelo *in natura* (4,60). E com relação ao teor de proteína bruta pode-se observar que a casca do maracujá apresentou elevador teor com média de 9,75%, indicando ser este resíduo uma fonte de proteína e, que quase sempre é descartada ou parcialmente aproveitada. Souza et al. (2008) apresentaram valor médio de proteína bruta inferior ao encontrado neste estudo (5,5%).

5.3 Mapeamento térmico do forno de micro-ondas

5.3.1 Mapeamento por meio da secagem de solução aquosa de $CoCl_2$

Os resultados obtidos no mapeamento por meio da secagem da solução aquosa de CoCl_2 podem ser observados na Figura 6 (A, B e C). O CoCl_2 quando hidratado possui coloração rosa (Figura 6A) e quando desidratado torna-se azul. Essa propriedade dos sais de Co(II) é bem conhecida e justifica a escolha desse cátion para o experimento proposto. A variação de coloração possibilita um rápido mapeamento qualitativo do processo de secagem assistido por radiação MO e deduz a distribuição de radiação MO na cavidade. Os pontos nos quais a incidência de radiação foi maior pode-se observar uma coloração azul mais intensa. Diferenças não foram observadas quando o experimento foi realizado com o prato girando (Figura 6B) e com o prato fixo (Figura 6C).

Figura 6. Mapeamento por secagem da solução aquosa de CoCl_2 . A) antes da irradiação das micro-ondas. B) após irradiação com prato giratório. C) após irradiação com prato fixo.



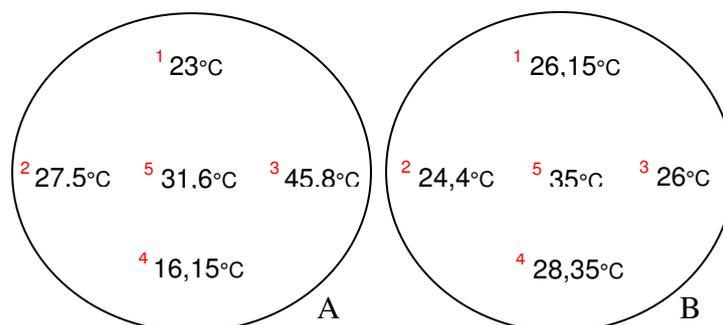
Fonte: Autoria própria

No mapeamento utilizando a solução aquosa de CoCl_2 , toda a superfície sobre o prato giratório foi avaliada, no entanto não existia dentro do FMO nenhum material que pudesse interferir a propagação das micro-ondas e reproduzir de forma mais fiel as condições experimentais utilizadas durante a secagem. De acordo com esse procedimento, a incidência de micro-ondas é maior na região central da cavidade.

5.3.2 Mapeamento através da verificação da temperatura da água

Os resultados obtidos no mapeamento térmico por meio da variação da temperatura da água, com aquecimento simultâneo dos cinco béqueres, com prato fixo e com prato girando, estão apresentados na Figura 7 (A e B, respectivamente).

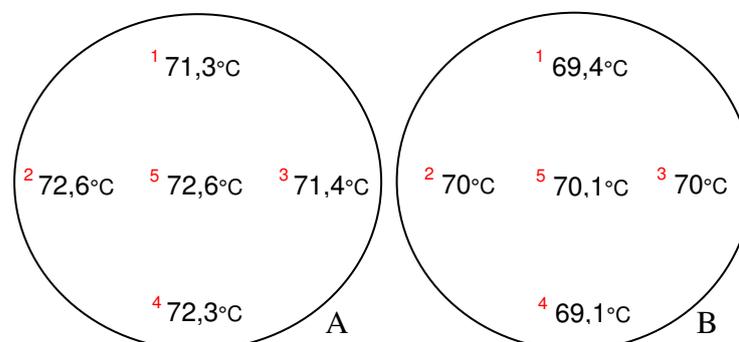
Figura 7. Mapeamento térmico por meio da variação de temperatura da água, aquecimento simultâneo dos béqueres. A) com prato fixo. B) com prato giratório.



Pode-se observar que após aquecimento simultâneo dos béqueres com prato fixo a posição central (5) e lateral direita (3) apresentaram maior variação da temperatura da água (Figura 7A). Quando se observou a variação de temperatura, após o aquecimento em prato giratório, a posição central (5), e inferior (4) apresentaram os maiores valores (Figura 7B). Os resultados indicam que o ponto de máxima incidência de radiação no FMO é o central. Isso pode ser devido às reflexões das micro-ondas, que podem ocorrer nas paredes do forno. Rosini et al.(2004) trabalhando com experimentos didáticos envolvendo radiação micro-ondas também verificaram que o ponto de maior incidência das micro-ondas foi o central, corroborando com o mapeamento por secagem de solução de CoCl_2 .

Na Figura 8 estão representados os resultados obtidos no mapeamento térmico por meio da variação da temperatura da água, com aquecimento individual dos cinco béqueres, com prato fixo (Figura 8A) e com prato girando (Figura 8B).

Figura 8. Mapeamento térmico por meio da variação de temperatura da água, aquecimento individual dos béqueres. A) com prato fixo. B) com prato giratório.



Este tipo de mapeamento apresentou o mesmo comportamento observado para o mapeamento com aquecimento simultâneo dos béqueres, a variação de temperatura foi maior na posição 5 (central), indicando ser este ponto o de máxima incidência de radiação micro-

ondas. Também observou-se que a temperatura média entre os cinco pontos com o prato fixo foi um pouco maior que a média verificada para os cinco pontos quando aquecidos com prato girando e, que a variação de temperatura com prato fixo e girando foi menor que 1°C , sendo a temperatura média de $72,04 \pm 0,64^{\circ}\text{C}$ para o prato fixo e $69,82 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$ para prato girando.

Também foi verificado que quando os béqueres foram irradiados simultaneamente, houve uma menor variação de temperatura em todos os pontos, pois ocorreu uma distribuição da energia irradiada entre os béqueres, no entanto o ponto de maior incidência foi o mesmo. Rosini et al. (2004) obtiveram resultado semelhante quando mapearam a cavidade do FMO por meio da variação da temperatura da água, com aquecimento simultâneo e individual dos béqueres.

5.4 Calibração da potência real de trabalho do forno de micro-ondas

Durante a calibração do FMO é necessário que a quantidade de água a ser aquecida seja suficiente para que praticamente toda a radiação de micro-ondas gerada no interior da cavidade seja absorvida. Dessa forma, nestes experimentos foram utilizados 1 Kg de água.

Os resultados obtidos da variação de temperatura em relação à potência utilizada no aquecimento da água e da potência real calculada segundo a Eq. (3) estão apresentados na Tabela 4.

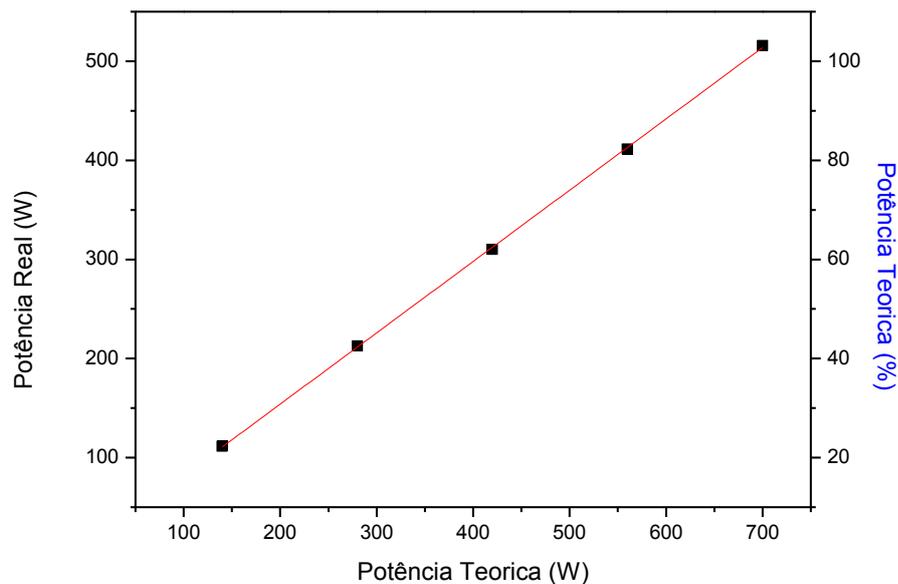
Tabela 4. Valores da potência teórica e potência real de trabalho do FMO

Potência_{teórica} (%)	Potência_{teórica} (W)	$\Delta T_{\text{média}}$ ($^{\circ}\text{C}$)	Potência_{real} (W)
100	700	14,8	515,9
80	560	11,8	411,3
60	420	8,9	310,2
40	280	6,1	212,6
20	140	3,2	111,5

Observou-se que a potência real calculada para o forno é crescente em função do aumento da temperatura, mas não corresponde ao valor relatado pelo fabricante no manual do aparelho. Souza et al. (2005) e Barboza et al. (2001) em diferentes estudos de calibração de FMO também mostraram resultados semelhantes.

Com os dados da potência teórica (W e %) e da potência real de trabalho (W) construiu-se a curva de calibração do FMO utilizado neste estudo (Figura 9). Com um R^2 de 0,99 é possível utilizar com confiabilidade o modelo linear proposto para prevê outras potências reais não calculadas, sendo: $P_{\text{Real}} = 0,72P_{\text{teórica}} + 10,05$.

Figura 9. Curva de calibração da potência do forno de micro-ondas



5.5 Verificação da reprodutibilidade dos resultados obtidos utilizando o forno de micro-ondas

Os resultados das temperaturas medidas, em cada intervalo de tempo, nos três experimentos, com seus respectivos desvios padrão, estão apresentados na Tabela 5. E a curva de aquecimento média da água, com os desvios padrão versus tempo de aquecimento, está representada graficamente na Figura 10.

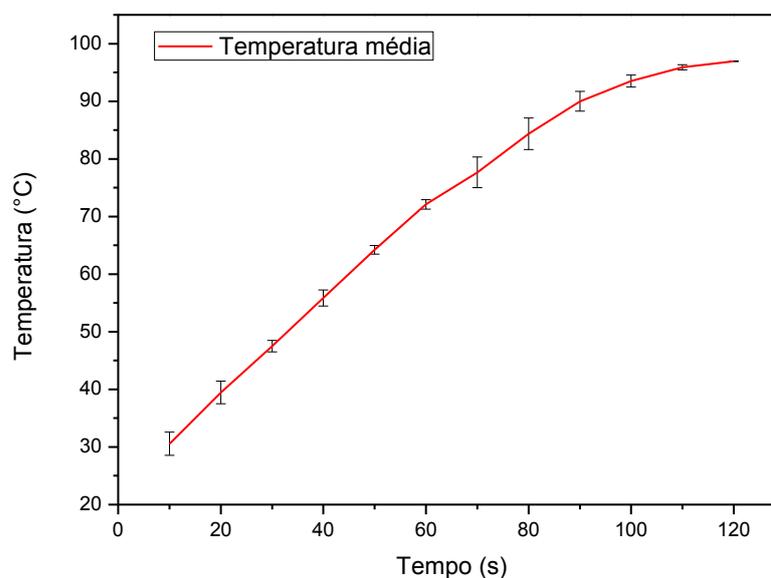
Tabela 5. Valores de temperatura obtidos no teste de reprodutibilidade

Tempo (s)	Temperatura			Desvio Padrão
	Temperatura ₁	Temperatura ₂	Temperatura ₃	
	°C			
10	32,5	30,7	28,5	± 2,00
20	40,8	40,4	37,2	± 1,97
30	48,5	47,5	46,5	± 1,00
40	57,2	56,0	54,4	± 1,40
50	65,1	63,8	63,8	± 0,75
60	73,0	71,4	71,9	± 0,82
70	80,2	74,9	77,9	± 2,66
80	86,8	81,4	84,9	± 2,74
90	91,8	88,4	89,8	± 1,71

100	94,3	92,3	93,9	$\pm 1,06$
110	96,4	95,7	95,6	$\pm 0,43$
120	97,0	96,9	97,0	$\pm 0,06$

Observa-se que os desvios apresentados nas três medições são pequenos, indicando que o forno reproduz bem a taxa de aquecimento. Os resultados de Barboza et al. (2001) corroboram com os resultados encontrados, no entanto, ressaltam que o interrompimento do fornecimento de micro-ondas, em intervalos de 10 s não permite uma boa correlação entre a programação da potência e o aquecimento alcançado.

Figura 10. Representação gráfica da curva de aquecimento média da água no forno de micro-ondas



5.6 Obtenção da farinha a partir da secagem da casca de maracujá em forno de micro-ondas

De acordo com a ANVISA (Resolução n°.12 de 24/07/1978) farinha é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados. O produto é designado “farinha”, seguido do nome do vegetal de origem. Ex: “farinha de mandioca”, “farinha de arroz”, “farinha de banana”. A partir da definição, adotou-se neste trabalho a convenção para denominar o produto obtido do resíduo seco da casca da fruta, seguido da denominação casca juntamente com o tipo de fruto trabalhado: farinha de casca de maracujá.

Foram realizados testes preliminares com intuito de fixar parâmetros operacionais do FMO (potência de trabalho e tempo de aquecimento) e, também determinar a massa inicial de amostra a ser utilizada na preparação da farinha. Os resultados da temperatura da amostra com respectivos valores de teor de água em cada ciclo durante o aquecimento são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Rampa de aquecimento e respectivos valores de temperaturas obtidos durante a secagem da casca de maracujá

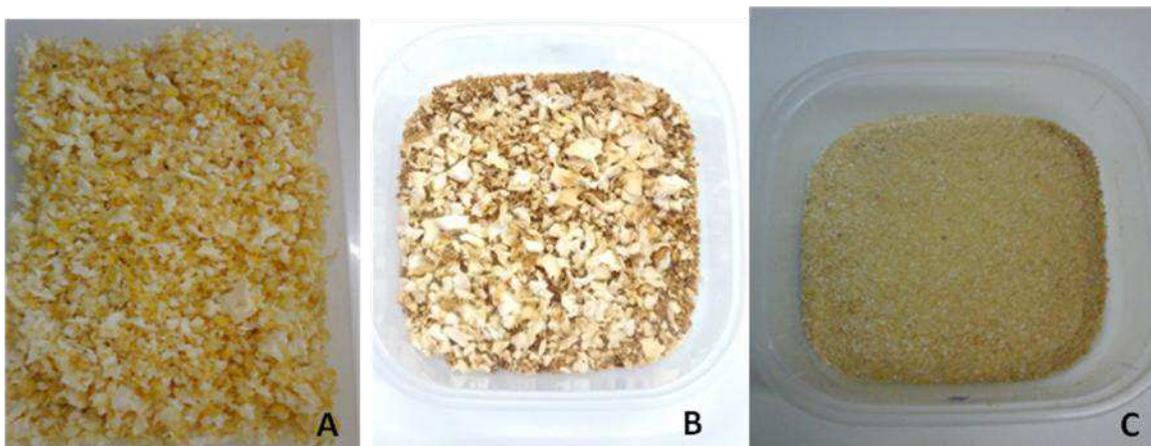
Tempo do ciclo (min)	Tempo de secagem (min)	Temperatura da amostra (°C)	Teor de água (%)
10	10	80,6	76,81
10	20	72,4	54,02
10	30	73,7	38,57
5	35	90,1	34,29
5	40	79,4	32,84

Os critérios utilizados para se estabelecer a rampa de aquecimento adotada neste trabalho foram: teor de água final apresentado pela amostra concomitantemente a aparência final do produto. Com base nos resultados dos testes preliminares foi estabelecido uma rampa de aquecimento determinada por 3 ciclos de 10 min e 2 ciclos de 5 minutos, na potência de 50 % e massa inicial de amostra de 150g. Após esse tempo conseguiu-se redução no teor de água, no entanto este fato foi acompanhado do escurecimento no produto. Este escurecimento se deu, provavelmente, a exposição da amostra de forma prolongada à temperatura de secagem, favorecendo a reação de Maillard, devido aos açúcares e proteínas presentes na casca do maracujá.

Com relação à potência utilizada do FMO, 50% correspondeu a uma potência real de trabalho de 262,5 W. Esta potência adotada no processo de secagem refere-se a maior potência possível que além de reduzir o teor de água proporcionou as menores temperaturas alcançadas pela amostra durante o processo, uma vez que temperaturas relativamente baixas favorecem a manutenção das propriedades e a boa qualidade do produto. Também se optou pela utilização de uma única potência de trabalho uma vez que se pretende tornar este processo de fácil reprodução, de forma que possa realizado em qualquer aparelho de MO, com ajuste da potência quantitativo ou qualitativo.

A Figura 11A apresenta a casca de maracujá *in natura* processada, antes do processo de secagem em FMO, a Figura 11B apresenta a amostra logo após o processo de desidratação sem nenhum tratamento posterior e a Figura 11C apresenta a farinha da casca de maracujá, produto final da secagem por 40 min em FMO e passada em moinho. Pode se perceber que o produto final obtido neste estudo preservou bem as características relacionadas à coloração da amostra *in natura*.

Figura 11. A) Amostra da casca de maracujá *in natura*. B) Amostra da casca de maracujá logo após a secagem. C) Farinha da casca de maracujá



Fonte: Autoria própria

O uso do FMO proporciona algumas vantagens, entre elas a redução no consumo de energia e a significativa redução no tempo de secagem que passou de 12h em estufa de secagem com circulação de ar a 70°C (ISHIMOTO et al., 2007) para 40 min quando se deseja secar cascas de maracujá amarelo em FMO.

A obtenção da farinha da casca de maracujá em FMO mostrou-se um método rápido, seguro, preciso, acessível e barato, o que tem grande importância nos processos de comercialização, armazenamento e processamento. A radiação das micro-ondas praticamente não é afetada pelas condições ambientais, portanto, pó e vapor d'água não afetam as leituras, além de representar economia de tempo, energia e dinheiro, quando se compara com métodos usuais.

6 CONCLUSÕES

O valor médio encontrado para a massa total do fruto do maracujá amarelo foi de aproximadamente 243 g, sendo constituído de aproximadamente 48,15% de polpa e sementes e, 51,85 % de casca, demonstrando a alta porcentagem de casca nos frutos de maracujá analisados.

A casca do maracujá amarelo *in natura* estudada apresentou um valor médio de teor de água 87,21%, resíduo mineral de 0,58%, pH de 4,45 e, um teor de proteína bruta de 9,75%.

Ambos os procedimentos utilizados para o mapeamento térmico do FMO (secagem da solução de CoCl_2 e variação da temperatura da água) apresentaram a região central da cavidade como a de maior incidência das micro-ondas.

A potência real de trabalho do FMO foi inferior ao valor relatado no manual pelo fabricante do aparelho. E o FMO utilizado neste estudo reproduz bem a taxa de aquecimento.

A rampa de aquecimento utilizada para o processo de secagem e obtenção da farinha da casca de maracujá, foi constituída de 3 ciclos de 10 min e 2 ciclos de 5 min, com potência do FMO de 50%.

O produto final obtido neste estudo preservou bem as características relacionadas à coloração da amostra *in natura* e apresentou teor de água final inferior a 35%.

A obtenção da farinha da casca de maracujá em FMO mostrou-se um método rápido, seguro, preciso, acessível e barato, além de representar economia de tempo, energia e dinheiro, quando comparado com métodos usuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC Official Method 977.11: Moisture I Cheese, In: CUNNIF, P. (Ed.) **Official Methods of analysis of APAC International**. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists International, 1995.

AYALA-ZAVALA, J. F.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; VEGA-VEGA, V.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. **Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own by-products: Looking for integral exploitation**. *Journal of Food Science*, United States, v. 75, n.8, p. 175-181, set., 2010.

AYMERICH, T.; PICOUET, P. A.; MONFORT, J. M. **Decontamination technologies for meat products**. *Meat Science*, v. 78, p. 114-129, 2008.

AZIS, N. H.; MAHROUS, S. R.; YOUSSEF, B. M. **Effect of gamma-ray and microwave treatment on the shelf-life of beef products stored at 5°C**. *Food Control*, v. 13, p. 437-444, 2002.

ALVES, F. M. S.; MACHADO, A. V.; QUEIROGA, K. H. **Alimentos produzidos a partir de farinha de caju, obtida por secagem**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 6, n. 3, p. 131-138, 2011.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2013. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4333.html> Acesso em: 23 set de 2015.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2014. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4333.html> Acesso em: 28 set de 2015.

AQUINO, A. C. M. S.; MÓES, R. S.; LEÃO, K. M. M.; FIGUEIREDO, A. V. D.; CASTRO, A. A. **Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola**. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. São Paulo, p. 379-86, 2010.

BARBOZA, A. C. R. N.; CRUZ, C. V. M. S.; GRAZIANI, M. B.; LORENZETTI, M. C. F.; SABADINI, E. **Aquecimento em forno de microondas/desenvolvimento de alguns conceitos fundamentais**. *Quím. Nova*. vol.24, n.6, p. 901-904, 2001.

BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SCOTT, M. D. S. **Maracujá-doce: o autor, a obra e a data de publicação de *Passiflora alata* (PASSIFLORACEAE)**. *Ver. Bras. Frutic.*, v.25, n. 2, 2003.

BERTIN, R. L.; DE MORAES, L. S. U.; MOSER, P. S.; GORZ, F. B.; TAVARES, L. B. B. **Elaboração e análise nutricional e sensorial de sequilho com farinha de casca de maracujá isento de sacarose e glúten**. In: 4th International Congress on Bioprocess in Food Industries, X Southern Regional Meeting on Food Science and Technology, 2010, Curitiba. ICBF 2010 / X ERSCTA. Curitiba: Editora TecArt, 2010.

BORGES, S. V.; BONILHA, C. C.; MANCINI, M. C. **Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie.** Alim. Nutr., Araraquara, v. 17, n. 3: p. 317-321, 2006.

BRASIL. **Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos.** Resolução nº 12, de julho 1978. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/resol/12_78_farinhas.htm > . Acesso em: 07 de junho de 2015

CAVALCANTE, A. A.; NAVEIRO, R. M. **Desafios e inovação na secagem por micro-ondas de madeiras amazônicas.** Revista de Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Campus Ponta Grossa, Paraná. v. 10, p. 347-360, 2014.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M.A.M.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C. Comunicado Técnico 147: **Aproveitamento do Mesocarpo do Maracujá na Fabricação de Produtos Flavorizados.** Belém, 2005.

CERVI, A. C.; AZEVEDO, M. A. M.; BERNACCI, L. C. **Passifloraceae.** In FORZZA, R.F. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. V. 2, p.1432-1436, 2010.

CLICK, L. S.; BAKER, C. J. **Moisture determination of agricultural products using a microwave oven.** ASAE paper n. 80-3050, ASAE, St. Joseph, MI 49085, 1980.

COELHO, M. A. Z.; LEITE, S. G. F.; ROSA, M. F.; FURTADO, A. A. L. **Aproveitamento dos resíduos agroindustriais: Produção de enzimas a partir da casca de coco verde.** Curitiba: Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, p. 33-42, 2001.

CROCHEMORE, M. L.; MOLINARI, H. B.; STENZEL, N. M. C. **Caracterização agromorfológica do maracujazeiro (*Passiflora spp.*).** Revista Brasileira de Fruticultura. Jaboticabal, vol. 25, n.1, p. 5-10, 2003.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, A. C. S.; FERREIRA, J.; ASQUIERI, E. R.; VILAS BOAS, E. V. B.; SILVA, F. A. **Doces de corte formulados com casca manga.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 41, n. 3, p.360-369, 2011.

FAGUNDES, R. L. M.; COSTA, Y. R. **Uso dos Alimentos Funcionais na Alimentação.** Higiene Alimentar. São Paulo, v. 17, n. 108, p. 42-48, 2003.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática.** 2ª ed. Porto Alegre: Editora Artmed, p 602, 2006.

FERRARI, R. A.; COLOSSI, F.; AYUB, R. A. **Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá - Aproveitamento das Sementes.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal – SP, v. 26, n. 1, p.101-102, 2004.

FORTALEZA, J. M. **Influência da adubação potássica e da época de colheita sobre as características físico químicas dos frutos de nove genótipos de maracujazeiro-azedo**

cultivados no Distrito Federal. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária- Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

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

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.** Ciênc Tecnol Aliment., v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GUERTZENSTEIN, S. M. J.; SABAA-SRUR, A. U. O. **Uso da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) cv amarelo como fonte de fibra na alimentação de ratos (*Rattus norvegicus*) normais e diabéticos.** Anais do III Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos. Campinas- São Paulo, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA – IBRAF. Disponível em: http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp. Acesso em: 23 de agosto de 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos.** 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção Agrícola Municipal, 2010. Maracujá. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>. Acesso em 10 de set. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Anuário estatístico do Brasil, 2011. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20%20RJ/AEB/AEB2011.pdf>. Acesso em 4 set. 2015.

ISHIMOTO F. Y.; HARADA A. I.; BRANCO I. G.; CONCEIÇÃO W. A. S.; COUTINHO M. R. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos.** Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 9, n. 2, p.279 – 292, 2007.

KINGSTON, H. M.; JASSIE, L. B. **Introductiron to Microwave Sample Preparation – Theory and Practice.** Washington: ACS Professional Reference Book, p. 263, 1988.

KRUG, F. J. WORKSHOP SOBRE PREPARO DE AMOSTRAS - **Métodos de decomposição de amostras,** São Carlos, SP. Anais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, p.149, 2000.

MACHADO, S. S.; CARDOSO, R. L.; MATSUURA, 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- BA, v. 15, n. 2, p. 229-223, 2003.

MATSUURA, F. C. A. U. **Estudo do albedo do maracujá e de seu aproveitamento em barras de cereais.** Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Departamento de Tecnologia de Alimentos - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 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.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização.** Campinas: IAC, p.64. (Boletim técnico, 181), 1999.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. **Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, Legislação e Benefícios a Saúde.** Revista Eletrônica de Farmácia. vol 3, 109-122, 2006.

MOURA, F. A.; SPIER, F.; ZAVAREZE, E. R.; DIAS, A. R. G.; ELIAS, M. C. **Biscoitos tipo “cookie” elaborados com diferentes frações de semente de abóbora (*Curcubita maxima*),** Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 21, n. 4, p. 579-585, 2010.

NORFEZAH, M. N.; HARDACRE, A.; BRENNAN, C. S. **Comparison of waste pumpkin material and its potential use in extruded snack foods.** Food Science and Technology International, v. 17, n. 4, p. 367-373, 2011.

OLIVEIRA, E. M. S. **Caracterização de rendimento das sementes e do albedo do maracujá para aproveitamento industrial e obtenção da farinha da casca e pectina.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes- Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2009.

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. 33, n. 3, p. 259-262, 2002.

OLIVEIRA JÚNIOR, M. X. **Caracterização dos frutos do maracujazeiro-domato (*Passiflora cincinnata* Mast.) e superação de dormência de sementes.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), programa de pós-graduação em Agronomia- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2008.

ORDÓÑEZ, J. A (Org.). **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos.** Vol1. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PELIZER, L. H.; PONTIRRI, M. H.; MORAES, I. O. **Utilização de resíduos agroindustriais em processos biotecnológicos como perspectiva de redução do impacto ambiental.** Journal of Technology Management & Innovation, Chile, v. 2, n. 1, p.118-127, 2007.

PEREIRA, N. R. **Estudo da aplicação de micro-ondas na secagem de bananas tratadas osmoticamente.** Tese (Doutorado em Engenharia Alimentos) – Campinas – SP, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 188p, 2007.

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

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R. **Elaboração de biscoitos tipo salgado, com alto teor de fibra alimentar, utilizando farinha de berinjela (*Solanum melongena*, L.)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, p. 186-192, 2007.

RAMOS, A. T.; CUNHA M. A. L.; SABAA-SRUR, A. U. O.; PIRES, V. C. F.; CARDOSO, M. A. A.; DINIZ, M. F. M.; MEDEIROS, C. C. M. **Uso de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* na redução do colesterol**. Rev Bras Farmacogn., 2007.

RAMOS, E. R. F. **O uso de *Passiflora* spp. no controle do Diabetes mellitus: estudo qualitativo preliminar**. Monografia (Curso Superior em Farmácia). Centro Universitário de Maringá, 2004.

RORIZ, R. F. C. **Aproveitamento dos resíduos alimentícios obtidos das centrais de abastecimento do estado de Goiás S/A para alimentação humana**. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ROSA, J. G. **Secagem de cenoura (*Daucus carota* L.) em micro-ondas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, São Paulo, 2010.

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C.; NOBREGA, J. A. **Experimentos Didáticos Envolvendo Radiação microondas**. Quim. Nova, Vol. 27, No. 6, 1012-1015, 2004.

SCAMAN, C. H.; DURANCE, T. D. **Emerging Technologies for Food Processing**. London: Elsevier Academic Press, p. 768, 2005.

SCHEMIN, M. H. C.; FERTONANI, H. C. R.; WASZCZYNSKYJ, N.; WOSIACKI, G. **Extraction of pectin from Apple pomace**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v.48, nº 2, p. 259-266, 2005.

SENISE, J. T. **A utilização de rádio-frequência e micro-ondas na eletrônica industrial**. Revista Brasileira de Engenharia Química, p. 51-61, 1985.

SILVA, M. B.; RAMOS, A. M. **Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral**. Revista Ceres, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SILVA, A. L. P.; PRADO, R. M.; SILVA, G. S.; BIANCO, M. S.; PANCELLI, M. A. **Influência dos métodos de secagem de amostras de folhas de capim braquiária, canade-açúcar e goiabeira nos teores de macronutrientes**. *Colloquium agrariae*, v. 7, n. 2, p. 35-40, 2011.

SILVA, I. Q.; OLIVEIRA, B. C. F.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. **Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá**. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 20, n. 2, p. 321-329, 2009.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N.T.V. **Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas do maracujazeiro azedo** (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* DEG.). Rev. Brás. Frutic., Jaboticabal – SP, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SILVA, F.; SOUZA, S. S. **Calibração de forno de microondas** - Experimento 1. In: WORKSHOP SOBRE PREPARO DE AMOSTRAS - MÉTODOS DE DECOMPOSIÇÃO DE AMOSTRAS. Anais, São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, São Paulo, 2000.

SMITH, M. C. **The feasibility of microwave ovens for drying plant samples**. Journal of Range Management, v.36, n.5, p.676-677, 1983.

SOUSA, M. S. B., VIEIRA, L. M.; DA SILVA, M. J. M., DE LIMA, A. **Nutritional characterization and antioxidant compounds in pulp residues of tropical fruits**. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUZA, L. A.; TONETTI, O. A. O.; DAVIDE, A. C. **Determinação do teor de água em sementes demamona** (*Ricinus communis* L.) pelos métodos de estufa e forno micro-ondas. Universidade Federal de Lavras e Prefeitura Municipal de Varginha, 2005.

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

SUN-WATERHOUSE, D. **The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review**. International Journal of Food Science & Technology, Oxford, v. 46, p. 899-920, 2011.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEIS, S. J.; BOHMEN, H; BISSANI, A. C. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

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.

UNDERSANDER, D.; MERTENS, D. R.; THIEX, N. **Forage analyses procedures**. Omaha: National Forage Testing Association, p. 53, 1993.

VALENÇA, R. S. F.; SANTANA, M. F. S. de; FREITAS, M. M. de. **Aproveitamento da casca de bacuri para elaboração de biscoitos**. In: VI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA E XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 2008.

VANDIVAMBAL, R.; JAYAS, D. S. **Changes in quality of microwave-treated agricultural products** – a review. Biosystems engineering, p. 1-16, 2007.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. **Carotenóides em Abóboras**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 9-20, 2011.

VERMA, L. R.; NOOMHORM, A. **Moisture determination by microwave drying**, Transactions of the ASAE, v.26, n.3, p.935-939, 1983.

WANG, J.; XI Y. S. **Drying characteristics and drying quality of carrot using a two-stage microwave process**. Journal of Food Engineer, v.68, p.505-511, 2005.

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.

ZAMANIAN, A.; HARDIMAN, C. **Eletromagnetic Radiation and Human Health: a Rewiew of sources and Effects**. High Frequency Eletronics, p. 16-26, 2005.

ZANATTA, C. L.; SCHLABITZ, C.; ETHUR, E. M. **Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização**. Alimentação e Nutrição, Araraquara, v. 21, n. 3, p. 459-468, 2010.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. **Maracujá: um alimento funcional?**. Revista Brasileira de Farmacognosia, vol.20, n.3, p. 459-471, 2010.