



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

LIANA CLEIDE FLOR DE LIMA VELHO

**AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE NUTRIENTES, ASPECTOS SENSORIAIS E
MICROBIOLÓGICOS DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) SUBMETIDA
A DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO**

FORTALEZA

2016

LIANA CLEIDE FLOR DE LIMA VELHO

AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE NUTRIENTES, ASPECTOS SENSORIAIS E
MICROBIOLÓGICOS DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) SUBMETIDA A
DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- V545a Velho, Liana Cleide Flor de Lima.
Avaliação da retenção de nutrientes, aspectos sensoriais e microbiológicos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) submetida a diferentes métodos de cocção / Liana Cleide Flor de Lima Velho. – 2016.
112 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa.
Coorientação: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo.
1. *Ipomoea batatas* (L.) Lam. 2. Métodos de cocção. 3. Componentes funcionais. 4. Avaliação sensorial. I. Título.

CDD 664

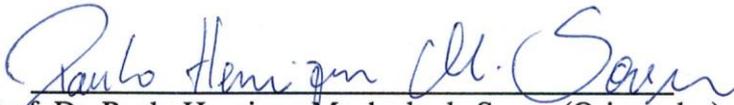
LIANA CLEIDE FLOR DE LIMA VELHO

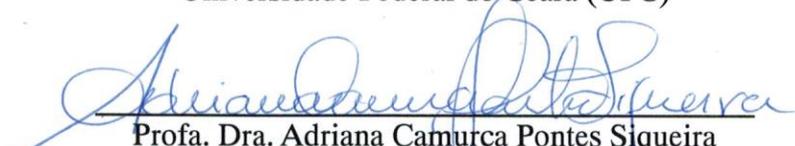
AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE NUTRIENTES, ASPECTOS SENSORIAIS E
MICROBIOLÓGICOS DE BATATA-DOCE (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) SUBMETIDA A
DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO

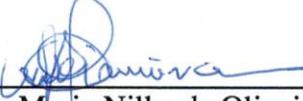
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 26/04/2016.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Prof. Dra. Adriana Camurça Pontes Siqueira
Universidade Federal do Ceará (UFC)


Prof. Dra. Maria Nilka de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia e Senhor da minha vida, por estar ao meu lado em todos os momentos e me mostrar ao longo dessa caminhada que não existe coincidência e sim providência divina, que não existe acaso e sim planos do Senhor. Sou grata a Ele por ter colocado tantas pessoas especiais em meu caminho, que foram fundamentais para a finalização deste trabalho

Aos meus amados pais, César e Cleide, por nunca medirem esforços para que eu conquistasse meus objetivos, pelo amor incondicional e excelente educação que me ofereceram.

Ao meu esposo, André Borba, por toda paciência, amor e carinho, por sempre estar ao meu lado me incentivando nos meus momentos de fraqueza, por iluminar meus dias tornando-os mais felizes. Te amo!

Aos meus irmãos, Diana e Emanuel, e meus cunhados, Ricardo e Ariadne, por toda a ajuda no decorrer do mestrado.

À minha querida tia, Liduína e aos meus estimados sogros, Arno Velho e Sirley Borba, por toda a força e incentivo.

Aos meus amados sobrinhos, Clarissa e Nicolas, pelos momentos de alegria e descontração.

Às minhas eternas e amadas amigas da graduação Rênya Costa, Lilianne Maia, Ana Kerssya e Rafaelly Oliveira, pela verdadeira amizade e cumplicidade e por todo apoio que me deram em mais esta etapa da minha vida. Amo vocês!

Às minhas companheiras de trabalho e amigas, Tereza Araújo, Rebecca Oliveira e Regina Bastos, pela valiosa cooperação para que eu alcançasse êxito na conclusão deste trabalho, além de toda a compreensão, apoio e amizade. Obrigada mesmo companheiras!

Ao Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa, pela excelente orientação e por toda ajuda e contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

À Profa. Dra. Adriana Camurça Pontes Siqueira por acompanhar este trabalho desde o início, participando de todas as bancas examinadoras, sempre com contribuições fundamentais e valiosas para a melhoria do meu trabalho.

À Profa. Dra. Maria Nilka de Oliveira, por todo incentivo, desde a época da graduação, me dando força para sempre buscar mais. Obrigada por sua amizade e pelas preciosas colaborações e sugestões para o enriquecimento do meu trabalho.

A todos os amigos de turma do Mestrado, mas especialmente às minhas queridas amigas (“Marias”) Rafaela Miskinis, Carla Ferreira, Milena Souza e Daniele Duarte, pelo companheirismo, aprendizado mútuo, amizade e pela ótima convivência ao longo desses breves dois anos.

A todos os funcionários e bolsistas do Laboratório de Frutos e Hortaliças do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em especial a Sra. Hilda e Sr. Omar, pelas excelentes conversas, conselhos e contribuições. As queridas bolsistas Eveline Vasconcelos e Gildevânia Lopes, que Deus as recompense por tudo que fizeram por mim. Agradeço ainda à Ana Cristina Lima, Gustavo, Juliana Nascimento, Stephanny Emmanuely, Alessandra Pinheiro, Géssica Lira, Soraya, Samuel Brito e Natália Vasconcelos, por compartilharem comigo todo o conhecimento e aprendizado.

Ao professor Raimundo Wilane de Figueiredo pelo incentivo à realização desta pesquisa no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Universidade Federal do Ceará.

À professora Evânia Altina Teixeira de Figueiredo e aos bolsistas do Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Ceará, pela realização das análises microbiológicas.

Ao professor Rodrigo Viriato Araújo, por toda ajuda necessária para a etapa de processamento das amostras.

Às queridas, Roberta Moreira e Mayã Savitri, por todo carinho, disposição e ajuda que me deram durante o processamento das amostras.

Aos funcionários da pós-graduação em Ciência e tecnologia de Alimentos, Paulo Mendes e João Gilalberto, que sempre estiveram prontos a ajudar com eficiência e disposição.

Aos queridos irmãos e amigos da Igreja Presbiteriana de Nova Metrópole pelas orações e incentivo no decorrer deste trabalho.

A todos que torceram por mim e contribuíram de alguma forma, seja diretamente ou indiretamente, meu muito obrigada.

RESUMO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma planta de raízes tuberosas pertencentes à família das convolvuláceas, sendo uma das culturas econômicas mais importantes de muitos países tropicais e subtropicais e a quarta hortaliça mais consumida no Brasil. Por sua composição nutricional é considerada um dos alimentos mais saudáveis do planeta, por ser rica em energia, vitaminas C e do complexo B, minerais, além de possuir componentes fitoquímicos benéficos à saúde. Para ser consumida deve sofrer ação do calor para que haja a gelatinização do amido. Contudo, os métodos de cocção provocam alterações químicas e físicas que podem modificar seu valor nutricional. O objetivo do estudo foi avaliar a retenção de nutrientes em batatas-doces submetidas a métodos de cocção convencionais (ebulição, vapor, forno convencional e panela de pressão) e contemporâneos (forno de micro-ondas e a vácuo no forno combinado), além de avaliar a aceitação sensorial e as características microbiológicas de cada método. Foram conduzidas em triplicata as determinações químicas, físico-químicas, coloração, ácido ascórbico, carotenoides, polifenóis totais e atividade antioxidante pelos ensaios ABTS e FRAP, bem como avaliação sensorial e análises microbiológicas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade pelo teste F e quando significativos foram submetidos ao teste de médias (Tukey). Também foi realizado o teste de correlação de Pearson e análise de componentes principais (ACP) a fim de correlacionar os resultados. Constatou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) em todos os tratamentos em estudo, sobre todos os parâmetros químicos e físico-químicos das amostras de batata-doce *in natura* e cozidas. Os valores de pH da batata-doce apresentaram aumento após o processamento, com exceção do método à vácuo no forno combinado. A cor das amostras cozidas foi menos brilhante (L^*), verde (a^* negativo) e amarela (b^* positivo) que a amostra *in natura*. Houve redução no conteúdo de ácido ascórbico em todos os métodos de cocção, havendo menor perda nas amostras submetidas à cocção em ebulição e a vácuo no forno combinado, que apresentaram $9,77 \pm 0,01$ mg de ácido ascórbico/100g de amostra fresca. Apenas nas amostras submetidas às cocções por ebulição, forno e micro-ondas, os carotenoides foram detectados, porém, sem diferença significativa entre suas médias. Os polifenóis totais aumentaram em todos os métodos de cocção, mostrando variação de 116,88 (vapor) a 149,47 (forno) mg ácido gálico/100g peso fresco. A atividade antioxidante pelos ensaios ABTS e FRAP aumentou em todos os métodos de cocção comparados com a amostra *in natura*, sendo que as amostras cozidas em forno foram as que apresentaram maior elevação. Foi verificada correlação positiva de Pearson altamente

significativa entre os compostos fenólicos totais e os métodos ABTS e FRAP. Na avaliação sensorial não houve diferença significativa entre os métodos ($p > 0,05$) pelo teste de médias. No teste CATA, as características “sabor de batata-doce”, “cozida” e “mole” foram as mais assinaladas pelos provadores para caracterizar as amostras de batatas-doces cozidas pelos diferentes métodos. A amostra de vapor foi a que mais se aproximou de uma amostra ideal de batata-doce, pois apresentou-se “mole”, “homogênea” e com “aroma de cozido”, características necessárias à um produto ideal, segundo os provadores.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Métodos de cocção. Componentes funcionais. Avaliação sensorial.

ABSTRACT

The sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) is a tuberous root plant that belongs to the Convolvulaceae family. It is one of the most important economic crops in many tropical and subtropical countries and it is the fourth most consumed vegetable in Brazil. Due to its nutritional composition, sweet potato is considered one of the healthiest foods on the planet. The sweet potato is high in energy, vitamins C and B complex, minerals, and also has phytochemical components that are beneficial to one's health. In order to be consumed, the sweet potato must be subjected to heat for starch gelatinization to occur. However, the cooking methods cause chemical and physical changes that can modify their nutritional value. The objective of this study is to evaluate the retention of nutrients in sweet potatoes subjected to conventional cooking methods (boiling, steam, conventional oven and pressure cooker) and contemporary cooking methods (microwave and combination oven), and to evaluate the sensory acceptance and microbiological characteristics of each method. The chemical, physical-chemical, coloring, ascorbic acid, carotenoids, total polyphenols, and antioxidant activity determinations were conducted in triplicate through ABTS and FRAP assays, as well as sensory and microbiological analysis. The results were submitted to (ANOVA) variance analysis at 5% probability through the F-test and when the results were significant, they were submitted to the Tukey's range test. The Pearson correlation coefficient (PCC) and principal component analysis (PCA) were also performed in order to correlate the results. A significant effect was found at ($p \leq 0.05$) for all the treatments in the study in relation to all chemical and physico-chemical parameters of raw and cooked sweet potato samples. The sweet potato pH values showed a slight increase after processing, except for the combination oven method. The color of the cooked samples was less bright (L^*), less green (negative a^*) and less yellow (positive b^*) than the raw sample. There was a reduction in ascorbic acid content in all the cooking methods, with less loss in samples submitted to cooking with the boiling method and in the combination oven method, which showed 9.77 ± 0.01 mg of ascorbic acid/100g in the fresh sample. Carotenoids were only detected in the boiling, oven, and microwave methods, however there was no significant difference between their means. The total polyphenol increased in all cooking methods, showing variation from 116.88 (steam) to 149.47 (oven) mg GA/100g FW (mg gallic acid/100 g fresh weight). The antioxidant activity through ABTS and FRAP assays increased in all cooking methods compared to the raw sample. Significantly high positive correlation was found between total phenolics and both the ABTS and FRAP

methods, in that the cooked samples in the oven showed the highest elevation. The sensory analysis showed no significant difference between the ($p > 0,05$) methods for the mean test. In the CATA test, the “sweet potato flavor”, “cooked”, and “soft” characteristics were the most indicated by food tasters to characterize the samples of sweet potatoes cooked in different methods. The sample cooked in the steam method was the one that is closest to an ideal sample of the sweet potato, because it had “soft”, “homogeneous” and “baked smell” features that are required for an ideal product, according to the food tasters.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Cooking methods. Functionals components. Sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aspecto da batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)	36
Figura 2 – Fluxograma do processamento da batata-doce para obtenção das amostras <i>in natura</i> e cozidas	37
Figura 3 – Coordenadas do sistema CIELAB de cor	42
Figura 4 – Amostras de batatas-doces submetidas à cocção em ebulição (1), vapor (2), panela de pressão (3), forno convencional (4), micro-ondas (5) e a vácuo no forno combinado (6)	59
Figura 5 – Mapa de preferência interno de aceitação para as amostras de batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção para a impressão global	78
Figura 6 – ACP entre atributos sensoriais das amostras de batatas-doces submetidas aos seis métodos de cocção em relação à amostra ideal	82
Figura 7 – ACP entre atributos sensoriais das amostras de batatas-doces submetidas aos seis métodos de cocção em relação à impressão global	83

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Elevação (%) do teor de polifenóis totais em batatas-doces obtidas por diferentes tipos de cocção em relação ao conteúdo da batata-doce <i>in natura</i>	66
Gráfico 2 –	Retenção (%) da atividade antioxidante pelo ensaio ABTS em batatas-doces obtidas por diferentes tipos de cocção em relação ao conteúdo da batata-doce <i>in natura</i>	68
Gráfico 3 –	Retenção (%) da atividade antioxidante pelo ensaio FRAP em batatas-doces obtidas por diferentes tipos de cocção em relação ao conteúdo da batata-doce <i>in natura</i>	70
Gráfico 4 –	Distribuição por sexo e por faixa etária dos provadores das batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção.....	74
Gráfico 5 –	Distribuição por escolaridade dos provadores das batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção.....	75
Gráfico 6 –	Frequência do grau de gostar de batatas-doces.....	75
Gráfico 7 –	Frequência de consumo de batata-doce.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição nutricional da batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam) <i>in natura</i> por 100 g de porção.....	25
Tabela 2 –	Tempo e temperatura/potência dos diferentes métodos de cocção a que foram submetidas as batatas-doces.....	38
Tabela 3 –	Caracterização química e físico-química e coloração da batata-doce <i>in natura</i>	49
Tabela 4 –	Valores das médias para os constituintes funcionais e capacidade antioxidante total presentes na batata-doce <i>in natura</i>	53
Tabela 5 –	Resumo da análise de variância (ANOVA) para o efeito do tipo de cocção nos parâmetros químicos e físico-químicos de batata-doce.....	57
Tabela 6 –	Comparação das médias dos efeitos dos métodos de cocção nos parâmetros químicos e físico-químicos nas amostras de batata-doce.....	57
Tabela 7 –	Efeito do tipo de cocção na coloração das amostras de batata-doce.....	60
Tabela 8 –	Resumo da análise de variância para o efeito do tipo de cocção nos constituintes funcionais e na atividade antioxidante total nas amostras de batata-doce.....	62
Tabela 9 –	Valores das médias para o efeito dos diferentes tipos de cocção nos constituintes funcionais e na atividade antioxidante total nas amostras de batata-doce.....	62
Tabela 10 –	Coefficientes de correlação de Pearson (r) entre compostos fenólicos e ácido ascórbico com a atividade antioxidante pelos métodos ABTS e FRAP e entre esses dois métodos nas amostras de batata-doce cozidas.....	71
Tabela 11 –	Resultados das análises microbiológicas de batatas-doces submetidas aos diferentes métodos de cocção.....	73
Tabela 12 –	Valores médios das notas atribuídas pelos provadores às amostras de batatas-doces submetidas aos diferentes métodos de cocção para os atributos cor, aparência, sabor, textura, impressão global e intenção de consumo de batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.).....	77
Tabela 13 –	Resultado do <i>check-all-that-apply</i> (CATA) utilizando o teste Q de Cochran para comparação entre as amostras.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS	2,2'-Azinobis (3-tilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
a_w	Atividade de água
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemistry</i>
ACP	Análise de Componentes Principais
AT	Acidez Titulável
CATA	<i>Check All That Apply</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIP	<i>Centro Internacional de la Papa</i>
DAP	Dias após o plantio
DFI	2,6-diclorofenolindofenol
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDR	Ingestão Diária Recomendada
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FRAP	<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>
NEPA	Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação
PET	Polifenóis Extraíveis Totais
pH	Potencial hidrogeniônico
POF	Pesquisa de Orçamento Familiares
TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
UAN	Unidades de Alimentação e Nutrição
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	Objetivo geral.....	21
2.2	Objetivos específicos.....	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	Batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)	22
3.1.1	<i>Origem e cultivo da batata-doce</i>.....	22
3.1.2	<i>Composição nutricional da batata-doce</i>.....	25
3.2	Métodos de cocção	27
3.2.1	<i>Métodos de cocção convencionais</i>.....	29
3.2.1.1	<i>Cocção por ebulição</i>.....	29
3.2.1.2	<i>Cocção por vapor</i>.....	30
3.2.1.3	<i>Cocção em panela de pressão</i>.....	31
3.2.1.4	<i>Cocção em forno convencional</i>	32
3.2.2	<i>Métodos de cocção contemporâneos</i>.....	32
3.2.2.1	<i>Cocção em forno micro-ondas</i>	33
3.2.2.2	<i>Cocção combinada de calor seco com calor úmido (Forno combinado)</i>.....	34
3.2.2.3	<i>Cocção a vácuo</i>.....	35
4	MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1	Matéria-prima.....	36
4.2	Processamento das batatas-doces.....	37
4.2.1	<i>Amostras de batata-doce in natura</i>.....	37
4.2.2	<i>Amostras de batata-doce submetidas aos diferentes métodos de cocção</i>.....	38
4.2.2.1	<i>Cocção por ebulição</i>	39
4.2.2.2	<i>Cocção por vapor</i>.....	39
4.2.2.3	<i>Cocção em panela de pressão</i>	39
4.2.2.4	<i>Cocção em forno convencional</i>	40
4.2.2.5	<i>Cocção em forno de micro-ondas</i>.....	40
4.2.2.6	<i>Cocção em forno combinado (embalado a vácuo)</i>.....	40
4.3	Determinações químicas e físico-químicas.....	41
4.3.1	<i>pH</i>.....	41

4.3.2	<i>Acidez titulável</i>	41
4.3.3	<i>Umidade</i>	41
4.3.4	<i>Atividade de água</i>	42
4.3.5	<i>Determinação de coloração</i>	42
4.4	Determinação dos compostos bioativos	43
4.4.1	<i>Ácido ascórbico</i>	43
4.4.2	<i>Carotenoides totais</i>	43
4.4.3	<i>Determinação de polifenóis extraíveis totais e da atividade antioxidante total</i> 43	
4.4.3.1	<i>Determinação de polifenóis extraíveis totais</i>	44
4.4.3.2	<i>Determinação da atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e FRAP</i>	44
4.5	Avaliações microbiológicas	45
4.6	Avaliação sensorial	46
4.7	Delineamento experimental e análise estatística dos dados	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1	Caracterização da matéria-prima	49
5.2	Efeitos dos seis diferentes métodos de cocção	56
5.2.1	<i>Características químicas e físico-químicas da batata-doce (<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)</i>	56
5.2.2	<i>Coloração</i>	59
5.2.3	<i>Determinação dos componentes funcionais e atividade antioxidante</i>	62
5.2.3.1	<i>Ácido ascórbico</i>	62
5.2.3.2	<i>Carotenoides totais</i>	64
5.2.3.3	<i>Polifenóis totais</i>	65
5.2.3.4	<i>Atividade antioxidante pelos ensaios ABTS e FRAP</i>	68
5.3	Correlação de Pearson entre os ensaios de antioxidantes ABTS e FRAP e entre compostos fenólicos totais e os ensaios antioxidantes ABTS e FRAP 71	
5.4	Análises microbiológicas	73
5.5	Avaliação sensorial	74
5.5.1	<i>Caracterização dos provadores</i>	74
5.5.2	<i>Teste de aceitação sensorial e intenção de consumo</i>	76
5.5.3	<i>5.5.3 Mapa de Preferência Interno</i>	78
5.5.4	<i>Check All That Apply (CATA)</i>	79
6	CONCLUSÕES	84

REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	105
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE PARTICIPANTES	106
APÊNDICE C – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	107
APÊNDICE D – FICHA DE AVALIAÇÃO DE UMA AMOSTRA IDEAL...	108
ANEXO A – APROVAÇÃO DO CEP.....	109

1 INTRODUÇÃO

Os alimentos de origem vegetal, como as frutas e hortaliças, desempenham um importante papel na alimentação humana devido ao valor nutricional e atributos sensoriais. Estes vegetais possuem importantes elementos essenciais que são considerados vitais no desenvolvimento e na boa saúde do corpo humano e representam excelente fonte de energia para uma alimentação saudável (PIGOLI, 2012).

Estudos epidemiológicos demonstram associações positivas e significantes entre a ingestão de frutas e hortaliças e a diminuição da taxa de mortalidade por doenças do coração e doenças degenerativas, bem como do envelhecimento precoce, cânceres e doenças crônicas (DAUCHET; AMOUYET; DALLONGEVILLE, 2005; HU, 2003; NOTHLINGS *et al.*, 2008), atribuindo isto ao fato de que estes alimentos contêm uma combinação ótima de fitoquímicos, tais como antioxidantes, fibras e outros compostos bioativos (KAUR; KAPOOR, 2001; PODSEDEK, 2007; SILVA, 2010; WANG *et al.*, 2011).

Diante destes benefícios, o Guia Alimentar para a População Brasileira (BRASIL, 2014) recomenda que sejam feitas pequenas mudanças nos hábitos alimentares do brasileiro, com um aumento no consumo de legumes e verduras e redução da ingestão de carnes vermelhas, no intuito de aproximar o perfil nutricional da população brasileira ao que se considera ideal.

Todavia, o conhecimento a respeito desse assunto no Brasil ainda é insuficiente, devendo ser realizada uma análise mais integrada das propriedades nutricionais e físicas de vegetais para se obter uma visão mais abrangente sobre o efeito de diferentes técnicas de cocção, o que possibilita caracterizar melhor estes alimentos nas formas aos quais são consumidos. Este conhecimento é fundamental para se avaliar a disponibilidade de nutrientes e o seu consumo por populações, além de verificar a adequação nutricional da dieta, o desenvolvimento de pesquisas sobre as relações entre dieta e doença, no planejamento agropecuário e na indústria de alimentos, dentre outros (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA), 2011).

Muitas hortaliças podem ser consumidas na forma crua, como é o caso da cenoura, repolho, beterraba (PHILIPPI, 2014), rabanete e nabo (DOMENE, 2014). No entanto, algumas delas, necessitam de algum método de cocção antes de serem ingeridas (XU *et al.*, 2014). É o caso das tuberosas amiláceas, entre estas a batata-doce e a mandioca (DOMENE, 2014; LEONEL; CEREDA, 2002), que devem sofrer ação do calor para que haja a gelatinização do amido, o aumento de sua digestibilidade e a inativação de substâncias

antinutricionais (ARAÚJO *et al.*, 2014; DOMENE, 2014).

Entretanto, os métodos de cocção são apontados como sendo um dos principais determinantes das perdas de nutrientes em vegetais. As alterações químicas e físicas provocadas pelos diferentes processos de cozimento podem modificar o valor nutricional do alimento e são influenciadas por fatores como a forma de transferência de calor, a intensidade da temperatura, a duração do processo e o meio de cocção utilizado (ALVES *et al.*, 2011).

Neste caso, o conteúdo dos nutrientes desses vegetais pode ser alterado, acarretando consequências positivas e negativas, tais como o aumento da biodisponibilidade, a formação de novos compostos com atividade nutricional, perda física e degradação química de nutrientes naturalmente presentes (BAARDSETH *et al.*, 2010; CAMPOS *et al.*, 2008).

Conforme o tempo de cocção e a temperatura empregada, haverá a destruição de micro-organismos e enzimas, modificações das propriedades sensoriais e nutricionais do produto cozido. Todavia, a cocção desagrega as estruturas vegetais, melhorando a palatabilidade e a digestibilidade (ALVES *et al.*, 2011).

Uma gama de estudos tem correlacionado os métodos de processamento térmico e seus efeitos na qualidade nutricional e composição química de vegetais (JIMÉNEZ-MONREAL *et al.*, 2009; SUCUPIRA; XEREZA; SOUSA, 2012), tais como brócolis (ZHANG; HAMAUZU, 2004), abóbora (SILVA, 2012), beterraba (PEREIRA, 2014), batata e batata-doce (BELLAIL *et al.*, 2012; DONADO-PESTANA, 2011; JUNG *et al.*, 2011; PERLA; HOLM; JAYANTY, 2012).

Dentre os vegetais mais consumidos no mundo e com destaque na produção mundial de hortaliças encontra-se a batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), uma das culturas de raízes mais importantes do mundo, cujo cultivo se dá em mais de 110 países, apresentando-se como um alimento básico tradicional em países tropicais, embora seja amplamente cultivada em regiões subtropicais e temperadas (CORDEIRO *et al.*, 2013; MCGEE, 2014).

A batata-doce é um dos alimentos mais saudáveis do planeta (NAZAROV, 2014), apresenta-se como uma rica fonte energia, vitaminas C e do complexo B e minerais (ANTONIO *et al.*, 2011; BERNI *et al.*, 2015; JOSÉ, 2012). Suas raízes apresentam ainda cálcio, potássio e teor de carboidratos que variam entre 25% e 30%, onde 98% são de fácil digestão (FIGUEIREDO, 2010; SANTOS *et al.*, 2009a).

A batata-doce possui elevada capacidade antioxidante, pela presença de β -caroteno, precursor da vitamina A, presente nas variedades alaranjadas (OKI *et al.*, 2006; DOMENE, 2014), e de antocianinas, nas variedades roxas (FAN *et al.*, 2008; XU *et al.*, 2015).

Compostos fenólicos, reconhecidos por suas atividades antioxidantes (YANG *et al.*, 2001), dentre eles os ácidos clorogênicos (JUNG *et al.* 2011) e alguns derivados do ácido cafeoilquínico (DINI; TENORE; DINI, 2006), também podem ser encontrados nesta tuberosa, o que atribui a esta, propriedades antidiabéticas (MIYAZAKI *et al.* 2005), anti-inflamatória, antialérgica, antiarteriogênica, antimicrobiana, antitrombótica, vasodilatadora (BALASUNDRAM, SUNDRAM; SAMMAN, 2006; RAUPP *et al.*, 2011). Desta maneira, esta apresenta um importante papel como fonte de energia e fitoquímicos para a nutrição humana (DINI; TENORE; DINI, 2009).

Em geral, a batata-doce é consumida na forma cozida ou assada, contudo apresenta potencialidade para ser empregada como matéria-prima em processos industriais como na produção de amido (SENANAYAKE *et al.*, 2013) e também na elaboração de produtos como farinha, batatas fritas secas (*chips*), pães, macarrão, doces e alimentos infantis (ROESLER *et al.*, 2008; GUO *et al.*, 2014).

Apesar da batata-doce ser bastante cultivada e consumida em todo o Brasil e ser rica em nutrientes importantes à saúde, trabalhos desenvolvidos visando a investigação e comparação dos efeitos dos vários métodos de cozimento disponíveis sobre a composição química, nutricional e sensorial desta tuberosa são escassos, necessitando assim de avanços nesse sentido.

Diante do exposto propõe-se neste estudo avaliar a retenção de nutrientes, as alterações na composição química e físico-química e nos aspectos sensoriais e microbiológicos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) após ser submetida a métodos de cocção convencionais (cocção por ebulição, por vapor, em panela de pressão e forno convencional) e contemporâneos (cocção em forno micro-ondas e a vácuo no forno combinado).

Os métodos de cocção selecionados para este estudo dispensam a adição de gordura, sendo considerados saudáveis, uma vez que produzem alimentos de baixo valor lipídico, bem como os torna ecológica e economicamente mais viáveis, sendo usuais nos ambientes domésticos e em empresas de restauração e de processamento de hortaliças.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a retenção de nutrientes, as características sensoriais e os aspectos microbiológicos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) submetida a métodos de cocção convencionais (cocção por ebulição, por vapor, em forno convencional e em panela de pressão) e contemporâneos (cocção em forno micro-ondas e a vácuo no forno combinado).

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a batata-doce *in natura* quanto aos seus constituintes nutricionais e funcionais;
- Determinar os melhores tempos e temperaturas de cocção para a batata-doce durante os métodos convencionais (cocção por ebulição, por vapor, em panela de pressão e em forno convencional) e contemporâneos (cocção em forno micro-ondas e à vácuo no forno combinado);
- Determinar os parâmetros físico-químicos (pH, acidez, umidade, atividade de água e coloração) da batata-doce quando submetida aos diferentes métodos de cocção já citados;
- Quantificar os polifenóis totais e atividade antioxidante total da batata-doce *in natura* e após submetidas aos métodos de cocção citados acima;
- Determinar o conteúdo de ácido ascórbico e carotenoides totais na batata-doce *in natura* e cozida pelos seis métodos de cocção;
- Avaliar a qualidade sensorial da batata-doce cozida pelos métodos acima citados;
- Avaliar microbiologicamente as batatas-doces submetidas aos processos convencionais e contemporâneos de cozimento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma planta perene de raízes tuberosas pertencentes à família das convolvuláceas, ao gênero *Ipomoea* e à espécie *Ipomoea batatas* L., sendo a única desta família que possui importância econômica como alimento (KOBBLITZ, 2011; SENANAYAKE *et al.*, 2013).

3.1.1 Origem e cultivo da batata-doce

Esta planta herbácea é adaptada a diversas condições edafoclimáticas, cultivada tanto nos trópicos como nas regiões temperadas do planeta. É nativa das Américas do Sul e Central e produzida em larga escala em países tropicais e subtropicais, se destacando no cenário da agricultura mundial (ANTONIO *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2009a; SOARES *et al.*, 2014).

Nos sistemas de agricultura familiar, a cultura de batata-doce tem fundamental importância, pois é fácil de crescer, se adapta amplamente a diferentes condições de solo e clima, além de ser tolerante a seca. Por ser uma planta rústica, exige poucos tratamentos culturais, não necessitando do uso de tecnologia agrícola mais avançada, tornando o seu custo de produção inferior ao de outras culturas, como batata-inglesa e mandioca (FIGUEIREDO *et al.*, 2012; MASSAROTO, 2008; PEDROSA, 2015).

A batata-doce é cultivada em todos os continentes e segundo dados da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), 76,1% da produção é obtida na Ásia, 19,5% na África, apenas 3,5% nas Américas e 0,9% no restante do mundo (FAO, 2013). Apresenta-se como uma das culturas econômicas mais importantes de muitos países tropicais e subtropicais da Ásia, África e América Latina (GUO *et al.*, 2014). A China é o maior país consumidor (MCGEE, 2014) e produtor, com mais de 70 milhões de toneladas do vegetal produzidos no ano de 2013 (FAO, 2013).

Na América Latina, o Brasil se destaca como maior produtor, com mais de 40.000 hectares de área plantada, com produção de 505.350 toneladas de batatas-doces e um rendimento médio de 13.091 kg/ha, conforme dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2013) e pela FAO (2013). O cultivo desta tuberosa no Brasil é antigo, sendo bastante difundido em todo o país, principalmente entre os pequenos

agricultores (AZEVEDO *et al.*, 2014).

A batata-doce é quarta hortaliça mais consumida no Brasil (PERESSIN; FELTRAN, 2014) e sua cultura se dá em todas as regiões brasileiras, com destaque nas regiões Sul e Nordeste, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul e Sergipe, sendo que no ano de 2013 estas regiões produziram respectivamente 227.354 e 142.053 toneladas da hortaliça (IBGE, 2013).

Embora seja menos consumida que a batata-inglesa, a batata-doce é muito apreciada e cultivada no Nordeste do Brasil. Nesta região brasileira é geralmente cultivada visando à subsistência dos produtores e o excedente é comercializado em mercados locais ou exportado para estados não produtores. Nesse contexto apresenta relevante importância socioeconômica, pois contribui para a geração de emprego e renda e fixação do homem no campo, além de ser uma boa fonte de alimento energético (NUNES; CRUZ; FORTUNA, 2012; SANTOS *et al.*, 2009a).

No nordeste brasileiro, a batata-doce é utilizada na alimentação das famílias, principalmente na primeira refeição, no entanto, este hábito não é comum às outras regiões do país, sendo isto devido às características culturais de cada região. Com o crescente êxodo rural, grande parte do consumo de batata-doce foi e ainda vem sendo substituída por produtos de preparo facilitado e com maior atratividade (FELTRAN; FABRI, 2010).

De acordo com a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) realizada pelo IBGE, o consumo médio *per capita* diário desta tuberosa dentre a população brasileira é superior na zona rural, e mais do que o dobro na classe de renda mais baixa, quando comparada à de maior renda (IBGE, 2011).

Conforme dados do último Censo Agropecuário realizado no Brasil em 2013 a região Nordeste desponta como a segunda maior produtora desta tuberosa, correspondendo a 28,11% da produção nacional. Apresenta uma área colhida de 15.062 hectares, produção de 142.053 toneladas e um rendimento de 9.431 kg/ha, representando 39,01% da área colhida no Brasil. O Estado do Ceará, com uma área colhida de 2.177 hectares, produção de 20.486 toneladas e rendimento de 9.410 kg/ha, se apresenta como o terceiro maior produtor do Nordeste e oitavo do Brasil, estando assim entre os dez maiores estados produtores brasileiros de batata-doce (IBGE, 2013).

O cultivo desta hortaliça é prioritariamente realizado tendo em vista suas raízes, que são a principal parte de interesse comercial (ECHER; DOMINATO; CRESTE, 2009; SANTOS *et al.*, 2009a). Estas são amplamente empregadas na alimentação humana, de animais domésticos e produção de etanol, sendo seu uso bastante conhecido. Por outro lado, a

utilização de outras partes das plantas é bastante incomum sendo, na maioria das vezes, descartada embora suas folhas e ramos possam ser utilizadas com êxito na alimentação animal (DORNAS, 2012; FIGUEIREDO *et al.*, 2012; SOARES *et al.*, 2014).

A batata-doce possui grande potencial energético, tendo várias aplicações na arte culinária doméstica, na elaboração tanto de pratos salgados como doces, além de aperitivos, sendo também bastante utilizada para consumo direto, na forma cozida ou de purê (SENANAYAKE *et al.*, 2013) e assada (LEONEL; OLIVEIRA; DUARTE FILHO, 2005).

Uma variedade de produtos pode ser elaborada a partir do processamento da raiz da batata-doce, incluindo farinha, batatas fritas secas (*chips*), doces e alimentos infantis (ROESLER *et al.*, 2008). Os amidos e féculas de batata doce são amplamente utilizados na indústria de alimentos como matéria-prima na produção de diversos produtos processados, tais como molho, doces enlatados, macarrão, sopa, produtos de confeitaria e pães (GUO *et al.*, 2014; PERESSIN; FELTRAN, 2014).

De acordo com o Centro Internacional de la Papa (CIP), novos produtos como licores e xaropes, bem como o emprego das variedades roxas, ricas em antocianinas, e das alaranjadas, ricas em carotenoides para serem utilizados na elaboração de corantes alimentares, são alternativas para a utilização da batata-doce (CIP, 2015; MEI; MU; HAN, 2010; TEOW, *et al.* 2007). A utilização desses pigmentos naturais presentes na batata-doce é uma alternativa viável e promissora, além de ser mais saudável que os corantes sintéticos comercializados (BOVELL-BENJAMIN, 2007).

Apesar da enorme variedade de usos dessa matéria-prima, no Brasil, sua utilização na indústria limita-se à produção de doces caseiros ou ao processamento para produção de doces enlatados industrializados (“marrom-glacê”). Entretanto, o potencial para a produção industrial é bem maior (MASSAROTO, 2008; MUKHOPADHYAY *et al.*, 2011) e muitas pesquisas focalizam-se na utilização da batata-doce de outras formas, como na produção de farinha (ALVES *et al.*, 2012) e amido (COUTINHO, 2007).

De maneira geral, se comparada a outras hortaliças, a batata-doce tem baixa perecibilidade (KOBLOITZ, 2011), no entanto, é suscetível a danos fisiológicos durante armazenamento a baixas temperaturas, sendo ideais, temperaturas de armazenamento variando entre 13° C e 16° C e umidade relativa entre 80-85% (ISHIGURO, YAHARA, YOSHIMOTO, 2007). O armazenamento à temperatura ambiente deve ser realizado em local seco, fresco, arejado e protegido da luz (DOMENE, 2014).

3.1.2 Composição nutricional da batata-doce

A batata-doce possui aspectos nutricionais relevantes, sendo um dos alimentos mais saudáveis do planeta (NAZAROV, 2014), apresenta-se como uma rica fonte de carotenoides, precursores da vitamina A (DOMENE, 2014), energia, vitaminas C e do complexo B e minerais (BERNI *et al.*, 2015; JOSÉ, 2012;). É uma cultura olerácea com grande potencial de utilização na alimentação humana. Ainda, suas raízes apresentam cálcio, potássio e teor de carboidratos que variam entre 25% e 30%, onde 98% são de fácil digestão (FIGUEIREDO, 2010; SANTOS *et al.*, 2009a).

A composição química da batata-doce varia conforme a espécie, idade e condições de cultivo (COUTINHO, 2007). A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) mostra que a batata-doce contém muitas calorias, é rica em carboidratos, onde o amido apresenta os maiores teores, além de possuir uma alta taxa de potássio e outros sais minerais (NEPA, 2011).

Na Tabela 1 estão apresentados os dados do *United States Department of Agriculture* (USDA) (2014) e da Tabela TACO (NEPA, 2011) sobre a composição nutricional da batata-doce, sendo que a TACO representa melhor a realidade brasileira.

Tabela 1 - Composição nutricional da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) *in natura* por 100 g de porção

Nutrientes	NEPA	USDA
	Teores	
Água (g)	*	77,28
Energia (Kcal)	118	86
Proteína (g)	1,3	1,57
Lipídeos totais (g)	0,1	0,05
Cinzas (g)	0,9	0,99
Carboidratos (g)	28,2	20,12
Fibra dietética (g)	2,6	3,0
Açúcares totais (g)	*	4,18
Cálcio (mg)	21	30
Magnésio (mg)	17	25
Fósforo (mg)	36	47
Potássio (mg)	340	337
Sódio (mg)	9	55
Vitamina C (mg)	16,5	2,4
Vitamina A (µg)	*	709

Fonte: Adaptado de USDA (2014) e NEPA (2011).

* Valores não especificados.

A batata-doce é um dos substitutos para alimentos básicos amiláceos, como arroz, trigo e batata, pois além de ter um preço baixo e acessível contém um nível considerável de amido, açúcares solúveis, vitaminas, minerais e outros nutrientes, sendo assim bastante consumida pelas populações de baixa renda (SENANAYAKE *et al.*, 2013).

Uma enorme variedade de batatas-doces pode ser encontrada, distinguindo-se uma das outras pelo tamanho, forma, sabor, textura e cor da raiz tuberosa. Existe uma ampla gama de cor da casca, sendo as mais comuns as de cor branca, creme, amarela, laranja e roxa, bem como de cor da polpa da raiz que variam entre branco, creme, amarelo, laranja, rosa, vermelho e roxo (AYWA; NAWIRI; NYAMBAKA, 2013; CIP, 2015; JOSÉ, 2012).

Muitos benefícios da batata-doce à saúde têm sido relatados, estando estes atribuídos aos seus componentes fitoquímicos (AHMED; SORIFA; EUN, 2010), destacando-se em maior quantidade os compostos fenólicos (KANO *et al.*, 2005; TRUONG *et al.* 2011), dentre eles antocianinas, catequinas (SHAHIDI; NACZK, 2004; YAN *et al.* 2001), ácidos clorogênicos (JUNG *et al.* 2011) e alguns derivados do ácido cafeoilquínico (DINI; TENORE; DINI, 2006).

Os compostos fenólicos têm sido estudados e reconhecidos por sua capacidade antioxidante (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006), no entanto demonstram outras propriedades importantes, como seu provável efeito na prevenção de enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e neurológicas (HARBORNE; WILLIAMS, 2000; SÁNCHEZ-MORENO, 2002; WOOTTON-BEARD; MORAN; RYAN, 2011).

Os benefícios dos compostos fenólicos na saúde humana, de modo geral, vêm sendo relacionados também com a sua atividade anti-inflamatória, antialérgica, antiarteriogênica, antimicrobiana, antitrombótica, vasodilatadora (BALASUNDRAM, SUNDRAM; SAMMAN, 2006; GHARRAS, 2009; RAUPP *et al.*, 2011) e com a atividade que impede, não só a aglomeração das plaquetas sanguíneas, mas também a ação de radicais livres no organismo. Podem ainda vir a apresentar atividade anticancerígena (RAUPP *et al.*, 2011), podendo falhar alguns processos carcinogênicos, uma vez que protegem moléculas como o DNA (SILVA *et al.*, 2010).

As fibras, concentradas especialmente na casca, que auxiliam na redução do colesterol e na digestão (MOULIN, 2010), também são encontradas na batata-doce. Esta tuberosa apresenta ainda propriedades antidiabéticas (MIYAZAKI *et al.*, 2005) tendo assim um importante papel como fonte de energia e fitoquímicos para a nutrição humana (DINI; TENORE; DINI, 2009).

Dependendo da cultivar, os nutrientes com potencial terapêutico se alteram,

podendo ser encontrados, dentre outros, os carotenoides (OKI *et al.*, 2006; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001) e as antocianinas (FAN *et al.*, 2008), que possuem atividade antioxidante (KANO *et al.*, 2005; MOULIN, 2010). Esses pigmentos agem neutralizando os radicais livres e contribuem para a pigmentação característica dos diferentes cultivares (JHA, 2010).

As batatas-doces de cor amarelo-alaranjada possuem altos teores de β -caroteno (KANO *et al.*, 2005; TRUONG *et al.*, 2011) e são as cultivares mais comuns em alguns países, como China e países africanos, assim apresentam-se como importante fonte deste composto para muitas populações (RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

O β -caroteno além de ser precursor da vitamina A (AHMED; SORIFA; EUN, 2010; FELTRAN; FABRI, 2010), é também um antioxidante associado a numerosos benefícios para a saúde, como o melhoramento do sistema imune, redução do risco de enfermidades degenerativas como câncer, doenças cardiovasculares e degeneração da mácula (FRANCO, 2008; MAIANI *et al.*, 2009).

As variedades de batata-doce de polpa roxa têm maior conteúdo fenólico do que as variedades de cor de polpa alaranjada, amarela e branca (RUMBAOA; CORNAGO; GERONIMO, 2009).

As cultivares de batatas-doces coloridas ganharam popularidade nos países desenvolvidos, como o Japão, por conta de seus benefícios adicionais à saúde (LEKSRISOMPONG *et al.*, 2012).

No Brasil, entretanto, as variedades comercializadas são usualmente brancas, ou seja, de baixo ou nenhum conteúdo em carotenoides (RAUTENBACH *et al.*, 2010; RODRIGUES-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008) e menor teor de fenólicos totais (RUMBAOA; CORNAGO; GERONIMO, 2009).

3.2 Métodos de cocção

Cocção ou cozimento é o tratamento térmico no qual o calor é aplicado e transferido ao alimento (PHILIPPI, 2014) modificando-o física e quimicamente, alterando dessa forma suas características sensoriais (sabor, aparência, consistência, aroma), além de reduzir ou eliminar micro-organismos (ARAÚJO *et al.*, 2014; GISSLEN, 2012).

Os processos básicos utilizados para a realização da cocção dos alimentos se dividem em calor úmido, calor seco, calor misto ou combinado (MEJIDO, 2012), que se diferenciam um dos outros pela forma e/ou meios de transmissão de calor, sendo a água, gorduras e ar seco ou úmido os meios mais usuais (ARAÚJO *et al.*, 2014).

A transferência de calor pode ocorrer por condução, convecção ou radiação. Na condução, a transferência de calor é direta, através da colisão de uma partícula com outra partícula próxima, e na convecção, o calor é transferido pela movimentação de um fluido, que pode ser um líquido ou um gás (MCGEE, 2014). Na radiação, que pode ser infravermelha ou por micro-ondas, a energia é transferida de uma fonte para o alimento por meio de ondas (GISSLEN, 2012), sendo que a quantidade de calor transferido dependerá do tipo de molécula presente na substância a aquecer (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Dentre as várias tecnologias disponíveis para cozinhar alimentos, especialmente os vegetais, destacam-se os métodos convencionais: cocção por ebulição em líquidos, cocção por vapor (AQUINO *et al.*, 2011; PELLEGRINI *et al.*, 2010), assar em forno (PERLA; HOLM; JAYANTY, 2012), cozimento sob pressão (JIMÉNEZ-MONREAL *et al.*, 2009), e os métodos contemporâneos: cocção em micro-ondas (JAISWAL; ABU-GHANNAM, 2013), cocção a vácuo ou *sous vide* (IBORRA-BERNAD *et al.*, 2014; RINALDI *et al.*, 2013) e cocção em forno combinado (GISSLEN, 2012; MEJIDO, 2012).

Os métodos de cocção são os principais determinantes das perdas de vitaminas e minerais nos vegetais, bem como de compostos bioativos (KAO *et al.*, 2012). Dessa forma, conservar esses nutrientes é uma tarefa desafiadora, pois as reações químicas e físicas que alteram a qualidade dos vegetais se iniciam logo após a colheita (PIGOLI; VIEITES; DAIUTO, 2014), prosseguindo até o preparo final do alimento.

Com a cocção, o conteúdo e a capacidade dos nutrientes desses vegetais são alterados, acarretando consequências positivas, tais como a melhora da capacidade de compostos naturalmente presentes, a formação de novos compostos com atividade nutricional (CAMPOS *et al.*, 2008), aumento da disponibilidade de certos nutrientes (MCGEE, 2014), mas também negativas como a redução ou perda do conteúdo nutricional (MCGEE, 2014; PIGOLI; VIEITES; DAIUTO, 2014) e alterações na coloração (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Alguns vegetais possuem substâncias antinutricionais, que reduzem o valor nutritivo dos alimentos (APATA; BABALOLA, 2012) e podem afetar a digestibilidade, a disponibilidade, a absorção ou a utilização de nutrientes (OLAYIWOLA *et al.*, 2009; SANTOS, 2006). Entretanto, se estes alimentos forem expostos a algum tipo de tratamento térmico, o conteúdo e atividade de compostos antinutricionais é reduzido, uma vez que são sensíveis ao aquecimento (DOMENE, 2014). É o caso da batata doce, que possui substâncias tais como fitato, oxalato e tanino (ABUBAKAR *et al.*, 2010), das leguminosas, que possuem inibidores de proteases, de amilases e lectinas e da mandioca que apresenta glicosídeos cianogênicos (GC), que *in vivo* geram ácido cianídrico (DOMENE, 2014; MCGEE, 2014).

As mudanças físicas e químicas que os vegetais sofrem são influenciadas ainda pela temperatura, duração do processo, formas de transferência de calor e meio de cocção utilizados em cada um dos métodos adotados para cozinhar os alimentos (SCHEIBLER *et al.*, 2010).

O tempo de cozimento sofre alteração conforme o método adotado e a consistência do alimento usado, sendo necessário o controle e a observação da cocção de cada vegetal para que o ponto desejado não seja extrapolado (ORNELLAS, 2007).

Estudos demonstram que dependendo do método de cocção empregado no preparo do vegetal, as perdas ou redução de nutrientes e de compostos bioativos em vegetais sofrem alterações (BURGOS *et al.*, 2012; HARAKOTR, *et al.*, 2014; KIM *et al.* 2015; PEREIRA, 2014; SILVA, 2012; VASCONCELOS, 2015).

A cocção de legumes por métodos que dispensam a adição de gordura é considerada saudável (MEJIDO, 2012), uma vez que produz alimentos de baixo valor lipídico (ARAÚJO *et al.*, 2014), bem como os torna ecológica e economicamente mais viáveis, sendo usuais nos ambientes domésticos e em empresas de restauração e de processamento de hortaliças.

3.2.1 Métodos de cocção convencionais

3.2.1.1 Cocção por ebulição

A cocção por ebulição ou fervura é um dos métodos mais antigos de se preparar alimentos (MILLER; RAMA, 2011), ocorrendo através da aplicação direta de calor por meio de líquido em ebulição, até o ponto de cozimento esperado, ou seja, até que o alimento esteja completamente cozido e próprio para ser ingerido (ARAÚJO *et al.*, 2014; BARRETO, 2010; PHILIPPI, 2014).

Na fervura o aquecimento do alimento se dá pelas correntes de convecção da água quente, onde a temperatura máxima alcançada é o ponto de ebulição da água, 100 °C ao nível do mar (INSTITUTO AMERICANO DE CULINÁRIA, 2011; MCGEE, 2014; MEJIDO, 2012).

O processamento térmico de vegetais por meio da fervura é satisfatório para que ocorra o amolecimento dos tecidos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). O abrandamento da parede celular dos vegetais, principalmente das hortaliças, é afetado pelo tempo e temperatura de cocção, sendo que, quanto maior o tempo de cocção, menor deve ser a

temperatura e vice-versa, pois caso haja uso em excesso de um desses fatores, podem haver prejuízos sensoriais ou nutricionais no alimento (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Propondo avaliar a retenção de carotenoides em vegetais submetidos a diferentes métodos de cocção, Kao *et al.*, (2012) descobriram que o cozimento em ebulição, em comparação com a cocção por fritura, preservou com mais eficácia esses compostos bioativos, sendo este efeito atribuído, provavelmente, ao amolecimento da matriz vegetal.

Além das perdas ou alterações promovidas pela ação do calor, há ainda as perdas por dissolução, alterando desta forma, o valor nutritivo do alimento (LIVERA; SALGADO, 2007; ORNELLAS, 2007; TEICHMANN, 2009). Ademais, a ebulição dilui muitos dos açúcares naturais, sais minerais, vitaminas e pigmentos que são bastante apreciados nos vegetais (MYHRVOLD; YOUNG; BILET, 2011).

A essa remoção de nutrientes do conteúdo intracelular dos alimentos por ação da água durante a cocção por imersão, dá-se o nome de lixiviação (DOMENE, 2014), devendo ser evitada ao máximo para que haja maior retenção possível de nutrientes no alimento (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A extensão das perdas nutricionais depende diretamente da proporção alimento/água e do tempo de cocção ao qual o alimento é submetido (LIVERA; SALGADO, 2007). Portanto, é recomendável que seja utilizada uma menor quantidade de água e o tempo de cocção seja o mais breve possível, para reduzir as perdas (PHILIPPI, 2014).

3.2.1.2 Cocção por vapor

A cocção por vapor, também chamada de cocção indireta (KOVESI *et al.*, 2007), é um método de cozinhar alimentos utilizando apenas os vapores advindos do aquecimento de algum líquido de cozedura (MEJIDO, 2012).

O vapor é o mais rápido e eficiente modo de transmissão do calor para preparar alimentos, graças à grande quantidade de energia que o vapor de água libera quando se condensa em gotículas na superfície do alimento (MCGEE, 2014).

A circulação de vapor ao redor do alimento favorece um ambiente uniformemente úmido (INSTITUTO AMERICANO DE CULINÁRIA, 2011). O vapor de água envolve e penetra no alimento, do seu exterior até o seu centro, sem que haja contato do líquido de cozimento com o alimento (BARRETO, 2010; MEJIDO, 2012).

O aquecimento se dá por condensação e convecção do vapor d'água, onde as moléculas de vapor de água transmitem ao alimento tanto sua energia cinética, como também

sua energia de evaporação, fazendo com que a superfície do alimento chegue ao ponto de ebulição mais rapidamente (MCGEE, 2014).

O tempo de cocção depende da consistência (ORNELLAS, 2007) e textura (DOMENE, 2014) de cada alimento. A cocção no vapor cozinha os alimentos a 100 °C (MCGEE, 2014), havendo uma maior rapidez no preparo de alimentos, onde uma maior quantidade é preparada em menos tempo (TEICHMANN, 2009).

A cocção por vapor destaca-se entre os métodos de cocção úmida por conservar o valor nutritivo (KOVESI *et al.*, 2007) e as características sensoriais dos alimentos (PHILIPPI, 2014; TEICHMANN, 2009), visto que se perdem muito poucos nutrientes por lixiviação pois o alimento, geralmente, não fica em contato direto com o líquido (MCFADDEN, 2004; DOMENE, 2014).

É uma técnica bastante apreciada e adotada para cozinhar vegetais, em especial aqueles a serem utilizados na elaboração de saladas e outras preparações que necessitem de vegetais pré-cozidos (DOMENE, 2014). Cozinhar hortaliças compactas, como batatas, beterraba, folhas endurecidas e abóbora no vapor, evita que elas sejam expostas a turbulência da fervura da água e percam sua cor, sabor e nutrientes por dissolução (MCGEE, 2014; PHILLIPI, 2014).

3.2.1.3 Cocção em panela de pressão

A cocção na pressão aquece rapidamente os alimentos, facilitando a sobre-cocção de hortaliças frescas (MCGEE, 2014) e reduzindo as perdas por dissolução (ARAÚJO *et al.*, 2014). A pressão e a alta temperatura alteram as estruturas das fibras promovendo uma maior degradação das mesmas (TOLEDO; CANNIATTI-BRAZACA, 2008).

Cozinhar em panela de pressão trata-se essencialmente de um misto de cocção por fervura e vapor, com a diferença de que ambos se encontram a cerca de 120° C em vez de 100° C, sendo uma prática comum e amplamente utilizada que permite que os alimentos sejam cozidos mais rapidamente (ARISSETO; VICENTE; TOLEDO, 2013; MCGEE, 2014).

Este método eleva o ponto de ebulição da água e acelera o cozimento, pois prende dentro de si o vapor que sobe da água fervente, aumentando a pressão sobre o líquido e, logo seu ponto de ebulição – sua temperatura máxima – para cerca de 120 ° C (THIS, 2010).

Como a cocção sob pressão ocorre em menor tempo do que no preparo convencional, é bastante recomendada para preparo de alimentos de gelatinização demorada, como cereais integrais, tubérculos (DOMENE, 2014), bem como de leguminosas secas como

o feijão, uma vez que apresenta alta eficiência no amolecimento dos grãos (MOURA; CANNIATTI-BRAZACA; SOUZA, 2009).

Este método pode ser empregado para todo o tipo de cocção úmida, sendo que, havendo um controle de tempo adequado, haverá uma economia significativa no consumo de combustível (DOMENE, 2014).

Cozinhar em panela de pressão requer alguns cuidados específicos que visam garantir a segurança durante o seu uso e a eficácia da cocção. A panela deve ser conservada sempre limpa e em bom estado de conservação, principalmente, a borracha de vedação e as válvulas, e o cabo deve estar firme e com travamento perfeito (PANELA, 2016).

A quantidade de alimento não deve ultrapassar 2/3 da capacidade da panela de pressão, para que o cozimento seja uniforme e não eleve demasiadamente a pressão no interior do recipiente. A cocção de alimentos congelados na panela de pressão é uma prática não recomendada uma vez que o tempo de cocção é superior àquele utilizado para alimentos descongelados (SOPHIA, 2015).

3.2.1.4 Cocção em forno convencional

Os fornos convencionais têm funcionamento simples, aquecendo o ar em um espaço confinado, ocorrendo desta forma o assamento dos alimentos, ou seja, cozendo-os em ar quente e seco (GISSLEN, 2012), por meio da combinação da radiação das paredes do forno e da convecção do ar quente (MCGEE, 2014).

Neste tipo de método há aplicação do calor seco, sendo conduzido sem umidade, podendo ser com ou sem uso de gordura (DOMENE, 2014). O alimento geralmente é assado até adquirir uma crosta por fora, que evita a saída do suco, deixando-o úmido e cozido por dentro. A temperatura utilizada neste método varia entre 120°C a 250° e, desde que seja alta o suficiente, faz com que a superfície do alimento desidrate e conseqüentemente sofra escurecimento (MEJIDO, 2012; MCGEE, 2014).

Neste método de cocção, a transferência de calor para o alimento é lenta, visto que nem a radiação nem a convecção do ar transferem com rapidez o calor para o alimento, sendo assim menos eficiente quando comparada a condução, pois necessita de mais tempo para cozinhar o alimento (MCGEE, 2014).

3.2.2 Métodos de cocção contemporâneos

Os métodos de cocção contemporâneos são assim classificados por uma questão de metodologia, entretanto, todos eles são métodos convencionais que utilizam equipamentos modernos, ágeis e, geralmente, econômicos que oferecem múltiplos programas de cocção (BARRETO, 2010; MEJIDO, 2012).

3.2.2.1 Cocção em forno micro-ondas

A cocção de alimentos em forno micro-ondas é um processo recente, que rapidamente ganhou popularidade nos lares e no processamento de alimentos em larga escala (CHO; LEE; RHEE, 2010), principalmente por sua capacidade de aquecer com rapidez os alimentos, garantindo, contudo, a inativação de micro-organismos e as qualidades microbiológicas e sanitárias destes produtos (GERMANO; GERMANO, 2011).

A radiação de micro-ondas, produzida por fornos de micro-ondas, transfere energia por meio de ondas curtas de alta frequência (INSTITUTO AMERICANO DE CULINÁRIA, 2011), denominadas ondas eletromagnéticas, que são geradas por unidades emissoras chamadas magnétrons (PHILIPPI, 2014) não havendo assim contato direto do alimento com a fonte de calor (KOVESI *et al.*, 2007).

A energia das micro-ondas converte-se em calor ao ser absorvida pela matéria. A interação dessa radiação em determinado material cria uma distorção resultante do efeito do campo magnético associado ao elétrico (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Os elétrons se chocam uns aos outros durante este movimento de elétrons e sua energia é convertida em energia térmica como um resultado de fricção (OZKAN; AKBUDAK; AKBUDAK, 2007).

Na cocção por micro-ondas o alimento é aquecido de dentro para fora e das bordas para o centro (TEICHMANN, 2009), já no aquecimento convencional o calor é gerado na primeira superfície de contato, e, em seguida, se difunde para o interior (EL-ABASSY; DONFACK; MATERNY, 2010). Desta forma, os efeitos do aquecimento por micro-ondas e aquecimento convencional nos componentes alimentares são, portanto, completamente distintos (OZTOP; SAHIN; SUMNU, 2007).

A velocidade de cocção por micro-ondas é muito alta, pois a radiação atinge todo o alimento, aquecendo de uma só vez todas as partículas de água (KOVESI *et al.*, 2007). O tempo de cocção em fornos micro-ondas depende da quantidade de alimento que se quer preparar e da capacidade do forno selecionado (MEJIDO, 2012).

O aquecimento por micro-ondas tem muitas vantagens sobre o aquecimento convencional e ganhou popularidade no processamento de alimentos devido à sua conveniência, tempo preciso, alta eficiência energética, capacidade de alcançar altas taxas de aquecimento, redução significativa no tempo de cocção, aquecimento mais uniforme, facilidade de manuseio e de operação, e baixa manutenção (EL-ABASSY; DONFACK; MATERNY, 2010; SALAZAR-GONZALEZ *et al.*, 2012; ZHANG *et al.*, 2006).

Daiuto *et al.* (2015) ao verificarem o método de cozimento mais adequado para o preparo de hortaliças, visando minimizar as perdas de minerais, concluíram que os métodos de cozimento vapor e o micro-ondas foram os que demonstraram as menores perdas para a maioria dos minerais.

Apesar desses benefícios, este método de cocção apresenta algumas desvantagens. Uma delas é o custo energético, que é muito maior, principalmente quando comparado a outros métodos, como por exemplo, o forno convencional (SANTOS *et al.*, 2009b).

Outra limitação é que, como as micro-ondas só conseguem penetrar certa distância na superfície do alimento, é necessário que este seja picado em peças finas, de mesma espessura, e arranjadas numa única camada ou numa pilha com muitos interstícios para que a cocção seja homogênea. Além disso, a cocção em micro-ondas tende a ressecar a comida, necessitando que se adicione um pouco de água na cocção ou se utilize recipientes fechados nos quais o vapor possa ficar retido (MCGEE, 2014).

3.2.2.2 Cocção combinada de calor seco com calor úmido (Forno combinado)

O forno combinado destaca-se entre os novos equipamentos que vêm sendo utilizados em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) (CALADO, 2008). Por meio da circulação combinada de ar quente e vapor, esse tipo de forno utiliza o calor seco, calor úmido e a combinação dessas duas formas de cocção (TEICHMANN, 2009), permitindo a utilização de variados métodos de cocção: branquear, assar, fritar, grelhar, gratinar, aquecer, cozinhar em banho-maria e a vapor, dentre outros (MISTURA, 2006; ZOMPERO, 2014).

De tal modo, o alimento preparado no forno combinado recebe um aquecimento homogêneo, evitando ressecamento e garantindo uma cocção uniforme. Sua utilização dá agilidade na execução das preparações, diminui o desperdício, melhora a apresentação dos pratos e não requer a utilização de gordura. Além disso, este método é o que melhor preserva as características sensoriais e nutricionais, uma vez que não há imersão dos alimentos em água (ALVES *et al.*, 2011; MANGABEIRA JÚNIOR, 2009).

Nesse equipamento é possível o processamento de diferentes alimentos simultaneamente, já que possui câmaras separadas com controle de temperatura individual, não havendo modificações nos sabores (ARAÚJO *et al.*, 2014).

A produção de grandes quantidades de alimentos em curto espaço de tempo, o controle de calor e temperatura, e o tempo de cocção reduzido são outras vantagens do uso de fornos combinados (KNIGHT; KOTSCHEVAR, 2005).

O alto custo para a aquisição deste equipamento pode representar uma desvantagem, principalmente para pequenos estabelecimentos, pois requer alto investimento. No entanto, tal gasto é compensado com a elevada vida útil do produto, além do aumento na produtividade, uma vez que a produção é automatizada, evitando desperdícios relacionados ao mau preparo dos alimentos (MELO; SOUZA; ARAÚJO, 2013).

Por se tratar de um sistema complexo, a utilização deste equipamento requer treinamento adequado e constante para que haja domínio na sua operação, pois, caso contrário, poderão surgir dificuldades na sua utilização. A dificuldade de compressão no uso de preparos específicos no forno combinado faz com que este equipamento seja, muitas vezes, subutilizado, não sendo executadas suas funções máximas para as quais foi projetado, tais como preparos múltiplos de diferentes grupos de alimentos ao mesmo tempo (CALADO, 2008; ZOMPERO, 2014).

A fim de minimizar as perdas hídricas dos alimentos, preservando a qualidade sensorial e estender a vida útil dos alimentos, estes podem ser coccionados embalados à vácuo, em sacos plásticos impermeáveis, termoestáveis e hermeticamente fechados (BARRETO, 2010; MEDEIROS, 2009; TEICHMANN, 2009). O processo de manter um alimento sob vácuo permite a preservação dos aspectos naturais do alimento, tais como: frescor, cor, sabor, teor nutricional, umidade e a aparência desde o pré-preparo até seu consumo (VAUDAGNA *et al.*, 2002); e oferecem segurança, por sua tecnologia de cozimento, pois elimina os riscos de contaminação dos alimentos por bactérias, uma vez que os alimentos são pasteurizados totalmente na embalagem final (RAMOS, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo compõe o projeto global intitulado “Cocção de vegetais por métodos convencionais e contemporâneos: avaliação da retenção de nutrientes, biodisponibilidade e aspectos sensoriais, visando à maximização do uso e redução do desperdício de alimentos”, que se encontra em andamento na Universidade Federal do Ceará (UFC), sendo desenvolvido pelo grupo de pesquisa Laboratório de Gastronomia: Ciência, Cultura e Arte.

4.1 Matéria-prima

Para a realização do experimento foram utilizadas batatas-doces (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) *in natura*, que apresenta polpa creme e casca de cor púrpura intensa (FIGURA 1), adquiridas nas Centrais de Abastecimento do Ceará (CEASA - S/A), durante o mês de março de 2015. As batatas-doces foram selecionadas quanto à uniformidade de cor, tamanho e forma, além da ausência de injúrias físicas e manchas.

Figura 1 - Aspecto da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)



Fonte: Da pesquisa (2016).

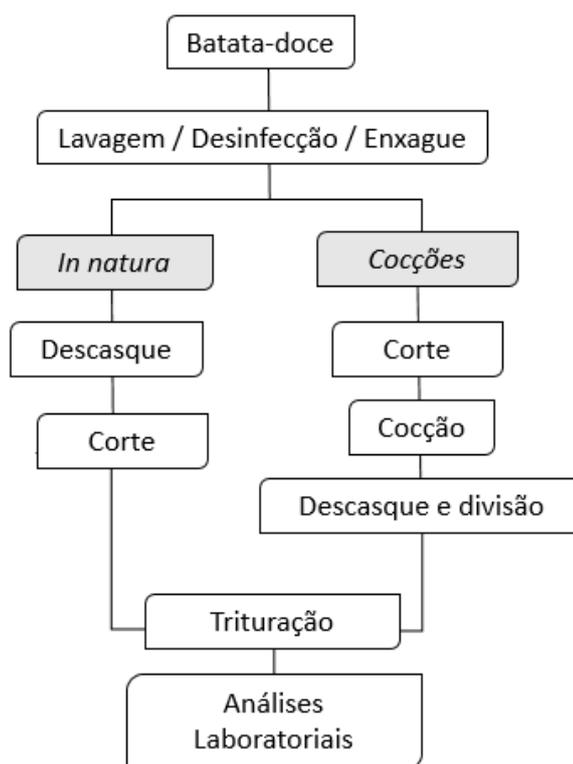
Após a aquisição, a matéria-prima foi transportada à temperatura ambiente até o Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará - UFC, em Fortaleza - CE, onde foram

armazenadas em temperatura ambiente, processadas e submetidas às análises laboratoriais.

4.2 Processamento das batatas-doces

O processamento das batatas-doces (FIGURA 2), tanto para as amostras *in natura* quanto para as que sofreram cocção, teve início com o procedimento de higienização, onde foi feita a lavagem das raízes em água corrente, com o auxílio de uma escova, para a retirada das impurezas macroscópicas oriundas do campo, seguida de desinfecção por imersão em uma solução composta de água e hipoclorito de sódio a 100 mg L^{-1} , durante 15 minutos, e enxague em água corrente.

Figura 2 – Fluxograma do processamento da batata-doce para obtenção das amostras *in natura* e cozidas



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

4.2.1 Amostras de batata-doce *in natura*

Para a obtenção das amostras *in natura*, as batatas-doces foram descascadas e cortadas manualmente, com o auxílio de uma faca em inox, processadas em liquidificador e armazenadas sob congelamento, para posteriores análises laboratoriais (FIGURA 2).

4.2.2 Amostras de batata-doce submetidas aos diferentes métodos de cocção

Foram realizados métodos de cocção convencionais e contemporâneos, totalizando seis métodos: ebulição, vapor, panela de pressão, forno convencional, forno de micro-ondas e a vácuo no forno combinado. Para cada tratamento térmico foram realizadas três repetições, utilizando aproximadamente 500g de batata-doce em cada um deles, originando um total de três amostras de cada tratamento.

Os tempos de cocção da batata-doce em cada método proposto foram definidos por meio de pré-testes de cocção e as temperaturas aplicadas foram as do próprio equipamento e/ou no que é preconizado na literatura, conforme apresentado na Tabela 2.

As batatas-doces foram cozidas pelos seis métodos de cocção nos tempos suficientes para que ocorresse o abrandamento do tecido vegetal. Para isso, utilizaram-se as técnicas descritas por Butarelo *et al.*, (2004), Cardoso *et al.* (2007) e Maieves (2010) por meio de teste empírico, com toques nas batatas-doces com uma faca de ponta fina, até que estivessem cozidas e com a consistência desejada, ou seja, quando apresentavam resistência à penetração sem, contudo, se fragmentarem ao introduzir-se a faca nos pedaços das raízes.

Tabela 2 - Tempo e temperatura/potência dos diferentes métodos de cocção a que foram submetidas as batatas-doces

Método de cocção	Tempo¹	Temperatura/Potência²
Ebulição	30 min.	98°C
Vapor	25 min.	100°C
Panela de pressão	3 min.	120°C
Forno convencional	22 min.	180°C
Forno de micro-ondas	8 min.	Alta
Vácuo no forno combinado	30 min.	100°C

Fonte: ¹Dados obtidos no pré-teste de cocção; ² Adaptado de Ornellas (2007); Teichmann (2009); Ariseto; Vicente; Toledo (2013); Mcgee, (2014); Philippi (2014) ou conforme temperatura do próprio equipamento.

Para o corte das batatas-doces, buscou-se uma padronização para todos os métodos de cocção, a fim de haver uma melhor comparação dos efeitos destes na composição físico-química e nutricional da batata-doce.

Desta forma, as raízes foram cortadas em rodela, de aproximadamente 3 cm, com o auxílio de uma faca em inox, sendo mantidas as cascas, a fim de minimizar as perdas dos componentes hidrossolúveis. Sequencialmente foram pesadas em triplicata, em balança

eletrônica digital da marca *Balmak*, modelo ELP-6/15/30, e submetidas aos diferentes métodos de cocção propostos. Em seguida, as amostras de batata-doce cozidas foram resfriadas, descascadas, divididas e trituradas em um liquidificador (FIGURA 2).

A partir de então, as determinações químicas, físico-químicas, ácido ascórbico, carotenoides, polifenóis totais e atividade antioxidante foram conduzidas em triplicata. As amostras *in natura* e cozidas empregadas nas análises de coloração e atividade de água foram mantidas íntegras.

4.2.2.1 Cocção por ebulição

Neste método de cocção, as batatas-doces foram colocadas em uma panela de aço inox com tampa, alças duplas e fundo triplo, contendo água potável em temperatura ambiente e em volume suficiente apenas para cobri-las (batata-doce: água – 1:2, p/v). O processamento foi conduzido em fogão industrial, da marca Metalmaq, modelo M-14 Q/D P9 luxo, à pressão atmosférica e em temperatura de ebulição (aproximadamente 98°C), por 30 minutos, sem reposição de água (TABELA 2). O tempo foi cronometrado somente após o início da fervura da água. Imediatamente após a cocção, o excesso de água foi drenado e os vegetais foram resfriados à temperatura ambiente de 25 °C.

4.2.2.2 Cocção por vapor

A cocção da batata-doce em vapor de água foi realizada em uma panela *cozi-vapore* de aço inox com fundo triplo, em fogão industrial, da marca Metalmaq, modelo M-14 Q/D P9 luxo, por 25 minutos, contados a partir do início da vaporização da água (TABELA 2). Logo em seguida, as batatas-doces foram submetidas ao resfriamento à temperatura ambiente de 25 °C.

4.2.2.3 Cocção em panela de pressão

Foi utilizada uma panela de pressão doméstica em alumínio com capacidade para 4,5 litros, onde as batatas-doces foram imersas em água suficiente apenas para cobri-las (batata-doce: água – 1:2, p/v), e posteriormente levadas à cocção em chama alta. Logo que a válvula controladora de pressão começou a eliminar vapor, a potência da fonte de calor foi reduzida, iniciando a contagem do tempo de cozimento.

O processamento foi realizado em fogão industrial, da marca Metalmaq, modelo M-14 Q/D P9 luxo, à pressão atmosférica, durante 3 minutos, sem reposição de água (TABELA 2). Imediatamente após a cocção, as batatas-doces foram drenadas e resfriadas à temperatura ambiente de 25 °C.

4.2.2.4 Cocção em forno convencional

Para a realização desta cocção foi utilizado forno industrial a gás, da marca Progás, modelo FSI 680N. O forno foi pré-aquecido por 10 minutos à temperatura de 180°C. As rodela de batatas-doces cruas foram dispostas em assadeira retangular em alumínio e recoberta por papel alumínio, de modo a deixar os vegetais totalmente cobertos, a fim de evitar o excesso de desidratação e favorecer o cozimento uniforme de todas as amostras. As batatas-doces foram assadas por 22 minutos a 180° C (TABELA 2). Decorrido este tempo o papel alumínio foi retirado e feito o resfriamento dos vegetais em temperatura ambiente de 25°C.

4.2.2.5 Cocção em forno de micro-ondas

A realização da cocção das batatas-doces por este método foi feita em um forno de micro-ondas doméstico, da marca Brastemp, modelo ELP 6/15/30, com potência de 2450 MHz, durante 8 minutos em potência alta (TABELA 2). As rodela de batatas-doces cruas foram dispostas, sem sobrepôr umas às outras, em uma forma refratária que foi em seguida coberta com plástico filme PVC e levada ao forno de micro-ondas. Ao final da cocção, o filme foi removido e as batatas-doces foram resfriadas à temperatura ambiente de 25 °C.

4.2.2.6 Cocção em forno combinado (embalado a vácuo)

Neste método de cocção, as rodela de batatas-doces cruas foram empacotadas em embalagens plásticas de poliamida-polietileno com o auxílio de uma seladora a vácuo da marca *Orved & Brock*, modelo VM-16LS, sendo então submetidas à dupla selagem a vácuo. Sequencialmente estas embalagens foram dispostas em bandejas de aço inox e colocadas em forno combinado elétrico, da marca Rational, pré-aquecido, cuja temperatura alcança 100 °C e umidade relativa 100% em seu interior, durante 30 minutos (TABELA 2). Após a cocção, as batatas-doces foram resfriadas em câmara fria (aproximadamente 4 °C).

4.3 Determinações químicas e físico-químicas

As determinações químicas e físico-químicas foram realizadas a partir das amostras de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) *in natura* e submetida aos diferentes métodos de cocção (ebulição, vapor, panela de pressão, forno convencional, forno de micro-ondas, cocção à vácuo no forno combinado).

4.3.1 pH

O método eletrométrico foi empregado para determinar o potencial hidrogeniônico (pH) das amostras. A medição foi feita nas amostras diluídas em água destilada na proporção 1:10 (batata-doce: água, p/v), através de medidor de pH, da marca Jenway[®], modelo 3505, calibrado com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0 a cada utilização, conforme recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL) (2008).

4.3.2 Acidez titulável total

A acidez titulável total (ATT) foi obtida pelo método titulométrico, onde a amostra diluída em água foi titulada com NaOH a 0,1 M até o ponto de viragem. A acidez titulável foi expressa em ácido cítrico, conforme *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC) (2005).

4.3.3 Umidade

A gravimetria em estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ foi adotada para a determinação da umidade das amostras, que consiste na remoção da água do alimento por aquecimento.

As amostras foram colocadas em cápsulas de porcelana, com massas previamente determinadas, ficando em estufa até a secagem. As cápsulas contendo as amostras foram, então, resfriadas à temperatura ambiente, em dessecador, e sua massa novamente determinada. Esse procedimento foi repetido até que se alcançasse uma massa constante (IAL, 2008). A secagem completa das amostras levou 16 horas.

4.3.4 Atividade de água

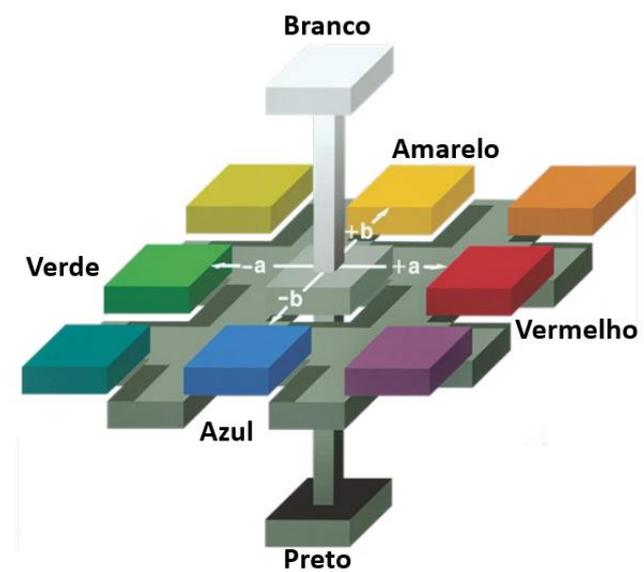
A análise da atividade de água (a_w) foi conduzida diretamente nas amostras, em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C), com o auxílio de um analisador de atividade de água por ponto de orvalho, com controle interno de temperatura, da marca Aqualab® (modelo 4TE), seguindo recomendações do fabricante. As amostras foram cortadas em pequenos pedaços e colocadas nas cápsulas do equipamento.

4.3.5 Determinação de coloração

A cor instrumental das amostras foi determinada em espectrofotômetro de medida de cor, modelo *ColorQuest XE*, da marca *Hunter Lab*, por refletância especular exclusiva, seguindo a metodologia definida no manual do fabricante. As amostras foram colocadas em cubeta de vidro opticamente limpo e as leituras feitas em triplicata.

A expressão dos resultados foi feita de acordo com as coordenadas do sistema CIELab (FIGURA 3), que inclui as seguintes variáveis de cor: Luminosidade (L^*), Coordenadas a^* e b^* , *Chroma* (C^*) e Ângulo *hue* (h).

Figura 3 - Coordenadas do sistema CIELAB de cor



Fonte: Adaptado de HunterLab (2012).

4.4 Determinação dos compostos bioativos

4.4.1 Ácido ascórbico

A determinação de ácido ascórbico, em 2,5g de amostra, foi realizada pelo método proposto por Strohecker e Henning (1967), através da titulação com solução 2,6-diclorofenolindofenol (DFI), em que o ácido ascórbico reduz o corante indicador do DFI, no ponto final de titulação, e o excesso de corante não reduzido confere uma coloração rosada à solução. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g de amostra fresca.

4.4.2 Carotenóides totais

Os teores de carotenoides totais foram determinados pela metodologia proposta por Nagata e Yamashita (1992). O procedimento consistiu em envolver os tubos de ensaio com papel alumínio, em seguida pesou-se 1 g da amostra em cada tubo, colocou-se 10 ml da solução extratora acetona-hexano na proporção (4:6), agitou-se por 1 minuto em um agitador de tubos e posteriormente filtrou-se com papel filtro em *becker* protegido com papel alumínio.

Em seguida fez-se a leitura em espectrofotômetro UV-vis (Micronal, Modelo B582) nos comprimentos de onda de 453 nm, 505 nm, 645 nm, 663 nm. A leitura foi feita em ambiente escuro e os resultados foram expressos em μg de β -caroteno 100 g^{-1} pela equação: $\text{Concentração} = 0,216 \times A_{663} - 1,22 \times A_{645} - 0,304 \times A_{505} + 0,452 \times A_{453}$.

4.4.3 Determinação de polifenóis extraíveis totais e da atividade antioxidante total

Inicialmente foram preparados extratos de cada amostra que foram utilizados tanto para a determinação de polifenóis, quanto da atividade antioxidante. Foi utilizado o método de Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) com adaptações, e feitos testes prévios. Cerca de 10g de cada amostra foram pesados em tubos de centrifuga onde foram adicionados 10 mL de etanol 50%, homogeneizados e deixados em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente e em local escuro. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 15.000 rpm, em centrífuga refrigerada durante 15 minutos e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 25 mL. A partir do resíduo da primeira extração, foram adicionados 10 mL de acetona 70%, homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos, à temperatura ambiente e em local escuro. Novamente a amostra foi centrifugada a 15.000 rpm durante 15 minutos, o

sobrenadante filtrado foi transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e o volume completado para 25 mL com água destilada.

4.4.3.1 Determinação de polifenóis extraíveis totais

Para determinar a quantidade de polifenóis totais foi aplicada a metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) utilizando o reagente *Folin-Ciocalteu*. As formulações foram analisadas em triplicata e quantificadas através da construção de curva padrão de ácido gálico (0 a 50 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$) e os resultados foram expressos em mg ácido gálico 100 g^{-1} .

A determinação dos polifenóis totais foi realizada com alíquotas de 200 μL do extrato e 300 μL de água destilada para as amostras *in natura* e 80 μL do extrato e 420 μL de água destilada para as amostras cozidas. Essas alíquotas foram colocadas em tubos de ensaio e neles foram adicionados 0,5 mL do reagente *Folin-Ciocalteu*, 1,0 mL de solução de carbonato de sódio a 20% e 1,0 mL de água destilada, em seguida foram homogeneizados e deixados em repouso por 30 minutos. Decorrido esse tempo, a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro Shimadzu® (modelo UV-1800) a 700 nm e utilizada como referência a curva padrão de ácido gálico (0 a 50 $\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$). Os resultados foram expressos em miligramas de ácido gálico/100 g de amostra.

4.4.3.2 Determinação da atividade antioxidante total pelos métodos ABTS e FRAP

A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada pelo método de sequestro de radicais livres (ABTS), conforme metodologia descrita por Re *et al.* (1999) com algumas modificações realizadas por Rufino *et al.* (2007), e pelo método *Ferric Reducing Antioxidant Power* (FRAP), baseado na metodologia proposta por Benzie e Strain (1996) com algumas modificações feitas por Rufino *et al.* (2006).

No ensaio para determinação da atividade antioxidante total pelo método de sequestro de radicais livres (ABTS), inicialmente foram usados tubos de ensaio, onde uma alíquota de 30 μL de cada diluição do extrato reagiram com 3 mL da solução resultante do radical ABTS, em ambiente escuro. O decréscimo da absorbância a 734 nm foi medido em espectrofotômetro Shimadzu® (modelo UV-1800) após 6 min, com o auxílio de uma curva padrão entre 500-1500 μM de Trolox. Os resultados foram expressos como μM de capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) por grama de massa fresca.

Para a avaliação da atividade antioxidante total através do método FRAP, que mede o poder de redução do ferro a partir do extrato obtido, foram preparados em tubos de ensaio, três diluições diferentes, em triplicata.

Em ambiente escuro, uma alíquota de 90 μL de cada diluição do extrato foi transferida para tubos de ensaio, onde foram acrescentados 270 μL de água destilada e 2,7 mL do reagente FRAP, que após serem misturados foram homogeneizados em agitador de tubos e mantidos em banho-maria a 37°C.

A leitura (595 nm) foi feita em espectrofotômetro Shimadzu® (modelo UV-1800) após 30 minutos da mistura preparada e utilizado o reagente FRAP como branco para calibrar o equipamento. A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, a absorbância foi plotada no eixo Y e a diluição (mg L^{-1}) no eixo X, sendo em seguida determinada a equação da reta.

Para calcular a AAT, foi substituída na equação da reta a absorbância equivalente a 1.000 μM do padrão sulfato ferroso. O valor obtido para o termo x foi correspondente à diluição da amostra (mg L^{-1}) equivalente a 1.000 μM de sulfato ferroso (Fe_2SO_4).

4.5 Avaliações microbiológicas

As batatas-doces coccionadas pelos diferentes métodos de cocção foram submetidas às análises de contagem de coliformes totais a 35°C, fecais a 45°C e pesquisa de *Salmonella* sp, de acordo com a metodologia da *American Public Health Association* (2001) e foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

Para a contagem de coliformes totais, inicialmente, foram efetuadas três diluições (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) de cada amostra para inoculação em uma série de três tubos de caldo lactosado por diluição, no qual foi adicionado 1 mL da diluição por tubo, que foram incubados a 35°C por 24 horas, para que se obtivesse resultados a partir da formação de gás dentro dos tubos, após esse período de incubação.

Quando houve a presença de gás nos tubos de *Duhan*, foi feita a transferência de uma alçada bem carregada do material de cada tubo de ensaio para um tubo contendo caldo *E.coli* (EC), e os mesmos incubados em banho-maria a 45,5°C por 24 horas. A contagem de coliformes a 45°C foi indicada pela produção de gás dentro dos tubos, onde o resultado foi visualizado em uma tabela adequada de número mais provável (NMP) e expresso em NMP por gramas de amostra.

Para verificar a presença ou ausência de *Salmonella* sp., antes de serem analisadas, as amostras foram homogeneizadas. Posteriormente, foram pesadas, assepticamente, 25 g de cada amostra, que foram transferidas para frascos distintos com 225 mL de caldo lactosado, previamente preparados, esterilizados e incubados em estufa microbiológica a 35°C por 24 horas.

Transcorrido esse tempo, 1 mL do conteúdo do frasco foi transferido, cuidadosamente agitado, para 10 mL de caldo Tetracionato, que foi incubado em estufa a 35°C por 24 horas e 0,1 mL para Caldo *Rappaport-Vassiliadis* modificado (RV), que foi incubado em banho-maria a 42°C por 24 horas. Após esse período, os tubos foram agitados e uma alçada de cada caldo transferida para placas contendo Ágar Entérico de Hectoen (HE) e para placas contendo Ágar Xilose Lisina Desoxicicolato (XLD), que foram incubadas e invertidas a 35°C por 24 horas.

4.6 Avaliação sensorial

A análise sensorial foi realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (CEPE), mediante o parecer n° 248.093, CAAE: 12444013.0.0000.5054 (ANEXO A).

As batatas-doces obtidas pelos seis diferentes métodos de cozimento foram avaliadas através de testes de aceitação e preferência e por meio da metodologia *Check All That Apply* (CATA), por 51 provadores voluntários não treinados, utilizando as dependências do Laboratório de Experimentação de Alimentos do Departamento de Economia Doméstica da Universidade Federal do Ceará.

A apresentação das amostras foi realizada em blocos inteiramente casualizados, de acordo com Macfie *et al.* (1989). As amostras foram servidas aos provadores de forma monódica em 2 sessões (3 amostras/sessão), à temperatura ambiente, na quantidade de aproximadamente 25 g, em recipientes descartáveis brancos, codificados com números de três dígitos, acompanhadas de um copo com água para ser utilizado pelo provador entre as amostras para eliminação do sabor residual na boca.

Após leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A) e preenchimento da ficha de recrutamento (APÊNDICE B), os provadores avaliaram as seis amostras de batata doce por meio do teste de aceitação sensorial dos produtos (APÊNDICE C), onde atribuíram nota aos atributos sensoriais: cor, aparência, sabor, aroma, textura e impressão global, baseando-se em uma escala hedônica estruturada de 9

pontos pré-estabelecida que variou gradativamente de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo” (STONE e SIDEL, 2004) para identificação das características mais aceitas e menos aceitas (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Na mesma ficha, os provadores também avaliaram a intenção de consumo das amostras através de uma escala estruturada em cinco pontos (1 = nota de valor mínimo (“nunca comeria”) e 5 = nota de valor máximo (“comeria sempre”)) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999) baseados na impressão global das amostras.

Ainda na ficha do teste de aceitação foi aplicado aos provadores o teste CATA ou Cheque Tudo que é Aplicável, que consiste numa lista de palavras ou frases na qual os julgadores podem selecionar todas as qualidades que considerem apropriadas para descrever o produto (ARES *et al.*, 2010).

A lista de atributos do questionário CATA constou de 32 palavras ou frases, que foram selecionadas de uma lista geral de características sensoriais e termos usuais referentes à cor, aparência, odor e sabor descritos pelo IAL (2008) e com base nos estudos de Leighton, Schönfeldt e Kruger (2010) e Oirschot, Rees e Aked (2003), conforme os atributos sensoriais que pudessem ser atribuídos à batata-doce cozida.

Ao final da análise sensorial foi apresentada aos provadores uma ficha para avaliação de uma amostra ideal (APÊNDICE D), onde, por meio da mesma lista de atributos utilizada no CATA, estes puderam escolher aqueles que descreviam melhor a amostra ideal de batata-doce cozida.

4.7 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado com as amostras de batata-doce *in natura* e submetidas aos seis métodos de cocção propostos, sendo realizadas três repetições de cada um dos métodos.

Os resultados obtidos nas análises químicas, físico químicas e sensorial foram submetidos a análise de variância e quando constatado a significância pelo teste F, os tratamentos foram comparados através do teste de Tukey ao nível de 5%. Adicionalmente, foram realizadas correlações de Pearson para determinadas variáveis, a fim de correlacionar os resultados. Para a avaliação sensorial, os dados foram analisados ainda por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), do Mapa de Preferência Interno, do *Check All That Apply* (CATA), utilizando o teste de Cochran para comparação entre as amostras, e avaliação da amostra ideal.

Os resultados das médias foram apresentados de forma tabular e gráfica, e a Análise dos Componentes Principais através de gráficos bidimensionais. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando XLSTAT 2015, versão 6, sendo os resultados expressos como a média \pm desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos experimentos realizados e através de métodos já referenciados são apresentados os resultados divididos da seguinte forma: caracterização da matéria-prima; efeitos dos seis diferentes métodos de cocção nos atributos da batata-doce (características químicas e físico-químicas, coloração, determinação dos compostos bioativos); correlações entre compostos fenólicos totais e ácido ascórbico em relação aos métodos antioxidantes ABTS e FRAP e entre os ensaios antioxidantes ABTS e FRAP; análises microbiológicas e avaliação sensorial das amostras de batata-doce submetidas aos diferentes métodos de cocção.

5.1 Caracterização da matéria-prima

Na tabela 3 estão apresentados os resultados da batata-doce *in natura*, referentes às determinações químicas, físico-químicas e de coloração.

Tabela 3 - Caracterização química e físico-química e coloração da batata-doce *in natura*.

Determinações		Matéria-prima ¹
pH		5,98 ± 0,02
Acidez titulável		0,22 ± 0,02
Umidade (%)		72,16 ± 0,65
Atividade de água (a _w)		0,99 ± 0,00
Cor	L*	78,35 ± 4,38
	a*	-0,58 ± 0,12
	b*	17,70 ± 1,15
	C*	17,72 ± 1,14
	h°	91,91 ± 0,53

¹Resultados expressos como média ± desvio padrão.

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Nas amostras de batata-doce *in natura* o valor médio de pH encontrado ficou em 5,98 ± 0,02, se aproximando do valor observado por Carneiro, *et al.* (2013) que acharam uma média de 5,8 ± 0,006 e por Fontes *et al.* (2012) que relataram um pH médio de 6,17 ± 0,00 para um cultivar de polpa amarela.

Valores superiores de pH foram observados por Leonel e Cereda (2002) que encontraram pH 6,29 ± 0,01 e por Koubala *et al.* (2014), que observaram pH de 6,90 ± 0,03 para um cultivar de casca branca e polpa amarela. A variação de pH observada pode ser decorrente do consumo dos ácidos orgânicos durante o processo respiratório.

Sousa *et al.* (2010), avaliando a influência da época de colheita (80, 100 e 120 dias após o plantio – DAP) em cinco cultivares de batata-doce, verificaram que as raízes de batata-doce colhidas aos 80 e 100 DAP apresentaram pH mais elevado, respectivamente, 6,30 e 6,29, quando comparadas às batatas colhidas aos 120 DAP (pH 5,34), mostrando uma ligeira tendência à sua redução.

Nos alimentos, a medida do pH pode ser empregada para determinar a deterioração do alimento com crescimento de microrganismos, atividades de enzimas, textura de geleias e gelatinas, retenção do sabor e/ou odor de produtos de frutas, verificação do estado de maturação de frutas, escolha da embalagem, dentre outros (FERNANDES *et al.*, 2008).

Devido a importância do pH para a limitação dos tipos de micro-organismos capazes de se desenvolverem no alimento, estes foram classificados em função do pH, sendo divididos em pouco ácidos ($\text{pH} > 4,5$), ácidos ($4 > \text{pH} < 4,5$) e muito ácido ($\text{pH} < 4,0$) (JAY, 2005). Assim, por apresentarem pH superior a 4,5, os vegetais, em sua maioria, são considerados como alimentos pouco ácidos, estando suscetíveis a deterioração por bactérias, bolores e leveduras (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

O valor encontrado para a acidez titulável (AT) da batata-doce *in natura* foi de $0,22 \pm 0,02$ g de ácido cítrico. A acidez titulável mede a concentração total de ácido presente num alimento, sendo geralmente expressa em termos do ácido predominante (SADLER; MURPHY, 2010).

Gouveia *et al.*, (2014) encontraram variação da AT para um mesmo cultivar, quando as avaliou em dias diferentes de armazenamento pós-colheita, onde os valores encontrados foram 0,079 % (0 dias), 0,107 % (7° dia) e 0,055 % (14° dia).

A acidez nos vegetais é atribuída à presença dos ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, málico, láctico, tartárico e acético, que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células na forma livre ou combinada com sais de ésteres (NASSUR, 2009; SADLER; MURPHY, 2010).

Além de influenciarem na acidez, esses compostos também interferem no aroma característico (GOUVEIA *et al.*, 2014), na cor, na estabilidade microbiana, na conservação, decorrentes da variação da sensibilidade dos componentes químicos ao pH dos alimentos, mas principalmente, tem um impacto pronunciado sobre o sabor dos alimentos (SADLER; MURPHY, 2010).

Entretanto, com a maturação o teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui, devido a sua utilização como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Igualmente a outras raízes e tubérculos, a batata-doce contém um alto percentual de umidade e baixo teor de matéria seca (cerca de 30%) (GONÇALVES, 2007). A média de umidade encontrada neste estudo de $72,16 \pm 0,65$ % peso úmido, logo, o conteúdo de matéria seca foi de $27,84 \pm 0,65$ %, estando dentro da média de 20-35% proposta por Lebot (2009).

O valor de umidade verificado neste estudo condiz com os $72,6 \pm 0,1\%$ achados por Wartha *et al.* (2015) e com os $72,9 \pm 1,4$ % encontrados por Rautenbach *et al.* (2010), para um cultivar de polpa e pele cremes. Valores semelhantes a esta pesquisa foram obtidos ainda por Huang, Tanudjaja e Lum (1999) que encontraram valores médios de $73,10 \pm 1,11$ para um cultivar de polpa alaranjada.

Em comparação com os valores encontrados nesta pesquisa, foi verificado que os percentuais de umidade achados na literatura variaram tanto para valores inferiores ($64,37 \pm 0,32$ % (FONTES *et al.*, 2009), $66,22$ % (ROGERIO; LEONEL; OLIVEIRA, 2005) e $67,73 \pm 1,07$ % (LEONEL; CEREDA, 2002), quanto para valores superiores ($74,0 \pm 0,2$ % (RUMBAOA; CORNAGO; GERONIMO, 2009), $76,0 \pm 1,1$ % (RAUTENBACH *et al.*, 2010); $78,07 \pm 1,59$ % (TEANGPOOK *et al.*, 2012), sendo que, provavelmente, tais diferenças sejam decorrentes das distintas cultivares avaliadas, das condições do solo e do clima (FONTES *et al.*, 2009).

O conteúdo de água de um alimento está intrinsicamente relacionado com a sua perecibilidade (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010), mas sozinho não é um indicador confiável para a estabilidade de alimentos (BRADLEY JR., 2010).

Neste sentido, conhecer o valor da atividade de água (a_w) é mais seguro, pois este revela a disponibilidade de água livre no alimento para ser utilizada pelos micro-organismos e para participar como solvente nas reações químicas e enzimáticas (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008). De forma geral, quanto maior o teor de água presente, maior será a atividade de água e a suscetibilidade à deterioração (ARAÚJO *et al.*, 2014).

Batatas-doces *in natura* possuem teor de umidade relativamente alto, sendo muito sensíveis à deterioração microbiana, mesmo em condições de refrigeração (XIAO *et al.*, 2009). Por isso, devem ser consumidas no prazo de algumas semanas após a colheita, ou mesmo serem processados ou empregadas na composição de outros produtos (AKISSOE *et al.*, 2003).

Para a atividade de água (a_w) da batata-doce *in natura* foi encontrado um valor de 0,99, concordando com o valor encontrado por Fontes *et al.* (2012). Valores próximos a 1 caracterizam uma a_w elevada, significando uma vida útil mais curta para o alimento (QUEK; CHOK; SWEDLUND, 2007) e susceptibilidade ao desenvolvimento de bactérias (ARAÚJO *et al.*, 2014).

A cor é um dos mais importantes atributos dos alimentos, sendo considerado como um indicador da qualidade e determinando a sua aceitação pelo consumidor (AZEREDO, 2009). Contudo, quando este atributo é utilizado como um parâmetro de avaliação de um produto surge a necessidade do emprego de instrumentos para medição visando minimizar as variações de um julgamento visual subjetivo (NEIRO *et al.*, 2013; MARTINAZZO *et al.*, 2006).

Para a avaliação deste atributo de qualidade foram utilizados os parâmetros de cor instrumental por meio das coordenadas L* (luminosidade), a* (+ vermelho; - verde), b* (+ amarelo; - azul), C* (croma) e h (ângulo *hue*). O valor médio encontrado para a coordenada L* foi $78,35 \pm 4,38$, para a coordenada a* $- 0,58 \pm 0,12$, para b* $17,70 \pm 1,15$, para C* $17,72 \pm 1,14$ e para o ângulo *hue* $91,91 \pm 0,53$ (TABELA 3).

O valor L* fornece a luminosidade, indicando brilho em uma escala que varia do branco (L=100) ao preto (L=0) (MOURA; CANNIATTI-BRAZACA; SOUZA, 2009), revelando que as batatas-doces *in natura* se mostraram mais próximas do valor máximo (L=100), em torno de 78,35, expressando alta luminosidade (muito brilho), resultante de amostras claras.

Observando os valores de a* (negativo) e de b* (positivo) é possível assegurar que as amostras de batatas-doces avaliadas tenderam para as cores verde e amarela, que são características da clorofila (pigmento verde) e dos carotenoides (pigmentos amarelos a laranja e vermelhos), respectivamente (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os valores de L* encontrados neste estudo assemelham-se aos encontrados por Teangpook *et al.* (2012), que acharam $78,88 \pm 1,12$ para a cultivar *cv. Mon-Lueng*, de polpa amarela. Já os valores de a* ($5,01 \pm 0,98$) e de b* ($38,37 \pm 0,55$) foram distintos, uma vez que as cultivares em ambos os trabalhos são diferentes.

O croma (C*) expressa a saturação ou intensidade da cor, enquanto o ângulo *hue* (h) é o ângulo formado entre a* e b* e indica a cor observável e é definido como iniciando no eixo +a*, em graus, em que 0° é +a* (vermelho), 90° é +b* (amarelo), 180° é -a* (verde), e 270° é -b* (azul) (NEIRO *et al.*, 2013; ZANÃO *et al.*, 2009).

Os valores de C* ficaram em torno de 17,72, indicando que as amostras apresentaram baixa saturação na cor, enquanto o valor para o ângulo *hue* (h°) foi 91,91, estando situado entre as cores amarelo e verde.

Ali, Falade e Akingbala (2012) ao avaliarem os atributos de cor em batatas-doces frescas de diferentes cultivares acharam, para a variedade *Big Red*, com coloração de polpa

similar à deste estudo, valores bem semelhantes em relação ao parâmetro L* (79,7) e para as coordenadas a* (-1,8), b* (18,7) e C* (18,8).

Em relação as determinações dos constituintes funcionais (ácido ascórbico, carotenoides totais e polifenóis totais) e da atividade antioxidante total da batata-doce *in natura*, as médias dos resultados podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 – Valores das médias para os constituintes funcionais e capacidade antioxidante total presentes na batata-doce *in natura*

Determinações	Matéria-prima ¹
Ácido ascórbico (mg/100g)	13,03 ± 0,00
Carotenoides totais (µg de β-caroteno/100 g)	n.d.
Polifenóis extraíveis totais (mg ácido gálico/100g de amostra fresca)	38,93 ± 2,17
Atividade antioxidante total (ABTS) (µM Trolox/g batata-doce)	1,43 ± 0,90
Atividade antioxidante total (FRAP) (µM de Fe ₂ SO ₄ /g batata-doce)	1,96 ± 0,60

¹ Resultados expressos como média ± desvio padrão. n.d. = não detectado.

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

O teor de ácido ascórbico encontrado neste estudo foi 13,03 ± 0,00 mg/100g, sendo maior que o descrito por Carneiro *et al.* (2013) que acharam 1,22 ± 0,027 mg/100g, e consideraram este um valor baixo desta vitamina, e por Dincer *et al.* (2011) que obtiveram valores entre 4,71 e 6,81 mg/100 g de batatas doces em base úmida.

No estudo realizado por Barrera (2014), com batatas-doces da cultivar *Beauregar* que possui polpa laranja, a quantidade encontrada (23,5 mg/100g de ácido ascórbico) foi bem superior a achada neste estudo.

As quantidades relatadas pelo USDA (2014) e pela tabela TACO (NEPA, 2011) também foram diferentes das encontradas neste estudo, onde os valores descritos foram, respectivamente, menores (2,4 mg/100g) e maiores (16,5 mg/100g), provavelmente decorrentes da diferença entre as cultivares.

Para a cultivar de batata-doce analisada neste estudo não foram encontrados carotenoides no produto *in natura*. Esta ausência também foi relatada por Wartha *et al.* (2015), que avaliaram batatas-doces convencionais e biofortificadas *in natura*, e por Nascimento *et al.* (2015), que estudaram tubérculos e farinhas obtidas de batatas doces *in natura* orgânicas.

Rose e Vasanthakalam (2011), ao avaliarem diferentes variedades de batatas-doces, encontraram nas raízes alaranjadas teores de carotenoides que variaram de 1,68 ± 0,0

mg/100g peso fresco a $1,85 \pm 0,00$ mg/100g peso fresco, porém, nas variedades *Rutambira* e *Mugande*, de polpa branca, esses pigmentos foram ausentes, como no presente estudo.

Os níveis de carotenoides podem ser influenciados pela cor, variedade e cultivar dos vegetais (VAN DEN BERG *et al.*, 2000; BURRI, 2011; SEHM; NOGUEIRA; STEEL, 2015). Estes compostos podem sofrer degradação enzimática, sendo necessário que o processamento das amostras aconteça rapidamente a fim de evitar ou minimizar esse processo (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004).

Tendo em vista que vários são os métodos de extração, quantificação e identificação disponíveis e utilizados em pesquisas de carotenoides, a escolha destes pode influenciar no resultado final do teor destes compostos nos vegetais (SILVA, *et al.* 2010; RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004; RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; NAGATA; YAMASHITA, 1992; HIGBY, 1962; GREENFIELD; SOUTHGATE, 2003).

Altas concentrações de carotenoides totais podem ser encontradas com facilidade em cultivares de batata-doce que possuem cor de polpa amarelada ou alaranjada, conforme verificado por Dincer *et al.* (2011) que encontraram teores de β -caroteno variando de $5,63 \pm 0,28$ mg, para a cultivar *Koganesengan*, a $15,63 \pm 0,38$ mg de β -caroteno /100 g peso seco, para a cultivar *Beniazuma*.

Teow *et al.* (2007) avaliando os teores de β -caroteno em diferentes genótipos de batatas-doces por HPLC, encontraram para a cultivar *Xushu 18 (Xushu)*, com polpa de coloração branca, $0,2$ μ g de β -caroteno/g peso fresco, em contrapartida as de polpa amarelas e alaranjadas apresentaram teores muito superiores, variando de $77,1$ μ g a 226 μ g de β -caroteno/g peso fresco.

Amaro *et al.* (2013) investigando compostos bioativos de batatas-doces, encontraram valores distintos para duas etnovarietades, uma com epiderme branca e polpa roxa (cultivar *Jorge*) e outra com epiderme e polpa roxas (cultivar *Roxa*), onde os níveis de carotenoides encontrados foram, respectivamente, $35,67$ μ g/100g e $18,84$ μ g de β -caroteno/100g peso fresco.

O valor médio de polifenóis encontrado no presente estudo foi de $38,93 \pm 2,17$ mg ácido gálico/100g peso fresco, o que equivale a $139 \pm 9,04$ mg ácido gálico/100g peso seco.

Essa quantidade de polifenóis ficou bem abaixo do verificado por Carneiro *et al.* (2013) que foi de $77,80 \pm 0,45$ mg ácido gálico/100g peso fresco, porém, superior ao descrito por José (2012) que encontrou $25,3 \pm 1,2$ mg ácido gálico/100g peso fresco.

Além de outros fatores, acredita-se que essa variação pode ter ocorrido pela complexidade destes grupos de compostos e pela metodologia utilizada para extração e

análise (KALT *et al.*, 2001).

Os polifenóis são metabólitos secundários sintetizados pelas plantas, presumivelmente para proteção contra o estresse fotossintético, espécies reativas de oxigênio, contusões e ferimentos causados por fitopatógenos e insetos (FRIEDMAN E LEVIN, 2009; JUNG *et al.* 2011; ISLAM *et al.*, 2003).

A cor e a variedade podem influenciar os níveis e perfis de compostos fenólicos (STEED; TRUONG, 2008). O baixo valor de compostos fenólicos encontrado nesta pesquisa é coerente com os estudos sobre o conteúdo fenólico de diferentes genótipos de batata-doce conduzidos por Rumbaoa; Cornago; Geronimo (2009), Huang; Chang; Shao (2006) e Teow *et al.* (2007), que relataram que variedades de polpa brancas e amarelas apresentam menores teores de fenólicos totais entre as variedades de batata-doce, sendo que as de polpa roxa têm maior conteúdo fenólico quando comparadas às demais variedades.

As diferenças no conteúdo fenólico entre as variedades podem ser atribuídas ao cultivar (ALU'DATT *et al.*, 2013), aos genótipos (GRACE *et al.*, 2014), os quais influenciam na acumulação de compostos fenólicos por sintetização de diferentes quantidades, e/ou tipos de compostos fenólicos (RUMBAOA; CORNAGO; GERONIMO, 2009).

Do mesmo modo, fatores ambientais, como temperatura, disponibilidade de água e nutrientes do solo, sazonalidade, estágio de desenvolvimento, idade, radiação ultravioleta, método e solvente de extração (BALASUNDRAM, SUNDRAM; SAMMAN, 2006; ALU'DATT *et al.*, 2013; GOBBO-NETO; LOPES, 2007; NATELLA *et al.*, 2010; GRACE *et al.*, 2014) também podem influenciar no conteúdo fenólico total.

A atividade antioxidante em vegetais pode ser avaliada por vários tipos de ensaios, sendo FRAP, ABTS, DPPH e ORAC os mais utilizados, e conseqüentemente os resultados obtidos variam conforme o método selecionado (CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011). Portanto, recomenda-se que esta avaliação seja realizada com base em mais de um modelo de ensaio antioxidante, a fim de fornecer um resultado confiável da capacidade antioxidante total de um alimento (RAJAT; PANCHALI, 2014; PÉREZ- JIMÉNEZ *et al.*, 2008).

Diante disto, no presente estudo foram adotados os ensaios ABTS e FRAP para avaliar a atividade antioxidante das amostras. Para a atividade antioxidante total da batata-doce *in natura* avaliada pelos métodos ABTS e FRAP, os valores médios encontrados foram, respectivamente, $1,43 \pm 0,90 \mu\text{M}$ Trolox/g peso fresco e $1,96 \pm 0,60 \mu\text{M}$ de Fe_2SO_4 /g peso fresco. Observou-se que os valores encontrados pelos dois métodos se assemelham, não havendo assim grande diferença entre estes na quantificação da atividade antioxidante total em batata-doce *in natura*.

Como a cor da polpa varia de branca, amarela, laranja e até mesmo roxa, entre os cultivares de batata doce, a capacidade antioxidante dessas raízes pode variar dentro de uma vasta gama (TEOW *et al.*, 2007).

De acordo com o estudo realizado por Ji *et al.* (2015), a capacidade antioxidante total de batatas-doces difere dependendo da cor de polpa das cultivares, sendo que as de polpa roxa apresentam maior atividade antioxidante quando comparadas as de coloração branca, amarela e vermelha.

A atividade antioxidante total observada por Grace *et al.* (2014) em diferentes genótipos de batatas-doces variaram de 0,51 μM Trolox/g peso seco, para um genótipo de cor bege, a 8,47 μM Trolox/g peso seco, para um de cor roxa, avaliadas pelo ensaio DPPH.

Ao quantificarem o conteúdo fenólico e a atividade antioxidante de diferentes genótipos de batata-doce, Padda e Picha (2008b), relataram para genótipos de polpa branca advindos de vários países, valores distintos de atividade antioxidante. Para a variedade *O'Henry*, advinda dos Estados Unidos, o valor encontrado foi 1,3 mg Trolox/g peso seco, já para a cultivar brasileira (*Bosbok*) acharam 1,9 mg Trolox/g peso seco, e para as cultivares do Egito (*Abees*) e da Jamaica (*Quarter Million*), os valores foram 3,0 mg Trolox/g peso seco e 3,4 mg Trolox/g peso seco, respectivamente.

Avaliando o conteúdo fitoquímico de quatro genótipos de batatas-doces, na colheita e após armazenamento de 4 ou 8 meses, Grace *et al.* (2014) concluíram que, durante o armazenamento a longo prazo (8 meses), a atividade antioxidante diminuiu gradualmente, sendo que os efeitos específicos dependiam do genótipo.

5.2 Efeitos dos seis diferentes métodos de cocção

5.2.1 Características químicas e físico-químicas da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Em todos os tratamentos em estudo, sobre todos os parâmetros químicos e físico-químicos (pH; acidez titulável; atividade de água e umidade) das amostras de batata-doce constatou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$), através da análise de variância, conforme os resultados expostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o efeito do tipo de cocção nos parâmetros químicos e físico-químicos de batata-doce

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		pH	Acidez Titulável	a _w	Umidade
Tratamentos	5	0,034*	0,002*	0,000	23,484*
Erro	12	0,003	0,000	0,000	0,622

GL: graus de liberdade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Encontram-se discriminadas na tabela 6 a comparação das médias dos efeitos dos diferentes métodos de cocção nas características químicas e físico-químicas de pH, acidez titulável total, atividade de água e umidade nas amostras de batata-doce.

Tabela 6 - Comparação das médias dos efeitos dos métodos de cocção nos parâmetros químicos e físico-químicos nas amostras de batata-doce

Tratamentos	Parâmetros avaliados*			
	pH	Acidez Titulável	a _w	Umidade (%)
<i>In natura</i>	5,98 ± 0,02 ^a	0,22 ± 0,02 ^b	0,99 ± 0,00 ^a	72,16 ± 0,65 ^{bc}
Ebulição	6,13 ± 0,07 ^b	0,17 ± 0,00 ^a	0,99 ± 0,00 ^a	72,93 ± 0,34 ^{cd}
Vapor	6,18 ± 0,06 ^b	0,17 ± 0,00 ^a	0,99 ± 0,00 ^a	70,67 ± 1,36 ^b
Panela de pressão	6,12 ± 0,04 ^b	0,17 ± 0,02 ^a	0,98 ± 0,00 ^a	74,61 ± 0,31 ^d
Forno	6,19 ± 0,02 ^b	0,23 ± 0,00 ^b	0,98 ± 0,00 ^a	68,18 ± 0,75 ^a
Micro-ondas	6,17 ± 0,03 ^b	0,23 ± 0,00 ^b	0,99 ± 0,00 ^a	67,18 ± 0,55 ^a
A vácuo no forno combinado	5,89 ± 0,03 ^a	0,20 ± 0,03 ^{ab}	0,98 ± 0,00 ^a	71,15 ± 0,40 ^{bc}

*Resultados expressos como média ± desvio padrão. Médias seguidas de pelo menos uma letra igual na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

As médias de pH apresentaram diferença significativa entre a amostra *in natura* e todos os tratamentos ($p \leq 0,05$), exceto para o método de cocção a vácuo no forno combinado ($p > 0,05$). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os métodos ebulição, vapor, panela de pressão, forno e micro-ondas, mas existiu entre esses métodos e a vácuo no forno combinado. Com exceção do método de cocção a vácuo no forno combinado, os valores de pH da batata-doce aumentaram após o processamento, quando comparados com a amostra *in natura* ($p \leq 0,05$).

Em relação à acidez titulável foram observadas diferenças significativas apenas entre a amostra *in natura* e os tratamentos ebulição, vapor e panela de pressão, no entanto

estes métodos não diferiram entre si. O método de cocção a vácuo no forno combinado ($5,89 \pm 0,03$), não diferiu ($p > 0,05$) da amostra *in natura*, nem dos demais métodos de cocção.

Para as amostras submetidas aos métodos de cocção em ebulição ($0,20 \pm 0,00$), vapor ($0,17 \pm 0,00$) e panela de pressão ($0,17 \pm 0,02$), foi observada diminuição nas médias de acidez titulável total em comparação com a amostra *in natura* ($0,22 \pm 0,02$) ($p \leq 0,05$).

Para a variável atividade de água não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos, nem entre estes e amostra *in natura* ($p > 0,05$). Todas as amostras submetidas aos seis diferentes métodos de cocção apresentaram atividade de água média entre 0,98 e 0,99, que representa um valor elevado e semelhante ao apresentado pela amostra *in natura* (0,99). Isto implica que os métodos de cocção estudados não tiveram influência sobre esse parâmetro.

De maneira geral, todos os métodos de cocção induziram a alterações no teor de umidade das batatas-doces. Pela análise estatística (Tabela 6) verificou-se que o teor de umidade apresentou diferença significativa entre os diferentes métodos, no entanto, apenas as amostras cozidas em forno convencional, micro-ondas e panela de pressão foram estatisticamente diferentes das batatas-doces *in natura* ($p \leq 0,05$).

As amostras cozidas por ebulição e panela de pressão obtiveram maior elevação no teor de umidade, apresentando, respectivamente, $72,93 \pm 0,34$ e $74,61 \pm 0,31$, não havendo diferença estatística entre suas médias ($p > 0,05$).

Essa elevação na umidade mostrada nos resultados pode ser decorrente do contato direto das amostras com a água e também à maior quantidade de água utilizada no processo de cocção nesses dois métodos específicos (ALVES *et al.*, 2011).

Wartha *et al.* (2015) determinaram um percentual de $74,8 \pm 0,0\%$ para a batata-doce cozida por ebulição, sendo este um valor próximo ao encontrado neste estudo. No entanto, valor superior foi encontrado por Rautenbach *et al.* (2010), cuja umidade foi de $78,6 \pm 0,8\%$.

Valores de umidade inferiores ao deste estudo foram observados por Huang *et al.* (2014), que encontraram 62,6 % para batata-doce cozida em ebulição. Neste caso, a perda de umidade foi decorrente do uso de temperatura de cocção muito elevada (200°C), que favoreceu a rápida evaporação da água.

No presente estudo, para a amostra cozida a vapor, o teor de umidade apresentou redução de 2,06%, em relação a amostra *in natura*. Utomo e Rahman (2015) também observaram redução de 1,04% na umidade de batatas-doces pertencentes a cultivar *Orange*, cozidas no vapor por 20 minutos. Segundo os autores, a flutuação nos teores de umidade da

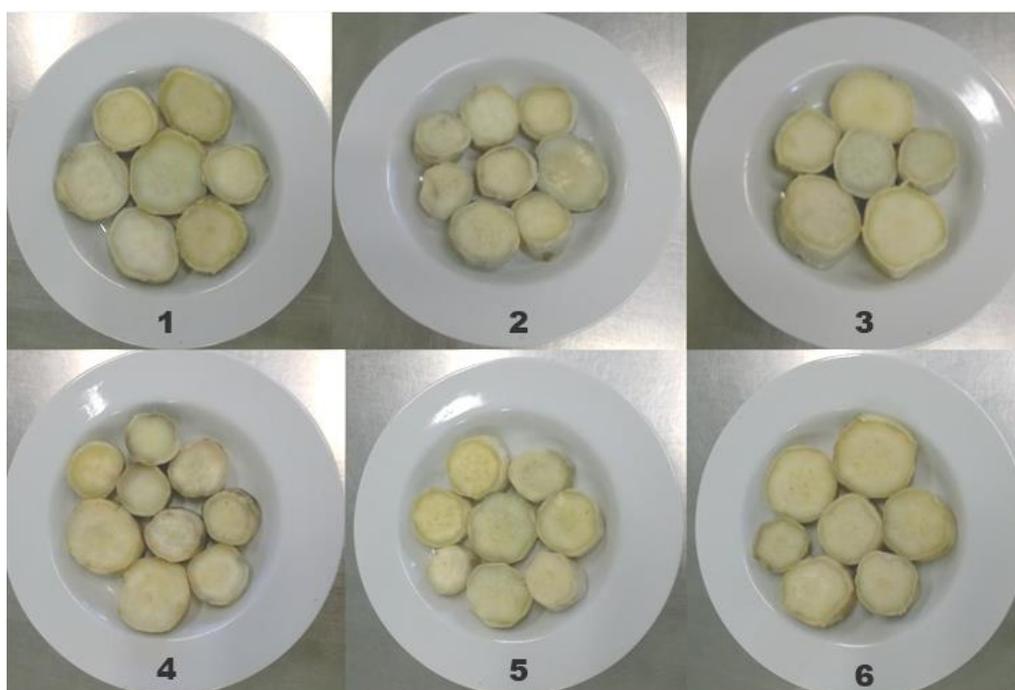
batata-doce após o cozimento pode ter ocorrido por conta do processo de gelatinização, pela absorção de água pelos grãos de amido até o limite máximo de inchaço e consequente aumento do volume dos grãos de amido, ou pela evaporação da água após a completa gelatinização (UTOMO; RAHMAN, 2015).

Os percentuais de umidade das amostras cozidas no forno micro-ondas e forno convencional foram menores do que nos demais métodos de cocção. Tais resultados podem ser decorrentes da não utilização de água durante o cozimento, bem como pelos efeitos causados pelos métodos de cocção empregados nas amostras analisadas. Por ser um método de cocção que utiliza calor seco, o cozimento em forno causa remoção da umidade da superfície do alimento, tornando o alimento mais seco. Da mesma forma, a cocção em forno micro-ondas pode causar o ressecamento do alimento por meio da evaporação excessiva de água da superfície dos alimentos (MACGEE, 2014; ARAÚJO, *et al.* 2014).

5.2.2 Coloração

Na figura 4 está ilustrado o resultado dos diferentes métodos de cocção, tanto convencionais, quanto contemporâneos a que foram submetidas as amostras de batata-doce.

Figura 4 - Amostras de batatas-doces submetidas à cocção em ebulição (1), vapor (2), panela de pressão (3), forno convencional (4), micro-ondas (5) e a vácuo no forno combinado (6)



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

A cor dos alimentos é o atributo de qualidade mais atrativo para os consumidores, sendo assim um referencial. A coloração é um dos principais critérios para avaliação do grau de maturação de frutas e de algumas hortaliças, sendo utilizada ainda para verificar a adequação destas para o consumo (ARAÚJO *et al*, 2014; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As médias dos resultados referentes aos parâmetros de cor L*, coordenadas a*, b*, C* e ângulo hue (h), das amostras cocionadas pelos distintos métodos, podem ser visualizadas na Tabela 7.

Tabela 7 – Efeito do tipo de cocção na coloração das amostras de batata-doce

Tratamento	Parâmetros avaliados ¹				
	L*	a*	b*	C*	h°
<i>In natura</i>	78,35 ± 4,38 ^c	-0,58±0,12 ^b	17,70 ± 1,15 ^{ab}	17,72 ± 1,14 ^{ab}	91,91 ± 0,53 ^a
Ebulição	72,18±0,97 ^{bc}	-3,29±0,54 ^a	13,81±3,45 ^a	14,23±3,27 ^a	104,05±4,65 ^b
Vapor	67,16±3,01 ^{ab}	-3,96±0,14 ^a	19,23±1,66 ^{ab}	19,63±1,65 ^{ab}	101,70±0,62 ^b
Panela de Pressão	62,55±2,64 ^a	-3,88±0,63 ^a	18,95±2,23 ^{ab}	19,36±2,12 ^{ab}	101,72±2,81 ^b
Forno	70,24±3,83 ^{abc}	-2,99±0,34 ^a	21,63±4,30 ^b	21,84±4,27 ^b	98,03±1,61 ^{ab}
Micro-ondas	67,10±1,43 ^{ab}	-2,76±0,56 ^a	20,45±0,84 ^{ab}	20,63±0,90 ^{ab}	97,67±1,25 ^{ab}
A vácuo no forno combinado	65,16±5,18 ^{ab}	-3,59±0,83 ^a	18,76±1,79 ^{ab}	19,11±1,89 ^{ab}	100,74±1,69 ^b

¹Resultados expressos como média e desvio padrão: Médias seguidas de pelo menos uma letra igual na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Os valores de L* diferiram significativamente entre os tratamentos ebulição e panela de pressão e a amostra *in natura* ($p \leq 0,05$), sugerindo diminuição na luminosidade após o processamento. Os valores de L* variaram de 62,55 a 72,18, sendo que a cocção em panela de pressão apresentou o menor valor deste parâmetro, tendo se diferenciado estatisticamente ($p \leq 0,05$), apenas da cocção por ebulição, cujo valor de L* encontrado foi o maior dentre os tratamentos, indicando maior luminosidade.

Silva (2012) e Pereira (2014) ao avaliar, respectivamente, abóboras e beterrabas cozidas por diferentes métodos de cocção encontraram resultados semelhantes, onde o valor de L* das amostras diminuiu indicando que após o processamento houve uma pequena redução no brilho. Este parâmetro de cor expressa a luminosidade ou claridade de uma amostra em relação ao brilho da superfície, cuja representação se dá por meio de uma escala que varia de 0 a 100, sendo que, quanto maior o valor, maior é o brilho e, quanto mais

próximo de 100, mais clara é a amostra.

Neste estudo, os valores de a^* encontrados revelaram diferença significativa da amostra *in natura* em relação a todas as cocções, contudo, não houve diferença significativa entre os distintos métodos de cocção ($p > 0,05$).

Valores negativos da coordenada a^* indicam coloração verde (-), enquanto que valores positivos expressam maior intensidade de vermelho (+). Os resultados demonstram que após o cozimento todas as amostras tenderam para a coloração mais esverdeada, igualmente ao observado com a amostra *in natura*, uma vez que os valores foram negativos, todavia houve acentuação da cor.

A coordenada b^* varia de azul (-) a amarelo (+). Todas as amostras de batata-doce apresentaram após o tratamento térmico valores de b^* positivos, portanto, tendendo para uma coloração amarela.

Neste estudo, apenas as amostras dos métodos de cocção forno e ebulição apresentaram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) para a coordenada b^* , onde obtiveram, respectivamente, o maior (21,63) e o menor valor (13,81). Não foi observada diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre a amostra *in natura* e as distintas cocções.

Assim como constatado para a coordenada b^* , para a coordenada C^* apenas os tratamentos ebulição e forno diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$). Apenas a amostra de ebulição apresentou valor de C^* inferior ao da amostra *in natura*, sendo que nos demais tratamentos o valor de croma foi praticamente constante.

O valor do ângulo hue (h°), que sugere a tonalidade da cor, apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas entre os métodos de cocção ebulição, vapor, panela de pressão, a vácuo no forno combinado e a amostra *in natura*. Após o processamento, o maior valor médio de h° ($104,05^\circ$) foi para ebulição e o menor ($97,07^\circ$) para micro-ondas.

5.2.3 Determinação dos componentes funcionais e atividade antioxidante

A análise de variância dos constituintes funcionais apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para todas as variáveis (ácido ascórbico, carotenoides totais, polifenóis totais e para a atividade antioxidante total pelos ensaios ABTS e FRAP), conforme apresentado na tabela 8.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para o efeito do tipo de cocção nos constituintes funcionais e na atividade antioxidante total nas amostras de batata-doce

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		Ácido ascórbico	Carotenoides totais	Polifenóis totais	Atividade antioxidante (ABTS)	Atividade antioxidante (FRAP)
Tratamentos	5	8,48*	33,20*	474,51*	0,84*	14,23*
Erro	12	0,00	7,78	11,15	0,11	0,25

GL: graus de liberdade; *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Na tabela 9 são apresentados os valores das médias encontrados nas determinações de componentes funcionais e da atividade antioxidante, obtidos pelos diferentes métodos de cocção.

Tabela 9 - Valores das médias para o efeito dos diferentes tipos de cocção nos constituintes funcionais e na atividade antioxidante total nas amostras de batata-doce

Tratamentos	Parâmetros avaliados				
	Ácido ascórbico (mg ácido ascórbico/100 g)	Carotenoides (μg de β -caroteno/100 g)	Polifenóis totais (mg ácido gálico/100g de peso fresco)	Atividade antioxidante (ABTS) (μM Trolox/g batata-doce)	Atividade antioxidante (FRAP) (μM de $\text{Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ batata-doce)
<i>In natura</i>	13,03 \pm 0,01 ^c	n.d.	38,93 \pm 2,17 ^a	1,43 \pm 0,90 ^a	1,96 \pm 0,60 ^a
Ebulição	9,77 \pm 0,01 ^b	1,47 \pm 1,62 ^a	124,10 \pm 3,36 ^b	2,27 \pm 0,35 ^{ab}	9,88 \pm 0,06 ^d
Vapor	6,51 \pm 0,01 ^a	n.d.	116,88 \pm 4,28 ^b	2,06 \pm 0,32 ^{ab}	6,09 \pm 0,37 ^b
Panela de pressão	6,51 \pm 0,00 ^a	n.d.	142,9 \pm 1,56 ^d	3,18 \pm 0,44 ^b	8,03 \pm 0,66 ^c
Forno	6,51 \pm 0,00 ^a	2,80 \pm 0,71 ^a	149,47 \pm 3,43 ^d	2,95 \pm 0,33 ^b	11,82 \pm 0,60 ^e
Micro-ondas	6,51 \pm 0,00 ^a	2,38 \pm 1,35 ^a	143,40 \pm 2,97 ^d	3,30 \pm 0,27 ^b	11,23 \pm 0,68 ^{de}
<i>À vácuo no forno combinado</i>	9,77 \pm 0,01 ^b	n.d.	133,82 \pm 3,77 ^c	3,19 \pm 0,30 ^b	8,08 \pm 0,32 ^c

Os valores são expressos em média \pm desvio-padrão. Médias seguidas de pelo menos uma letra igual na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). n.d. = não detectado.

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

5.2.3.1 Ácido ascórbico

Quanto ao ácido ascórbico foi possível observar diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a amostra *in natura* e todos os métodos de cocção. No entanto, entre os métodos vapor,

panela de pressão, forno e micro-ondas, as médias não diferiram estatisticamente, bem como entre as amostras de ebulição e a vácuo no forno combinado (TABELA 9).

Os teores de ácido ascórbico encontrados nas amostras nos diferentes métodos de cocção ficaram na faixa entre $6,51 \pm 0,00$ mg ácido ascórbico/100g e $9,77 \pm 0,01$ mg ácido ascórbico/100g em base úmida. Estes valores foram bem inferiores aos encontrados por Babalola, Adubiaro e Ikusika (2010) onde os teores da vitamina variaram de $46,0 \pm 1,64$ mg ácido ascórbico/100g e $77,5 \pm 2,03$ mg ácido ascórbico/100g, sendo que no método utilizado para a quantificação, foi preparado um extrato utilizando 10g de amostra e um pouco de ácido acético glacial antes da titulação, ou seja, diferente do procedimento usado no presente estudo.

O ácido ascórbico é um componente bioativo sensível ao calor (DINCER *et al.*, 2011) logo, a cocção de hortaliças tem influência negativa sobre a quantidade desta vitamina (CAMPOS *et al.*, 2008). No presente estudo houve uma diminuição considerável no conteúdo de ácido ascórbico em todas as amostras cozidas, havendo menor perda nas amostras submetidas à cocção em ebulição e a vácuo no forno combinado (25,02 %) e maior nas demais (50,04 %).

Babalola, Adubiaro e Ikusika (2010) relataram perdas mais elevadas, onde a cocção em água em ebulição reduziu em 71,25% o teor de vitamina C, enquanto o forno produziu menor perda (51,50%). Neste caso, as perdas no teor de vitamina C podem ter ocorrido na etapa de processamento, inicialmente por degradação, que pode ocorrer por destruição ou outras alterações químicas, tais como oxidação, e em segundo lugar por lixiviação da vitamina para o meio de cocção.

Investigando os efeitos de cozinhar e fritar sobre os antioxidantes presentes em batatas doces, Chukwu, Nwadike e Nwachukwu (2012), notaram que cozinhar as raízes a 100°C por 20 minutos foi capaz de reter maior quantidade de vitamina C do que fritura por 15 minutos.

Outros estudos com batatas-doces processadas termicamente também relataram perdas de ácido ascórbico. Sinha, Chawla e Singh (2015) ao avaliarem os métodos vapor e fritura, apontaram redução no teor desta vitamina. No entanto, na cocção por vapor a perda foi de apenas 5,74%, ou seja, bem inferior ao encontrado neste estudo. Igualmente, Adepoju e Adejumo (2015), avaliando a influência do cozimento em algumas propriedades da batata-doce, verificaram perda desta vitamina quando cozida por ebulição por cerca de 15 minutos.

A característica antioxidante da vitamina C a torna susceptível à degradação por oxidação, que pode ser influenciada pela presença de oxigênio, luz, pH, íons metálicos, calor e tempo de exposição ao tratamento térmico. Procedimentos de pré-tratamento e de

armazenamento podem influenciar na quantidade de ácido ascórbico em hortaliças após a cocção, bem como a presença de antocianinas e o método de cocção utilizado (CAMPOS *et al.*, 2008; HUANG; CHANG; SHAO, 2006; LESKOVÁ *et al.*, 2006; PROCHASKA *et al.*, 2000).

5.2.3.2 Carotenoides totais

Somente nas cocções por ebulição, forno e micro-ondas estes pigmentos foram detectados, não havendo diferença significativa entre suas médias. Os valores variaram de $1,47 \pm 1,62$ μg de β -caroteno/100g peso fresco, para o tratamento ebulição, a $2,80 \pm 0,71$ μg de β -caroteno/100g peso fresco, na cocção em forno (TABELA 9).

Entretanto, na literatura ainda não há um consenso sobre as implicações dos tratamentos térmicos sobre o teor de carotenoides em vegetais. Alguns autores relatam a inexistência de perdas ou elevação no conteúdo de carotenoides após a cocção (HOWARD *et al.* 1999; NASCIMENTO, 2006; SILVA, 2012), enquanto outros mostram que a elevação da temperatura pode ocasionar degradação térmica desses componentes decorrente a alterações oxidativas e não oxidativas, reduzindo assim sua atividade biológica (CAMPOS *et al.*, 2003; GAYATHRI *et al.*, 2004; CAMPOS; ROSADO, 2005; DUTTA *et al.*, 2006; VEDA *et al.*, 2006).

Em relação ao teor de carotenoides em batatas-doces após o processamento térmico, também há divergências na literatura. Wartha *et al.* (2015) não identificaram carotenoides totais em batatas-doces convencionais (polpa branca) submetidas à cocção por ebulição, no entanto, nas raízes de polpa alaranjada, após serem cozidas, o teor de carotenoides totais aumentou 32% em relação à amostra *in natura*. Sinha, Chawla e Singh (2015) observaram efeito oposto quando avaliaram batatas-doces de polpa alaranjada (cultivar ST-14), onde perceberam que houve decréscimo de 14,93% no teor de carotenoides das amostras após cocção por vapor, quando comparadas com a amostra *in natura*.

Dentre outros fatores, o conteúdo de carotenoides em frutas e legumes pode ser afetado pela variedade genética, estágio de maturação, manuseio, armazenamento, processamento, forma de pré-preparo (corte) e preparo (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; CAPECKA, MARECZEK; LEJA, 2005; CARDOSO *et al.*, 2009).

Além disso, os carotenóides são extremamente sensíveis ao calor, oxigênio, luz, e, em alguns casos, ácidos e álcalis, devendo ser adotadas medidas no sentido de prevenir a perda desses compostos, como por exemplo rapidez e cuidado durante a manipulação dos

vegetais (MÍNGUEZ-MOSQUERA; HORNERO-MÉNDEZ; PÉREZ-GÁLVEZ, 2002).

Campos *et al.* (2006) salientam que o fatiamento em cubo expõe o vegetal a maiores perdas devido à maior superfície de contato, danificando o tecido vegetal e expondo mais os carotenóides às condições de degradação.

Elevações verificadas no conteúdo de carotenóides durante o processamento térmico são provavelmente decorrentes de conseqüências do processo analítico ou da forma de cálculo do que realmente a aumentos. A perda de carotenóides em amostras frescas devido à atividade enzimática, maior extratabilidade de carotenóides a partir de amostras processadas, perdas inexplicadas de água e a lixiviação de sólidos solúveis são possíveis fatores que podem levar a esses supostos aumentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1997).

No entanto, o processamento pode causar o amolecimento ou rompimento das membranas e paredes celulares desnaturando assim proteínas complexadas com os carotenóides, facilitando então a liberação dos carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA; AMAYA-FARFAN, 2008).

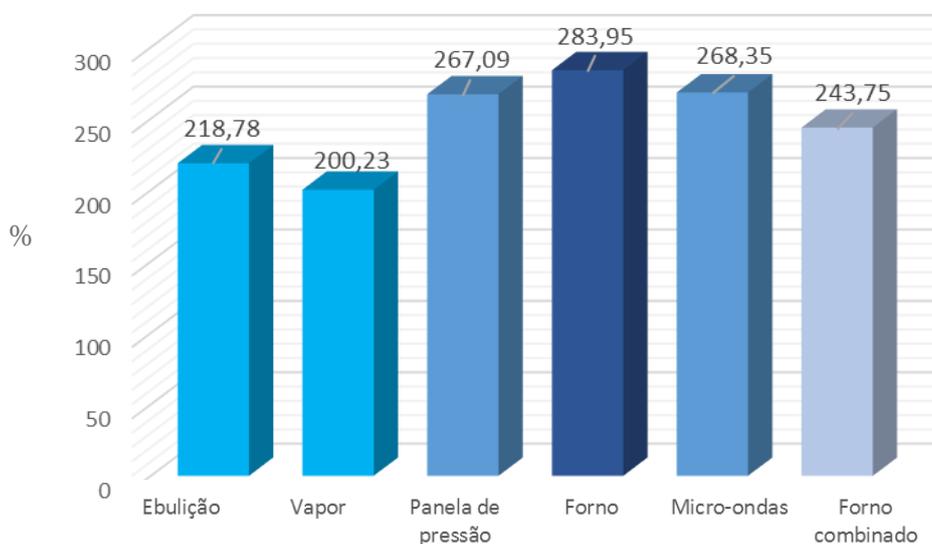
Torna-se difícil inferir o real motivo do aparecimento dos compostos carotenóides em batatas-doces em apenas alguns métodos de cocção, mas presume-se que tal fato tenha ocorrido devido à etapa de pré-preparo que pode ter ocasionado maiores perdas nas amostras *in natura*, ou ainda, devido à perda de água nos métodos de cocção forno e micro-ondas, que pode ter causado um aumento irreal pela concentração desses compostos.

5.2.3.3 Polifenóis totais

No presente estudo, todas as amostras de batatas-doces submetidas aos diferentes métodos de cocção diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$) da amostra *in natura*, apresentando elevação no teor de polifenóis totais após a cocção, conforme mostrado no Gráfico 1.

Os polifenóis são uma classe de fitoquímicos amplamente distribuídos nos vegetais. Estes compostos são uma parte importante da dieta humana e tem apresentado grande interesse na comunidade acadêmica, decorrente das descobertas de que estes possuem atividade antioxidante, anti-inflamatória, antialergênica, anti-obesidade, vasodilatadora e anticancerígenas (WILLIAMS *et al.*, 2013; YANG *et al.*, 2001; BALASUNDRAM, SUNDRAM; SAMMAN, 2006; RAUPP *et al.*, 2011).

Gráfico 1 - Elevação (%) do teor de polifenóis totais em batatas-doces obtidas por diferentes tipos de cocção em relação ao conteúdo da batata-doce *in natura*



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

O processamento pode causar mudanças no conteúdo fenólico, podendo elevar ou reduzir os teores desses compostos nos vegetais (JUNG *et al.*, 2011). Takenaka *et al.* (2006) observaram um leve aumento em isômeros do ácido clorogênico em raízes de batata-doce cozidas por ebulição, ao passo que a concentração de ácidos fenólicos aumentou levemente nas cozidas a vapor (TRUONG *et al.*, 2007). O ligeiro aumento em ácido clorogênico poderia ser atribuído à liberação de compostos fenólicos ligados e à inativação da polifenol-oxidase durante a cocção a vapor (TRUONG *et al.*, 2007).

Bellail *et al.* (2012) avaliando os efeitos dos métodos de cozimento domésticos na composição de batatas-doces, observaram que o tipo de cultivar tem influência na elevação do conteúdo fenólico. Todas as amostras analisadas por eles mostraram aumento no conteúdo fenólico após serem processadas. A taxa de aumento foi na seguinte ordem: fritar > cozimento > ebulição > micro-ondas, onde, obviamente, fritar apresentou o maior aumento em compostos fenólicos totais para todas as cultivares, enquanto que micro-ondas apresentou o menor índice.

Rautenbach *et al.* (2010) relataram um aumento no teor de ácido clorogênico e na capacidade antioxidante de batatas-doces fervidas por 12 minutos. Contudo, outros estudos com batatas-doces mostraram o efeito inverso, onde o conteúdo de compostos fenólicos diminuiu após o processamento. Miglio *et al.* (2008) relataram uma diminuição geral em ácidos fenólicos em todos os vegetais que foram submetidos à cocção, como por exemplo em

batata e cenoura. O teor de ácido clorogênico de batatas frescas, diminuiu em 50%, 66%, 63% e 71% em vapor, fervura, micro-ondas e fritura, respectivamente, conforme observado por Tudela *et al.* (2002).

Jung *et al.* (2011) avaliando a distribuição de compostos fenólicos e atividade antioxidante em batatas-doces processadas termicamente, verificaram que todos os métodos induziram reduções no teor de ácido cafeoilquínico, com perdas que ocorreram na seguinte sequência: ebulição > fritura > vapor > micro-ondas/forno.

Padda e Picha (2008a) estudando a composição fenólica e capacidade antioxidante de batatas-doces processadas termicamente de diferentes formas, não encontraram mudança significativa no teor de fenólicos totais nas raízes.

Neste trabalho foram notadas diferenças significativas entre a cocção a vácuo no forno combinado e os demais métodos de cocção (TABELA 9). Porém, essa diferença não foi verificada entre os métodos de cocção ebulição e vapor, nem entre panela de pressão, forno e micro-ondas.

Dos métodos de cocção, os que obtiveram maiores teores desses compostos, quando comparados com a mostra *in natura*, foram micro-ondas ($143,40 \pm 2,97$ mg ácido gálico/100g de peso fresco) e forno, que dentre todos os métodos, foi o que apresentou maior teor de polifenóis ($149,47 \pm 3,43$ mg ácido gálico/100g de peso fresco).

Cui *et al.* (2011) verificaram que após o processamento térmico por ebulição e vapor houve aumento nos compostos fenólicos totais (ácido clorogênico, rutina e quercetina) de batatas-doces, em comparação com as não processadas.

Huang, Chang e Shao (2006) avaliando a atividade antioxidante em batatas-doces, relataram que o tratamento pelo calor poderia causar danos às estruturas celulares em tubérculos com casca e assim facilitar a extração de componentes fenólicos do próprio tubérculo ou pela difusão dos compostos das cascas para o tubérculo.

O teor de polifenóis em alimentos é também influenciado pelos métodos de pré-preparo. Uma vez que essas substâncias estão frequentemente presentes em maiores concentrações na parte exterior, do que nas partes internas dos vegetais, a remoção das cascas pode eliminar significativamente parte desses polifenóis (MANACH *et al.*, 2004; D'ARCHIVIO *et al.*, 2007).

Diante disso, acredita-se que tal fato ocorreu neste estudo, uma vez que, em todas as cocções, as batatas-doces foram usadas com as cascas, que podem ter sofrido alterações em sua estrutura e elevado a eficiência de extração dos compostos fenólicos (BELLAIL *et al.*, 2012).

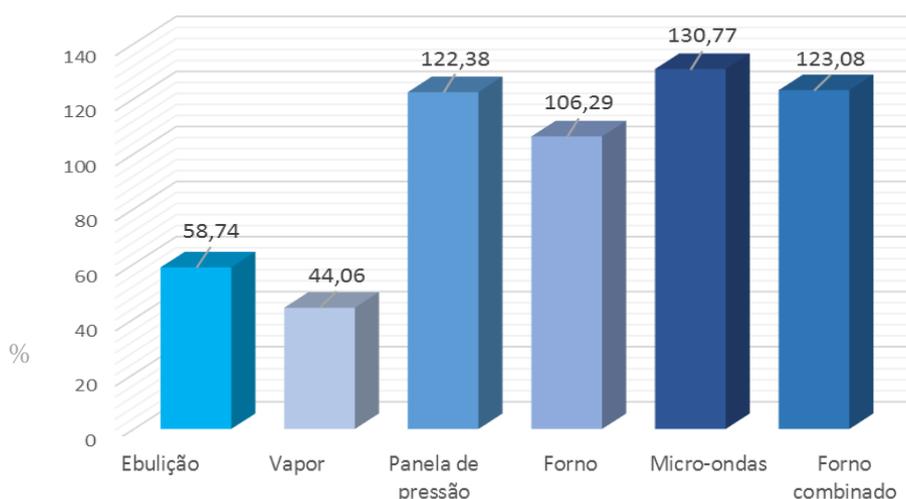
Os polifenóis totais apresentam certa estabilidade em altas temperaturas, com isso, podem apresentar teor maior ou menor após a cocção (JIMÉNEZ-MONREAL *et al.*, 2009). Inúmeros fatores podem determinar o comportamento dos polifenóis após o processamento, tais como: tipo de tratamento térmico utilizado; concentração; estrutura química; estado de oxidação; localização na célula e interações com outros componentes alimentares (BOEKEL *et al.*, 2010).

5.2.3.4 Atividade antioxidante pelos ensaios ABTS e FRAP

No ensaio ABTS não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos térmicos, nem entre os métodos ebulição e vapor em relação à amostra *in natura*. Porém, os valores encontrados para as cocções em forno, panela de pressão, micro-ondas e à vácuo no forno combinado foram estatisticamente diferentes da amostra *in natura*, mostrando aumento na atividade antioxidante, conforme os dados contidos na Tabela 9.

No Gráfico 2 é possível visualizar o percentual de retenção de antioxidantes totais obtido pelo ensaio ABTS, referentes às amostras submetidas aos distintos métodos de cocção quando comparadas à amostra *in natura*.

Gráfico 2 - Retenção (%) da atividade antioxidante pelo ensaio ABTS em batatas-doces obtidas por diferentes tipos de cocção em relação ao conteúdo da batata-doce *in natura*



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

É possível inferir que a amostra submetida à cocção em vapor foi a que obteve o menor percentual (44,06%), seguida das cocções ebulição, forno, panela de pressão, a vácuo no forno combinado e micro-ondas, cuja retenção foi de 130,77%, sendo a maior dentre todos

os tratamentos.

Os valores de atividade antioxidante total observados nos diferentes métodos de cocção variaram na faixa de $2,06 \pm 0,32$ a $3,30 \pm 0,27$ μM Trolox/g peso fresco, onde o tratamento no forno-micro-ondas foi o que apresentou maior atividade antioxidante total.

Rautenbach *et al.* (2010) também observaram que a atividade antioxidante total pelo ensaio ABTS aumentou em batatas-doces de diferentes variedades, cozidas por ebulição durante 12 minutos, sendo que o maior percentual de retenção foi encontrado para a cultivar *Bosbok*, que apresentava pele roxa e polpa creme, ou seja, semelhante à empregada neste trabalho.

Conforme Campos *et al.* (2008), menor tempo de cocção e temperaturas mais baixas preservam melhor o conteúdo de antioxidantes de hortaliças, bem como, a capacidade antioxidante, o que afirma os resultados encontrados neste estudo para a cocção em forno de micro-ondas, onde o tempo foi bem inferior dos demais métodos (8 minutos), com exceção da panela de pressão, e foi o tratamento que teve maior aumento da atividade antioxidante.

Além do tempo e temperatura de cocção, os efeitos dos métodos de processamento sobre a atividade antioxidante em batatas-doces também são influenciados pelo tipo de cultivar. Bellail *et al.* (2012) observaram que as cocções por ebulição e micro-ondas causaram maior elevação na atividade antioxidante na cultivar *Beauregard* (4,5 e 4,0 vezes, respectivamente), que apresentava polpa laranja, enquanto que para *Monofya 6*, ebulição e fritura mostraram maior efeito (6,6 e 8,6 vezes, respectivamente).

No estudo realizado por Teow *et al.* (2007) com batatas-doces de cultivares de diferentes cores, observou-se que a cultivar roxa apresentou a maior atividade antioxidante pelo ensaio ABTS, enquanto que as de polpas branca e amarela apresentaram os menores valores, e a de polpa laranja ficou em uma faixa intermediária.

Conforme Huang, Chang e Shao (2006) o processamento térmico poderia causar a danificação de estruturas de células de raízes de batata-doce, facilitando a extração de componentes antioxidantes.

Para Miglio *et al.* (2008) e Pellegrini *et al.* (2010), o aumento da atividade antioxidante deve-se provavelmente à ruptura da matriz alimentar pelo processamento, aumentando a disponibilidade de muitos fitoquímicos, podendo ser parcialmente convertidos em espécies químicas mais antioxidantes

Blessington *et al.* (2010), num estudo com batatas verificaram aumento no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante nos métodos de cocção em ebulição, assar, fritar e micro-ondas em relação às amostras *in natura*, atribuindo isto a um aumento na

extração destes compostos da matriz celular devido a mudanças estruturais do amido durante o processo de cocção.

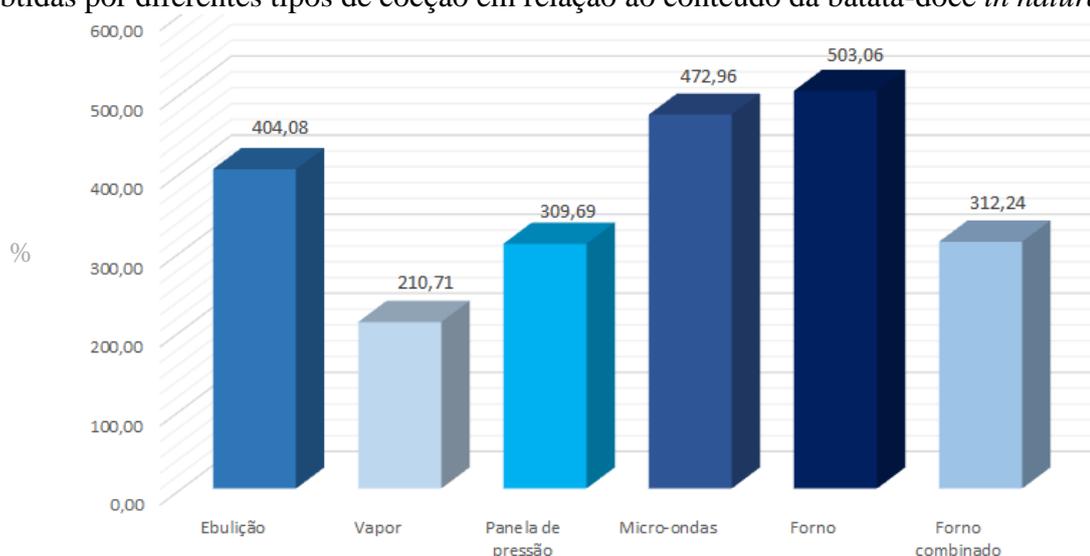
Conforme Truong e Avula (2010) durante as etapas de processamento, tais como descascamento e cocção (fervura, assamento e vapor), pode ocorrer redução da capacidade antioxidante pela enzima polifenol-oxidase que catalisa a polimerização oxidativa de ácidos fenólicos durante a remoção das cascas e durante o corte das batatas-doces, promovendo a descoloração das raízes descascadas e cozidas.

Em relação ao ensaio FRAP, foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre todos os tratamentos e a amostra *in natura*, havendo aumento da atividade antioxidante em todas as cocções, como pode ser visualizado na Tabela 9.

Não foi observada diferença estatística entre os métodos a vácuo no forno combinado e pressão ($p > 0,05$). A cocção a vapor diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando a menor média dentre os métodos ($6,09 \pm 0,37 \mu\text{M}$ de $\text{Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ batata-doce). Em contrapartida, forno e micro-ondas foram os métodos de cocção que apresentaram maior atividade antioxidante, respectivamente, $11,82 \pm 0,60$ e $11,23 \pm 0,68 \mu\text{M}$ de $\text{Fe}_2\text{SO}_4/\text{g}$ batata-doce, não havendo diferença estatística entre eles.

O percentual de retenção de antioxidantes totais obtido pelo ensaio FRAP para as amostras coccionadas pelos diferentes métodos em relação à amostra *in natura* podem ser visualizados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Retenção (%) da atividade antioxidante pelo ensaio FRAP em batatas-doces obtidas por diferentes tipos de cocção em relação ao conteúdo da batata-doce *in natura*



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Pode-se verificar que, pelo ensaio FRAP, a retenção da atividade antioxidante foi superior a 200% para todos os métodos de cocção estudados. A maior retenção da atividade antioxidante foi alcançada pelo método de cocção em forno (503,06%), já a cocção em vapor foi a que obteve o menor percentual, mas ainda assim, com um valor bastante elevado (210,71%).

Yang *et al.* (2010) avaliando os efeitos de processos de secagem sobre as propriedades antioxidantes em batatas-doces, relataram que a secagem em forno micro-ondas afetou positivamente a atividade antioxidante pelo ensaio FRAP.

Avaliando a atividade antioxidante total de batatas-doces pelos ensaios ABTS e FRAP, Rautenbach *et al.* (2010) também verificaram maiores valores no ensaio FRAP, onde as variações nos teores foram de 1,3 % a 43,6%, dependendo do cultivar analisado. Do mesmo modo, Cui *et al.* (2011) verificaram aumento nos valores da atividade antioxidante pelo ensaio FRAP após o processamento térmico de batatas-doces por ebulição e vapor.

5.3 Correlação de Pearson entre os ensaios de antioxidantes ABTS e FRAP e entre compostos fenólicos totais e os ensaios antioxidantes ABTS e FRAP

A análise de correlação de Pearson foi realizada com o intuito de verificar a contribuição dos compostos fenólicos totais e do ácido ascórbico na atividade antioxidante total das batatas-doces submetidas aos seis métodos de cocção, determinada pelos ensaios ABTS e FRAP, bem como, entre esses dois métodos, cujos resultados estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre compostos fenólicos e ácido ascórbico com a atividade antioxidante pelos métodos ABTS e FRAP e entre esses dois métodos nas amostras de batata-doce cozidas

Variável	Coeficiente de correlação	
	ABTS	FRAP
Compostos fenólicos	0,774*	0,884*
Ácido ascórbico	-0,563*	-0,668*
ABTS	-	0,667*

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Foi verificada uma elevada correlação positiva de Pearson altamente significativa

entre os compostos fenólicos totais e o método ABTS ($r = 0,774$; $p < 0,05$), como também para método FRAP ($r = 0,884$; $p < 0,05$), indicando que os compostos fenólicos totais contribuem positivamente para a elevação da atividade antioxidante total nas amostras de batatas-doces analisadas neste estudo (TABELA 10).

Estes resultados estão de acordo com os Bellail *et al.* (2012) que concluíram que o conteúdo de fenólicos totais em batatas-doces tem alta correlação significativa positiva com os valores de atividade antioxidante medida pelo ensaio ABTS ($r = 0,981$), e com os de Cui *et al.* (2011) que observaram o mesmo para o ensaio FRAP.

Lachman *et al.* (2012), descobriram que a atividade antioxidante total em tubérculos depende da quantidade de ácidos fenólicos, carotenoides e antocianinas. Segundo Teow *et al.* (2007) os compostos fenólicos totais podem ser usados como um indicador para avaliar a atividade antioxidante de frutas e legumes, incluindo batatas doces.

Santos *et al.* (2008) e Pereira (2014) observaram correlação significativa entre compostos fenólicos e atividade antioxidante, cujos coeficientes de correlação encontrados foram, respectivamente, $r = 0,59$ e, $r = 0,79$, concluindo que a atividade antioxidante é desempenhada, sobretudo, pelos polifenóis.

Na pesquisa realizada por Deng *et al.* (2013) com 56 diferentes vegetais, também foi encontrada forte correlação positiva entre a capacidade antioxidante e teor de fenólicos totais indicando que os fenólicos poderiam ser um dos principais contribuintes para a capacidade antioxidante desses vegetais.

Koca e Karadeniz (2009) concluíram que a atividade antioxidante em mirtilos, determinada pelo ensaio FRAP, foi altamente correlacionada com o conteúdo fenólico ($r = 0,981$), o que implica que a atividade antioxidante de mirtilos é, em grande parte, devido à presença de compostos fenólicos.

Várias pesquisas têm demonstrado alta correlação entre fenólicos totais e atividade antioxidante, deste modo é possível usar essa correlação para monitorar as alterações na atividade antioxidante, como resultado de manipulação, armazenagem e processamento térmico através do ensaio para detecção do conteúdo fenólico, que é uma técnica simples e barata, em comparação com os ensaios de atividade antioxidante (BELLAIL *et al.*, 2012).

Em relação aos ensaios antioxidantes ABTS e FRAP foi constatada elevada correlação positiva de Pearson entre esses métodos ($r = 0,667$, $p < 0,05$), contudo, entre estes ensaios e o ácido ascórbico a correlação de Pearson foi negativa, tanto para o ABTS ($r = -0,563$; $p < 0,05$) como para o FRAP ($r = -0,668$; $p < 0,05$) (TABELA 10).

Ao estimarem a atividade antioxidante dos extratos das folhas de diferentes cultivares de batatas-doces Soares *et al.* (2014) também encontraram forte correlação de Pearson entre os métodos de análise utilizados, demonstrando alto grau de equivalência na precisão para determinar a atividade antioxidante de batatas-doces.

Em relação ao ácido ascórbico, resultado similar ao desse estudo foi encontrado por Couto e Canniatti-Brazaca (2010), ao quantificarem os teores de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. Esses autores constataram a inexistência de correlação entre vitamina C e capacidade antioxidante, mostrando uma relação proporcional entre estas variáveis, sendo este resultado possivelmente decorrente do efeito de outros compostos que são importantes para a capacidade antioxidante, além da vitamina C (YU *et al.*, 2002).

5.4 Análises microbiológicas

Os resultados das avaliações microbiológicas para os seis métodos de cocção a que foram submetidas as amostras de batatas-doces estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados das análises microbiológicas de batatas-doces submetidas aos diferentes métodos de cocção

Tratamentos	Contagens microbiológicas		
	Coliformes a 35° C (NMP g)	Coliformes a 45° C (NMP g)	<i>Salmonella</i> sp. (em 25g)
Ebulição	< 3	< 3	Ausência
Vapor	< 3	< 3	Ausência
Panela de pressão	< 3	< 3	Ausência
Forno	< 3	< 3	Ausência
Micro-ondas	< 3	< 3	Ausência
A vácuo no forno combinado	< 3	< 3	Ausência

NMP – Número Mais Provável.

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Todas as amostras de batata-doce cozidas ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação sanitária brasileira (BRASIL, 2001), estando em condições sanitárias satisfatórias e aceitáveis para o consumo humano, demonstrando com isso que todos os tratamentos térmicos empregados foram eficazes do ponto de vista microbiológico.

Para a contagem de coliformes a 35° C e 45° C foram achados valores menores que 3 NMP/g, estando assim abaixo aos estabelecidos pela legislação, que exige valores inferiores a 10²/g e, para a *Salmonella* sp., verificou-se ausência em 25g de produto (BRASIL, 2001).

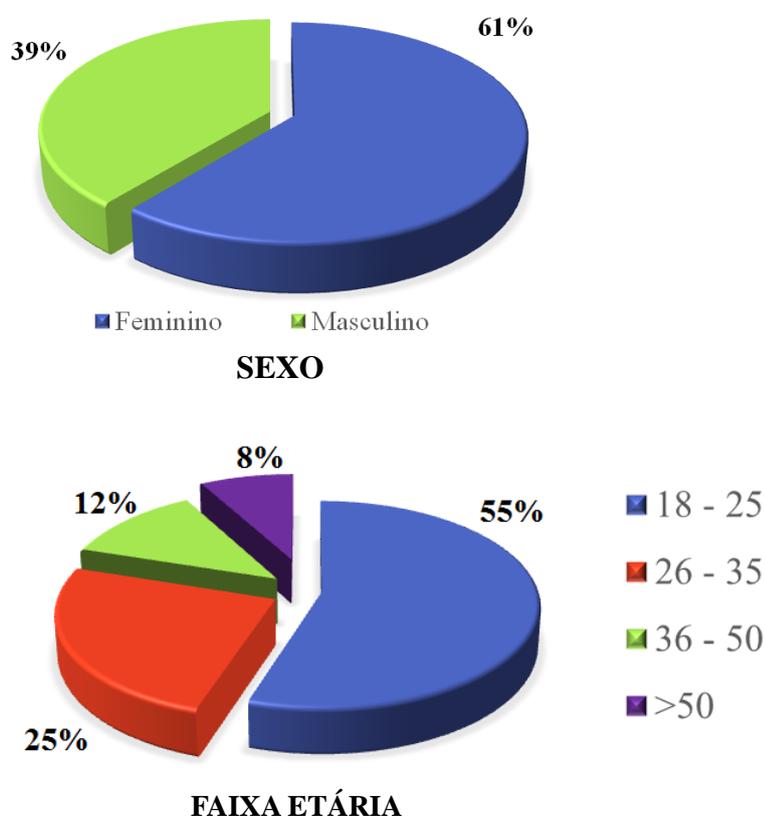
Por esses resultados é possível afirmar que a matéria-prima utilizada exibe qualidade, e que as boas práticas de manipulação, como o manuseio adequado do alimento, higienização correta das mãos e o uso de utensílios e equipamentos higienizados, foram corretamente aplicadas.

5.5 Avaliação sensorial

5.5.1 Caracterização dos provadores

Os seis diferentes métodos de cocção adotados neste estudo foram avaliados por 51 provadores não treinados, sendo em maior parte do sexo feminino (61%), com idade entre 18 e 65 anos, estando a maioria na faixa de 18 a 25 anos (55%), conforme pode ser visualizado no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Distribuição por sexo e por faixa etária dos provadores das batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção

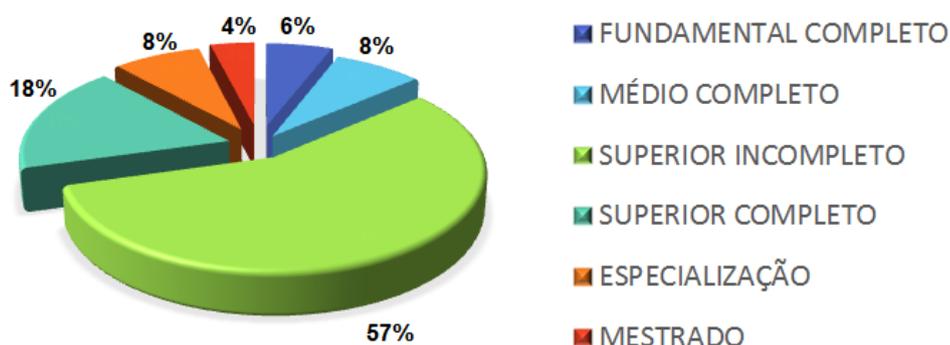


Fonte: Elaborado pela autora (2016)

A distribuição por escolaridade dos provadores das amostras de batatas-doces

obtidas pelos diferentes métodos de cocção, podem ser visualizados no gráfico 5. Conforme os dados representados neste gráfico, os provadores, em sua maioria (57%), eram estudantes de graduação, apresentando desta forma um perfil jovem, sendo isto justificado por terem sido recrutados para a análise estudantes da Universidade Federal do Ceará, embora funcionários e visitantes também tenham sido recrutados.

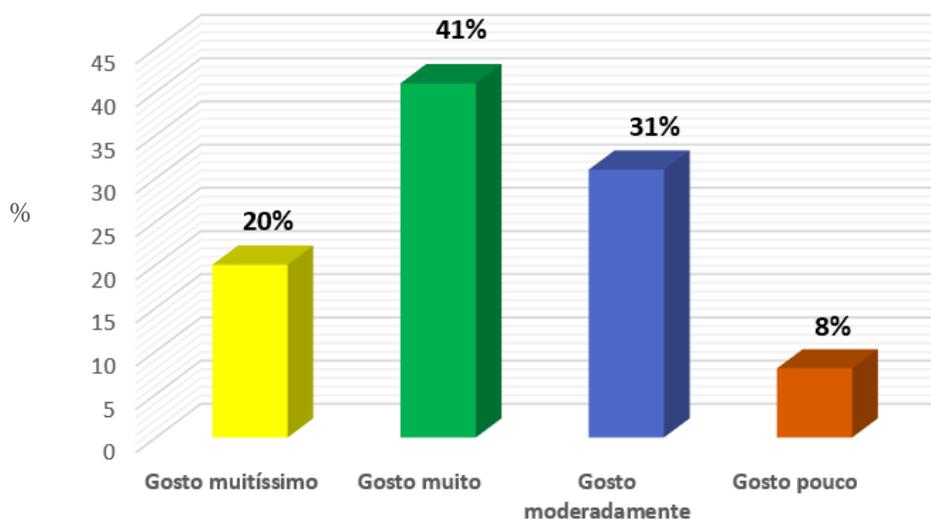
Gráfico 5 - Distribuição por escolaridade dos provadores das batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Para o grau de gostar de batata-doce (GRAFICO 6), 41% dos provadores declararam gostar muito de batata-doce, 31% afirmaram gostar moderadamente, 20% gostam muitíssimo e apenas 8% gostam pouco. A partir desses dados é possível constatar que a batata-doce é bastante apreciada pelos consumidores em geral.

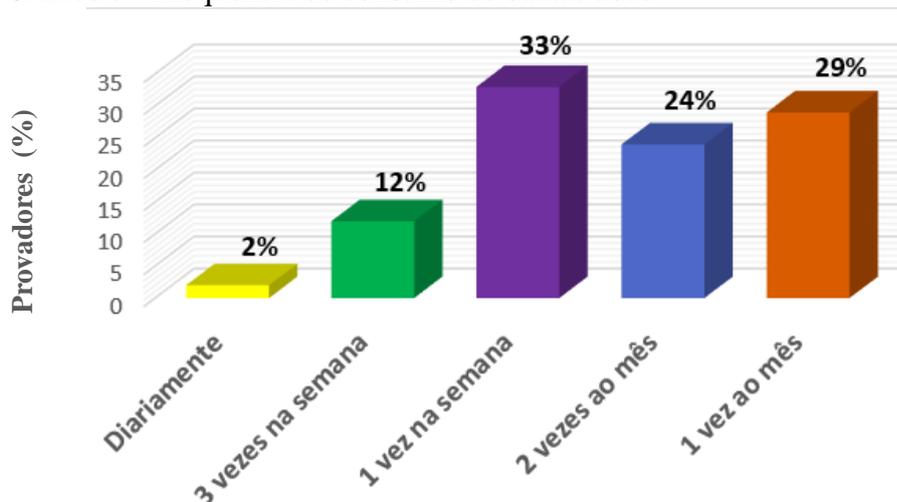
Gráfico 6 – Frequência do grau de gostar de batatas-doces



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Quanto à frequência do consumo de batata-doce, 33% dos provadores revelaram consumir esta tuberosa uma vez na semana, seguido de 29% que afirmaram o consumo uma vez ao mês, 24% duas vezes ao mês e 12% três vezes na semana (GRÁFICO 7). Os resultados mostram que a frequência de consumo é elevada, uma vez que quase metade dos provadores (47%) assegurou consumir batata-doce ao menos uma vez na semana.

Gráfico 7 - Frequência de consumo de batata-doce



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

5.5.2 Testes de aceitação sensorial e intenção de consumo

Na Tabela 12 estão sumarizados os resultados médios das notas atribuídas pelos provadores aos parâmetros de aparência, cor, aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de consumo das batatas-doces submetidas aos métodos de cocção convencionais e contemporâneos, baseados na escala hedônica, tendo 1 como nota mínima (desgostei extremamente) e 9 como nota máxima (gostei extremamente).

Para todos os métodos estudados não foi verificada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os parâmetros avaliados (TABELA 12). Quanto aos atributos aparência, cor e textura, todas as amostras encontraram-se entre as faixas "gostei ligeiramente" e "gostei muito", demonstrando assim que foram bem aceitas pela maioria dos provadores.

A média da aparência das amostras variou de 7,02 (a vácuo no forno combinado) a 6,55 (panela de pressão). Quanto à cor, a cocção em micro-ondas obteve a maior média (7,02), enquanto a menor foi para cocção em forno. Com relação a textura, as cocções em panela de pressão e a vácuo no forno combinado obtiveram a média 7,02, seguidos de micro-ondas (6,96) e vapor (6,84), sendo que ebulição obteve a menor média (6,73).

Tabela 12 – Valores médios das notas atribuídas pelos provadores às amostras de batatas-doces submetidas aos diferentes métodos de cocção para os atributos cor, aparência, sabor, textura, impressão global e intenção de consumo de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)

Tratamentos	Parâmetros avaliados						
	Aparência	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão global	Intenção de consumo
Ebulição	6,71 ^a	6,67 ^a	6,55 ^a	6,73 ^a	6,12 ^a	6,22 ^a	2,90 ^a
Vapor	6,57 ^a	6,75 ^a	6,65 ^a	6,84 ^a	6,73 ^a	6,63 ^a	3,37 ^a
Panela de pressão	6,55 ^a	6,65 ^a	6,33 ^a	7,02 ^a	6,37 ^a	6,55 ^a	2,98 ^a
Forno	6,59 ^a	6,57 ^a	6,63 ^a	6,78 ^a	6,86 ^a	6,67 ^a	3,35 ^a
Micro-ondas	6,96 ^a	7,02 ^a	6,88 ^a	6,96 ^a	6,94 ^a	6,80 ^a	3,31 ^a
A vácuo no forno combinado	7,02 ^a	6,90 ^a	6,65 ^a	7,02 ^a	6,75 ^a	6,88 ^a	3,26 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma letra igual na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Para o atributo aroma as médias se situaram entre os termos hedônicos "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente", onde micro-ondas alcançou o melhor resultado médio (6,88), ficando panela de pressão com a menor média (6,33).

Quanto ao sabor, a média das notas oscilou entre "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente", sendo que o maior valor médio foi verificado para micro-ondas (6,94) e o menor para ebulição (6,12).

Na impressão global, a amostra coccionada em forno combinado apresentou o maior valor médio (6,88) seguida de micro-ondas (6,80), sendo que estes valores ficaram próximo ao termo hedônico "gostei moderadamente". Do mesmo modo, as médias dos demais métodos apresentaram-se entre os valores hedônicos "gostei ligeiramente" e "gostei moderadamente". Esses resultados sugerem que todas as amostras submetidas aos diferentes tipos de cocção obtiveram uma boa aceitação no que concerne às suas características globais.

As médias das notas conferidas à intenção de consumo para os distintos métodos de cocção em estudo ficaram localizadas entre as faixas "comeria raramente" e "comeria frequentemente".

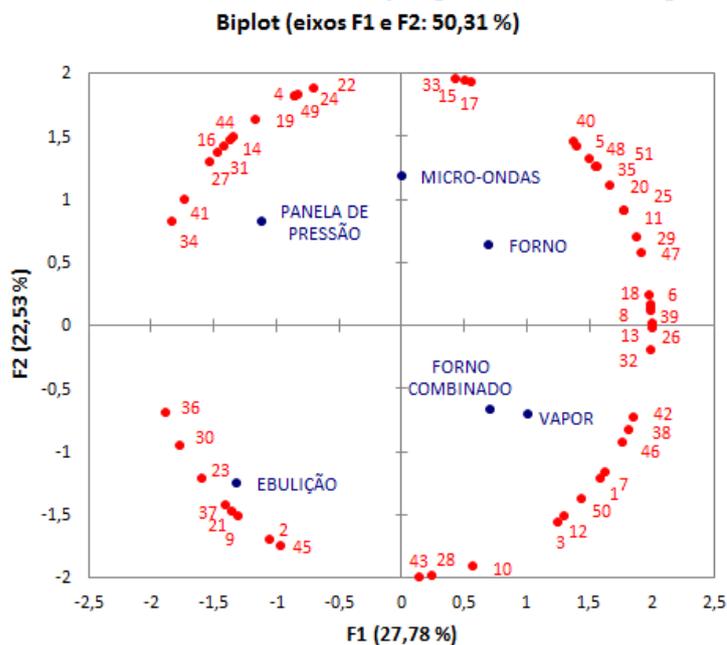
Dos seis métodos de cocção, a amostra tratada termicamente por vapor (3,37) foi a mais preferida, uma vez que as médias da maioria dos provadores ficaram entre "comeria ocasionalmente" e "comeria frequentemente", seguida de forno (3,35) e micro-ondas (3,31). A amostra de ebulição (2,90) foi a menos preferida situando-se entre os termos hedônicos "comeria raramente" e "comeria ocasionalmente".

5.5.3 Mapa de Preferência Interno

Os dados do teste de aceitação obtidos pelos 51 provadores, que expressaram as suas preferências individuais com relação a cada uma das seis amostras de batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção, foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP) para obtenção do Mapa de Preferência Interno de aceitação, referente à impressão global, conforme mostrado na Figuras 5.

No Mapa de Preferência Interno (Figura 5), observa-se a dispersão das amostras e a correlação dos dados de aceitação de um provador com os dois componentes principais (F1 e F2). Nessa representação gráfica, os provadores são representados por números e as amostras pela designação do método de cocção. O primeiro componente principal (F1) explicou 27,78% e o segundo (F2) 22,53%, totalizando, portanto, 50,13% da variância entre as amostras quanto à sua aceitação.

Figura 5 – Mapa de preferência interno para as amostras de batatas-doces obtidas pelos diferentes métodos de cocção para o atributo impressão global.



Os provadores são designados por números (de 1 a 51).

Fonte: Elaborada pela autora (2016)

O gráfico de dispersão do mapa de preferência interno possibilita a comparação das amostras em relação à aceitação pelos consumidores (MINIM, 2010). Neste tipo de representação gráfica os consumidores se localizam próximos aos produtos que eles gostaram (BARBOSA *et al.*, 2013).

Apesar de não ter sido demonstrada diferença significativa em relação à aceitação dos provadores por uma amostra de batata-doce específica, a separação espacial visualizada no mapa de preferência sugere a existência de quatro grupos distintos, que ficaram bem distribuídos no gráfico, indicando diferença na aceitação em relação à impressão global (FIGURA 5).

Um grupo foi formado pelas amostras de ebulição, um segundo pelas amostras de panela de pressão e micro-ondas, o terceiro pelas amostras de forno, e o quarto grupo pelas amostras vapor e a vácuo no forno combinado. Sendo assim, os quatro grupos foram constituídos por 8, 15, 17 e 11 provadores, respectivamente.

Quando os consumidores ficam alocados na região central do gráfico significa que estes não estão correlacionados com os dois componentes, conseqüentemente contribuem pouco para discriminar as amostras (SILVA; MINIM; RIBEIRO, 2005).

Observando a Figura 5, pode-se notar que nenhum provador ficou alocado na região central do mapa, ou seja, todos os provadores ficaram próximos às amostras de sua preferência, correlacionando-se assim com os dois componentes principais e contribuindo para discriminar as amostras.

5.5.4 Check All That Apply (CATA)

Aos provadores foi solicitado que marcassem, dentre os 32 termos listados no Teste CATA, aqueles que consideraram apropriadas para melhor descrever as qualidades das amostras de batatas-doces submetidas aos métodos de cocção convencionais e contemporâneos, referentes à aparência, aroma, textura e sabor.

O resultado do teste CATA utilizado pelos julgadores pode ser visualizado na Tabela 13. Foi observada diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas para os termos “dura”, “mole”, “seca”, “aquosa”, “muito cozida”, “pouco cozida” e “aroma de cozido”, dentre os seis métodos de cocção estudados.

O total de descritores citados pelos provadores foi de 1.831, sendo que a média de termos mencionados para cada método de cocção foi 305,17, que corresponde a 16,7% do total.

Tabela 13 - Resultado do *check-all-that-apply* (CATA) utilizando o teste Q de Cochran para comparação entre as amostras

Atributos	Tratamentos					
	Ebulição	Vapor	Panela de pressão	Micro-ondas	Forno	A vácuo no forno combinado
Dura	0,059 ^a	0,176 ^{ab}	0,078 ^a	0,275 ^b	0,196 ^{ab}	0,137 ^{ab}
Mole	0,627 ^{bc}	0,490 ^{abc}	0,725 ^c	0,353 ^a	0,431 ^{ab}	0,529 ^{abc}
Seca	0,059 ^{ab}	0,098 ^{ab}	0,020 ^a	0,235 ^b	0,176 ^{ab}	0,137 ^{ab}
Aquosa	0,196 ^{ab}	0,059 ^a	0,294 ^b	0,039 ^a	0,059 ^a	0,118 ^a
Esfarelada	0,039 ^a	0,059 ^a	0,000 ^a	0,020 ^a	0,078 ^a	0,059 ^a
Ressecada	0,059 ^a	0,059 ^a	0,000 ^a	0,078 ^a	0,078 ^a	0,039 ^a
Crua	0,059 ^a	0,039 ^a	0,020 ^a	0,059 ^a	0,039 ^a	0,020 ^a
Cozida	0,510 ^a	0,608 ^a	0,569 ^a	0,471 ^a	0,627 ^a	0,549 ^a
Muito cozida	0,137 ^{ab}	0,098 ^{ab}	0,235 ^b	0,020 ^a	0,020 ^a	0,118 ^{ab}
Pouco cozida	0,059 ^a	0,059 ^a	0,078 ^a	0,294 ^b	0,078 ^a	0,118 ^{ab}
Homogênea	0,353 ^a	0,235 ^a	0,314 ^a	0,294 ^a	0,235 ^a	0,431 ^a
Fibrosa	0,137 ^a	0,176 ^a	0,098 ^a	0,176 ^a	0,275 ^a	0,157 ^a
Sabor de batata-doce	0,529 ^a	0,647 ^a	0,569 ^a	0,588 ^a	0,588 ^a	0,510 ^a
Sabor estranho	0,157 ^a	0,059 ^a	0,137 ^a	0,118 ^a	0,157 ^a	0,098 ^a
Sabor ruim	0,059 ^a	0,137 ^a	0,020 ^a	0,059 ^a	0,059 ^a	0,020 ^a
Sabor de doce de batata-doce	0,118 ^a	0,039 ^a	0,098 ^a	0,039 ^a	0,059 ^a	0,137 ^a
Sabor cozido	0,412 ^a	0,333 ^a	0,373 ^a	0,412 ^a	0,333 ^a	0,333 ^a
Sabor assado	0,020 ^a	0,020 ^a	0,000 ^a	0,039 ^a	0,000 ^a	0,000 ^a
Sabor de caramelo	0,000 ^a	0,000 ^a	0,039 ^a	0,000 ^a	0,000 ^a	0,000 ^a
Gosto doce	0,333 ^a	0,412 ^a	0,412 ^a	0,451 ^a	0,412 ^a	0,373 ^a
Gosto amargo	0,176 ^a	0,039 ^a	0,078 ^a	0,059 ^a	0,078 ^a	0,039 ^a
Gosto salgado	0,000 ^a	0,078 ^a	0,059 ^a	0,059 ^a	0,039 ^a	0,059 ^a
Cor clara	0,451 ^a	0,412 ^a	0,431 ^a	0,412 ^a	0,333 ^a	0,549 ^a
Cor escura	0,118 ^a	0,176 ^a	0,118 ^a	0,098 ^a	0,216 ^a	0,039 ^a
Cor esverdeada	0,451 ^a	0,353 ^a	0,451 ^a	0,314 ^a	0,431 ^a	0,314 ^a
Cor amarelada	0,118 ^a	0,059 ^a	0,118 ^a	0,137 ^a	0,059 ^a	0,118 ^a
Cor amarronzada	0,039 ^a	0,098 ^a	0,039 ^a	0,059 ^a	0,078 ^a	0,039 ^a
Aroma doce	0,392 ^a	0,549 ^a	0,412 ^a	0,451 ^a	0,471 ^a	0,373 ^a
Aroma de caramelo	0,000 ^a	0,000 ^a	0,020 ^a	0,039 ^a	0,039 ^a	0,059 ^a
Aroma de cozido	0,392 ^b	0,137 ^a	0,255 ^{ab}	0,176 ^{ab}	0,196 ^{ab}	0,353 ^{ab}
Aroma de queimado	0,000 ^a	0,020 ^a	0,020 ^a	0,000 ^a	0,039 ^a	0,000 ^a
Aroma de batata-doce crua	0,098 ^a	0,098 ^a	0,039 ^a	0,098 ^a	0,020 ^a	0,039 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma letra igual na mesma linha não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).
 Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Todos os 32 termos descritivos foram utilizados mais de uma vez para descrever as amostras de batatas-doces submetidas aos métodos de cocção convencionais e contemporâneos.

As características mais frequentemente assinaladas pelos provadores para a caracterização das amostras cozidas pelos métodos de cocção estudados foram “sabor de batata-doce”, “cozida” e “mole”, sendo citadas, respectivamente, 175, 170 e 161 vezes, mostrando a preferência dos provadores por amostras que apresentem essas características. Contudo, apenas para o termo “mole” foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$) dentre os métodos de cocção (TABELA 13).

Os termos “aroma doce”, “cor clara”, “gosto doce”, “cor esverdeada”, “sabor cozido” e “homogênea”, também foram bastante mencionados para descrever as amostras, onde a quantidade de vezes que foram assinados foram, respectivamente, 135, 132, 122, 118, 112 e 95. Porém, não foi constatada diferença significativa ($p > 0,05$) dentre os tratamentos (TABELA 13).

Os descritores “sabor de caramelo”, “sabor assado” e “aroma de queimado” foram pouco utilizados para caracterizar as amostras de batatas-doces cozidas pelos diferentes métodos, sendo cada um deles citados menos de quatro vezes dentre os tratamentos.

O termo “sabor de caramelo” só foi marcado duas vezes, para as amostras coccionadas em panela de pressão. Os termos “ressecada”, “esfarelada” e “sabor assado” não foram usados por nenhum dos provadores para caracterizar estas amostras, enquanto que os termos “aquosa” e “muito cozida” apresentaram maior associação com estas amostras, provavelmente devido às características deste método de cocção, onde o vegetal fica totalmente submerso em água (TABELA 13).

Em contrapartida, para as amostras submetidas aos métodos de cocção em forno convencional e forno micro-ondas, o descritor “muito cozida” foi citado uma única vez pra ambos os tratamentos, e o termo “aquosa” apenas 3 vezes para a cocção em forno e 2 vezes para micro-ondas, mostrando que a minoria dos provadores associa esses atributos à esses métodos de cocção.

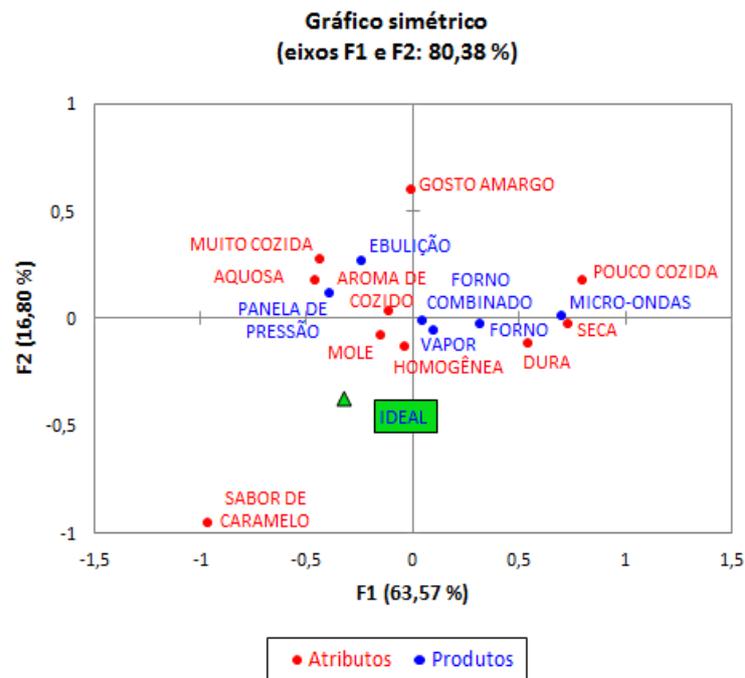
O descritor “aroma de cozido” apresentou maior frequência para as amostras cozidas por ebulição e menor para as preparadas por vapor, apresentando diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas entre esses dois métodos de cocção.

Já as características “dura”, “seca” e “pouco cozida” foram as mais escolhidas para descrever as amostras cozidas em forno micro-ondas. Isto pode ser explicado pelo fato de que não foi adicionada água para o preparo das amostras neste método, provavelmente fazendo com que as amostras apresentassem tais atributos.

A Análise de Componentes Principais para a amostra de batata-doce que os provadores julgaram ser a ideal pode ser observada na Figura 6, sendo que os atributos estão caracterizados pela cor vermelha e os produtos (amostras) pela cor azul.

Foi verificado que os dois primeiros componentes explicaram 80,38% da variação total, representando uma boa qualidade da análise. O primeiro componente principal (F1) foi responsável por 63,57% da variação total dos dados e o segundo componente (F2) por 16,80%. (FIGURA 6).

Figura 6 – ACP entre atributos sensoriais das amostras de batatas-doces submetidas aos seis métodos de cocção em relação à amostra ideal.



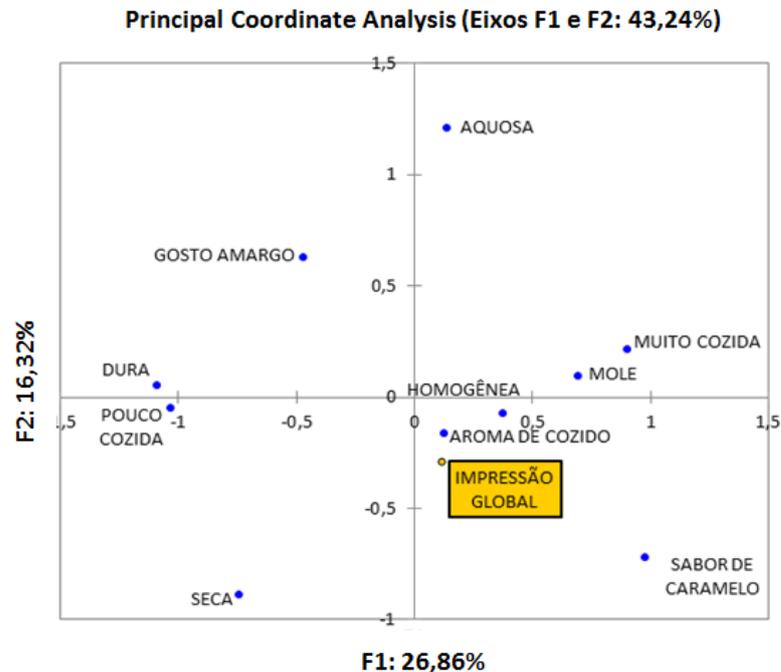
Fonte: Elaborada pela autora (2016).

De acordo com a Figura 6, para os provadores, uma amostra ideal de batata-doce deve possuir as características “mole” e “homogênea”, além de apresentar “aroma de cozido”. Em contrapartida, não deve possuir “sabor de caramelo”, “gosto amargo”, não deve ser “muito cozida”, “aquosa”, “dura”, “seca” ou “pouco cozida”.

As amostras de vapor e forno combinado mostraram-se mais próximas ao produto ideal apontado pelos provadores, enquanto micro-ondas ficou longe do ideal por aparentar-se “seca”, “dura” e “pouco cozida”. As amostras de ebulição e panela de pressão também ficaram relativamente longe do produto ideal, sendo associadas aos atributos muito cozida e aquosa.

Na Figura 7 pode ser observada a Análise de Componentes Principais para a amostra de batata-doce em relação à impressão global avaliada pelos provadores.

Figura 7 - ACP entre atributos sensoriais das amostras de batatas-doces submetidas aos seis métodos de cocção em relação à impressão global.



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

De acordo com o observado na Figura 7, as amostras que apresentaram os atributos sensoriais “aroma de cozido”, “homogênea” e “mole” foram os mais associados a uma melhor impressão global, o que se assemelha aos atributos indicados para a amostra ideal. Nesse sentido, as amostras coccionadas pelos métodos vapor e forno combinado mostraram ser as mais preferidas pelos provadores em relação à impressão global.

Embora na atualidade existam diversos estudos que utilizam a análise sensorial como ferramenta para avaliação de produtos, inclusive de batatas-doces (LAURIE *et al.*, 2013; LEKSRISOMPONG *et al.*, 2012; TOMLINS *et al.*, 2012), não foi localizado nenhum trabalho que fizesse uso do teste CATA como ferramenta na descrição de batatas-doces cozidas, em especial tratada por diferentes métodos de cocção, o que impossibilita a comparação com o presente estudo, tornando-o inédito neste campo de estudo.

6 CONCLUSÕES

Os métodos de cocção convencionais e contemporâneos empregados neste estudo para o processamento das batatas-doces conduziram a alterações químicas e físico-químicas, mostrando diferenças na composição nutricional em comparação às amostras *in natura*.

Em todos os métodos de cocção foi observada alteração na coloração das batatas-doces e redução significativa no conteúdo de ácido ascórbico, havendo menor perda nas amostras submetidas à cocção em ebulição e a vácuo no forno combinado. As cocções por ebulição, forno e micro-ondas foram as que apresentaram maior facilidade de extração de carotenoides totais.

Todos os métodos de cocção aplicados ocasionaram aumento nos efeitos benéficos para a saúde como a elevação no teor de polifenóis totais e na atividade antioxidante total presente nas batatas-doces, ao se comparar com a amostra *in natura*.

A avaliação sensorial mostrou uma boa avaliação para todos os parâmetros avaliados dos seis métodos de cocção, apesar de não ter havido uma amostra preferida. Já no teste CATA, as cocções a vapor e a vácuo no forno combinado foram as que se apresentaram mais próximas a uma amostra ideal de batata-doce, pois exibiram as características “mole”, “homogênea” e com “aroma de cozido”.

A temperatura e o tempo de cocção aplicados nos seis métodos de cocção mostraram-se eficazes na eliminação de coliformes totais, fecais e *Salmonella* sp, satisfazendo aos padrões higiênico-sanitários exigidos pela legislação brasileira.

Em relação aos componentes funcionais, a cocção de batatas-doces em forno convencional ou em forno de micro-ondas são as mais recomendadas, uma vez que foram as que melhor retiveram carotenoides, polifenóis e antioxidantes. No entanto, o ácido ascórbico foi melhor retido nas cocções em ebulição e a vácuo no forno combinado. Assim, para a obtenção de uma maior variedade de nutrientes e compostos bioativos é válido que haja variação na escolha do método de cocção ao se preparar batatas-doces.

Ficou evidenciada a importância da inclusão da batata-doce na dieta da população, uma vez que, mesmo após o cozimento, independentemente do método adotado, esta se apresenta como boa fonte de nutrientes e de componentes funcionais, principalmente compostos fenólicos e antioxidantes, que são essenciais à saúde dos indivíduos.

REFERÊNCIAS

- ABUBAKAR, H.N. *et al.* Chemical composition of sweet potato (*Ipomea batatas* Lam) dishes as consumed in Kwara state, Nigeria. **International Food Research Journal**, v. 17, p. 411-416, 2010.
- ADEPOJU, A. L.; ADEJUMO, B. A. Some proximate properties of sweet potato (*Ipomoea batatas* L) as influenced by cooking methods. **International Journal of Scientific & Technology Research**, v. 4, p. 146-148, 2015.
- AHMED, M.; SORIFA, A. M.; EUN, J. B. Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, p. 726-732, 2010.
- AKISSOE, N. *et al.* How blanching and drying affect the colour and functional characteristics of yam (*Dioscorea cayenensis* rotundata) flour. **Journal of Food Chem.**, v. 82, p. 257-264, 2003.
- ALI, N.; FALADE, K. O; AKINGBALA, J. O. Effect of cultivar on quality attributes of sweet potato fries and crisps. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, p. 224-232, 2012.
- ALMEIDA, A. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros nativos do semi-árido do Piauí.** 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2009.
- ALU'DATT, M. H. *et al.* Distribution, antioxidant and characterisation of phenolic compounds in soybeans, flaxseed and olives. **Food Chemistry**, v. 139, p. 93–99, 2013.
- ALVES, N. E. G. *et al.* Efeito dos diferentes métodos de cocção sobre os teores de nutrientes em brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, p. 507-513, 2011.
- ALVES, R. M. V. *et al.* Estabilidade de farinha de batata-doce biofortificada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 15, p. 59-71, 2012.
- AMARO, F. S. *et al.* Compostos bioativos e atividade antioxidante em duas etnovarietades de batata doce (*Ipomoea batatas*) cultivadas em sistema orgânico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, 2013.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** Washington, DC. 676, p. 2001.
- ANTONIO, G. C. *et al.* Sweet Potato: Production, Morphological and Physicochemical Characteristics, and Technological Process. **Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**. v. 5, p. 1-18, 2011.
- APATA, D. F.; BABALOLA, T. O. The Use of Cassava, Sweet Potato and Cocoyam, and Their By-Products by Non – Ruminants. **International Journal of Food Science and**

Nutrition Engineering, v., 2, p. 54-62, 2012.

AQUINO, A. C. M. S. *et al.* Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Scientia Plena**, v. 7, p. 1-6, 2011.

ARAÚJO, W. M. C. *et al.* **Alquimia dos alimentos**. 3. ed. Brasília: SENAC, 2014. 312 p.

ARES, G. *et al.* Application of a check-all-that-apply questions to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 67-86, 2010.

ARISSETO, A. P.; VICENTE, E.; TOLEDO, M. C. Investigation on Furan Levels in Pressure-Cooked Foods. **International Journal of Food Science**. v. 2013, p. 1-4. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 18th ed. Washington, D.C, 2005.

AYWA, A. K.; NAWIRI, M. P.; NYAMBAKA, H. N. Nutrient variation in colored varieties of Ipomea batatas grown in Vihiga County, Western Kenya. **International Food Research Journal**. v. 20, p. 819-825, 2013.

AZEREDO, H. M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 2365-2376, 2009.

AZEVEDO, A. M. *et al.* Influence of harvest time and cultivation sites on the productivity and quality of sweet potato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 21-27, 2014.

BAARDSETH, P. *et al.* Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus* var. *napobrassica*) processed by methods used in catering. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 1245-1255, 2010.

BABALOLA, O.O; ADUBIARO, H.O; IKUSIKA O. The effect of some processing methods on the vitamin C content of sweet and irish potato. **Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 6, p. 981-982, 2010.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191-203, 2006.

BARBOSA, A. F. *et al.* Aceitação sensorial de iogurte sabor pêssego acrescido de diferentes concentrações de aroma e polpa por meio da técnica de mapa de preferência. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, v. 68, p. 52-58, 2013.

BARRERA, W. A. **Effect of cultivar, storage, cooking method and tissue type on the ascorbic acid, thiamin, riboflavin and vitamin b6 content of sweetpotato [ipomoea batatas (L.)]** Lam. 2014. 102 f. Dissertation (Doctor of Philosophy) - Graduate Faculty of the Louisiana State University. Louisiana State University, Louisiana, 2014.

BARRETO, R. L. P. **Passaporte para o sabor: tecnologia para elaboração de cardápios**. 8. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2010. 308 p.

BELLAIL, A. A. *et al.* Effect of home-cooking methods on phenolic composition and antioxidant activity of sweetpotato (*ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars grown in Egypt. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, p. 490-499, 2012.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.

BERNI, P. *et al.* Comparison of content and in vitro bioaccessibility of provitamin A carotenoids in home cooked and commercially processed orange fleshed sweet potato (*Ipomea batatas* Lam). **Plant Foods Hum Nutr**, v. 70, p. 1–8, 2015.

BLESSINGTON, T. *et al.* Cooking methods and storage treatments of potato: effects on carotenoids, antioxidant activity, and phenolics. **American Journal of Potato Research**, v. 87, p. 479–491, 2010.

BOEKEL, M. V. A review on the beneficial aspects of food processing. **Molecular Nutrition & Food Research**. v. 54, p. 1215–1247, 2010.

BOVELL-BENJAMIN, A. C. Sweet Potato: A Review of its Past, Present, and Future Role in Human Nutrition. **Advances in Food and Nutrition Research**. v. 52, p. 1-59, 2007.

BRADLEY JR. R. L. Moisture and total solids analysis. *In*: NELSEN, S. S. **Food analysis**. 4th ed. New York: Springer, 2010. 602 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimento. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10. jan. 2001.

BURGOS, G. *et al.* Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking. **Food Chemistry**, v. 133, p. 1131–1137, 2012.

BURRI, B. J. Evaluating sweet potato as an intervention food to prevent vitamin a deficiency. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, p. 118-130, 2011.

BUTARELO, S. S. *et al.* Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, p. 311-315, 2004.

CALADO. A. V. S. **Usabilidade da cocção industrial: uma análise comparativa entre o sistema de cocção tradicional e o sistema de cocção inteligente**. 2008. 261 f. Dissertação

(Mestrado em Design) – Departamento de Design. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

CAMPOS, F. M. *et al.* Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 481-490, 2008.

CAMPOS, F.M. *et al.* Provitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal da cidade de Viçosa-MG, em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.33-40, 2006.

CAMPOS, F.M. *et al.* Teores de beta caroteno em vegetais folhosos preparados em restaurantes comerciais de Viçosa-MG. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n.2, p.163-169, 2003.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. P. Novos fatores de conversão de carotenoides provitamínicos A. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 571-578, 2005.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, v. 93, p. 223-226, 2005.

CARDOSO, A.D. *et al.* Características físicas e sensoriais de clones de batata-doce. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, p. 1760-1765, 2007.

CARDOSO, P. C. *et al.* Carotenos provitamínicos a em hortaliças preparadas em unidades produtoras de refeições comerciais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 27, p. 71-82, 2009.

CARNEIRO, A. P. G. *et al.* Caracterização físico-química e de compostos bioativos de batata doce (*Ipomoea batatas* L.). **Magistra**, v. 26, p. 867-870, 2013.

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **Sweetpotato**. 2015. Disponível em: <<http://cipotato.org>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2005. 783 p.

CHO, S. Y.; LEE, J. W.; RHEE, C. The cooking qualities of microwave oven cooked instant noodles. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, p. 1042-1049, 2010.

CHUKWU, O.; NWADIKE, N.; NWACHUKWU, N G. Effects of cooking and frying on antioxidants present in sweet potatoes (*Ipomoea batatas*). **Academic Research International**, v. 2, p. 104-109, 2012.

CONTRERAS-CALDERÓN, J. *et al.* Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, p. 2047-2053, 2011.

CORDEIRO, N. *et al.* *Ipomoea batatas* (L.) Lam.: a rich source of lipophilic phytochemicals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 61, p. 12380 - 12384, 2013.

- COUTINHO, A. P. C. **Produção e caracterização de maltodextrinas a partir de amidos de mandioca e batata-doce**. 2007. 137 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.
- COUTO, M. A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 15-19, 2010.
- CUI, L. *et al.* Effect of processing on taste quality and health-relevant functionality of sweet potato tips. **Agricultural Sciences in China**, v. 10, p. 456-462, 2011.
- D'ARCHIVIO, M. *et al.* Polyphenols, dietary sources and bioavailability. **Ann Ist Super Sanità**, v. 43, p. 348-361, 2007.
- DAIUTO, E. R. *et al.* Estabilidade de minerais em hortaliças submetidas a diferentes métodos de cozimento. **Nativa**, v. 3, p. 102-108, 2015.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010. 900 p.
- DAUCHET, L.; AMOUYET, P.; DALLONGEVILLE, J. Fruit and vegetable consumption and risk of stroke: a meta-analysis of cohort studies. **Neurology**, v. 65, p. 1193-1197, 2005.
- DELARUE, J.; LAWLOR, B.; ROGEAUX, M. **Rapid sensory profiling techniques: applications in new product development and consumer research**. Woodhead Publishing: Cambridge, 2015. 584 p.
- DENG, G. *et al.* Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 vegetables. **Journal of Functional Foods**. v. 5, p. 260-266, 2013.
- DIAS, T. C. *et al.* Conservação pós-colheita de mamão formosa com filme de PVC e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 33, p. 666-670, 2011.
- DINI, I., TENORE, G. C.; DINI, A. A new polyphenol derivative in *Ipomoea batatas* tubers and its antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 8733-8737, 2006.
- DINI, I., TENORE, G. C.; DINI, A. Saponins in *Ipomoea batatas* tubers: Isolation, characterization, quantification and antioxidant properties. **Food Chemistry**. v. 113, p. 411-419, 2009.
- DINCER, C. *et al.* Effects of baking and boiling on the nutritional and antioxidant properties of sweet potato [*ipomoea batatas* (L.) lam.] cultivars. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 66, p. 341-347, 2011.
- DOMENE, S. M. A. **Técnica dietética: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 350 p.
- DONADO-PESTANA, C. M. **Efeitos do processamento sobre a disponibilidade de carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante em quatro cultivares de batata**

doce (*Ipomoea batatas* L.) biofortificados. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

DOOLEY L., LEE, Y.S.; MEULLENET, J.F.; The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 394–401, 2010.

DORNAS, M.F.S. **Seleção de genótipos de batata-doce para a produção de silagem de ramos.** 2012. 51 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos.** Curitiba: Champagnat, 2007. 210 p.

DUTTA, D. *et al.* Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. **Journal of Food Engineering**, v. 76, p. 538-546, 2006.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2009.

EL-ABASSY, R. M.; DONFACK, P.; MATERNY, A. Assessment of conventional and microwave heating induced degradation of carotenoids in olive oil by VIS Raman spectroscopy and classical methods. **Food Research International**, v. 43, p. 694-700, 2010.

EVANGELISTA, R. M. *et al.* Qualidade nutricional e esverdeamento pós-colheita de tubérculos de cultivares de batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 953-960, 2011.

FAN, G. *et al.* Optimizing conditions for anthocyanins extraction from purple sweet potato using response surface methodology (RSM). **LWT- Food Science and Technology**. v. 41, p.155-160, 2008.

FELTRAN, J.C.; FABRI, E.G. Batata-doce uma cultura versátil, porém sub-utilizada. **Nosso Alho**, n. 6, p. 28-31, 2010.

FERNANDES, A. F. *et al.* Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 56-65, 2008.

FIGUEIREDO, J. A. **Seleção de clones de batata-doce com potencial de utilização na alimentação humana e animal.** 2010. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, 2010.

FIGUEIREDO, J.A. *et al.* Avaliação de silagens de ramos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 708-712, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>>. Acesso em: 22 out. 2015.

FONTES, L. C. B. *et al.* Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, p.1-13, 2012.

FONTES. *et al.* Efeito de antioxidantes na prevenção de escurecimento enzimático de batata-doce (*Ipomoea batatas*) e inhame (*Dioscorea spp*). **Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 15, p. 167-174, 2009.

FRANCESCHINI, G. **Elaboração e análise sensorial de compota de batata-doce (*Ipomoea batatas*) de polpa alaranjada**. 2006. 22 f. Monografia (Graduação em Nutrição). Faculdade Assis Gurgacz. Cascavel, 2006.

FRANCO, Guilherme. **Tabela de composição química dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. 308 p.

FRIEDMAN, M., LEVIN, C. E. Analysis and biological activities of potato glycoalkaloids, calystegine alkaloids, phenolic compounds, and anthocyanins. *In*: SINGH, J., KAUR, L. (Eds.), **Advances in Potato Chemistry and Technology**. Elsevier: San Diego, p. 127–162, 2009.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 511 p.

GAYATHRI, G.N. *et al.* Influence of antioxidant spices on the retention of β -carotene in vegetables during domestic cooking processes. **Food Chemistry**, v. 84, p.35-43, 2004.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 4. ed., rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2011.

GHARRAS, H. L. Polyphenols: food sources, properties and applications – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 2512–2518, 2009.

GISSLEN, Wayne. **Culinária profissional**. 6 ed. São Paulo; Manole 2012. 1055 p.

GRACE, M.H. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. **Food Chemistry**, v. 145, p. 717–724, 2014.

GREENFIELD, H.; SOUTHGATE, D. A. T. **Food composition data: production, management and use**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quím. Nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

GONÇALVES, M. F. V. **Tratamento térmico dos amidos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e de mandioquinha-salsa (*Arracaccia xanthorrhiza*) sob baixa umidade em micro-**

ondas. 2007. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

GOUVEIA, A. M. S. *et al.* Qualidade de raízes de batata-doce em função da adubação nitrogenada e conservação **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 10, p. 57-64, 2014.

GUO, J. *et al.* The properties of different cultivars of Jinhai sweet potato starches in China. **International Journal of Biological Macromolecules**. v. 67, p. 1–6, 2014.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, New York, v. 52, p. 481- 504, 2000.

HARAKOTR, B. *et al.* Anthocyanin, phenolics and antioxidant activity changes in purple waxy corn as affected by traditional cooking. **Food Chemistry**, v. 164, p. 510-517, 2014.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, p. 42-49, 1962.

HOWARD, L.A. *et al.* β -carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. **Journal of Food Science**, v. 64, p. 929-936, 1999.

HU, F. B. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, p. 544S-551S, 2003.

HUANG, A. S.; TANUDJAJA, L.; LUM, D. Content of Alpha-, Beta-Carotene, and Dietary Fiber in 18 Sweetpotato Varieties Grown in Hawaii. **Journal of food composition and analysis**, v. 12, p. 147-151, 1999.

HUANG, C. L. *et al.* Influence of baking treatment on the sugar composition and total colour difference of sweet potatoes. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 1.12, p. 24 - 28, 2014.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. J. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

HUANG, Y. C.; CHANG, Y. H.; SHAO, Y. Y. Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. **Food Chemistry**, v. 98, p. 529–538, 2006.

HUNTERLAB. **Measuring color using Hunter L, a, b versus CIE 1976 L*a*b***. Reston: HunterLab, 2012. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

IBORRA-BERNAD, C. *et al.* Comparison of Vacuum Treatments and Traditional Cooking Using Instrumental and Sensory Analysis. **Food Analytical Methods**, v. 7, p. 400–408, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-químicos para Análise de Alimentos**. Coordenadores: Zenebon, O.; Pascuet, N. S.; Tiglea, P. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

INSTITUTO AMERICANO DE CULINÁRIA. **Chef Profissional**. São Paulo: Senac, 2011.

1235 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p.

_____. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 102 p.

ISHIGURO, K.; YAHARA, S.; YOSHIMOTO, M. Changes in Polyphenolic Content and Radical-Scavenging Activity of Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) during Storage at Optimal and Low Temperatures. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 10773 - 10778, 2007.

ISLAM, M. S. *et al.* Effect of artificial shading and temperature on radical scavenging activity and polyphenolic composition in sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 128, p. 182 – 187, 2003.

JAISWAL, A. K.; ABU-GHANNAM, N. Degradation kinetic modelling of color, texture, polyphenols and antioxidant capacity of York cabbage after microwave processing. **Food Research International**. v. 53, p. 125–133, 2013.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2005. 711 p.

JHA, S.N. Colour measurements and modeling. *In*: _____ (Ed.). **Nondestructive evaluation of food quality**: Theory and Practice. Berlin: Springer-Verlag. 2010.

Jl, H. Analysis on the nutrition composition and antioxidant activity of different types of sweet potato cultivars. **Food and Nutrition Sciences**, v. 6, p. 161-167, 2015.

JIMÉNEZ-MONREAL, A. M. *et al.* Influence of cooking methods on antioxidant activity of vegetables. **Journal of Food Science**. v. 74, p. 97-103, 2009.

JOSÉ, A. E. **Compostos fenólicos e atividade antibacteriana em acessos de *Ipomoea batatas* (L.) Lam (Batata-doce)**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

JUNEJA, V. K. Sous-vide processed foods: safety hazards and control of microbial risks. *In*: NOVAK, J. S.; SAPERS, G. P.; JUNEJA, V. K. **Microbial safety of minimally processed foods**. United States of America: CRC Press, 2003.

JUNG, J. K. *et al.* Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home processed roots. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 24, p. 29-37, 2011.

KALT, W. *et al.* Interspecific Variation in Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity among Genotypes of Highbush and Lowbush Blueberries (*Vaccinium* Section *cyanococcus* spp.). **J. Agric. Food Chem.** v. 49, p. 4761-4767, 2001.

- KANO, M. *et al.* Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoera batatas* cultivar Ayamurasaki. **Biosci. Biotechnol. Biochem.** v. 69, p. 979-988, 2005.
- KAO, F.J. *et al.* Effects of Chinese domestic cooking methods on the carotenoid composition of vegetables in Taiwan. **Food Science and Technology.** v. 46, p. 485-492, 2012.
- KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Antioxidants in fruits and vegetables - the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology.** v.36, p. 703-725, 2001.
- KIM, H. J. *et al.* Variations in the carotenoid and anthocyanin contents of Korean cultural varieties and home-processed sweet potatoes. **Journal of Food Composition and Analysis,** v. 41, p. 188–193, 2015.
- KNIGHT, J. B; KOTSCHEVAR, L. H. **Gestão, Planejamento e Operação de restaurante.** 3 ed. São Paulo: Roca, 2005. 504 p.
- KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias:** composição e controle de qualidade. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301 p.
- KOCA, I.; KARADENIZ, B. Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the black sea region of turkey. **Scientia Horticulturae,** v. 121, p. 447–450, 2009.
- KOUBALA, B. B. Effect of fermentation time on the physicochemical and sensorial properties of gari from sweet potato (*Ipomoae batatas*). **British Journal of Applied Science & Technology.** v. 4, p. 3430-3444, 2014.
- KOVESI, B. *et al.* **400 g:** técnicas de cozinha. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2007. 568 p.
- LACHMAN, J. *et al.* Impact of selected factors cultivar, storage, cooking and baking on the content of anthocyanins in colored-flesh potatoes. **Food Chemistry.** v. 133, p. 1107-1116, 2012.
- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry.,** London, v. 45, p. 1390-1393, 1997.
- LAURIE, S. M. *et al.* The use of sensory attributes, sugar content, instrumental data and consumer acceptability in selection of sweet potato varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture.** v. 93, p. 1610–1619, 2013.
- LEBOT, V. **Tropical root and tuber crops:** cassava, sweet potato, yams and aroids. crop production science in horticulture. CABI Publishing, UK, 2009. 413 p.
- LEIGHTON, C.S.; SCHÖNFELDT, H.C.; KRUGER, R. Quantitative descriptive sensory analysis of five different cultivars of sweet potato to determine sensory and textural profiles. **Journal of Sensory Studies,** v. 25, p. 2–18, 2010.
- LEKSRIOMPONG, P. P. *et al.* Sensory attributes and consumer acceptance of sweet potato cultivars with varying flesh colors. **Journal of Sensory Studies** v. 27, p. 59–69, 2012.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p. 65-69, 2002.

LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A.; DUARTE FILHO, J. Espécies tuberosas tropicais como matérias-primas amiláceas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.1, p. 49-68, 2005.

LESKOVÁ, E. *et al.* Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 252–276, 2006.

LIMA, R. M. T. **Avaliação da estabilidade de química, físico-química e microbiológica de polpas de acerola orgânica pasteurizada e não pasteurizada**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

LIVERA, A. V. S.; SALGADO, S. M. **Técnica dietética: um guia prático**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2007. 176 p.

MACFIE, H. J. H. Assessment of The Sensory Properties of Food. **Nutrition Reviews**, v. 48, p. 87-93, 1990.

MACFIE, H. J. H. *et al.* Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 4, p. 129-148, 1989.

MACFIE H. J. H., THOMSON D. M. H. **Preference mapping and multidimensional scaling**. In: PIGGOT J.R. *Sensory Analysis of Foods*, 2nd ed., Elsevier, London, 1988. 389p.

MAIANI, G. *et al.* Carotenoids: actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. **Molecular Nutrition and Food Research**. Weinheim, v. 53, p. 194-218, 2009.

MAIEVES, H. A. **Caracterização física, físico-química e potencial tecnológico de novas cultivares de mandioca**. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MANACH, C. *et al.* Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MANGABEIRA JÚNIOR, A. S. **Aceitabilidade, consumo e análises de cardápio isento de frituras em restaurante de auto-serviço**. 2009. 158 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MARKETO, C. G. *et al.* The Reliability of MDPREF to Show Individual Preference. **Journal of Sensory Studies**, v. 9, p. 337-350, 1994.

MARTINAZZO, A. P. Secagem, armazenamento e qualidade de folhas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. 2006. 156p. Tese (doutorado). Viçosa, MG.

MASSAROTO, J. A. **Características agrônômicas e produção de silagem de clones de batata-doce**. 2008. 73 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em

Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MCFADDEN, C. **O livro do cozinheiro: os utensílios essenciais e como utilizá-los**. Lisboa, Portugal: Editorial Estampa, 2004. 144 p.

MCGEE, H. **Comida e Cozinha: Ciência e Cultura da Culinária**. 2. ed. São Paulo, SP: WMF Martins Fontes, 2014. 922 p.

MEDEIROS, D. L. **Pesquisa sobre a técnica de *sous-vide***. Monografia (Especialização em Qualidade de Alimentos). 2009. 39 f. Centro de Excelência em Turismo Universidade de Brasília, 2009.

MEI, X.; MU, T.; HAN, J. Composition and physicochemical properties of dietary fiber extracted from residues of 10 varieties of sweet potato by a sieving method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 7305–7310, 2010.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 3. ed. New York: CRC Press, 1999. 386 p.

MEJIDO, M. J. **Métodos de cocção**. Rio de Janeiro: Editora Multifoco, 2012. 58 p.

MELO, E.A.*et al.* Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 639-644, 2006.

MELO, M. M. D.; SOUZA, F. J. V.; ARAÚJO, A. O. Custos da qualidade: um estudo em um restaurante de grande porte da cidade de Natal-RN. **Revista Uniabeu**, v. 6, p. 218-233, 2013.

MIGLIO, C., *et al.* Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 139–147, 2008.

MILLER, B.; RAMA, M. **Cozinha básica para leigos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011. 456 p.

MÍNGUEZ-MOSQUERA, M. I.; HORNERO-MÉNDEZ, D.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. Carotenoids and Provitamin A in Functional Foods. *In*: HURST, W. J. (Ed.). **Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals**. Boca Raton Florida, USA: CRC Press LLC, 2002.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2 ed. rev. e ampl. – Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.

MISTURA, L. P. F. **Cinética de ruptura do ferro heme em carne bovina (coxão mole - *semi membranosus*) submetida a diferentes tratamentos térmicos**. 2006. Tese (Doutorado em Nutrição Experimental) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MIYAZAKI, Y. *et al.* Effects on immune response of antidiabetic ingredients from whiteskinned sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Nutrition**. v. 21, p. 358-362, 2005.

MOULIN, M. M. **Coleta, caracterização e conservação de variedades locais de batata-doce (*Ipomoea batatas* L. lam) do norte do estado do Rio de Janeiro**. 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2010.

MOURA, N. C.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; SOUZA, M. C. Características físicas de quatro cultivares de soja crua e submetidas a diferentes tratamentos térmicos. **Alimentos e nutrição**, v. 20, p. 383-388, 2009.

MUKHOPADHYAY *et al.* Crops that feed the world 5. Sweetpotato. Sweetpotatoes for income and food security. **Food Security**, v. 3, p. 283–305, 2011.

MYHRVOLD, N.; YOUNG, C.; BILET, M. **Modernist cuisine: the art and science of cooking**. [S.l.]: The Cooking Lab, 2011. 2438 p.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology**, v. 39, p. 925–928, 1992.

NASCIMENTO, K. O. *et al.* Physicochemical characteristics of tubers from organic sweet potato roots. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 225 – 234, 2015.

NASCIMENTO, P. **Avaliação da retenção de carotenóides de abóbora, mandioca e batata-doce**. 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2006.

NASSUR, R. C. M. R. **Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidos me sistema orgânico**. 2009. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

NATELLA, F. *et al.* Microwave and traditional cooking methods: effect of cooking on antioxidant capacity and phenolic compounds content of seven vegetables. **Journal of Food Biochemistry**, v. 34, p. 796-810, 2010.

NAZAROV, A. M. **Sweetpotato: One Word or Two?** 2014. Disponível em: <<http://cipotato.org/press-room/blogs/sweetpotato-one-word-or-two/>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

NEIRO, E. S. *et al.* Análise de cor de para discriminação de seis variedades de cana-de-açúcar em quatro épocas de colheita no ano. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

NOTHLINGS, U. *et al.* Intake of vegetables, legumes, and fruit, and risk for all-cause, cardiovascular, and cancer mortality in a European diabetic population. **The Journal of Nutrition**, v. 138, p. 775-78, 2008.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

NUNES, M. U. C.; CRUZ, D. P.; FORTUNA, A. **Tecnologia para produção de farinha de batata-doce: novo produto para os agricultores familiares**. Circular técnica 65. Embrapa: Aracaju, SE, 2012.

OIRSCHOT, Q. E. A. V.; REES, D.; AKED, J. Sensory characteristics of five sweet potato cultivars and their changes during storage under tropical conditions. **Food Quality and Preference**, v. 14, p. 673–680, 2003.

OKI, T. *et al.* Contribution of β -carotene to radical scavenging capacity varies among orange-fleshed sweet potato cultivars. **Food Science Technology Research**, v.12, p. 156-160, 2006.

OLAYIWOLA, I.O. *et al.* Study of Sweet Potato (*Ipomea batatas* Lam) Foods for Indigenous Consumption Through Chemical and Anti-Nutritive Analysis in Kwara State, Nigeria. **Pakistan Journal of Nutrition**. v. 8, p. 1894-1897, 2009.

OLIVEIRA, A. C. *et al.* Total phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruit residues. **Food Chemistry**, v. 115, p. 469-475, 2009.

OLIVEIRA JR, L. F. G. *et al.* Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 159-165, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A. *et al.* **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v. 2. Porto Alegre: Editora Artmed, 2005. 294 p.

ORNELLAS, L. H. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2007. 276 p.

OZKAN, I. A.; AKBUDAK, B.; AKBUDAK, N. Microwave drying characteristics of spinach. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 577-583, 2007.

OZTOP, M. H.; SAHIN, S.; SUMNU, G. Optimization of microwave frying of potato slices by using Taguchi technique. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 83–91, 2007.

PADDA, M.; PICHA, D. H. Phenolic composition and antioxidant capacity of different heat-processed forms of sweetpotato cv. 'Beauregard'. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 43, p. 1404–1409, 2008a.

PADDA, M.; PICHA, D. H. Quantification of phenolic acids and antioxidante activity in sweetpotato. **Scientia Horticulturae**, v.119, p.17-20, 2008b.

PANELA de pressão moderna. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2016.

PEDROSA, C.E. *et al.* Yield and quality of wilted sweet potato vines and its silages. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 283-289, 2015.

PELLEGRINI, N. *et al.* Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen brassica vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 4310-4321, 2010.

PEREIRA, C. P. **Retenção de nutrientes e componentes bioativos, bioacessibilidade e avaliação sensorial da beterraba (*Beta vulgaris* L.) submetida à cocção por métodos convencionais e contemporâneos.** 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Mestrado Acadêmico em Nutrição, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.

PERESSIN, V.A; FELTRAN, J.C. Batata-doce. *In*: AGUIAR, A.T.E. *et al.* **Boletim IAC, n.º 200.** Campinas: Instituto Agrônômico, 2014. 452 p.7.^a Ed. rev. e atual. p. 59-61

PÉREZ-JIMÉNEZ, J. *et al.* Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, v.41, p.272-285, 2008.

PERLA, V.; HOLM, D. G.; JAYANTY, S. S. Effects of cooking methods on polyphenols, pigments and antioxidant activity in potato tubers. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 45, p. 161-171, 2012.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética.** 3. ed. Barueri: Manole, 2014. 424 p.

PIGOLI, D. R. **Alterações nutricionais em hortaliças decorrentes de diferentes métodos de cozimento.** 2012. 64 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2012.

PIGOLI, D.R.; VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R. Alterações nutricionais em casca e polpa de cenoura decorrente de diferentes métodos de cozimento. **Revista Energia na Agricultura-Botucatu**, vol. 29, p.121-127, 2014.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. **LWT- Food Science and Technology**, v. 40, p. 1–11, 2007.

PROCHASKA, L.J. *et al.* Effects of food processing on the thermodynamic and nutritive value of foods: literature and database survey. **Medical Hypotheses.**, v. 54, p.254-262, 2000.

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, n. 5, p. 386–392, 2007.

RAJAT, G.; PANCHALI, D. A study on antioxidant properties of different bioactive compounds. **Journal of Drug Delivery & Therapeutics**, v. 4, p. 105-115, 2014.

RAMOS, A. E. A. **O Sistema *sous-vide*.** 2004. 34 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Turismo) - Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

RAUPP, D. S. *et al.* Effect of processing on antioxidant potential and total phenolics content in beet (*Beta vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, p. 688-693, 2011.

RAUTENBACH, F. *et al.* Antioxidant Capacity and Antioxidant Content in Roots of 4 Sweetpotato Varieties. **Journal of Food Science**, v. 75, p. C400-C405, 2010.

RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

RINALDI, M. *et al.* Physicochemical and Microbiological Quality of Sous-Vide-Processed Carrots and Brussels Sprouts. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 3076 - 3087, 2013.

ROCHA, C. F. **Ferramentas de avaliação sensorial para o desenvolvimento de novos produtos alimentares**. 2014. 215f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar) - Universidade Aberta. Porto, 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoids analysis in foods**. Washington: ILSI. 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Carotenoids and food preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. Washington, DC: OMNI, 1997. 88p. Disponível em: <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacb907.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2016.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Quantitative analysis, in vitro assessment of bioavailability and antioxidante activity of food carotenoids—A review. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 23, p. 726-740, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. Brasília: MMA/SBF, 2008. 100 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Screening method for sweetpotato and cassava. In: _____. **HarvestPlus handbook for carotenoids analysis**. Washington DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2004. 58 p.

ROESLER, P. V. S. O. *et al.* Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, p. 117-122, 2008.

ROGERIO, W. F.; LEONEL, M.; OLIVEIRA, M. A. Produção e caracterização de salgadinhos fritos de tuberosas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**. v.1, p.78-85, 2005.

ROSE, I. M.; VASANTHAKAALAM, H. Comparison of the Nutrient composition of four sweet potato varieties cultivated in Rwanda. **American Journal of Food and Nutrition**, v. 1, p. 34-38, 2011.

RUFINO, M. S. M. *et al.* **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS •+**. Comunicado Técnico 128. Fortaleza: Embrapa, 2007. 4 p.

RUFINO, M.S.M. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. Comunicado Técnico 125. Fortaleza: Embrapa, 2006. 4 p.

RUMBAOA, R.G. O.; CORNAGO, D. F.; GERONIMO, I. M. Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. **Food Chemistry**. v. 113, p. 1133–1138, 2009.

SADLER, G. D.; MURPHY, P. A. pH and titratable acidity. *In*: NELSEN, S. S. **Food analysis**. 4th ed. New York: Springer, 2010. 602 p.

SALAZAR-GONZALEZ, C. *et al.* Recent studies related to microwave processing of fluid foods. **Food Bioprocess and Technology**, v. 5, p. 31–46. 2012.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Science Technology International**, v. 8, p. 121-137, 2002.

SANTOS, G. M. *et al.* Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 58, p. 187-192, 2008.

SANTOS, J. F. *et al.* Produtividade de batata-doce em função de cultivares e sistema de plantio. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v. 3, p. 27-30, 2009a.

SANTOS, J. T. *et al.* Comparação de custos operacionais de fornos microondas e fornos convencionais. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 5, p. 1-5, 2009b.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, p. 294-301, 2006.

SCHEIBLER, J. *et al.* Quantificação de micronutrientes em vegetais submetidos a diferentes métodos de cocção para doente renal crônico. **Conscientiae Saúde**, v. 9, p. 549-555, 2010.

SCHLICH, P.; MCEWAN, J. A. Preferece mapping - A statistical tool for the food industry, **Science des Aliments**, n. 12, p. 339-355, 1992.

SEHM, G. A. R.; NOGUEIRA, A. C.; STEEL, C. J. Non-conventional raw materials for nutritional improvement of breads. *In*: ROSELL, C. M.; BAJERSKA, J.; SHEIKHA, A. F. E. **Bread and its fortification: nutrition and health benefits**. CRC Press: New York, 2015. 417 p.

SENANAYAKE, S. A. *et al.* Comparative analysis of nutritional quality of five different cultivars of sweet potatoes (*Ipomea batatas* (L) Lam) in Sri Lanka. **Food Science & Nutrition**, v. 1, p. 284-291, 2013.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in food and nutraceuticals**. Washington, D.C: CRC Press, 2004.

SILVA, A. F.; MINIM, V. P. R.; RIBEIRO, M. M. Análise sensorial de diferentes marcas comerciais de café (*Coffea arabica* L.) orgânico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 1224-1230, 2005.

SILVA, M. F. G. **Atributos de qualidade de abóbora (*Cucurbita moschata* cv. Leite) obtida por diferentes métodos de cocção**. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) - Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

SILVA, M. L. C. *et al.* Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, p. 669-682, 2010.

SINHA, J.; CHAWLA, P.; SINGH, H. Effect of cooking methods on β carotene, anthocyanin, vitamin C and antioxidant content of sweet potato. **International Journal of Food and Nutritional Sciences**, v. 4, p. 114-119, 2015.

SOARES, I. M. *et al.* Conteúdo fenólico e atividade antioxidante de diferentes cultivares de *Ipomoea batatas* (L.) Lam. obtidas por melhoramento genético para produção industrial de etanol. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. v. 35. p. 479-488, 2014.

SOPHIA, Sarah. **Refeições para panela de pressão**. Babelcube Inc., 2015.

SOUSA, C. M. G. *et al.* Avaliação da qualidade pós-colheita de cinco cultivares de batata doce em dois métodos de propagação. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. S4059-S4063, 2010.

STEED, L. E.; TRUONG V. D. Anthocyanin content, antioxidant activity, and selected physical properties of flowable purple-fleshed sweetpotato purees. **Journal of Food Science**. v. 73, p. S215-S221, 2008.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

STROHECKER, R; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

SUCUPIRA, N. R.; XEREZA, A. C. P.; SOUSA, P. H. M. Perdas vitamínicas durante o tratamento térmico de alimentos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**. v.14, p.121-128, 2012.

SUN, H. *et al.* Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves as nutritional and functional foods. **Food Chemistry**. v. 156, p. 380–389, 2014.

TAKENAKA, M., *et al.* Changes in caffeic acid derivatives in sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) during cooking and processing. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 70, p. 172–177, 2006.

TEANGPOOK, *et al.* Citric acid sweet potato extraction beverages containing grape juice and fermented glutinous rice syrup **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, p. 353-359, 2012.

TEICHMANN, I. M. **Tecnologia culinária**. 2 ed. Caxias do Sul, RS: EducS, 2009. 364 p.

TEOW, C. C., *et al.* Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. **Food Chemistry**, v. 103, p. 829–838. 2007.

THIS, Hervé. **Um cientista na cozinha**. 4 Ed. São Paulo: Ática, 2010. 240 p.

TOLEDO, T. C. F.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Avaliação química e nutricional do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) cozido por diferentes métodos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas**, v. 28, p. 355-360, abr.-jun. 2008.

TOMLINS, K. *et al.* Relationship among the carotenoid content, dry matter content and sensory attributes of sweet potato. **Food Chemistry**, v. 131, p. 14–21, 2012.

TRUONG, V.; AVULA, R. Y. **Sweet potato purees and dehydrated powders for functional food ingredients**. In: Sweet potato: Post harvest aspects in food. RAY, R.C.; TOMLINS, K. I. (Eds.). Nova Science Publishers, New York, 2010. p. 117-161.

TRUONG, V. D. *et al.* Phenolic acid content and composition in leaves and roots of common commercial sweetpotato (*Ipomea batatas* L.) cultivars in the United States. **Journal of Food Science**, v. 72, p. C343–C349, 2007.

TRUONG, V. D. *et al.* Sweetpotatoes. In: SINHA, N. K. **Handbook of Vegetables and Vegetable Processing**. p. 717–737. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2011.

TUDELA, J. A., *et al.* Induction of antioxidant flavonol biosynthesis in fresh-cut potatoes. Effect of domestic cooking. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 5925–5931, 2002.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **National Nutrient Database for Standard Reference**: USDA, 2014.

UTOMO, J. S.; RAHMAN, R. A. Physical and chemical properties of restructured sweet potato stick from three sweet potato cultivars. **International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology**, v. 5, p. 16 -22, 2015.

VAN DEN BERG, H., *et al.* The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 880–912, 2000.

VASCONCELOS, N. L. **Avaliação da retenção de nutrientes e aceitação sensorial de cenoura (*Daucus carota* L.) submetida a diferentes tratamentos térmicos**. 2015. 91 f. Dissertação (Mestrado acadêmico) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Mestrado Acadêmico em Nutrição e Saúde, Fortaleza, 2015.

VAUDAGNA, S. R., *et al.* *Sous vide* cooked beef muscles: effect of low temperature-long time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. **International Journal of Food Science and Technology**, v.37, p. 425-441, 2002.

VEDA, S. *et al.* Determination of bioaccessibility of β -carotene in vegetables by in vitro methods. **Mol. Nutr. Res.**, v. 50, p. 1047-1052, 2006.

VIEIRA, E. L. *et al.* **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís: EDUFMA, 2010. 230p.

WANG, S. *et al.* How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health. **Food Research International**. v. 44, p. 14–22, 2011.

WARTHA, E. R. *et al.* Características química, tecnológica, nutricional e sensorial de batata-doce biofortificada. Reunião de biofortificação no Brasil, 5, 2015, São Paulo. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. T308. Disponível em:

<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132583/1/t308.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

WESTAD, F.; HERSLETH, M.; LEA, P. Strategies for consumer segmentation with applications on preference data. **Food Quality Preference**, Inglaterra, v. 15, p. 681-687, 2004.

WILLIAMS, D. J. *et al.* Vegetables containing phytochemicals with potential anti-obesity properties: A review. **Food Research International**, v. 52, p. 323–333, 2013.

WOOTTON-BEARD, P. C., MORAN, A., RYAN, L. Stability of the antioxidant capacity and total polyphenol content of 23 commercially available vegetable juices before and after in vitro digestion as measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin Ciocalteu methods. **Food Research International**, v. 44, p. 217–224, 2011.

XIAO, H. W. *et al.* Effects of different pretreatments on drying kinetics and quality of sweet potato bars undergoing air impingement drying. **International Journal of Food Engineering**, v. 5, n.5, 2009.

XU, J. *et al.* Characterisation and stability of anthocyanins in purple-fleshed sweet potato P40. **Food Chemistry**, v. 186, p. 90–96, 2015.

XU, F. *et al.* Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. **Food Chemistry**, v. 161, p. 162–167, 2014.

YANG, C. S. *et al.* Inhibition of carcinogenesis by dietary Polyphenolic compounds. **Annual Review of Nutrition**, v. 21, p. 381-406, 2001.

YANG J. *et al.* Effects of drying processes on the antioxidant properties in sweet potatoes. **Agricultural Sciences in China**, v. 9, p. 1522-1529, 2010.

YU, L. *et al.* Free radical scavenging properties of wheat extracts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 1619-1624, 2002.

ZANÃO, C F. P. *et al.* Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 46-55, 2009.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88, p. 503-509, 2004.

ZHANG, M. *et al.* Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, 524–534, 2006.

ZOMPERO, E. F. T. **Produção industrial de refeições em cozinhas profissionais: um estudo dos equipamentos tradicionais e digitais sob o ponto de vista da ergonomia.** 2014. 437 f. Dissertação (Mestrado em Design e Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “Cocção de vegetais por métodos convencionais e contemporâneos: avaliação da retenção de nutrientes, biodisponibilidade e aspectos sensoriais, visando à maximização do uso e redução do desperdício de alimentos”. Você não deve participar contra sua vontade. Se você tem algum problema em relação ao consumo de batata-doce, tais como alergias ou qualquer outro problema de saúde NÃO poderá participar dos testes. O objetivo desta pesquisa é avaliar as propriedades sensoriais e a aceitabilidade de legumes cozidos de diferentes maneiras. Os dados serão coletados através de ficha de análise sensorial na qual os provadores irão observar a aparência, o sabor, a cor, a textura, a impressão global e a intenção de consumo, dando notas para cada amostra. Os provadores que fornecerem os dados espontaneamente após serem esclarecidos terão suas identidades preservadas mesmo em publicações ou em documentos especializados nos meios de comunicação científicos ou leigos, não recebendo, portanto, pagamento por participar da pesquisa. O abaixo-assinado, _____, _____ anos, RG nº _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está participando como voluntário da pesquisa.

Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o conteúdo do mesmo, como também sobre a pesquisa e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. Sei que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. E declaro ainda estar recebendo uma cópia assinada deste Termo.

Endereço do responsável pela pesquisa

Instituição: Universidade Federal do Ceará – UFC. Av. Mister Hull, 2977, Bloco 860, Alagadiço.

Nome: Liana Cleide Flor de Lima Velho. Contato: (85) 3366-9665 / 9663

ATENÇÃO: Para informar qualquer questionamento durante a sua participação no estudo, dirija-se ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Ceará. Rua Coronel Nunes de Melo, 1127, Rodolfo Teófilo. Contato: (85) 3366-8344.

Assinatura do participante da pesquisa

Fortaleza, ____/____/____

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE PARTICIPANTES**FICHA DE RECRUTAMENTO**

Nome: _____ Sexo: M () F ()

Data: ___/___/___ Escolaridade: _____

Faixa etária: () 18 a 25 anos () 26 a 35anos () 36 a 50 anos () > 50

Estamos realizando um teste de aceitação com **batata-doce** e gostaríamos de conhecer sua opinião. Caso você esteja interessado em participar, por favor, responda a ficha abaixo, devolvendo-a em seguida ao atendente.

1. Indique na escala abaixo o quanto você gosta de batata-doce

- () Gosto muitíssimo
- () Gosto muito
- () Gosto moderadamente
- () Gosto pouco

2. Indique na escala abaixo a frequência com que você consome batata-doce

- () Diariamente
- () 3 vezes na semana
- () 1 vez na semana
- () 2 vezes ao mês
- () 1 vez ao mês

3. Caso você concorde em participar deste teste e não tenha alergia e/ou outros problemas de saúde relacionados à ingestão desse produto, por favor, assine esta ficha.

ASSINATURA: _____



Obrigada pela colaboração!

APÊNDICE C – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

PRODUTO: Batata-doce

NOME: _____ IDADE: () < 18 () 18- 25 () 26-35 () 36-50 () 51-65 () > 65

DATA: ____/____/____

SEXO: () Masculino () Feminino

AMOSTRA: _____

1. Você recebeu uma amostra de **Batata-doce**. Por favor, OBSERVE a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou da APARÊNCIA, COR e AROMA, utilizando a escala abaixo:

- | APARÊNCIA | COR | AROMA |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| () gostei extremamente | () gostei extremamente | () gostei extremamente |
| () gostei muito | () gostei muito | () gostei muito |
| () gostei moderadamente | () gostei moderadamente | () gostei moderadamente |
| () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente |
| () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei |
| () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente |
| () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente |
| () desgostei muito | () desgostei muito | () desgostei muito |
| () desgostei extremamente | () desgostei extremamente | () desgostei extremamente |

2. Agora, PROVE a amostra e indique o quanto gostou ou desgostou da TEXTURA, SABOR e IMPRESSÃO GLOBAL, utilizando a escala abaixo

- | TEXTURA | SABOR | IMPRESSÃO GLOBAL |
|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| () gostei extremamente | () gostei extremamente | () gostei extremamente |
| () gostei muito | () gostei muito | () gostei muito |
| () gostei moderadamente | () gostei moderadamente | () gostei moderadamente |
| () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente | () gostei ligeiramente |
| () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei | () não gostei nem desgostei |
| () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente | () desgostei ligeiramente |
| () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente | () desgostei moderadamente |
| () desgostei muito | () desgostei muito | () desgostei muito |
| () desgostei extremamente | () desgostei extremamente | () desgostei extremamente |

3. Marque na escala de **INTENÇÃO DE CONSUMO** o grau de certeza com que comeria ou não esta amostra.

- comeria sempre
 comeria frequentemente
 comeria ocasionalmente
 comeria raramente
 nunca comeria

4. Abaixo estão listados vários termos. Marque todos os termos que caracterizam a amostra

- Dura
- Mole
- Seca
- Aquosa
- Esfarelada
- Ressecada
- Crua
- Cozida
- Muito cozida
- Pouco Cozida
- Homogênea
- Fibrosa
- Sabor de batata-doce
- Sabor estranho

- Sabor ruim
- Sabor de doce de batata-doce (marrom glacê)
- Sabor cozido
- Sabor assado
- Sabor de caramelo
- Gosto doce
- Gosto amargo
- Gosto salgado
- Cor clara
- Cor escura
- Cor esverdeada
- Cor amarelada
- Cor amarronzada

- Aroma doce
- Aroma de caramelo
- Aroma de cozido
- Aroma de queimado
- Aroma de batata-doce-crua
- Outros

APÊNDICE D – FICHA DE AVALIAÇÃO DE UMA AMOSTRA IDEAL

Marque os termos que caracterizam uma amostra ideal de batata-doce.

<input type="checkbox"/> Dura	<input type="checkbox"/> Gosto salgado
<input type="checkbox"/> Mole	<input type="checkbox"/> Cor clara
<input type="checkbox"/> Seca	<input type="checkbox"/> Cor escura
<input type="checkbox"/> Aquosa	<input type="checkbox"/> Cor esverdeada
<input type="checkbox"/> Esfarelada	<input type="checkbox"/> Cor amarelada
<input type="checkbox"/> Ressecada	<input type="checkbox"/> Cor amarronzada
<input type="checkbox"/> Crua	<input type="checkbox"/> Aroma doce
<input type="checkbox"/> Cozida	<input type="checkbox"/> Aroma de caramelo
<input type="checkbox"/> Muito cozida	<input type="checkbox"/> Aroma de cozido
<input type="checkbox"/> Pouco Cozida	<input type="checkbox"/> Aroma de queimado
<input type="checkbox"/> Homogênea	<input type="checkbox"/> Aroma de batata-doce-crua
<input type="checkbox"/> Fibrosa	<input type="checkbox"/> Outros
<input type="checkbox"/> Sabor de batata-doce	_____
<input type="checkbox"/> Sabor estranho	_____
<input type="checkbox"/> Sabor ruim	_____
<input type="checkbox"/> Sabor de doce de batata-doce (marrom glacê)	_____
<input type="checkbox"/> Sabor cozido	_____
<input type="checkbox"/> Sabor assado	_____
<input type="checkbox"/> Sabor de caramelo	_____
<input type="checkbox"/> Gosto doce	_____
<input type="checkbox"/> Gosto amargo	_____

ANEXO A – APROVAÇÃO DO CEP**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ/ PROPESQ****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Cocção de vegetais por métodos convencionais e contemporâneos: avaliação da retenção de nutrientes, biodisponibilidade e aspectos sensoriais, visando à maximização do uso e redução do desperdício de alimentos

Pesquisador: Paulo Henrique Machado de Sousa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 12444013.0.0000.5054

Instituição Proponente: Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do

Patrocinador Principal: Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 248.093

Data da Relatoria: 25/04/2013

Apresentação do Projeto:

O Projeto de pesquisa é intitulado "COCÇÃO DE VEGETAIS POR MÉTODOS CONVENCIONAIS E CONTEMPORÂNEOS: AVALIAÇÃO DA RETENÇÃO DE NUTRIENTES, BIODISPONIBILIDADE E ASPECTOS SENSORIAIS, VISANDO À MAXIMIZAÇÃO DO USO E REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS"; tem como pesquisador responsável o Prof. Paulo Henrique Machado de Sousa do Instituto de Cultura e Arte, Curso de Bacharelado em Gastronomia (UFC); Esse protocolo de estudo pretende determinar os parâmetros de cozimento (Cocção) por diferentes métodos e comparar as características sensoriais e parâmetros de qualidade (Aroma, sabor, capacidade antioxidante e atividade captadora de radicais) e a biodisponibilidade dos minerais de vegetais (beterraba, cenoura, macaxeira, chuchu e batata doce). Para a avaliação sensorial serão realizados testes de aceitação e intenção de compra vegetais obtidos pelos diferentes métodos de cozimento serão avaliados através de testes de aceitação e preferência no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, por 100 provadores não treinados, em cabines individuais. As amostras serão servidas monadicamente aos provadores, à temperatura convencional de apresentação, na quantidade de 25 a 35 g, em recipientes brancos, codificados com números de três dígitos, acompanhadas de um copo com água

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1127

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-270

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

Fax: (85)3223-2903

E-mail: comepe@ufc.br

para ser utilizado pelo provador entre as amostras para eliminação do sabor residual na boca. Será utilizada luz branca para iluminação das cabines. Inicialmente, os provadores preencherão uma ficha de recrutamento. Em seguida, aos mesmos provadores, será aplicado um teste de aceitação sensorial dos produtos, onde os provadores julgaram o nível de aceitação dos atributos aparência, sabor, cor, textura e impressão global, para identificação das características mais aceitas e menos aceitas, visando melhorias posteriores no processo de produção. As determinações da composição centesimal, do conteúdo mineral e dos constituintes funcionais dos vegetais (Chuchu, Beterraba, Batata Doce, macaxeira e cenoura) serão realizadas em laboratórios com diversos métodos de análise, tais como, espectrômetro de emissão óptica e liofilizador.

Objetivo da Pesquisa:

Este Protocolo de estudo objetiva determinar os parâmetros de cozimento de legumes pelos métodos convencionais (cozimento em água, vapor, assamento) e contemporâneos (micro-ondas, sous-vide cook chill, cocção combinada de calor seco e úmido com controle de temperaturas), para melhor manutenção das características sensoriais e parâmetros de qualidade, visando uma maior retenção dos componentes responsáveis pelo aroma, sabor e capacidade antioxidante e atividade captadora de radical dos vegetais, para melhorar a sua atividade funcional, e determinar e avaliar a biodisponibilidade dos minerais Cu, Fe, Se e Zn nos legumes cozidos pelos processos convencionais e contemporâneos utilizando ICPOES.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O protocolo estudo por apresentar métodos validados e convencionais para análise sensorial de vegetais apresenta baixo risco aos indivíduos que realizarão o procedimento. O protocolo de estudo faz a ponderação de riscos e benefícios.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo está de acordo com as normas metodológicas para este desenho de estudo. Este protocolo de pesquisa envolve o ser humano, de forma indireta, em partes dele, incluindo o manejo de informações. Visto que, os 100 sujeitos envolvidos no estudo farão as avaliações do material estudado (vegetais).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O Termo de consentimento livre e esclarecido (apresentado); A folha de rosto está própria; Currículo LATTES do pesquisador principal foi devidamente apresentado; o Cronograma de atividades está adequado; A cartas de anuência está adequada; A declaração de concordância dos pesquisadores envolvidos na pesquisa está adequada; Orçamento financeiro .

Recomendações:

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1127
Bairro: Rodolfo Teófilo CEP: 60.430-270
UF: CE Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3366-8344 Fax: (85)3223-2903 E-mail: comepe@ufc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
CEARÁ/ PROPESQ



Sem mais recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

FORTALEZA, 17 de Abril de 2013

Assinador por:
FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA
(Coordenador)

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1127

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-270

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3366-8344

Fax: (85)3223-2903

E-mail: comepe@ufc.br