



**Universidade Federal da Bahia  
Faculdade de Farmácia  
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos  
Mestrado em Ciência de Alimentos**

**CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO DE  
COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NA BATATA DA SERRA  
(*IPOMOEA CONVULVÁCEA* L.) PRODUZIDA NA CHAPADA  
DIAMANTINA-BA**

**ANDSON BARRETO ROCHA**

Salvador

2012

**ANDSON BARRETO ROCHA**

**CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO DE  
COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NA BATATA DA SERRA  
(*IPOMOEA CONVULVÁCEA* L.) PRODUZIDA NA CHAPADA  
DIAMANTINA-BA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial da obtenção do grau de Mestre em Ciência de Alimentos.

**Orientadora: Professora Dra. Maria P. Spínola Miranda**

**Co-orientadora: Professora Dra Elisa Teshima**

**Salvador**

**2012**

### Ficha Catalográfica

R672 Rocha, Andson Barreto

Caracterização Bromatológica e Avaliação de Compostos Bioativos Presentes na Batata da Serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.) Produzida na Chapada Diamantina-BA. / [manuscrito] por Andson Barreto Rocha. 2012.

111 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, 2012.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria da Pureza Spínola Miranda.

1 Batata da Serra 2 Compostos Bioativos 3 Antioxidantes  
4 Secagem 5 Fibra Alimentar I. Universidade Federal da Bahia -  
Faculdade de Farmácia II. Miranda, Maria da Pureza Spínola  
III. Título.

CDD — 664.01 —22. ed

## TERMO DE APROVAÇÃO

ANDSON BARRETO ROCHA

**CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS PRESENTES NA BATATA DA SERRA (*IPOMOEA CONVULVÁCEA* L.) PRODUZIDA NA CHAPADA DIAMANTINA-BA.**

DISSERTAÇÃO APROVADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS, UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, PELA SEGUINTE BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Giovani Brandão Mafra de Carvalho \_\_\_\_\_  
Doutor em Biotecnologia Industrial (USP)  
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Profa. Dra. Cristina Maria Rodrigues da Silva \_\_\_\_\_  
Doutora em Engenharia de Alimentos (UNICAMP)  
Universidade do Estado da Bahia (UEFS)

Profa. Dra. Maria P. Spínola Miranda – Orientadora \_\_\_\_\_  
Doutora em Ciências de Alimentos (USP)  
Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Salvador, 27 de Março de 2012.

## AGRADECIMENTOS

Diante dessa jornada, inúmeros foram os acontecimentos: vitórias, tropeços, dúvidas, decisões, desesperos, alegrias, aprendizado dentre outros, e para que isso nos fosse proporcionado um norteador desse caminho se fez responsável, a ele, DEUS agradeço imensamente por permitir concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos meus Pais, Nilson e Hélia pessoas que amo e pelas quais tenho eterno respeito, admiração pelos seus ensinamentos e incentivos prestados, aos carinhos e dedicação que não me deixaram faltar durante toda essa minha existência, ficam aqui meus imensuráveis agradecimentos.

Ao meu irmão Diogo e minha irmã Daiane que mesmo longe sempre se fizeram presentes em minha vida, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Às professoras Maria Spínola e Elisa Teshima pelo apoio, incentivo e paciência durante a realização deste trabalho.

Às amigas do peito, Jaque, Paulinha, Cecília, Bruna, Priscilla, Jeane e Mari, pelos momentos descontraídos, amizade sincera e apoio prestado durante essa jornada.

Aos amigos agregados da Uefs, Aline, Verônica e Toninho pelas colaborações prestadas e alegrias compartilhadas que serviram para recarregar as pilhas e alcançar esse êxito.

Aos colegas de mestrado pelo compartilhamento de dificuldades e alegrias durante toda essa jornada.

À Fapesb pela concessão da bolsa de mestrado.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, familiares, amigos e companheiros da Cesp.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	124
CAPÍTULO I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
1. BATATA DA SERRA .....	19
2. ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	19
3. FIBRA ALIMENTAR .....	22
4. CARBOIDRATOS.....	24
4.1. Fundamento de Lane Enyon .....	28
4.2. Fundamento proposto por Somogyi- Nelson .....	29
5.SUBSTÂNCIAS ANTINUTRITIVAS E/OU TÓXICAS PRESENTES NATURALMENTE EM ALIMENTOS .....	30
5.1. Taninos.....	30
5.2. Nitratos .....	33
6. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	34
7. REFERÊNCIAS.....	412
CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA POLPA E CASCA DA BATATA DA SERRA <i>IN NATURA</i> ( <i>IPOMOEA CONVULVÁCEA L.</i> ) E RESPECTIVAS FARINHAS .....	48
1. INTRODUÇÃO .....	49
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	52
2.1. Material Vegetal .....	52
2.2. Métodos.....	52
2.2.1. Preparo das amostras .....	52
2.3.Composição Centesimal da Batata da serra ( <i>Ipomoea Convolvulácea l.</i> ) in natura (casca e polpa) e das respectivas farinhas.....	53
2.3.1. Umidade: .....	53
2.3.2. Lipídeos.....	54

2.3.3. Proteínas .....	54
2.3.4. Cinzas .....	55
2.3.5. Fibras .....	55
2.3.6. Carboidratos.....	58
2.3.7. Determinação de pH.....	61
2.3.8. Determinação dos Sólidos Solúveis Totais (SST) .....	61
2.3.9. Determinação de Acidez Titulável (AT) .....	61
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
3.1. Análises físico químicas .....	62
3.1.1. Composição centesimal. ....	62
3.1.2. Análise de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável (ATT) .....	70
3.2. Rendimento das Farinhas de Polpa e de casca de Batata da Serra. ....	72
4. CONCLUSÕES .....	73
5. REFERÊNCIAS.....	74
CAPÍTULO III- ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS EXISTENTES NA BATATA DA SERRA ( <i>IPOMOEA CONVULVÁCEA</i> L.) LIOFILIZADA E SUAS FARINHAS.....	
	78
1. INTRODUÇÃO .....	79
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	83
2.1. Preparo das amostras .....	83
2.2. Determinação dos Compostos Fenólicos Totais (CFT).....	84
2.3. Oxidação acoplada do $\beta$ -caroteno e ácido linoléico .....	84
2.4. Capacidade de seqüestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) .....	85
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
4. CONCLUSÃO.....	90
5. REFERÊNCIAS.....	91

CAPÍTULO IV - AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E DE SUBSTÂNCIAS COM PROPRIEDADES ANTINUTRICIONAIS EM BATATA DA SERRA ( <i>IPOMOEA CONVULVULÁCEA</i> L.) <i>IN NATURA</i> E RESPECTIVAS FARINHAS.....	94
1. INTRODUÇÃO .....	95
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	98
2.1. Matéria-prima .....	98
2.2. Análises Microbiológicas .....	98
2.3. Determinação de compostos antinutricionais .....	99
2.3.1. Nitratos .....	99
2.3.2. Taninos.....	100
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	100
4. CONCLUSÃO.....	106
5. REFERÊNCIAS.....	107
CONCLUSÃO GERAL E CONSIDERAÇÕES.....	110

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

Figura 1. Estrutura da glicose e frutose.....	26
Figura 2. Mecanismo da reação de glicose com $\text{Cu}^{2+}$ (teste de fehling). .....	26
Figura 3. O tartarato de sódio e potássio forma um sal com o $\text{Cu}^{+2}$ (azul anil) que sofre posterior redução a tartarato e óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ de coloração vermelho tijolo) que precipita e o açúcar redutor é oxidado formando um sal sódico como produto .....	29

### CAPÍTULO II

Figura 1. Farinhas da polpa (FPBS) e da casca (FCBS) da batata da serra trituradas e seca em estufa a 50 °C .....	72
---	----



### CAPÍTULO III

Figura 1. Desempenho da oxidação via sistema beta-caroteno: ácido linoléico das frações polpa e casca da batata da serra e suas respectivas farinhas. .... 90

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição química da batata da serra liofilizada e suas farinhas, resultados expressos em (g.100g<sup>-1</sup>) em base úmida e seca. .... 62

Tabela 2. Relação em porcentagem do teor de fibra solúvel em relação à fibra total existente na polpa e casca *in natura* da batata da serra e suas respectivas farinhas. .... 66

Tabela 3. Porcentagem de açúcares redutores na batata da serra *in natura* e suas respectivas farinhas expressas em g.100g<sup>-1</sup> de matéria seca . .... 68

Tabela 4. Valores médios de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável em batata da serra (bs) e farinhas. .... 70

Tabela 5. Rendimento médio (%) das farinhas da polpa e da casca de batata da serra. .... 72

### CAPÍTULO III

Tabela 1: porcentagem de atividade antioxidante expresso em dpph, porcentagem da atividade antioxidante frente ao sistema beta-caroteno: ácido linoléico e porcentagem de fenólicos em mg de ácido gálico/100 g presentes na polpa e na casca da batata da serra liofilizada e suas respectivas farinhas. .... 86

## CAPÍTULO IV

Tabela 1. Teor microbiológico da casca e polpa de batata da serra *in natura* e suas respectivas farinhas expressos em unidade formadora de colônia ufc.g<sup>-1</sup>. 101

Tabela 2. Teores médios de NO<sub>3</sub> e taninos (mg.100g<sup>-1</sup>) na matéria seca farinhas e *in natura* da polpa e casca de batata da serra. .... 104

## Resumo

Um dos sérios problemas enfrentados pelo homem nos países em fase de desenvolvimento é a escassez de alimentos, e por isso, fontes extrativistas regionais são alternativas encontradas pela população local para suprir a carência nutricional demandada pelo organismos. A Batata da Serra (*Ipomoea Convolvulácea L.*) é uma raiz tuberosa nativa das regiões montanhosas que há décadas vem sendo consumida pela população da Chapada Diamantina-BA e seus turistas. O presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica, bromatológica, e bioquímica em relação à atividade antioxidante da batata da serra (*Ipomoea Convolvulácea L.*) *in natura* e suas respectivas farinhas. As frações avaliadas foram a casca de batata da serra *in natura* (CBS), polpa *in natura* (PBS), assim como das respectivas farinhas de polpa e casca (FPBS) e (FCBS). As análises bromatológicas seguiram as metodologias oficiais do Instituto Adolfo Lutz e da AOAC. O conteúdo de água da polpa *in natura* foi de 96,83% e 92,66% para a CBS. Os teores de cinza encontrados para as farinhas foram de 8,10% para FPBS e 7,74% para a FCBS e para a CBS e PBS 1,35% e 0,50% respectivamente. A PBS apresentou o menor teor de carboidratos, 2,38% seguida da CBS, FCBS e FPBS e suas respectivas quantidades 4,24; 75,05 e 86,36%. As concentrações de fibras totais em ordem crescente foram de 14,44, 22,39, 34,21 e 47,91% respectivamente para as frações CBS, PBS, FPBS e FCBS. A mesma ordem crescente de concentração foi constatado para a fração fibra insolúvel e solúvel da batata da serra. Tendo para a fração solúvel 2,04% para a CBS, 2,52, 3,82 e 6,60% para a PBS, FPBS e FCBS respectivamente, e para a fração insolúvel o percentual de fibra foi 8,71 para a CBS, 17,35% para a PBS, já a FPBS apresentou teor de 27,35%, valor este menor que o encontrado para a FCBS, 39,03%. O maior índice de contaminação foi encontrado nas amostras da CBS, prevalecendo nas três classes de microrganismos estudadas, com teores de  $10^5$  UFC.g<sup>-1</sup> para mesófilos,  $10^4$  UFC.g<sup>-1</sup> para *Bacillus Cereus* e  $10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> para bolores e leveduras. Para as frações PBS, FPBS e FCBS os níveis encontrados apresentaram abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira. No tratamento estatístico aplicado entre a fração casca e suas respectivas farinhas constatou-se em nível de 5% diferença significativa para bolores e leveduras, no entanto o mesmo não foi constatado para a polpa e sua farinha, que apesar de não diferirem entre si, apresentou níveis seguros do ponto de vista microbiológico,  $10^3$  e  $10^1$  UFC.g<sup>-1</sup> respectivamente. Em relação aos teores de *Bacillus Cereus* a CBS apresentou maiores teores de  $10^4$  UFC.g<sup>-1</sup>, seguidos da FPBS e FCBS com índices de contaminação da ordem de  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> e a PBS com níveis de  $10^2$  UFC.g<sup>-1</sup>. Os menores teores de mesófilos foram apresentados nas frações PBS, FCBS e FPBS, estes na ordem de  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> e índices mais elevados  $10^5$  UFC.g<sup>-1</sup>. Em relação aos teores de compostos fenólicos e a atividade antioxidante de extratos da casca e da polpa da batata da serra liofilizada e suas respectivas farinhas constatou-se que a farinha de casca de batata da serra obtida em estufa a 50°C (FCBSE) apresentou o maior teor de compostos fenólicos totais (CFT), equivalente a 29,24 mg de ácido gálico por 100g, seguidos da polpa de batata da serra liofilizada (PBSL), casca de batata da serra liofilizada (CBSL) e farinha de polpa de batata da serra seca em estufa (FPBSE), sendo suas respectivas concentrações 5,37, 3,86 e 3,41 mg de ácido gálico por 100g. Na análise da atividade antioxidante

através do método do DPPH, a % AA não apresentou diferenças significativas entre as frações PBSL, CBSL, FPBSE para o teste de Tukey a 5% de significância. As % AA foram respectivamente 19,86, 11,00 e 22,87%. Houve diferença significativa para este ensaio apenas entre a FCBSE e as demais amostras, onde o percentual de AA foi de 88,78%, corroborando esta com o maior teor de compostos fenólicos apresentados para a mesma fração avaliada. Avaliando a atividade antioxidante pelo método de oxidação frente ao sistema beta-caroteno:ácido linoléico não constatou diferença significativa no % AA entre as amostras, sendo que a CBSL apresentou a maior atividade (25,91%). A atividade antioxidante da PBSL foi a menor (19,32%) e superiores a esta a FCBSE (21,85%) e a FPBSE (22,53%). Quando se comparou a eficácia dos métodos frente às amostras analisadas constatou-se que não houve diferença significativa entre estes, quando se analisou a fração polpa, liofilizada ou submetida a secagem em estufa. No entanto para a fração casca, os métodos diferiram entre si a 5% de significância para a fração liofilizada e seca em estufa. O maior teor de nitrato foi encontrado na PBS, seguido de sua farinha, com teores de 124,33 e 114,77 mg.100g<sup>-1</sup> de matéria seca. A fração da casca e sua farinha apresentou baixa concentração deste composto antinutricional, 39,77 e 30,77 mg.100g<sup>-1</sup> respectivamente. As maiores concentrações de taninos foram reveladas na fração da casca da batata da serra, sendo sua farinha responsável por apresentar maior teor, 10,13 mg.100g<sup>-1</sup> e a menor concentração de tanino foi evidenciada na PBS, 1,25 mg.100g<sup>-1</sup>. Pelo exposto conclui-se no presente estudo que a quantificação dos compostos fenólicos, a confirmação da atividade antioxidante, o baixo índice glicêmico, os teores satisfatórios de fibras alimentares, solúveis insolúveis e totais, a qualidade microbiológica apresentada pela polpa e sua farinha e a riqueza dos nutrientes existentes, assim como a ausência de fatores antinutricionais na Batata da Serra contribuirá para a aumentar a disposição ao consumo de alimentos seguros e ricos em nutrientes capaz de suprir as carências nutricionais da população consumidora do rizoma, além de agregar valor a essa matéria-prima com o beneficiamento de extratos para utilização na indústrias de alimentos para a elaboração de produtos de conveniência atrativos a exemplo dos sucos, bebidas lácteas enriquecidas com batata da serra, néctares, farinhas, doces, alimentos estes que estão dentre os mais propícios ao desenvolvimento junto à realidade local.

**Palavras-Chave:** Batata da Serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.), Fibras solúvel, insolúvel e total, *Bacillus Cereus*, compostos bioativos.

#### Abstract

One of the main problems faced by individuals in developing countries is food shortage. Therefore, regional extractive sources are the alternative found by the local population in order to supply the nutritional need demanded by the body. The Mountain Potato (*Ipomoea Convolvulácea* L.) is a native tuberous root derived from the mountainous regions, which has been consumed by the population of Chapada Diamantina (BA) and the tourists for decades. The present study had as

its objective the evaluation of the microbiological, bromatological and biochemical qualities of the Mountain Potato (*Ipomoea Convolvulácea* L.) *in natura* and its respective flours. The fractions evaluated were the peel of the mountain potato *in natura* (CBS), pulp *in natura* (PBS), as well as the respective flours of the pulp and peel (FPBS and FCBS). The bromatological analysis followed the official methodologies of the Adolfo Lutz Institute and of AOAC. The water content of the pulp *in natura* was of 96,83% and 92,66% for CBS. The content of ash found for the flours were of 8,10% for FPBS and 7,74% for FCBS, and for CBS and PBS 1,35% and 0,50% respectively. The PBS showed the lower carbohydrate content, 2,38%, followed by CBS, FCBS and FPBS, with their respective quantities: 4,24%, 75,05% and 86,36%. The concentration of total fibers in increasing order were 14,44%, 22,39%, 34,21% and 47,91%, respectively, for the CBS, PBS, FPBS and FCBS fractions. The same increasing order of concentration was found for the insoluble and soluble fiber of the mountain potato. The values found for soluble fraction were 2,04% for CBS, 2,52%, 3,82% and 6,60% for PBS, FPBS and FCBS, respectively. For the insoluble fraction, the percentage of fiber was 8,71% for CBS, 17,35% for PBS, and 27,35% for FPBS, a lower value than that found for FCBS, 39,03%. The higher contamination index was found in samples of CBS, predominating in the three classes of microorganisms studied, with contents of  $10^5$  UFC.g<sup>-1</sup> for mesophils,  $10^4$  UFC.g<sup>-1</sup> for *Bacillus Cereus* and  $10^6$  UFC.g<sup>-1</sup> for mould and yeast. For the fractions PBS, FPBS and FCBS, the levels found were below the limits established by the Brazilian legislation. In the statistical treatment applied between the peel fraction and its respective flours, a 5% significant difference was found for mould and yeast, however the same was not found for pulp and its flour, which, despite not differing between each other, presented safe levels on the microbiological point of view, with  $10^3$  and  $10^1$  UFC.g<sup>-1</sup> respectively. Regarding the content of *Bacillus Cereus* the CBS presented higher content of  $10^4$  UFC.g<sup>-1</sup>, followed by FPBS and FCBS, with contamination index of  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> and the PBS with  $10^2$  UFC.g<sup>-1</sup>. The lower content of mesophils were shown on the fractions of PBS, FCBS and FPBS, at the rate of  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> and higher rates at  $10^5$  UFC.g<sup>-1</sup>. Regarding the phenolic compounds content and the antioxidant activity of peel and pulp extracts from the lyophilised mountain potato and its respective flours, it was verified that the flour made from the potato peel, obtained in stove at 50 °C (FCBSE) presented the higher content of total phenolic compounds (CFT), equivalent to 29,24 mg of Gallic acid by 100g, followed by the pulp of the lyophilised mountain potato (PBSL), peel of lyophilised mountain potato (CBSL) and flour of the mountain potato oven dried (FPBSE), with their respective concentrations at 5,37mg, 3,86mg and 3,41mg of Gallic acid by 100g. In the antioxidant activity, performed through the DPPH method, the AA % did not present any significant differences between the fractions PBSL, CBSL, FPBSE for the Turkey test at 5% significance. The AA % were, respectively 19,86%, 11,00% and 22,87%. There was a significant difference for this assay, only between FCBSE and the other samples, where the percentage of AA was of 88,78%, corroborating with the higher content of phenolic compounds presented for the same fraction evaluated. Considering the antioxidant activity by the oxidation method regarding the beta-carotene:linoleic acid system, there was no significant difference in the AA % among samples, however the CBSL presented the highest activity (25,91%). The antioxidant activity of PBSL was the lowest (19,32%) and above that was FCBSE (21,85%) and FPBSE (22,53%). When the efficacy of the methods regarding the samples studied were compared, no

significant difference was found, through the analysis of the pulp fraction, lyophilised or submitted to oven drying. The higher nitrate content was found in PBS, followed by its flour, with content of 124,33 and 114,77 mg.100g<sup>-1</sup> of dry matter. The fraction of the peel and its flour presented a low concentration of this anti-nutritional compound, with 39,77 and 30,77 mg.100g<sup>-1</sup> respectively. The highest tannin concentrations were shown in the fraction of the mountain potato peel, with its flour being responsible for presenting a higher content 10,13 mg.100g<sup>-1</sup> and the low tannin concentration was found in PBS, 1,25 mg.100g<sup>-1</sup>. Considering the above-mentioned, it is possible to conclude that the quantification of the phenolic compounds, the confirmation of the antioxidant activity, the low glycemic index, the satisfactory content of soluble, insoluble and total fibers, the microbiological quality presented by the pulp and its flour and the richness of the existent nutrients, as well as the absence of anti-nutritional factors in the mountain potato will all contribute to increase the tendency for the consumption of safe and nutritious food, capable of supplying the nutritional needs of the population that consumes rhizome. Additionally, there is an added value to the raw material, with the benefits brought by the extracts used in the food industry, in the manufacture of attractive convenience products, such as fruit juices, milky drinks enriched with mountain potatoes, nectar, flours, sweets and other food products that are among the most appropriate for development in the local reality.

**Key-words:** Mountain Potato (*Ipomoea Convolvulácea* L.), Soluble, Insoluble and Total Fibers, *Bacillus Cereus*, bioactive compounds

## 1. Introdução

O Brasil possui forte tradição na utilização de plantas e seus frutos para alimentação e manutenção da saúde e tratamento de uma grande variedade de sintomas como febre, inflamações, dores, etc. Entretanto, embora a tradição popular seja muito forte, há pouquíssimos estudos de forma a validar os produtos regionais.

Dentro desse contexto, ou seja, utilização de plantas e a comprovação de benefícios específicos à saúde, uma caracterização da matéria-prima vegetal, assim como o estudo aprofundado a respeito dos compostos bioativos naturais presentes, vêm despertando grande interesse entre cientistas e consumidores. Atualmente há uma forte tendência mundial na exploração e no consumo dos alimentos que possuem essas propriedades. Estes alimentos receberam a denominação de alimentos funcionais e encontram disponíveis nas mais sofisticadas formas de consumo.

Os frutos e vegetais contém, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados compostos fenólicos que possuem ação antioxidante. Diversos estudos têm demonstrado que o hábito de consumir alimentos ricos em substâncias com potencial capaz de ocasionar uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo tem aumentado, sendo estes naturais ou industrializados.

Em relação ao processamento industrial de matérias-primas regionais, como a batata da serra, o interesse sobre a qualidade dos produtos oferecidos por parte dos consumidores, assim como a influência do processamento sobre suas características e propriedades bioativas ainda são pouco conhecidos, necessitando de estudos.

A Batata da Serra (*Ipomoea* C.) é uma raiz tuberosa nativa das regiões montanhosas que há décadas vem sendo consumida pela população local da Chapada Diamantina-Ba e seus turistas, sejam em saladas cruas, ou nas mais sofisticadas receitas culinárias. Contudo não evidenciou-se registros sobre a sua composição. A determinação do seu valor nutricional através da caracterização físico-química e de suas possíveis propriedades funcionais, assim como da qualidade microbiológica dos produtos processados oriundos dessa matéria-prima são os aspectos importantes para a obtenção de dados e desenvolvimento de pesquisas que, diante dessa imensa biodiversidade da flora regional possa potencializar e valorizar os produtos dela oriundos, assim como, constatar as possibilidades de proporcionarem benefícios à saúde da população regional consumidora.

No presente trabalho evidencia-se no primeiro capítulo uma breve revisão sobre alguns constituintes dos alimentos tais como carboidratos, o teor de fibra alimentar e principais métodos de determinação, a funcionalidade de um determinado alimento, englobando o poder antioxidante dos mesmos e seus benefícios à saúde, aborda também os principais entraves relacionados à presença de algumas substâncias com propriedades antinutricionais e seus métodos de quantificação. No capítulo segundo, uma caracterização bromatológica englobando o teor de umidade, de cinzas, de carboidratos, de lipídios, de açúcares e fibras, sendo os resultados obtidos comparados com

diversas fontes vegetais existentes na literatura, pois devido a origem da batata da serra em estudo ser típica da região da Chapada Diamantina-BA há uma escassez de dados de forma que possa realizar uma comparação direta. A atividade antioxidante e o teor de compostos fenólicos foram determinados e os resultados expressos no capítulo três, tentando mostrar ainda neste capítulo a eficiência de dois métodos quantitativos sobre a avaliação da atividade antioxidante dos extratos da casca e da polpa de batata liofilizada, assim como de suas respectivas farinhas secas em estufas. No quarto e último capítulo menciona sobre a qualidade microbiológica e a presença de fatores antinutricionais na matéria-prima em estudo.

A *Ipomoea C* é uma espécie de rizoma muito consumido na região da Chapada Diamantina-BA, popularmente conhecida por Batata da Serra devido às condições em que são encontradas. Este rizoma, assim como os demais já se faz presente no hábito alimentar dos sertanejos dessa sub-região do estado da Bahia.

A prática do cultivo desse rizoma na região ainda é inexistente, porém o abastecimento dos restaurantes locais e da comercialização em feiras livres se dá através do extrativismo, ora realizado pelos garimpeiros locais e/ou por guias turísticos.

O interesse pelo consumo de produtos naturais a base de frutas e vegetais vem crescendo, e quando a matéria-prima ainda é considerada desconhecida, uma infinidade de características etnobotânicas, endofoclimáticas, bioquímicas, físico-químicas, microbiológicas demanda estudos sobre sua caracterização.

A composição nutricional, a qualidade microbiológica e as reações enzimáticas são muito importantes em alimentos. Estas são responsáveis pela formação de compostos extremamente desejáveis, assim como também podem provocar consequências desfavoráveis. Estas alterações ocorrem tanto no alimento natural quanto nos seus subprodutos, necessitando, portanto de boas práticas de processamento, assim como do uso correto das técnicas de armazenamento.

Os compostos fenólicos exibem grande quantidade de propriedades fisiológicas (como antialérgica, antiaterogênica, anti-inflamatória, antimicrobiana, antitrombótica, cardioprotetiva e vasodilatadora), mas o principal efeito dos compostos fenólicos tem sido atribuído à sua ação antioxidante em



alimentos. O consumo cada vez mais frequente de alimentos industrializados desperta o interesse na qualidade desses produtos que estão sendo consumidos e cuja influência do seu processamento é pouco estudada. Para tanto necessita verificar as técnicas aplicadas, assim como a influência do processamento nos compostos benéficos que estão presentes nos alimentos *in natura*.

A comprovação da presença de compostos funcionais e da viabilidade de sua aplicação na alimentação representa uma oportunidade de incentivar o consumo da batata-da-serra, estimulando sua produção e comercialização como uma opção de renda para as populações rurais da região que devido ao fim do garimpo, principal atividade econômica destas comunidades, que enfrenta a escassez de alternativas para subsistência.

Pelo exposto este trabalho teve por objetivo realizar a caracterização bromatológica, avaliação de compostos bioativos e qualidade microbiológica da Batata da Serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.) *in natura* assim como de seus produtos processados – farinhas da casca e da polpa.

## CAPÍTULO I – Revisão Bibliográfica

---

## **1. Batata da Serra**

A batata da serra (*Ipomoea* Convolvulácea L.) é uma trepadeira da família das Convolvuláceas encontrada na região da Chapada Diamantina. Essa planta cresce apenas entre as rochas das montanhas acima de 800 m de altitude, formando tubérculos do tamanho da batata inglesa. O tubérculo da batata da serra possui sabor muito sutil e com elevado teor de água, podendo ser consumida crua, em saladas, mas também é possível ser cozida brevemente no vapor. Seu paladar característico é bastante apreciado por nativos e turistas que visitam a região.

Em botânica, denomina-se raiz tuberosa o tipo de raiz subterrânea muito espesso que acumula substâncias de reserva, sendo incluídos nessa categoria hortaliças como: cenoura, nabo, rabanete, mandioca, dália, batata doce e beterraba (BOTÂNICA, 2006). O tubérculo também atua como órgão de reserva de energia para a planta, entretanto, ele representa um engrossamento do caule que algumas plantas desenvolvem abaixo da superfície do solo, a exemplo da batata inglesa (DICIONÁRIO DE BOTÂNICA, 2006).

A despeito da batata da serra não foram encontrados dados na literatura quanto a sua composição centesimal, análise sensorial, propriedades funcionais e qualidade microbiológica.

## **2. Alimentos Funcionais**

Nos últimos anos os elevados índices de problemas de saúde, levou as pessoas a se preocuparem em fazer exercícios físicos, ingerir alimentos saudáveis, diminuir o consumo de alimentos ricos em açúcar, sal e gordura. Além disso, houve um aumento na procura por alimentos com alguma propriedade funcional. As mudanças nos hábitos alimentares e no estilo de vida são principalmente em função da busca incessante por saúde, proporcionando melhor qualidade de vida e prevenindo o aparecimento de determinadas doenças.

A tecnologia de alimentos que anteriormente, preocupava-se em desenvolver alimentos para a sobrevivência humana, passou a priorizar o dever de produzir alimentos com qualidade. Mais recentemente, a idéia passou a ser

usá-los como veículos de promoção de bem-estar e saúde, ao mesmo tempo reduzindo o risco de doenças (MATSUBARA, 2001). A alimentação continua desempenhando seu papel de fornecimento de nutrientes, mas o conceito de alimentos funcionais faz com que essa ciência se associe à medicina e ganhe dimensão extra no século XXI (SALGADO, 2001).

De acordo com a Resolução nº 18/99 (BRASIL,1999) a alegação de propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo, enquanto que a alegação de propriedade de saúde é caracterizada por afirmar, sugerir ou implicar na existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde.

O termo “alimentos funcionais” é utilizado para caracterizar alimentos e/ou ingredientes alimentares que, além de suas funções nutricionais normais (fonte de energia e substrato para a formação de células e tecidos), possuem, em sua composição, uma ou mais substâncias capazes de atuar como moduladores dos processos metabólicos, melhorando as condições de saúde, promovendo o bem estar e prevenindo o surgimento precoce de doenças degenerativas. Estes representam a união da farmacologia com a tecnologia de alimentos na busca de uma melhor qualidade de vida baseada na ingestão de alimentos de qualidade. Isso vem sendo reconhecido principalmente pelo consumidor moderno, que tem procurado com mais frequência esse tipo de produto nas prateleiras dos supermercados. Evidentemente, esses alimentos não podem ser encarados como uma solução única, mas sim como mais um auxílio que os avanços tecnológicos e científicos colocam à disposição (SKLIUTAS, 2002). Dentre os alimentos com propriedades funcionais destacam-se os prebióticos.

Vários estudos têm demonstrado a contribuição dos prebióticos no aumento da viabilidade dos microrganismos presentes no cólon. Segundo Gibson et al.(1995) prebióticos são componentes alimentares não digeríveis, que estimulam a atividade bifidogênica, ou seja, o crescimento e/ou ação de algumas bactérias presentes no intestino.

O termo prebiótico é definido como um ingrediente alimentar não digerível pela maioria dos microrganismos do intestino, e que afeta benéficamente o

hospedeiro, pelo estímulo seletivo do crescimento e/ou atividade de apenas um ou de um número limitado de bactérias no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

Para um ingrediente alimentar ser classificado como um prebiótico, algumas propriedades se fazem necessárias tais como as pontuadas em trabalhos desenvolvidos por Fooks et al, (1999), destacando:

Não sofrer hidrólise e nem ser absorvido na parte superior do trato gastrointestinal;

Ser um substrato seletivo para um número limitado de bactérias potencialmente benéficas do cólon, que são estimuladas para crescerem e desenvolverem atividades metabólicas;

Ser capaz de promover uma biota intestinal saudável e, como consequência, induzir efeitos no lúmen que beneficiem o hospedeiro.

Como exemplo de substâncias prebióticas pode-se citar alguns oligossacarídeos como a lactulose, lactitol, lactosacarose, rafinose, frutooligossacarídeos (FOS), e polissacarídeos como a inulina e o amido resistente. Para Gibson (2007), os prebióticos abrangem além dos compostos mencionados anteriormente, uma serie de substâncias pertencentes ao grupo das frutanas, que incluem a inulina natural, inulina hidrolisada enzimaticamente ou oligofrutose e fruto oligossacarídeos sintéticos, além de galactoligossacarídeos, lactulose, isomaltoligossacarídeo, xiloligossacarídeos, gentioligossacarídeos.

Entre os oligossacarídeos de ocorrência natural, os fruto oligossacarídeos (FOS) são os principais compostos reconhecidos e utilizados em alimentos aos quais se atribuem propriedades prebióticas. A depender da quantidade de unidades monoméricas formadas, e conseqüentemente o tamanho da cadeia, os fruto oligossacarídeos podem ser chamados de oligofrutoses no qual o número de unidades monoméricas ou grau de polimerização são menor que 10, ou inulina que apresenta cadeias contendo de 2 a 60 unidades monoméricas, sendo que os mais comuns apresentam grau de polimerização médio de 12 unidades (NINESS, 1999).

Os alimentos prebióticos são caracterizados não somente por proporcionarem aumento potencial do número de bactérias benéficas no intestino grosso de humanos, cujo predomínio atribui se aos lactobacilos e as bifidobactérias, mas também por ocasionar um aumento na sua atividade

metabólica através do fornecimento de substrato fermentável (BIELECKA et al, 2002).

A observação da relação benéfica entre probióticos, prebióticos e minerais, principalmente cálcio, ferro e magnésio, é recente. Alguns estudos em animais já se tem revelado o efeito positivo na absorção desses minerais, cujo, prováveis mecanismos envolvem desde a produção de ácidos graxos de cadeia curta, diminuição do pH intestinal e a solubilização dos minerais cálcio, magnésio e ferro complexados, assim como um aumento dos níveis de proteínas relacionadas com absorção, a exemplo da Calbindina D9k, além de hiperplasia da mucosa intestinal com conseqüente aumento da área de absorção (YBARRA et al, 2003).

### **3. Fibra Alimentar**

Os carboidratos são os componentes majoritários de vários alimentos, e desde 1980 têm se aumentado o interesse nas pesquisas dos alimentos que desempenham propriedades funcionais apresentadas por frações específicas desse constituinte existente nos alimentos. Os carboidratos não digeríveis são considerados substratos potenciais para os processos fermentativos, podendo assim ser considerados bifidogênicos, ou seja, substância presentes nos alimentos que não são digeridos pelas enzimas do trato gastro intestinal, que afeta de forma benéfica o hospedeiro por estimulação do crescimento seletivo e ou atividade de certos grupos de colônias bacterianas que possuem a capacidade de produzir metabólitos, como ácidos graxos de cadeias curtas e outras substâncias, alterando assim a rotina intestinal. Devido a existência dessas peculiaridades esses compostos foram denominados de constituintes bioativos (ROBERFROID, 2001; VASCONCELOS et al., 2010).

As fibras alimentares (FA) podem ser definidas por uma vasta variedade de substâncias pertencentes ao grupo dos carboidratos e que resistem à digestão por secreções endógenas no trato digestivo humano, dentre elas incluem as gomas, pectinas, lignina, celulose e hemicelulose. Também estão inclusos em menor quantidade o amido resistente, após a hidrólise do amido por enzimas. A Fibra alimentar é subdividida em insolúvel (FAI) e solúvel (FAS), de acordo com a

sua solubilidade em água proporcionada pela presença ou não de cadeias laterais ou ramificadas na estrutura (FAO, 1998).

Já a American Association of Cereal Chemists (2000) considera que fibra alimentar é a parte comestível das plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos com fermentação completa ou parcial no intestino grosso, incluindo polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina, e substâncias associadas à planta, que possuem a capacidade de promover efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação, e/ou atenuação do colesterol do sangue e/ou atenuação da glicose do sangue.

As fibras alimentares são consideradas um importante componente nutritivo para a saúde humana, em especial, a fração solúvel em água tem recebido muita atenção devido a suas várias funções fisiológicas. Desempenham um papel importante na redução dos riscos de muitas enfermidades tais como constipação, diabetes, doenças cardiovasculares, diverticuloses e obesidade (SPILLER, 2001).

Os relatos e estudos apresentados sobre os efeitos benéficos à saúde, oriundo da ingestão de teores de fibra alimentar na dieta tem servido para aumentar o consumo de produtos ricos em fibras. As frutas, vegetais e alguns grãos são considerados boas fontes dessas substâncias. A indústria beneficiadora de derivados de frutas e vegetais em particular, são os mais interessados nos resultados apresentados pelas pesquisas desenvolvidas, uma vez que são detentoras de grande parte da matéria-prima, além de apresentar baixo custo e disponibilidade em grande quantidade e diversidade em várias regiões do planeta. Muitos dos subprodutos agrícolas tais como maçã, frutas cítricas, e vegetais folhosos de fato, já têm sido aplicados na produção de fibra alimentar (FIGUEROLA et al, 2005).

As composições e propriedades físico-químicas das fibras alimentares são ambas dependentes das características do produto *in natura* e do processamento aplicado sobre a determinada matéria-prima (CHAU, CHEN & LEE, 2004). No estudo apresentado por Larrauri (1999) desenvolvendo produtos desidratados, constatou que a secagem a altas temperaturas ocasionou a degradação parcial de componentes da fibra solúvel e conseqüentemente alterou a capacidade de hidratação do teor de fibras existentes nos alimentos.

A metodologia para a determinação do conteúdo de fibra alimentar tem evoluído ao longo do tempo, passando da utilização de métodos químicos, para a aplicação de métodos conjugados tais como o químico gravimétrico. O método enzimático-gravimétrico para a determinação do conteúdo de fibra alimentar dos alimentos apresenta uma especificidade, pois o mesmo possui a capacidade de simular o processo fisiológico da digestão que acontece nos seres humanos e conseqüentemente fornecem valores mais precisos e relevantes do teor real de fibras de um determinado alimento. Dentre os testes analíticos que quantificam os vários componentes da fibra alimentar merecem destaque a colorimetria, cromatografia gás-líquido, cromatografia líquida de alta eficiência, devido a precisão e repetibilidade obtidos (GARCIA et al, 1997).

#### **4. Carboidratos**

Os carboidratos constituem mais de 90% da matéria seca das plantas. Logo, são abundantes, amplamente disponíveis e de baixo custo. Frequentes nos alimentos, estes podem ser componentes naturais, ou adicionados como ingredientes. Eles são encontrados em diversos produtos, sendo consumido em grandes quantidades. Apresentam muitas estruturas moleculares, tamanhos e configurações diferentes, com variadas propriedades físicas e químicas, diferindo ainda em seus efeitos fisiológicos no organismo humano (FENNEMA, 2010). Ainda segundo o mesmo autor os carboidratos são passíveis de modificações químicas e bioquímicas, sendo que ambas as modificações são empregadas comercialmente no melhoramento de suas propriedades e na ampliação de suas aplicações.

Os carboidratos são as moléculas orgânicas mais abundantes na natureza e apresentam função de reserva energética e estrutural, para a maioria dos organismos vivos. São formados de pequenas moléculas chamadas “oses”, e que de acordo com a quantidade dessas subunidades, podem ser classificados em três grandes grupos. Os monossacarídeos (açúcares simples), tais como a ribose, a glicose e a frutose, consistem em apenas uma molécula de açúcar. Os



dissacarídeos contêm duas oses interligadas covalentemente, sendo os mais conhecidos a sacarose, a maltose e a lactose. A celulose e o amido são polissacarídeos, os quais contêm muitas subunidades ligadas entre si, podendo ser denominados de moléculas complexas (RAVEN et al., 2001).

Uma das propriedades químicas apresentadas pelos carboidratos é a capacidade de participar de processos de óxido-redução das soluções que contém cátions metálicos como o cobre, podendo ser perceptível esse processo pela alteração na cor da solução. Uma das principais funções desses processos oxidativos é transformar os metais em estado adequado para o emprego como componentes em reagentes analíticos. O  $\text{Cu}^{++}$ , de característica cor azul anil quando em solução alcalina, ao ser reduzido estequiometricamente a  $\text{Cu}^+$  proporciona ao meio de reação um precipitado vermelho-tijolo; este é o fundamento químico do reagente conhecido como licor de Fehling. Quando o cátion selecionado é a prata, como ocorre no reagente de Tollens, a oxidação da  $\text{Ag}^+$  a  $\text{Ag}^0$ , ocasiona uma alteração na solução inicialmente incolor em um precipitado negro. A adequação desse fundamento químico à dosagem de carboidratos é tema de interesse acadêmico de Somogyi 1945, sendo o mesmo modificado por Nelson, em 1950, e de Lane-Eynon, também de 1950, através de leituras colorimétricas e titulométricas, respectivamente, são reconhecidos e aceitos como oficiais (IAL, 1976; BOBBIO e BOBBIO, 1995).

Segundo Silva et al. (2003), os monossacarídeos, glicose e frutose são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas, dentre estes oxidantes moderados destacam o  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$ . Os grupos cetônicos e carbonílicos livres podem ser observados nas estruturas de dois monossacarídeos apresentados na Figura 1.

Os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem prévia hidrólise da ligação glicosídica são denominados de açúcares não redutores. Temos como exemplo de dissacarídeo a sacarose, cuja estrutura comporta-se de dois resíduos de monossacarídeos que comprometem seus grupos anoméricos, a aldeídica da glucose e a cetônica da frutose; assim, o resíduo de um é a fração aglicona do outro, portanto, o dissacarídeo não apresenta capacidade de reduzir os sais de cobre do reativo analítico.

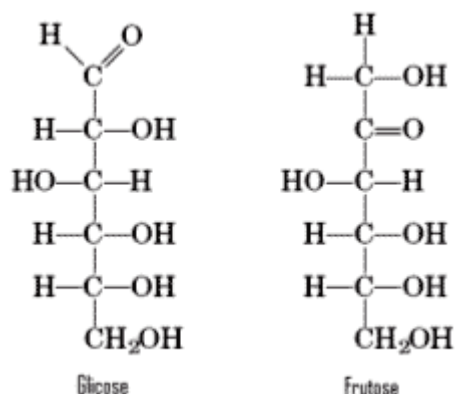


Figura 1. Estrutura da glicose e frutose

Essa ligação é relativamente lábil, podendo ser hidrolisada em meio levemente ácido e assim liberando os dois monossacarídeos, então redutores. As enzimas frutofuranosidase (invertase de levedura) e a glucopiranosidase (hidrolise pancreática) são capacitadas a hidrolisá-la por mecanismos distintos, reconhecendo a função aglicona compreendida no nome trivial (DEMIATE, et al.,2002).

Esta característica redutora de alguns açúcares é à base do método de Fehling (Figura 2), o qual permite identificar a presença de açúcares redutores em diferentes amostras, incluindo vegetais (SPILLER, 2001).

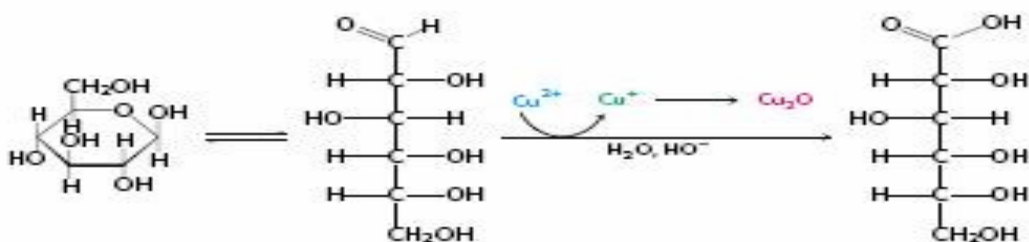


Figura 2. Mecanismo da reação de glicose com  $\text{Cu}^{2+}$  (Teste de Fehling).

A oxidação do carbono anomérico dos açúcares redutores só ocorre com a forma linear, a qual existe em equilíbrio com a forma cíclica (Figura 2). Glicosídeos, como, por exemplo, a sacarose, não são facilmente convertidos às

formas com grupamentos carbonílicos livres. Quando em uma amostra são determinados o teor de açúcares redutores e não redutores, juntos formam o que chamamos de açúcares solúveis totais.

Demiate et al (2002) explica quimicamente como ocorre essa capacidade de redução dos monossacarídeos, através de um mecanismo denominado de oxido-redução que está relacionado com a formação de um enediol, que tem função redutora em meio alcalino, interconvertendo aldoses e cetoses. Mecanismo similar, tendo como intermediário o enediol e fração propagadora uma molécula de glicose, que sofre em pH alcalino uma transformação, levando a formação de frutose e manose, ambos açúcares redutores, que ao serem oxidados à função aldônica causa a redução de íons cúpricos foi apreciado por Penha-Silva et al, (2004).

A quantificação dos açúcares formado por unidades monoméricas simples e idênticas em uma determinada amostra pode ser realizada através de métodos relacionados com a propriedade física dos carboidratos através de análise polarimétrica, índice de refração e densidade, já os relacionados com a propriedade químicas dos açúcares destaca se métodos espectrofotométricos, titulométricos e gravimétrico, bem como, pelo emprego de técnicas enzimáticas (métodos espectrofotométricos e biosensores), cromatográficas, e recentemente por eletroforese (TOZETTO, 2005). Sendo que os mais precisos são os métodos cromatográficos, entre eles aplicam-se a cromatografia em camada delgada (CCD), a cromatografia gasosa (CG) e a cromatografia líquida de alta resolução (CLAE), no entanto, esses métodos analíticos de alta precisão apresentam custo elevado, e não estão disponíveis para a maioria dos laboratórios das indústrias de alimentos, assim como para grande parte dos laboratórios de pesquisa, restando a utilização dos métodos químicos oficiais (TAVARES, 2010).

Os métodos químicos estão baseados nas reações dos açúcares com outros componentes existentes nos alimentos para a formação de complexos coloridos que serão quantificados. Dentre os métodos químicos espectrofotométricos pode-se citar o Somogyi e Nelson, o ADNS (emprega o ácido dinitrossalicílico), o Fenol-Sulfúrico (utiliza fenol e ácido sulfúrico concentrado) e o Antrona (que conduz a formação de derivados do furfuraldeído para reagir com antrona). As técnicas titulométricas de Lane-Eynon (que utiliza o

reativo de Fehling), de Luff-Schoorl e por complexometria com EDTA são exemplos de métodos químicos utilizados para quantificar açúcares simples, porém são morosas e necessitam da prática do analista. Por gravimetria pode-se empregar o método químico de Munson-Walker, onde a concentração de açúcares é obtida através de uma tabela de conversão (SILVA et al., 2003).

Os métodos químicos usados para determinar carboidratos na forma de monossacarídeos e oligossacarídeos são baseados no fato de que muitos desses apresentam poder redutor (em meio alcalino a quente) sobre o cobre, a prata, o ferro e/ou outras substâncias, produzindo complexos coloridos, ou precipitados que podem ser quantificados. Todos os monossacarídeos são redutores por possuírem grupos carbonílico e cetônico livres e o mecanismo de óxido-redução está relacionado com a formação de um enediol, função fortemente redutora em meio alcalino, que interconverte aldoses e cetoses. A glicose, em meio alcalino, é rapidamente transformada no enediol, levando à formação de frutose e de manose, e este composto, conhecido como redutona, ao ser oxidado à função aldônica causa a redução dos íons cúpricos (DEMIATE, 2002).

Os carboidratos não redutores podem ser determinados pelos mesmos métodos de determinação dos açúcares redutores, desde que eles primeiro sejam hidrolisados, enzimática ou quimicamente, para se tornarem redutores.

Dentre os métodos de determinação de açúcares redutores enfatiza neste trabalho o proposto por Lane-Eynon, assim como os de Somogyi- Nelson e ADNS.

#### **4.1. Fundamento de Lane Enyon**

Os fundamentos propostos por Litwack (1960) afirma que o método de Lane-Eynon baseia-se no fato de que os sais cúpricos, em solução tartárica alcalina (solução de Fehling), podem ser reduzidos a quente por aldoses ou cetoses transformando-se em sais cuprosos vermelhos, que se precipitam, perdendo sua cor azul primitiva, conforme Figura 3. O tartarato, ao unir-se ao cobre, forma um complexo solúvel, impedindo a formação de hidróxido cúprico insolúvel que teria lugar se existisse cobre livre na solução alcalina. Como critério

de positividade da reação verifica-se a formação de óxido cuproso vermelho tijolo, que precipita.

Segundo Tavares (2010), existem dois fatores importantes a serem seguidos neste método para maior exatidão dos resultados. A solução deve ficar constantemente em ebulição durante a titulação, isso porque o  $\text{Cu}_2\text{O}$  formado pode ser novamente oxidado pelo  $\text{O}_2$  do ar, mudando a cor novamente para azul e o tempo da titulação deve ser controlado, ocorrendo a reação em um máximo 3 minutos, porque pode haver decomposição dos açúcares com o aquecimento prolongado. A relação entre o cobre reduzido e o açúcar redutor não é estequiométrica, o resultado é obtido de tabelas ou padronizando-se a mistura de Fehling com uma solução de açúcar com concentração conhecida, e é geralmente expresso em glicose. Este método não distingue os diferentes tipos de açúcares redutores e é susceptível à interferência de outros tipos de moléculas que atuam como agentes redutores.

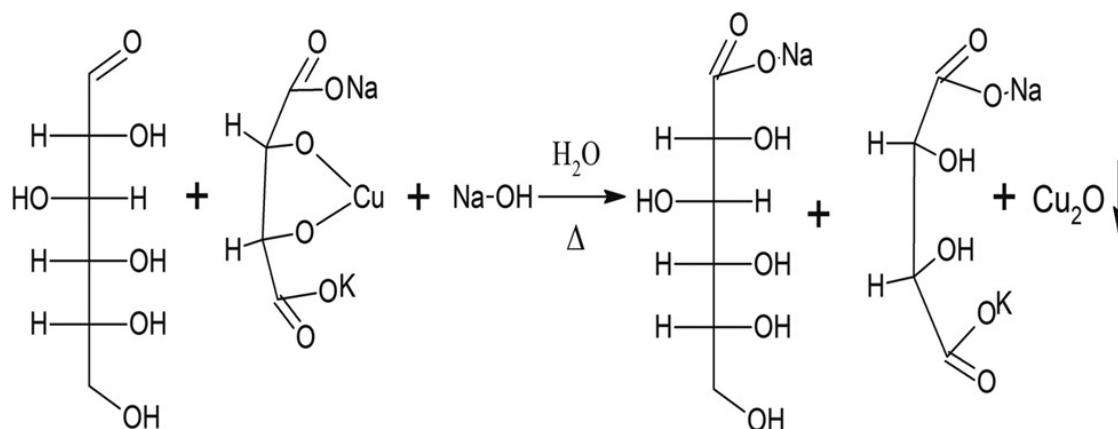


Figura 3. O tartarato de sódio e potássio forma um sal com o  $\text{Cu}^{+2}$  (azul anil) que sofre posterior redução a tartarato e óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$  de coloração vermelho tijolo) que precipita e o açúcar redutor é oxidado formando um sal sódico como produto

#### 4.2. Fundamento proposto por Somogyi- Nelson

O método químico espectrofotométrico de Somogyi e Nelson pode ser

utilizado para a quantificação de frutose e sacarose (redutores e não redutores) e está baseado na propriedade redutora dos açúcares sobre o cobre, presente no reativo de Somogyi, que reduz a reação arsênio-molibídico (reativo de Nelson) a óxido de molibdênio de coloração azul, cuja intensidade é proporcional à concentração de açúcares (SILVA et al., 2003).

## **5. Substâncias antinutricionais e/ou tóxicas presentes naturalmente em alimentos**

A sabedoria popular sobre o poder tóxico e ou fitoterápico das plantas, ervas, frutos e inflorescências nativas de uma determinada região do planeta é destaque há séculos, no entanto é essencial a realização de estudos dos seus nutrientes, assim como dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional, a fim de se estabelecer a viabilidade do consumo sem causar prejuízo à saúde do homem.

O termo fator antinutricional tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal, que quando consumidos, podem proporcionar a redução do valor nutritivo dos alimentos. Eles podem interferir na digestibilidade, absorção e/ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar uma série de efeitos danosos à saúde; dentre as substâncias destacam-se os compostos tânico e nitrato (GRIFFITHS et al., 1998).

### **5.1. Taninos**

Os taninos são compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas, inexistentes na forma livre nos tecidos vegetais. São aqueles presentes sob a forma de polímeros, dentre os quais estão os taninos e as ligninas. Possuem na grande maioria elevado peso molecular, responsáveis por conferir ao alimento a sensação de adstringência, e podem ser classificados em dois grupos de acordo com sua conformação estrutural: taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

Os taninos condensados estão presentes em maior quantidade nos alimentos mais comumente consumidos, pois estão na fração fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis, recebendo atenção em leguminosas e cereais por causa de seus efeitos adversos na cor, sabor e qualidade nutricional (SILVA; SILVA, 1999).

De acordo com Cozzolino (2006), os mecanismos diretos da interação entre compostos fenólicos e minerais não estão bem estabelecidos, no entanto já se sabe que o efeito adstringente dos taninos está relacionado com sua capacidade de precipitar algumas proteínas e dessa forma poderia, indiretamente, diminuir a absorção de minerais.

Estudos como os apresentados por Liao et al (2003), e Monteiro (2005) têm demonstrado efeitos nocivos em animais e humanos. Nos herbívoros, constatou-se que os taninos promovem efeitos negativos no apetite e na utilização de nutrientes, devido à sua capacidade de precipitar algumas proteínas, inibir enzimas digestivas e afetar a utilização de micronutrientes como as vitaminas e diversos sais minerais.

Dentre as classes de taninos existentes, os estudos indicam a maior toxicidade para os taninos hidrolisáveis em relação aos taninos condensados. Tudo isso devido a sua facilidade de serem degradados nos sistemas biológicos, e cujos produtos da hidrólise podem chegar a órgãos como fígado e rins. Enquanto que os taninos condensados não são hidrolisados nos sistemas biológicos e, portanto, não chegam à corrente sanguínea (LIAO et al., 2003).

Considerando os taninos como antinutrientes, alternativas para sua minimização devem ser desenvolvidas.

Os taninos, algumas vezes têm sido relacionados à função de antioxidante, a citar os trabalhos desenvolvidos por Fresneda et al. (2001), que estudando taninos de diferentes espécies vegetais na prevenção do foto-envelhecimento evidenciaram uma importante atividade antioxidante em sistemas *in vitro* nos diferentes modelos experimentais avaliados.

Dentre os métodos mais antigos existentes na literatura para a quantificação e qualificação dos taninos presentes nos alimentos destacam-se os colorimétricos, utilizados através da determinação de fenóis totais, que utilizam os reagentes de

Folin-Denis e Folin-Ciocalteu, assim como o doseamento butanol/ácido empregado para taninos condensados (MONTEIRO et al.,2005). Ainda segundo o mesmo autor, dentre os métodos gravimétricos de quantificação do teor de fenóis em extratos vegetais, destaca-se a utilização de Itérbio, para a precipitação de taninos condensados.

Já entre os métodos mais avançados para a determinação de taninos hidrolisáveis e condensados destaca-se a Cromatografia líquida de Alta Eficiência (CLAE), assim como a espectrometria de massa e a ressonância magnética para estudo dos complexos solúveis entre proteínas e taninos (CHIEN; HAGERMAN, 2004).

Um dos métodos de quantificação do teor de polifenóis totais baseado em reações de óxido-redução se dá através do uso do reagente de Folin-Ciocalteu, que envolve o auxílio de técnicas espectrofotométricas, mediante a formação de um complexo de coloração azul, derivado da redução do reagente pelas hidroxilas fenólicas. A coloração azul ocorre em meio alcalino, porém é pouco estável em excesso de base fraca, fato que se acentua quando uma base forte é utilizada, observando-se uma perda rápida da coloração (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927).

Segundo Santos et al.,(2006) o cálculo do teor de taninos pode ser realizado indiretamente, subtraindo do teor de polifenóis totais o teor da fração não-tanante, isto é, o teor de polifenóis não reativos ao tratamento prévio com material protéico ou polimérico.

O método de complexação de taninos por proteínas podem ocorrer de duas formas: reversíveis ou irreversíveis. Quando a complexação acontece de forma reversível, ocorre via formação de ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas, enquanto que os irreversíveis implicam em reações de oxidação, via formação de ligações covalentes (SANTOS; MELLO, 2003).

Vários são as peculiaridades apresentadas pelos integrantes do processo de complexação e precipitação de taninos por proteínas, dentre elas destacam-se a estrutura molecular, o peso da molécula, o ponto isoelétrico, o conteúdo de prolina, a flexibilidade conformacional, a solubilidade em água do polifenol, assim como a posição dos grupos periféricos (MONTEIRO, 2005).



Sob o termo caseína, proteína utilizada nesse estudo para a determinação de taninos, entende-se um grupo de proteínas denominadas  $\alpha$ S1-,  $\alpha$ S2-,  $\beta$ - e  $\kappa$ -caseínas, secretadas na forma de complexos micelares, esféricos, estáveis, que contêm fosfato de cálcio. Todas as formas existentes são moléculas anfipáticas, relativamente pequenas, contendo grande número de resíduos de prolina distribuídos de maneira uniforme nas seqüências de aminoácidos. Essa característica estrutural confere à caseína (*in natura*) conformações moleculares relativamente abertas, e juntamente com a neutralidade característica, oriunda pela presença de sua carga negativa facilita a complexação e a precipitação com taninos (LUCK et al., 1994).

A combinação das peculiaridades, referentes tanto às proteínas quanto aos taninos, explica a falta de especificidade no comportamento de taninos diferentes, ou de diferentes extratos vegetais, frente a um mesmo substrato protéico.

## **5.2. Nitratos**

O nitrato é outro constituinte encontrado de forma natural nos vegetais, visto que a planta o utiliza como fonte de nitrogênio para seu crescimento, o mesmo também pode ser adicionado aos produtos de origem animal para atuarem como conservantes. Além da importância da concentração de nitrato como indicador da qualidade dos alimentos, deve-se atentar para os efeitos relacionados para com a saúde humana, devido a facilidade a que o nitrato possui de ser reduzido a nitrito por ação microbiana na saliva, o qual reage com aminas secundárias e terciárias e dá origem a compostos nitrosos, como as nitrosaminas, os quais podem estar associados com um alto risco de câncer gástrico, hepático e de esôfago. Outra interação que o nitrato na forma reduzida pode formar é com a hemoglobina afetando o transporte de oxigênio e levando à metaemoglobinemia (GUADAGNIN, 2004; MANTOVANNI, 2005).

De acordo com Guadagnin (2004), a principal fonte do nitrato ingerido pelo homem, são os vegetais folhosos e alguns tubérculos, sendo que o teor de nitrato apresentado por esses alimentos variam de acordo com a espécie de vegetal,

fatores físicos como intensidade luminosa e temperatura, condições de cultivo e armazenagem.

Devido ao seu risco potencial oferecido à saúde humana quando ocorre a redução do íon nitrato, os valores de ingestão diária aceitável (IDA) estabelecida pelo Comitê FAO/OMS de Peritos em Aditivos Alimentares (JECFA) para nitrato e nitrito são de 0-3,7 mg de íon nitrato  $\text{kg}^{-1}$  de peso corpóreo e de 0-0,07 mg de íon nitrito  $\text{kg}^{-1}$  de peso corpóreo, respectivamente (WHO, 2003).

A quantificação do teor de nitrato em extratos de diferentes origens assim como o teor de taninos, pode ser feita por uma infinidade de métodos, a destacar a métodos arcaicos, no entanto eficientes como a destilação, métodos básicos como a potenciometria, colorimetria, e métodos sofisticados tais como a espectrofotometria na região ultravioleta, e a cromatografia gasosa e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (SALOMEZ & HOFMAN, 2002).

Como mencionado anteriormente a exposição do homem à presença de nitrito e nitrato podem ocorrer de diversas fontes, através da administração de drogas, água e alimentos. Geralmente, suas quantidades são pequenas, não apresentando efeito prejudicial à saúde humana e animal. Porém, quando os alimentos possuem alto teor de nitrato, estes podem tornar-se nocivos ao serem ingeridos (BENINNI et al., 2002).

Estudos que contemplam o conteúdo de substâncias como taninos e nitrato em concentrações que podem vir a ser prejudiciais ao organismo humano, dependendo das quantidades ingeridas e frequência de consumo, deseja se que não sejam encontrados em rizomas de Batata da Serra.

## **6. Atividade antioxidante**

O estresse redox é comumente definido como o desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio, nitrogênio e enxofre, os radicais derivados de tióis ( $\text{RS}\cdot$ ), as espécies reativas de cloro, as espécies reativas de carbono e complexos de metais de transição, principalmente Fe, Cu, Mn e Cr, entre outras, e a remoção destas pelos sistemas químicos e enzimáticos de defesa antioxidante e, também, pelo reparo enzimático das biomoléculas lesadas

(VASCONCELOS et al, 2007). Outros íons metálicos, sem atividade redox direta, também podem afetar o balanço oxidativo, como os íons de metais pesados (Pb, Cd) e trivalentes (Bi, Al), que são capazes de se ligar fortemente aos grupos fosfatos dos fosfolipídios das membranas celulares, diminuindo sua fluidez e, conseqüentemente, aumentando sua peroxidação. Na medida em que íons divalentes de minerais como magnésio, cálcio e zinco são cofatores de proteínas e enzimas envolvidas no processo de óxido-redução celular, estes também podem afetar o balanço oxidativo (HALLIWELL, GUTTERIDGE, 2007).

Segundo os mesmos autores mencionados acima, diversos são os fatores associados ao estresse redox, como: hábitos de vida considerados inapropriados (má alimentação, consumo de álcool, tabagismo, dieta inadequada, exercício físico realizado de forma extrema e exposição à radiação não ionizante e outras ondas curtas); condições ambientais impróprias (temperatura elevada e poluição ambiental, domiciliar e ocupacional); envelhecimento e estados psicológicos que provoquem estresse emocional. Há também patologias crônicas (*diabetes mellitus*, hipertensão arterial, câncer, entre outras) e patologias degenerativas como o Mal de Alzheimer e Mal de Parkinson que possuem alguma associação ao estresse redox.

Os antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação, através de um ou mais mecanismos. Os denominados primários (quebra a cadeia de oxidação, sequestra radicais livres) e os secundários (desativa metais, inibe a cadeia reativa dos hidroperóxidos, regenera os antioxidantes primários, sequestra oxigênio singlete, etc) (PIETTA, 2000).

Uma substância antioxidante de acordo com o proposto por Gómez (2003) pode ser definida como composto, ou substância química que inibe a oxidação ou, ainda como qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidável diminui ou inibe significativamente a oxidação do mesmo. Entretanto Abdalla (1993) considera que do ponto de vista biológico, antioxidantes podem ser definidos como compostos que protegem sistemas biológicos contra os efeitos potencialmente danosos de processos ou reações que promovem a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares.

É percebível que o termo antioxidante tem natureza multiconceitual. No entanto, de maneira geral e no contexto deste estudo, o mesmo será definido como uma família heterogênea de moléculas naturais, nas quais presentes em baixas concentrações, e quando comparadas com as atividades das biomoléculas que supostamente protegeriam, podem prevenir ou reduzir a extensão do dano oxidativo, estes agem nos organismos vivos por mecanismos distintos tais como a complexação de íons metálicos, a captura de radicais livres, a decomposição de peróxidos, a inibição de enzimas responsáveis pela geração de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, assim como a modulação de vias sinalizadoras celulares (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

Segundo Velosa e colaboradores (2007) os antioxidantes que apresentam baixo peso molecular são considerados antioxidantes “químicos”, nos quais incluem algumas vitaminas a exemplo das vitaminas C, E e A, alguns produtos naturais pertencentes ao grupo dos carotenóides, flavonóides, polifenóis, furanóides e tióis e uma variedade de produtos sintéticos.

Os compostos fenólicos e alguns de seus derivados são, portanto, eficazes para prevenir a oxidação lipídica; entretanto, poucos são os permitidos para o uso em alimentos, devido principalmente a sua toxicidade (SHAHIDI *et al.*, 1992). Eles podem ser sintéticos ou naturais e, para serem utilizados em alimentos, devem ser seguros para a saúde. Os compostos antioxidantes naturais têm sido isolados de diferentes partes de plantas tais como cascas, sementes, frutas, folhas e raízes (KÄHKÖNEN *et al.*, 2007).

Na indústria alimentícia a oxidação lipídica é inibida por seqüestradores de radicais livres. Neste caso, os compostos mais utilizados, entre outros, são: butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), tércio-butil-hidroxiquinona (TBHQ), tri-hidroxi-butilfenona (THBP) e propil galato (PG). Estudos toxicológicos têm demonstrado a possibilidade destes antioxidantes apresentarem algum efeito tóxico, e o *Joint Expert Committee on Food Aditives* (JECFA) da *Food and Agriculture Organization* (FAO) e *World Health Organization* (WHO) têm alterado nos últimos anos a ingestão diária aceitável (IDA) destas substâncias, devido aos resultados apresentados por algumas pesquisas científicas (WÜRTZEN, 1990).

Tendo em vista os indícios de problemas que podem ser provocados pelo consumo de antioxidantes sintéticos, as pesquisas têm-se dirigido no sentido de

encontrar produtos naturais com atividade antioxidante os quais permitirão substituir os sintéticos ou fazer associações entre eles, com o intuito de diminuir sua quantidade nos alimentos. Os estudos estão centralizados nos compostos fenólicos de origem vegetal, pois eles agem como aceptores de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia provocada por estes, além de atuarem também nos processos oxidativos catalisados por metais, tanto *in vitro*, como *in vivo* (HO, 1994).

A eficiência antioxidante de compostos bioativos em alimentos de origem vegetal depende de sua estrutura e da sua concentração no alimento. Por sua vez, a quantidade destas substâncias em vegetais é amplamente influenciada por fatores genéticos e condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta, entre outros aspectos. Sabe-se, ainda, que a capacidade antioxidante é influenciada pelo substrato utilizado no ensaio, pelo solvente e pela técnica de extração utilizada, bem como pelo binômio tempo-temperatura. No que se refere aos solventes orgânicos, o metanol, por conseguir extrair elevada quantidade de compostos bioativos, tem sido apontado como o mais efetivo (MOURE et al., 2001).

Em decorrência da grande diversidade química existente, em especial entre os compostos fenólicos, vários ensaios têm sido desenvolvidos para avaliação da capacidade antioxidante de amostras. Alguns deles determinam a habilidade dos antioxidantes em sequestrar espécies reativas geradas no meio reacional. Outros avaliam a eficiência dos antioxidantes em inibir a peroxidação lipídica por meio de: quantificação dos produtos da reação - dienos conjugados e hidroperóxidos; quantificação dos produtos da decomposição da peroxidação lipídica, ou medição da inibição da oxidação do lipídio do sistema pelo antioxidante a ser testado.

Estes ensaios diferem em relação ao mecanismo de reação, às espécies-alvo, às condições reacionais e na forma com os resultados são expressos. Não obstante a diversidade de métodos para avaliar a capacidade antioxidante, não existe um procedimento metodológico universal (HUANG, OU, PRIOR, 2005). Este fato impõe a necessidade de avaliar a capacidade antioxidante por diferentes ensaios, com fundamentos e mecanismos de ação diferentes.

De antemão, é necessário frisar que a comparação da capacidade antioxidante entre os diferentes métodos não é feita em valores absolutos, pois cada método tem sua própria escala de valores. Uma padronização é urgentemente requerida e deve seguir os critérios proposto por Huang et al. (2005), que são: utilizar moléculas biologicamente relevantes; ser tecnicamente simples; apresentar ponto final e mecanismo químico bem definido; necessitar de instrumentação facilmente disponível; ter boa repetibilidade e reprodutibilidade; ser adaptável para ensaios de antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos, etc.

Neste estudo será considerado os métodos de avaliação de atividade antioxidante frente ao radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) e ácido linoléico, que são os mais utilizados, vantajosos pela sua simplicidade metodológica, tempo de análise, custo e relativa especificidade, sendo cada um deles direcionado a um mecanismo antioxidante particular, além de exigirem equipamentos disponíveis na maioria dos laboratórios de pesquisa.

Como mencionado anteriormente um dos métodos mais usados para verificar a capacidade antioxidante consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH•), de coloração púrpura, que absorve em um comprimento de onda de 517 nm. Por ação de um antioxidante, ou uma espécie radicalar (R•), o DPPH• é reduzido formando 2,2-difenil-picril-hidrazina (DPPH-H), de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da banda de absorção, sendo a mesma monitorada pelo decréscimo da absorbância. A partir dos resultados obtidos, determina-se a porcentagem de atividade antioxidante (quantidade de DPPH• consumida pelo antioxidante) ou sequestradora de radicais e/ou a porcentagem de DPPH• remanescente no meio reacional (HUANG, OU, PRIOR, 2005).

O mecanismo de reação é baseado em transferência de elétrons, enquanto a abstração de átomo de hidrogênio é uma reação complexa, pois a mesma acontece lentamente em solventes que estabelecem fortes ligações de hidrogênio. O método é influenciado pelo solvente e pelo pH das reações, considerado fácil e útil para análise de substâncias puras, assim como para amostras complexas.

É importante a realização de diferentes testes para a avaliação da atividade antioxidante, para a obtenção de resposta mais precisa sobre a interação dos

compostos presentes na amostra com os diferentes radicais gerados durante a reação (ROBARDS, 2003). No teste de oxidação do  $\beta$ -caroteno e ácido linoléico, pode-se medir na primeira etapa (15 a 45 minutos) a capacidade dos compostos em doar elétrons ou átomos de hidrogênio, prolongando o período de indução e, na segunda etapa (75 a 105 minutos) a interação com os compostos gerados na degradação do ácido linoléico. Já no teste utilizando o aparelho Rancimat®, os compostos formados são os voláteis, decorrentes da oxidação numa fase mais adiantada do processo. No trabalho de Giada e Mancini (2004), no qual mensurou a atividade antioxidante em alimentos por uma variedade de métodos, constatou certa dificuldade em comparar os resultados devido as inúmeras possibilidades de expressão da atividade antioxidante. A polpa e as sementes da romã apresentaram potencial antioxidante, verificado pela presença de compostos com capacidade redutora, identificados pela cromatografia em camada delgada como compostos fenólicos. Os extratos aquosos da polpa e sementes foram os mais eficazes na atividade antioxidante. O extrato aquoso das sementes apresentou atividade inibitória da oxidação significativamente maior que a alcançada pelo antioxidante sintético BHT, avaliados pelo ensaio do  $\beta$ -caroteno e ácido linoléico. Na avaliação cinética, pode-se verificar que os extratos aquosos apresentaram-se eficientes tanto nos períodos iniciais quanto mais adiantados do processo oxidativo. No ensaio em meio lipídico (método Rancimat®), o extrato aquoso da polpa apresentou os maiores valores de inibição da oxidação, significativamente maiores em relação ao antioxidante sintético BHA.

Estudos epidemiológicos têm mostrado que dietas ricas em frutas e verduras estão associadas a uma menor incidência de doenças crônicas e degenerativas (ZIBADI et al. 2007), embora prova definitiva de que suplementos antioxidantes possam prevenir doenças crônicas não tenha sido obtida ou consistentemente suportada pelos testes de intervenção encontrados na literatura.

Há muita controvérsia nessa área de pesquisa, indicando a necessidade de obtenção de evidências inequívocas a respeito da eficácia, segurança e dosagem apropriada de antioxidantes em relação a doenças crônicas (STANNER et al. 2004). Assim, segundo o mesmo autor, apesar de não haver comprovação científica definitiva, é prudente e aconselhável, em termos de saúde pública,

umentar o consumo de alimentos vegetais e seguir uma dieta similar à denominada “dieta do Mediterrâneo”, cujo um dos principais aspectos relacionados ao efeito protetor desses alimentos tem sido atribuído, em parte, à presença de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, além dos bem conhecidos  $\beta$ -caroteno, vitamina C e vitamina E.

O grande interesse na substituição de antioxidantes alimentares sintéticos por naturais despertou intensa procura por materiais vegetais brutos para a identificação de novos antioxidantes. As reações de oxidação não são de interesse exclusivo das indústrias alimentícias, na medida em que influenciam a produção de outros componentes oxidáveis, como cosméticos, farmacêuticos e plásticos.

Zia-ur-Rehman, Habib e Shah (2004), adicionaram extratos de casca de batata como antioxidante natural em óleos de sementes de soja. Trabalhos com extrato da casca de batata foi capaz de proteger eritrócitos contra o estresse oxidativo, provavelmente por atuar como potente antioxidante (SINGH et al., 2007).

Sun e colaboradores (2002) ressaltam que a atribuição inequívoca de atividade antioxidante biológica, mesmo que *in vitro* ou *in vivo*, a compostos isolados e identificados de um extrato não é tarefa fácil, pois vários fatores têm que ser avaliados. Dentre estes, a ação sinérgica dos constituintes supostamente ativos, sua absorção pelo sistema gastrointestinal, possíveis atividades tóxicas colaterais, velocidade de metabolização e excreção, dose-resposta e etc.

Deve-se, também, considerar a necessidade de identificar marcadores de um extrato que atestem a reprodutibilidade de sua preparação e atividade, uma vez que a composição química de qualquer espécie varia segundo muitos fatores: espécie vegetal e suas respectivas partes, local de cultivo, estação e hora de coleta e etc (SUN et al. 2002).

Em termos experimentais, o processo de extração é considerado uma etapa chave na obtenção de antioxidantes com rendimento aceitável. O solvente extrator constitui fator relevante e deve ser levado em conta, em função da quantidade e quais tipos de compostos presentes na amostra são desejados extrair para se avaliar a atividade antioxidante (NACZK, SHAHIDI, 2004). Para selecionar um solvente, estudos comparativos são necessários para cada



substrato. Além das extrações convencionais com etanol, metanol e acetato de etila, outros métodos, como extração em fase supercrítica são úteis, uma vez que fornecem bons rendimentos e preservam as propriedades antioxidantes. Alguns tratamentos, como digestão básica seguida do adequado tratamento dos resíduos mostram-se necessários em alguns alimentos, com alta porcentagem de heterosídeos fenólicos insolúveis (SONI et al. 2006).

Lapornik, Prosek e Wondra (2005) verificaram que a maior atividade antioxidante era condizente com o maior conteúdo de antocianinas presentes nos três extratos (metílico, etílico e aquoso) avaliados, de amora e casca de uva. Efeito semelhante do conteúdo de compostos extraídos influenciando positivamente na atividade antioxidante foi relatado por Lo e Cheung (2005). Pôde-se observar que os extratos aquosos foram os que apresentaram os maiores valores de porcentagem de inibição da oxidação. Em estudos de atividade antioxidante realizados com extratos de diferentes polaridades, utilizando-se espécies de algas Vidal e colaboradores (2001), assim como Linares e pesquisadores (2004), encontraram resultados bastante significativos avaliando o poder antioxidante utilizando extratos aquosos.

A capacidade antioxidante da dieta do Mediterrâneo, marcada por uma alimentação rica em frutas, verduras, azeite de oliva, alho e vinho, por exemplo, foi avaliada por muitos pesquisadores, como Saura-Calixto e Goñi (2006). Nestes estudos, é frequente a estimativa de produtos de Maillard que são decorrentes da reação de Schiff e posterior isomerização – portanto, não enzimática – entre açúcares redutores (aldoses) e resíduos de aminoácidos básicos (lisina, arginina) de proteínas em alimentos, após processo de aquecimento em altas temperaturas (OSADA; SHIBAMOTO, 2006).

## **7. Referências**

ABDALLA, D. S. P. Antioxidantes: conceitos básicos e perspectivas terapêuticas. **ARS Curandi**, p. 141-164, 1993.

American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, 10th ed. The Association, St. Paul, MN. 2000.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, jun., p. 183-186, 2002.

BIELECKA, M.; BIEDRZYCKA, E.; MAJKOWSKA, A.; JUSKIEWICZ, J.; WRÓBLEWSKA, M. Effect of non-digestible oligosaccharides on gut microecosystem in rats. **Food Reserch International**, v. 35, p. 139-144, 2002.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Manual de laboratório de Química de Alimentos. 2 ed. São Paulo: Varela, 1995.

BOTÂNICA. Capturado em 5 abr. 2010. Online. Disponível na internet <http://www.ultimaarcadenoe.com/biologia7o.html>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 18 de 30 de abril de 1999. Estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de maio de 1999.

CHAU C.F., CHEN C.H., LEE M.. Comparison of the characteristics, functional properties, and *in vitro* hypoglycemic effects of various carrot insoluble fiber-rich fractions. *LWT*. 2004; 37(2):155-160.

CHIEN, Y.; HAGERMAN, A. E. Characterization of soluble non-covalent complexes between bovine serum albumin and  $\beta$ -1,2,3,4,6-penta-O-galloyl-D-glucopyranose by MALDI-TOF MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 4008-4011, 2004.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. 2.ed. Barueri: Manole, 2006. 996p.

DEMIATE.I.V.; WOSIACKI,G.;CZELUSNIAK,C.; NOGUEIRA,A.Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos. Comparação entre métodos colorimétricos e titulométricos . *Exact and Soil Scienciens, Agrárian.S and Engeneering*, v.8, n.1, p.65-78. 2002.

DICIONÁRIO DE BOTÂNICA. Capturado em 5 abr. 2010. Online. Disponível na Internet <http://www.gestialba.com/public/botanico/botancastt01.html>. Acessado em 12 de março de 2011.

FAO. Carbohydrates in human nutrition-FAO/WHO expert consultation on carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 66. Rome, Italy. 1998.

FENNEMA, O. R.; *Química de los Alimentos*, 2a ed., Acribia: Zaragoza, 1993.

FIGUEROLA, F., HURTADO, M. L., ESTEVEZ, A. M., CHOFFELLE, I., & ASENJO, F. Fiber concentrates from apple pomace and citrus peels as potential fiber sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91, 395 e 401. 2005.

FOLIN, O.; Ciocalteu, V.; *J. Biol. Chem.* **1927**, 73, 424.

FOOKS, L.; FULLER, R.; GIBSON, G. R. Prebiotics, probiotics and human gut funcionais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia**, v. 36, n. 1, p. 27-34, 2002.

FRESNEDA, L. Y. G.; SÁNCHEZ, M. P.; ÁLVAREZ, R. S.; SANTANA, J. L. Taninos de diferentes especies vegetales en la prevención del fotoenvejecimiento. **Revista Cubana Investigación Biomédica**, Ciudad de la Habana, v.20, n.1, ene.-mar. 2001.

GARCIA, O. E., INFANTE, R. B., RIVERA, C.J.. Determination of total, soluble and insoluble dietary fibre in two varieties of *Phaseolus vulgaris* L. using chemical and enzymatic gravimetric methods. **Food Chemistry**, vol59, n° 1, p 171-174, 1997.

GIADA, M.L.R.; MANCINI- FILHO, J. Avaliação da atividade antioxidante *in vitro* de compostos fenólicos de alimentos. **Nutrire**, São Paulo, V.28, , p. 91-107, 2004.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B.. Dietary Modulation of the Human Colonic Microbiota: Introducing the concept of Prebiotics. **Jornal of Nutrition**. v.125, pág. 1401-1412, 1995.

GIBSON, G.R.; WILLIS, C.L.; VAN LOO J. **Non-digestible oligosaccharides and bifidobacteria implications for health**. In : SILVA, A.S.S.; HAAS, P.; SARTORI, N.T.; ANTON, A.A.; FRANCISCO, A.. Frutooligossacarídeos: Fibras Alimentares Ativas. B.CEPPA, Curitiba, v.25, n.2, pág. 295-304. 2007.

GÓMEZ, M. E. D. B. Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa. São Paulo, 2003, 142p.

GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; HILLMAN, J. R. Antinutritional compounds in the Brassicaceae: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Invergowrie, v. 73, n. 1, p. 1-18, 1998.

GUADAGNIN, S. G.. Avaliação do teor de nitrato em hortaliças folhosas produzidas por diferentes sistemas de cultivo. Campinas, SP: [s.n.], 2004.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C.; *Free Radicals in Biology and Medicine*, 4th ed.; **Oxford University Press**: Oxford, 2007.

HO, C.T., OSAWA, T., HUANG, T.M., ROSEN, R.T. *Food phytochemicals for cancer prevention*. Washington : American Chemical Society, 1994. p.2-19. (ACS Symposium Series, n.547). **Hudson BJB** (ed.). Elsevier: London; 1-18.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L.; **J. Agric. Food Chem.** 2005, 53, 1841.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - Normas Analíticas. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. São Paulo: IAL, 1976.

KÄHKÖNEN, M. P.; HOPIA, A. I.; VUORELA, H. J.; RAUHA, J. P.; PIHLAJA, K.; KIM, Y.; GIRAUD, D. W.; DRISKELL, J. A.; **J. Food Compos. Anal.** 2007, 20, 458.

LAPORNIK, B.; PROSEK, M.; WONDRA, A.G. Comparision of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time **J. Food Eng.**, London, v.71, n.2, p. 214- 222, 2005.

LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fine powders from fruit by-products. *Trends in Food Science & Technology*, 10, 3 e 8. 1999.

LIAO, X. P.; LU, Z. B.; SHI, B. Selective adsorption of vegetable tannins onto collagen fibers. **Industrial and Engineering Chemical Research**, v. 42, p. 3397-3402, 2003.

LINARES, A.J.; LOIKKANEM, J.; MANCINI- FILHO, J.;SORIA, R.B.; NOVOA, A.V. Antioxidant and neuroprotective activity of extract from the seaweed *Halimeda incrassata* (Ellis) Lamouroux, against *in vitro* and *in vivo* toxicity induced by methyl- mercury. **Vet.Human Tox.**, Manhattan, v. 46, p. 1-5, 2004.

LITWACK, G.; *Experimental Biochemistry - A Laboratory Manual*, John Wiley & Sons, Inc.: New York, 1960.

LO, K.M.; CHEUNG, P.C.K. Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var. *alba*. **Food Chem.**, Washington, v. 89, n.4, p. 533- 539, 2005.

LUCK, G.; LIAO, H.; MURRAY, N. J.; GRIMMER, H. R.; WARMINSKI, E. E.; WILLIAMSON, M. P.; LILLEY, T. H.; HASLAM, E. Polyphenols, astringency and proline-rich proteins. **Phytochemistry**, v. 37, p. 357-371, 1994.

MAGALHAES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. F. C.; **Anal. Chim. Acta** 2008, 613, 1.

MANTOVANI, J. R. et al. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2005.

MATSUBARA, S. Alimentos funcionais: uma tendência que abre perceptivas aos laticínios. **Indústria de Laticínios**, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. de L.; AMORIN, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, p.892-896, 2005.

MOURE, A.; CRUZ, J.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NNUNEZ, M.; PARAJÓ, J.; **Food Chem.** 2001, 72, 145.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extractions and analysis of phenolics in food. **J. Chromatogr. A**, v.1054, n.1-2, p.95-111, 2004.

NINESS, K. R. Inulin and oligofuctose: what are they? **Journal of Nutrition**, v. 129,n. 7S, p. 1402s-1406s, 1999.

OSADA, Y.; SHIBAMOTO, T.; **Food Chem.** 2006, 98, 522.

PENHA-SILVA, N.; FONSECA, A. M.; BRITO, A. G.; SOUZA-PENHA, M. A.; FERREIRA, T. A. A. Determinação rápida de açúcares redutores com ácido cítrico para uso biotecnológico. *Bioscience Journal*, v. 20 , n. 3, p.183-188,2004.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **J. Nat. Prod.**, v. 63, n. 7, p. 1.035-1.042, 2000.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2001. 906 p.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in processes in fruits. **Food Chem.**, Amsterdam, v.66, n.4, p. 401- 436, 2003.

ROBERFROID M.B. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? *Am J Clin Nutr* 2001;73:406.

SALGADO, J.M.; Impacto dos alimentos funcionais para a saúde. **Nutr Pauta**. 2001; 48:10-7.

SALOMEZ, J.; HOFMAN, G. Nitrate extraction from fresh plant material by means of a methanol:water extraction solution. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, p.3397- 3404, 2002.

SANTOS, S. da. C.; MELLO, J. C. P.de. Taninos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. de.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (org). **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. 5. ed. rev. ampl., Porto Alegre: UFRGS, Florianópolis, UFSC, 2003. Cap. 24, p. 615-656.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, mar./abr., 2006.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I.; **Food Chem.** 2006, 94, 442.

SHAHIDI, F., JANITHA, P.K., WANASUNDARA, P.D. Phenolic antioxidants. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.32, n.1, p.67-103, 1992.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ALCANFOR, J. D. X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas – SP, v. 23, n.3, p. 337-341, Set./Dez. 2003.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição de Campinas**, v. 12, n. 1, p. 5-19, jan./abr. 1999.

SINGH, J.; UPADHYAY, G.; PRASAD, A. K. K.; BAHADUR, A.; RAÍ, M.; **J. Food Compos. Anal.** 2007, 20, 106.

SKLIUTAS, A. R. Estudo do desenvolvimento de barra dietética de cereais e goiaba desidratada pelo processo de osmose a vácuo com utilização de fruto-oligossacarídeo. 2002. 116 p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas.

SONI, M. G.; BURDOCK, G. A.; CHRISTIAN, M. S.; BITLE, C. M.; CREA, R.; **Food Chem. Toxicol.** 2006, 44, 903.

SPILLER, G. A. (2001). Dietary fiber in prevention and treatment of disease. In G. A. STRYER, L., TYMOCZKO, J.L e BERG, J.M., Bioquímica, 3ª edição, Editora Guanabara Koogan, São Paulo, 2001.

STANNER, S. A.; HUGHES, J.; KELLY, C. N. M.; BUTTRISS, J.; **Public Health Nutrition** 2004, 7, 407.

SUN, J.; CHU, Y-F.; WU, X.; LIU, R. H.; **J. Agric. Food Chem.** 2002, 50, 7449.

TAVARES, J. T. Q.; COSTA, R. L. C.; COSTA, J.A.; FADIGAS, F.S.; FONSECA, A. A.; Interferência do ácido ascórbico na determinação de açúcares redutores pelo método de Lane e Enyon. **Quim. Nova**, Vol. 33, No. 4, 805-809, 2010.

TOZETTO, A. Controle de qualidade de edulcorantes em adoçantes comerciais via espectrometria e métodos de calibração multivariada. 2005. 144f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005.

VASCONCELOS, C. M..SILVA, C.O., TEIXEIRA, L.J.Q., CHAVES, J.B., MARTINO, H.S.D. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2010; 69(2):188-93.

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. S.; KUBOTA, L. T.; **Quim. Nova**. 2007, 30, 1323.

VELOSA, A. C.; BAADER, W. J.; STEVANI, C. V.; MANO, C. M.; BECHARA, E. J. H.; **Chem. Res. Toxicol.** 2007, 20, 1162.

VIDAL, A.; MOTIDOME, M.; MANCINI-FILHO, J.; FALLARERO, A.; MODORI, M.; BRANDÃO, L.M.; LAPA, A.J. Actividad antioxidante y ácidos fenólicos Del alga marina *Bryothamnion triquetrum* (S.G. Gmelin) Howe. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, São Paulo, v.37, n.3, p.373- 382, 2001.

WHO. Food Additives Series No 50. Safety Evaluation of Certain Food Additives. Fifty-ninth Report of the Joint FAO/WHO Committee on Food Additives, Geneva, 2003.

WÜRTZEN, G. Shortcomings of current strategy for toxicity testing of food chemicals: antioxidants. *Food. Chemistry and Toxicology*, Oxford, v.28, n.11, p.743-745, 1990.

YBARRA L.M.; COSTA N.M.B.; GIBSON G.R.; FERREIRA C.L.L.F..Influência de probióticos e prebióticos na absorção de minerais. In: Ferreira CLLF. Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção. Viçosa: Suprema; 2003. 79-102.

ZIA-UR-REHMAN; HABIB, F.; SHAH, W. H.; **Food Chem.** 2004, 85, 215.

ZIBADI, S.; FARID, R.; MORIGUCHI S.; LU, Y.; FOO, L.; TEHRANI, P.; LREICH, J.; WATSON, R.; **Nutr. Res.** 2007, 27, 408.

**CAPÍTULO II - Caracterização físico-química da polpa e casca da Batata da Serra  
*in natura* (*Ipomoea Convolvulácea L.*) e respectivas farinhas**

---



## 1. Introdução

O Brasil possui forte tradição na utilização de plantas e seus frutos para manutenção da saúde e tratamento de uma grande variedade de sintomas como febre, inflamações, dores, etc. Entretanto, embora a tradição popular seja muito forte, há pouquíssimos estudos de forma a validá-los.

A Batata da Serra (*Ipomoea Convolvulácea L.*) é uma raiz tuberosa nativa das regiões montanhosas que há décadas vem sendo consumida pela população local da Chapada Diamantina-BA e seus turistas, seja em saladas cruas, ou nas mais sofisticadas receitas culinárias. A determinação do seu valor nutricional e de suas possíveis propriedades funcionais são fatores interessantes para o desenvolvimento de pesquisas que, diante dessa imensa biodiversidade da flora regional possa potencializar os produtos dela oriundos, assim como, beneficiarem a população regional.

Estudos de caracterização de algumas fontes alimentares de baixo custo, qualidade nutricional e aspecto funcional, ainda não bem elucidados, são desafios para pesquisadores, os quais ainda devem buscar o desenvolvimento de produtos alimentícios que possam ser utilizados também por populações de baixa renda, e principalmente atenderem as necessidades da população cuja matéria-prima batata da serra é fonte de subsistência.

Os carboidratos são os componentes majoritários de vários alimentos, e desde 1980 têm se aumentado o interesse nas pesquisas dos alimentos com propriedades funcionais. Os carboidratos não digeríveis são considerados substratos potenciais para os processos fermentativos, podendo assim ser considerados bifidogênicos, ou seja, substâncias presentes nos alimentos que não são digeridos pelas enzimas do trato gastro intestinal, afetando de forma benéfica o hospedeiro por estimulação do crescimento seletivo e ou atividade de certos grupos de colônias bacterianas que possuem a capacidade de produzir metabólitos, como ácidos graxos de cadeias curtas e gases, alterando assim a rotina intestinal. Devido a essas peculiaridades esses compostos foram denominados de constituintes bioativos (ROBERFROID, 2001; VASCONCELOS et al., 2010).

Dentre os componentes dos alimentos que possuem essa atividade bifidogênica destaca-se a fibra alimentar (FA), esta pode ser definida por uma vasta variedade de substâncias pertencentes ao grupo dos carboidratos e que resistem à digestão por secreções endógenas no trato digestivo humano, dentre elas incluem as gomas, pectinas, lignina, celulose e hemicelulose. Também estão inclusos em menor quantidade o amido resistente, após a hidrólise do amido por enzimas. A Fibra alimentar é subdividida em insolúvel (FAI) e solúvel (FAS), de acordo com a sua solubilidade em água proporcionada pela presença ou não de cadeias laterais ou ramificadas (FAO, 1998).

As fibras alimentares são consideradas um importante componente nutritivo para a saúde humana, em especial, a fração solúvel em água tem recebido muita atenção devido a suas várias funções fisiológicas. Desempenham um papel importante na redução dos riscos de muitas enfermidades tais como constipação, diabetes, doenças cardiovasculares, diverticuloses e obesidade (SPILLER, 2001).

Os relatos e estudos apresentados sobre os efeitos benéficos à saúde, oriundo da ingestão de teores de fibra alimentar na dieta tem servido para aumentar o consumo de produtos ricos em fibras. As frutas, vegetais e alguns grãos são considerados boas fontes. A indústria de derivados de frutas e vegetais em particular são os mais interessados, devido ao seu baixo custo e disponibilidade em grande quantidade em diversas regiões do planeta. Muitos dos subprodutos agrícolas tais como maçã, frutas cítricas, e vegetais folhosos de fato já tem sido usado na produção de fibra alimentar e no desenvolvimento de produtos enriquecidos para fins especiais (FIGUEROLA et al, 2005).

O método enzimático-gravimétrico para a determinação do conteúdo de fibra alimentar dos alimentos apresenta uma especificidade, pois o mesmo possui a capacidade de simular o processo fisiológico da digestão que acontece nos seres humanos e conseqüentemente fornecem valores mais precisos e relevantes do teor real de fibras de um determinado alimento GARCIA et al., 1997).

Uma outra fração dos constituintes majoritários dos alimentos – carboidratos apresentam função de reserva energética e estrutural, para a maioria dos organismos vivos. São formados de pequenas moléculas chamadas “oses”, e que de acordo com a quantidade de oses (subunidades), podem ser classificados

em três grandes grupos. Os monossacarídeos (açúcares simples), tais como a ribose, a glicose e a frutose, consiste em apenas uma molécula de açúcar. Os dissacarídeos contêm duas oses interligadas covalentemente. Exemplos conhecidos são a sacarose, a maltose e a lactose. A celulose e o amido são polissacarídeos, os quais contêm muitas subunidades ligadas entre si (RAVEN et al., 2001).

Segundo Silva et al. (2003), os monossacarídeos, glicose e frutose são açúcares redutores por possuírem grupo carbonílico e cetônico livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas, dentre estes oxidantes moderados destacam o  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$ . Já os dissacarídeos que não possuem essa característica sem sofrerem prévia hidrólise da ligação glicosídica são denominados de açúcares não redutores.

A propriedade de óxido-redução de cátions como cobre e prata afeta a cor das soluções que os contêm, tornando-os adequados para emprego como componentes em reagentes analíticos. O  $\text{Cu}^{++}$ , de característica cor azul anil quando em solução alcalina, ao ser reduzido estequiometricamente a  $\text{Cu}^+$  proporciona ao meio de reação um precipitado vermelho-tijolo; este é o fundamento químico do reagente conhecido como licor de Fehling. No reagente de Tollens, o cátion selecionado é a prata, que passa de  $\text{Ag}^+$  a  $\text{Ag}^0$ , modificando uma solução incolor em um precipitado negro, capaz de espelhar a face interna de um recipiente de vidro, base científica da fabricação de espelhos.

A adequação desse fundamento químico à dosagem de carboidratos é tema de interesse acadêmico (BOBBIO e BOBBIO, 1989, 1992 e 1995, LASZLO et al., 1986, MONTES, 1969) e os procedimentos analíticos dos métodos de Somogyi, de 1945 e modificado por Nelson, em 1950, e de Lane-Eynon, também de 1950, com leituras colorimétricas e titulométricas, respectivamente, são reconhecidos e aceitos como oficiais (IAL, 1976).

Demiante et al (2002) explica quimicamente como ocorre essa capacidade de redução dos monossacarídeos, através de um mecanismo denominado de oxido-redução que está relacionado com a formação de um enediol, que tem função redutora em meio alcalino, interconvertendo aldoses e cetoses. A glicose em pH alcalino é rapidamente transformada, formando um derivado, o enediol, que por sua vez leva a formação de frutose e manose (Penha-Silva et al. 2004),

açúcares redutores, que ao serem oxidados à função aldônica causa a redução de íons cúpricos. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar quimicamente a polpa e casca da batata da serra *in natura*, além das formas processadas por meio de análise de composição centesimal, elucidando as frações das fibras alimentar total, solúvel e insolúvel e o teor de açúcares redutores.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Material Vegetal**

Foram utilizados frutos *in natura* coletados nas serras da Chapada Diamantina, em Igatu, distrito este, pertencente ao município de Andaraí-BA. Os frutos foram coletados de forma aleatória em diferentes estádios de maturação, uma vez que a matéria prima não possibilitava a identificação do mesmo. Em seguida, foram transportados para o laboratório de Biotecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS. Os frutos *in natura* foram selecionados, higienizados e armazenados a 5 °C (refrigeração).

### **2.2. Métodos**

#### **2.2.1. Preparo das amostras**

Após a higienização em solução de hipoclorito a 200 ppm durante 15 minutos os frutos foram descascados. A polpa passou por um processo de fatiamento e junto com as cascas foram submetidas aos processos de secagem em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 50°C até a secagem completa (aproximadamente 30 horas) e outra fração foi submetida ao processo de liofilização, obtendo assim respectivamente dois produtos - farinha de casca e polpa de batata da serra seca em estufa e liofilizada. Após a secagem as amostras foram trituradas, passadas em peneiras de 32 *mesh*, empacotadas

em embalagens plásticas estéreis e armazenadas até o momento da extração e análises posteriores.

Os extratos metanólicos para a realização das análises bioquímicas foram obtidos segundo o procedimento realizado por JARDIN E MACINI-FILHO (2007) onde pesou-se 20 gramas das farinhas obtidas, tanto da polpa como da casca, em seguida foi adicionado 100 mL de metanol (1:5), deixados por uma hora sob agitação, realizando assim uma filtragem a vácuo usando filtro Whatman n°4, obtendo assim o sobrenadante (extrato metanólico), em seguida submeteu-se os extratos a um rotaevaporador a 50°C para eliminação do solvente. Estes foram acondicionados em tubos de ensaio com roscas, vedados e armazenados em freezer a -18°C até o momento das análises.

### **2.3.Composição Centesimal da Batata da serra in natura (casca e polpa) e das respectivas farinhas.**

A composição centesimal da Batata da Serra *in natura* e produtos derivados foram realizados conforme metodologia proposta pela AOAC (1990), As análises foram realizadas em triplicatas para cada amostra, sendo estas discriminadas a seguir:

#### **2.3.1. Umidade:**

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico com emprego de calor, em que se baseia na perda de peso do material quando submetido ao aquecimento (105° C) até peso constante. Alíquotas de 2 gramas das cascas e polpas e suas respectivas farinhas foram acondicionadas em cápsulas de porcelana previamente incineradas em estufa a 105°C por 1 horas e resfriadas em dessecador. Após a adição das amostras as cápsulas foram submetidas à estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura controlada de 105° durante seis horas para evaporação da fração aquosa. Retirou as amostras da estufa e colocou-as para resfriar em dessecador por meia hora, pesou-se novamente para verificar a perda de água. As amostras foram submetidas por mais meia hora em estufa a 105°C. Continuou-se com o processo de secagem até as mesmas

apresentarem peso constante.

### **2.3.2. Lipídeos**

Para obtenção do extrato etéreo utilizou-se o método de "Soxhlet" (gravimétrico), baseado na perda de peso do material submetido à extração com éter etílico, ou na quantidade de material solubilizado pelo solvente. Para a realização desse ensaio pesou-se em triplicata 2 gramas de cada amostra polpa e casca *in natura* e suas respectivas farinhas em cartuchos feito com papel filtro. Realizou-se o desengorduramento dos balões e tubos extratores com lavagem utilizando detergente extran e posterior secagem em estufa a 105°C durante uma hora. Resfriou-se em dessecador, Após esta etapa procedeu-se com a pesagem dos balões desengordurados e adição de 2/3 do seu volume em etanol para a realização da extração do teor de lipídeos. A extração teve duração média de 24 horas e após essa etapa os balões foram submetido novamente a estufa a 105°C para eliminação de resíduos do solvente e feito novamente a pesagem para sabermos o verdadeiro teor de gordura por diferença de peso dos balões antes e após a extração.

### **2.3.3. Proteínas**

A proteína bruta foi determinada pelo método de "Kjeldahl" através da determinação do nitrogênio do alimento multiplicando-se pelo fator 6,25, utilizando um destilador micro-kjeldahl. Em papel manteiga pesou-se 0,1 g das amostras a serem analisadas polpa e casca *in natura* e suas respectivas farinhas e adicionou uma mistura catalítica contendo sulfato de potássio, sulfato de cobre penta hidratado e selênio metálico em pó. As amostras foram submetidas em tubos digestores contendo 5 ml de ácido sulfúrico ate alcançar gradativamente a temperatura de 350° em chapa aquecedora. Esta etapa finalizou-se quando ocorreu a digestão completa da amostra e o conteúdo do tubo digestor apresentou coloração verde translúcida. Após o resfriamento da amostra iniciou-se a destilação com 15 mL de hidróxido de sódio a 40% tendo como indicadores o verde de bromocresol e vermelho de metila em reação com 20 ml de ácido bórico

4%. Após a destilação fez-se a titulação com ácido clorídrico a 0,1 N. Os resultados foram expressos em porcentagem.

#### **2.3.4. Cinzas**

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado submetendo-se as amostras à incineração em mufla a 550°C. Onde os cadinhos de porcelana foram incinerados em forno mufla a 550°C por 1 hora e resfriados em dessecador. Pesaram-se os mesmos e adicionou-se 3g das respectivas amostras, casca *in natura*, polpa *in natura*, farinha de casca e farinha de polpa. Os cadinhos foram submetidos a chapa de aquecimento para queima da matéria orgânica até cessar a formação de fumaça. Em seguida os mesmos foram levados ao forno mufla a 550°C por 4 horas para formação das cinzas. As amostras foram resfriadas em dessecador e a seguir pesadas. O teor de cinzas foi calculado através da razão entre a quantidade de cinzas incinerada e a massa da amostra.

#### **2.3.5. Fibras**

A análise de fibra alimentar foi realizada seguindo-se a técnica proposta pela AOAC (2000), que se baseiam nas análises enzimáticas-gravimétricas. Este método baseia-se na determinação do peso do resíduo resultante da eliminação do amido e da proteína através da hidrólise enzimática, e posterior precipitação das fibras solúveis na presença de etanol a 78%.

##### **Etapa 1: Preparo dos cadinhos filtrantes:**

Os cadinhos filtrantes de porosidade número 2 foram lavados com água destilada e detergente extran, submeteu-os a secagem em mufla a 550°C por 1 hora. Em seguida foram resfriados em dessecador e anotados suas massas. Adicionou-se 3 g do agente filtrante celite e os mesmos foram submetidos

novamente a estufa a 105°C por 30 minutos e resfriados em dessecador até o início da filtragem. Esses procedimentos foram repetidos para a determinação dos teores de fibras – Solúvel, Insolúvel e Total.

## **Etapa 2: Digestão da amostra:**

Para iniciar o processo de extração das fibras solúveis, insolúveis e totais, pesou-se 1 g das amostras farinhas de casca e da polpa em béqueres de 250 ml, tendo o cuidado para que o peso das amostras não diferissem em mais que 20 mg . Por exigências metodológicas as amostras *in natura* nesta análise foram consideradas como as amostras liofilizadas de casca e polpa. Reservou-se um béquer de 250 para a realização do teste em branco. Adicionou-se 50 mL de tampão fosfato pH 6.0 em cada béquer e agitou a mistura, fazendo o ajuste de pH para  $6.0 \pm 0,2$  com NaOH 0,275 N ou HCl 0,375 N. Após a correção do pH em peagâmetro digital adicionou 0,1 mL (100 µl) de  $\alpha$ -amilase para cada béquer e misturou sob agitador magnético, incluindo o branco. Cada béquer foi coberto com papel alumínio e levado ao banho Maria a 95°C com agitação por 20 minutos. As soluções foram resfriadas a temperatura ambiente e ajustadas o pH com 10 ml NaOH 0,275 N. Para as soluções que não alcançaram o pH  $7,5 \pm 0,3$ , adicionou-se NaOH ou HCl até o valor do pH desejado. Imediatamente após os ajustes preparou uma solução de protease 50mg/mL em tampão fosfato, sendo necessário adicionar 0.005 g de protease e 1 ml de tampão fosfato. Pipetou-se 0,1 mL desta solução e adicionou em cada béquer incluindo o branco. Os béqueres foram cobertos novamente com papel alumínio e levados ao banho Maria a 60°C por 30 minutos. Decorrido esse intervalo de tempo as amostras foram resfriadas novamente a temperatura ambiente e adicionadas 10 mL de HCl a 0,325N e quando necessário ajustou o pH para  $4,3 \pm 0,3$ , com NaOH ou HCl. Após essa etapa adicionou 0,1 mL de Amiloglicosidase para cada béquer, os quais foram submetidos ao banho Maria novamente a 60°C por 30 minutos. As soluções foram resfriadas novamente a temperatura ambiente para iniciar o processo de filtração das frações solúveis, insolúveis e totais das fibras existentes na batata da serra.



### **Etapa 3: Determinação das fibras**

Das soluções obtidas no processo de digestão dividiu-as em duas frações iguais em proveta de 100 mL, destas uma fração foi utilizada na determinação da fibra total e a outra na determinação das fibras solúveis e insolúveis.

### **Etapa 4 : Determinação das Fibras Totais**

Adicionou se uma das frações obtida na etapa anterior com 3 vezes o volume de etanol a 95% em cada béquer, onde os mesmos foram cobertos com papel alumínio e levados ao aquecimento a 70°C para precipitação das fibras totais (em média 5 minutos). Aguardou o resfriamento a temperatura ambiente e precipitação por 5 horas. Os cadinhos contendo celite foram pesados e anotados suas respectivas massas. Filtrou a solução com auxílio de bomba de vácuo, lavando o resíduo durante a filtração com 2 frações de 15 ml de álcool 78%, duas de álcool a 95% e duas de acetona. Os cadinhos contendo os permeados foram submetidos à estufa a 105°C até peso constante. Após a secagem separou se o permeado de dois cadinhos para a análise de cinzas e os outros dois restantes para a análise de proteínas. Para o teste em branco a massa do permeado foi dividida em duas frações iguais e determinados o teor de cinzas e proteínas.

### **Etapa 5: Fibras Insolúveis**

Após preparo dos cadinhos novamente, iniciou-se se a extração das fibras insolúveis. Lavou-se a outra fração separada na proveta com três porções de 15 mL de água destilada e filtrou em kitassato sob vácuo. O filtrado foi adicionado em outro béquer de 250 ml e reservado para a determinação da fração solúvel. Com o resíduo realizou se três lavagens com duas porções de 15 mL cada de álcool a 78%, álcool a 95% e acetona. Os cadinhos com os resíduos lavados foram submetidos a estufa 105°C (4 horas) até peso constante, efetuou-se a análise de proteínas e das cinzas igualmente procedimento realizado para a fração das fibras totais.

## Etapa 6: Fibras Solúveis

Do filtrado obtido na determinação da fração insolúvel, adicionou-se 3 vezes o volume obtido em etanol a 95% para cada béquer, cobrindo-os com papel alumínio e levou ao aquecimento a 70 °C por em média 5 minutos. Aguardou o resfriamento e precipitação durante 4 horas. Filtrou a solução em cadinho poroso nº2, executando as lavagens com 2 porções de 15 mL de álcool 78%, 2 de álcool a 95% e 2 de acetona. O permeado foi seco em estufa a 105 °C em média por 4 horas (tendo o cuidado para não deixar a amostra queimar). Dividiu-se as amostras, onde dois cadinhos foram analisados o teor de proteínas e os outros dois restantes para o resíduo das cinzas. O mesmo aconteceu com o teste em branco. O teor de proteínas foi determinado pelo método micro Kjeldhal, e as cinzas através da incineração Mufla 550 °C. Os teores percentuais de fibras solúveis, insolúveis e totais foram obtidos através da equação seguintes:

$$\% \text{ FA} = \frac{\text{RT} - \text{P} - \text{C} - \text{BT}}{100}$$

RT = Média do resíduo da amostra(mg)

P = Média da proteína do resíduo (mg)

C = Média de Cinzas do Resíduo (mg)

M = Média do peso das amostras (mg)

BT = RT<sub>B</sub> - P<sub>B</sub> - C<sub>B</sub>

RT<sub>B</sub> = Média do resíduo do Branco (mg)

P<sub>B</sub> = Média da proteína do RT<sub>B</sub> (mg)

C<sub>B</sub> = Média de Cinzas do RT<sub>B</sub> (mg)

### 2.3.6. Carboidratos

O teor de açúcares redutores totais para a polpa e casca *in natura* e seus produtos processados farinha de casca e farinha de polpa foram determinados comparando os métodos titulométricos de Lane-Enyon (AOAC, 1984) e os

métodos espectrofotométricos de Somogyi-Nelson (1944) e de ADNS Miller (1959).

### **Método 1: Titulométrico Lane Enyon**

Na determinação do teor de açúcares redutores totais pelo método titulométrico pesou-se 3 g da amostra em um béquer de 100 mL, na qual foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL com o auxílio de água destilada, até completar o volume e agitou-se bem. Como a amostra a ser utilizada era de farinha de polpa e casca de batata da serra, foi necessário realizar uma filtração e o filtrado foi recuperado em Erlenmeyer de 250 mL. O extrato obtido foi transferido para uma bureta. Em erlenmeyer de 100 mL com o auxílio de uma pipeta adicionou-se, cada uma das soluções de Fehling A e B, e em seguida adicionou-se 40 mL de água. Aqueceu até ebulição. Adicionou, gota a gota, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, agitando sempre, até que esta solução passasse de azul a incolor (no fundo do balão ficou um resíduo vermelho de  $\text{Cu}_2\text{O}$ ).

### **Método 2: Espectrofotométrico Somogyi-Nelson.**

No método proposto por Somogyi-Nelson para a determinação de açúcares redutores a glicose desproteïnizada da amostra reduz sal de cobre, em meio alcalino e a quente. A forma reduzida do sal de cobre atua sobre o reativo arseno molíbdico determinando o aparecimento da cor azul, cuja intensidade é proporcional ao teor de glicose da amostra. Sob a ação do calor e do álcali, os açúcares redutores se decompõem parcialmente em fragmentos oxidáveis pelo hidróxido cúprico existente no reativo de Somogyi-Nelson, resultando em ácido oxálico, malônico, etc. Nesta reação o hidróxido cúprico (azul) se reduz a hidróxido cuproso (amarelo). Continuando o aquecimento, o hidróxido cuproso perde uma molécula de água, transformando em óxido cuproso (vermelho). O óxido cuproso assim formado reduz o reativo arsenomolíbdico dando o óxido de

molibdênio ( $\text{MO}_3\text{O}_8$ ) de coloração azul, cuja intensidade é proporcional a quantidade de glicose existente na amostra.

Realizou-se a extração da amostra pesando 1g da amostra e adicionando em um becker de 50 ml. Adicionou-se sob agitação 5 ml de NaOH 0,5N. Em seguida para neutralizar a solução adicionou 0,1 ml de ácido acético glacial. Transferindo em seguida o extrato para um balão de 100 ml e completando o volume com água, partindo desse extrato realizou-se a análise dos açúcares redutores- Solução - 1. Partindo desse extrato retirou-se 20 mL para a realização da hidrólise ácida da sacarose e adicionou em um balão volumétrico de 100 mL, em seguida adicionou-se 0,5 mL de HCl concentrado e submeteu ao banho-maria fervente por 15 minutos. Decorrido o tempo do aquecimento resfriou as soluções em banho de gelo e neutralizou-as com 1,5 mL de solução de carbonato de sódio saturada. Em seguida completou-se o volume do balão com água destilada - Solução 2.

Após o preparo das duas soluções realizou-se a desproteíntização da amostra colocando respectivamente em dois tubos de ensaio: 3ml da 1ª solução (tubo 1) e 3 ml da 2ª solução (tubo 2), sendo adicionados posteriormente em cada tubo 9,0 ml de água destilada e 1,2 ml de solução de hidróxido de bário 0,3N e 1,2 ml de solução de sulfato de zinco a 5%. Os tubos foram agitados e deixados em repouso por 10 minutos, logo após realizou se a filtração dos extratos. Para o doseamento utilizou-se 1,0 ml do extrato desproteíntizado para açúcares redutores e 2,0 ml da solução hidrolizada e desproteíntizada para a sacarose, seguindo a seqüência da técnica usada na curva padrão de glicose. Após o aquecimento, resfriou em água gelada e adicionou-se 1,0 ml do reativo arsenomolibdico. Completou o volume final dos tubos para 10 ml, usando 6,0 ml de água destilada e realizou a leitura em espectrofotômetro a 510 nm.

### **Método 3: Espectrofotométrico ADNS**

Para a quantificação do teor de açúcares redutores através do método espectrofotométrico ADNS utilizou-se para elaboração da curva padrão de glicose com concentrações variando de 0,2 mg/mL a 2,0 mg/mL. Para a quantificação

adicionou-se 0,5 ml do extrato aquoso das polpas, cascas e suas respectivas farinhas, em seguida 0,5 mL do reagente ADNS, os tubos foram submetidos ao aquecimento a 100°C durante 5 minutos. Resfriou em banho de gelo, adicionando em seguida 5 mL de água destilada e agitou-se a mistura em vortex. Efetuou-se a leitura a 540 nm.

### **2.3.7. Determinação de pH**

Para a determinação do pH das amostras de casca, polpa *in natura* e suas respectivas farinhas foi preparado um extrato com 5g de cada amostra em 50 mL de água destilada e, após 10 minutos de agitação em agitador magnético, realizou-se a leitura do líquido sobrenadante em peagâmetro digital, de acordo com a metodologia descrita por Cecchi (2003).

### **2.3.8. Determinação dos Sólidos Solúveis Totais (SST)**

A análise foi feita aproveitando-se o mesmo material utilizado para obtenção do pH, conforme descrito por Cecchi (2003). Os sólidos solúveis totais foram determinados por meio de leitura com o auxílio de um refratômetro digital, com compensação de temperatura automática a 25°C e expresso em °Brix, a partir do exudato das amostras, conforme metodologia proposta pela AOAC (1992).

### **2.3.9. Determinação de Acidez Titulável (AT)**

A acidez titulável da polpa e da casca *in natura* da batata da serra e das suas farinhas foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador fenolftaleína, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Análises físico-químicas

##### 3.1.1. Composição centesimal.

Os componentes da batata da serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.) e de suas derivadas farinhas estão demonstrados na Tabela 1.

TABELA 1. Composição química da Batata da Serra liofilizada e suas farinhas, resultados expressos em (g.100g<sup>-1</sup>) em base úmida e seca.

Componentes	Matéria Úmida				Matéria Seca			
	PBS	CBS	FPBS	FCBS	PBS	CBS	FPBS	FCBS
Umidade	96,83±0,06	92,66±0,25	2,92±0,18	3,67±0,07	-	-	-	-
Cinzas	0,50±0,02	1,35±0,01	8,10±0,04	7,74±0,40	15,77±0,10	18,39±0,07	8,34±0,01	8,03±0,02
Lipídeos	0,23±0,71	1,30±1,12	2,09±0,54	12,69±0,01	7,25±0,40	17,71±0,52	2,16±0,46	13,17±0,50
Proteínas	0,12±0,04	0,45±0,52	0,53±0,01	0,85±0,05	3,80±0,01	6,13±0,13	0,55±0,04	0,88±0,06
Carboidratos	2,38±0,47	4,24±0,01	86,36±0,45	75,05±0,12	75,10±0,02	57,76±0,05	88,95±0,01	77,90±0,34
Fibras totais	0,71±0,02	1,06±0,04	33,50±0,07	46,16±1,15	22,39±0,60	14,44±0,51	34,21±0,30	47,91±0,01
Fibras solúveis	0,08±0,02	0,15±0,45	3,7±0,17	6,35±0,50	2,52±0,22	2,04±0,08	3,82±0,04	6,60±0,17
Fibras insolúveis	0,55±0,43	0,64±0,02	26,56±0,30	37,60±0,11	17,35±0,04	8,71±0,41	27,35±0,62	39,03±0,06

Legenda: PBS= polpa de batata da serra; FPBS= farinha da polpa de batata da serra; CBSL= casca de batata da serra; FCBS= farinha da casca de batata da serra.\* valores médios de três repetições.

Os teores de umidade da polpa da batata da serra (PBSL) e de suas cascas (CBSL) foram da ordem de 96,83 e 92,66 respectivamente. Estes valores apresentaram semelhantes aos encontrados por SANTANA (2009), ao avaliar o teor de umidade em raízes de yacon, no quais apresentou valores em torno de 83% a 90 % em peso úmido. Devido ao alto conteúdo de água, o valor energético da raiz de yacon é baixo (LACHAN et al., 2004). Nas pesquisas de Leon (1964), sobre raízes de yacon, constataram 86,6% de umidade, 0,3% de lipídeos, sendo que o teor de lipídeos apresentou-se similar ao encontrado nas análises aqui apresentadas para polpa de batata da serra.

No trabalho realizado por Vilhena et al. (2000) onde os autores determinaram a composição da polpa de yacon, a qual apresentou valores de 85,93% de umidade; 0,23% de lipídeos. O teor de umidade do yacon apresentado por esses estudos são inferiores aos obtidos para as raízes de

batata da serra podendo-se atribuir esse fato às características próprias da espécie de rizoma estudada.

PALOMINO; RIOS (2004), ao produzirem farinhas da parte comestível de yacon utilizando diferentes temperaturas (40, 50 e 60 °C) para secagem, obtiveram percentuais variando entre: 6,05 a 6,80% de umidade, 0,92 a 0,97 % de lipídeos, 2,90 a 2,93 % de cinzas. Na batata da serra, com exceção dos valores de umidade, os demais constituintes apresentaram-se em maior quantidade nas farinhas da polpa e da casca, para a qual se utilizou a temperatura de secagem de 50 °C.

A farinha de polpa de batata da serra (FPBS) como mostrado na Tabela 1 apresentou menor teor de umidade que a farinha obtida da casca da batata da serra (FCBS). Fato este devido aos tratamentos distintos que cada material tomou antes da secagem. A polpa para obtenção da farinha foi ralada manualmente, no qual proporcionou filamentos finos da polpa, aumentando assim a superfície de contato e conseqüentemente aumentando as trocas térmicas, facilitando com isso a liberação da água durante o processo de secagem, enquanto que com a casca não ocorreu o mesmo, uma vez que ela não proporcionava tal operação. A influência da troca de calor foi observada por SANTOS (2009), quando efetuou o preparo de farinhas de batatas (*Solanum tuberosum* L.) variando apenas a temperatura de secagem, onde obteve diferenças significativas no teor de umidade das farinhas de batatas das cultivares Ágata e Markies, 8,37 e 6,92% respectivamente. Valores estes bem distantes dos obtidos para a FPBS (3,67%) e FCBS (2,92%) e que encontram-se dentro do valor máximo estipulado pela Resolução n° 263, de 17 de outubro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Agricultura para farinhas, que é de 15% (BRASIL, 2005).

Fernandes (2006) produziu farinha de casca de batata (*Solanum tuberosa*) para ser utilizada na elaboração de pão integral e encontrou a composição de 9,72% de umidade, 1,61% de lipídeos e 2,22% de cinzas e esses valores são divergentes aos do estudo atual. Já Moscatto et al. (2004) elaboraram farinha da polpa de yacon para produção de bolos e encontraram a composição de 4,37% de umidade, valores esses semelhantes ao apresentado pelas farinhas de polpa e de casca da batata da serra avaliadas nesse estudo.

O baixo teor de umidade (3,67%) da farinha de casca da batata da serra se justifica por estes alimentos terem sido secados anteriormente no processo de produção, onde a temperatura foi mantida a 50°C sob ventilação forçada.

Botelho (1998) avaliou a composição da casca de abacaxi (*Smooth Cayenne*), visando seu aproveitamento na alimentação humana e obteve as seguintes proporções entre os componentes: 86,34% de umidade, 1,21% de lipídeos e 0,40% de cinzas. Segundo esse autor, ao se comparar esses resultados com outros trabalhos em que se pesquisaram a polpa de abacaxi, pode-se constatar que a casca supera a polpa em relação aos teores de lipídeos e cinzas. Esta superioridade da casca para esses dois nutrientes em relação a polpa foi constatado também para a batata da serra, com teores de cinzas de 1,35% para a CBS e 0,50% para PBS e quanto ao teor de lipídeos 1,30% para a CBS e 0,23% para a PBS, obedecendo as mesmas condições de operação.

Em farinhas com umidade acima de 15%, há a possibilidade de desenvolvimento de microrganismos, como fungos e diminuição da estabilidade, em função da água ser um componente essencial para que ocorram as reações químicas e enzimáticas que causam redução da vida útil do alimento.

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição Química dos Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (TACO, 2006) as variedades brasileiras de batatas apresentam umidade média de 82%. Além da cultivar, a quantidade de água presente nos tubérculos varia em função de diversos fatores que interagem entre si, entre os quais temos a safra, as condições de campo e a adubação. Para a batata destinada à indústria um baixo teor de umidade é desejado, pois ao se retirar a umidade do alimento o que sobra é matéria seca, que é um fator que determina a qualidade e o uso do produto (POPP, 2005).

Para os teores de cinzas observou-se (Tabela 1) que a farinha de casca da batata da serra (FCBS) apresentou 7,74% de conteúdo mineral e que a farinha de polpa da batata da serra (FPBS) apresentou valor próximo, sendo 8,1% de cinzas em matéria úmida. Segundo Cecchi (2003), a composição da cinza vai depender da natureza do alimento e do método de determinação utilizado. Valendo ressaltar que um alto teor de cinzas fornecerá um maior teor de sais minerais.

O termo lipídios é utilizado para determinar o teor de gorduras e substâncias gordurosas e são definidos como componentes do alimento que são



insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos. A polpa da batata da serra e sua farinha apresentaram baixo teor de lipídios 0,23 e 1,30% podendo ser usado na formulação de alimentos, ou estimular o consumo para as pessoas que necessitam restringir esse componente na alimentação, ou buscam uma dieta saudável.

De acordo com os valores de lipídeos expressos na Tabela 1 observa-se claramente a influência da temperatura de secagem no teor de lipídeos da batata da serra e suas cascas, pelo aumento da sua concentração após o processamento das farinhas. Fernandes (2006) avaliando a composição da farinha da casca de batata (*Solanum tuberosa* L.) encontrou valor médio para o extrato etéreo de 1,61 %, valor este bastante inferior ao encontrado neste estudo que foi de 12,69 %.

Os teores de fibras encontrados na batata da serra e suas respectivas farinhas encontram-se na Tabela 1 e são expressos em matéria úmida e seca ( $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ ).

Vasconcelos (2011) ao determinar a fração fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) através do mesmo método enzimático gravimétrico aplicado na polpa e casca da batata da serra liofilizada encontrou teores de 0,22% para a polpa e 2,24% para a farinha de polpa. Estes valores foram inferiores aos encontrados no presente estudo, uma vez que a polpa de batata da serra *in natura* apresentou teores de 2,52% e a sua respectiva farinha 3,82%. A fração fibra insolúvel apresentada pela batata da serra também evidenciou teores mais expressivos que os encontrados por Vasconcelos (2011), de 15,91% para a farinha e 0,84% para a raiz *in natura*, sendo que os teores do presente estudo foram 17,35% para a polpa de batata da serra *in natura* e de 27,35 % para a farinha de polpa.

No trabalho desenvolvido por Ramulu e Rao (2003) no qual avaliou-se os teores de fibras totais, solúveis e insolúveis presentes nos frutos indianos expressos em base úmida, constatou-se os maiores índices de fibra total, insolúvel e solúvel em sapoti com valores expressivos de 10,9, 9,1 e 1,8 % respectivamente e os menores índices foram encontrados em melancia, onde os teores de fibra total, insolúvel e solúvel foram de 0,6, 0,3 e 0,3%. Os menores índices apresentados nas frutas estudadas foram também menores que os teores

apresentados para fração total e insolúvel da polpa da batata da serra *in natura*, valores estes respectivamente 0,71 e 0,55 %.

A relação existente entre a fração solúvel e a fração fibra total para a polpa e casca *in natura*, farinhas de casca e de polpa encontram se expressos na Tabela 2.

A maior relação encontrada entre o teor de fibra solúvel e o teor de fibra total foi apresentada pela casca de batata da serra *in natura* (CBS), com valores expressivos de 14,15% e o menor teor 11,04% foi caracterizado pela farinha de polpa de batata da serra (FPBS).

Tabela 2. Relação em porcentagem do teor de fibra solúvel em relação à fibra total existente na polpa e casca *in natura* da batata da serra e suas respectivas farinhas.

<b>Amostras</b>	<b>Fibra Total (g.100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Fibra Solúvel (g.100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Fibra Insolúvel (g.100g<sup>-1</sup>)</b>	<b>% Fibra Solúvel/ Fibra Total</b>
<b>PBS</b>	0,71±0,02	0,08±0,02	0,55±0,43	11,27±
<b>CBS</b>	1,06±0,04	0,15±0,45	0,64±0,02	14,15±
<b>FPBS</b>	33,50±0,07	3,7±0,17	26,56±0,30	11,04±
<b>FCBS</b>	46,16±1,15	6,35±0,50	37,60±0,11	13,76±

Legenda: PBS = polpa de batata da serra; FPBS= farinha da polpa de batata da serra; CBS= casca de batata da serra; FCBS= farinha da casca de batata da serra.

As fibras dietéticas insolúveis são importantes para regular o funcionamento do intestino, porém as fibras dietéticas solúveis reduzem o colesterol do sangue e a absorção de glicose. Nos trabalhos desenvolvidos por Grigelmo-Miguel e Martin-Belloso (1998), encontraram teores de fibras em suco de laranja variando de 30,6 a 36,2%. Estes valores são relevantes quando comparados aos apresentados no estudo sobre a caracterização da batata da serra.

Gondim et al. (2005) avaliaram a composição centesimal de cascas de frutas e encontraram teores de fibra total que variaram de 1,20% no mamão a 10,38% na tangerina e comparou estes resultados com o teor de fibra alimentar total contida na parte comestível dessas mesmas frutas, concluindo que, na

maioria delas, a casca possui maiores teores de fibra alimentar total, sendo este fato também apresentado no presente estudo.

No trabalho desenvolvido por Chantaro e colaboradores (2007) no qual avaliaram o efeito do branqueamento no teor de fibras em casca de cenouras, relataram valores nas temperaturas de 60, 70 e 80°C, para a fração fibra total 73,32, 69,60 e 69,73%, enquanto que para a fração fibra solúvel os teores foram de 18,98, 19,67 e 19,11% peso seco. Já para a fração insolúvel da casca de cenoura sem branqueamento os teores encontrados foram de 54,34, 49,93 e 50,62%. Neste trabalho mencionado anteriormente, os autores avaliaram a influência do branqueamento constatando que os teores de todas as frações das fibras nas amostras que não sofreram branqueamento foram inferiores aos constatados após o branqueamento nas mesmas temperaturas. Pode se averiguar nos resultados apresentados na Tabela 1 para os teores de fibra da batata da serra que os mesmos são inferiores aos apresentados para a casca de cenoura demonstrados por Chantaro et al.(2007).

No estudo de Viega et al. (2007) com polpa de yacon, o conteúdo de fibra alimentar total em matéria seca foi de 14,34 %, sendo 9,68% de fibra insolúvel e 4,67 % de fibra solúvel. Enquanto que no estudo de Ribeiro (2008), também para raízes de yacon os valores encontrados em matéria seca para a fração total, insolúvel e solúvel foram de 10,5; 8,97 e 1,44 %. Em matéria seca, como apresentado na Tabela 1 a polpa de batata da serra apresentou valores equivalentes a 22,39 % para fibra total, 13,35 % para fração insolúvel e 2,52% para fração solúvel, sendo estes todos superiores aos apresentados por Ribeiro (2008) e com exceção do teor de fibra solúvel, os demais teores foram superiores aos encontrados por Viega et al., (2007). Dentre as determinações de fibra alimentar, a quantidade de fibra alimentar total e insolúvel foram as que mais se distanciaram dos valores encontrados por esses dois autores, possivelmente pela necessidade de se conjugar o método de análise de frutanos à determinação de fibra alimentar.

No experimento realizado por Lobo (2004) em amostras de yacon liofilizado, o qual foi chamado de farinha da polpa de yacon apresentou para fibra alimentar total de 10,84%, para a fibra alimentar insolúvel de 7,59% e fibra alimentar solúvel de 3,25%, assim como nos estudos relatados anteriormente

na polpa de batata da serra liofilizada (*in natura*) apenas o teor da fração solúvel foi superior a apresentada pela batata da serra.

O teor de açúcares redutores presente na batata da serra e suas respectivas farinhas encontram-se na Tabela 3. Diante da infinidade de métodos para quantificar o teor de açúcares redutores, neste estudo resolveu-se empregar três técnicas de análises, podendo com isso perceber a eficácia dos métodos atualmente empregados, possibilitando o desenvolvimento de técnicas de padronização com resultados mais precisos.

O teor de açúcares redutores presentes na batata da serra variou de 0,18% a 0,94%. Os teores mínimos foram encontrados na polpa e na casca *in natura* quando avaliados pelo método colorimétrico de Somogyi-Nelson (0,18%), assim como os teores máximos foram constatados para a farinha de batata da serra pelos métodos de Somogyi- Nelson, ADNS e Lane-Enyon.

Com o intuito de verificar qual o melhor método para se determinar o teor de açúcares redutores, realizou-se o tratamento dos dados em programa estatístico SISVAR, no qual pode se constatar através dos resultados obtidos, que os métodos ADNS e Somogyi-Nelson não apresentaram diferença significativa na maioria dos ensaios a 5% de confiança através do teste de Tukey. Isto pode ser observado na Tabela 3, em que letras iguais na horizontal indicam que os métodos para determinada amostra não apresentaram diferença significativa. Corroborando com resultados avaliados por Silva (2003) quando comparou métodos para determinação de açúcares redutores em mel. Na maioria dos ensaios para as frações da batata da serra e suas respectivas farinhas os métodos espectrofotométricos de Somogyi-Nelson e ADNS não apresentaram diferença significativa. A farinha da casca da batata da serra foi o único ensaio no qual os métodos espectrofotométricos diferiram entre si.

Tabela 3. Porcentagem de açúcares redutores na batata da serra *in natura* e suas respectivas farinhas expressas em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de matéria seca .

<b>Métodos</b>	<b>Lane- Enyon</b>	<b>Somogyi- Nelson</b>	<b>ADNS</b>
<b>PBS</b>	0,28±0,62a	0,65±0,04b	0,65±0,03b
<b>CBS</b>	0,36±0,17a	0,18±0,01b	0,24±0,04b
<b>FPBS</b>	0,67±1,01a	0,94±0,02a	0,72±0,04a
<b>FCBS</b>	0,20±0,57a	0,38±0,01b	0,24±0,01a

Legenda: PBS: polpa de batata da serra; CBS: casca de batata da serra; FPBS: farinha de polpa de batata da serra; FCBS: farinha de casca de batata da serra. Letras minúsculas iguais na horizontal indicam que não houve diferença significativa e letras diferentes indicam que houve diferença significativa.

Apesar dos ensaios realizados com farinha de polpa não apresentarem diferenças significativas, apresentou o maior coeficiente de variação (CV) 22,28%, seguidos dos ensaios realizados com a polpa *in natura*, farinha de casca e casca *in natura* 19,63%, 17,75% e 16,42%, com os respectivos coeficientes de variação. Estes valores de coeficiente apesar de serem elevados, são aceitáveis, uma vez que se trata de uma fonte biológica e não tem como garantir a homogeneidade da amostra, permitindo a estas um CV aceitável até 25%.

Dentre os constituintes da batata a água é um dos mais importantes componentes, afetando todas as suas propriedades físicas. O teor de água livre é expresso pela atividade de água ( $A_w$ ) que pode ser entendida como a umidade relativa de equilíbrio como o produto na temperatura considerada. (PARK et al., 2007).

Avaliando a  $A_w$  da batata da serra os resultados encontrados foram de 1,00 para polpa e 0,99 para casca *in natura*. SANTOS (2008), não encontrou diferença significativa nos valores de atividade de água quando analisou duas variedades de batata (*Solanum tuberosas* L.). A cv. Markies apresentou atividade de água de 0,995 e a cv. Ágata de 0,993. REIS (2007) encontrou valores de atividade de água de 0,963 para a cv. Asterix. Estes valores encontram-se semelhantes aos encontrados neste estudo para polpa e casca de batata da serra.

Considera-se a atividade de água igual a 0,60 como sendo o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos, daí o fato dos alimentos desidratados, como a farinha, serem considerados como microbiologicamente estáveis (CHISTÉ et al., 2007). Neste estudo, as amostras processadas (farinhas) da polpa e da casca da batata da serra apresentaram atividade de água média de 0,2 e 0,4 respectivamente, valores estes considerados seguros quanto aos riscos de desenvolvimento bacteriano.

### 3.1.2. Análise de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável (ATT)

A avaliação de pH e ATT são os dois métodos comumente usados para mensurar a acidez de frutos e hortaliças, determinando a concentração de íons hidrogênio ou pH e a porcentagem de ácido orgânico, respectivamente (BEZERRA, 2000). Os resultados de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável na batata da serra e farinhas estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4. Valores médios de pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável em Batata da serra (BS) e farinhas.

Componentes	pH	Sólidos Solúveis Totais °B	Acidez Titulável em % de Ácido Málico
PBS*	7,79±0,02	0±0,00	0,039±0,02
FPBS*	4,81±0,45	3,57±0,09	1,08±0,58
CBS*	6,52±0,04	0±0,00	0,1±0,02
FCBS*	4,41±0,07	1,98±0,02	1,35±0,09

Legenda: PBS= polpa de batata da serra; FPBS= farinha da polpa de batata da serra; CBS= casca de batata da serra; FCBS= farinha da casca de batata da serra.

O pH encontrado para a polpa da batata da serra e casca *in natura* foi maior que o pH encontrado para as suas respectivas farinhas, valores estes de 7,79 e 6,52 para polpa e casca *in natura* e valores iguais a 4,81 e 4,41 para farinhas de polpa e farinha de casca da batata da serra. Stertz e colaboradores (2005), avaliando as características de batatas (*Solanum tuberosa* L.) cultivar Monaliza *in natura* produzidas em sistemas orgânicos e convencionais encontraram valores de pH variando de 6,47 a 6,76, estes foram semelhantes aos apresentados nesse estudo. SANTOS (2009) avaliando as características físico-químicas e funcionais da batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) constatou pH de 5,99 para cultivar Ágata e de 6,49 para cultivar Markies, estes também semelhantes ao encontrado na batata da serra. Estes valores tanto para a batata da serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.) quanto para a batata inglesa (*Solanum tuberosa* L.) encontram-se de acordo com os valores relatados por CAETANO

(2006) que estudou a secagem solar de batatas e observou valores de pH variado de 5,13 a 8,00.

A farinha da casca de batata (*Solanum tuberosum* L.) analisada no estudo de FERNANDES (2006) apresentou pH de 4,96, portanto, menos ácida que a FCBS.

O pH das farinhas apresentou valores distantes aos observados na matéria-prima *in natura* (Tabela 4). De acordo com McCARTHY et al. (1991) a concentração de ácido necessária para modificar o valor de pH nos alimentos depende dos teores de sólidos solúveis, proteínas e sais, da capacidade tamponante desses componentes e do grau de ionização do ácido.

Os valores de sólidos solúveis totais (SST) aumentaram com a secagem tanto para a polpa da batata, quanto para suas cascas, obtendo valores de 3,57 e 1,98 °Brix para a farinha de polpa e farinha da casca respectivamente.

PALOMINO & RIOS (2004) que produziram farinha da polpa de yacon, seco em diferentes temperaturas, obtiveram valor de sólidos solúveis totais na faixa de 24 a 27 °Brix, valores estes bem superiores ao encontrado na farinha de polpa de batata da serra como apresentado na Tabela 4. Em relação a acidez total titulável (ATT) Palomino e colaboradores (2004) encontraram valor de 0,22% de ácido málico, este inferior ao encontrado na farinha de polpa de batata da serra que foi de 1,08% de ácido málico e pH médio de 4,81. Segundo Carvalho (2000), as diferenças de ATT podem ser influenciadas por fatores ambientais tais como condições climáticas, tipo de solo, matéria-prima, práticas culturais e maturidade fisiológica.

SANTOS (2009), estudando a acidez titulável em duas cultivares de batatas (*Solanum tuberosa* L.) encontrou valor médio de ATT de 6,36%, sendo este bem superior ao encontrado por FREITAS *et al.* (2005) para farinha produzidas com a cv. Monalisa com ATT de 2,40%, assim como para a farinha da polpa de batata da serra do presente estudo que foi de 1,35%.

Os valores de ATT das farinhas encontrados neste trabalho podem ser considerados baixos se comparado aos valores máximos permitidos pela Legislação para farinhas de 5,0% (BRASIL, 1978).

### 3.2. Rendimento das Farinhas de Polpa e de casca de Batata da Serra.

As farinhas produzidas a partir da polpa e da casca da batata da serra estão demonstradas na Figura 1.

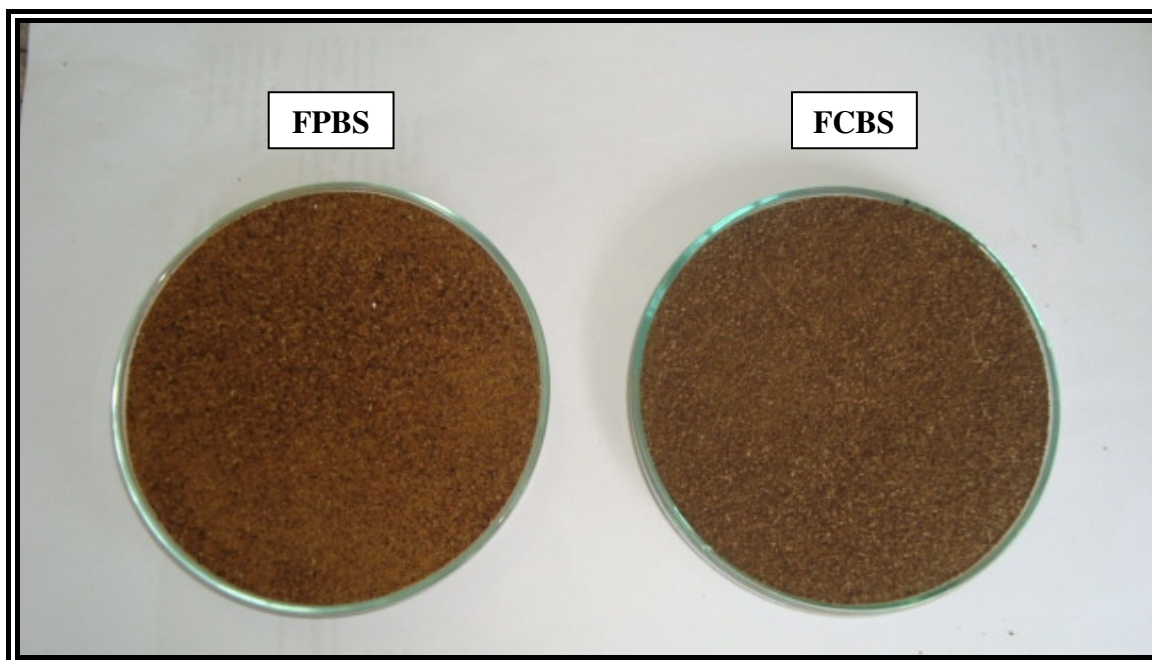


FIGURA 1. Farinhas da polpa (FPBS) e da casca (FCBS) da batata da serra trituradas e seca em estufa a 50 °C

O rendimento médio das farinhas da polpa e da casca de batata da serra está apresentado na Tabela 5.

TABELA 5. Rendimento médio (%) das farinhas da polpa e da casca de batata da serra.

Farinhas	Rendimento Médio
FPBS	4,18±0,02
FCBS	7,36±0,87

Legenda: FPBS= farinha da polpa de batata da serra; FCBS= farinha da casca de batata da serra

\* valores médios de três repetições

O rendimento médio da FPBS foi inferior (4,18%) ao da FCBS (7,36%). Valores proporcionais foram obtidos nos trabalhos realizados por RIBEIRO (2008), onde encontrou valores de rendimento médio equivalente a (7,94%) para a farinha de yacon e de (10,86%) para a farinha de sua casca. O maior rendimento



apresentado pela farinha de casca de yacon, assim como da farinha de casca da batata da serra pode ser justificado pelo fato da casca *in natura* possuir menor conteúdo de umidade que a polpa no mesmo estado (Tabela 1), portanto, a primeira perde menos peso no processo de secagem, ou pelo tempo de secagem.

CAETANO (2006) avaliou a secagem solar de batatas para produção de farinhas e encontrou um rendimento médio de 17% e OLIVEIRA *et al.* (2006) encontraram valores de rendimento de 12% para farinhas elaboradas com a cv Bintje, valores estes superiores ao encontrado para as raízes da batata da serra.

SANTOS (2009) caracterizou a farinha de duas cultivares de batata, onde a cultivar Ágata apresentou um rendimento médio de 14,02%, enquanto que para a cultivar Markies o rendimento foi de 17,8%, semelhante ao apresentado por CAETANO (2006). Viena *et al.* (2007) também elaboraram uma farinha de polpa de yacon e obtiveram rendimento de 4,57%, valor semelhante ao encontrado para a FPBS (4,18%).

#### **4. Conclusões**

A polpa de batata da serra *in natura* possui elevado conteúdo de água e baixas concentrações de lipídeos e proteínas podendo assim ser considerada uma fonte alimentícia promissora de baixo valor calórico. Ao converter essa matéria-prima em produto processado - farinhas, a mesma apresentou um baixo rendimento, da ordem de 4,18% para farinha de polpa e 7,36% para farinha de casca, no entanto esses resultados foram semelhantes aos estudos apresentados com matérias-primas similares.

O teor de lipídios apresentado pela farinha de casca foi considerado elevado ( $12,69\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ). As farinhas de casca e polpa da batata da serra apresentaram valor de pH inferiores as respectivas frações *in natura*. A acidez titulável apresentou o mesmo comportamento do pH. A concentrações de fibra alimentar insolúvel foi superior ao teor de fibra alimentar solúvel para todas as amostras avaliadas, polpa e casca *in natura*, assim como farinha de polpa e farinha de casca, embora tenham se apresentado como boas fontes de ambas as frações de fibras quando comparados com diversas fontes vegetais.

Quanto ao teor de açúcares redutores, o método proposto por Somogyi-Nelson apresentou os maiores teores de açúcares redutores, sendo esta encontrada na farinha de polpa de batata da serra 0,94%, seguidos da polpa *in natura*. Os métodos espectrofotométricos de Somogyi-Nelson e ADNS não apresentaram diferenças significativas para a maioria dos ensaios. O menor coeficiente de variação foi constatado na avaliação dos métodos para avaliação com a casca liofilizada (16,42%), sendo este aceitável por se tratar de amostra heterogênea com atividade biológica.

## 5. Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the AOAC International. 17.ed. Virginia, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association. 12.ed. Washington, 1990. 1140p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 11.ed. Washington, 1992. 1115p.

BEZERRA, V.S.. Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) minimamente processadas. 2000. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BOTELHO, L.. Avaliação química da casca e cilindro central do abacaxi (Smooth Cayenne), visando seu aproveitamento na alimentação humana. 1998. 63 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12 de 24 de agosto de 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 263, de 17 de outubro de 2005.

CAETANO, D. Inibição do escurecimento na produção de farinha de batata (*Solanum tuberosum* L.) utilizando secador solar tipo túnel. Lavras: UFLA, 2006, 96p.

CARVALHO, A.V. Avaliação da qualidade de kiwis cv. “Hayward”, minimamente processados. 2000. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) -

Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2.ed. Campinas: Unicamp, 2003.

CHANTARO, P., DEVAHASTIN, S., CHIEWCHAN.N.. Production of antioxidante high dietary fiber powder from carrot peels. **Food Science and Technology**. v.41,p. 1987 – 1994. 2008.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 2, p.265-269, 2007.

FERNANDES, A.F. Utilização da farinha de casca de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) na elaboração de pão integral. 2006. 127 p. Dissertação (Mestrado em ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FREITAS, A. A. de; KWIATKOWSKI, A.; TANAMATI, A. A. C.; FUCHS, R. H. B. Uso de farinhas de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.), cv Monalisa em misturas para cobertura de empanados de frango. **Ciências Exatas Terra, Ciências Agrícolas e Engenharia**, Ponta grossa, v. 11, n. 2, p. 17-26, 2005.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRIGELMO-MIGUEL, N., MARTIN-BELLOSO, O. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. **Food Research International**. v.31, p.355-361, 1998.

LACHAN, L. et al. Saccharides of yacon *Smallanthus sonchifolius*. H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. **Plant soil environment, Czech Republic**, v.50, n.9, p.383-390, 2004.

LOBO, A.R. Efeito dos frutanos (frutooligossacarídeos) na biodisponibilidade de cálcio e magnésio em ratos. São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9132/tde-20072004-135934>>. Acesso em: 10 janeiro de 2011.

McCARTHY, M. J.; HEIL, J. R.; KRUEGERMANN, C.; DESVIGNES, D. Acid Requirement for pH Modification of Processed Foods. **Journal of Food Science**, v. 56, n.4, p. 973-976, 1991.

MILLER, G.L.. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**. v 31, n 3, p. 426-428, 1959.

MOSCATTO, J.A. et al. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.24, n.4, p.634-640, 2004.

OLIVEIRA, D. M.; REIS, K. C.; PEREIRA, J. Produção de farinha de batata utilizando secagem ao sol. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v. 31, n. 2, p. 125-135,2006.

PALOMINO, R. G. Q.; RIOS, A. C. Obtención y caracterización fisicoquímica del harina de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). 2004. Disponível em: <<http://www.uncp.edu.pe>>. Acesso em: 10 janeiro. 2011.

PARK, K. J.; ANTONIO, G. C.; OLIVEIRA, R. de; PARK, K. J. B. Conceitos de processos e equipamentos de secagem. Campinas: UNICAMP, 2007. Disponível em: <<<http://www.feagri.unicamp.br/cetea/projpesq.html>>>. Acessado em 08 de janeiro de 2011.

POPP, P.R. Batata para o processamento: aptidão da matéria-prima para o processamento. Curitiba, 2005. Disponível em:[http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil\\_eventos\\_minas2005.htmh5.htm](http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil_eventos_minas2005.htmh5.htm). Acessado em 26 de janeiro de 2011.

RAMULU, P., RAO, P.U.. Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.16, p.677-685,2003.

REIS, F. R. Efeito dos processos de branqueamento e acidificação sobre a cor e a absorção de gorduras de batatas-palha. Curitiba: UFPR, 2007, 52p. (Dissertação de Mestrado).

RIBEIRO, J. A.. Estudos químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) *in natura* e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos. Lavras: UFLA, 2008. 166 p.Dissertação (Mestrado).

SANTANA, I.; CARDOSO, H..Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.898-905, mai-jun, 2008.

SANTOS, Alexandra Pereira dos.Farinha de batata (*solanum tuberosum* L.): obtenção, caracterização físico-química, funcional, elaboração e caracterização de sopas desidratadas./Alexandra Pereira dos Santos. – Itapetinga-Ba: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia-UESB, 2009.105p.

SILVA, R. N., MONTEIRO, V. N., ALCANFOR, J.X., ASSIS, E.M., ASQUIERI, E.R..Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. Campinas . **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v.23 n..3 , 2003.

STERTZ, S. C.; ROSA, M. I.; FREITAS, R. J. de. Qualidade nutricional e contaminantes da batata (*Solanum tuberosum* L., *Solanaceae*) convencional e

orgânica na região metropolitana de Curitiba–Paraná. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 383-396, 2005.

WAIN, T.; HILLIS, E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of Science Food and Agriculture.**, v.10, p.63-68, 1959.

TACO. Tabela de composição nutricional. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>>. Acessado em: 19 de dezembro de 2010.

VASCONCELOS, C.M. SILVA, C.O.; TEIXEIRA, L.J.Q; CHAVES, J.B.P.; MARTINO, H.D.D..Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** (Impr.) v.69 n.2 São Paulo 2010.

VIEGA, S. D.; OLIVEIRA, V. R.; FUKU, G. Análise química e sensorial de leite com farinha de yacon e sua resposta glicêmica em indivíduos saudáveis. In: Simpósio latino Americano de Ciência dos Alimentos, 7., 2007, Campinas. Anais. Campinas: Sociedade Latino Americana de Ciência de Alimentos, 2007.

VILHENA, S.M.C.; CÂMARA, F.L.A.; KAKIHARA, S.T. O cultivo de Yacon no Brasil. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.1, p.5-8, 2000.

CAPÍTULO III - Atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos existentes na Batata da Serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.) liofilizada e suas farinhas.

---

## 1. Introdução

A descoberta de compostos bioativos nas diversas partes das plantas, folhas, flores, raízes e frutos e a comprovação de benefícios à saúde, atestadas por diversos cientistas no mundo inteiro vem despertando o interesse dos consumidores, induzindo-os ao consumo de alimentos com benefício específico de saúde, destacando dentre eles os alimentos fonte de antioxidantes naturais, os quais denominaram de alimentos funcionais.

Os frutos e vegetais contém, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados compostos fenólicos que possuem ação antioxidante. Diversos estudos têm demonstrado que o hábito de consumir alimentos ricos em substâncias com potencial antioxidante pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo.

Nos últimos anos a preocupação crescente com a saúde e com a qualidade de vida, levou as pessoas a se preocuparem em fazer exercícios físicos, ingerir alimentos saudáveis, diminuir o consumo de alimentos ricos em açúcar, sal e gordura. Além disso, houve um aumento na procura por alimentos com alguma propriedade funcional.

O estresse redox é comumente definido como o desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio, nitrogênio e enxofre, os radicais derivados de tióis (RS•), as espécies reativas de cloro, as espécies reativas de carbono e complexos de metais de transição, principalmente Fe, Cu, Mn e Cr, entre outras, e a remoção destas pelos sistemas químicos e enzimáticos de defesa antioxidante e, também, pelo reparo enzimático das biomoléculas lesadas (VASCONCELOS et al, 2007).

Diversos são os fatores associados ao estresse redox, como: hábitos de vida considerados inapropriados (má alimentação, consumo de álcool, tabagismo, dieta inadequada, exercício físico realizado de forma extrema e exposição à radiação não ionizante ultravioleta e outras ondas curtas); condições ambientais impróprias (temperatura elevada e poluição ambiental, domiciliar e ocupacional); envelhecimento e estados psicológicos que provoquem estresse emocional.

Assim como há estudos que relacionam algumas patologias crônicas (*diabetes mellitus*, hipertensão arterial, câncer, entre outras) e patologias degenerativas (Mal de Alzheimer e Mal de Parkinson) associadas ao estresse redox (HALLIWELL, GUTTERIDGE, 2007; MIRANDA, MANCINI-FILHO, 2007).

Para Pietta (2000) os antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação, através de dois mecanismos. O denominado primário quebra a cadeia de oxidação e sequestra radicais livres, enquanto que no mecanismo secundário ocorre a desativação de metais, inibição da cadeia reativa dos hidroperóxidos, regeneração dos antioxidantes primários, sequestro de oxigênio singlete, dentre outros.

Abdalla (1993) considera que do ponto de vista biológico, antioxidantes podem ser definidos como compostos que protegem sistemas biológicos contra os efeitos potencialmente danosos de processos ou reações que promovem a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares.

É percebível que o termo antioxidante tem natureza multiconceitual. No entanto, de maneira geral e no contexto deste estudo, o mesmo será definido como uma família heterogênea de moléculas naturais, nas quais presentes em baixas concentrações, e quando comparadas com as atividades das biomoléculas que supostamente protegeriam, podem prevenir ou reduzir a extensão do dano oxidativo. (HALLIWELL, 1990; HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

A eficiência antioxidante de compostos bioativos em alimentos de origem vegetal depende de sua estrutura e da sua concentração no alimento. Por sua vez, a quantidade destas substâncias em vegetais é amplamente influenciada por fatores genéticos e condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta, entre outros aspectos. Sabe-se, ainda, que a capacidade antioxidante é influenciada pelo substrato utilizado no ensaio, pelo solvente e pela técnica de extração utilizada, bem como pelo binômio tempo-temperatura. No que se refere aos solventes orgânicos, o metanol, por conseguir extrair elevada quantidade de compostos bioativos, tem sido apontado como o mais efetivo (MOURE et al., 2001; MIRANDA et al., 2001; NACZK, SHAHIDI, 2001);.

Em decorrência da grande diversidade química existente, em especial entre os compostos fenólicos, vários ensaios têm sido desenvolvidos para avaliação da capacidade antioxidante de amostras. Alguns deles determinam a



habilidade dos antioxidantes em sequestrar espécies reativas geradas no meio reacional. Outros avaliam a eficiência dos antioxidantes em inibir a peroxidação lipídica por meio da quantificação dos produtos da reação, quantificação dos produtos da decomposição da peroxidação lipídica, ou medição da inibição da oxidação do lipídio do sistema pelo antioxidante a ser testado.

Estes ensaios diferem em relação ao mecanismo de reação, às espécies-alvo, às condições reacionais e na forma como os resultados são expressos. Não obstante a diversidade de métodos para avaliar a capacidade antioxidante, não existe um procedimento metodológico universal (HALLIWELL, 1990; NIKI, 2000 ;HUANG, OU, PRIOR, 2005;). Este fato impõe a necessidade de avaliar a capacidade antioxidante por diferentes ensaios, com fundamentos e mecanismos de ação diferentes.

De antemão, é necessário frisar que a comparação da capacidade antioxidante entre os diferentes métodos não é feita em valores absolutos, pois cada método tem sua própria escala de valores. Uma padronização é urgentemente requerida e deve seguir os critérios estabelecidos por Huang e Prior (2005) que são: utilizar moléculas biologicamente relevantes; ser tecnicamente simples; apresentar ponto final e mecanismo químico bem definido; necessitar de instrumentação facilmente disponível; ter boa repetibilidade e reprodutibilidade; ser adaptável para ensaios de antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos, etc.

Diversos são os métodos disponíveis para medida de atividade antioxidante, dentre eles o DPPH-2,2-difenil-1-picril-hidrazila e ácido linoléico são os mais utilizados e vantajosos pela sua simplicidade metodológica, tempo de análise, custo e relativa especificidade, sendo cada um deles direcionado a um mecanismo antioxidante particular, além de exigir equipamentos já disponíveis na maioria dos laboratórios de pesquisa.

O método do DPPH consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH•), de coloração púrpura, que absorve em um comprimento de onda de 517 nm. Por ação de um antioxidante, ou uma espécie radicalar (R•), o DPPH• é reduzido formando 2,2-difenil-picril-hidrazina (DPPH-H), de coloração amarela, com conseqüente desaparecimento da banda de absorção, sendo a mesma monitorada pelo decréscimo da absorbância. A

partir dos resultados obtidos, determina-se a porcentagem de atividade antioxidante (quantidade de DPPH• consumida pelo antioxidante) ou sequestradora de radicais e/ou a porcentagem de DPPH• remanescente no meio reacional. O mecanismo de reação é baseado em transferência de elétrons, enquanto a abstração de átomo de hidrogênio é uma reação marginal, pois a mesma acontece lentamente em solventes que estabelecem fortes ligações de hidrogênio. Este método é influenciado pelo solvente e pelo pH das reações, considerado fácil e útil para análise de substâncias puras, assim como para amostras complexas (HUANG, OU, PRIOR, 2005).

No teste de oxidação do  $\beta$ -caroteno e ácido linoléico, pode-se medir na primeira etapa (15 a 45 minutos) a capacidade dos compostos em doar elétrons ou átomos de hidrogênio, prolongando o período de indução e, na segunda etapa (75 a 105 minutos) a interação com os compostos gerados na degradação do ácido linoléico.

Estudos epidemiológicos têm mostrado que dietas ricas em frutas e verduras estão associadas a uma menor incidência de doenças crônicas e degenerativas (GAZIANO, 1996 ; ZIBADI et al., 2007;) embora prova definitiva de que suplementos antioxidantes possam prevenir doenças crônicas não tenha sido obtida ou consistentemente suportada pelos testes de intervenção encontrados na literatura.

Há muita controvérsia nessa área de pesquisa, indicando a necessidade de obtenção de evidências inequívocas a respeito da eficácia, segurança e dosagem apropriada de antioxidantes em relação a doenças crônicas (STANNER et al., 2004). O mesmo autor enfatiza que, apesar de não haver comprovação científica definitiva, é prudente e aconselhável, em termos de saúde pública, aumentar o consumo de alimentos vegetais e seguir uma dieta similar à denominada “dieta do Mediterrâneo” (CICERALE et al., 2009). E tendo em vista o crescimento do consumo cada vez mais freqüente de alimentos industrializados, deve se despertar o interesse na qualidade apresentada, uma vez que a influência do processamento frente as transformações ocasionadas nos compostos com propriedades antioxidantes quando *in natura* ainda são pouco evidenciadas. O objetivo do presente estudo foi quantificar o teor de fenólicos totais e atividade antioxidante presentes na fração polpa e casca da batata da serra *in natura* e

suas respectivas farinhas, assim como comparar a eficiência existente entre os métodos DPPH e beta-caroteno:ácido linoléico na determinação da atividade antioxidante nas mesmas matérias-primas.

## **2. Material e Métodos**

Foram utilizados frutos *in natura* coletados nas serras da Chapada Diamantina, em Igatu, distrito pertencente ao município de Andaraí-BA. Os frutos foram coletados de forma aleatória em diferentes estádios de maturação, uma vez que a matéria prima não possibilitava a identificação do mesmo. Em seguida, foram transportados para o laboratório de Biotecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS. Os frutos *in natura* foram selecionados, higienizados e armazenados a 5 °C (refrigeração).

### **2.1. Preparo das amostras**

Após a higienização em solução de hipoclorito a 200 ppm durante 15 minutos os frutos foram descascados. A polpa passou por um processo de fatiamento e junto com as cascas foram submetidas aos processos de secagem em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura de 50°C até a secagem completa (aproximadamente 30 horas) e outra fração foi submetida ao processo de liofilização, obtendo assim respectivamente dois produtos - farinha de casca e polpa de batata da serra seca em estufa e liofilizada. Após a secagem as amostras foram trituradas, passadas em peneiras de 32 *mesh*, empacotadas em embalagens plásticas estéreis e armazenadas até o momento da extração e análises posteriores.

Os extratos metanólicos para a realização das análises bioquímicas foram obtidos segundo o procedimento realizado por JARDIN E MACINI-FILHO (2007), onde pesou-se 20 gramas das farinhas obtidas, tanto da polpa como da casca, em seguida foi adicionado 100 mL de metanol (1:5), deixados por uma hora sob agitação, realizando assim uma filtragem a vácuo usando filtro Whatman n°4, obtendo assim o sobrenadante (extrato metanólico). Após a filtragem os extratos

foram concentrados em rota-evaporador a 50°C. Estes foram acondicionados em tubos de ensaio com roscas, vedados e armazenados em freezer a -18°C até o momento das análises.

## **2.2. Determinação dos Compostos Fenólicos Totais (CFT)**

O teor de fenólicos totais foi determinado usando o reagente Folin-Ciocalteu, seguindo metodologia proposta por Singleton e Rossi (1965), onde foi preparada a reação contendo uma alíquota de 0,5 ml do extrato contendo batata da serra (metanólico) polpa e casca, 2,5 ml de solução aquosa de Folin-Ciocalteu 10%, agitou-se os tubos para proporcionar mistura de reagentes com a amostra e aguardou-se 3 minutos e adicionou 2,0 ml de solução de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi mantida em banho-maria a 50°C durante 15 minutos e então realizada a leitura por espectrofotometria a uma absorvância de 760 nm. O branco foi utilizado como referência, o qual foi preparado substituindo o extrato metanólico por água destilada. Para essa determinação utilizou-se soluções padrões de ácido gálico, construindo-se uma curva padrão com o composto em intervalo de concentração de 50 a 150 mg/ml.

## **2.3. Oxidação acoplada do $\beta$ -caroteno e ácido linoléico**

Foi realizada segundo a metodologia descrita por Marco (1968) modificada por Hammerschmidt; Pratt (1978). A solução de  $\beta$ -caroteno (1 mL), preparada pela dissolução de 1 mg de  $\beta$ -caroteno em 10 mL de clorofórmio, foi colocada em um balão de fundo redondo, contendo 20 mg de ácido linoléico e 200 mg do emulsificante Tween. Após a remoção do clorofórmio, em evaporador rotatório a 50°C, 50 mL de água destilada foi adicionado sob agitação vigorosa. Alíquotas desta emulsão foram transferidas para uma série de tubos de ensaios contendo 0,2 mL dos extratos metanólicos da batata da serra liofilizada e suas respectivas farinhas secas em estufa a 50°C. Mediu-se a absorvância inicial tempo zero a 470 nm. Em seguida, os tubos foram colocados em banho-maria a 50 C, e suas absorvâncias medidas em intervalos de 15 minutos até atingir o total de 120

minutos. A atividade antioxidante foi expressa como percentual de inibição da oxidação, calculada em relação a 100% da oxidação do controle (sem antioxidante).

#### **2.4. Capacidade de seqüestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH)**

Segundo método descrito por BRAND-WILLIAMS *et al.* (1995), modificado por MILIAUSKAS *et al.* (2004). Alíquotas de 2,8 mL da solução de DPPH em metanol ( $5 \times 10^{-5}M$ ) foi adicionado em cubetas e, mediu-se a absorbância inicial. Em seguida alíquotas (0,5 mL) do extrato da polpa liofilizada e das farinhas obtidas por secagem em estufa a 50°C foram adicionadas às cubetas e deixadas em repouso ao abrigo da luz. Ao final de 15 minutos a absorbância foi medida a 515 nm e a capacidade de seqüestrar o radical, expressa em percentual, calculada em relação ao controle (sem antioxidante), segundo a expressão:  
% sequestro =  $((\text{absorbância inicial amostra} - \text{absorbância final da amostra}) / (\text{absorbância inicial do branco} - \text{absorbância final do branco}) \times 100)$ .

Em busca da obtenção de resultados mais expressivos, realizou se testes em triplicatas em cinco concentrações de extratos, variando estas de 200 a 300 mg/mL para os extratos obtidos da polpa em estufa, polpa liofilizada e casca liofilizada. Para a casca seca em estufa a 50°C, as concentrações variaram de 100 a 200mg/mL.

### **3. Resultados e Discussão**

A atividade antioxidante (AA) da polpa e casca liofilizada, assim como das farinhas de polpa e casca secas em estufa a 50°C frente ao radical DPPH e ao sistema beta-caroteno:ácido linoléico e a % fenólicos totais encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: % Atividade antioxidante expresso em DPPH, % da atividade antioxidante frente ao sistema beta-caroteno: ácido linoléico e % de fenólicos em mg de ácido gálico/100 g presentes na polpa e na casca da batata da serra liofilizada e suas respectivas farinhas.

<b>Amostras</b>	<b>% Sequestro DPPH</b>	<b>% AA <math>\beta</math>-caroteno: linoléico</b>	<b>% fenólico mg ácido gálico/100g</b>
<b>PBSL</b>	19,86 $\pm$ 0,01aA	19,32 $\pm$ 0,04aA	5,37 $\pm$ 0,02b
<b>CBSL</b>	11,00 $\pm$ 0,07aA	25,91 $\pm$ 0,02aB	3,86 $\pm$ 0,11a
<b>FPBSE</b>	22,87 $\pm$ 0,18aA	22,53 $\pm$ 0,18aA	3,41 $\pm$ 0,03a
<b>FCBSE</b>	88,78 $\pm$ 0,01bA	21,85 $\pm$ 0,01aB	29,24 $\pm$ 0,01c

PBSL: polpa de batata da serra liofilizada; CBSL: casca de batata da serra liofilizada; FPBSE: farinha de polpa de batata da serra; FCBSE: farinha de casca de batata da serra seca. Letras minúsculas iguais na vertical indicam que não há diferença significativa entre as amostras. Letras maiúsculas iguais na horizontal indicam que os métodos DPPH e beta caroteno não diferem entre si em nível de 5% e letras maiúsculas diferentes na horizontal revelam a diferença significativa entre os métodos.

Nos dados mostrados na Tabela 1, pode se constatar que a % atividade antioxidante (AA) das amostras de PBSL, CBSL, e FPBSE avaliadas pelo método do radical DPPH foram respectivamente 19,88, 11,00 e 22,87, sendo que essas amostras não diferiram entre-si à nível de 5% de confiança, diferindo apenas da amostra de FCBSE com % AA de 88,78. Quanto maior a capacidade de doar hidrogênio radicalar (H<sub>•</sub>) ao radical livre DPPH, maior a atividade antioxidante das substâncias em teste, constatando assim que a FCBSE apresentou melhor capacidade antioxidante. A elaboração de produtos a base de farinha de casca de batata da serra, assim como o consumo diário da farinha da casca da batata poderá auxiliar no combate aos radicais livres produzidos no organismo, contudo há necessidade de testes *in vivo* para sua confirmação.

A atividade antioxidante (AA) avaliada pela capacidade de proteção da auto-oxidação do beta-caroteno, pelos extratos brutos ocorreram na concentração de 250 mg/mL para CBSL, PBSL, FPBS, enquanto que para a FCBS a

concentração foi de 150 mg/mL. Isso significa que quanto mais facilmente a substância se oxidar, maior é a competição com o beta-caroteno na reação com o oxigênio singlete, e portanto maior a proteção.

Teores de AA semelhantes aos apresentados pela batata da serra mostrados na Tabela 1 proposto pelo método do radical DPPH foram obtidos por Ribeiro et al. (2009) em espécie de uva Benitaka, 24,05% produzidas no estado do Piauí.

Já no método avaliado pela oxidação no sistema  $\beta$ -caroteno:ácido linoléico para as mesmas amostras não foram constatadas diferenças significativas entre as amostras PBSL, CBSL, FPBSE e FCBSE, podendo ser observada pela presença das letras minúsculas iguais na vertical na Tabela 1 acima. A porcentagem de atividade antioxidante foram consideradas relevantes, numa média de 20%, onde a PBSL apresentou a menor porcentagem de atividade 19,32, seguida das FCBSE, FPBSE e CBSL, cujas atividades foram 21,85, 22,53 e 25,91 respectivamente.

Nicoli et al. (1999) apontaram diferentes consequências do processamento sobre as propriedades antioxidantes de alimentos, como: perda de antioxidantes naturalmente presentes, melhora da capacidade antioxidante de compostos naturalmente presentes, formação de novos compostos com atividade antioxidante ou pró-oxidante ou, ainda, nenhuma mudança na concentração de antioxidantes naturalmente presentes.

Na avaliação da atividade antioxidante na batata da serra que sofreu diferentes processos de secagem, pôde-se constatar que diversas foram as alterações sofridas na atividade antioxidante e no teor de fenólicos pela matéria-prima que sofreu tratamento diferenciados de secagem, corroborando assim com o proposto por Nicoli et al (1999). No presente estudo, constatou-se um aumento na atividade antioxidante da polpa da batata da serra, assim como da casca quando submetido a processo de secagem em estufa a 50°C em comparação com a amostra liofilizada no método do DPPH. Evidenciou-se um aumento diferenciado também na atividade antioxidante através do modelo beta-caroteno:ácido linoléico, no entanto os resultados não foram tão expressivos quanto os apresentados pelo sistema DPPH. A porcentagem da atividade antioxidante apresentada pela casca seca em estufa foi 8 vezes maior que a

obtida na polpa liofilizada, podendo esta diferença ser observada na Tabela 1. Possíveis fatores como inativação de peroxidases cuja atividade seria pró-oxidante, a formação de novos compostos antioxidantes melanoidianos ou a melhora da capacidade antioxidante de compostos naturalmente presentes, são considerados os responsáveis para obtenção dessas diferenças obtidas entre os processos aplicados. Conforme também sugerem dados apresentados por BISPO et al., (2010). Estudos realizados por Puupponen-Pimia (2003), constataram uma redução da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos após o branqueamento de hortaliças como batata, cenoura e espinafre, sendo a redução de 20 a 30% do conteúdo de fenólicos totais e da atividade antioxidante, medida pela capacidade de sequestrar o radical DPPH.

A exposição ao calor também influenciou a concentração de fenólicos em hortaliças folhosas estudadas na Malásia, quando submetidas a cocção em pequeno intervalo de tempo, onde a atividade antioxidante foi medida por meio da capacidade de inibição da peroxidação em sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico. Perda significativa de compostos fenólicos em couve (12%), em espinafre (14%) e em repolho (20%) foram constatadas (ISMAIL et al.,2004). No mesmo estudo a atividade antioxidante da couve e do espinafre reduziu cerca de 9% e 7%, respectivamente, após a cocção, enquanto para o repolho a redução não foi significativa.

No trabalho desenvolvido por Turkmen et al. (2005), também foi relatado a redução no conteúdo de fenólicos em abóbora e alho-poró cozidos em água, no vapor e em forno de micro-ondas. No entanto, houve elevação do conteúdo de fenólicos em brócolis após a cocção no vapor e micro-ondas.

Em geral, a cocção por tempo menor e temperaturas mais baixas preserva melhor o conteúdo de antioxidantes de hortaliças, bem como a capacidade antioxidante, no entanto este comportamento não foi o observado para a batata da serra. Roy et al. (2007) relataram que o aquecimento a temperaturas mais baixas (50°C) preservou bem o conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante de espinafre e repolho (80 a 100%), medida por meio da atividade sequestrante de radicais DPPH. Já a cocção realizada em temperaturas usuais, mais altas, provocou efeitos mais negativos sobre o conteúdo de fenólicos e atividade antioxidante.



Além da ampla variação na perda de compostos fenólicos e de atividade antioxidante entre as espécies vegetais, há também diferenças quando se consideram partes diferentes de um mesmo vegetal. Na batata da serra, a atividade antioxidante da polpa nos dois métodos avaliados apresentou menor variação entre os processos de secagem aplicados, enquanto que na casca da batata da serra, aplicando o método da capacidade de sequestro do radical DPPH, a diferença apresentada pela atividade antioxidante entre os dois tratamentos térmicos foi relevante, sendo que a casca liofilizada apresentou uma atividade de 11,0 % e a casca seca em estufa a 50°C revelou um poder de sequestro de 88,78%, sendo a diferença altamente significativa.

Zhang & Hamazu (2004), relataram maiores perdas de fenólicos nas flores dos brócolis do que no caule, cozidos em água fervente (cozimento convencional), ocorrendo o inverso para ácido ascórbico e carotenoides. Quanto à perda de atividade antioxidante total, medida por meio da capacidade de sequestrar o radical DPPH, não houve grandes diferenças entre flores e caule cozidos. Turkmen et al. (2005) também relataram aumento da atividade antioxidante, medida pela capacidade de sequestrar radical DPPH, de brócolis e espinafre e nenhuma alteração em alho-poró e abóbora submetidos a três métodos de cocção diferentes (água fervente, vapor e micro-ondas).

Segundo Ribeiro (2009), muitos trabalhos correlacionam positivamente o teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante, neste estudo foi observado uma relação direta apenas nos extratos metanólicos obtidos da farinha de casca seca em estufa, no qual apresentou o maior teor de fenólicos totais 29,24 mg de ácido gálico por 100g e maior porcentagem de atividade antioxidante 88,78%, alguns autores afirmam que esse fenômeno ocorre pelas substâncias presentes em cada extrato que difere e que possuem capacidade de reduzir radicais livres de forma distinta.

Quando se comparou estatisticamente a eficiência dos dois métodos, DPPH e sistema beta-caroteno:ácido linoléico pode se constatar que para as amostras de polpa da batata da serra liofilizada quanto a seca em estufa a 50°C, não apresentaram diferenças significativas, podendo constatar na Tabela 1 onde as mesmas apresentam letras maiúsculas iguais na horizontal a um nível de 5% de significância para teste de Tukey. O contrário foi constatado para as amostras

de casca de batata da serra, onde as amostras secas e liofilizadas apresentaram diferenças significativas entre os dois métodos avaliados. Os coeficientes de variação entre as amostras no teste do DPPH foi de 16,14%, e no método do beta-caroteno:ácido linoléico foi de 24,71%. Estes se encontram dentro dos limites quando se analisa material biológico 25%, devido principalmente a não homogeneidade apresentada pelas amostras, onde as mesmas sofrem influência do período de coleta, condições climáticas, estágio de maturação, dentre outros.

O desempenho da oxidação frente ao sistema beta-caroteno:ácido linoléico existentes nas frações da polpa e na casca batata da serra liofilizada e suas respectivas farinhas no intervalo de 120 minutos podem ser verificadas na Figura 1. Pode se compreender visualizando a figura que a casca liofilizada apresentou maiores absorbâncias durante o período de 120 minutos, e conseqüentemente como referenciado na Tabela 1, maior porcentagem de atividade antioxidante.

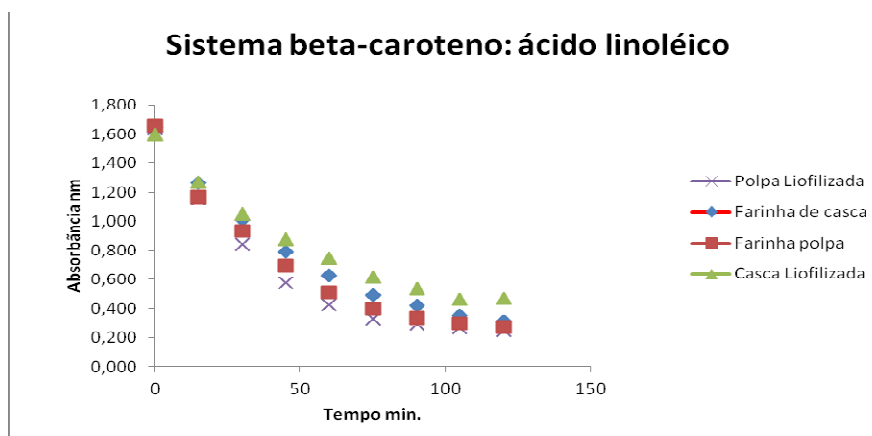


Figura 1. Desempenho da oxidação via sistema beta-caroteno: ácido linoléico das frações polpa e casca da batata da serra e suas respectivas farinhas.

#### 4. Conclusão

A batata da serra (*Ipomoea Convolvulacea*, L.) apresenta-se como fonte promissora de compostos fenólicos, sendo a farinha de sua casca a maior fonte desses compostos bioativos.

A farinha de casca de batata da serra submetida ao processo de secagem em estufa a 50°C apresentou significativa atividade antioxidante *in vitro* quando extraída com metanol a 80%.

Os extratos metanólicos estudados para a PBSL, CBSL, FPBSE e FCBSE, apresentaram boa atividade antioxidante frente aos métodos propostos de sequestro do radical DPPH, assim como pela oxidação frente ao beta-caroteno:ácido linoléico.

Pôde-se constatar que o tratamento térmico aplicado à matéria-prima é um parâmetro que necessita de estudos mais aprofundados, buscando compreender as alterações químicas e estruturais sofridas pelos compostos bioativos, uma vez que este interferiu no teor de compostos fenólicos, assim como na atividade antioxidante das diversas frações da batata da serra.

## 5. Referências

ABDALLA, D. S. P. Antioxidantes: conceitos básicos e perspectivas terapêuticas. **ARS Curandi**, p. 141-164, 1993.

BISPO, E. S.; GUIMARÃES, A.G ;MIRANDA,M.S. Probióticos e prebióticos em alimentos fundamentos e aplicações- cacau e café. . In: SAAD, S.M.I.; CRUZ,A.G.; FARIA, J.A.F. (Org.). PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS EM ALIMENTOS FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES TECNOLÓGICAS,.. 1ed ed. Sao Paulo: EDITORA Varela, 2011, v. 1, p. 1-672.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss. Technol.**, London, v.28, p.25-30, 1995.

CAMPOS, F.M., MARTINO, H.S.D., SABARENSE, C.M., PINHEIRO-SANT'ANA, H.M., Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: Uma revisão. **Alim. Nutr.**, Araraquara,v.19, n.4, p. 481-490, 2008.

CICERALE, S.; CONLAN, X. A.; SINCLAIR, A. J.; KEAST, R. S.; **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 2009, 49, 218.

GAZIANO, J. M.; **Nutrition** 1996, 12, 583.

HALLIWELL, B.; Free Radical Res. **Commun.** 1990, 9, 1.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C.; Free Radicals in Biology and Medicine, 4th ed.; **Oxford University Press**: Oxford, 2007.

HAMMERSCHMIDT, P. A.; PRATT, D. E. Phenolic antioxidants of dried soybeans. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p. 556-559,1978.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L.; **J. Agric. Food Chem.** 2005, 53, 1841.

ISMAIL, A.; MARJAN, Z.M.; FOONG, C.H. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. **Food Chem.**, v.87, n.4, p.581-586, 2004.

JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J., Composição centesimal e perfil dos ácidos graxos de romã (*Punica granatum*, L. ) cultivada no Brasil, **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol. 43, n. 1, 2007.

MARCO, G.J. A rapid method for evaluation of antioxidants. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 45, p. 594-598, 1968.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P.R.; VAN BEEK, T.A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chem.**, Washington, v.85, p.231-237, 2004.

MIRANDA,M.S; MANCINI-FILHO Consequências de radicais livres em alimentos. **Revista Laes & Haes**, São Paulo, v. 104, n. 1, p. 110-118, 1997

MIRANDA M. S.; MANCINI-FILHO; SATO, S. Antioxidant activity of *Chlorella vulgaris* cultured on special conditions. Bollettino Chimico Farmaceutico, **Milano Italy**, v. 140, n. 3, p. 165-168, 2001

MOURE, A.; CRUZ, J.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NNUNEZ, M.; PARAJÓ, J.; **Food Chem.** 2001, 72, 145.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extractions and analysis of phenolics in food. **J. Chromatogr. A**, , v.1054, n.1-2, p.95-111, 2004.

NICOLI, M.C.; ANESE, M.; PARPINEL, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. **Trends Food Sci. Technol.**, v.10, n.3,p.94-100, 1999.

NIKI, E.; **International Union of Biochemistry and Molecular Biology Life** 2000, 50, 323.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **J. Nat. Prod.**, v. 63, n. 7, p. 1.035-1.042, 2000.

PRATT, D. E. Natural antioxidants from plant material. In: HUANG, M. T.; HO, C. T.; LEE, C. Y. Phenolic compounds in food and their effects on health. Washington: **American Chemical Society**, p. 54-71, 1992.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R. et al. Blanching and longterm freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. **J. Sci. Food Agric.**, v.83, p.1389-1402, 2003.

RIBEIRO, S., MATOS, G., MARQUES, M., LIMA, A. Caracterização físico-química, fenólicos totais e capacidade antioxidante de uvas Benitaka cultivadas no estado do Piauí-Brasil. IV Congresso de pesquisa e Inovação da rede Norte-Nordeste de Educação Tecnológica Belém-Pará. 2009.

ROY, M.K. et al. Antioxidant potential, anti-proliferative activities, and phenolic content in water-soluble fractions of some commonly consumed vegetables: effects of thermal treatment. **Food Chem.**, v.103, n.1, p.106-114, 2007.

SINGLETON, V. I.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

STANNER, S. A.; HUGHES, J.; KELLY, C. N. M.; BUTTRISS, J.; **Public Health Nutrition**, 7, 407. 2004

TURKMEN, N.; SARI, F.; VELIOGLU, Y.S. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. **Food Chem.**, v.93, n.4, p.713-718, 2005.

VASCONCELOS, S. M. L.; GOULART, M. O. F.; MOURA, J. B. F.; MANFREDINI, V.; BENFATO, M. S.; KUBOTA, L. T.. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação **Quim. Nova**. 2007, v. 30, p.-1238.

ZHANG, D.; HAMAUZU, Y. Phenolics ascorbic acid carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chem.**, v.88, n.4, p.503-509, 2004.

ZIBADI, S.; FARID, R.; MORIGUCHI S.; LU, Y.; FOO, L.; TEHRANI, P.; LREICH, J.; WATSON, R.; **Nutr. Res.** , 27, 408. 2007.

CAPÍTULO IV - Avaliação microbiológica e de substâncias com propriedades antinutricionais em casca e polpa de batata da serra (*Ipomoea Convolvulácea* L.) *in natura* e respectivas farinhas.

---

## 1. Introdução

A batata da serra (*Ipomoea* C.) é uma trepadeira da família das Convolvuláceas encontrada na região da Chapada Diamantina. Essa planta cresce apenas entre as rochas das montanhas acima de 800 m de altitude, formando tubérculos do tamanho da batata inglesa. O tubérculo da batata da serra possui sabor muito sutil e com elevado teor de água, podendo ser consumida crua, em saladas, mas também é possível ser cozida brevemente no vapor.

Um dos sérios problemas que o homem enfrenta é a falta de alimentos, principalmente nos países desenvolvidos ou em fase de desenvolvimento, e por isso, fontes extrativistas regionais, a exemplo da batata da serra são uma das alternativas encontradas pela população local para suprir as necessidades nutritivas do organismo. No entanto é essencial a realização de estudos dos nutrientes e dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional, assim como sobre a qualidade microbiológica da matéria-prima e de seus subprodutos, a fim de se estabelecer a viabilidade do consumo sem causar prejuízo à saúde do homem e propiciar a aplicação tecnológica com o desenvolvimento de práticas de obtenção simples, tal como a fabricação de farinhas, estendendo assim a disponibilidade do alimento.

É sabido que os alimentos podem veicular inúmeros microrganismos, causadores de diversas perturbações fisiológicas nas pessoas que os consomem. Esta contaminação microbiana presente nos alimentos representa um perigo à saúde pública, motivo este de grande preocupação por parte dos órgãos de vigilância sanitária. As farinhas de um modo geral podem servir de veículo para diversos tipos de microrganismos patogênicos ao homem, como fungos e bactérias, causadores de doenças transmitidas por alimentos, nas quais estão associadas a um conjunto de perturbações gástricas (SRIANO et al, 2002).

Durante toda a comercialização da matéria-prima e na produção de farinhas de batata da serra, contaminações microbiológicas podem acontecer, compreendendo etapas desde a colheita, uma vez que a matéria-prima está em contato direto com fonte de contaminação – o solo, até o processamento, seguido da embalagem, transporte e armazenamento. Por sua vez, sabe-se que o

desenvolvimento microbiológico ainda está relacionado com substrato que constitui o alimento (ALMEIDA et al. 2005).

Segundo a Resolução nº 12/78 (BRASIL, 1978), farinha é o produto obtido pela moagem da parte comestível de vegetais, que foi submetida a processos tecnológicos adequados. O produto é designado "farinha", seguido do nome do vegetal de origem: Ex: "farinha de mandioca", "farinha de arroz", "farinha de banana" e neste trabalho será designado o termo "farinha de batata da serra". Ainda de acordo com a mesma resolução as farinhas podem ser classificadas em: farinha simples - produto obtido da moagem ou raladura – dos grãos, rizomas, frutos ou tubérculos de uma só espécie vegetal e farinha mista - produto obtido pela mistura de farinhas de diferentes espécies vegetais.

Quanto às características microbiológicas, as farinhas devem obedecer aos seguintes padrões: *Bacillus cereus*/g:  $3 \times 10^3$  UFC/g; Coliformes a 45°C:  $10^2$  NMP/g e *Salmonella sp*/ 25g: ausência, não estabelecendo limites para bolores e leveduras (BRASIL, 2001).

O *Bacillus cereus* é um microrganismo mesófilo aeróbio, em forma de bastão, gram-positivo, formador de esporos. Distribuem-se amplamente no meio ambiente, tanto em sua forma de esporos como de células vegetativas. Contaminam facilmente alimentos de origem vegetal como grãos, cereais, frutos, verduras, condimentos e também alimentos de origem animal, como produtos cárneos e lácteos. Conseqüentemente, os alimentos podem ser importantes veículos desse microrganismo (TRABULSI et al., 1999; COSTA, 2004).

Dentre os compostos responsáveis por oferecer prejuízos à saúde humana e que sejam de interesse a ausência ou baixas concentrações na batata da serra e suas farinhas destacam-se o teor de taninos e o teor de nitrato.

O termo fator antinutricional tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal, que quando consumidos, podem ocasionar a redução do valor nutritivo dos alimentos. Eles interferem na digestibilidade, absorção e/ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar em efeitos danosos à saúde (GRIFFITHS et al., 1998).

Os taninos são compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas e que não se apresentam na forma livre nos tecidos



vegetais. São aqueles presentes sob a forma de polímeros, dentre os quais estão os taninos e as ligninas. Possuem alto peso molecular, que conferem ao alimento a sensação de adstringência, e classificam-se de acordo com sua estrutura em dois tipos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

Os taninos condensados estão presentes em maior quantidade nos alimentos mais comumente consumidos, pois podem estar presentes na fração fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis (BARTOLOMÉ et al., 1995). Em leguminosas e cereais os taninos têm recebido considerável atenção, por causa de seus efeitos adversos na cor, sabor e qualidade nutricional (SILVA; SILVA, 1999).

Os mecanismos diretos de interação entre compostos fenólicos e minerais não estão bem estabelecidos. Sabe-se que o efeito adstringente dos taninos está relacionado com sua capacidade de precipitar proteínas e dessa forma poderia, indiretamente, diminuir a absorção de minerais (COZZOLINO, 2006). Considerando os taninos como antinutrientes, alternativas para sua minimização devem ser desenvolvidas.

Os taninos têm sido relacionados à função de antioxidante em alguns estudos como o de Fresneda et al. (2001), que estudando taninos de diferentes espécies vegetais na prevenção do foto-envelhecimento evidenciaram uma importante atividade antioxidante em sistemas *in vitro* nos diferentes modelos experimentais avaliados.

Segundo Lima (2008) os vegetais são considerados a principal fonte de nitrato e nitrito na dieta humana. Geralmente, suas quantidades são pequenas, não apresentando efeito prejudicial à saúde humana e animal. Porém, quando os alimentos possuem alto teor de nitrato, estes podem tornar-se nocivos ao serem ingeridos (BENINNI et al., 2002). Por isso vários estudos têm sido feitos na tentativa de identificar fatores ambientais tais como, luz, temperatura, umidade e estrutura do solo, bem como agentes de proteção de plantas que determinam o acúmulo de nitrato em vegetais.

Quando ingerido pelo homem, o nitrato sofre ação microbiana na saliva e é reduzido a nitrito, o qual reage com aminas e dão origem a compostos nitrosos, como as nitrosaminas, que são substâncias carcinogênicas (MANTOVANI, 2005).

Diversos autores referenciaram sobre os métodos de quantificação de nitrato em extratos de diferentes origens, destacando a colorimetria, destilação, potenciometria, espectrofotometria na região ultravioleta, cromatografia gasosa e cromatografia líquida (SAH, 1994; ANDERSON & CASE, 1999; SALOMEZ & HOFMAN, 2002), enfatizando também a eficiência de alguns procedimentos adotados, principalmente quando relacionados a extratos obtidos de plantas.

Para Mantovani (2005) a medida colorimétrica é a mais utilizada e aceita na análise de plantas por causa da sua simplicidade, baixo custo e precisão elevada, sendo assim a determinação direta com o ácido salicílico a escolhida para aplicação nesse estudo. O objetivo do presente estudo foi avaliar a presença de compostos com propriedades antinutricionais tais como tanino e nitrato e a qualidade microbiológica da polpa de batata da serra e casca *in natura* e suas respectivas farinhas processadas.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Matéria-prima**

As batatas da serra utilizadas foram coletadas nas serras da Chapada Diamantina, no distrito de Igatu, pertencente ao município de Andaraí-Ba distante deste 13 km. Os frutos foram coletados de forma aleatória em diferentes estádios de maturação, uma vez que a matéria prima não possibilitava a identificação do mesmo e em seguida foram transportados para o laboratório de Qualidade dos Alimentos da Universidade Estadual de Feira de Santana, LAQUA-UEFS. Os frutos *in natura* foram selecionados, higienizados e armazenados a 5°C (refrigeração). A polpa e as cascas foram retiradas, higienizadas e submetidas ao processo de secagem a uma temperatura de 50°C por 30 horas para obtenção da farinha e realização das análises.

### **2.2. Análises Microbiológicas**

As análises microbiológicas para identificar a presença de Bolores e Leveduras, *Bacillus cereus* e Mesófilos Totais na casca e polpa *in natura* assim como de suas respectivas farinhas seguiram as metodologias descritas por Silva (1997). Onde 10 g das amostras foram pesadas e diluídas em 90 mL de água peptonada 0,1% esterelizada, com diluições seriadas variando de  $10^{-1}$  a  $10^{-5}$  a depender da análise microbiológica a ser efetuada. Para a análise de microrganismos aeróbicos mesófilos em superfície utilizou-se o Agar Padrão para Contagem (PCA) e depois que as amostras foram inoculadas, incubou-as a 35°C por 48 horas. Para a contagem de bolores e leveduras em superfície, utilizou-se o meio Potato Dextrose Agar - PDA acidificado com ácido tartárico a 10%, incubando a 25°C nas diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ , de 3 a 5 dias. Já para as análises de *Bacillus cereus*, utilizou se as mesmas diluições seriadas da análise de bolores, no entanto o meio de inoculação foi o Ágar Manitol Gema de Ovo Polimixina (MYP) no período de incubação de 24 horas a temperatura de 30°C.

### **2.3. Determinação de Compostos antinutricionais**

#### **2.3.1. Nitratos**

O extrato para a determinação de nitrato foi obtido através da dissolução de 10 g das farinhas em 100 mL de água, as amostras de farinha foram obtidas pelo processo de secagem em estufas e por liofilização. Em seguida adicionou-se carvão ativado e centrifugou-se as amostras a 5000 rpm durante 15 minutos. O sobrenadante coletado foi filtrado. O conteúdo de nitrato foi determinado pelo método colorimétrico, conforme Cataldo et al. (1975), onde um complexo é formado pela nitração do ácido salicílico sob condições altamente ácidas e foi então lido em espectrofotômetro à 410nm em soluções básicas (pH>12), sendo a absorbância do material diretamente proporcional a quantidade de nitrato presente sem a ocorrência da interferência de íons amônio, nitrito e cloro. Nesta determinação utilizou-se uma curva padrão de  $\text{NaNO}_3$ .

### 2.3.2. Taninos

Os taninos tanto da Batata da serra *in natura* (polpa e casca) quanto das farinhas foram extraídos pelo método de Swain & Hillis (1959), utilizando 200 mL de metanol (80%) como extrator e 40 g das farinhas, e quantificados subtraindo o teor de fenólicos totais obtidos pelo método de Folin-Ciocalteu e repetindo a análise após a precipitação de proteínas - caseína complexante de taninos, sendo os valores das concentrações obtidos através da elaboração da curva padrão de ácido tânico, utilizando as leituras feitas a uma absorvância de 760 nm. Os resultados foram expressos de acordo com a média e desvio-padrão de três repetições para cada tipo de amostra.

## 3. Resultados e discussão

O baixo teor de umidade apresentado nas farinhas de polpa e casca de batata da serra, FPBS e FCBS respectivamente, assim como em farinhas de outras fontes vegetais, faz com que a mesma possa ser caracterizada como um meio que apresente baixo potencial para o desenvolvimento de microrganismos. Pode se constatar na Tabela 1 que a farinha de casca e a farinha de polpa apresentaram respectivamente níveis de  $10^2$  e  $10^1$  UFC.g<sup>-1</sup> para bolores e leveduras, e de  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup> para *Bacillus Cereus* e mesófilos totais, estando estes de acordo com a Resolução 12 de janeiro de 2001 do Ministério da Saúde.

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas da casca e polpa *in natura* e das respectivas farinhas apresentados na Tabela 1 abaixo revelaram condições sanitárias satisfatórias do produto para consumo humano e, portanto pode ser empregado no processamento de produtos derivados de acordo com a Resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001).

Os valores em UFC.g<sup>-1</sup> encontrados para fungos e leveduras, *Bacillus cereus* e mesófilos mais representativos foram constatados na casca *in natura*,  $10^6$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  UFC.g<sup>-1</sup> respectivamente, números estes já esperados, uma vez que a casca da matéria-prima não sofreu tratamento sanitário antes das análises microbiológicas, recomendando assim antes do consumo uma higienização prévia do rizoma. Na polpa de batata da serra a presença de microrganismos foi baixa,

sendo sua maior concentração de microrganismos constatada na análise de mesófilos na ordem de  $10^3$  UFC.g<sup>-1</sup>, podendo assim considerar ótima a qualidade da matéria-prima.

Os valores encontrados para fungos filamentosos e leveduras na casca de batata da serra excederam os padrões aceitáveis pela legislação do Ministério da Saúde, que prevê em vegetais frescos um limite de  $10^3$  UFCg<sup>-1</sup> (BRASIL, 1978).

Antes do processamento - fabricação de farinhas, as amostras passaram por um processo de sanitização a 200 ppm em água clorada, revelando assim baixos índices microbiológicos, podendo com isso assegurar a eficácia e importância da aplicação de medidas como as Boas Práticas de Fabricação (BPF) na manipulação e preparo dos alimentos. Na farinha de polpa de batata da serra foi constatado o menor índice de contaminação por fungos e leveduras, chegando à ordem de  $10^1$  UFC.g<sup>-1</sup>. Na farinha de casca os índices também foram baixos,  $10^2$  UFC.g<sup>-1</sup>, garantindo que a farinha foi preparada e armazenada em condições sanitárias adequadas, podendo assim ser consumida sem ocasionar problemas à saúde da população.

Tabela 1. Teor microbiológico da casca e polpa de batata da serra *in natura* e suas respectivas farinhas expressos em unidade formadora de colônia UFC.g<sup>-1</sup>.

<b>Amostras</b>	<b>Bolores e leveduras (UFC/g)</b>	<b><i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)</b>	<b>Mesófilos totais (UFC/g)</b>
<b>CBS <i>in natura</i></b>	10 <sup>6</sup> a <sub>1</sub>	10 <sup>4</sup> a <sub>1</sub>	10 <sup>5</sup> a <sub>1</sub>
<b>PBS <i>in natura</i></b>	10 <sup>3</sup> b <sub>1</sub>	10 <sup>2</sup> b <sub>1</sub>	10 <sup>3</sup> b <sub>1</sub>
<b>FCBS</b>	10 <sup>2</sup> a <sub>2</sub>	10 <sup>3</sup> a <sub>1</sub>	10 <sup>3</sup> a <sub>2</sub>
<b>FPBS</b>	10 <sup>1</sup> b <sub>1</sub>	10 <sup>3</sup> b <sub>1</sub>	10 <sup>3</sup> b <sub>1</sub>

Legenda: CBS: Casca de batata da serra; PBS: Polpa de batata da serra; FCBS: Farinha de casca de batata da serra; FPBS: Farinha de polpa de batata da serra. Índices iguais indicam a ausência de diferença significativa e índices diferentes indicam que as amostras diferem entre si. As letras utilizadas foram aplicadas para comparar os tratamentos letra à para verificar diferença entre a casca e sua farinha e letra b a diferença entre a polpa e sua farinha.

Para o teor de bolores e leveduras foi constatada estatisticamente em nível de 5% de significância que as amostras de casca *in natura* e sua farinha diferem

entre si, esta diferença é benéfica e atribui-se aos tratamentos prévios aplicados na elaboração das farinhas, seguindo as boas práticas de fabricação tais como higienização e sanitização das amostras, tratamento térmico aplicado, armazenamento adequado e controle de qualidade durante o processamento. Avaliando o mesmo parâmetro não foi constatada diferença significativa entre as amostras de polpa e sua respectiva farinha, podendo constatar na Tabela 1 acima que as amostras apresentam letras com mesmos índices. Comportamento semelhante foi verificado na análise de mesófilos totais.

Nas análises de *Bacillus cereus* não foi constatada diferença significativa entre as amostras de casca e sua farinha, assim como entre a polpa e sua respectiva farinha. Um cuidado especial deve se ter para com o consumo da casca *in natura*, uma vez que uma das fontes de contaminação desse microrganismo é o solo, local de origem da matéria-prima batata da serra. E a temperatura de secagem não foi suficiente para sua eliminação, como ficou demonstrado por Santana et al., (2004) na avaliação da farinha de mandioca da colheita à torrefação. No entanto, os níveis encontrados para a farinha de casca atendem aos requisitos estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores da qualidade dos alimentos no Brasil. Apesar de não diferirem significativamente, os níveis de contaminação por *Bacillus cereus* existente entre a farinha de polpa e sua polpa, os mesmos encontram-se dentro dos limites de tolerância estabelecidos pela legislação brasileira e, portanto seguros para o consumo pelos seres humanos.

O teor médio de taninos presentes na batata da serra pode ser observado na Tabela 2, onde se verificou que houve uma diferença significativa na concentração de taninos quando se analisou frações diferentes da matéria-prima. Os teores de taninos foram mais expressivos na fração da casca do que na fração polpa. Os teores de taninos encontrados na farinha de casca e na casca da batata da serra foram da ordem de 10,13 e 5,38 respectivamente, e expressos em  $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de matéria seca. Além da diferença observada quando se analisou as frações da batata da serra, polpa e casca, constatou-se que o tratamento térmico prévio aplicado à matéria prima em suas frações distintas antes da elaboração dos extratos influenciou na concentração de taninos, onde evidenciou-se maiores quantidades nas amostras e frações que foram submetidos ao processo de secagem em estufa a 50°C. A polpa de batata da serra submetida ao processo de liofilização apresentou

os menores teores de taninos, este da ordem de 1,25 mg de matéria seca, enquanto que a polpa seca em estufa a 50°C durante um período de 30 horas apresentou teor mais expressivo na ordem de 6,39 mg de matéria seca.

Sabe-se que o principal problema na exploração das folhas, casca e rizomas de vegetais como fonte de nutrientes está nos fatores antinutricionais e/ou tóxicos que podem interferir na biodisponibilidade e digestibilidade de alguns nutrientes. A casca da batata da serra e a polpa apresentaram concentrações de taninos de 5,38 e 1,25 mg.100g<sup>-1</sup> de matéria seca. Teores superiores aos apresentados nesse estudo foram os encontrados por Fortes e colaboradores (2010) avaliando o teor de taninos em jaboticaba, constatando que a casca também apresentou maior teor de taninos que a polpa, 7,44 e 3,12 mg.100g<sup>-1</sup> respectivamente. Em frutos de mirtilo, avaliados por Pertuzatti (2008) a polpa do fruto apresentou menor concentração de taninos, 0,4 mg.100g<sup>-1</sup>, enquanto que a casca a concentração apresentada foi de 18,5 mg.100g<sup>-1</sup> de matéria seca. Teores de taninos bem superiores aos apresentados nesse estudo foram os encontrados por Martinez-Cardador (2011) quando avaliou quatro cultivares de *opuntia* SSP, nas quais apresentaram teores variando de 23 a 144 mg.100g<sup>-1</sup> em cascas e sementes.

No trabalho de Ribeiro (2008) avaliando o teor de taninos nas cascas e polpas de raízes de yacon, foram encontrados teores taninos de 88,43 mg.100g<sup>-1</sup> para a polpa e de 162,14 mg.100g<sup>-1</sup> para a casca, ambos *in natura*. Os valores para as respectivas farinhas da polpa foram bem superiores aos apresentados nesse estudo, sendo para a farinha de polpa 1039,7 mg.100g<sup>-1</sup> e para a farinha de casca de yacon 1530,4 mg.100g<sup>-1</sup>, estes dados evidenciam, que assim como a batata da serra as concentrações de taninos nas cascas dos vegetais são superiores às de suas respectivas polpas, assim como as farinhas apresentam também concentrações mais elevadas desses compostos do que no estado *in natura*.

Os teores de taninos apresentados pela batata da serra *in natura* e suas respectivas farinhas não apresentam preocupação quanto à biodisponibilidade protéica, uma vez que as concentrações foram baixas e não superaram 1% de taninos (1000 mg.100g<sup>-1</sup>), que de acordo com Nozella (2001), é um valor considerado alto e que já pode interferir na digestibilidade protéica.

É importante ressaltar que apesar de existirem indícios da ação negativa de taninos sobre o valor nutritivo de certos vegetais e outros alimentos, principalmente a redução de digestibilidade de proteínas, a inibição da ação de enzimas digestivas e interferência na absorção de minerais e vitaminas, os efeitos dos taninos na saúde humana ainda são questionáveis devido à limitação de estudos nesta área. Afinal, alguns estudos têm mostrado que taninos também apresentam forte ação antioxidante que, provavelmente, poderá ser mais explorada nos estudos da área de conservação de alimentos e ações no organismo humano (MARTINEZ & MOYANO, 2003; GONDIM et al., 2005).

TABELA 2. Teores médios de NO<sub>3</sub> e Taninos (mg.100g<sup>-1</sup>) na matéria seca farinhas e *in natura* da polpa e casca de batata da serra.

<b>Análises</b>	<b>[ ] Nitrato</b>	<b>[ ] Taninos*</b>
<b>PBS</b>	124,43±0,07	1,25±0,02
<b>CBS</b>	39,77±0,01	5,38±0,01
<b>FPBS</b>	114,77±0,04	6,39±0,05
<b>FCBS</b>	30,77±0,09	10,13±0,03

Legenda: PBS= polpa de batata da serra; FPBS= farinha da polpa de batata da serra; CBS= casca de batata da serra; FCBS= farinha da casca de batata da serra.

Os valores das concentrações de nitrato obtidos na casca e polpa *in natura* e suas respectivas farinhas estão apresentados na Tabela 2 acima, onde constatou-se que a polpa *in natura* (PBS) e sua respectiva farinha (FPBS) apresentaram maior teor de nitrato, com concentrações de 124,43 mg.100 g<sup>-1</sup> e 114,77 mg.100 g<sup>-1</sup> respectivamente, sendo estas superiores às concentrações encontradas para a casca *in natura* 39,77 mg.100 g<sup>-1</sup> e sua farinha 30,77 mg.100 g<sup>-1</sup>.

Nos estudos realizados por Mantovani (2005), onde foi avaliado o teor de nitrato em extratos de alface pelo método do ácido salicílico encontrou concentrações variando de 10,34 a 43,11g.kg<sup>-1</sup> de nitrato, valores estes bem superiores aos apresentados para a batata da serra *in natura* e suas farinhas.



No trabalho desenvolvido por Santos (2006), em que avaliou os fatores antinutricionais em vegetais como couve, couve-flor, brócolis observou-se que as folhas estudadas apresentaram altos teores de nitrato antes do tratamento térmico aplicado. O mesmo aconteceu com a polpa *in natura* da batata da serra que reduziu o teor de nitrato durante a fabricação da farinha em estufa a 50°C. Ainda no estudo de Santos (2006) após a aplicação dos tratamentos as amostras de brócolis e couve mantiveram, em 100 g de matéria seca 157,94 mg e 161,12 mg, respectivamente, teores estes superiores aos da FPBS e FCBS do presente estudo e inferiores aos encontrados por Pereira et al. (2003) em folhas secas de cenoura (649,50 mg 100 g<sup>-1</sup>).

Segundo Walker (1990), a concentração de nitrato varia segundo a espécie dos vegetais. Vegetais verdes folhosos como alface (230,0 mg) e espinafre (247,0 mg) e raízes como beterraba (328,1mg) e rabanete (260,0 mg), destacam-se por acumularem elevados teores de nitrato, geralmente superiores a 100 mg 100g<sup>-1</sup> do produto fresco.

Os teores de nitrato em 100 g de casca *in natura* (39,77mg) e farinha de casca da batata da serra (30,77mg) apresentaram-se extremamente inferiores aos encontrados por Pinto et al.(2001) em folhas de taioba nos quais os pesquisadores encontraram, respectivamente, valores de 61,49 mg e 82,37 mg em limbos com e sem nervuras; e valores superiores quando relacionou-se com as *brássicas* estudadas que apresentaram valores médios de 16,6 mg para brócolis e couve e 8,7 mg para couve-flor.

As concentrações elevadas do íon nitrato para a polpa e suas farinhas podem ser justificadas pelos resultados apresentados em diversos estudos em que avaliaram a eficiência dos métodos de determinação e quantificação do teor de nitrato em extrato de plantas, evidenciando que devido a sua coloração obtida pelos procedimentos do ácido salicílico e da mistura redutora, especialmente o do ácido salicílico, superestimam os teores do íon presente na amostra, apesar da aparente eliminação da cor pelo carvão ativado. Outro fator que pode ter contribuído para os valores elevados apresentados para a polpa e sua farinha de batata da serra foi o uso de pequenas alíquotas de extrato (0,2 mL), que aumenta a possibilidade de erros. Desses fatores, a coloração do extrato pode ter sido a causa principal da obtenção de teores superestimados, pois, na reação do ácido

salicílico com o nitrato, em meio ácido, forma-se composto de cor amarela, mesma coloração dos extratos de matéria seca polpa e casca da batata da serra *in natura* e de suas farinhas, corroborando com os trabalhos de Cataldo et al (1975) quando analisou extratos de milho e aveia e obtiveram extratos coloridos com uso de matéria fresca. Como forma de provar essa interferência Mantovani (2005), realizou uma prova em branco, constatando que os teores de nitrato obtido na matéria seca de alface foram 50% menores do que aqueles nos quais se utilizou carvão ativado. Assim, pode se enfatizar que o uso de carvão ativado pode não ter sido suficiente na eliminação completa da cor, e a cor residual pode ter afetado de maneira mais intensa a quantificação do nitrato.

#### **4. Conclusão**

A batata da serra apresenta baixo índice de contaminação microbiológica para as três classes de microrganismos estudadas, fungos e leveduras, *Bacillus cereus* e mesófilos totais, considerando esta uma fonte alimentícia segura, cujo consumo deve ser disseminado em todo território. Estudos futuros serão realizados com o intuito de caracterizar a microbiota encontrada

As farinhas elaboradas apresentaram padrões de qualidade que atendem os limites de tolerância estabelecidos pela Legislação brasileira, revelando assim a importância de preocuparmos com a qualidade do produto final, incluindo a escolha da matéria-prima regional de qualidade, assim como todas as etapas do processo produtivo, os aspectos higiênicos sanitários das instalações e dos manipuladores de alimentos, assim como métodos corretos de acondicionamento e armazenamento.

O teor de substâncias antinutricionais que poderiam influenciar na absorção de micronutrientes foi considerado baixo, tanto para taninos quanto para nitratos quando comparado com outras matérias primas vegetais e cujas concentrações superiores não se constatou danos à saúde dos seres humanos, sendo assim os teores presentes na batata da serra e suas farinhas são insignificantes frente a capacidade de afetar os mesmos, podendo assim a batata da serra ser consumida sem nenhum problema.

## 5. Referências

ALMEIDA et al.; Qualidade da Farinha de Mandioca Produzida em Alcântara, Maranhão. **XI Congresso Brasileiro de Mandioca**, p. 1-4, 2005.

ALMEIDA, G.C. de. **Qualidade de batatas palito minimamente processadas**. 2005. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ANDERSON, K.A.; CASE, T.E. Evaluation of plant nitrate extraction techniques and effect on commonly used analytical methods of detection. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**,v.30, p.1479-1495, 1999.

BARTOLOMÉ, B.; JIMÉNEZ-RAMSEY, L.M.; BUTLER, L.G. Nature of the condensed tannins present in the dietary fibre fractions in foods. **Food Chemistry**, Barking, v. 53, n. 4, p. 357-362, 1995.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, jun., p. 183-186, 2002.

BRASIL, Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA. Resolução CNNPA nº 12 de 24 de julho de 1978. Aprova as normas técnicas especiais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 jul. 1978. Seção 1. pf. 1.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução –RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 02 jan. 2001. Disponível em <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=144>> Acesso em: 30 jan 2012.

BRASIL. Resolução – RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2002. **Regulamento técnico sobre padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de janeiro de 2002.

CARDADOR-MARTÍNEZ, A.,JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C., SANDOVAL, G.. Revalorização das sobras da palma forrageira (*Opuntia* spp.) como uma fonte de antioxidantes. **Ciênc. Tecnol. Alimentos.**, Campinas, 31(3): 782-788, jul.-set. 2011.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.6, p.71-80, 1975.

COSTA, F. N. Ocorrência de bactérias da espécie *Bacillus cereus* em amostras de leite em pó integral obtidas no comércio varejista da cidade de São Luís, MA.

**Revista Higiene Alimentar**, v. 18, n. 121, p. 104-107, 2004.

COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. 2.ed. Barueri: Manole, 2006. 996p.

FORTES, A. C., GODOI, F.F.F., NAVES, S. S., FERRI, P. H., SANTOS, S.C.. Variações nos teores de polifenóis durante o amadurecimento do fruto da jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora*). Anais da 31a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. 2010.

FRESNEDA, L. Y. G.; SÁNCHEZ, M. P.; ÁLVAREZ, R. S.; SANTANA, J. L. Taninos de diferentes especies vegetales en la prevención del fotoenvejecimiento. **Revista Cubana Investigación Biomédica**, Ciudad de la Habana, v.20, n.1, ene.-mar. 2001.

GONDIM, J.A.M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Centesimal composition and minerals in peels of fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRIFFITHS, D. W.; BIRCH, A. N. E.; HILLMAN, J. R. Antinutritional compounds in the Brassicaceae: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Invergowrie, v. 73, n. 1, p. 1-18, 1998.

LIMA, J. D., MORAES, W. S., SILVA, S.H.M.G., IBRAHIM, F..N., JUNIOR, S.C.A.. Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da redutase do nitrato em alface produzida Sob diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 38, n. 3, p. 180-187, jul./set. 2008.

MANTOVANI, J. R. et al. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2005.

MARTINEZ, T. F.; MOYANO, F. J. Effect of tannic acid on in vitro enzymatic hydrolysis of some protein sources. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 83, n. 5, p. 456-464, 2003.

NOZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. 58f. Dissertação (mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

PAIVA, F. F. A. Controle de qualidade da farinha de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) produzida na região metropolitana de Fortaleza. 1991.p.216. **Dissertação** (Mestrado em tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará.

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

PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; BARCIA, M. T.;SGANZERLA, M.; SANT'ANNA, L. A.; ZAMBIAZI, R. C.. Quantificação de taninos condensados e hidrolisados na casca e polpa de mirtilo (*vaccinium ashei reade*). Anais do XVII Congresso de Iniciação científica, X Encontro de Pós Graduação.Universidade Federal de Pelotas, 2008.

PINTO, N. A. V. D.; CARVALHO, V. D.; CORRÊA, A. D.; RIOS, A. O. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* SCHOOT). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 601-604, maio/jun. 2001.

RIBEIRO, J. A.. Estudos químico e bioquímico do yacon (*smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos. Lavras : UFLA, 2008. 166 p.Dissertação (Mestrado).

SAH, R.N. Nitrate-nitrogen determination - a critical review. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.25, p.2841- 2869, 1994.

SALOMEZ, J.; HOFMAN, G. Nitrate extraction from fresh plant material by means of a methanol:water extraction solution. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.33, p.3397- 3404, 2002.

SANTANNA, M.B.; MIRANDA M. S. Avaliação de *Bacillus cereus* no processamento de farinha de mandioca do recôncavo baiano. **Magistra**, Cruz das Almas Ba, v. 16, n. 1, p. 29-33, 2004.

SANTOS, M. A. T.. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve- flor e couve. Ciênc. agrotec. vol.30 no.2 Lavras Mar./Apr. 2006.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição de Campinas**, v. 12, n. 1, p. 5-19, jan./abr. 1999.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.de A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997.317p.

SRIANO, J.M.; RICO, H.; MOLTÓ, J. C.; & MAÑES, J. Effects of introduction of HACCP on the microbiology quality of some restaurant meals. **Food Control**, v.13, n. 4–5, p. 253–261, 2002.

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

TRABULSI, L. R., ALTERTHUM, F., GOMPERTZ, O. F., CANDEIAS, J. A. N.**Microbiologia**. 3ª ed. Editora Atheneu, Rio de Janeiro, RJ, 1999.

WALKER, R. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds: a review of the occurrence in food and diet and the toxicological implications. **Food Additives and Contaminants**, [S.l.], v. 7, p. 717-768, 1990.

## **Conclusão geral e Considerações**

A polpa de batata da serra *in natura* apresenta elevado conteúdo de água e baixas concentrações de lipídios podendo assim ser uma fonte alimentícia promissora e de baixo valor calórico. Ao converter essa matéria-prima em produto processado - farinhas, a mesma apresentou baixo rendimento. Para a farinha de casca da batata da serra o teor de lipídios apresentado foi considerado elevado. As farinhas de casca e polpa da batata da serra apresentaram valor de pH e acidez titulável inferiores as respectivas frações *in natura*. As concentrações de fibra alimentar insolúvel foram superiores ao teor de fibra alimentar solúvel para todas as amostras avaliadas de polpa e casca *in natura*. No entanto, as farinhas de polpa e de casca da batata da serra apresentam como boas fontes de fibras quando comparados com farinhas de diversas fontes vegetais.

No estudo os teores de açúcares redutores pelo método espectrofotométrico proposto por Somogyi-Nelson apresentou resultados mais expressivos em relação à farinha de polpa e da casca da batata da serra. Para as demais frações os métodos espectrofotométricos de Somogyi-Nelson e ADNS não apresentaram diferenças significativas para a maioria dos ensaios.

A batata da serra (*Ipomoea Convolvulacea*, L.) se apresenta como fonte promissora de compostos fenólicos. Os extratos metanólicos estudados apresentaram boa atividade antioxidante frente aos métodos propostos de seqüestro do radical DPPH, assim como pela oxidação frente ao beta-caroteno: ácido linoléico.

A batata da serra apresenta baixo índice de contaminação microbiológica para as três classes de microrganismos estudadas, fungos e leveduras, *Bacillus cereus* e mesófilos totais, podendo assim caracterizar esta uma fonte alimentícia segura, cujo consumo deve ser disseminado.

As farinhas elaboradas apresentaram padrões de qualidade que atenderam aos limites estabelecidos pela Legislação brasileira, revelando assim a importância deste produto em relação à qualidade do produto final, incluindo a escolha da matéria-prima regional de qualidade, assim como todas as etapas do processo produtivo, os aspectos higiênicos sanitários das instalações e dos manipuladores de alimentos, assim como métodos corretos de acondicionamento e armazenamento.

O teor de substâncias antinutricionais que poderiam influenciar na absorção de micronutrientes foi considerado baixo, tanto para taninos quanto para nitratos quando comparado com outras matérias primas vegetais.

A divulgação das propriedades e características apresentadas pela batata da serra se faz pertinente junto à comunidade local consumidora, assim como daqueles que retiram o sustento praticando o extrativismo consciente desse rizoma.

Sendo este um estudo pioneiro, espera-se que os resultados aqui apresentados venham a contribuir no incentivo ao consumo e ao estudo no sentido da descoberta de novas características, funções e propriedades existentes na Batata da Serra da Chapada Diamantina.