

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA

MICHELLI SALVATTI MÜLLER

**CARÁ-MOELA (*Dioscorea bulbifera* L.) - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL
E MINERAL, EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS
E CINÉTICA DE SECAGEM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO
2017

MICHELLI SALVATTI MÜLLER

**CARÁ-MOELA (*Dioscorea bulbifera* L.) - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL
E MINERAL, EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS
E CINÉTICA DE SECAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco - como requisito parcial para a conclusão do curso de Bacharelado em Química.

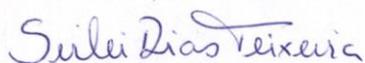
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Sirlei Dias Teixeira
Coorientador: Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira

Pato Branco - PR
2017

TERMO DE APROVAÇÃO

O trabalho de diplomação intitulado CARÁ-MOELA (*Dioscorea bulbifera* L.) - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E MINERAL, EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS E CINÉTICA DE SECAGEM foi considerado APROVADO de acordo com a ata da banca examinadora N°3.2.2017-B de 2017.

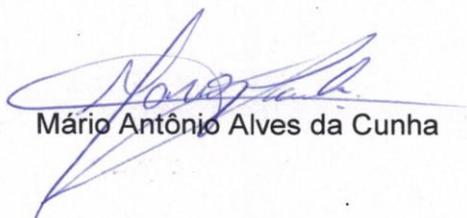
Fizeram parte da banca os professores.



Sirlei Dias Teixeira



Vanderlei Aparecido de Lima



Mário Antônio Alves da Cunha

AGRADECIMENTOS

“A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito (Isaac Newton)”. Agradeço a Deus, pelo Dom da Vida.

Agradeço aos meus familiares pela ajuda, conversas, alegrias e tristezas compartilhadas, durante esse período. Principalmente, ao meu pai e minha mãe, Márcio Antônio Müller e Justina Inês Salvatti Müller, por me proporcionarem a melhor educação possível, por todo apoio e compreensão, permitindo que eu chegasse até aqui. A minha irmã, Sayonara Salvatti Müller por estar ao meu lado, auxiliando-me e apoiando-me quando necessário.

Ao Alisson Antônio de Almeida Lara, pela paciência e ajuda.

A Prof^a. Dr^a. Sirlei Dias Teixeira e ao Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira, pela orientação e contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho.

A Central de Análises da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Câmpus Pato Branco, pela disponibilidade em realizar as análises.

Enfim, aos meus amigos que permaneceram até o final, independente dos obstáculos encontrados, contribuindo de alguma forma, meu muito obrigada.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a
Deus, não sou o que era antes”.*

(Martin Luther King)

RESUMO

MÜLLER, Michelli Salvatti. Cará-Moela (*Dioscorea bulbifera* L.): Composição Centesimal e Mineral, Extração e Quantificação de Polissacarídeos e Cinética de Secagem. 2017. 43f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

O cará-moela pertencente à família *Dioscoreaceae* é um tipo de inhame de origem africana. Seu nome provém da sua semelhança com a moela de frango. Existem aproximadamente 600 espécies desta família, sendo que apenas 14 espécies são consideradas apropriadas para o consumo. É considerada uma hortaliça não convencional devido ao fato de não ser muito utilizada para fins alimentícios, nem conhecida por grande parte da população. Como foram encontradas poucas informações acerca do cará-moela na literatura consultada, o objetivo desta pesquisa foi obter informações químicas, através de metodologias de extração e quantificação de polissacarídeos e análises físico-químicas avaliando a composição *in natura* desse tubérculo. Sabendo-se da presença de polissacarídeos no tubérculo em estudo, fez-se a extração do mesmo, utilizando o hidróxido de sódio como a solução extratora de melhor rendimento (2,43%), obtendo-se como teor de polissacarídeos 3,67 mg mL⁻¹. Ao comparar com a extração utilizando água como líquido extrator, observou-se que a extração com hidróxido de sódio, apresentou maior rendimento, visto que, o teor de amido encontrado foi de 0,74% e 3,30%, respectivamente. A fim de manter as características das amostras, devido as condições climáticas da região de coleta, foi feita a cinética de secagem, utilizando modelos de Lewis e Logarítmico. O estudo da cinética dos tubérculos de cará-moela a 65 °C mostrou que os dados experimentais, se ajustam melhor ao modelo matemático de Logarítmico. Em relação a composição os resultados obtidos mostraram um alto percentual de umidade (84,46%), destacando também, um alto teor de magnésio (3,96 ppm) e baixo conteúdo de lipídios (0,09%). Os resultados demonstram que o tubérculo é boa fonte de carboidratos (11,36%), podendo ser substituído na alimentação em forma de farinha ou *in natura*, assim como, na substituição da farinha de trigo na formulação de pães e massas, em geral, e até mesmo a utilização do amido na produção de biofilmes.

Palavras-chave: Tubérculo. Amido. Carboidratos.

ABSTRACTS

MÜLLER, Michelli Salvatti. Yam-Gizzard (*Dioscorea bulbifera* L.): Proximate Composition and Mineral, Extraction and Quantification of Polysaccharides and the Kinetic of Drying. 43f. Final Work for the Undergraduation – Bachelor of Chemistry, Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2017.

The yam-gizzard belonging to the family Dioscoreaceae is a type of yam of african origin. Its name comes from its resemblance to the gizzard of the chicken. There are approximately 600 species of this family, being only 14 species are considered appropriate for consumption. It is considered a vegetable not conventional due to the fact of not being very used for the purposes of food, not known by a large part of the population. As they were found a few information about yams-gizzard in the literature reviewed, the objective of this research was to obtain the chemical information, through methodologies of extraction and quantification of polysaccharides and chemical-physical analyses evaluating the composition in nature of this tuber. Knowing of the presence of polysaccharides in the tuber in the study, did the extraction, using sodium hydroxide as the solution extractor best performance (2,43%), obtaining as the content of polysaccharides 3,67 mg mL⁻¹. To compare with the extraction using water as the liquid extractor, it was observed that the extraction with sodium hydroxide, showed higher yield, whereas, the starch content found was 0,74% and 3,30%, respectively. In order to maintain the characteristics of the samples, due to the climatic conditions of the region of collection, was made of the kinetics of drying, using the models of Lewis and Logarithmic. The study of the kinetics of the tubers of yams-gizzard to 65 °C showed that the experimental data best fit to the mathematical model of Logarithmic. In relation to the composition the results obtained showed a high percentage of moisture (84,46%), highlighting also, a high content of magnesium (3,96 ppm) and low content of lipids (0,09%). The results demonstrate that the tuber is good source of carbohydrates (11,36%), and it can be replaced in the diet in the form of flour or in natura, as well as the replacement of wheat flour in the formulation of breads and pasta, in general, and even the use of starch in the production of biofilms.

Keywords: Tuber. Starch. Carbohydrates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tubérculo de cará-moela (<i>D. bulbifera</i> L.).....	3
Figura 2 - Estrutura química da amilopectina	7
Figura 3 - Estrutura química da amilose	8
Figura 4 - Fluxograma das atividades realizadas na determinação da composição química do Cará-moela.	14
Figura 5 - Presença de polissacarídeos em cará-moela.....	18
Figura 6 - Curva de calibração padrão de glicose	19
Figura 7 - Curva de secagem do cará-moela a 65 °C.....	21
Figura 8 - Tubérculos de cará-moela desidratados em estufa a 65 °C	22
Figura 9 - Comparação das modelagens de Lewis e Logarítmico com os dados experimentais	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos tubérculos de cará-moela (<i>D. bulbifera</i> L.) analisadas em amostra integral (seca).....	4
Tabela 2 - Resultados do rendimento da extração e quantificação de polissacarídeos (<i>D. bulbifera</i> L.).....	20
Tabela 3 - Resultados dos coeficientes e as constantes de determinação para cada modelo a 65 °C.....	23
Tabela 4 - Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, dos tubérculos de cará-moela (<i>D. bulbifera</i> L.).....	23
Tabela 5 - Identificação do teor dos minerais, dos tubérculos de cará-moela (<i>D. bulbifera</i> L.).....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3 REFERENCIAL TÉORICO	3
3.1 CARÁ-MOELA (<i>Dioscorea bulbifera</i> L.)	3
3.2 HORTALIÇAS NÃO CONVENCIONAIS	5
3.3 POLISSACARÍDEOS	6
3.3.1 Polissacarídeos em tubérculos	6
3.3.2 Amido	6
3.4 QUANTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS	8
4 MATERIAIS E MÉTODOS	10
4.1 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO	10
4.2 EFICIÊNCIA DO BRANQUEAMENTO (teste da peroxidase)	10
4.3 EXTRAÇÕES DE POLISSACARÍDEOS UTILIZANDO HIDRÓXIDO DE SÓDIO (NaOH)	10
4.4 EXTRAÇÕES DE POLISSACARÍDEOS UTILIZANDO ÁGUA	11
4.5 CARACTERIZAÇÕES DA PRESENÇA DE POLISSACARÍDEOS	11
4.6 QUANTIFICAÇÕES DE POLISSACARÍDEOS PELO MÉTODO DE FENOL-SULFÚRICO	11
4.7 COMPOSIÇÃO DO TUBÉRCULO <i>IN NATURA</i>	12
4.7.1 Curva de secagem	12
4.7.2 Umidade	14
4.7.3 Cinzas	15
4.7.4 Lipídios	15
4.7.5 Proteína	16
4.7.6 Carboidratos por diferença	16
4.7.7 Fibra Alimentar	17
4.7.8 Teor de minerais	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO POLISSACARÍDEO	18

5.2 CURVA DE SECAGEM	21
5.3 COMPOSIÇÃO DO TUBÉRCULO <i>IN NATURA</i>	23
6 CONCLUSÕES.....	26
7 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Dioscorea bulbifera é conhecida popularmente como cará-moela, podendo também receber o nome de cará-borboleta, cará-do-ar e cará-de-corda. Trata-se de um tipo de inhame, uma planta trepadeira de origem africana e trazida para o Brasil durante o período escravocrata. Seu nome é devido ao seu formato, bastante semelhante ao da moela de frango (NOVAES, 2015).

O cará é um alimento rico em fécula, como a mandioca e a batata, sendo assim utilizada como fonte de alimentação. Uma vantagem do cará-moela é a de não se deteriorar logo após a colheita, apresentando um tempo de conservação de até três meses, com pequenas perdas nutricionais (RODRIGUES et al., 2012).

É conhecido que o cará-moela é uma fonte rica em nutrientes, características nutricionais de interesse para o consumo humano (NOVAES, 2015). Além disso, é um alimento de fácil digestão, sugerido para dietas, pois é rico em carboidratos e vitaminas do complexo B. Os tubérculos aéreos produzidos pela espécie *D. bulbifera* são ricos em carboidratos e apresentam valores consideráveis de tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico e vitamina A (RODRIGUES et al., 2012).

Em sua composição encontram-se presentes polissacarídeos, que se apresentam na natureza de várias formas e possuem diferentes funções: fonte de reserva energética e estrutural. Essas substâncias podem ser extraídas das raízes, dos tubérculos, dos caules e das sementes de muitos vegetais, e apresentam função energética, onde o principal tipo de reserva vegetal provém do amido (TONELLI, 2005).

O amido é constituído pela união de duas moléculas de α -glicose: a amilose e a amilopectina (FENIMAN, 2004). A molécula de amilose possui cadeia linear e a amilopectina compõe-se por uma estrutura ramificada, ambas com D-glicose como unidade monomérica (DA CUNHA; DE PAULA; FEITOSA, 2009).

A espécie *D. bulbifera* faz parte de um trabalho de recuperação de hortaliças não convencionais, que estão presentes em certas localidades ou regiões sendo utilizadas na alimentação dessas populações (BRASIL, 2010). Como há poucas informações acerca do cará-moela na literatura, propõe-se nesta pesquisa, analisar as informações químicas e físico-químicas através de metodologias de extração e quantificação de polissacarídeos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o cará-moela (*Dioscorea bulbifera* L.) *in natura* quanto a composição química e conteúdo de polissacarídeos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a extração dos polissacarídeos presentes no cará-moela (*D. bulbifera* L.) utilizando dois extratores (solução de hidróxido de sódio e água);
- Verificar qual método será mais eficiente na extração de polissacarídeos, quantificando o teor de polissacarídeos;
- Estudar a cinética de secagem dos tubérculos de cará-moela e ajustar modelos matemáticos aos valores experimentais;
- Caracterizar o cará-moela *in natura* quanto à sua composição química.

3 REFERENCIAL TÉORICO

3.1 CARÁ-MOELA (*Dioscorea bulbifera* L.)

Da família *Dioscoreaceae*, o cará-moela (*D. bulbifera* L.) recebe esse nome devido a sua semelhança com a moela de frango. É um tipo de inhame, também pode ser encontrado com o nome de cará-borboleta, cará-do-ar e cará-de-corda. Representa uma planta trepadeira, originária da África e trazida para o Brasil durante o período escravocrata (NOVAES, 2015).

No Brasil, o cará-moela (Figura 1) é encontrado em distintas regiões e seu cultivo é realizado apenas de forma doméstica em quintais, não sendo popularmente encontrado no comércio (GOULART, 2015).



Figura 1 - Tubérculo de cará-moela (*D. bulbifera* L.)

Fonte: Autoria Própria

Uma vantagem do cará-moela em relação à batata é a sua consistência firme e que não se desfaz, permanecendo com o mesmo formato após o cozimento, o que é interessante para a produção de alimentos e uso culinário diversificado (SALOMÃO, 2012).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, os tubérculos de cará-moela apresentam em sua composição:

Tabela 1 - Composição dos tubérculos de cará-moela (*D. bulbifera* L.) analisadas em amostra integral (seca)

Análises	g 100g ⁻¹
Umidade	75,50
Proteína	1,80
Lipídios	0,50
Carboidratos	15,90
Fibra alimentar	6,90
Cinzas	0,90

Fonte: Adaptado (MARTINS; SILVA; FAGUNDES; CHAGAS; BOSCOLO; FERNANDES, 2014)

Devido as suas particularidades, entre elas resistência a altas temperaturas, fonte rica de nutrientes e a capacidade de conservação pós colheita em condições ambientes, o cará é um tubérculo importante para a alimentação humana. Além do consumo *in natura*, também é relevante seu uso para a industrialização, tendo em vista a fabricação de farinha e amido, fazendo-se uso como parte da farinha de trigo, para a obtenção de pão, com benefícios econômicos (RODRIGUES & SUMIOKA, 2003).

O gênero *Dioscorea*, além do uso alimentício, compõe espécies com diversificados usos, desde o farmacológico ao industrial, sendo citados como por exemplo, contraceptivos orais e cosméticos (FERREIRA, 2011).

Ainda de acordo com Ferreira (2011) no Brasil, em relação aos termos aplicados para a designação de inhame e cará, as diferentes denominações recebidas para essa espécie de planta ocorrem por regionalização.

Para tentar evitar duplicidade dos termos, a regulamentação da nomenclatura foi estabelecida na Assembléia Geral do I Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Cará, ocorrido em Venda Nova do Imigrante, em abril de 2001, seguindo ao que prevê o Código Internacional de Nomenclatura Botânica (RIBEIRO, 2012).

Assim sendo, ficou estabelecido que os órgãos governamentais, universidades, empresas de pesquisas e de extensão rural, Sociedade de Olericultura do Brasil e demais entidades ligadas ao setor agrícola, oficializem e divulguem, no âmbito técnico-científico nacional, a nova nomenclatura, onde “inhame” (*Colocasia esculenta*) passa a ter a denominação definitiva de “taro” e as *Dioscoreaceas* (*Dioscorea spp.*), chamadas popularmente no norte/nordeste brasileiro de “carás” e “inhames”, passam a ter a denominação definitiva de “inhame”. As espécies de “carás” cultivadas serão consideradas como variedades de inhame”. (PEDRALLI, 2002, pg. 531)

As espécies cultivadas no Brasil são inhame ou cará (*D. alata*), cará-doce (*D. trifida*), cará-da-costa (*D. cayennensis*), cará-de-rama, cará-moela ou cará-do-ar (*D.*

bulbifera) e cará-barbado ou caratinga (*D. dodecaneura*). No Brasil 232 mil ton. são produzidas, já a produção mundial de cará é de 48,7 milhões ton. (RIBEIRO, 2012).

As espécies deste gênero *Dioscorea*, apresentam significativa importância na agricultura tradicional brasileira, possuindo aspectos como capacidade de armazenagem por longos períodos e uma cultura resistente a pragas e doenças, sendo assim favorável a segurança alimentar (FERREIRA, 2011).

3.2 HORTALIÇAS NÃO CONVENCIONAIS

Por definição, as hortaliças não convencionais são designadas como aquelas presentes em certas localidades ou regiões fazendo parte da alimentação das populações. O cultivo dessas hortaliças é realizado por populações tradicionais (agricultores familiares) que têm por fundamento a preservação do conhecimento de seu cultivo e consumo, transmitindo-o de geração a geração. O estudo, resgate e a valorização de hortaliças não convencionais proporcionam ganhos importantes em diversos aspectos, seja do ponto de vista cultural, econômico, social ou nutricional (BRASIL, 2010).

O Brasil possui diversificadas riquezas naturais. A distinta culinária brasileira engloba a cultura original de populações indígenas, bem como uma ampla diversidade de tradições, desde a africana, até a japonesa, entre outras. Alimentos típicos são bem conhecidos, como, por exemplo, a mandioca e a manga. No entanto, existem uma diversidade de outros alimentos nutritivos, que eram considerados e faziam parte das refeições familiares, mas que foram, aos poucos, sendo desvalorizados. Isso se deve ao fato de grande parte da população migrar do campo para a cidade passando a consumir uma quantidade maior de alimentos industrializados (BRASIL, 2015).

Esses alimentos muitas vezes esquecidos conhecidos como hortaliças não convencionais, são boas fontes de nutrientes e de fácil disponibilidade proporcionando benefícios à população. A valorização, produção e utilização desses alimentos regionais, colabora com o desenvolvimento da economia como também da qualidade de vida de um todo (BRASIL, 2015).

3.3 POLISSACARÍDEOS

Os polissacarídeos são polímeros de açúcares constituídos por mais de 10 monossacarídeos. Possuem qualidades e funções variadas e são encontrados na natureza nas mais diversas formas. Também apresentam características como baixa solubilidade em água e elevado peso molecular. Representando os principais polissacarídeos, o amido, a celulose e as pectinas, com significativa importância na área alimentícia (BOLZAN, 2013).

Assim como as características mostradas pelos géis, os polissacarídeos são similares a estes, sendo capazes de aumentar a viscosidade das soluções, portanto fazem-se essenciais nos alimentos controlando a textura e a estrutura dos mesmos (TONELLI, 2005).

3.3.1 Polissacarídeos em tubérculos

Os polissacarídeos podem ser extraídos das raízes, dos tubérculos, dos caules e das sementes de muitos vegetais, apresentando função de reserva energética, como é o caso do amido, da inulina e dos galactomananos (DA CUNHA; DE PAULA; FEITOSA, 2009).

O principal polissacarídeo encontrado em tubérculos é o amido. É também o polissacarídeo de reserva energética mais encontrado nas plantas e mais utilizado como alimento, é composto de dois polissacarídeos: amilose e amilopectina (DA CUNHA; DE PAULA; FEITOSA, 2009).

3.3.2 Amido

Os tubérculos do gênero *Dioscorea* (Família *Dioscoreaceae*) possuem mais de 600 espécies espalhadas mundialmente e são conhecidos por possuírem grande quantidade de amido (RIBEIRO, 2012).

O amido ($C_6H_{10}O_5$) $_n$ é um produto de origem vegetal abundante na natureza, atuando como fonte de reserva energética. Também é considerado importante na dieta humana, encontrado no formato de grãos (partículas de 2 a 100 μ m) em raízes, sementes e caules de diversos tipos de plantas, tais como milho, trigo, arroz, cevada e batatas. Trata-se de um polissacarídeo de grande importância para as nutrições animal e humana (TONELLI, 2005).

Os amidos constituem-se em duas classes de polímeros: a amilose que é um polissacarídeo com estrutura linear de D-glucose, e a amilopectina que é um polímero ramificado, também de D-glucose (TONELLI, 2005).

A amilopectina (Figura 2), está presente em maior quantidade entre 70-80% do amido total, possui cadeia ramificada constituída por moléculas de glicose unidas em ligações α -1-4 e α -1-6. Sendo assim, considerada a fração organizada e com maior resistência à penetração de água (ALMEIDA, 2010).

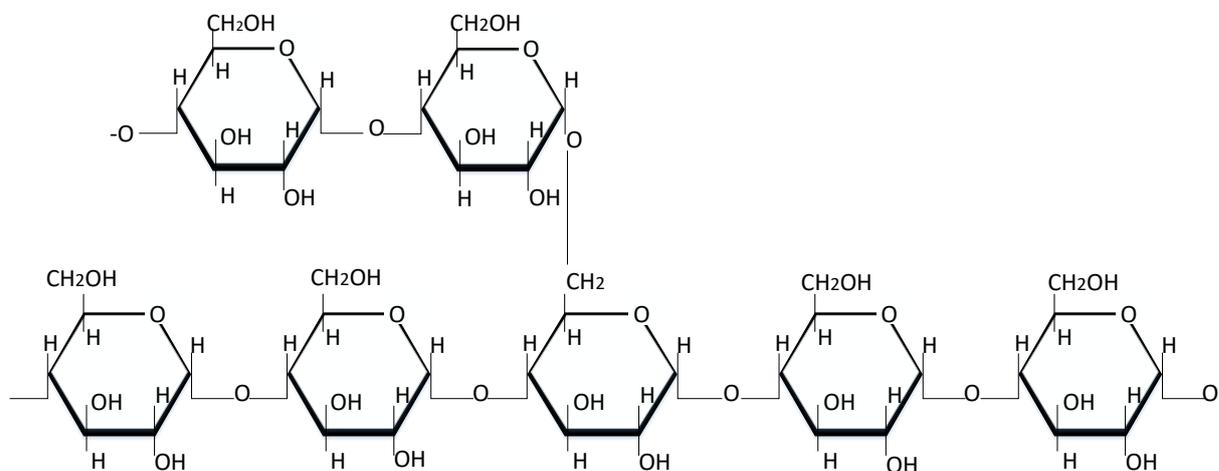


Figura 2 - Estrutura química da amilopectina
Fonte: Autoria própria

A amilose (Figura 3) possui uma estrutura mais simples do que da amilopectina, é um polímero com estrutura linear composto por unidades de glicose unidas em ligações α -1-4, é a fração amorfa e menos organizada do amido (aquela que permite a penetração da água entre suas camadas), representa 20-30% do amido (MARQUES, 2005).

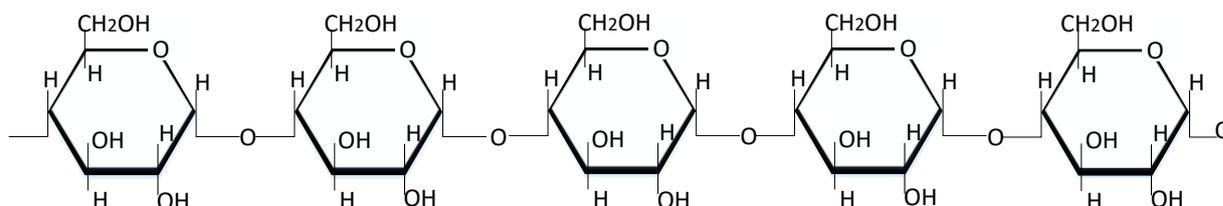


Figura 3 - Estrutura química da amilose

Fonte: Autoria própria

Possuindo funções como viscosidade, poder geleificante, adesão, entre outras propriedades que são conseqüências da proporção amilose/amilopectina, teor de proteína e gordura, além da sua estrutura, forma e tamanho dos grânulos, o amido é utilizado na indústria de alimentos. A quantidade que permanece de resíduos da estrutura celular vegetal, na forma de impurezas, no amido resulta da composição da planta e do método de extração e purificação. Além de ser utilizado na forma originária, o amido pode ser modificado quimicamente propiciando novas possibilidades de aplicações (CUNHA; PALMIRO; ASCHERI, 2014).

3.4 QUANTIFICAÇÃO DE POLISSACARÍDEOS

Mono, oligo e polissacarídeos apresentam distintas estruturas com variadas diferenças químicas e propriedades físicas. Os polissacarídeos em destaque podem ser formados por várias unidades diferentes de monossacarídeos ou constituídos pela mesma unidade monossacarídica com diferentes possibilidades de ramificações e ligações glicosídicas (SERRATO, 2002).

As técnicas mais empregadas nas análises qualitativa e quantitativa de misturas de monossacarídeos são a Cromatografia Líquida de Alta Performance (CLAE) e a Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM). São também utilizadas técnicas cromatográficas mais simples, métodos colorimétricos como o fenol-sulfúrico (PhOH:H₂SO₄) (SERRATO, 2002).

Os métodos mais empregados nas indústrias de alimentos, como é o caso dos métodos de Antrona e de fenol sulfúrico, são métodos geralmente mais utilizados em pesquisas de açúcares totais, que tem como por fundamento a hidrólise ou digestão dos compostos orgânicos pelo tratamento com ácidos, usualmente o ácido sulfúrico, produzindo cores devido à reação (SILVA et al., 2003).

A presença de amido em algum material é caracterizada a partir da adição de iodo, pois se coram de azul-arroxeados frente ao iodo, pelo fato deste halogênio produzir um complexo com os polissacarídeos, principalmente amilose. Se faz uso como corante de identificação, a glicerina iodada ou o lugol. A intensidade da reação com iodo ocorre na seguinte ordem decrescente: amilose, amilopectina, glicogênio. E as cores observadas são respectivamente: azul intenso, violeta e castanho. Moléculas com elevado peso molecular (amilose e a amilopectina) podem ter reações de complexação, com formação de compostos coloridos (CARNEIRO et al., 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 COLETA E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL BOTÂNICO

A coleta do material botânico foi realizada no horto – Agronomia UTFPR, no município de Pato Branco, na região Sudoeste do Paraná. Exsicata está depositada no herbário da UTFPR - Câmpus Pato Branco – HPB 1103.

4.2 EFICIÊNCIA DO BRANQUEAMENTO (teste da peroxidase).

As amostras foram descascadas, lavadas e cortadas, iniciando assim o processo de branqueamento das mesmas, a fim de evitar a deterioração das amostras. Após a higienização, as amostras foram colocadas em água fervente por 4 minutos e depois resfriadas em água gelada.

Seguindo a metodologia sugerida por Griswold (1972) utilizada para comprovação da inativação das enzimas, foi realizado o teste da peroxidase. De cada amostra, uma porção de 5 g foram colocadas em um tubo de ensaio, acrescentando 5 mL de água destilada, 1 mL da solução de guaiacol a 1% e em seguida a solução de água oxigenada a 2%. O tubo foi então agitado e deixado em repouso. Caso não ocorra mudança de coloração na amostra, comprova-se a inativação da enzima peroxidase.

4.3 EXTRAÇÕES DE POLISSACARÍDEOS UTILIZANDO HIDRÓXIDO DE SÓDIO (NaOH)

Seguindo a metodologia proposta por Maity et al., (2014), com modificações, a extração dos tubérculos de cará-moela iniciou pelo fracionamento dos tubérculos, cuidadosamente lavados com água destilada várias vezes e triturados. O material obtido foi fervido com solução de NaOH (4% m/v) por 1 hora. As amostras foram armazenadas

em geladeira a 4 °C por 14 horas, e então filtradas. Após isso, as amostras foram centrifugadas a 4 °C, 8000 rpm, por 50 min. Após a centrifugação, o sobrenadante que se constitui no polissacarídeo, foi recolhido, liofilizado e sua massa quantificada, sendo a massa, a variável dependente do processo. O objetivo da extração foi obter a maior quantidade possível em massa do polissacarídeo presente no tubérculo do cará-moela.

4.4 EXTRAÇÕES DE POLISSACARÍDEOS UTILIZANDO ÁGUA

O mesmo procedimento foi repetido conforme descrito no item 4.3, havendo a substituição do NaOH por água.

Após a determinação da melhor condição para extrair a maior quantidade em massa de polissacarídeo, foi então realizada a extração do polissacarídeo do cará-moela na condição ideal e o material foi utilizado nas demais análises.

4.5 CARACTERIZAÇÕES DA PRESENÇA DE POLISSACARÍDEOS

Foram dissolvidos alguns miligramas do extrato seco em 5 mL de água destilada. E então adicionado duas gotas de lugol*. A presença de polissacarídeos é observada com o aparecimento de coloração azul (RODRIGUES et al., 2012).

*Lugol: 5 g de iodo (I₂) + 10 g de iodeto de potássio (KI). Completou-se o volume para 100 mL com água destilada, diluindo 1:10.

4.6 QUANTIFICAÇÕES DE POLISSACARÍDEOS PELO MÉTODO DE FENOL-SULFÚRICO

O método de fenol sulfúrico utilizado, fundamenta-se na determinação de açúcares simples, polissacarídeos e seus derivados, após a desidratação dos mesmos pelo ácido sulfúrico e seguido da complexação dos produtos formados com o fenol. A

mudança na coloração da solução é medida na região do visível e é proporcional à quantidade de açúcares contidos na amostra (SILVA et al., 2003).

O conteúdo de polissacarídeo foi determinado de acordo com o método do fenol-sulfúrico proposto por Dubois et al. (1956). Padrão de glicose (0,1 g) foi dissolvido com água destilada (100 mL). E, em seguida, a solução padrão diluída para concentrações diferentes, como padrão, utilizou-se alíquotas de glicose de 0 a 50 µg. Adicionou-se fenol a 5%, em seguida, adicionado ácido sulfúrico (2,5 mL). Os tubos foram agitados para homogeneização da mistura, resfriados, seguindo-se as leituras em espectrofotômetro a 490 nm.

4.7 COMPOSIÇÃO DO TUBÉRCULO *IN NATURA*

A fim de manter as características das amostras, devido as condições climáticas da região de coleta, a composição do tubérculo do cará-moela (*D. bulbifera*), como as determinações de umidade e cinzas foram realizadas com os tubérculos *in natura*. Para as demais análises de composição química, (lipídios, proteínas, carboidratos por diferença e fibra alimentar), os tubérculos foram descascados, processados em fatias, branqueados e secos a 65 °C em estufa, seguindo a metodologia estudada por Leonel et al., (2002). Em seguida, foram colocados em envelopes plásticos, vedados a vácuo com o auxílio de uma seladora, armazenados sob refrigeração até o momento das análises.

4.7.1 Curva de secagem

Utilizando a metodologia adaptada de Leonel et al., (2002), foi realizada a secagem do cará-moela. Utilizando Equação 1, foi calculado o teor de umidade em base úmida (%U_{bu}).

$$\% U_{bu} = \frac{m_{\text{água}}(g)}{m_{\text{amostra}}(g)} \times 100 \quad (1)$$

m_{água} = massa de água evaporada ao final da secagem (g);

m_{amostra} = massa inicial da amostra (g).

A partir dos valores de massa obtidos, foi calculado o percentual de umidade do material (%U_{bu}) para cada momento de pesagem, convertendo seus valores para razão de umidade (X), adimensional, de acordo com a Equação 2:

$$X = \frac{U - U_e}{U_0 - U_e} \quad (2)$$

Os dados experimentais encontrados foram ajustados aos modelos de Lewis e de Logarítmico (Equações 3 e 4, respectivamente), a fim de verificar qual delas melhor se ajusta à cinética de secagem para a coleta do material.

$$X = \exp(-k \times t) \quad (3)$$

$$X = a \times \exp(-k \times t) + c \quad (4)$$

X = razão de umidade, adimensional;

t = tempo de secagem, min.;

k = constantes de secagem, s⁻¹;

a, c = coeficientes do modelo, adimensional.

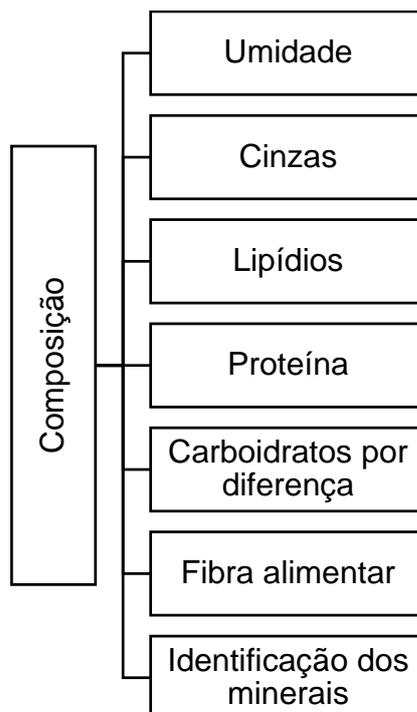


Figura 4 - Fluxograma das atividades realizadas na determinação da composição química do Carámoela.

Fonte: Autoria própria

4.7.2 Umidade

A umidade foi determinada por gravimetria a 105 °C em estufa com circulação de ar até massa constante (BRASIL, 2005), e pesados cinco gramas para a determinação.

O percentual de umidade (%U) foi obtido pela equação 5 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\%U = \frac{(P_c + P_a) - P_d}{P_a} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

P_c = amostra do cadinho;

P_a = Peso da amostra;

P_d = Peso depois da secagem.

4.7.3 Cinzas

Para o teor de cinzas foi utilizado o método de incineração, pela calcinação em mufla a 550 °C, por 4 horas, método da AOAC (2000) (Association of Official Analytical Chemistry).

O percentual de cinzas (%C_i) foi obtido pela equação 6 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\%C_i = \frac{(P_d - P_c)}{P_a} \times 100 \quad (6)$$

Onde:

P_c = amostra do cadinho;

P_a = Peso da amostra;

P_d = Peso depois da secagem.

4.7.4 Lipídios

O teor de lipídios foi determinado por extração, utilizando-se éter de petróleo como solvente, por 6 horas em extrator Soxhlet, conforme método da AOAC (2000).

O percentual de lipídeos (%L_i) foi obtido pela equação 7 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\%L_i = \frac{(P_d - P_b)}{P_a} \times 100 \quad (7)$$

Onde:

P_a = Peso da amostra;

P_b = Peso do balão seco em estufa;

P_d = Peso do balão após a extração.

4.7.5 Proteína

As proteínas foram determinadas pelo nitrogênio total, empregando-se a técnica de Kjeldahl de acordo com o método da AOAC (2000) e utilizando o fator de 6,25 para conversão em proteína bruta.

O percentual de nitrogênio total (%N) foi calculado pela equação 8 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\%N = \frac{(V \times N \times f_c \times 0.014)}{P_a} \times 100 \quad (8)$$

Onde:

P_a = Peso da amostra;

N = normalidade da solução de HCl (0,01);

V = Volume de HCl 0,01 mol L⁻¹, gastos na titulação da amostra diminuído do V de HCl 0,01 mol L⁻¹, gastos na titulação branco;

f_c = fator de correção da solução de HCl 0,01 mol L⁻¹,

O percentual de proteína bruta total (%PB) foi calculado pela equação 9 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

$$\%PB = \%N \times fator \quad (9)$$

Onde:

Fator = 6,25

4.7.6 Carboidratos por diferença

Os carboidratos foram calculados por diferença, entre [100 – a soma do conteúdo de (umidade, cinzas, lipídios e proteínas)], conforme TACO-UNICAMP (2006). Os valores de carboidratos obtidos incluíram os valores da fibra alimentar total.

4.7.7 Fibra Alimentar

O teor de fibra alimentar, foi determinado de acordo com o método enzimático-gravimétrico da AOAC (2000), utilizando o kit enzimático da marca Sigma.

4.7.8 Teor de minerais

Os minerais foram determinados a partir da determinação do teor de cinzas, descrito anteriormente. As cinzas foram solubilizadas com 25 mL de HNO₃ 50%, aquecidas em banho-maria por 30 min. e filtradas em balão volumétrico de 100 mL, lavando o cadinho com água deionizada quente. Após a aferição com água deionizada quente, os minerais foram analisados em espectrofotômetro de absorção atômica, em comprimento de onda específico para cada mineral. Foram analisados teores de Fe, Ca, K, Na e Mg segundo a AOAC (1997), através da metodologia por espectroscopia de absorção atômica usando chama ar-acetileno com exceção do cálcio para o qual foi usado uma mistura de acetileno-óxido nitroso (Analytik Jena AG; Modelo A 300).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO POLISSACARÍDEO

A presença de polissacarídeos na espécie de cará-moela, foi confirmada com a utilização do reagente lugol, como pode ser observada na Figura 5, onde a coloração azul indica a presença do polissacarídeo (amido).

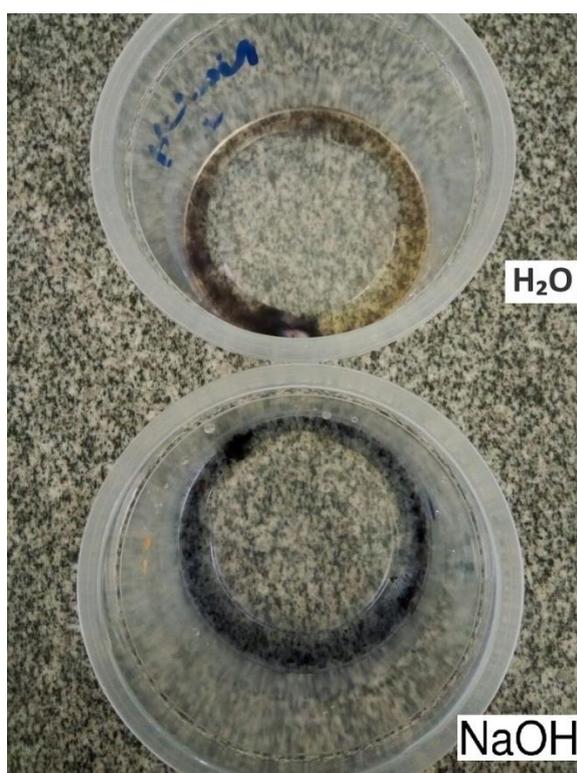


Figura 5 - Presença de polissacarídeos em cará-moela

A cor azul resultante é significado da complexação da amilose e da amilopectina que são constituintes do amido, com o iodo (CARNEIRO et al., 2009).

O método de fenol-sulfúrico foi utilizado para a medição do polissacarídeo total utilizando a glicose como padrão. A partir das diferentes concentrações do padrão de glicose foi obtida a curva de calibração (Figura 6).

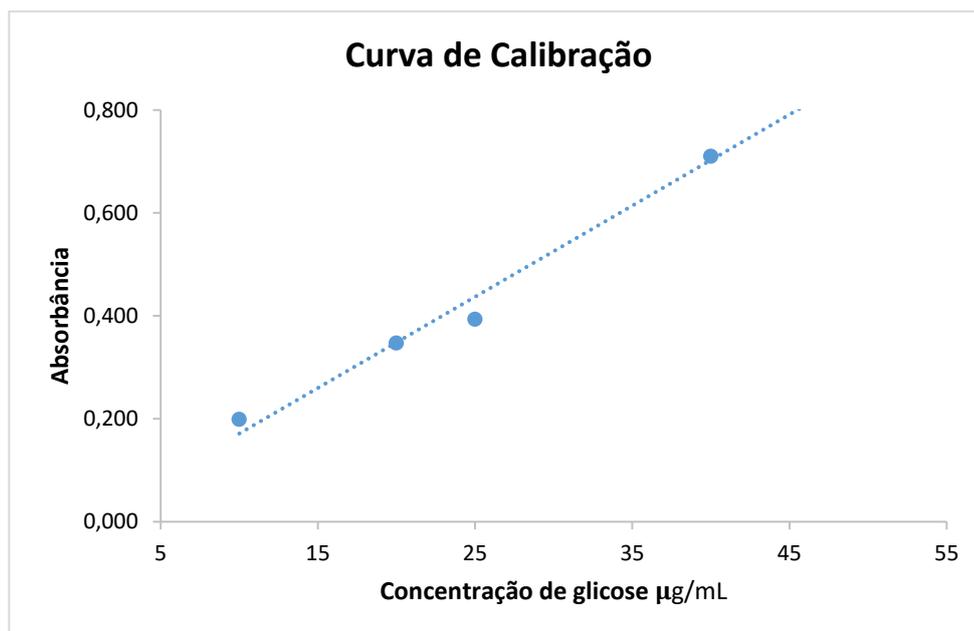


Figura 6 - Curva de calibração padrão de glicose

Através da curva de calibração foi encontrada a equação 10, que apresentou coeficiente de correlação $R^2 = 0,9911$.

$$y = 0,0177x - 0,0056 \quad (10)$$

Apenas o milho e a mandioca são utilizados em escala industrial como fonte de amido, no Brasil (SANTOS et al. 2013). Neste estudo foi realizado a extração de polissacarídeos em cará-moela utilizando dois líquidos extratores, hidróxido de sódio (NaOH) que atualmente já é empregado na indústria para extração de amido (ÁREAS; LAJOLO, 1980), além de ter sido testado a viabilidade do uso da água (H₂O) como líquido extrator.

Foi verificado que a melhor condição para a extração de polissacarídeos nos tubérculos de cará-moela foi o hidróxido de sódio (1:50), pois apresentou maiores valores nas concentrações de açúcares totais quando comparados com a água (1:25), como pode ser observado na Tabela 2, quanto ao rendimento de extração, concentração do polissacarídeo obtido e teor de amido.

Tabela 2 - Resultados do rendimento da extração e quantificação de polissacarídeos (*D. bulbifera* L.)

	Rendimento Extração (%) ¹	Açúcares Totais (mg mL ⁻¹)	Teor de Amido (%)
Hidróxido de Sódio (NaOH)	2,93±0,075	3,67	3,30
Água (H ₂ O)	0,52±0,006	0,82	0,74

¹média das triplicatas ± o desvio padrão.

Fonte: Autoria própria

Através dos procedimentos de extração realizados obteve-se um rendimento médio de 2,93% para NaOH e de 0,52% para a água.

A extração de polissacarídeos com água, apresenta algumas vantagens: é um método simples, possui um custo de funcionamento baixo, menor impacto ambiental e geração de produtos seguros para a humanidade (CHUNMEI, 2014). Porém, apresenta baixo rendimento. Possuindo desvantagens como estudado por Chunmei et al. (2014), os quais afirmaram que longo tempo de extração e altas temperaturas, são necessários para a extração com água, podendo assim alterar as propriedades dos polissacarídeos.

O extrato de tubérculo *D. bulbifera* apresenta alto teor de açúcares (3,41 ± 0,15 mg mL⁻¹) (GHOSH et al, 2015). Quando comparado com a batata por também ser um tubérculo, a porcentagem de açúcares totais de 20 genótipos de batata variou de 0,81 a 3,75% de açúcares totais, como encontrado por Pereira & Campos, 1999. Os resultados encontrados neste estudo estão próximos dos observados por estes autores, tanto pela extração com água como pelo hidróxido de sódio 0,82 e 3,67 mg mL⁻¹, respectivamente.

Fatores como grau de maturação durante a colheita do tubérculo, bem como as condições climáticas, nutricionais e armazenamento durante o desenvolvimento do tubérculo influenciam no teor de açúcares (KUMAR et al., 2004).

Um maior teor de amido foi obtido na extração com hidróxido de sódio, conforme visualizado pela equação (11).

$$\% \text{ de amido} = \% \text{ açúcares totais} \times 0,90 \quad (11)$$

A porcentagem de açúcares totais obtidos é multiplicado por 0,90, considerando como sendo o fator de transformação da glicose em amido. Esse teor constitui um dos itens determinantes na qualidade do alimento para fritura (MORENO, 2000).

Assim, o hidróxido de sódio, mostrou-se eficaz para a extração de polissacarídeos, aproximando-se aos resultados já estudados. E três vezes mais eficiente, quando comparado à extração utilizando-se a água como líquido extrator.

5.2 CURVA DE SECAGEM

Tubérculos frescos devido ao alto teor de umidade, são submetidos a secagem e transformados em farinha. A secagem é um método utilizado na preservação de alimentos. Contribuindo, como uma forma de redução da atividade da água, inibindo o crescimento microbiano, melhorando a estabilidade alimentar e minimizando as alterações físicas e químicas durante o armazenamento (DOYMAZ, 2012).

A partir dos dados encontrados em %Ubu, os valores foram convertidos para a razão de umidade (X) como descrito na Equação 2, então foi plotado o gráfico relacionando X em função do tempo (Figura 7) para a análise realizada a 65 °C (Figura 8).

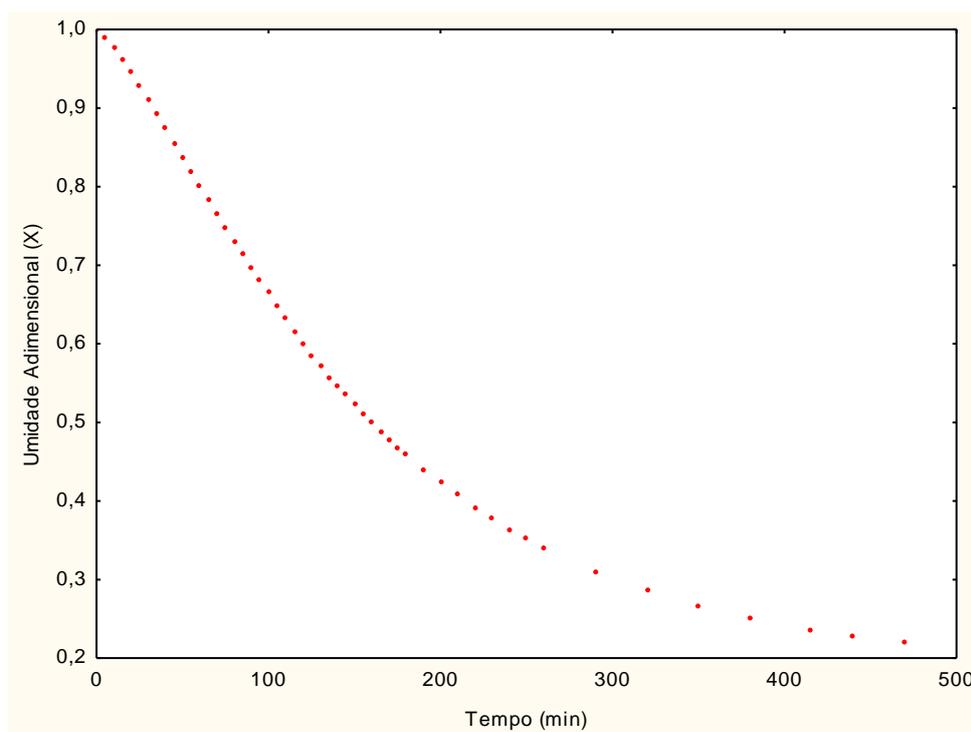


Figura 7 - Curva de secagem do cará-moela a 65 °C
Fonte: Autoria própria



Figura 8 - Tubérculos de cará-moela desidratados em estufa a 65 °C
Fonte: Autoria própria

A secagem do cará moela ocorreu em taxa decrescente, as maiores taxas de redução de água ocorreram no início da secagem. No final da secagem a água se encontra fortemente ligada necessitando de maior energia para sua evaporação, resultando em menores valores da taxa de redução de água.

Os dados experimentais da cinética de secagem foram ajustados aos modelos matemáticos de Lewis e de Logarítmico. E representados no gráfico (Figura 9) para comparação dos modelos de estudo cinético com os dados experimentais da coleta. Assim, puderam ser obtidas as constantes e os coeficientes de determinação para cada modelo (Tabela 3).

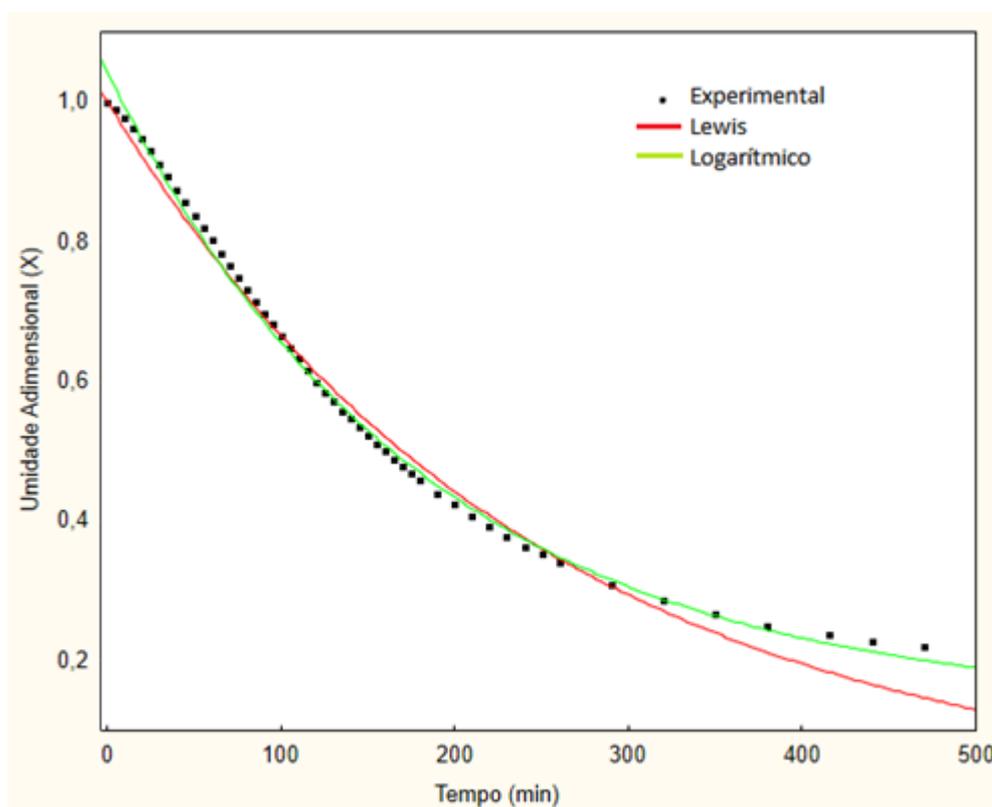


Figura 9 - Comparação das modelagens de Lewis e Logarítmico com os dados experimentais
Fonte: Autoria própria

Tabela 3 - Resultados dos coeficientes e as constantes de determinação para cada modelo a 65 °C

Modelo	k	a	c	R ²	χ ²
Lewis	0,0040	--	--	0,9897	0,0280
Logarítmico	0,0055	0,9091	0,1334	0,9970	0,0080

k = constantes de secagem; a, c = coeficiente do modelo; R² = coeficiente de correlação; χ² = qui quadrado.

Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos, verifica-se que os dois modelos são passíveis de utilização na representação do processo de secagem pois mostraram coeficientes de determinação (R²) superiores a 0,98 (Tabela 3). Observa-se ainda, que o modelo de Logarítmico melhor adaptou-se aos dados experimentais de secagem, apresentando R² acima de 0,99 e menor qui quadrado. O ajuste deste modelo matemático está de acordo com Torres et al. (2011), onde foi determinado que o modelo que melhor descreve o comportamento dos dados de *D. alata* durante a secagem, é o Logarítmico.

5.3 COMPOSIÇÃO DO TUBÉRCULO *IN NATURA*

Os resultados da composição dos tubérculos de cará-moela (*D. bulbifera* L.) estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados dos parâmetros físico-químicos analisados, dos tubérculos de cará-moela (*D. bulbifera* L.)

Parâmetros físico-químicos (%)	Resultados ¹
Umidade	84,46 ± 1,39
Resíduo mineral fixo	0,68 ± 0,02
Lipídios	0,09 ± 0,005
Proteína	3,41 ± 0,27
Carboidratos totais por diferença	11,36 ± 1,46
Carboidratos disponíveis	9,21 ± 1,42
Fibra Alimentar	2,15 ± 0,04

¹média das triplicatas ± o desvio padrão.

Fonte: Autoria própria

Os tubérculos de cará-moela apresentaram valores de umidade próximos aos encontrados por Shajeela et al. (2011), 86,70% ± 0,23. Variações foram verificadas por

Martins et al. (2014), ao analisarem amostras obtidas nos municípios de Marília (SP), Três Pontas (MG) e Niterói (RJ), cujos valores médios foram de 75,90, 77,50 e 72,10%, respectivamente, onde as variações encontradas na composição das amostras estão coerentes com o que poderia se esperar para os diferentes biomas e solo. Fato também relatado por Quadros et al. (2009) que encontraram resultados onde o teor de umidade, quando comparado a diversos tubérculos expostos a várias condições e de diversificadas regiões alteram-se em função de distintos fatores, sendo eles: condições de campo, safra, cultivar e adubação. Ainda, segundo Cereda et al. (2009), as espécies do gênero *Dioscorea* podem apresentar teor de umidade entre 58 a 80%.

O teor de cinzas encontrado, foi menor que os apresentados por Martins et al. (2014), onde obtiveram em média 0,90% de cinzas. Mas, ficou dentro dos valores encontrados por Kayode et al. (2017), onde o teor total de cinzas variou de 0,05 - 1,76%.

Para o teor de lipídios, os valores encontrados foram semelhantes aos obtidos por Vilpoux et al. (2002), que encontraram 0,10 g 100g⁻¹ de lipídios. Ezeocha et al. (2014), ao estudarem a composição de nutrientes de *D. bulbifera*, o teor de gordura variou de 0,11 – 0,37%. Sendo o parâmetro físico-químico de menor percentual entre os macronutrientes.

O teor de proteína bruta segundo Ezeocha et al. (2014) variou de 2,48 a 6,28%, sendo que, os tubérculos de cará-moela analisados ficaram dentro dos valores por eles citados. Uma baixa concentração de proteínas, é justificado pelo acúmulo de amido durante o desenvolvimento do tubérculo, assim como foi verificado por Quadros et al. (2009), no seu estudo sobre a composição química de tubérculos de batata

Martins et al. (2014) encontraram valores de entre 13,30 a 15,90% de carboidratos em diferentes localidades. Em geral, segundo Cereda et al. (2009), a maioria dos tubérculos apresentam geralmente menores teores de cinzas, lipídios e proteínas, tendo a predominância de um alto teor de carboidratos totais, na forma de amido, sendo assim, considerados alimentos energéticos.

Ao analisar a composição centesimal do cará-moela, Martins e colaboradores encontraram valores de fibras entre 4,6 a 9,6%, que são superiores ao determinado no presente trabalho. Polycarp et al. (2012), apresentaram uma variação 1,25 a 3,47%, para o teor de fibra em inhame de Gana (África).

Os resultados analisados apresentam-se coerentes, uma vez que, menor a concentração dos outros parâmetros, como (lipídios, proteína, cinzas e carboidratos), maior o teor de umidade e menor a quantidade de matéria seca. Vargas et al. (2017), cita fatores como umidade, incidência de pragas, disposição de minerais no solo, temperatura,

luz, entre outras causas, que são distintas para cada estação de coleta e estão relacionados aos diferentes valores encontrados nas determinações.

A determinação dos minerais incluíram aqueles de importância nutricional para planta e para o consumo humano, tais como, ferro, cálcio, magnésio, sódio e potássio (Tabela 5).

Tabela 5 - Identificação do teor dos minerais, dos tubérculos de cará-moela (*D. bulbifera* L.)

Mineral	Resultados (ppm)¹
Ferro	0,562 ± 0,018
Cálcio	1,170 ± 0,030
Magnésio	3,967 ± 0,019
Sódio	1,238 ± 0,004
Potássio	2,913 ± 0,018

¹média das triplicatas ± o desvio padrão.

Fonte: Autoria própria

A análise elementar mineral conforme apresentada na Tabela 5 indica que o nível de magnésio foi o mais elevado, seguido pela concentração de potássio, sódio e cálcio, enquanto que o teor de ferro foi relativamente baixo. Um alto teor de magnésio também foi encontrado por Shanthakumari et al. (2008), em relação aos outros minerais analisados. Diferentemente do encontrados por Shajeela et al.(2011), que obteve um maior teor de potássio, seguido de magnésio. O conteúdo mineral do solo em que o tubérculo cresce, o tempo de plantação e colheita, bem como a quantidade de água disponível no solo, determina o conteúdo mineral do inhame (FROSSARD, 2000). O teor de amido em tubérculos é reduzido com baixos níveis de magnésio (YARA CANADA, 2017), já um excesso de potássio reduz o teor de amido no tubérculo (KALI-GMBH, 2017).

6 CONCLUSÕES

Os principais parâmetros físico-químicos de análise (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, carboidratos, fibra alimentar e teor dos minerais) presentes no cará-moela, apresentaram concentrações significativas e próximas aos tubérculos usualmente consumidos e conhecidos.

O tubérculo de cará-moela demonstra propriedades para consumo *in natura* e na forma de farinha, apresentando os nutrientes e minerais necessários para consumo regular, em função dos elevados conteúdos de carboidratos.

Apesar da extração, utilizando água como líquido extrator de polissacarídeos do cará-moela ter apresentado baixo rendimento, o tubérculo representa uma boa fonte de amido. Hidróxido de sódio demonstrou maior capacidade para a extração de polissacarídeos.

Os resultados se revestem de grande importância, pois poderão servir de referência, de informações químicas, para quaisquer possíveis aplicações desse tubérculo sendo o cará-moela, uma hortaliça não convencional, Pois neste trabalho, fez-se um mapeamento da *D. bulbifera*, do ponto de vista químico e nutricional.

7 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Estudos que viabilizem o uso de polissacarídeos extraídos no cará-moela, como na aplicação de biofilmes e na indústria alimentícia são alternativas para trabalhos futuros propiciando o uso deste tubérculo em ampla escala.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. M. Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil, 2010. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Standard test method for water vapor transmission of material – E96-00. **Annual book of ASTM Standards**. Philadelphia: ASTM, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – **AOAC**. **Official methods of analysis**. 17 ed. Gaythersburg, M.D., 2000

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). **Official methods of analysis of AOAC**: 16 ed. Gaithersburg, p. 1141, 1997.

BARRET, D.M.; THEERAKULKAIT, C. Quality indicators in blanched frozen, stored vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.49, n.1, p.62-65, 1995.

BOLZAN, R. C. Bromatologia. Rio Grande do Sul: **Universidade Federal de Santa Maria**, Colégio Agrícola de Frederico Westphalen, 2013. 81 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros / **Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde**, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2015. 484 p. : il.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não-convencionais: (tradicionais) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília : **MAPA/ ACS**, 2010. 52 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instituto Adolfo Lutz**. Métodos Físicos e Químicos para Análise de Alimentos. 4. ed. Brasília, 2005. 1018 p.

CARNEIRO, C., MOURA, D. M., ALEXSANDRA, P., FREITAS, D. A., & COUTO, A. Extração, caracterização e hidrólise do amido presente em tubérculos nas aulas práticas de bioquímica (2009).

CEREDA, M.P. Importância, modo de consumo e perspectivas para raízes e tubérculos de hortícolas no Brasil. In: CARMO, C.A.S. Inhame e taro: sistema de produção familiar. Vitória: **Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural**, 2002. p.27-32.

CHUNMEI GU, & SHU, PAN. (2014). The Comparison and Analysis of Three Extraction Methods for Polysaccharides in Purslane. **Journal of Food and Nutrition Research**, 2(7), 401–405.

CLIPPEL, J. K.; CARMO, H. N. C.; NASCIMENTO, L. C. Z.; CUZZUOL, G. R. F. Análise Química Em Órgãos De Reserva De Algumas Herbáceas E Arbóreas Ocorrentes Na Flora

Do Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1057-1067, 2008.

CORREIA, L. F. M.; FARAONI, A. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Efeitos do processamento industrial de alimentos sobre a estabilidade de vitaminas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n.1, p. 83-95, 2008.

CUNHA, R.; PALMIRO, D.; ASCHERI, R. Propriedades físicas do tubérculo e propriedades químicas e funcionais do amido de inhame p. 71–88, 2014.

CUNHA, P. L. R.; DE PAULA, R. C. M.; FEITOSA, J. P. A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 649-660, 2009.

DOYMAZ, I., Infrared drying of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) slices. **Journal of Food Science and Technology**, 49, pp. 760-766, 2012.

EZEOCHA, V. C., NWOGHA, J. S., OHUOBA, A. N., & CHUKWU, L. I. (2014). Evaluation of Poultry Manure Application Rates on the Nutrient Composition of *Dioscorea bulbifera* (Aerial yam). **Nigerian Food Journal**, 32(2), 92–96.

FENIMAN, C. M. Caracterização de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à Cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita. Piracicaba, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, **Universidade de São Paulo**.

FERREIRA, A. B. Sistemas de cultivo do cará *dioscorea* spp. por sistemas de cultivo do cará *dioscorea* spp. Botucatu. 2011.

FROSSARD, E (2000). Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. **J Sci Food Agric** 80: 861 – 879.

GHOSH S, PARIHAR VS, MORE P, DHAVALÉ DD, CHOPADE BA (2015) Phytochemistry and Therapeutic Potential of Medicinal Plant: *Dioscorea bulbifera*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305800424_Phytochemistry_and_Therapeutic_Potential_of_Medicinal_Plant_Dioscorea_bulbifera>. Acesso em 29 Ago. 2017.

GOULART, M. Cará-moela. Disponível em: <<http://www.restauranter.com.br/2015/10/cara-moela.html>>. Acesso em: 11 out. 2016.

GRISWOLD, R.M. Estudo Experimental dos Alimentos. São Paulo : Ed. Edgard Blucher, 1972.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo, SP). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do **Instituto Adolfo Lutz**. 4. ed. Brasília: ANVISA, 2008.

KAYODE, R. M. O., BUHARI, O. J., OTUTU, L. O., AJIBOLA, T. B., & OYEYINKA, S. A. (2017). Physicochemical Properties of Processed Aerial Yam (*Dioscorea bulbifera*) and Sensory Properties of Paste (Amala) **Prepared with Cassava Flour**, 12(2), 84–94.

KALI-GMBH. **Nutrientes para a qualidade da batata**, 2017. Disponível em: <<http://www.kali-gmbh.com/ptpt/fertiliser/news/news-20140320-nutrients-for-potato-quality.html>>. Acesso em: 18 out. 2016.

KUMAR, D.; SINGH, B.P.; KUMAR, P. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. **Annals of Applied Biology**, v.145, n.3, p.247-256, 2004.

LIPORACCI, J. S. N.; MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeito do método de extração na composição química e nas propriedades funcionais do amido de inhame (*Dioscorea alata*). Semina: **Ciências Agrárias**, v. 26, n. 3, p. 345–352, 2005.

LU, C., NAN, K. & JIAO, M. 2009. Inhibition of cellular proliferation and induction of apoptosis in human esophageal carcinoma cell lines by extracts of *Dioscorea bulbifera* L and Chinese angelica. **Journal of Nanjing Medical University**. 23(6):398-402. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S1007-4376\(09\)60089-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1007-4376(09)60089-7)>. Acesso em: 21 out. 2016

MAITY, P.; SAMANTA, S.; NANDI, A. K.; et al. Structure elucidation and antioxidant properties of a soluble α -D-glucan from mushroom *Entoloma lividoalbum*. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 63, p. 140–149, 2014. Elsevier B.V. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.10.040>>. Acesso em: 15 set. 2016

MARQUES, Patricia T. Propriedades Térmicas, mecânicas e reológicas de filmes de amido de mandioca: efeito da adição de plastificante e de agentes reticulantes. 2005. 120 f. Dissertação (Doutorado em Ciências), **Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis**, 2005.

MARTINS, A. S. A. ; SILVA, L. R. G. ; FAGUNDES, T. S. F. ; CHAGAS, E. F. ; BOSCOLO, O. H. ; FERNANDES, M. L. ; Epifanio, R. A. ; Valverde, A. L. . Composição centesimal do cará-do-ar (*Dioscorea bulbifera* L.) cultivado em diferentes localidades da região sudeste. In: **37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2014, Natal**. O papel da química no cenário econômico atual: competitividade com responsabilidade, 2014.

MORENO, J. D. **Calidad de la papa para usos industriales**. Corpoica, 2000. Disponível em: <<http://www.redepapa.org/calidadpapa.pdf>> Acesso em: 26 set. 2017.

NEGI, P. .; ROY, S. . Effect of Blanching and Drying Methods on β -Carotene, Ascorbic acid and Chlorophyll Retention of Leafy Vegetables. **LWT - Food Science and Technology**, v. 33, n. 4, p. 295–298, 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643800906595>>. Acesso em: 9 nov. 2016.

NOVAES, V. Aprenda como cultivar o cará-moela. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2015/07/aprenda-como-cultivar-o-cara-moela.html>>. Acesso em: 2 set. 2016.

PEDRALLI, G.; CARMO, C.A.S.; CEREDA, M.; PUIATTI, M. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae no Brasil. p. 530–532, 2002.

PEREIRA A da S; CAMPOS AD. 1999. Teor de açúcares em genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural** 29: 13-16.

POLYCARP, D., AFOAKWA, E. O., BUDU, A. S., & OTOO, E. (2012). Characterization of chemical composition and anti-nutritional factors in seven species within the Ghanaian yam (*Dioscorea*) germplasm. **International Food Research Journal**, 19(3), 985–992.

QUADROS, D. A.; IUNG, M. C.; FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. S. Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p.2, p. 316-323, 2009.

RIBEIRO, B. D. Estratégias de Processamento Verde de Saponinas da Biodiversidade Brasileira. p. 2–87, 2012.

RODRIGUES, L. L., SOUSA, M. M. D., SILVA, J. DO N., MARQUES, M. DE J., BRITO, P., & LIMA, A. (2012). Caracterização físico-química e detecção de metabólitos secundários do cará molea (*Dioscorea bulbífera*). **VII Connepi**, 7, 6.

RODRIGUES, E. T., SUMIOKA, A. T. (2003). Produção de cará em função de fontes orgânicas de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 4, p.822-828.

SALOMÃO, T. Cará moela. p. 1–2, 2012. Disponível em: <<http://abcnutricao personalizada.blogspot.com.br/2012/09/cara-moela.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

SHANTHAKUMARI, S.; MOHAN, V.R.; BRITTO, J. Nutritional evaluation and elimination of toxic principles in wild yam (*Dioscorea* spp.) **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, México, vol. 8, n. 3, 2008, pp. 319-325. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93911235012>>. Acesso em: 28 ago. 2017

SERRATO, R. V. Caracterização Química de Carboidratos Presentes em *Spondias cytherea* (CAJÁ). 2002.

SHAJEELA, P.S. ; V. R. MOHAN, L. LOUIS JL, Tresina SP. Nutritional and antinutritional evaluation of wild yam (*Dioscorea* spp.). **Tropical and Subtropical Agroecosystems** 2011; 14(2):723-730.

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**, v. 31, n. 3, p. 337-341, 2003.

TFOUNI, S. A. V.; MACHADO, R. M. D.; GARCIA, L. C.; AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Batata chips e palha**. Campinas: ITAL, 2003. 73 p. (Agronegócio 3).

TONELLI, J. T. C. L.; MURR, F. E. X.; PARK, K. J. Estudo da Reologia de Polissacarídeos Utilizados na Indústria de Alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 181-204, 2005.

TORRES, R; MONTES, E J.; ANDRADE, RICARDO D.; DRYING KINETICS OF TWO YAM (*Dioscorea alata*) VARIETIES. DYNA, [S.l.], v. 79, n. 171, p. 175-182, jan. 2012. ISSN 2346-2183. Disponível em: <<http://168.176.5.108/index.php/dyna/article/view/29592>>. Acesso em: 21 ago. 2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - **TACO**. 2 ed. Campinas, 2006. 113 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 20 out. 2016.

VARGAS, ALINE GARCIAS DE; ROCHA, RAQUEL DALLA COSTA DA; TEIXEIRA, SIRLEI DIAS. Influência da sazonalidade na composição centesimal da *Pereskia aculeata* Miller. **Syn. scy. UTFPR, Pato Branco**, v. 12, n. 1, p. 1–7. 2017. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

VILPOUX; O.; CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; LEONEL, M.; SARMENTO, S. S.; DAIUTO, E. R.; GUERREIRO, L. M.; OLIVEIRA, M. Relatório do projeto temático: Prospecção de novos amidos para industria de alimentos. Processo 98/01649-9, 2002. 37 p.

YARA CANADA **Influencing Potato Tuber Dry Matter Content**, 2017. Disponível em: <<http://www.yaracanada.ca/fr/fertilisation/cultures/pomme-de-terre/qualite/influencing-potato-tuber-dry-matter-content/>> Acesso em: 18 set. 2017.

YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal, London**, v.57, n.3, p.508-514, 1954.

ZAMORA, A. Carbohidratos o Glúcidos - Estructura Química. Disponível em: <<http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohidratos.html>>. Acesso em: 11 out. 2016.