



Universidade de Brasília-UnB

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária-FAV

RAFAELA VELOSO

**EXTRAÇÃO DE AMIDO DE MANDIOCA, BATATA DOCE E
MANGARITO, RENDIMENTO E USO NA CONFECÇÃO DE PLÁSTICO
BIODEGRADÁVEL**

Brasília
2019

RAFAELA VELOSO

**EXTRAÇÃO DE AMIDO DE MANDIOCA, BATATA DOCE E
MANGARITO, RENDIMENTO E USO NA CONFECÇÃO DE PLÁSTICO
BIODEGRADÁVEL**

Artigo ao Curso de Graduação em
Agronomia do *Campus* Darcy Ribeiro da
Universidade de Brasília - UnB como
requisito parcial para obtenção de título de
bacharel.

Orientador: Karim Marini Thomé

Brasília
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Veloso,R. Extração de amido de mandioca, batata doce e mangarito, rendimento e uso na confecção de plástico biodegradável. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária- Universidade de Brasília- UnB, Brasília, 2019.

Cessão de direitos

Nome do Autor: Rafaela Veloso

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Extração de amido de mandioca, batata doce e mangarito, rendimento e uso na confecção de plástico biodegradável

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Rafaela Veloso

Extração de amido de mandioca, batata doce e mangarito, rendimento e uso na confecção de plástico biodegradável

Rafaela Veloso

Matrícula - 130048054

Monografia de graduação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo

APROVADA EM _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Karim Marini Thomé, Dr. Professor Da Gestão do Agronegócio- UnB

Dra. e Pós- Rosa Maria de Deus de Sousa, Dra. e Pós- Doutoranda na Gestão do Agronegócio na UnB (Avaliadora interno)

Giselle Cappellesso, Mestranda de Gestão do Agronegócio- UnB (Avaliadora interna)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado à vida, aos meus pais por terem me dado todo apoio ao processo de formação acadêmica e ao Corpo Docente desta instituição por ser mediador dos conhecimentos transmitidos.

AGRADECIMENTOS

Sem dúvidas, devo a Deus por qualquer conquista e essa, da graduação, é uma que estou citando dentre tantas outras que ele me proporcionou e continua proporcionando nesta breve trajetória de vida.

Agradeço a instituição por ser maleável e atender as expectativas esperadas e por ter uma equipe de docentes com qualificações imprescindíveis para o processo de formação acadêmica de sucesso e diferenciada.

Ao orientador Karim Marini Thomé por todo o tempo e colaboração para o desenvolvimento desse trabalho.

À minha querida co-orientadora, Rosa Maria De Deus De Sousa, por ser um exemplo de pessoa, professora e co-orientadora. Você não só tem o dom de co-orientar como nos levanta e mostra caminhos, muito obrigada de coração por ter sido um anjo em minha vida.

Ao professor Márcio Antônio Mendonça, por todo o carinho e ajuda prestada nas etapas de análise nutricional, desenvolvidas em laboratório.

À colega Grasielle Dias, por ter sido minha parceira de laboratório e uma ótima companhia.

Aos meus amigos, Tercius Fabricius, Giovana Ferreira e Larissa Nanine que compartilharam dos inúmeros desafios enfrentados na graduação e tornaram divertidos os meus dias nesta instituição, obrigada pelos momentos de descontração e por serem as melhores pessoas que eu poderia conhecer ao longo do curso.

Ao meu esposo, Deybson Fernandes Resende, que sempre me ajudou e apoiou em assuntos relacionados à graduação, obrigada por todo o seu amor e amizade.

E por fim agradeço aos meus pais por todo amor, apoio e incentivo aos estudos, por proporcionar a disciplina e acesso à educação; além dos meus pais agradeço à minha pequena filha Valentina Veloso Fernandes; e aos demais colegas de graduação que sempre foram aliados. Muito obrigada!

“A persistência é o caminho do êxito”.
Charles Chaplin

EXTRAÇÃO DE AMIDO DE MANDIOCA, BATATA DOCE E MANGARITO, RENDIMENTO E USO NA CONFECÇÃO DE PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL

Veloso, R.

RESUMO

Embalagens produzidas a partir de biopolímeros, derivados do amido tornaram-se centro de pesquisas e se denotam como alternativas sustentáveis na substituição dos derivados de petróleo. O presente trabalho apresenta as raízes convencionais de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e a raiz não convencional de mangarito (*Xanthosoma mafaffa* L.). O trabalho teve como objetivo a caracterização nutricional, extração e rendimento de amido de raízes de mandioca, batata-doce e mangarito, além da aplicação na elaboração de plástico biodegradável. Foi proposta a realização da caracterização físico-química (composição centesimal), extração e rendimento de amido, das raízes de mandioca, batata-doce e mangarito. O maior rendimento de amido foi observado nas raízes de batata-doce a qual apresentou percentual de 66,03%, seguido pelas raízes do mangarito 64,22%, indicando esta raiz de plantas alimentícias não convencionais possui grande potencial para este uso, além de fornecer significativa concentração de energia para a nutrição humana. A mandioca obteve destaque na concentração de cinzas, lipídeos e carboidratos, seguida do mangarito com teor superior de cálcio, potássio, acidez titulável e proteínas, já a batata-doce apresentou elevados teores de umidade. Os resultados da análise de absorção de água pelos plásticos desenvolvidos revelaram que o plástico confeccionado com o amido de mandioca foi o que absorveu maior percentual de água, tanto o plástico colorido como o plástico transparente. Com base nos resultados desta pesquisa pode-se afirmar que o uso das raízes para confecção de plásticos biodegradáveis é uma alternativa viável, pois, podem ser aplicados como embalagens funcionais com uso pelas indústrias viabilizando a redução da poluição ambiental.

Palavras-chave: Batata-doce; mangarito; mandioca; amido; composição química; bioplástico.

CASSAVA STARCH EXTRACTION, SWEET POTATO AND CIGAR, YIELD AND USE IN BIODEGRADABLE PLASTIC MAKING

Veloso, R.

ABSTRACT

Packaging made from biopolymers, starch derivatives have become the center of research and are denoted as sustainable alternatives in the substitution of petroleum derivatives. The present work presents the conventional roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz L.), sweet potato (*Ipomoea potatoes* L.) and unconventional mangrove root (*Xanthosoma mafaffa* L.). The objective of this work was the nutritional characterization, extraction and starch yield of cassava, sweet potato and mangarito roots, besides the application in the elaboration of biodegradable plastic. It was proposed to perform the physicochemical characterization (centesimal composition), starch extraction and yield of cassava, sweet potato and mangarito roots. The highest starch yield was observed in sweet potato roots, which presented a percentage of 66,03%, followed by the roots of the mangarito 64,22%, indicating this root of unconventional food plants has great potential for this use, besides providing significant energy concentration for human nutrition. Cassava was highlighted in the concentration of ashes, lipids and carbohydrates, followed by the manganese with higher calcium, potassium, titratable acidity and protein content, while sweet potato presented high moisture content. The results of the water absorption analysis of the developed plastics revealed that the plastic made with cassava starch absorbed the highest percentage of water, both the colored plastic and the transparent plastic. Based on the results of this research it can be stated that the use of roots to make biodegradable plastics is a viable alternative, as they can be applied as functional packaging for use by industries, enabling the reduction of environmental pollution.

Key-words: Sweet potato; cuff; manioc; starch; chemical composition; Bioplastic

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo geral	15
1.2 Objetivos específicos	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Raízes, composição nutricional e importância econômica	16
2.2 Amido, extração de fontes vegetais e formas de aplicação	17
2.3 Plantas alimentícias convencionais e não convencionais	17
2.3.1 Cultura da mandioca	18
2.3.2 Cultura da batata-doce	19
2.4 Embalagens plásticas	20
2.4.1 Embalagens biodegradáveis	21
3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.1 Rendimento e extração do amido	22
3.3 Produção do plástico biodegradável	24
3.4 Análises Físico – Químicas	25
3.5 Descrições das etapas das análises da composição química das amostras ...	25
3.5.1 Umidade	25
3.5.2 Lipídeos	26
3.5.3 Cinzas	27
3.5.4 Minerais	28
3.5.5 Proteínas	29
3.5.6 Carboidrato	31
3.5.7 Valor calórico	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5. CONCLUSÃO	36
6. REFERÊNCIAS	37

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1- Decantação do amido: Mangarito, mandioca e batata-doce (UnB, 2019)..	23
Figura 2- Fluxograma do processamento das raízes.	23
Figura 3- Ingredientes e preparo do bioplástico (UnB, 2019).....	24
Figura 4- Amostras imersas e plástico após absorção de água (UnB, 2019).....	25
Figura 5 - Amostras desidratadas das raízes (UnB, 2019).....	26
Figura 6- Filtro XT4 sendo introduzido em máquina com extrator.....	27
Figura 7 - Triplicata das amostras colocadas na mufla (UnB, 2019).	28
Figura 8 - Balões volumétricos com cinzas e água destilada (UnB, 2019).....	29
Figura 9 - Destilador de nitrogênio (UnB, 2019).....	30
Figura 10 - Amostra titulada com PH 8,2 (UnB, 2019).	31
Figura 11- Plásticos transparentes e coloridos (UnB, 2019)	34

SUMÁRIO DE TABELAS

Tabela 1- Análise de minerais de raízes de batata doce (mg/ 100g), mangarito e mandioca, Universidade de Brasília-UnB 2019.	32
Tabela 2- Análise Físico-químicas de raízes de batata doce, mangarito e mandioca, Universidade de Brasília-UnB, 2019.	33
Tabela 3- Resultados do rendimento de amido de raízes de batata-doce, mangarito e mandioca, absorção de água pelos plásticos desenvolvidos a partir do amido das raízes, colorido artificialmente e transparente.	34

1. INTRODUÇÃO

De importância indiscutível, o amido é tido como uma das principais substâncias de reserva em plantas superiores, disponibilizando boa parte das calorias contidas na alimentação humana. Com a expansão da indústria o mercado de amidos vem crescendo e se aperfeiçoando nos últimos anos, tendo a indústria alimentícia destaque como maior consumidora. O amido é facilmente utilizado com a finalidade de modificar tempo de cozimento, a formação de pastas e géis estabilizar a retrogradação no descongelamento e resfriamento, bem como a formação de filmes (SINGH et al., 2003).

A importância do uso direto do amido e suas propriedades físico-químicas, tem chamado a atenção de diversos setores como a indústria farmacêutica, têxtil, cosmética e indústrias voltadas para a produção de papéis e plásticos, mostrando a gama de utilidades do biopolímero em aplicações industriais (CUNHA, 2016).

Posterior à celulose, o amido é o biopolímero de maior abundância no mundo (BAYER & LAMED, 1992), além de ser a reserva mais comum de polissacarídeo. É composto basicamente de grânulos cristalinos insolúveis em água. Conformados de polímeros lineares (amilose) e de polímeros ramificados (amilopectina) e comumente obtido de diversas fontes vegetais, a exemplo, a mandioca, a batata-doce e o mangarito.

Mangarito (*Xantossoma mafaffa*) é uma PANC (planta alimentícia não convencional) comumente conhecido como mangará, mangarito e taioba portuguesa, detém diversas características nutricionais, em destaque sua quantidade de amido, o mangarito vem sendo requerido com intuito de ampliar a base alimentar de territórios vulneráveis socioeconomicamente (LEONEL & CEREDA, 2002). Um enfoque maior dado a comercialização e produção do mangarito possibilita torna-lo mais popular no mercado hortigranjeiro.

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma planta de uso convencional tida como uma excelente fonte energética, ocupa local de destaque entre as culturas mais exploradas nos países tropicais. Por se tratar de uma planta brasileira é amplamente consumida e produzida em todo o território, principalmente nas regiões mais carentes.

A batata doce (*Ipomoea batatas L*) é uma hortaliça convencional de grande popularidade com uma ampla gama de cultivares, possuindo características como: fácil cultivo, tolerância a seca e boa adaptabilidade (EMBRAPA, 2006). Além de constituir uma boa fonte nutricional para alimentação humana, está presente na dieta animal bem como na produção industrial, onde considerando seu potencial agrícola, é base para artigos alimentícios, farináceos e têxtis sendo também uma eficiente fonte na produção do álcool e plástico (SILVA,2010).

Naturalmente as embalagens plásticas desempenham papel fundamental na indústria alimentícia, atuando como barreira contra agentes químicos, físicos e biológicos que venham a acelerar o processo de deterioração do produto, garantindo a sua integridade desde o transporte até o uso final. Atrelado a isso, desempenham a função de veículo de informação, uma vez que sua estrutura pode conter aspectos relacionados as, instruções de armazenamento, preço, período de validade e rastreabilidade do produto. Pode ainda ser classificada de acordo com sua conveniência, sendo de fácil manuseio, permitindo fechamento, aquecimento entre outros fatores que visam atrair o olhar de consumidores (JORGE, 2013).

Com a expansão da conscientização de consumidores com relação ao uso indiscriminado de recursos e seus efeitos ao meio ambiente, deu-se início a pesquisas que visam a substituição de embalagens contendo polímeros sintéticos por polímeros biodegradáveis que venham a ser incorporados ao solo em um curto lapso temporal. O processo de biodegradação ocorre de forma natural, a partir da ação de microrganismos que deterioram ao polímero transfigurando as macromoléculas em pequenos fragmentos, processo que depende da cristalinidade do polímero, temperatura, PH entre outros fatores (AVELLA et al., 2005; DAVIS e SONG, 2006) garantindo assim a degradação total do material e a integridade do meio ambiente.

1.1 Objetivo geral

O trabalho teve como objetivo a caracterização nutricional, extração e rendimento de amido de raízes de mandioca, batata-doce e mangarito, além da aplicação na elaboração de plástico biodegradável.

1.2 Objetivos específicos

- Analisar a composição química de raízes de mandioca, batata-doce e mangarito;
- Quantificar o rendimento do amido extraído de raízes de mandioca, batata-doce e mangarito;
- Confeccionar um plástico biodegradável a partir do amido extraído de raízes de mandioca, batata-doce e mangarito;
- Avaliar a qualidade do plástico confeccionado com raízes de mandioca, batata-doce e mangarito.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo compõe-se principalmente de uma revisão sobre os seguintes temas: Amido extraído de plantas alimentícias convencionais e não convencionais, consumo, produção e comercialização, mangarito, mandioca, batata-doce, embalagens plásticas e biodegradáveis.

2.1 Raízes, composição nutricional e importância econômica

É de fundamental importância o entendimento sobre a composição química e nutricional de alimentos tanto para a determinação de dietas adequadas e balanceadas aos indivíduos, como para a elaboração de novos produtos (LAJOLO, 1995). São fontes de carboidratos não estruturais, sobretudo amido, que as convertem em fonte de energia geralmente, desprezado no campo, o que poderia ser utilizado para a produção de produtos de origem animal (NUNES IRMÃO et al., 2008).

As raízes tuberosas são compostas por água, amido, carboidratos, fibras totais, fibras insolúveis e solúveis, cinzas, proteínas e lipídeos, sendo que os teores destes compostos variam com a necessidade fisiológica e com o envelhecimento da planta (VIÉGAS, 1976; LORENZI, 1994). A composição nutricional das raízes depende de algumas variáveis como, idade da planta, variedade, espaçamento, adubação e condições edafoclimáticas (FERNANDES, 2016). Apresentam baixos teores de proteína, por ser a parte da planta que tem função de armazenar carboidratos (fonte de energia).

O mercado internacional de raízes salienta uma demanda definida, com uma grande potencialidade de crescimento. Nesse campo, a produção de batata-doce, mangarito e mandioca, no Brasil, denotam ter condições técnicas e econômicas de estar competindo no mercado internacional. São produtos que têm alta adaptabilidade às condições edafoclimáticas e índices de produtividade bastante satisfatórios (EMBRAPA, 2018).

Na indústria, as raízes são usualmente transformadas em farinha, que possui uso essencialmente alimentar, junto com seus produtos derivados, têm competitividade crescente no mercado como insumos em diversos ramos industriais tais como o de alimentos embutidos, embalagens plásticas, colas, mineração, têxtil e farmacêutica (EMBRAPA, 2003).

2.2 Amido, extração de fontes vegetais e formas de aplicação

O amido é um polissacarídeo natural podendo ser obtido de fontes como: frutos, folhas, cereais, raízes e tubérculos, sendo os três últimos os mais utilizados a nível comercial (LIPORACCI; MALI; GROSSMANN, 2005). É considerado o carboidrato de reserva de maior abundância em plantas superiores, existente nos tecidos na forma de grânulos intracelulares. Devido à sua enorme abundância em vegetais é uma das mais relevantes fontes de carboidratos na dieta humana. (LEONEL, 2005).

O amido é uma excelente fonte nutricional e energética, disponibilizando aos seres humanos cerca de 70 – 80% das calorias consumidas (ELIASSON, 1996). Os derivados do amido têm sido comumente utilizados na composição de sopas, massas e molhos com o intuito de conferir ao alimento, textura, viscosidade, aderência, e maior homogeneidade aos produtos, além de possibilitar a confecção de filmes (THOMAS; ATWELL, 1997).

É comumente utilizado na confecção de embalagens e filmes biodegradáveis devido à sua baixa toxicidade e alta reatividade química, apresentando ainda uma estrutura química capaz de proporcionar ao filme uma ótima barreira a oxigênio (MCHUGH; KROCHTA, 1994). No entanto, na indústria de embalagens alimentícias a aplicabilidade desse biopolímero é delimitada por aspectos como a hidrofobicidade e a sua baixa resistência mecânica.

2.3 Plantas alimentícias convencionais e não convencionais

Plantas daninha, pragas, mato, invasoras, entre outros, são termos comumente usados para descrever espécies de grande importância econômica e ecológica, porém, de pouco conhecimento popular. Kinupp (2007) foi um dos primeiros autores a utilizar o termo PANC'S a fim de descrever plantas de grande potencial alimentício que acabaram caindo em desuso pela população.

Com base em dados da FAO (2010), milhões de pessoas sofrem com a desnutrição no mundo, número que poderia ser reduzido com a introdução desses alimentos na dieta populacional, tendo em vista que possuem elevados teores de proteínas e vitaminas quando comparados a alguns alimentos convencionais, além de ampliar a diversificação alimentar e auxiliar na conservação ambiental, uma vez que é considerada de baixo impacto na agricultura, (KINUPP, 2007).

Com um grande potencial de desenvolvimento em ambientes naturais, dispensam a necessidade de grandes tratos culturais, emprego de componentes químicos e cultivo exaustivo (BRESSAN et al., 2011) em virtude dessas espécies já se mostrarem fortemente adaptadas ao meio em que vivem.

Apesar de não existir uma listagem com todas as plantas comestíveis do mundo, o Brasil detém o registro de aproximadamente 2000 espécies alimentícias, porém a maior parte delas é apenas conhecida em comunidades tradicionais de agricultores, indígenas, quilombolas, entre outras. Diversas PANC'S são consumidas in natura, refogadas, fritas, em forma de doces, entre outros, sendo ainda poucos os estudos voltados ao uso dessas plantas (PILLA & AMOROZO, 2009).

2.3.1 Cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) pertencente à família *Euphorbiaceae* e comumente conhecidas como mandioca de mesa, macaxeira ou aipim, é originária da América do Sul, apresenta alta adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas e boa capacidade produtiva, possui grande variabilidade genética, sendo cultivada em inúmeras regiões brasileiras e considerada uma cultura de subsistência para diversas comunidades (FERREIRA et al., 2008).

Com base em dados da FAO (2013), hoje, essa cultura é a quarta mais importante cultura de produção de alimentos do mundo, sendo consumida por mais de 700 milhões de pessoas. Esta cultura tem como destaque a sua capacidade de se adaptar a solos que possuem baixa fertilidade, tendo também resistência à pragas e doenças.

Por ter grandes quantidades de amido polissacarídeos em sua composição, a mandioca é um alimento altamente energético. É consumida sob várias formas, por diversas culturas, entretanto a industrialização facilita o processamento e ela passa a ser ofertada de forma cozida, frita, como base de massas, condimentos, e fonte de amido que detém aplicações vastas na indústria possibilitando a produção de biofilmes (BREUNINGER; PIYACHOMKWAN; SRIROTH, 2009).

2.3.2 Cultura da batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas L.*), é uma hortaliça tuberosa integrante da família das *Convolvulaceas*, com origem na América do Sul (SOUZA & RESENDE, 2001). Apresenta-se como uma cultura amplamente adaptada, comum em regiões de clima tropical e subtropical, com alta resistência e de manejo fácil (MIRANDA et al., 1989). Possui um teor de carboidrato que varia entre 25 - 30%, sendo 98% prontamente digeríveis (CLARK; MOYER, 1988).

Indícios sugerem que sua introdução se deu há mais de 5000 anos se estendendo através dos continentes durante os séculos XVII e XVIII, devido a sua grande adaptabilidade e a eficácia em sua multiplicação (WOOLFE, 1992), é fortemente disseminada e cultivada por comunidades locais, colaborando, dessa forma, para o suprimento alimentar de populações carentes.

Seu consumo é realizado de diferentes formas. A maneira mais comum é cozida, consumida com ou sem temperos, disponibilizando energia suficiente para substituir o pão e outros alimentos consumidos no começo do dia. É muito utilizada no preparo de doces e salgados. Semelhante à mandioca, a batata-doce pode ser modificada, gerando o amido ou farinha, tendo o processamento e destinação parecidos (SILVA et al, 2008).

2.3.3 Cultura do mangarito

O mangarito (*Xanthosoma mafaffa*) pertencente à família *Araceae* é comumente conhecido como mangará, mangareto e taioba portuguesa é tradicionalmente cultivado no norte de Minas Gerais, devido as características peculiares dos rizomas é apreciado na culinária rural de São Paulo e Paraná e sazonalmente comercializado próximo às áreas de produção (COSTA et al., 2008).

Possuindo diversas características nutricionais, em destaque sua quantidade de amido, o mangarito vem sendo requerido com intuito de ampliar a base alimentar de territórios em desenvolvimento (LEONEL & CEREDA, 2002). Um enfoque maior dado a comercialização e produção do mangarito possibilita torna-lo mais popular no mercado hortigranjeiro.

O mangarito, tem como principal componente calórico o amido, tornando-o uma das espécies mais energéticas (107,2 Kcal/100g). É comumente consumido cozido, ao molho ou ensopado com carne, nutricionalmente o seu valor é comparado ao da batata. Já o consumo e valor nutricional das folhas, são comparados ao espinafre. (COSTA et al., 2008). O rizoma do mangarito é uma ótima fonte de carboidratos, influenciando o interesse do consumidor por novos tipos de produtos na alimentação (JUNQUEIRA; LUENGO, 2000).

2.4 Embalagens plásticas

Por um longo período de tempo, as embalagens foram elaboradas com a de proteger o alimento, de forma que não interagisse com ele. Hoje é expressivo o interesse na confecção de novos modelos de embalagens, com a intenção de prolongar sua vida de prateleira e reduzir significativamente o uso de materiais não biodegradáveis (ALMEIDA et al, 2013).

Plásticos são compostos orgânicos formados essencialmente por derivados de petróleo, tendo como destaque a sua baixa condutividade térmica e elétrica, baixa densidade e elevada resistência à corrosão, combinada a variedade de possibilidades de moldagens e formatos e ao baixo custo de sua produção, tornou o plástico um material viável para a maioria das atividades industriais (GONÇALVES, 2007).

A disposição e o gerenciamento de resíduos sólidos, tem sido um dos problemas mais relevantes para a sociedade contemporânea, onde o Brasil representa um papel significativo, produzindo 6 milhões de toneladas em 2011, sendo responsável por 2% da produção mundial de plástico (ABIPLAST, 2012).

Materiais plásticos e poliméricos compõe atualmente parte das ferramentas mais utilizadas pelo homem, sendo um alicerce para o grau atual de desenvolvimento, no que diz respeito a sobrevivência e saúde da população. Nessa conjuntura acredita-se que nas próximas décadas, a demanda por esses materiais tende a aumentar duas a três vezes, devido a ampliação no consumo de plástico nos países em desenvolvimento (INNOCENTNI-MEI & MARIANI, 2005).

Inúmeras são as soluções para o gerenciamento de resíduos plásticos produzidos, dentre elas são propostas, a incineração, reciclagem, ou uso de polímeros biodegradáveis (OLIVEIRA, 2012), atesta que mesmo com os indiscutíveis benefícios oriundos destes materiais, sua utilização exacerbada acarreta problemas como, o depauperamento de matéria-prima não renovável e o acúmulo de resíduos de difícil degradação. Podendo além disso ocasionar danos à saúde dos seres humanos e animais, em suma devido a aditivos químicos utilizados no processo de fabricação

2.4.1 Embalagens biodegradáveis

O interesse em desenvolver embalagens biodegradáveis é crescente, visando a substituição das embalagens tradicionais, que fazem uso de materiais sintéticos não biodegradáveis como matéria-prima, afetando negativamente o meio ambiente em decorrência de seu descarte inadequado. A utilização de matérias-primas vegetais, como amido e celulose, se mostra uma alternativa menos prejudicial à natureza, de caráter renovável e economicamente viável (NAIME et al., 2012).

Polímeros sintéticos demoram em média 40, 50 ou até 200 anos para se decompor no meio ambiente, enquanto, os biodegradáveis levam de 6 a 12 meses para total degradação (COUTINHO et al., 2004). Nos últimos anos, os polímeros biodegradáveis despertaram significativo interesse para a indústria de alimentos, sobretudo no desenvolvimento de produtos que acarretem menor impacto ambiental (BONA, 2007).

A biodegradação é descrita como um processo natural no qual compostos orgânicos são convertidos em compostos mais simples, mineralizados e rearranjados por meio de ciclos elementares como o do carbono, nitrogênio e enxofre. Podendo somente ocorrer na biosfera, tendo os microrganismos, um papel crucial no processo (CHANDRA e RUSTGI, 1998).

Os biopolímeros de maior uso na produção de plásticos, filmes e coberturas comestíveis são as proteínas (caseína, gelatina etc.), polissacarídeos (amido, celulose e pectina) e os lipídios (acetilados, monoglicerídeos, ésteres de ácido graxo, ácidos esteáricos e ceras). A combinação desses polímeros agrega as melhores características desses constituintes, afim de obter um material de melhor qualidade (FAKHOURI, 2007).

3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Tratou-se de um experimento analítico, qualitativo e quantitativo, foram realizadas as análises físico-químicas das raízes de mandioca, batata-doce e mangarito, na qual foram analisados os teores de umidade, lipídeos, cinzas, minerais, proteínas e carboidratos, no Laboratório de Análise de Alimentos na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (UnB), localizada em Brasília – Distrito Federal, no período de 21 de outubro a 14 de novembro de 2019.

Os dados foram avaliados pela análise de variância (ANOVA), para verificação de possíveis diferenças estatisticamente significativa de acordo com o teste Tukey de comparação de médias. Para os cálculos dos resultados foram-se utilizados o Tukey ($p < 0,005$), no Programa Estatístico AgroEstat 1.10712 ver. 77.

3.1 Rendimento e extração do amido

As raízes de mandioca, batata-doce e mangarito foram adquiridas no comércio local de Brasília CEASA (Centrais Estaduais de Abastecimento).

A análise de rendimento de amido foi feita pelo método proposto por Zavareze et al. (2009) com modificações. As raízes foram lavadas, descascadas, pesadas (500g de cada amostra), cortadas em cubos e trituradas (três repetições, na proporção 1 de raiz para 2 de água) em liquidificador industrial até atingir a homogeneidade, posteriormente filtradas com o auxílio de sacos de pano. Em seguida as amostras foram transferidas para três béqueres de 1000ml, etiquetados e deixados em repouso por 24 horas, para que ocorresse a decantação e formação de um precipitado branco como é possível visualizar na figura 1.

Após 24 horas, o sobrenadante foi cuidadosamente retirado com o auxílio de uma pipeta e o precipitado foi lavado com água, afim de garantir a qualidade do amido. Posteriormente os béqueres foram colocados em estufa com circulação forçada de ar, em uma temperatura de 35^oc por 7 horas, garantindo a desidratação do material. Em seguida foi triturado e colocados em sacos de plástico transparente para posterior confecção de bioplástico.

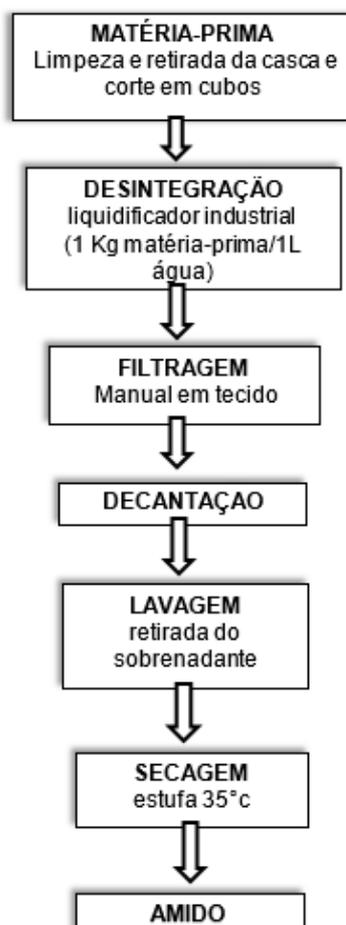
Figura 1- Decantação do amido: Mangarito, mandioca e batata-doce (UnB, 2019).



Fonte: Fotografia do autor.

De acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2, é possível visualizar todo o processo para a produção do amido.

Figura 2- Fluxograma do processamento das raízes.



Fonte: Etapas realizadas pelo autor para obtenção do amido (2019).

3.3 Produção do plástico biodegradável

Foram retiradas 30 gramas do amido e colocado em uma panela, acrescentou-se 200 mL de água, 5 mL de ácido acético, 5 mL de glicerina e 3 gotas em uma parte acrescentou-se corante comercial de cor azul, e a outra parte permaneceu transparente, em seguida levou-se ao fogo mexendo até a formação de um gel concentrado. O gel obtido foi colocado em uma superfície plana, espalhado e foi deixado ali para secar, logo após a secagem total do produto, com o auxílio de uma espátula foi retirado o plástico biodegradável da forma. Foi produzido plástico colorido (acrescentado corante artificial) e transparente de cada raiz.

A figura 3 revela o processo da produção de plástico desde a mistura dos materiais.

Figura 3- Ingredientes e preparo do bioplástico (UnB, 2019).



Fonte: Fotografia do autor.

3.3.1 Teste da Absorção de água pelos plásticos desenvolvidos

Para as análises de absorção de água nos bioplásticos, uma amostra colorida e outra transparente de cada raiz foi submetida a pesagem em balança previamente tarada. Após a pesagem os plásticos foram imersos em água e deixados em repouso pelo período de 1 hora, em seguida foram pesadas, como pode ser observado na Figura 4- *Amostras imersas e plástico após absorção de água (UnB, 2019).*

Figura 4- Amostras imersas e plástico após absorção de água (UnB, 2019).



Fonte: Foto do autor.

Ao longo das realizações das pesagens, o aumento da massa de cada amostra é calculado da seguinte forma:

$$\text{Aumento da massa (\%)} = 100 \times \frac{m_t - m_{\text{final}}}{\text{massa inicial}}$$

3.4 Análises Físico – Químicas

As análises físicas – químicas das cultivares mandioca, batata-doce e mangarito foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília. Nessa etapa, foram analisados os aspectos físicos – químicos das raízes mandioca, batata-doce e mangarito, que tem como propósito determinar, qualificar e quantificar os elementos específicos do alimento, afins de definir a composição centesimal e fornecer dados sobre as composições físicas e químicas destas plantas.

3.5 Descrições das etapas das análises da composição química das amostras

Nesta seção serão apresentadas as etapas detalhadas das análises da composição química das amostras.

3.5.1 Umidade

A análise de umidade de mandioca, batata-doce e mangarito, foram realizadas em triplicata, onde foram acrescentados 1,5 gramas de amostra em cadinho de porcelana, o que auxiliou na determinação da umidade por meio do método gravimétrico em estufa. Esses, foram levados para a estufa sob uma temperatura de

105°C e período de um dia para o outro. Feito isso, essas amostras ficaram no dessecador até a próxima análise, conforme o Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

A partir da Figura 5 - *Amostras desidratadas das raízes (UnB, 2019)*. é possível observar as amostras das três raízes, respectivamente, batata-doce, mandioca e mangarito após sua retirada da estufa de circulação forçada de ar.

Figura 5 - Amostras desidratadas das raízes (UnB, 2019).



Fonte: Fotografia do autor.

O teor de umidade foi calculado a partir da equação, a seguir:

$$\text{Teor de umidade (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final (após estufa)}}{\text{Peso amostra}} \times 100$$

3.5.2 Lipídeos

Para a análise de lipídeo de mandioca, batata-doce e mangarito, foram realizadas em triplicata, onde foram acrescentados 1,5 gramas de amostras desidratadas em bolsas de filtro XT4, que são produzidas com porosidade no nível de dois a três microns. Esse material utilizado tem capacidade de suportar o uso dos solventes orgânicos mais comuns de gordura, no caso deste experimento usou-se 300 ml de éter de petróleo, podendo-se encapsular uma ampla gama de tipos de amostras para o processo de extração de gordura usando o extrator (Ankom® modelo XT 10) (figura 5). Esse processo teve uma duração de duas horas, sendo a primeira hora voltada para o extrator e a segunda hora em estufa, conforme o Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

Figura 6- Filtro XT4 sendo introduzido em máquina com extrator.



Fonte: comunicado técnico 2012, EMBRAPA.

O teor de lipídeo foi calculado a partir da equação, a seguir:

$$\text{Teor de lipídeo(\%)} = \frac{\text{Peso inicial(antes extrator)} - \text{Peso final(após estufa)}}{\text{Peso amostra}} \times 100$$

3.5.3 Cinzas

Para a análise de cinzas, utilizou-se das mesmas amostras desidratadas empregadas para a determinação de umidade. Nos cadinhos de porcelana que continham a 1,5 gramas da amostra (figura 6), foram identificados da seguinte forma: BT, MG e MC. As amostras foram pesadas com o auxílio de uma balança digital de precisão e em seguida fez-se a incineração das amostras na mufla, sob uma temperatura de 600°C e por um período de 4 horas, segundo o Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

Figura 7 - Triplicata das amostras colocadas na mufla (UnB, 2019).



Fonte: Do autor

Após, a obtenção das cinzas, o teor dessas foram calculadas a partir da equação, a seguir:

$$\text{Teor de cinza}(\%) = \frac{\text{Peso inicial} - \text{peso final (cinza)}}{\text{Peso amostra}} \times 100$$

3.5.4 Minerais

Para a análise de minerais, pegou-se todo o conteúdo de cinzas do cadinho e acrescentou-se uma quantidade pequena de água destilada morna, o que proporcionou um maior desprendimento das cinzas ao fundo do recipiente, ocasionando um melhor revolvimento desse material. As cinzas (1,5 gramas) foram transportadas dos cadinhos para os balões volumétricos, completando o volume para 100 ml de água destilada. Para esta análise usa-se o fotômetro de chama, que é um procedimento simples baseado na espectroscopia atômica. A amostra, água destilada em mistura com a cinza de cada amostra de raiz, é aspirada para uma chama, recebe a energia desta e gera espécies excitadas, que retornam ao estado fundamental e liberam parte da energia recebida na forma de radiação, em comprimentos de onda específicos de cada elemento químico. O equipamento fez leitura simultânea de Potássio (K) e Sódio (Na).

O Cálcio e o Potássio possuem uma curva de trabalho linear de 1 a 100, porém, o Sódio possui uma curva de trabalho linear de 1 a 10, ou seja, para esse mineral faz-se novamente uma diluição que é composta por 50 ml de água destilada misturada

com as cinzas de cada raiz, e acrescentou-se mais 50 ml de água destilada novamente nos balões volumétricos de 100 ml.

Figura 8 - Balões volumétricos com cinzas e água destilada (UnB, 2019).



Fonte: Do autor.

Para a obter o teor de minerais utilizou-se a equação:

$$\text{Teor de sódio potássio (\%)} = \frac{\text{valor lido}}{10} * \frac{100}{\text{peso da amostra}}$$

3.5.5 Proteínas

Para a análise de proteínas, pesaram-se 0,3 gramas de cada amostra de raiz, fazendo em triplicatas para batata-doce, mandioca e mangarito e colocou-se em tubos de ensaio. Feito isso, acrescentou-se nos tubos de ensaio, uma grama de mistura catalítica e mais 3,5 ml de ácido sulfúrico, por fim foram levados para a capela de exaustão, onde permaneceram por três horas sob uma temperatura de 450°C. Após, as três horas submetidas na capela de exaustão, acrescentou em todas as amostras 10 mL de água destilada. Feito isso, foram transferidas para béqueres, com 7,5 ml de ácido bórico (4%), e três gotas de indicador fenolftaleína, levados para o destilador de nitrogênio, em cada amostra foram acrescentando 10,5 ml de NaOH (50%). Por fim, captando 60 ml de água com uma coloração esverdeada.

Após, essa primeira fase concluída, os béqueres eram levados para o processo de titulação, onde usou-se HCl a 0,1 N e com o fator de correção (f) a 1,0112.

Ou seja, a determinação de teor de proteína foi realizada utilizando-se o método de Kjeldahl, que em outras palavras é o aquecimento da amostra com ácido sulfúrico para digestão até que o carbono e hidrogênio sejam oxidados. O nitrogênio da proteína é reduzido e transformado em sulfato de amônio. Após isso, adiciona-se NaOH concentrado e aquece-se para a liberação de amônia dentro do volume conhecido de uma solução de ácido bórico, formando assim o borato de amônio. Esse, assim que formado é dosado com uma solução ácida (HCl) padronizada, de acordo com a OAC,1995.

Na figura 9, pode-se observar a amostra em processo de destilação, atingindo a coloração verde.

Figura 9 - Destilador de nitrogênio (UnB, 2019).



Fonte: Do autor.

Na figura 10, percebe-se a amostra após a titulação apresentando coloração azul e PH 8,2.

Figura 10 - Amostra titulada com PH 8,2 (UnB, 2019).



Fonte: Do autor.

O fator de correção considerado para a proteína desse experimento foi de 6,38 e o teor de proteína foi calculado a partir das equações, a seguir:

$$\text{Teor de nitrogênio(\%)} = \frac{V(\text{gasto HCl}) \times N(\text{HCl}) \times f \times 14 \times 100}{M \text{ amostra (mg)}}$$

$$\text{Teor de proteína(\%)} = \%N \times 6,38$$

3.5.6 Carboidrato

A análise de Carboidrato foi realizada pela diferenciação, onde os resultados dos teores de umidade, lipídeos, cinzas e proteínas puderam auxiliar na equação, a seguir:

$$\text{Teor de carboidrato(\%)} = \text{umidade} + \text{lipídios} + \text{cinzas} + \text{proteínas} - 100$$

3.5.7 Valor calórico

O cálculo do valor calórico foi realizando -se os coeficientes de Atwater (1996), ou seja, para protídeos 4,0; carboidratos 4,0; lipídios 9,0. O laboratório de referência utilizado para todas as análises foi o Instituto Adolfo Lutz- Central (Divisão de Bromatologia e Química).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises minerais foram realizadas para as raízes de batata-doce, mangarito e mandioca. Os resultados alcançados estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1- Análise de minerais de raízes de batata doce (mg/ 100g), mangarito e mandioca, Universidade de Brasília-UnB 2019.

Raízes	Sódio	Cálcio	Potássio
Batata-doce	2,56 ± 0,20a	16,41±0,21b	271,81 ± 0,23b
Mangarito	1,48 ± 0,33a	23,29±0,11a	287,36 ± 0,21a
Mandioca	2,57 ± 0,34a	22,63±0,24b	264,83 ± 0,08b
Média	2,20	20,77	274,66

Fonte: Resultados expressos pela média de três repetições, ± desvio padrão. Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não difere estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,005$), UnB 2019.

Os resultados da Tabela 1 demonstraram que o mangarito (1,48 mg/100g) possui menor teor de sódio e na sequência, batata-doce (2,56 mg/100g) e mandioca (2,57 mg/100g). As concentrações de cálcio variaram desde 16,41 mg/100g (batata-doce) até 23,29 mg/100g (mangarito) que possui maior concentração desse mineral. Para o mineral potássio, foram observadas variações de (287,36 mg/100g) mangarito, (271,81 mg/100g) batata-doce e (264,83 mg/100g) para a mandioca.

Segundo Shenkin (2006), os minerais devem ser fornecidos constantemente por uma alimentação equilibrada e adequada a cada idade; porém, a deficiência de nutrientes, isolados ou simultâneos, como vitaminas e minerais, é preocupante, especialmente em mulheres grávidas, pelo aumento da demanda, e em crianças de até 5 anos, que são mais vulneráveis.

Para o mineral potássio, foram observadas variações entre 264,83 (mandioca) a 287,35 (Mangarito) mg/100 g de raiz. O potássio está presente na maioria das células, sendo requerido em várias reações celulares e mostrando-se importante na transmissão de impulsos nervosos, na contração do músculo esquelético, na conversão de glicose em glicogênio e na função hormonal (NAVARRA et al., 2004).

De acordo com Luís et al, 2014, o teor de minerais pode ser influenciado por diversos fatores, como a variedade, a área de produção, o solo e o clima, as práticas agrícolas, o armazenamento e as condições de transporte e comercialização.

Os resultados obtidos para a composição química das raízes de batata-doce, mangarito e mandioca, referentes ao teor de água, cinzas, acidez titulável, lipídeos, proteínas e carboidratos, estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2- Análise Físico-químicas de raízes de batata doce, mangarito e mandioca, Universidade de Brasília-UnB, 2019.

Raízes	Umidade	Cinzas	Acidez Titulável	Lipídeos	Proteínas	Carboidratos
Batata Doce	80,99±0,41a	0,23±0,01a	0,23±0,01b	1,68±1,21a	3,62±0,56b	15,318±,12 ^a
Mangarito	71,53±0,53b	0,38±0,01a	0,35±0,03a	2,57±0,26a	8,31±0,59a	23,978±0,21ab
Mandioca	70,50±0,1,1b	0,62±0,34a	0,33±0,01b	3,13±0,14a	3,07±0,35b	24,958±0,22 ^a
Média	76,26	0,30	0,29	2,13	5,96	21,42

Fonte: Resultados expressos pela média de três repetições, \pm desvio padrão. Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não difere estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,005$). UnB 2019.

Como pode ser observado na Tabela 2, o percentual de umidade da batata-doce (80,99% e 19,01 % matéria seca) se sobressaiu respectivamente aos obtidos em mangarito (71,53% e 28,47% matéria seca) e mandioca (70,50% e 29,50% matéria seca). Teores de cinzas totais fornecem informações prévias sobre o valor nutricional do alimento com relação aos minerais específicos, de acordo com os dados obtidos, a mandioca (0,62%) possui teor mais elevado que o mangarito (0,38%) e posteriormente à batata-doce (0,23%). Os valores de pH e acidez são bastante variáveis, devido às fermentações naturais que o resíduo úmido pode sofrer, mangarito (0,35%), mandioca (0,33%) e subseqüentemente batata-doce (0,23%).

Para os teores de cinzas das raízes, pode-se observar que todos os resultados se encontraram dentro do limite fixado pela legislação (teor máximo de 2,0%) (BRASIL, 1978). Valores maiores de cinzas podem indicar fraudes, como adição de areia ou processamento inadequado, com lavagem e descascamento incompletos.

As raízes são alimentos essencialmente energético em função do baixo teor de proteína e elevado teor de carboidratos. O maior teor de proteína (8,31%) foi encontrado na raiz de mangarito em seguida, com (3,62%) a batata-doce e, por fim, a mandioca (3,07%). As análises apresentaram elevados teores de carboidratos, a mandioca (24,958%) obteve resultados bastante próximos ao mangarito (23,978%), logo após a batata-doce (15,318%) fazendo das três raízes, notável fonte de fibras (Mattos e Martins, 2000).

Somado a isso, na Tabela 3 é possível observar que os plásticos transparentes de mandioca e batata-doce obtiveram maior absorção de água e nessa mesma ordem os plásticos coloridos foram os que mais absorveram água, demonstrando grande potencial de degradação. É evidente a importância de novas alternativas na produção de plástico, tendo em vista o fato de polímeros sintéticos serem destaques como poluentes na natureza.

Tabela 3- Resultados do rendimento de amido de raízes de batata-doce, mangarito e mandioca, absorção de água pelos plásticos desenvolvidos a partir do amido das raízes, colorido artificialmente e transparente.

Raízes	Rendimento amido (%)	AAPT (%)	AAPC (%)
Mandioca	66,03±0,43a	72,1±0,18a	74,5±0,35a
Batata-doce	50,14±0,20a	71,3±0,19a	64,5±0,43a
Mangarito	64,82±0,32a	60,3±0,22a	53,9±0,23a
Média	60,33	67,9	64,3

Fonte: Resultados expressos pela média de três repetições, \pm desvio padrão. Valores seguidos de letras iguais na mesma coluna não difere estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,005$). AAPT- Absorção de água pelo plástico Transparente. AAPC- Absorção de agua pelo plástico colorido.

Na Figura 11 é possível observar o produto final, que são os plásticos transparentes e coloridos obtidos a partir dos amidos extraídos a partir das raízes de mandioca, batata-doce e mangarito.

Figura 11- Plásticos transparentes e coloridos (UnB, 2019)



Fonte: Foto do autor

As características e o rendimento do amido variam de acordo o estágio de desenvolvimento da planta de origem, fonte botânica, o tipo de solo, condições climáticas e local de coleta do material vegetal (LEONEL et al., 2005; SINGH et al., 2003). O rendimento de amido extraído das raízes variou de 66,03% (batata-doce),

64,82% (Mangarito) a 50,14% (mandioca), superior ao valor mínimo preconizado pela legislação (mínimo de 70%) (BRASIL, 1978). Os dados obtidos, além de serem fontes de conhecimento básico, fornecem subsídios para estabelecer padrões de controle de qualidade, apesar de apresentarem discrepância matemática entre as raízes estudadas, possuem pouca relevância estatística. Esses resultados indicam que os amidos extraídos das três raízes podem ser utilizados na elaboração de dietas alimentares e receitas.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou grande relevância, sendo possível concluir que, as raízes de batata-doce, mangarito e mandioca apresentam potencial uso como matéria-prima amilácea, dispondo de altas concentrações de amido, a qual extração pode ser realizada com tecnologia simples. Com referência ao valor nutricional, o amido das três raízes apresentou elevado teor de carboidrato o que o torna uma boa fonte energética.

Em suma, o rendimento dos três tipos de amido apresentou variação para os diferentes indivíduos, no entanto, exibiu médias próximas o que aumenta a confiabilidade dos dados. As características encontradas para os amidos possibilitam diferentes aplicações e em diversas áreas. Quanto à caracterização físico-química das raízes de batata-doce, mangarito e mandioca, os resultados obtidos estão todos dentro dos limites especificados pela legislação (BRASIL, 1978).

É possível a obtenção de bioplásticos provenientes do amido extraído das raízes analisadas. Em razão do plástico possuir como matéria-prima o amido, presente nas três raízes, é possível evitar o uso de recurso não renovável (fóssil) que é a matéria-prima amplamente utilizada. À vista disso, a obtenção do plástico torna-se mais sustentável, visto que o material proposto é facilmente obtido e tem baixos potenciais de impacto ao ecossistema.

O resultado esperado com a produção do bioplástico é um polietileno à base de amido com capacidade de biodegradação garantida, conveniências financeiras e ambientais, e subsequentemente a possibilidade de substituir o plástico convencional por um biodegradável, para serem empregados na indústria. O trabalho oferece mecanismos que possibilitam estudos futuros, tais como análise do desenvolvimento da degradação do plástico em ambiente natural, granulometria dos amidos extraídos, além do uso de outras plantas alimentícias não convencionais.

6. REFERÊNCIAS

Abiplast. Perfil 2012. Indústria Brasileira de Transformação de Material Plástico. 2012. Disponível em:<
http://file.abiplast.org.br/download/estatistica/perfil2012_versao_eletronica.pdf> .
Acesso em: 18 out. 2019

Almeida, A. C. S., Franco, E. A. N., Peixoto, F. M., Pessanha, K. L. F., & Melo, N. R. Aplicação de nanotecnologia em embalagens de alimentos. *Polímeros*, 2015; 25, 89-97.

Bayer, E. A.; Lamed, R. The cellulose paradox: pollutant par excellence and/or a reclaimable natural resource? *Biodegradation*, v. 3, n. 2-3, p. 171-188, 1992

Bona, J. C. de. Preparação e caracterização de filmes biodegradáveis a partir de blendas de amido com polietileno. 2007. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2019.

Bressan, R.A. et al. Stress-adapted extremophiles provide energy without interference with food production. *Food Security*, v.3, n.1, p.93-105, 2011

Breuninger, W. F.; Piyachomkwan, K.; Sriroth, K. Starch use in food. In: BeMiller, J. N.; Whistler, R. L. *Starch: chemistry and technology*. 3. ed. New York: Academic Press, p.193-227, 2009.

Chandra, R.; Rustgi, R. Biodegradable Polymers. *Progress in Polymer Science*, v. 23, p. 1273-1335, 1998

Clark Ca; Moyer Jw. 1988. *Compendium of sweet potato diseases*. Saint Paul: APS Press. 74p.

Costa, C.A.da; Ramos,S.J; Alves, D.S.; Fernandes , L.A.; Sampaio, R.A.; Martins, E.R. Nutrição mineral do mangarito num Latossolo Vermelho Amarelo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.26, n.1, p.102-106, 2008

Coutinho, B.C., Miranda, G.B., Sampaio, G.R., et al., "A importância e as vantagens do Polihidroxibutirato (Plástico Biodegradável)", *Holos*, ano 20, pp. 76-81, dezembro de 2004

Cunha, C. As ilhas de plástico nos oceanos. Disponível em: <http://vestibular.uol.com.br/resumo-das-disciplinas/atualidades/superficie-da-terraesta-dominada-por-particulas-de-plastico-.htm>. Acesso em 25 jul. 2019.

Eliasson, A.C. Carbohydrates in food. New York: Marcel Dekker, 1996. 664p.

FAO. Live animals. [2010]. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 26 nov. 2019.

FAO 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cassava/pt/index.html>>. Acesso em 28 Nov. 2019.

Fernandes, F. D. Produtividade e valor nutricional da parte aérea e de raízes tuberosas de oito genótipos de mandioca de indústria. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.17, n.1, p.1-12, 2016.

Ferreira C. F. Molecular characterization of cassava (*Manihot esculenta* Cranz) with yellow-orange roots for beta-carotene improvement. Crop Breeding and Applied Genetics, v. 08, n. 01, p. 23-29, 2008.

Gonçalves, C.K. Pirólise e Combustão de Resíduos Plásticos. 2007. 60f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Innocentni-Mei, L.H.; Mariani, P.D.S.C. Visão Geral Sobre Polímeros ou Plásticos Ambientalmente Biodegradáveis PADs. Disponível em: <https://www.feq.unicamp.br/images/stories/documentos/dtp_edps.pdf>. Acesso em: 03 out. 2019.

Jorge N. Embalagens para Alimentos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

Junqueira AH; Luengo RFA. 2000. Mercados diferenciados de hortaliças. *Horticultura Brasileira*18: 98-99.

Kinupp, V.F. 2007. Plantas Alimentícias Não-Convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS. Porto Alegre, 2007. 562 p. Tese - (Doutorado em Fitotecnia).

Lajolo, F.M. 1995. As deficiências da composição de alimentos no Brasil. *In*: Anais, Simpósio das Instituições Brasileiras de Alimentação e Nutrição. p. 2-5.

Leonel, M.; Sarmiento, S. B. S.; Ferrari, T. B. 2005. Aproveitamento do gengibre (*Zingiber officinale*) de qualidade inferior como matéria-prima amilácea. Revista Raízes e Amidos Tropicais, São Paulo, 1(6): 9-18.

Liporacci, J., Mali, S. e Grossmann, M. Efeito do método de extração na composição química e nas propriedades funcionais do amido de inhame (*Dioscorea alata*). *Semina: Ciências Agrárias*, 26(3), p.345-352, 2005.

Lorenzi, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia*, Campinas, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994

Luis, G.; Rubio, C.; Gutiérrez, A. J.; González-Weller, D.; Revert, C.; Hardisson, A. Evaluation of metals in several varieties of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.): comparative study. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 186, n. 1, p. 433-440, 2014. PMID:23979675. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-013-3388-8>.

Mattos, L. L. D., & Martins, I. S. 2000. Consumo de fibras alimentares em população adulta. *Revista de Saúde Pública*, 34: 50-55.

McHUGH, T. H; KROCHTA, J. M. Sorbitol- vs glycerol – plasticized whey protein edible films: integrated oxygen permeability and tensile property evaluation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 42, n. 4, p. 841-845, 1994.

Miranda, J.E.C. de. Brazlândia Roxa, Brazlândia Branca, Brazlândia Rosada e Coquinho: novas cultivares de batata-doce. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 7, n. 1, p. 32-33, 1989.

Naime, N.; et al. Espumas de fécula de mandioca com fibras naturais. 20º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS DOS MATERIAIS. Anais. Joinville, SC, 2012.

Navarra, T.; Shankin-Cohen, W. *The encyclopedia of vitamins, minerals and supplements*. New York: Facts On File, 2004

Nunes Irmão, J.; Figueiredo, M.P.; Pereira, L.G.R.; Ferreira, J.Q.; Rech, J.L.; Oliveira, B.M. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal [online]*, v.9, n.1, p.158-169, 2008.

Pilla, M.A.C.; Amorozo, M. O conhecimento sobre os recursos vegetais alimentares em bairros rurais no Vale do Paraíba, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v.23, n.4, p.1190-1201, 2009

Resende, G.M.; Souza, R.J. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre a produtividade e características comerciais de alho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, p.126-129, 2001

Shenkin, A. Micronutrients in health and disease. *Postgraduate Medical Journal*, v. 82, n. 971, p. 559-567, 2006. PMID:16954450. <http://dx.doi.org/10.1136/pgmj.2006.047670>.

Silva, J. B. C.; Lopes, C. A.; Magalhães, J. S. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Sistema de Produção. Batata-doce (*Ipoemoea batatas*). Brasília, DF. 2008.

Silva, M. R.; Rocha, C. R.; silva, T. M.; Silva, M. C. da; PAES; Caracterização química e antinutricional de farinhas de hortaliças não-convencionais. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 51-57, set. 2019.

Silva, R. G. V. Caracterização físico-química de farinha de Batata-doce para produtos de panificação. Vitória da Conquista – Bahia: UESB, 2010. 77p.(Dissertação – Mestrado em Engenharia de Alimentos – Engenharia de Processos)¹.

Singh, N. et al. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry*, v.81, n.219-231, 2003.

Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N. S., & Gill, B. S. 2003. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food chemistry*, 81(2): 219-231.

Thomas, D. J.; Atwell, W. A. *Starches*. St. Paul: Eagan Press, 1997

Viégas, A. P. *Estudos sobre a mandioca*. Campinas: IAC/BRASCAN Nordeste, 1976

Embrapa 2018. VISÃO 2030 O Futuro da Agricultura Brasileira. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>>. Acesso em: 23 Out. 2019.

Woolfe, J.A. *Sweet potato: na untapped food resource*. Cambridge: Cambdrige University Press, 1992. 643 p.