



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO

AMÁBILE ZAMBELLE ROSÁ
BRUNA CRYSTINE SCOZ
BRUNA MILENY NAZARI
GABRIELA SILVEIRA
LOANE CAMPREGHER
MAITÊ DERETTI RODRIGUES
TENILLY PETERS LOPES

**UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NATURAIS PARA APERFEIÇOAR O
DESEMPENHO DOS PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS PRODUZIDOS A PARTIR
DA EXTRAÇÃO DO AMIDO DA CASCA DA MANDIOCA (*MANIHOT
ESCULENTA*).**

JARAGUÁ DO SUL/SC
2019

AMÁBILE ZAMBELLE ROSÁ
BRUNA CRYSTINE SCOZ
BRUNA MILENY NAZARI
GABRIELA SILVEIRA
LOANE CAMPREGHER
MAITÊ DERETTI RODRIGUES
TENILLY PETERS LOPES

**UTILIZAÇÃO DE ADITIVOS NATURAIS PARA APERFEIÇOAR O
DESEMPENHO DOS PLÁSTICOS BIODEGRADÁVEIS PRODUZIDOS A PARTIR
DA EXTRAÇÃO DO AMIDO DA CASCA DA MANDIOCA (*MANIHOT
ESCULENTA*).**

Relatório de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientador: Claudio Mendes Cascaes
Coordenadora: Ana Paula Duarte Souza

JARAGUÁ DO SUL/SC
2019

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 TEMA | 5 |
| 2 DELIMITAÇÃO DO TEMA | 5 |
| 3 PROBLEMA | 5 |
| 4 HIPÓTESES | 6 |
| 5 OBJETIVOS | 6 |
| 5.1 Objetivo geral | 6 |
| 5.2 Objetivos específicos | 6 |
| 6 JUSTIFICATIVA | 7 |
| 7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 9 |
| 7.1 Mandioca | 9 |
| 7.1.1 História e importância | 9 |
| 7.1.2 Utilização | 10 |
| 7.1.3 Resíduos | 10 |
| 7.2 Amido | 11 |
| 7.2.1 Propriedades | 12 |
| 7.3 Plástico | 13 |
| 7.4 Química verde | 16 |
| 7.5 Bioplástico | 17 |
| 7.6 Aditivos | 19 |
| 7.6.1 Aditivos sintéticos | 20 |
| 7.6.2 Aditivos naturais | 21 |
| 8. METODOLOGIA | 22 |
| 8.1 Pré-teste | 22 |
| 8.2 Extração de amido e produção do bioplástico | 23 |
| 8.3 Análise das características e aplicação de aditivos | 24 |
| 9. CRONOGRAMA | 24 |
| 10. REFERÊNCIAS | 27 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Fórmula Estrutural da Amilose..... | 12 |
| Figura 2: Fórmula Estrutural da Amilopectina..... | 12 |
| Figura 3: Fluxograma da metodologia que será utilizada..... | 23 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1: Exemplos de termoplásticos..... | 15 |
| Quadro 2: Exemplos de termorrígidos..... | 16 |
| Quadro 3: Principais aditivos utilizados na fabricação de plásticos e sua função.... | 22 |
| Quadro 4: Cronograma..... | 26 |

1 TEMA

Utilização de aditivos naturais para aperfeiçoar o desempenho dos plásticos biodegradáveis produzidos a partir da extração do amido da casca da mandioca (*Manihot esculenta*).

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Substituição de aditivos sintéticos por aditivos naturais, com o objetivo de melhorar as características e o desempenho dos plásticos biodegradáveis produzidos a partir da extração do amido da casca da mandioca (*Manihot esculenta*), coletado de produtores rurais da região do Vale do Itapocu.

3 PROBLEMA

Atualmente há uma grande busca por produtos menos prejudiciais a natureza, além de incentivo à Química Verde. Sendo assim, os bioplásticos tem ganhado espaço no mercado, entretanto, a produção do mesmo tem sido custosa, já que sem a utilização de aditivos os bioplásticos não apresentam características satisfatórias para sua comercialização.

Para solucionar esse problema, muitos laboratórios optam por empregar aditivos sintéticos para melhorar o desempenho do bioplástico, obstante a isso essa utilização de aditivos obtidos artificialmente o afastam da essência da química verde.

Entretanto, de acordo com Mei (2016), esses aditivos sintéticos possuem baixa massa molecular, por isso se difundem com maior facilidade para o meio externo, colocando assim todos seus componentes quimicamente sintetizados no meio em que se encontra descartado, por exemplo no solo, poluindo assim o solo terroso e todo o seu meio. Sendo assim, considera-se a substituição dos aditivos artificiais por aditivos naturais, tendo como resultado a maior utilização de produtos biodegradáveis, otimizando o plástico por fontes naturais.

Outro ponto a ser observado é que, geralmente, as fontes utilizadas para a produção do bioplástico são fontes naturais renováveis, que na sua maioria são utilizados como alimentos, como por exemplo batata, milho, mandioca, etc. Sendo assim, há possibilidade de substituir essa fonte alimentícia por apenas o resíduo da mesma, como as cascas, produzindo o bioplástico a partir dos restos alimentares.

4 HIPÓTESES

- A quantidade de amido presente na casca da mandioca é viável para a produção do bioplástico;
- Os bioplásticos produzidos a partir da casca da mandioca não apresentam características necessárias para a aplicação em produtos comercializados sem a adição de aditivos sintéticos ou naturais;
- É possível melhorar as características do bioplástico a partir do uso dos aditivos sintéticos;
- O uso de aditivos naturais resultará em bioplásticos com desempenho similar aos produzidos com aditivos sintéticos;
- A variação da utilização dos aditivos resultará em diferentes tipos de plásticos (rígido, maleável, elástico, duro, etc), que podem ser empregados em diferentes tipos de produtos.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

Otimizar as características do bioplástico produzido a partir do polímero da casca da mandioca (amido), apoiado na utilização de aditivos naturais e nos princípios da química verde.

5.2 Objetivos específicos

- Produzir o bioplástico a partir da casca da mandioca (*Manihot esculenta*);

- Identificar as características desfavoráveis do bioplástico a serem melhoradas;
- Pesquisar e aplicar aditivos sintéticos específicos para melhorar o desempenho do bioplástico com base nas características desfavoráveis;
- Substituir os aditivos sintéticos já utilizados por aditivos naturais capazes de melhorar as mesmas características;
- Comparar os bioplásticos produzidos com aditivos sintéticos e naturais;
- Identificar possíveis produtos para a aplicação dos diferentes bioplásticos produzidos.

6 JUSTIFICATIVA

Nos dias atuais o plástico é a matéria-prima de muitos produtos comumente utilizados por todos durante o dia a dia, como por exemplo embalagens, descartáveis (ou não), e sacolinhas plásticas, sendo que a maioria destes materiais tem vida útil muito curta e poucas vezes serão reutilizados ou reciclados. Além disso, o descarte desses é feito, muitas vezes, de modo inadequado gerando um grande acúmulo de lixo em aterros sanitários.

No entanto, a substituição do plástico por outro material não é viável, pois, segundo Piatti e Rodrigues (2005)

A substituição destes por outros materiais tais como papel, madeira, vidro e metais, implicaria o aumento de volume e peso do lixo, e o conseqüente aumento dos custos com coleta e tratamento. Não podemos esquecer que a substituição de embalagens plásticas por papel significa um aumento no consumo de árvores e destruição de florestas, que é um problema grave no Brasil.

Com o objetivo de reduzir os problemas ambientais ocasionados pela produção excessiva de lixo plástico surgem os bioplásticos. Estes são plásticos de origem biológica e podem oferecer grande vantagem quando usados comercialmente, contribuindo na redução do impacto ambiental, tendo em vista que estes materiais se decompõem pela ação de enzimas bacterianas ou microorganismos que vivem naturalmente no meio em que o plástico foi descartado (MEI, 2016)

Pensando nisso, a pesquisa teve como objetivo inicial destinar para uma vida útil um resíduo que por muitas vezes é descartado sem utilidade, a casca da mandioca. Essa escolha está relacionada com a não utilização de um alimento para produzir um produto e sim apenas um de seus subprodutos, transformando ainda mais o bioplástico em uma escolha ecologicamente e socialmente positiva e seguindo os preceitos da química verde, que consistem, por exemplo, na utilização consciente e na eficiência da transformação de produtos que seriam descartados em novos produtos a partir de rejeitos, como, neste caso, a casca da mandioca.

A produção industrial dos bioplásticos é custosa, pois há a enorme utilização de aditivos sintéticos, com o objetivo de melhorar as suas características físicas e físico-químicas, pois sem estes, os bioplásticos não apresentam características suficientes para a aplicação e comercialização. Os aditivos são utilizados com o objetivo de acrescentar, eliminar, aumentar ou diminuir determinadas propriedades como resistência, acabamento, dureza, entre outras. A utilização de aditivos sintéticos torna o bioplástico distante da essência da química verde, pois os aditivos possuem baixa massa molar, facilitando assim a sua difusão para o meio externo. Este é um ponto negativo tendo em vista que a maioria dos aditivos sintéticos possuem componentes nocivos para a natureza (Mei, 2016). Por isso a presente pesquisa definiu como seu objeto de estudos substituir os aditivos sintéticos utilizados pela indústria por opções naturais, sem perder a possibilidade da sua comercialização e utilização diária.

O presente projeto tem enorme impacto e relevância social, pois busca principalmente utilizar dos princípios da química verde, fazendo o uso de resíduos que não possuem destinação adequada para produzir um bioplástico extremamente ecológico, fortificado com aditivos naturais, facilitando assim, a vida social e industrial, tornando o processo de produção dos bioplásticos mais aproximado a sustentabilidade baseada nas inovações tecnológicas. Além disso há o objetivo de obter diferentes tipos de bioplásticos a partir da utilização de diferentes combinações dos aditivos naturais, aplicando-os na produção de produtos plásticos com variadas características.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 Mandioca

A *Manihot esculenta* apresenta variedades chamadas, popularmente, de bravas e mansas. A mandioca mansa é também chamada de doce, aipim ou macaxeira, e não denota características como o amargor e uma alta taxa de ácido cianídrico, por conta disso pode ser consumida sem qualquer processamento. A mandioca brava apresenta um sabor forte e amargo, consumida apenas em farinhas ou féculas por conta do seu alto teor de ácido cianídrico “superior a 100 mg de equivalente HCN/kg de polpa fresca de raiz” (VALLE et al, 2004. p.221).

O efeito tóxico do resíduo da mandioca se deve ao fato de se tratar de uma planta cianogênica contendo, como princípio ativo, o ácido cianídrico (HCN). Este é um líquido incolor, muito volátil, considerado uma das substâncias mais tóxicas que se conhece. Nas plantas o HCN se encontra ligado a carboidratos denominados glicosídeos cianogênicos, liberado após sua hidrólise (Amorim, 2006) e, apesar de ser pouco persistente, o HCN atua na paralisação da cadeia respiratória causando morte por asfixia (Linardi, 1998). (JESUS, MENDONÇA, 2012)

7.1.1 História e importância

Quando os portugueses chegaram no Brasil, os antigos indígenas, Guaranis e Tupinambás, já cultivavam e sustentavam a sua alimentação principalmente na mandioca. Os primeiros indícios referentes à mandioca são apresentados em uma carta que Pero Vaz de Caminha enviou a Portugal no descobrimento.

...Eles não lavram nem criam. Nem há aqui boi ou vaca, cabra, ovelha ou galinha, ou qualquer outro animal que esteja acostumado ao viver do homem. E não comem senão deste inhame, de que aqui há muito, e dessas sementes e frutos que a terra e as árvores de si deitam. E com isto andam tais e tão rijos e tão nédios que o não somos nós tanto, com quanto trigo e legumes comemos... (SANTOS,2010)

Sendo ela uma fonte importante de carboidrato, era e é também utilizada na alimentação animal.

Alguns pontos que contribuem para a elevada produção são as suas altas taxas de amido nas raízes e proteína nas folhas, a sua facilidade de plantio como a

resistência a pragas e doenças, tolerância a secas e altos níveis de rendimento mesmo em solos de pouca fertilidade.

A mandioca apresenta um importante papel socioeconômico e alimentício no país. O Brasil se encontra entre os cinco maiores produtores mundiais da raiz, cultivadas principalmente nas Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste.

7.1.2 Utilização

Sendo uma fonte importante de carboidrato, a mandioca é usada na alimentação animal como forragem, adicionando partes descartadas pela indústria, como as ramas, cascas e folhas, ou ainda é possível a utilização da própria como ração.

Nas indústrias, por meio de reações químicas, com processos de fermentação, por exemplo, pode-se extrair cerca de 104 litros de álcool em uma tonelada de mandioca com 20% de amido (OLIVEIRA, SERRA, MAGALHÃES. 2012) o que demonstra um bom desempenho para essa finalidade.

A fécula (amido), é mais conhecida por polvilho ou goma, é extraída para a fabricação de vários tipos de farinha, como a farinha branca de mesa, tapioca, puba, e estas utilizadas para confecção de pratos típicos da culinária indígena.

7.1.3 Resíduos

Nos processos de fabricação de farinhas e álcool são gerados resíduos como a manipueira (água de prensagem da massa ralada ou água de lavagem do amido), e a casca da mandioca. Ambos apresentam um problema ambiental causado pelo seu descarte inadequado. Por conterem um alto teor de açúcares, também conferem um alto grau de poluição, por conta do teor de toxicidade gerado pela presença da linamarina e carboidratos por toda a planta.

A cada tonelada de raízes processadas são gerados, aproximadamente, 300 litros de manipueira (FIORETTO, 1994). Este resíduo líquido apresenta elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em seu tratamento e é considerada como um meio propício para a proliferação de microrganismos em função de sua composição, que inclui carbono, sais, nitrogênio e

fósforo, conforme Efig, (1991) apud Borghetti (2009). (CONCEIÇÃO, RÊGO, SANTANA, TEIXEIRA, MATIAS. 2013)

7.2 Amido

Na composição do amido existem dois tipos de glicose, a amilose (figura 1) e a amilopectina (figura 2). Sendo a amilose um polímero linear composto por unidades de D-glicose ligadas por ligações α , e a amilopectina um polímero altamente ramificado, com unidades de D-glicose ligadas através de ligações α e ramificações em α (ELLIS et al., 1998, *apud* MALI,GROSSMANN, YAMASHITA. 2009, p.139).

Se estes tiverem variações nas proporções destes componentes podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas muito diferentes, podendo afetar em suas aplicações industriais. “O amido é o polissacarídeo de reserva dos vegetais e está armazenado sob a forma de grânulos, que apresentam um certo grau de organização molecular” (MALI,GROSSMANN, YAMASHITA. 2009, P.139).

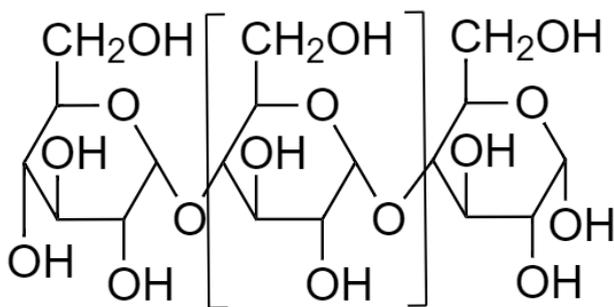


Figura 1: Fórmula Estrutural da Amilose
Elaborado pelos autores (2019)

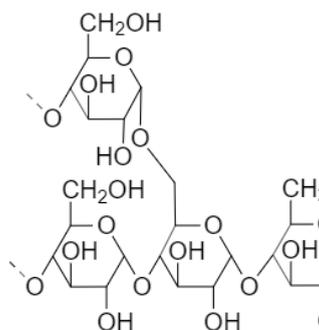


Figura 2: Fórmula Estrutural da Amilopectina
Elaborado pelos autores (2019)

É possível fazer filmes a partir do amido baseando-se em suas propriedades físicas e funcionais que a amilose possui, pois a mesma consegue formar géis. Quando suas moléculas estão em solução se orientam paralelamente, se aproximando o suficiente para que ocorram interações hidrogênio resultando em um favorecimento de formação de pastas opacas e um filme mais resistente.

7.2.1 Propriedades

Para que as propriedades físicas possam ser comparadas, entre os filmes produzidos, é necessário levar em consideração as alterações da temperatura e da umidade relativa, que foram utilizadas durante a formação do filme.

Em relação às propriedades mecânicas deve-se ter mais cuidado, pois esses materiais devem ser resistentes à ruptura, ao desgaste e serem maleáveis. “As propriedades mecânicas dependem fortemente da formulação (macromolécula, solvente, plastificante, ajustador de pH) e do processo de obtenção.” (MALI, GROSSMANN, YAMASHITA. 2009, P.144). Os plastificantes, dependendo da quantidade utilizada, são capazes de alterar o perfil das propriedades que o material possui, os filmes de amido que não o possuem se tornam mais resistente e elásticos.

Para poder considerar as propriedades de barreira deve-se observar três etapas: sorção e solubilização do permeante na superfície do material, a difusão do permeante através do material devido à ação de gradiente de concentração e por fim desorção e evaporação.

Segundo Azevêdo et. al. (2018), o amido possui uma capacidade de geleificação, que é uma das suas propriedades tecnológicas mais requeridas, pois consiste na transformação do amido granular em uma pasta viscoelástica. Quando o amido é submetido a um aquecimento no meio aquoso, suas ligações de hidrogênio, que são incubadas por estabilizar a estrutura cristalina do grânulo, sofrerão um rompimento e a água por sua vez entra na sua estrutura molecular, provocando o rompimento do grão.

Como vai ocorrer a gelatinização do amido, o mesmo irá apresentar uma forma de gel que pode se apresentar em duas formas: como uma pasta viscoelástica ou um gel elástico opaco, cada uma destas duas formas que poderá ser apresentada irá depender da concentração utilizada. Posteriormente a este processo, sob condições favoráveis, as moléculas de amido podem vir a acarretar uma nova reestruturação, voltando sua forma cristalina, sendo esse processo

chamado de retrogradação ou recristalização. “A recristalização é o mais importante fenômeno que leva ao envelhecimento dos filmes de amido, tornando-os mais rígidos e quebradiços” (AZEVEDO, et. al.; 2018 p.352).

O amido também pode ser utilizado em sua forma oxidada, porém ele é misturado com agentes oxidantes, “Neste caso, é obtida uma pasta branca, fluida e adesiva, utilizada como dispersante na indústria de papel, ou como agente ligante e emulsificante na indústria de alimentos” (SHIRAI et al, 2007, *apud* AZEVEDO, et. al.; 2018, p.353).

7.3 Plástico

Conforme o apresentado por Piatti e Rodrigues (2005), o plástico é um material que pertence à família dos polímeros, onde estes são compostos por macromoléculas, sendo estas formadas pela repetição de uma unidade básica (mero). Objetos feitos a partir desse material tem sido comumente utilizados para substituir objetos feitos de madeira, tecido, papel, etc.

Os monômeros são a principal substância utilizada como matéria-prima na preparação de plásticos por grandes empresas sendo obtidas, principalmente, a partir do petróleo.

Grande parte dos polímeros são naturais e produzidos pelo metabolismo de seres vivos, como as proteínas, DNA, polissacarídeos (amido) e a poliamida da seda. No entanto se os polímeros naturais forem submetidos a modificações químicas, eles passam a ser chamados de polímeros artificiais. Também existem os polímeros produzidos em laboratórios conhecidos como polímeros sintéticos.

Os polímeros possuem propriedades muito específicas e particulares por conta da sua alta massa molecular, que para ser de interesse comercial, geralmente, tem massa molecular superior a 10.000. Além de que, por serem formados pelo encadeamento de muitos átomos, garantem grande resistência mecânica possibilitando a confecção de inúmeros objetos variados.

Quando as cadeias carbônicas estiverem unidas por muitas ligações químicas (ligações cruzadas) existe um alto índice de estabilidade, resistência térmica,

resistência elétrica, permeabilidade a gases etc. Essas propriedades que irão determinar como o polímero será utilizado, assim, de acordo com seu comportamento mecânico, os polímeros podem ser classificados como elastômeros, fibras, plásticos rígidos ou plásticos flexíveis e irão empregar diferentes funções e serão empregados em diferentes objetos (PIATTI, RODRIGUES;2005).

Este material ainda pode ser dividido em duas classificações quanto a sua fusibilidade: os termoplásticos e os termorrígidos.

Os termoplásticos, segundo Texeira e Caron (2013), são materiais que para serem moldados precisam chegar até a sua temperatura de ponto de fusão e para continuarem com seus respectivos novos formatos precisam apenas resfriar, sendo este um processo reversível. No entanto, se ocorrer a repetição desse processo com o material já utilizado, o plástico acabará se tornando mais sujeito à degradação, assim, muitos materiais feitos com base de plástico possuem determinado número máximo de vezes que podem ser reciclados. Alguns exemplos dessa classificação estarão expostos no Quadro 1:

| | |
|---------------------------------------|---|
| Policloreto de Vinil (PVC) | Grande resistências química, excelentes qualidades mecânicas porém não suporta altas temperaturas |
| Politereftalato de etileno (PET) | Resistente ao desgaste, boa resistência química e possui baixo ponto de fusão |
| Polietileno de alta densidade (PEAD) | Resistente ao desgaste, ótima resistência química e alta durabilidade |
| Polietileno de baixa densidade (PEBD) | Excelente isolante térmico, resistente à tração, boa resistência química |
| Poliestireno (PS) | Fácil coloração, assemelha-se ao vidro, baixa densidade e absorção de umidade |
| Polipropileno (PP) | Excelente qualidades mecânicas, baixa densidade, |

| | |
|--|---|
| | resistência à alta temperaturas, resistência mecânica e ao desgaste |
|--|---|

Quadro 1: Exemplos de termoplásticos.

Elaborado pelo grupo(2019), baseado em Texeira e Caron(2013) .

Já os plásticos termorrígidos, conforme apresentado por Texeira e Caron (2013), são materiais que ao serem aquecidos serão amolecidos para receberem seu formato, porém, para se tornarem rígidos novamente e manter sua nova estrutura precisam ser ainda mais aquecidos. O processo efetuado é uma reação química e o material não pode ser moldado novamente, ou seja, esse processo é irreversível.

Dentre os plásticos classificados como termorrígidos podemos destacar os apresentados no Quadro 2:

| | |
|--------------------------------------|---|
| Resinas fenoplásticas | Ótimas qualidades mecânicas, físicas, químicas e elétricas, porém possui um odor inconveniente de fenol e cor escura |
| Resinas aminoplásticas | Produz materiais translúcidos ou opacos e notável estabilidade à luz. Resistentes à água, óleos, graxas, sabões e álcoois. Inodoros e não inflamáveis |
| Resinas epóxi (araldite e poliéster) | Ótimo diluente, muito flexível e pode produzir materiais translúcidos ou opacos |
| Silicones | Hidrofóbicos, conforme o seu grau de polimerização varia pode ter a consistência de um óleo, ser um elástico ou um sólido |

Quadro 2: Exemplos de termorrígidos.

Elaborado pelo grupo(2019), baseado em Texeira e Caron(2013).

Em função de sua alta durabilidade (podendo levar até séculos para se degradarem), os plásticos são usados, produzidos e descartados cada vez mais

rapidamente. Essa situação causa um grande acúmulo de lixo e forte poluição visual.

Segundo Piatti e Rodrigues (2005) o processo de reciclagem do plástico mais usado atualmente é a pirólise, onde o plástico é aquecido e suas moléculas se rompem originando óleos e gases reaproveitados na indústria petroquímica. Outro tipo de reciclagem é a mecânica, consistindo na conversão de plásticos descartados em grânulos reutilizados na produção de artigos como sacos de lixo, solados, pisos, mangueiras, componentes de automóveis, embalagens não alimentícias etc.

7.4 Química verde

Química verde foi definida após a criação de uma lei de prevenção à poluição em 1991, por, que são membros da agência ambiental norte-americana Environmental Protection Agency (EPA).

Os dois apresentaram um conceito que foi aprovado pela IUPAC em 1993, sendo ele: “Desenvolvimento de produtos químicos e processos que buscam a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas” (NEUMANN; et. al; 2013).

A química verde está cada vez mais ligada ao meio ambiente, com isso existem 12 princípios fundamentais para melhorar os processos químicos industriais preservando o meio ambiente, que segundo Neumann et. al. (2013), são, respectivamente:

Prevenção: Evitar ao máximo pelo estudo das rotas de produção, a formação de subprodutos nocivos;

Eficiência: Transformar a maior parte dos reagentes utilizados em produto final.

Síntese segura: Estudar sínteses que não formem subprodutos nocivos e que toda sua condução seja segura.

Produtos seguros: O produto final também não deve ser nocivo ao meio ambiente

Solventes seguros: Dar preferência a solventes cujo descarte possa ser feito sem impacto ambiental.

Integração de energia: Durante o processo, muita energia é gerada na forma de calor, podendo ser usada dentro do próprio processo para reduzir o gasto de energia da indústria.

Fontes renováveis: As matérias primas devem ser provenientes de fontes renováveis de preferência.

Derivados: Evitar a formação de derivados sintéticos.

Catálise: Dar preferência ao uso de catalisadores para acelerar a reação ao invés de gastar mais material para “empurrar” a reação para os produtos.

Biodegradável: Produto seguro ao meio ambiente, e que possa ser reciclado pela própria natureza.

Análise da poluição: Os efluentes saídos da indústria bem como o material que circula dentro da indústria deve ser continuamente analisado para detectar prontamente qualquer tipo de contaminação.

Química segura contra acidentes: Todos os passos da implementação da indústria devem ser tomados a fim de evitar acidentes de grandes proporções que provocam contaminação e, dependendo da magnitude, até mesmo perdas humanas.

Um dos principais problemas da indústria química está relacionado com a utilização de solventes orgânicos (voláteis ou não) em seus processos, pois dependendo do solvente utilizado sua manufatura, transporte, estoque, manuseio e descarte representam aspectos que demandam cuidado e capital. A Química Verde estuda estratégias para minimizar estes problemas. Assim, atualmente, as reações orgânicas utilizando água como solvente são consideradas uma estratégia importante.

7.5 Bioplástico

Segundo a definição da European Bioplastics (2016), os bioplásticos podem fazer referência a plásticos de origem renovável (ou parcialmente renovável), biodegradáveis ou com ambas as características. A origem renovável pode ser proveniente, da cana de açúcar, do milho ou da celulose.

Deste modo, identificam-se 3 grupos de bioplásticos: os que possuem origem renovável e não são biodegradáveis, os que têm origem renovável e são biodegradáveis e os que possuem origem fóssil e são biodegradáveis.

De acordo com a European Bioplastics (2016) o grupo de bioplásticos com origem renovável, porém não biodegradáveis inclui polímeros como o polietileno (PE), o politereftalato de etila (PET), poliamida (PA), politereftalato de trimetileno (PTT), o poliuretano (PU), entre outros. Já os bioplásticos de origem renovável e biodegradáveis englobam polímeros como poli(ácido láctico) (PLA), polihidroxialcanoato (PHA), polisuccinato de butileno (PBS), compostos de amido, etc. Por fim, no terceiro grupo, composto por polímeros de origem fóssil e biodegradáveis, encontram-se polímeros como o polibutileno adipato-co-tereftalato (PBAT) e policaprolactona (PCL).

Segundo Innocentni-Mei e Mariani (2005) os bioplásticos consistem em materiais poliméricos, obtidos por rotas sintéticas, que sob a influência de fatores ambientais sofrem alterações químicas, assim como uma completa assimilação microbiana dos produtos provenientes da degradação, resultando apenas, em gás carbônico e água.

Estes plásticos apresentam propriedades físicas e químicas semelhantes às do plástico comum, entretanto, enquanto o plástico biodegradável leva de 6 a 12 meses para se degradar, um plástico não biodegradável pode demorar até 200 anos. (RAMALHO, 2009, *apud*, GIORDANI, OLIVEIRA. 2014)

Deste modo, a degradabilidade consiste em uma propriedade fundamental destes polímeros, sendo causada pelas condições ambientais e pelos organismos vivos. Esta degradação deve ser completa, apresentando como produtos somente dióxido de carbono, água e outros produtos bio assimiláveis, e ocorrer em um período determinado.

De acordo com Innocentni-Mei e Mariani (2005) existem duas vias de degradação polimérica, a fragmentação e a mineralização. Sendo assim, na primeira etapa os bioplásticos são degradados em pequenas partículas, cujo tamanho seja suficiente para a utilização posterior como nutrientes para os microrganismos,

ocasionando no desaparecimento visual deste polímero. Já na mineralização, os produtos fragmentados são digeridos pelos microrganismos, visto que utilizam a energia armazenada nestas moléculas para seu crescimento. Esta etapa, acarreta a produção de gás carbônico, água e uma pequena quantidade de outros produtos de degradação biocompatíveis.

Vale ressaltar que vários fatores ambientais podem causar a degradação polimérica e, de acordo com o fator ambientalmente ativo, pode-se classificar a mesma em categorias, tais como, foto-degradação, causada pela luz solar, termo-degradação, acarretada pela temperatura, degradação, ocasionada por microrganismos, hidrólise, causada pela presença de água, e degradação oxidativa, acarretada pela presença de oxigênio. (GIORDANI; OLIVEIRA, 2014)

Desse modo, a biodegradação não consiste na única forma de decomposição polimérica, podendo estar associada ou não às outras categorias de degradação.

7.6 Aditivos

Segundo Piatti e Rodrigues (2005) os filmes plásticos produzidos industrialmente não saem da petroquímica com as características necessárias para determinadas aplicações, por isso há a necessidade da adição de substâncias denominadas aditivos, pois os mesmos conferem propriedades especiais a resina polimérica. Uma vantagem das resinas plásticas é que elas podem ser facilmente misturadas com outras substâncias (os aditivos) que as conferem novas características, sendo possível alterar propriedades como: plasticidade, elasticidade, cor, cheiro, resistência ao calor e água, etc.

A utilização dos plásticos tem se tornado cada vez mais relevantes no mundo industrial e, com a incorporação dos aditivos, esses materiais e os produtos fabricados podem ser cada vez mais eficientes, garantindo uma experiência mais satisfatória para o produtor, comprador e inclusive ao usuário final.

Segundo Mei (2016) os aditivos podem ser divididos em quatro grandes grupos, os quais são:

1. Funcionais, que possuem papel importante na formulação final do produto. Nessa classe encontram-se os estabilizantes, os agentes antiestáticos, os retardantes de chama, plastificantes, lubrificantes, biocidas, etc

2. Corantes, nessa divisão a quatro subgrupos, conhecidos como corantes especiais, corantes solúveis, pigmentos orgânicos e os pigmentos inorgânicos.
3. Cargas: comumente baseados em argilas, talco, kaolin, carbonato de cálcio, pó de sílica, polímeros sintéticos, as cargas tem como objetivo aumentar a resistência dos desgastes por abrasão e assim reduzir o custo do material
4. Reforços: podemos citar os mais usados nessa função que são as fibras de vidro, sintéticas, as naturais, dentre outras

Em relação à diferença dos aditivos sintéticos para os naturais, é exposto por Mei (2016) que os aditivos químicos são constituídos pelas substâncias que não são naturalmente encontradas, sintetizadas assim em laboratórios industriais, já os aditivos naturais são extraídos de fontes naturais como óleos essenciais derivados de especiarias ou frutas, e esses aditivos vem ganhando bastante espaço no mercado quando comparados com os sintéticos.

7.6.1 Aditivos sintéticos

Como dito anteriormente, a indústria faz uso de diversos aditivos para a melhora do desempenho dos plásticos produzidos. Tais aditivos possuem diferentes propriedades, responsáveis por aprimorar determinadas características desses plásticos, e se dividem em categorias, como os baseados em ftalatos, usados para melhorar a resistência à água e aos azeites, os adípicos, usados em objetos que precisam ser resistentes à baixas temperaturas e à luz ultravioleta, entre outros. Os aditivos usados comumente na indústria são os apresentados no quadro 3, com algumas variações, dependendo do produto final desejado.

O quadro 3 mostra os principais tipos de aditivos sintéticos e suas respectivas funções.

| ADITIVOS | FUNÇÃO |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Plastificante | Aumentar a flexibilidade |
| Estabilizante térmico | Evitar a decomposição por aquecimento |

| | |
|----------------------|--|
| Estabilizante UV | Evitar a decomposição causada por raios UV solares |
| Retardador de chamas | Reduzir a inflamabilidade |
| Lubrificante | Reduzir a viscosidade |
| Carga | Aumentar a resistência ao desgaste por abrasão e reduzir o custo do material |
| Antioxidante | Minimizar a oxidação provocada por oxigênio e ozônio atmosféricos |
| Pigmento | Conferir a cor desejada |
| Aromatizante | Conferir odores desejados; Mascarar odores indesejados |
| Antiestático | Evitar eletrização por atrito |
| Biocida | Inibir a degradação por microorganismos |

Quadro 3: Principais aditivos utilizados na fabricação de plásticos e sua função.

Fonte: Mei, 2016.

7.6.2 Aditivos naturais

Apesar de os aditivos sintéticos apresentarem uma melhora no desempenho dos filmes ou biofilmes, o seu uso acaba desfavorecendo a ideia de sustentabilidade quando usado em um bioplástico, por isso há a necessidade de desenvolver os aditivos naturais, para que após sua degradação, esse plástico desenvolvido com aditivos biodegradáveis não seja nocivo para o meio ambiente. Para que esse produto final seja degradado no ambiente sem ocasionar efeitos poluentes há a necessidade de todos os componentes serem biodegradáveis ou inertes ao meio ambiente, e não só o polímero-base. (MEI, 2016, p.34, cap.1)

Já existem biofilmes que utilizam o glicerol, por exemplo, como plastificante, assim como o urucum, utilizado como antioxidante em embalagens biodegradáveis (SANTANA, et. al., 2012), e o extrato de erva-mate, também como antioxidante (MACHADO et. al., 2012), também existem os biocidas sintetizados a partir da própolis (BADIN, 2010)., há também pesquisas relacionadas à utilização de

pigmentos orgânicos a partir da utilização do betacaroteno (MARINO e CANNIATTI-BRAZACA, 2006.), entre outras pesquisas envolta dos aditivos naturais.

8. METODOLOGIA

A presente metodologia foi elaborada a partir do fluxograma apresentado abaixo, construído no início da pesquisa.

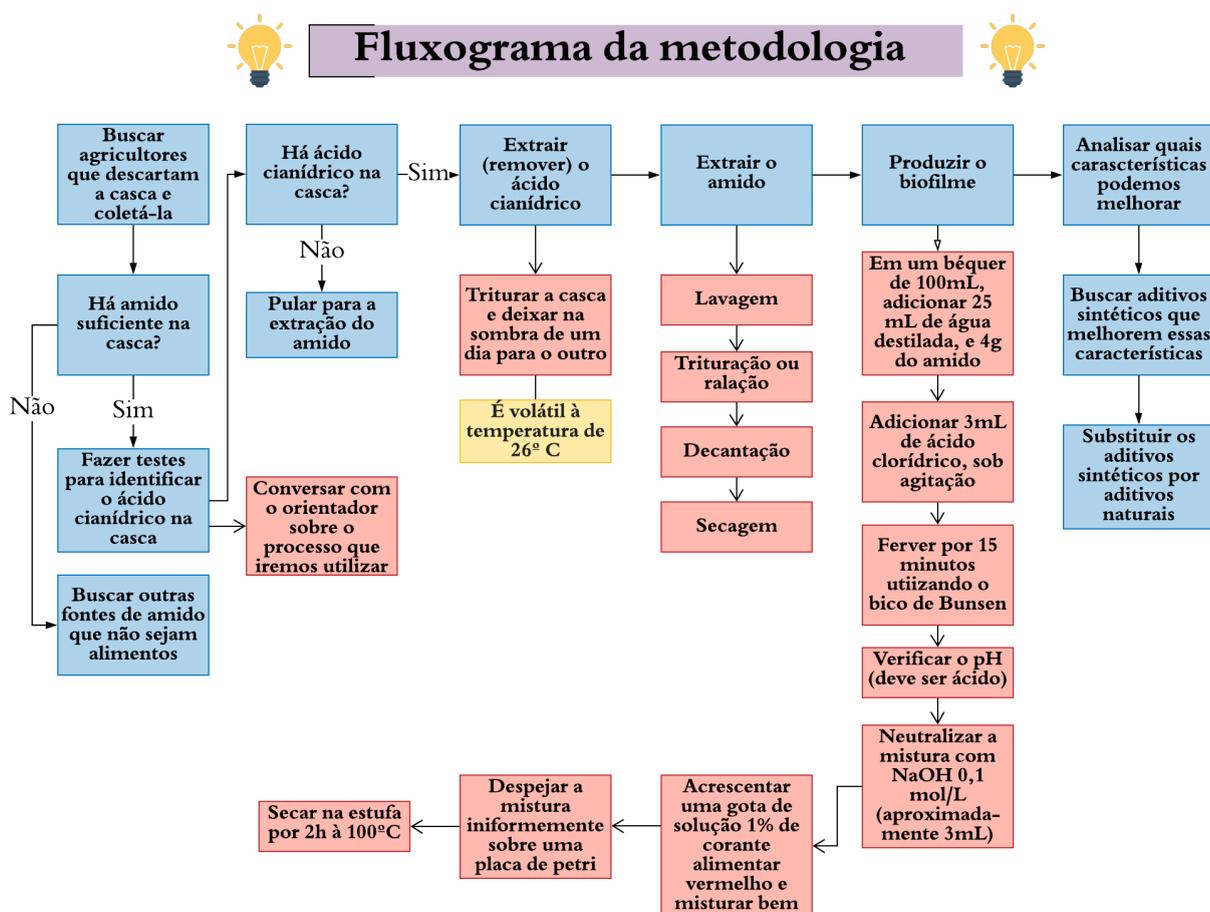


Figura 3: Fluxograma da metodologia que será utilizada. Elaborado pelos autores (2019)

8.1 Pré-teste

Inicialmente, será realizada uma busca por agricultores da região do Vale do Itapocu que cultivam a mandioca e não fazem o uso de sua casca, para assim ser utilizado na produção dos biofilmes apenas casca que não tem um destino útil. A

partir disso efetuou-se que o amido presente na casca é suficiente para realizar a extração, verificou-se isso por meio de um teste de amido, utilizando a reação com o iodo ressublimado, que confirmou que a quantidade de amido presente na casca era suficiente. O teste consiste em adicionar algumas gotas de iodo ressublimado com concentração de 0,0151 mol/L sob a amostra da fécula de mandioca, aguardar em torno de 15 segundos para a avaliação, sendo assim, uma vez que na presença do iodo o amido apresenta a coloração azulada e quando não há a presença de amido na amostra a cor apresentada é amarelada. A coloração obtida com o teste foi a azulada comprovando assim a presença de amido na amostra de mandioca.

Uma preocupação existente antes do uso de resíduos da mandioca na produção do biofilme é a presença de HCN (ácido cianídrico) na mandioca, pois ele é volátil e tóxico, entretanto pesquisas bibliográficas apontam que a presença do mesmo na casca é relativamente pequena e por conta de sua volatilidade, apenas uma exposição durante um dia completo ao sol já retiraria todo o ácido do resíduo, podendo ser utilizado e deixando de ser prejudicial. Pois segundo Mathias, 2013 a forma mais utilizada para reduzir o teor de HCN é pelo processamento tradicional: moagem, retirada da manipuera (ou manipueira, líquido liberado), há também outros métodos possíveis, como a fervura (perde de 25% a 75%); a secagem ao sol (perde de 40% a 50%); e o esmagamento e secagem ao sol (perde de 95% a 98%)

Posteriormente a isso, foi realizada a primeira extração de amido e produção do biofilme, a metodologia utilizada baseou-se no livro da autora Ljubica Tasic.

8.2 Extração de amido e produção do bioplástico

O procedimento utilizado como base referencial durante toda a pesquisa será o apresentado por Ljubica Tasic, 2017, sua metodologia constitui em uma extração do amido que será realizada a partir da casca triturada no liquidificador com uma pequena quantidade de água e deixada decantar em um béquer durante quinze minutos, na sequência será realizada a filtração com o auxílio de tecido permeável, o filtrado irá decantar novamente por 15 minutos e o processo se repetirá. A substância final será deixada em repouso em uma placa de petri por 24h. Após isso

será realizado a retirada da água, com o auxílio de uma seringa, ocorrendo a separação do amido e obtenção do amido puro.

Após a extração do amido, será realizada a produção do biofilme utilizando o método “casting”. Este se baseia na pesagem de 4g do amido e solubilização em 25 mL de água dentro de um becker de 100 mL. Obstante a isso, será adicionado 3 mL de ácido clorídrico e a solução permanecerá sob agitação em uma chapa de aquecimento por quinze minutos. A partir disso será verificado se o pH da solução está ácido, pois há a necessidade da acidez da solução, seguindo a isso será adicionado aproximadamente 3 mL de NaOH.

A mistura resultante será vertida em placa de petri uniformemente e colocada na estufa em torno de 55°C por aproximadamente 24h, para evaporação do solvente e obtenção do biofilme.

8.3 Análise das características e aplicação de aditivos

Serão analisadas as principais características do biofilme produzido, focando principalmente nas características que afetam o seu desempenho comercial, tais como: falta de maleabilidade, altamente quebradiços, falta de resistência, odor, entre outros. A partir disso serão selecionados os aditivos necessários para melhoria destas qualidades.

Serão analisadas as propriedades dos aditivos sintéticos escolhidos e, baseado nisso, ocorrerá a pesquisa e escolha dos aditivos naturais que poderão substituir os sintéticos, realizando assim as mesmas funções. Posteriormente, serão produzidos e testados bioplásticos de amido com diferentes combinações de aditivos, de modo a obter plásticos com diferentes propriedades, que poderão ser usados nos mais variados produtos.

A produção dos bioplásticos contendo aditivos se dará seguindo a metodologia apresentada no item 8.2, inserindo os aditivos na etapa de produção da solução de amido

9. CRONOGRAMA

Em busca de melhor aproveitamento do tempo disposto no primeiro e segundo semestre de 2020, o cronograma a seguir discorre a proposta de elaboração das práticas laboratoriais e escrita para conclusão do presente projeto de pesquisa.

| Etapas 2020.1/2020.2 | Fev. | Mar. | Abril | Mai. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Out. | Nov. |
|--|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Revisão bibliográfica e escrita do relatório | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Escolha dos aditivos | X | X | X | | | | | | | |
| Produção do bioplástico | | | X | X | X | | | | X | X |
| Testes de aditivos sintéticos e naturais | | | X | X | X | | | | | |
| Comparação do bioplástico com aditivos sintéticos e naturais | | | | X | X | | | | | |
| Identificar possíveis produtos para aplicação dos bioplásticos | | | | | | | X | X | | |
| Organização da apresentação | | | | X | X | | | | X | X |
| Apresentação | | | | | X | X | | | | X |

Quadro 4: Cronograma.

10. REFERÊNCIAS

Amorim, S. L.; Medeiros, R. M. T.; Correa, F. R. **Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil**. Revista Ciência animal, v.16, n.1, p.17-26, 2006.

Disponível em:

<<https://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/Artigo2.2006.1.pdf>> Acesso em: 13 nov. 2019

AZEVÊDO, Luciana Cavalcanti; et. al.; **Propriedades do Amido e suas Aplicações em Biopolímeros**. 2018. Disponível

em:<<https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/view/23173/PROPRIEDADES%20DO%20AMIDO%20E%20SUAS%20APLICA%C3%87%C3%95ES%20EM%20BIOPOL%C3%8DMEROS>>. Acesso em: 12 de out. de 2019.

BADIN, Flavio. **Biocidas naturais e seus reflexos sobre contaminantes na produção de etanol**. 2010. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/94913>>.

CARVALHO, Cássia Regina Limonta, et. al; **Conteúdo cianogênico em progênes de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas**. -

Bragantia, Campinas, v.63, n.2, p.221-226, 2004. Disponível em:

><http://www.scielo.br/pdf/%0D/brag/v63n2/21371.pdf>>. Acesso em 12 nov. de 2019

CONCEIÇÃO, Aparecido Almeida; RÊGO, Angra Paula Bonfim; SANTANA, Hugo; TEIXEIRA, Ingrid; MATIAS, Amanda Gilvani Cordeiro Matias. **TRATAMENTO DE EFLUENTES RESULTANTES DO PROCESSAMENTO DA MANDIOCA E SEUS PRINCIPAIS USOS**. Revista meio ambiente e sustentabilidade, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 1-13, jun./dez.- 2013. Disponível em:

<https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/206/99>. Acesso em: 13 nov. 2019

EUROPEAN BIOPLASTICS. **What are bioplastics?**, Material types, terminology, and labels – an introduction, 2016. Disponível em:

<https://docs.europeanbioplastics.org/2016/publications/fs/EUBP_fs_what_are_bioplastics.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019

GIORDANI, Alessandra; OLIVEIRA, Anderson Maida Siqueira. **ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS PRODUZIDAS A PARTIR DE BIOPLÁSTICO (PLÁSTICO VERDE)**. 2014. Disponível em:

<https://www.unifal-mg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC_2013_2/Ale

ssandra%20Giordani_Andreson%20Maida%20Siqueira%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

JESUS, Sandra C. P. de; MENDONÇA, Fernando A. C. de. **Atividade do extrato aquoso da mandioca sobre a mortalidade e reprodução do pulgão da couve.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Pernambuco, Brasil, v. 7, p. 826-830, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1190/119025455019.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019

MACHADO, Bruna Aparecida Souza, et. al; **Desenvolvimento e avaliação da eficácia de filmes biodegradáveis de amido de mandioca com nanocelulose como reforço e com extrato de erva-mate como aditivo antioxidante.** Ciência rural, vol. 42, núm. 11, 2012, p. 2085-2091. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33124571014>>. Acesso em: 22 de out.

MALI, Suzana;GROSSMANN, Maria Victória Eiras; YAMASHITA, Fábio. **Filmes de amido:** produção, propriedades e potencial de utilização. 2010. Disponível em:<<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744095013.pdf>>.Acesso em: 11 de out. de 2019.

MATHIAS, João. **Consultório Agrícola:** toxina da casca de mandioca. [S. l.], 13 ago. 2012. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI315919-18532,00-CONSULTORIO+AGRICOLA+TOXINA+DA+CASCA+DE+MANDIOCA.html>. Acesso em: 23 ago. 2019.

MARINO, L. B.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. **Cor, betacaroteno e colesterol em gema de ovos obtidos de poedeiras que receberam diferentes dietas.** Ciência e agrotecnologia, v. 30, p. 1130-1134, 2006.

MEI, Lucia Helena Innocentini. **Bioplásticos:** Biodegradáveis e Biobased. Campinas: Editora Unicamp, 2017. 256 p.

MEI, Lucia Helena Innocentini; MARIANI, Pilar Drummond Sampaio Corrêa. **Visão Geral Sobre Polímeros ou Plásticos Ambientalmente Biodegradáveis PADs.** S.l: Editora Unicamp, 2005. Disponível em: <https://www.feq.unicamp.br/images/stories/documentos/dtp_edps.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

Ministério do Meio Ambiente. **O tamanho do problema**. [201-]. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/saco-e-um-saco/saiba-mais>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

NEUMANN, Fernanda et al. **Química Verde**. Juiz de Fora: 2013. 27 slides, color. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/baccan/files/2012/11/Seminario-Quimica-Verde-2S2013.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2019.

OLIVEIRA, L.; Valdés SERRA, J.; MAGALHÃES, karine. (2013). **Estudo comparativo das diferentes tecnologias utilizadas para produção de etanol**. Geoambiente On-Line, (19), 01-23 pág. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i19.26058>

PIATTI, Tania Maria; RODRIGUES, Reinaldo Augusto Ferreira. **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Alagoas: Edufal - Editora da Universidade Federal de Alagoas, 2005. 51 p. Disponível em: <http://www.usinaciencia.ufal.br/multimedia/livros-digitais-cadernos-tematicos/Plasticos_caracteristicas_usos_producao_e_impactos_ambientais.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.

SANTANA, Maria Cecília Castelo Branco de, et. al. **Incorporação de urucum como aditivo antioxidante em embalagens biodegradáveis a base de quitosana**. Salvador, Bahia: Universidade Federal da Bahia; 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2013nahead/a7213CR2012-0010.pdf>>. Acesso em: 01 de nov.

SANTOS, Vanderlei da Silva. **Mandioca: a raiz das nossas raízes**. AGROSOFT BRASIL, Cruz das Almas/BA, p. 1-2, 30 dez. 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/874157/1/httpagrosoft.compdfVANDERLEI.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

TASIC, Ljubica (org). **Química em 50 Ensaios**. Editora Átomo. 2017. p. 263 - 269.

TEXEIRA, Ana Gabriela; CARON, Beatriz. **Tipos de plásticos e suas propriedades**. Curitiba, 2013. Color. Disponível em: <http://novo.more.ufsc.br/relatorio_tecnico/inserir_relatorio_tecnico>. Acesso em: 02 nov. 2019.

VALLE, Teresa Losada et al. **Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas.** Campinas, São Paulo - Brasil, v. 63, ed. 2, p. 221-226, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/brag/v63n2/21372.pdf>. Acesso em: 24 out. 2019.