



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

ANNA JULIA ZANDONAI
DANIELLE VITÓRIA SANTANA DIAS
JEISIANE RAMOS MONTEIRO
KAWANNE PAOLLA ROGALEWSKI
LAYSA GABRIELI PEREIRA
RAYSSA CAROLINA COSTA

**Extração e caracterização de celulose como matéria prima para a fabricação
de papel com a utilização de amido como aditivo.**

Jaraguá do Sul
2017

Anna Julia Zandonai
Danielle Vitória Santana Dias
Jeisiane Ramos Monteiro
Kawanne Paolla Rogalewski
Laysa Gabrieli Pereira
Rayssa Carolina Costa

Extração e caracterização de celulose como matéria prima para a fabricação de papel com a utilização de amido como aditivo.

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

Orientadora: Luciana Valgas de Souza
Coorientador: Elder Correa Leopoldino

Jaraguá do Sul
2017

SUMÁRIO

1 TEMA.....	5
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	5
3 PROBLEMA.....	5
4 HIPÓTESES.....	5
5 OBJETIVOS.....	5
5.1 Objetivo geral.....	5
5.2 Objetivos específicos.....	6
6 JUSTIFICATIVA.....	6
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
7.1 Cana-de-açúcar.....	7
7.1.1 Composição do bagaço da cana-de-açúcar.....	9
7.2 Celulose.....	10
7.3 Papel e sua fabricação.....	11
7.4 Amido.....	13
7.5 Impactos ambientais.....	14
7.5.1 Geração de resíduos sólidos.....	14
7.5.2 Efluentes.....	15
8 METODOLOGIA.....	16
8.1 Preparo das amostras.....	16
8.2 Purificação da celulose.....	16
8.3 Caracterização da celulose.....	18
8.4 Extração do amido.....	18
8.5 Fabricação do papel.....	18
8.6 Caracterização físico-química do papel.....	19
8.6.1 Gramatura.....	19
8.6.2 Umidade.....	19
8.6.3 Resistência à tração.....	20
8.6.4 Alongamento.....	20
9. CRONOGRAMA.....	20
10. REFERÊNCIAS.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Cana-de-açúcar.....	8
Figura 2 - Principais regiões produtoras de cana-de-açúcar no Brasil.....	9
Figura 3 - Complexo lignocelulósico: cadeias de celulose envolvidas por hemicelulose e lignina.....	10
Figura 4 - Composição do bagaço da cana-de-açúcar.....	10
Figura 5 - Estrutura da unidade de repetição da celulose, celobiose.....	11
Figura 6 - Estrutura química da amilopectina e amilose.....	13
Figura 7 - Tela para produção caseira de papel.....	19

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Principais resíduos gerados nas etapas da produção da celulose.....	15
--	----

1. TEMA

Extração e caracterização de celulose proveniente do bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) como matéria prima para fabricação de papel utilizando de amido extraído da casca de batata inglesa (*Solanum tuberosum L.*) como aditivo.

2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Extração e caracterização da celulose proveniente do bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) como matéria prima para fabricação de papel com utilização de diferentes granulometrias de fibra utilizando o amido extraído da casca de batata inglesa (*Solanum tuberosum L.*) como aditivo.

3. PROBLEMA

A utilização de diferentes granulometrias de fibras interfere no rendimento e nas características da celulose extraída do bagaço da cana-de-açúcar? Estas, com a adição do amido proveniente da batata inglesa como aditivo, influenciarão na qualidade do papel?

4. HIPÓTESES

- A granulometria das fibras interfere no rendimento da celulose;
- Será possível a fabricação do papel a partir da celulose extraída do bagaço de cana-de-açúcar;
- A qualidade do papel produzido a partir do bagaço da cana-de-açúcar independe do dimensionamento das fibras;
- As características da celulose extraída do bagaço da cana-de-açúcar não são influenciadas pelo tamanho das fibras;
- O amido da casca da batata inglesa é um bom aditivo para a produção do papel.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Analisar se a granulometria das fibras interfere no rendimento da extração da celulose e na qualidade do papel produzido, assim como, a adição de amido extraído da casca de batata inglesa durante a produção do papel.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair a celulose do bagaço da cana-de-açúcar pelo método de Soxhlet;
- Branquear a celulose extraída do bagaço da cana-de-açúcar com hidróxido de sódio e peróxido de hidrogênio.
- Caracterizar as propriedades físico-químicas da celulose extraída do bagaço da cana-de-açúcar através de espectroscopia na região do infravermelho;
- Fabricar papel a partir da celulose extraída do bagaço da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).
- Incorporar o amido proveniente da casca da batata inglesa (*Solanum tuberosum L.*) como aditivo durante a fabricação do papel.

6. JUSTIFICATIVA

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, o país que mais gera biomassa residual: palha e bagaço. Parte dos resíduos é utilizada na co-geração de energia - sendo queimada em caldeiras nas indústrias - porém, a majoritária parcela de resíduos excedentes acaba por gerar problemas ambientais e sociais sendo necessário desenvolver programas que viabilizem a reutilização desse material, com valor agregado (QUINELATO, 2016).

A cada tonelada de cana-de-açúcar processada são gerados 140 kg de bagaço (SANTOS, 2012). Sendo a produção de cana-de-açúcar da safra de 2017/18 estimada em 647,6 milhões de toneladas (CONAB, 2017) serão rejeitados cerca de 90,66 milhões de toneladas de bagaço resultando em sérios problemas ambientais e sociais, sendo, o maior resíduo da agricultura brasileira (VIEIRA, 2012).

O bagaço de cana-de-açúcar é constituído de 30 a 50% de celulose, polímero empregado na fabricação do papel. Portanto, a aplicabilidade do bagaço de

cana-de-açúcar na indústria de celulose, mostra-se uma alternativa para o reaproveitamento deste rejeito. Convencionalmente o papel é obtido através da extração da celulose da madeira, eucalipto, o qual tem seu período de corte estipulado entre 6 a 7 anos após o plantio (BRANDÃO, 2011). Mesmo que as plantações de eucalipto sejam vistas como solução para problemas ambientais estas acabam por afetar a fauna a flora local (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.d.).

Assim como o bagaço de cana-de-açúcar, a casca da batata inglesa também é um resíduo, sendo que a casca de batata é gerada pela indústria processadora dessa. Como utilizações alternativas para a pele da batata tem-se o alimento animal, esta ser utilizada como matéria prima para fertilizantes orgânicos, além de ser uma rica fonte de amido que pode ser utilizado como aditivo durante o processo de fabricação de papel (PIRES *et. al.*, 2005).

Sendo extremamente dependente de recursos naturais - tais como fibras vegetais, energia e água - a indústria de papel e celulose é uma grande geradora de resíduos, sendo considerada uma importante fonte de poluentes do ar, água e solo (MIRANDA, 2008). Portanto, este trabalho visa a extração da celulose do bagaço da cana-de-açúcar com diferentes granulometrias de fibras utilizando o amido extraído da casca de batata inglesa como aditivo natural, verificando a viabilidade econômica deste processo e buscando minimizar os resíduos gerados.

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A maior parte das plantas fibrosas poderiam ser utilizadas para fabricação de papel, porém o fator limitante é justamente a viabilidade econômica de tal utilização (KLOCK; ANDRADE; HERNANDEZ, 2013). Dentre as matérias primas de origem agrícola o bagaço de cana-de-açúcar é uma das mais significativas, por sua coleta ser abundante e de fácil acesso.

7.1 CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), observada na **Figura 1**, é uma gramínea introduzida ao Brasil na época colonial que é, atualmente, cultivada em regiões tropicais e subtropicais do país. (CARVALHO, 2011)



Figura 1. Cana-de-açúcar.

Fonte: (ROSSETTO; SANTIAGO, 2016)

Segundo Silva & Silva (2012) a cana-de-açúcar cresce em forma de moita (touceira), sendo que sua parte externa é formada por frutos, colmos, caule típico das gramíneas, folhas e inflorescências¹, já sua parte subterrânea é constituída por raízes e rizomas².

Figueiredo (2011) *apud* Figueiredo *et.al* (2008) afirma que o ponto de origem da cana-de-açúcar é a região das ilhas do arquipélago da Polinésia. A cultura da gramínea no Brasil (**Figura 2**) iniciou-se em 1550 e na época a cana-de-açúcar era usada única e exclusivamente na fabricação do açúcar, que era distribuído na Europa (VAZ ed., 2013, p. 67).

¹ Conjunto de flores arranjadas em haste (SILVA; SILVA, 2012, p.23)

² “Caules subterrâneos, espessos e ricos em reserva nutritiva, providos de nós e entrenós e que crescem horizontalmente”. (SILVA; SILVA, 2012, p.23)

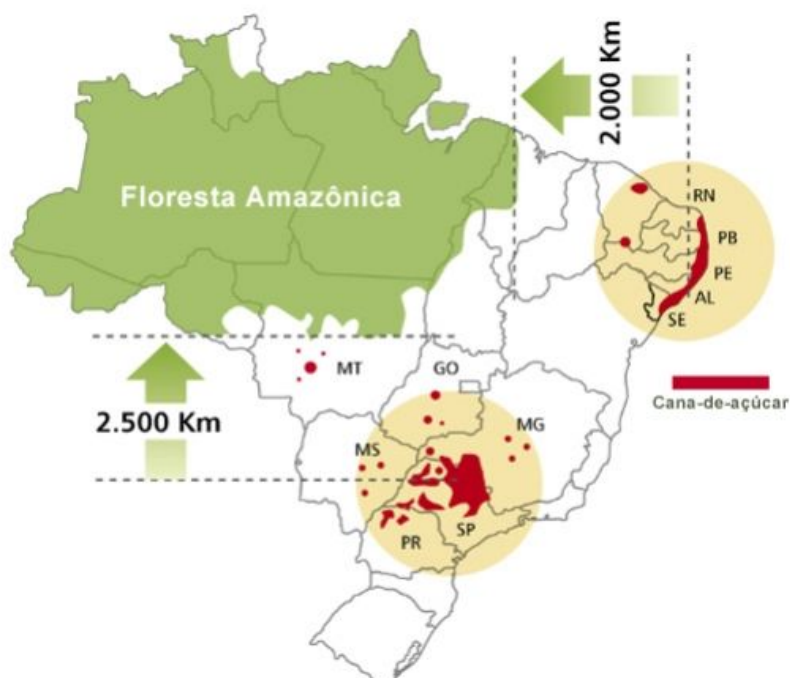


Figura 2. Principais regiões produtoras de cana-de-açúcar no Brasil.
Fonte: Unica, s.d.

É possível notar que, atualmente as principais regiões produtoras de cana-de-açúcar encontram-se no Centro-Sul e Nordeste do Brasil (UNICA, s.d.).

7.1.1 Composição do bagaço de cana-de-açúcar

O bagaço da cana-de-açúcar é considerado atualmente “um dos subprodutos lignocelulósicos mais abundantes no Brasil” (FONSECA, 2009). Materiais lignocelulósicos são uma das maiores fontes de energia renovável da Terra, além de abrangerem diversos resíduos agroindustriais como cascas, palhas e bagaços provenientes, principalmente, da produção agrícola (FONSECA, 2009).

Após o processo de moagem da cana para a extração do caldo, obtêm-se um material fibroso que é o principal constituinte do bagaço, composto por cerca de 45 % de fibras lignocelulósicas, 50 % de umidade e 2 % a 3 % de sólidos solúveis em água (PANDEY *et al.*, 2000). As fibras lignocelulósicas são constituídas principalmente por lignina, celulose e hemicelulose (**Figura 3**). (PANDEY *et al.*, 2000).

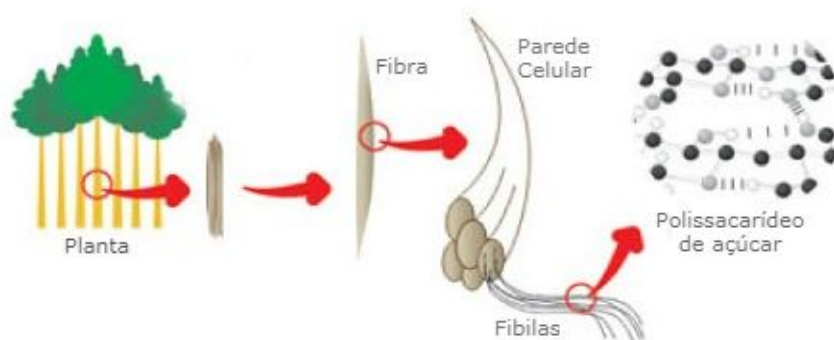


Figura 3. Complexo lignocelulósico: cadeias de celulose envolvidas por hemicelulose e lignina.
Fonte: CMPC, s.d.

Dentro da composição de 45 % de fibras lignocelulósicas o bagaço de cana-de-açúcar possui em média 25-27 % de hemicelulose, 38-50 % de celulose, 20-30 % de lignina e 5-20 % outros, como demonstrado na **Figura 4**.

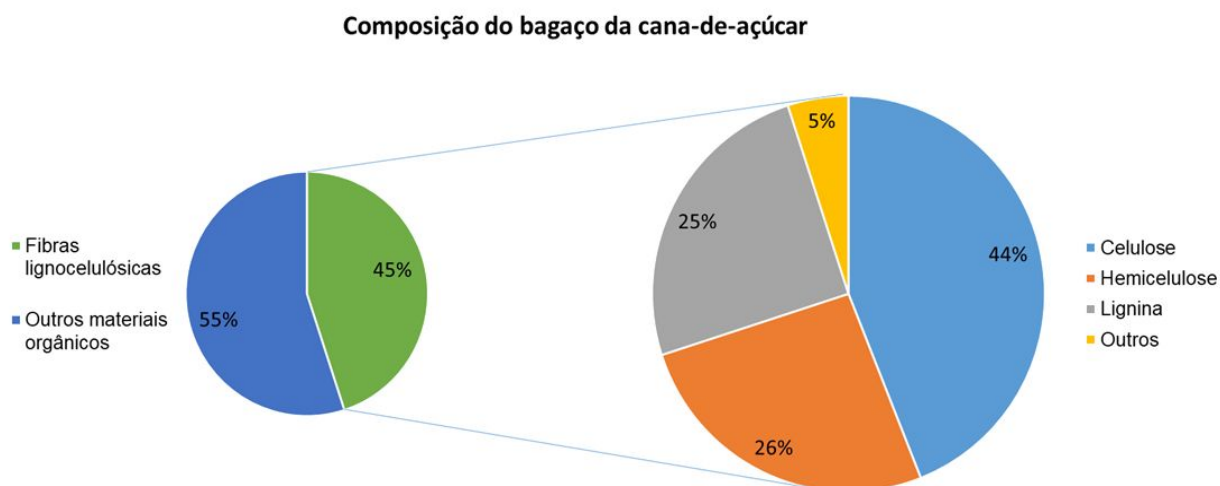


Figura 4. Composição do bagaço da cana-de-açúcar.
Fonte: Elaborado pelas autoras..

Assim, a cana-de-açúcar torna-se uma matéria prima viável para extração de celulose, já que grande parte da composição das fibras lignocelulósicas trata-se desse polímero.

7.2 CELULOSE

A celulose pode ser definida como “um polímero linear de glicose de alta massa molecular formado de ligações β 1,4 glicosídicas” (CASTRO, 2009). Além

disso a celulose é um polissacarídeo, possuindo uma característica singular pois apresenta uma estrutura cristalina (LYND *et al.*, 2002).

Um das características dessa matriz cristalina é que o arranjo das moléculas nas microfibrilas faz com que esta seja suficientemente rígida, impossibilitando a passagem de enzimas ou moléculas menores, como a água. (LYND *et al.*, 2002).

Durante o processo de fabricação de papel as fibras tendem a se arranjar na direção de movimentação da tela formadora da máquina. Desta forma podemos dizer que o papel, quanto ao sentido de fibra se distingue em duas direções: – longitudinal e transversal (SENTIDO, 2013).

A unidade de repetição da celulose, celobiose apresentada na **Figura 5**, se forma através da eliminação da molécula de água, presente nos carbonos 1 e 4, onde seguidamente duas moléculas farão uma ligação glicosídica. (CARVALHO, 2011 *apud* WYMAN *et al.*, 2005).

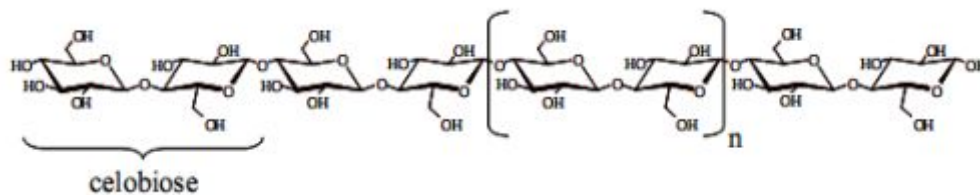


Figura 5. Estrutura da unidade de repetição da celulose, celobiose.
Fonte: CARVALHO, 2011.

Possuindo uma maior aplicabilidade pura a celulose é separada dos demais constituintes do material lignocelulósico, sendo esses a lignina e a hemicelulose. (CASTRO, 2009).

Esse polissacarídeo pode ser obtido através de biomassa vegetal que se remete tanto a matéria orgânica que é produzida quanto aos resíduos gerados por esta. Alguns exemplos de biomassa vegetal são: bambú, cana de açúcar, bagaço da cana de açúcar, sisal, dentre outros (CASTRO, 2009).

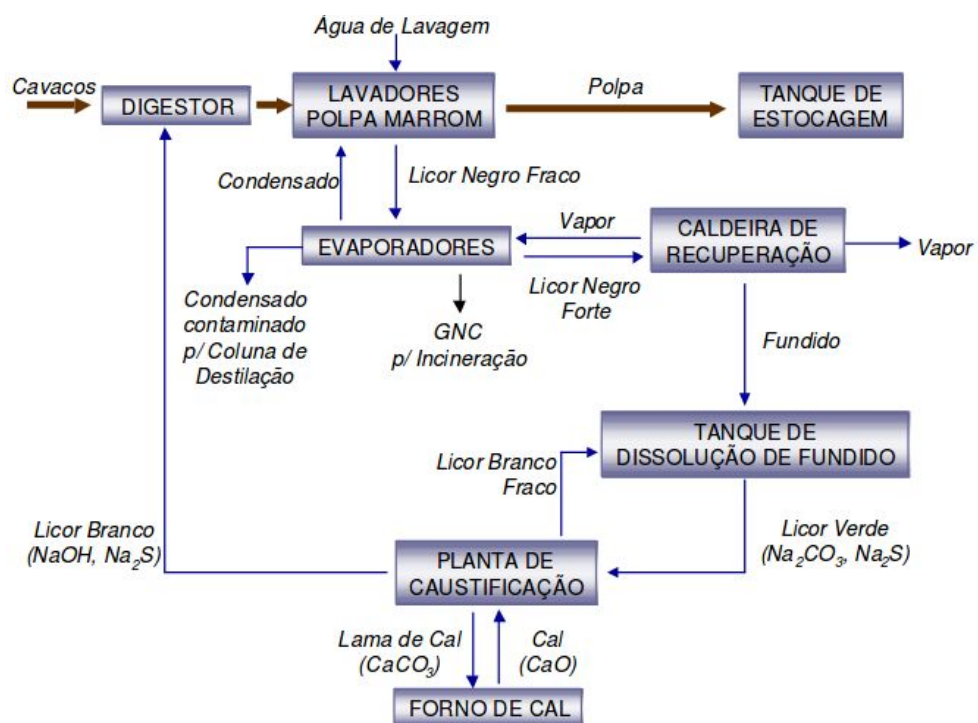
7.3 PAPEL E SUA FABRICAÇÃO

O papel é produzido a partir de uma suspensão aquosa de fibras celulósicas proveniente da madeira e de outras fontes, como o bambu, bagaço da

cana-de-açúcar, algodão e linho que são entrelaçadas artificialmente para que o material ganhe resistência e posteriormente drenadas através de processos mecânicos e térmicos (KLOCK *et al.*, 2013; SANTOS, *et al.*, 2001).

Existem alguns métodos para a fabricação do papel sendo que, no Brasil, o mais utilizado é o processo Kraft apesar de este apresentar desvantagens como baixo rendimento, alto custo para o branqueamento e odor dos gases produzidos (CASTRO, 2009). A função do processo Kraft é dissolver a lignina - agente ligante das fibras na madeira - com o objetivo de liberar as fibras com o mínimo de degradação dos carboidratos (celulose e hemicelulose) (ALVES *et al.*, 2014).

Para o processo de fabricação do papel faz-se necessário as seguintes etapas: colheita, descascamento, picagem, cozimento, lavagem, depuração, secagem, branqueamento e secagem, além de que, no meio deste processo, é feita também uma recuperação dos produtos químicos (CASTRO, 2009). Estes processos são demonstrados no **fluxograma 1**.



Fluxograma 1. Processo Kraft para a fabricação de papel.

Fonte: Mieli, 2007

Durante o processo de depuração o material é lavado objetivando retirar todos os solúveis das fibras de celulose, o material filtrado é chamado licor negro, e esse é rico em lignina e reagentes químicos utilizados em processos anteriores

(CASTRO, 2009; FIGUEIRÊDO, 2009), sendo este recuperado através de processos de evaporação e queima.

O processo de branqueamento ocorre através de uma série de processos químicos que utilizam oxigênio, peróxido de hidrogênio, soda cáustica e dióxido de cloro, sendo por fim, enviada para as etapas de secagem e enfardamento (FIGUEIRÊDO, 2009).

Os processos citados acarretam em rejeitos nocivos ao meio ambiente salientando a importância de processos alternativos, diferentes matérias primas ou diferentes aditivos para produção de papel, como por exemplo a celulose obtida do bagaço da cana-de-açúcar e o amido proveniente da casca da batata inglesa.

7.4 AMIDO

O amido é homopolissacarídeo, ou seja, é formado por polissacarídeos constituídos por açúcares. Estruturalmente, ele é constituído por cadeias de amilopectina e amilose (**Figura 6**). No caso da amilopectina sua cadeia consiste em unidades D-glicose ligadas por α -1,4 e α -1,6, formando uma estrutura ramificada, enquanto a amilase consiste em unidades D-glicose unidas por α -1,4 (OLIVEIRA *et al.*, 2017 *apud* TESTER & KARKALAS, 2004).

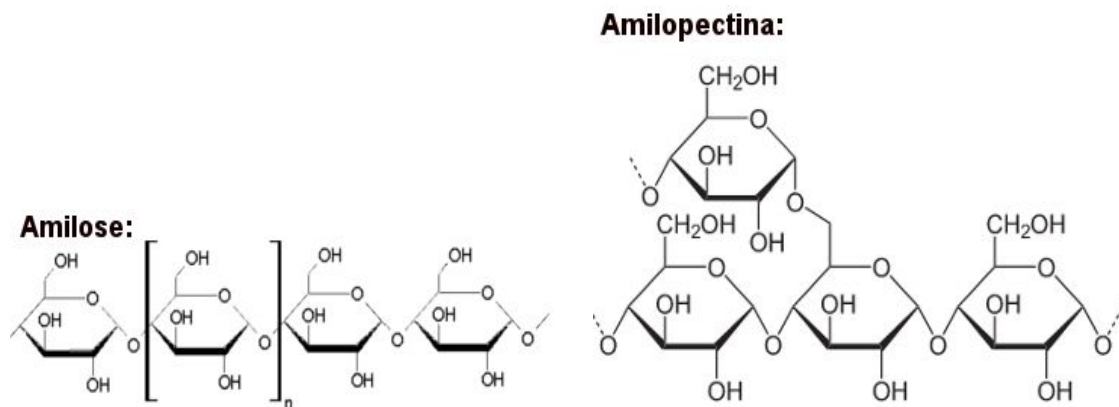


Figura 6. Estrutura química da amilopectina e amilose.
Fonte: Fogaça, s.d.

Quando muda a fonte orgânica de obtenção do amido, muda a proporção em que essas estruturas se apresentam. Isso ocorre por existirem variedades dentro de uma mesma espécie, influência do tempo de colheita, dentre outros, todos esses

fatores acabam por influenciar a estrutura do amido (OLIVEIRA *et al.*, 2017 *apud* TESTER & KARKALAS, 2004).

Dentre as fontes de amido, uma das mais utilizadas é a batata inglesa - *Solanum tuberosum L* (ROCHA; DEMATE; FRANCO, 2008). Somente em 2017 a produção do tubérculo foi de aproximadamente 4 toneladas, sendo cerca de 2 toneladas na primeira safra, 1,2 na segunda safra e 1 na terceira safra (BRASIL, 2017). A grande produção agrícola gera biomassa residual e, no Brasil, cerca de 300 mil toneladas de casca são descartadas anualmente (FERNANDES, 2006).

7.5 IMPACTOS AMBIENTAIS

As indústrias geram junto com seus produtos danos ambientais que podem acarretar em multa e penalidade à empresa causadora (MIRANDA, 2008 *apud* KOKZTRZEPA, 2004).

Segundo Miranda (2008) a geração de resíduos do processo Kraft está diretamente ligada a questão da dependência de recursos naturais que o processo retém, uma vez que submete-se a necessidade de fibras vegetais, energia e água (cujo o consumo é intenso).

As etapas com maior geração de despejos, sendo consideradas as principais fontes poluentes de ar, água e solo podem ser apontadas como a etapa de descascamento (que se faz em meio úmido), lavagem, depuração, limpeza da pasta celulósica e o branqueamento. (MIRANDA, 2008)

7.5.1 Geração de resíduos sólidos

Apesar dos resíduos sólidos gerados na indústria de papel e celulose serem considerados, pela legislação brasileira, como não-perigosos é considerável a quantidade e variedade destes (MIRANDA, 2008).

A maior parte das unidades industriais possuem aterros controlados para a deposição segura de resíduos além de disporem de mecanismos para a sua separação o que permite seu tratamento, reciclagem, reutilização ou valorização energética. Esses métodos buscam evitar os despejos em aterros e uma destinação mais sustentável para tais rejeitos (CELPA, 2004).

As indústrias de papel e celulose geram cerca de 48 t de resíduos para cada 100 t de celulose produzidas. Esses rejeitos podem ser transformados em produtos através de processos de reciclagem (MIRANDA, 2008). Os resíduos inorgânicos principais são os dregs, grits e lama de cal do processo de recuperação.

Na **Tabela 1** podem ser observados os processos das indústrias de papel e celulose relacionados aos seus resíduos.

Tabela 1. Principais resíduos gerados nas etapas da produção da celulose

ETAPAS	RESÍDUOS SÓLIDOS
Descascamento	Casca suja
Picagem dos cavacos	Serragem
Cozimento	Licor negro Dregs, Grits
Lavagem	Lodo orgânico
Branqueamento	Lama de cal
Caldeira de biomassa	Cinzas

Fonte: adaptado de Miranda, 2008.

Sendo assim definimos os rejeitos sólidos da produção de celulose e papel como materiais heterogêneos (em sua maior parte orgânicos) resultantes das atividades humanas que geram problemas sanitários, ambientais, econômicos e estéticos (MIRANDA, 2008).

7.5.2 Efluentes

Os efluentes líquidos provenientes de todas as etapas que envolvem água no curso do sistema, contém forte coloração e substâncias tóxicas (MIRANDA, 2008).

Nas etapas de branqueamento e polpação ocorre a maior produção de efluente poluidor: esses processos liberam diariamente cerca de 62 milhões de metros cúbicos de efluentes. Fonseca *et al.* (2003) afirma que a soma das águas residuais da fase de fabricação do papel possuem um menor potencial poluidor do que cargas residuais provenientes dos processos da obtenção da polpa celulósica.

De acordo com Fonseca (2003) portanto, irá ocorrer maior ou menor produção de efluentes e maior ou menor concentração de poluentes nas águas

residuais provenientes da produção de papel, dependendo da matéria prima que será usada e do tipo específico de papel que se pretende fabricar, pois como afirma Miranda (2008) quanto mais finas forem as classes de papel maior será o consumo de água.

Devido às problemáticas que envolvem as atuais técnicas de fabricação de papel, o projeto visa a extração de celulose do bagaço da cana-de-açúcar com a utilização do amido oriundo da casca da batata inglesa como aditivo, pois estes são rejeitos, o que torna os processos de extração da matéria-prima e fabricação do papel mais rentáveis e maior custo-benefício do processo.

8. METODOLOGIA

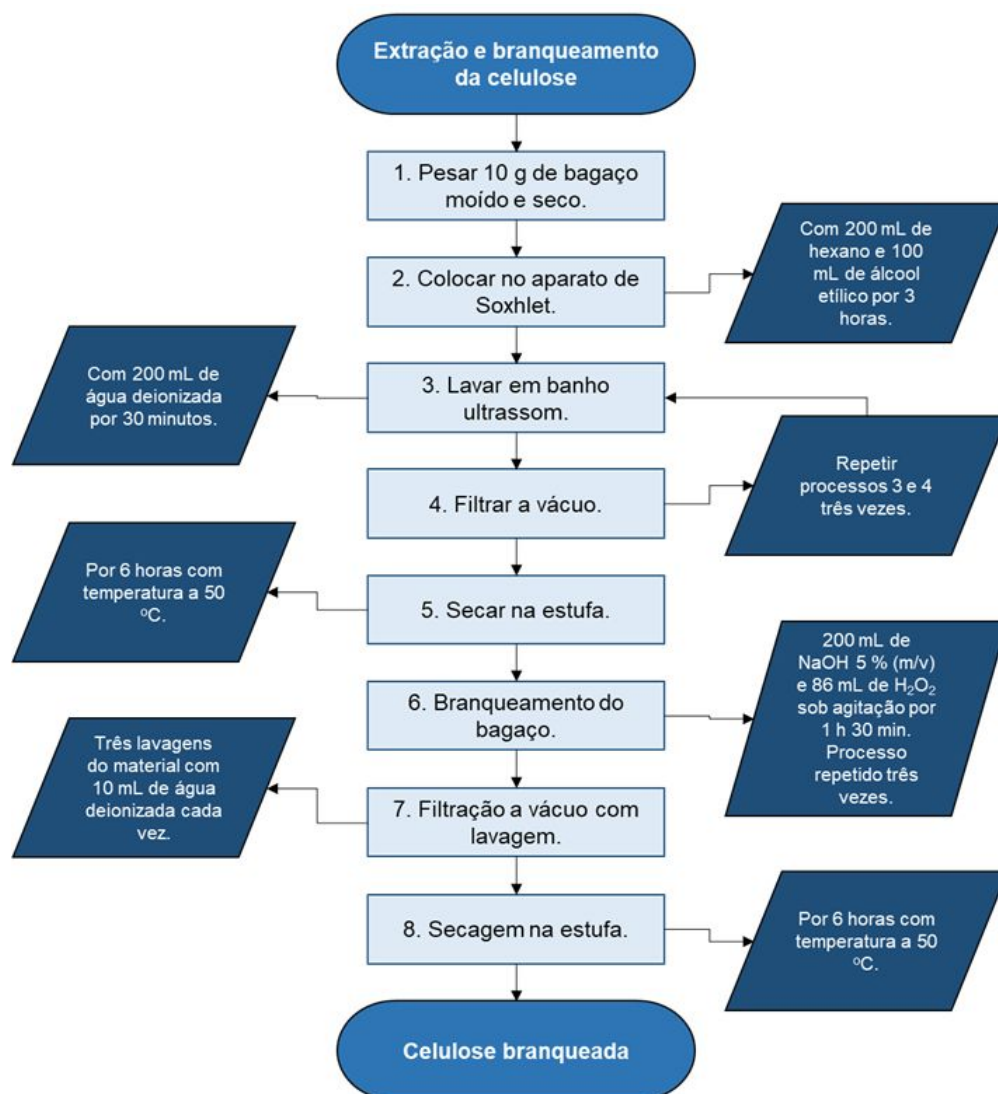
8.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

A coleta das amostras de bagaço da cana-de-açúcar serão feitas na cidade de Jaraguá do Sul - SC, sendo estas disponibilizadas por um restaurante local.

As amostras coletadas passarão por um período de secagem na estufa à 60 °C por 16 h seguindo para a moagem em três diferentes granulometrias, que serão separadas com a utilização de um sistema de peneiras; os tamanhos das fibras serão definidos durante a execução do projeto.

8.2 PURIFICAÇÃO DA CELULOSE

A metodologia (**Fluxograma 2**) utilizada na purificação da celulose foi adaptada de Sun *et al.* (2004) e de EMBRAPA (2014).



Fluxograma 2. Processo de extração e branqueamento da celulose.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a purificação serão adicionados 10 g de bagaço moído no aparato de Soxhlet com 200 mL de hexano e 100 mL de álcool etílico por 3 horas. Em seguida o bagaço será lavado três vezes em banho ultrassom com 200 mL de água deionizada por 30 minutos, após cada lavagem o bagaço será filtrado a vácuo e então, seco a 50 °C por 6 horas em estufa (adaptado de Sun *et al.*, 2004).

Após a secagem, serão adicionados 200 mL de NaOH 5 % (m/v) em 10 g de bagaço e, posteriormente, 86 mL de H₂O₂ 35 % (v/v). A mistura será mantida sob agitação magnética por 1 hora e 30 minutos, após, o bagaço será filtrado a vácuo e o processo irá se repetir mais duas vezes.

Ao fim do terceiro processo de branqueamento com NaOH 5 % (m/v) e H₂O₂ 35 % (v/v), o bagaço purificado será filtrado à vácuo em um funil de Buchner e

lavado três vezes com 10 mL de água deionizada e este seguirá para a secagem na estufa a 50 °C por 20 horas (EMBRAPA, 2014).

8.3 CARACTERIZAÇÃO DA CELULOSE

Para a caracterização será utilizada a espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier e reflectância total atenuada (FTIR -ATR). O espectrofotômetro, modelo Perkin Elmer Spectrum Two, será disponibilizado pelo IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina, campus Geraldo Werninghaus.

As análises serão realizadas em dois momentos: após a extração da celulose proveniente do bagaço da cana-de-açúcar e após o processo de fabricação do papel.

8.4 EXTRAÇÃO DO AMIDO

A metodologia de extração do amido da casca de batata inglesa foi descrita por Garcia (2003), as cascas serão fornecidas por um restaurante local.

Em primeiro momento as cascas serão lavadas com água, dessa forma as impurezas superficiais presentes serão removidas. Depois da lavagem estas serão trituradas em um liquidificador com água gelada. Em seguida o líquido suspenso será peneirado e, após retirada do sólido decantado, o amido peneirado será levado ao liquidificador novamente onde será feita a extração do amido residual.

Posterior a esses processos, o amido será lavado com água novamente e levado à estufa em temperatura de 40 °C para secagem (GARCIA, 2013).

8.5 FABRICAÇÃO DO PAPEL

Em primeiro momento a polpa celulósica será hidratada a fim de se formar uma pasta na qual será misturado o amido extraído da casca de batata inglesa como aditivo. A massa passará por um processo mecânico de trituração no liquidificador e seguirá para a tela (**Figura 7**) onde será seca em estufa à temperatura de 50 °C por 36 horas.



Figura 7. Tela para produção caseira de papel.
Fonte: ecycle.

A tela para a produção caseira do papel será fabricada pelo grupo.

8.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO PAPEL

Serão feitas análises físico-químicas do papel produzido a fim de definir suas propriedades como gramatura, umidade, resistência à tração e alongamento.

8.6.1 Gramatura

Gramatura é definida como a massa em gramas de um metro quadrado de papel (g/m^2). (CAMPOS, 2010)

Segundo o mesmo autor a determinação da gramatura do papel, geralmente, é feita da seguinte forma: Cortando-se uma área previamente determinada (25 cm x 40 cm) e pesando-se em uma balança apropriada onde se obterá diretamente o peso de 1 m^2 .

8.6.2 Umidade

A umidade afeta várias das características do papel, tais como gramatura, resistência e é muito importante na qualidade de vários processos de beneficiamento incluindo revestimento, entintamento, impressão (CAMPOS, 2010).

A determinação do teor de umidade é feita da seguinte maneira: pesa-se o papel, seca-se o mesmo em estufa, pesa-se o papel seco e calcula-se o valor

percentual da diferença de peso sobre o peso do papel antes de secar. (CAMPOS, 2010).

8.6.3 Resistência à tração

Resistência à tração, segundo Campos (2010), “é a força de tensão direta, necessária para arrebentar o papel, quando aplicada longitudinal ou transversalmente”.

Para a medição desta será utilizado um dinamômetro que irá aplicar sobre o papel uma força crescente até que haja sua ruptura, em condições determinadas de largura e comprimento. (CAMPOS, 2010)

8.6.4 Alongamento

Relacionado a resistência a tração, o alongamento, segundo Campos (2010) é “a porcentagem de extensão que sofre um determinado papel ao estar submetido a uma tensão gradualmente crescente no momento em que produz sua ruptura”. Em outras palavras, a característica de alongamento do papel se apresenta antes que se inicie o seu rasgo.

Para avaliar a resistência ao alongamento se realiza exatamente o mesmo ensaio da resistência à tração. Trata-se, portanto de medir o alongamento que se produz na amostra de papel ensaiada no momento da ruptura.

9. CRONOGRAMA

Atividades a serem realizadas	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
Revisão bibliográfica	X	X	X		
Extração da celulose	X	X	X		
Branqueamento da celulose		X	X	X	
Caracterização das		X	X	X	

propriedades físico-químicas da celulose					
Extração do amido da casca de batata	X	X	X		
Fabricação de papel com a celulose e o amido extraídos			X	X	
Caracterização das propriedades físico-químicas do papel			X	X	
Coleta e análise dos dados		X	X	X	
Escrita do relatório		X	X	X	
Entrega do relatório					X
Apresentação final					X

10. REFERÊNCIAS

ALVES, Érica Daré; PINHEIRO, Olivert Soares; COSTA, Andréa Oliveira Souza da; JUNIOR, Esly Ferreira da Costa. **Estudo do processo de obtenção celulose Kraft com ênfase no forno de cal**. 2015. Acesso em 24 de novembro de 2017.

BRANDÃO, LUIZ FERNANDO (São Paulo) (Ed.). **Relatório de Sustentabilidade 2011 da Fibria**. São Paulo: Fibria Celulose S.a, 2012. 192 p. Acesso em: 19 set. 2017.

BRASIL. SIDRA. (Ed.). **IBGE - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. 2017. Acesso em: 12 nov. 2017

CAMPOS, Edison da Silva. **CURSO BÁSICO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL com ênfase nas propriedades dos papéis de fibra curta**. Aracruz, Es: Pearson, 2010

CASTRO, Heizir F. de. **Processos Químicos Industriais II**. São Paulo, 2009. Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de Lorena – EEL. Acesso em: 12 nov. 2017.

CARVALHO, Mirella Lucas de. **Estudo cinético da hidrólise enzimática de celulose de bagaço de cana-de-açúcar**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2011. Acesso em: 15 set. 2017.

CELPA - Associação da Indústria Papeleira. **Boletim estatístico 2004**. Acesso em: 19.nov.2017

Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. – v. 1 – Brasília : Conab, 2017- v. Quadrimestral Acesso em: 19 set. 2017.

EMBRAPA. **Avaliação de métodos de purificação de celulose a partir do resíduo da hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar para a produção de nanowhiskers de celulose**. São Carlos, 2014. Acesso em 15 de out. 2017.

FERNANDES, Anderson Felicori. **Utilização da farinha de casca de batata na elaboração de pão integral**. Lavras: UFLA, 2006. 127 p. Acesso em: 15 de out. 2017.

FIGUEIRÊDO, Leonardo Soares. **Modelagem matemática do estado estacionário de um real sistema de caustificação em uma fábrica de celulose**. 2009. Acesso em: 20 de novembro de 2017.

FIGUEIREDO, Pery; LANDELL, Marcos G. de A.; CAMPANA, Márcio P.; SCARPARI, Maximiliano S.; XAVIER, Mauro A.; ANJOS, Ivan A. dos. **O Instituto Agrônomo (IAC) e fatos históricos relacionados ao desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar até o fim do século XX**. 2011. 47 f. Campinas: Instituto Agrônomo. Acesso em: 15 set. 2017.

FONSECA, B.G. **Destoxificação biológica de hidrolisado hemicelulósico de bagaço de cana-de-açúcar empregando as leveduras *Issatchenkia occidentalis* e *Issatchenkia orientalis***. 2009. 100 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2009.

FONSECA, José Alberto Vinha M. BARBOSA, Martina. PINTO, Nayara de Oliveira. SALAN, Renata Santos. SOBRINHO, Geraldo Dragoni. BRITO, Nubia Nathalia. CONEGLIAN, Cassiana M. R. PELEGRINE, Tonso e PELEGRINE, Ronaldo. **Tratamento de efluentes líquidos de indústria de papel celulose**. 2003. Acesso em: 19.nov.2017

GARCIA, Emerson Loli. **Composição dos tubérculos, extração e caracterização de amidos de diferentes cultivares de batata**. 2013. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Agrônomas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, Sp, 2013.

KLOCK, Umberto; ANDRADE, Alan Sulato de; HERNANDEZ, José Anzaldo. **Polpa e Papel**: Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal Cursos Engenharia Florestal – Engenharia Industrial Madeireira, 2013. Acesso em: 06 Outubro de 2017.

LYND, L. R. et al. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. **Microbiology And Molecular Biology Reviews**, [s.l.], v. 66, n. 3, p.506-577, 1 set. 2002. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/membr.66.3.506-577.2002>. Acesso em: 28 out. 2017.

MIELI, J. C. A. **Sistema de avaliação ambiental na indústria de celulose e papel**. 2007. Acesso em: 17 nov.2017

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, , Brasília. **Propriedades rurais na mata atlântica**: Conservação ambiental e produção florestal. Brasília: Corprint, s.d.. 58 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/fnma/_publicacao/1_publicacao22112010060206.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2017.

MIRANDA, Roselane Estela dos Santos de. **Impactos ambientais decorrentes dos resíduos gerados na produção de papel e celulose**. 2008. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. Acesso em: 20 set. 2017.

OLIVEIRA, Alisson MS et al . Performance of sweet potato clones for bioethanol production in different cultivation periods. **Hortic. Bras.**, Vitória da Conquista , v. 35, n. 1, p. 57-62, Mar. 2017 . Acesso em 10 Nov. 2017.

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V.T. Biotechnological potential of agro-industrial residues: sugarcane bagasse. **Bioresource Technology**, New York, v. 74, p. 69-80, 2000.

PIRES, Adriana M. M.; MATIAZZO, Maria Emília. **Efluentes da indústria processadora de batata X Preservação do meio ambiente: ênfase no uso agrícola de resíduos**. 2005. 22 f. Embrapa, Jaguariúna, 2010. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/minas2005/07 - Efluentes x meio ambiente.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

QUINELATO, Cristiane. **Métodos de Extração da Lignina do Bagaço da Cana-de-Açúcar do Noroeste do Estado de São Paulo**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2016. Acesso em: 19 set. 2017.

ROCHA, Thaís Souza; DEMIATE, Ivo Mottin; FRANCO, Célia Maria Landi. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 28, p.620-628, set. 2008.

SANTOS, Fernando A. et al . Potential of sugarcane straw for ethanol production. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2012 . Acesso em: 20 set. 2017.

VAZ, Valéria. **Ser Protagonista: História, ensino médio 2º ano**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 288 p. Acesso em: 20 set. 2017.

VIEIRA, Júlia Graciele. **Produção de metilcelulose a partir da celulose do bagaço da cana de açúcar usando dois agentes metilantes: sulfato de dimetila e iodometano, para aplicação como aditivo na fabricação de argamassa**. 2012. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Acesso em: 19 set. 2017.

SANTOS, Celênia Pareira *et.al.* **Papel: Como se fabrica**. 2001. Disponível em: <<http://www.qnesc.sbg.org.br/online/qnesc14/v14a01.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

SILVA, João Paulo Nunes da; SILVA, Maria Regina Nunes da. **Noções da cultura da cana-de-açúcar** – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012 105 p. Acesso em Out. 2017.

SUN, J.x. et al. **Isolation and characterization of cellulose from sugarcane bagasse**. V. 84, n. 2, p.331-339, maio 2004. Acesso em Set. 2017

UNICA (São Paulo - Brasil) (Org.). **Setor sucroenergético - Mapa de produção**. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/mapa-da-producao/>>. Acesso em: 15 set. 2017.