

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Paulo Henrique Veronica do Nascimento

Ronald Esteves Rocha de Oliveira

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FIBRA LONGA
POR FIBRA CURTA NA PRODUÇÃO DE
DESCARTÁVEIS**

TAUBATÉ – SP

2017

Paulo Henrique Veronica do Nascimento

Ronald Esteves Rocha de Oliveira

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA
SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FIBRA LONGA
POR FIBRA CURTA NA PRODUÇÃO DE
DESCARTÁVEIS**

Trabalho de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia Mecânica do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Professor Orientador: Me. Júlio Malva Filho

TAUBATÉ – SP

2017

Paulo Henrique Veronica do Nascimento

Ronald Esteves Rocha de Oliveira

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE
FIBRA LONGA POR FIBRA CURTA NA PRODUÇÃO DE DESCARTÁVEIS**

Trabalho de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia Mecânica do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

Oliveira, Ronald Esteves Rocha de

O482v

Viabilidade técnica e econômica da substituição parcial de fibra longa por fibra curta na produção de descartáveis. / Ronald Esteves Rocha de Oliveira, Paulo Henrique Verônica do Nascimento. - 2017.

44f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2017

Orientador: Prof. Me Júlio Malva Filho, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.

1. Celulose. 2. Eucalipto. 3. Substituição. 4. Fibra curta. 5. Fibra longa. I. Título.

“Quanto mais um homem se aproximam de suas metas, tanto mais crescem as dificuldades.”

Johann Wolfgang von Goethe

RESUMO

Este estudo tem como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica da substituição parcial de fibras longas por fibras curtas na produção de descartáveis, que possuem seu núcleo absorvente composto principalmente pelas fibras longas, material este que em sua maioria é importado de países como USA, Canadá, Chile entre outros. A fibra longa é extraída da árvore de pinus, com tempo de maturação médio de 21 anos, tornando o custo muito elevado, pois se comparado com o custo da fibra curta pode tornar a substituição absolutamente viável, uma vez que a fibra curta é extraída do eucalipto, material abundante no Brasil e com tempo de maturação de aproximadamente 7 anos. Em suma, com a substituição parcial de fibras obtém-se uma redução significativa no custo dos produtos, uma vez que há redução desde o tamanho da área de plantio necessária, redução nos custos logísticos e até mesmo redução no custo de processamento da celulose. Tecnicamente os resultados são também satisfatórios, as diferentes propriedades mecânicas como flexibilidade, compressibilidade e capacidade de absorção proporcionam excelentes ganhos em performance, possibilitando produtos mais compactos, confortáveis e de melhor desempenho.

Palavras-chave: Celulose; Eucalipto; Substituição; Fibra Curta; Fibra Longa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Formação celular da celulose.....	16
Figura 2: Madeiras coníferas e folhosas.....	17
Figura 3: Processamento da madeira para a polpação.....	19
Figura 4: Distribuição da celulose no Brasil.....	22
Figura 5: Amostra no painel de luz.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Propriedades mecânicas das fibras	31
Tabela 2: Tempo de uso.....	33
Tabela 3: Absorção total.....	34
Tabela 4: Rompimento do painel.....	34
Tabela 5: Vazamento	35
Tabela 6:Fibra curta x Fibra longa (custos).....	38

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da Produção Brasileira de Celulose.....	21
Gráfico 2: Absorção.....	26
Gráfico 3: Rewet.....	27
Gráfico 4: Wicking.....	28
Gráfico 5: Retenção.....	29
Gráfico 6: Tempo de Penetração.....	30
Gráfico 7: Custos de produção de Celulose.....	37
Gráfico 8: Economia anual.....	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Celulose.....	12
2.2 Cultivo e processamento da madeira.....	12
2.3 Obtenção e propriedades da celulose	13
2.4 Processo produtivo de fraldas descartáveis e mercado	14
3 METODOLOGIA.....	15
3.1 Técnicas de pesquisa	15
3.2 Coleta de dados	15
3.3 Método de análises	15
4 DESENVOLVIMENTO.....	16
4.1 A celulose.....	16
4.1.1 Tipos de fibras da Celulose	17
4.1.2 Processo de fabricação	18
4.1.3 Produção de celulose no Brasil	21
4.2 Substituição parcial das fibras.....	23
4.2.1 Aplicação da celulose em fraldas descartáveis.....	23
4.2.2 Viabilidade técnica da substituição	25
4.2.2.1 Testes práticos	31
4.2.2.2 Resultados dos testes práticos	33
4.2.3 Viabilidade econômica da substituição	35
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A celulose é o polímero natural mais abundante na natureza, comumente extraído da madeira em função de sua concentração fibrosa (MACDONALD; FRANKLIN, 1969). Com uma grande demanda de consumo, atualmente são utilizados dois tipos de fibras para a produção de polpa voltada para o mercado de descartáveis e produtos absorventes, sendo curta e longa. A fibra curta é proveniente do eucalipto, vegetal que o Brasil lidera o ranking mundial de produção devido as favoráveis condições climáticas em conjunto com a biotecnologia e da engenharia genética que permitem reduzir o espaço necessário para o plantio (DEPEC-BRADESCO, 2017). O Eucalipto possui o tempo de maturação médio de 7 anos (ELDORADO BRASIL, 2017), já o pinus leva em média 21 anos para completar seu ciclo de maturação (COELHO, 2008) e o Brasil necessita importar grande parte do que consome para atender o mercado nacional, pois esse vegetal não é típico do país.

A utilização da celulose como matéria prima é muito extensa, inicialmente a aplicação da celulose BEKP (Bleached Eucalyptus Kraft Pulp) está direcionada a papéis de impressão, escrita e absorventes, porém os estudos de desenvolvimento da BEKP indicam a possibilidade de aplicação da mesma em outros nichos (higiene feminina e fraldas descartável) (SUZANO PAPEL E CELULOSE, 2016).

Com o mercado cada vez mais exigente e competitivo, é imprescindível que as empresas invistam em inovação tecnológica a fim de aperfeiçoar processos e produtos visando sua posição e crescimento no mercado. Após anos de pesquisas empresas brasileiras decidiram investir na produção de celulose fluff a partir de fibra curta, trazendo melhorias não só em desempenho, mas também em custos. O desempenho dos produtos que as suas fibras foram substituídas de longas por curtas apresentou um ganho de 10% em flexibilidade, 20% de compressibilidade (podendo tornar o produto mais fino) e redução de 30% de rewet (tornando o produto mais seco) (CORRÊA, 2016).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Livros e artigos que relatam a definição de celulose, cultivo, processamento da madeira, obtenção e propriedades da celulose e aplicação em descartáveis e mercado foram utilizados como embasamento deste trabalho.

2.1 Celulose

Segundo Macdonald, Franklin (1969), a celulose é basicamente um polímero de glicose (carboidratos) que junto com outros componentes que através de ligações beta 1,4 formam uma estrutura fibrosa com excelentes combinações de resistência e leveza são um dos principais constituintes das paredes celulares das plantas, além das propriedades mencionadas acima as fontes de extração de celulose são determinantes para as características das fibras obtidas.

Os autores Klemm, Schmauder e Heinze (2005), definem que:

Celulose é o polímero renovável mais abundante disponível hoje no mundo. Estima-se que, por fotossíntese, 1011 toneladas são sintetizadas anualmente em sua forma mais pura, mas são combinados com a lignina e outros polissacarídeos chamados de hemiceluloses na parede celular das plantas lenhosas.

Já Castro (2009) define que:

É um polímero linear de glicose de alta massa molecular formado de ligações beta 1,4 glicosídicas, insolúvel em água, sendo o principal componente, da parede celular da biomassa vegetal. Como celulose, o amido é também um polímero de glicose. Entretanto, no amido são encontradas somente ligações beta 1, 4, residindo neste fato, a grande diferença entre esses dois polímeros de glicose. O polímero de celulose pode ser muito longo. O número de unidades de glicose na molécula de celulose varia entre 15 a 15.000, apresentando um valor médio da ordem de 3.000 unidades.

De acordo com os autores Robusti e Dragoni (2014) a celulose:

É o componente majoritário, perfazendo aproximadamente a metade das madeiras tanto de coníferas, como de folhosas. Pode ser brevemente caracterizada como um polímero linear de alto peso molecular, constituído exclusivamente de Beta-D-glucose. Devido a suas propriedades químicas e físicas, bem como à sua estrutura supra molecular, preenche sua função como o principal componente da parede celular dos vegetais.

2.2 Cultivo e processamento da madeira

O Brasil possui uma alta demanda de celulose, gerando a necessidade de cultivo em alta escala. O eucalipto de fibra culta é um vegetal utilizado para a produção de papéis,

embalagens e produtos healthcare, aplicada em uma mistura de celulose de fibra longa oriunda do Pinus, vegetal que possui tempo de maturação de 3 a 4 vezes maior que o Eucalipto e pouco cultivado no país devido condições climáticas desfavoráveis.

Segundo o DEPEC – BRADESCO (2017):

O Brasil é o maior produtor mundial de celulose de fibra curta, pois o clima brasileiro favorece o plantio de Eucalipto, ao passo que nos demais países produtores a produção de celulose de fibra longa é maior, pois o clima favorece mais as florestas de Pinus.

De acordo com Eldorado Brasil (2017):

Para garantir uma colheita contínua, a Eldorado Brasil realiza um planejamento florestal que contempla 21 anos de plantio. Esse período envolve três ciclos de floresta, já que o corte do eucalipto é possível a cada 6 ou 7 anos, tempo de maturação da árvore. O cenário é desenvolvido a partir de processos de gestão florestal que antecipam o que deve ser feito, na medida exata para garantir o fornecimento de matéria-prima para a fábrica.

Marcio Henrique Coelho (UEPG, 2008) acrescenta:

O tempo de maturação deste projeto de reflorestamento é de 21 anos, com a implementação prevista para o ano de 2008 e final no ano de 2029, com o corte raso, configurando-se assim o período de cálculo.

Segundo Klock, Andrade e Hernandez (2013):

O pátio de madeiras abrange o manuseio e a preparação da madeira, a partir do momento em que esta chega à fábrica, até o momento em que é enviada à área de polpação mecânica (em forma de toras ou cavacos), ou à área de polpação química (em forma de cavacos). Pode-se dizer que a qualidade e economia da produção de polpa e papel começa no pátio de madeira. Na produção de polpa, o custo da matéria-prima representa a maior porcentagem no custo total de produção. Desta forma, minimizar a perda da madeira e aumentar a qualidade dos cavacos são fatores vitais para se assegurar o lucro geral do sistema de produção.

2.3 Obtenção e propriedades da celulose

O mercado atual exige produtos que sejam adaptáveis a várias condições, sendo assim há uma constante necessidade de se modificar e criar novos processos de obtenção de diferentes tipos de polpas de celulose, mas essas tarefas são críticas que se mal controladas podem influenciar negativamente os produtos (ROBUSTI; DRAGONI, 2014).

Os autores Klock, Andrade e Hernandez (2013):

A obtenção de celulose é a fase inicial da manufatura de papel, visto que é impossível produzir papel sem a redução inicial da matéria-prima madeira ao estado de pasta fibrosa. O passo seguinte é a purificação da celulose obtida a um grau que depende do uso final da mesma.

As propriedades da celulose e papel irão depender especialmente do processo de obtenção da polpa utilizado pelo fabricante. Serão abordados na disciplina, somente os processos que alcançaram grande projeção industrial, não obstante, outros processos que podem fornecer polpas celulósicas de qualidade satisfatória possam ser utilizados. O preço proibitivo da celulose obtida por certos processos, as vezes de qualidade superior às obtidas por processos convencionais, é o principal fator limitante da utilização industrial.

Segundo Castro (2009):

Esses processos modificam os materiais lignocelulósicos pelo rompimento da estrutura da parede celular da biomassa vegetal, removendo, solubilizando ou despolimerizando a lignina. O tipo de processo depende do material utilizado e da finalidade proposta de utilização das frações lignocelulósicas, podendo ser classificados em: Processos Mecânico, Físicos e Químicos.

2.4 Processo produtivo de fraldas descartáveis e mercado

Fraldas descartáveis são compostas por três essenciais componentes, camada absorvente, camadas de tecido e elástico para fixação.

De acordo com Schall e Cogdell (2014):

Existem três principais componentes que compõem a fralda. O primeiro é a "almofada absorvente que é feita com a combinação de polímero/ gel superabsorvente e a polpa de celulose. Os hidrocarbonetos que compõem o SAP são encontrados na natureza e sintetizados.

O segundo é um tecido não tecido, ele tem duas camadas, a primeira de polipropileno em cima e a camada inferior de polietileno. Ambos são produtos químicos feitos a partir do produto petrolífero nafta, através da refinação do petróleo bruto.

O terceiro é o elástico encontrado nas extremidades da fralda que se moldam no corpo do usuário. Esse elástico é um policloropreno, uma borracha sintética a base de produto petroquímico.

O Sebrae (2006) define:

O mercado de fraldas descartáveis é praticamente dominado por grandes empresas de capital estrangeiro. Devido a isto, a concorrência do setor é grande. As marcas mais famosas contam com tecnologia avançada na produção industrial, o que representa alto investimento. Em consequência, o preço final se torna alto para um produto tão necessário.

3 METODOLOGIA

3.1 Técnicas de pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho que visa apresentar a viabilidade técnica e econômica da substituição parcial de fibra longa por fibra curta na fabricação de descartáveis, foi realizada uma pesquisa descritiva, onde dados foram analisados e relatados, evidenciando a viabilidade da substituição qualitativa e quantitativamente. Foi realizada uma pesquisa relacionada à matéria prima utilizada no produto em questão (descartáveis), dados referentes ao cultivo, processamento, características do produto e aplicações foram analisados e conhecidos.

3.2 Coleta de dados

A coleta de dados para o embasamento foi realizada com base em pesquisas bibliográficas, principalmente sobre matéria prima de produtos descartáveis. Em relação aos dados que defendem a viabilidade da substituição foram utilizadas as análises de experimentos realizadas por empresas e pesquisadores, comparando as variações de performance entre produtos com e sem substituição parcial de fibras.

3.3 Método de análise

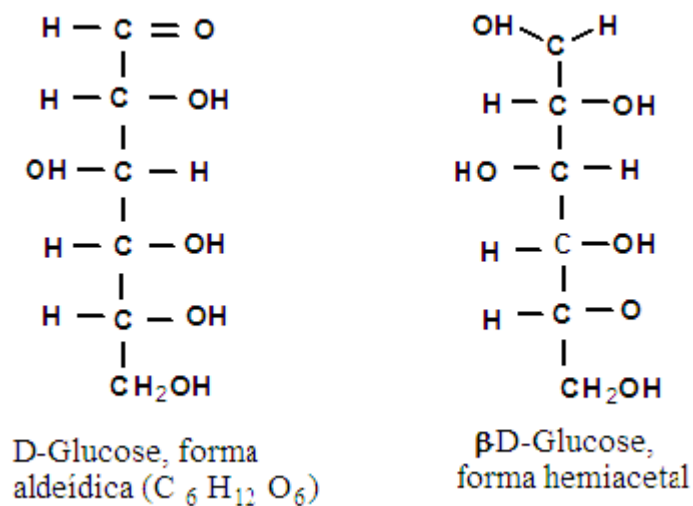
Para análise foram considerados os resultados dos experimentos e estudos realizados pelas empresas e conceituados pesquisadores. A participação do orientador foi de extrema importância, principalmente com relação à interpretação dos dados técnicos e financeiros relacionados à substituição, permitindo o desenvolvimento e conclusão deste trabalho de forma íntegra e com dados concretos.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 A celulose

Presente na maioria dos vegetais, a celulose é um polímero de glicose (carboidrato) formado por ligações beta 1,4 (Figura 1) que possui uma estrutura fibrosa, resistente e leve sendo um dos principais constituintes da parede celular das plantas (MACDONALD; FRANKLIN, 1969).

Figura 1: Formação celular da celulose.



Fonte – Klock (2005)

A celulose juntamente com a lignina, resinas e minerais compõe cerca de 50% da madeira, substâncias que com suas moléculas agrupadas formam feixes de fibras estruturando a madeira. Essas substâncias depois de separadas da celulose são utilizadas na geração de energia elétrica para consumo na própria usina de beneficiamento da celulose (PIOTTO, 2013).

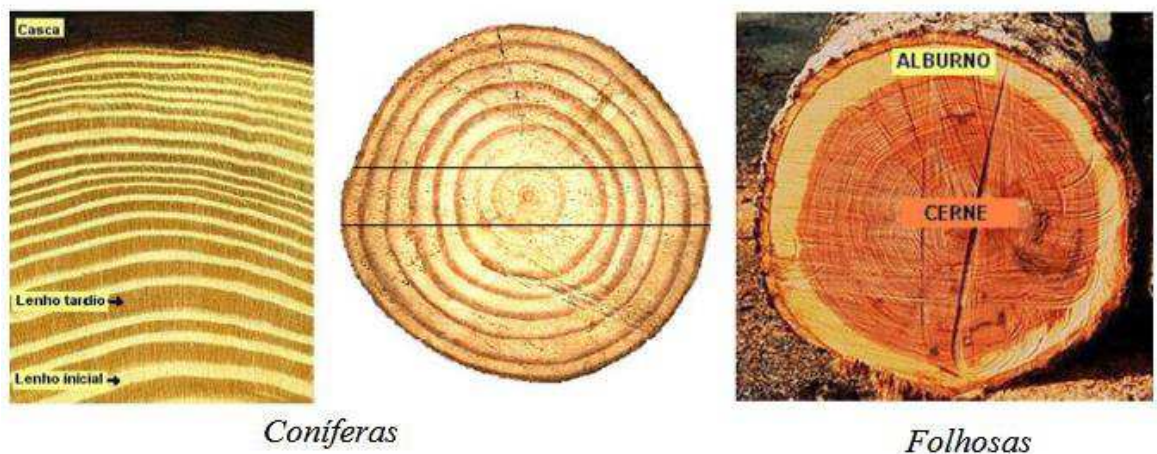
Atualmente a celulose possui papel fundamental na economia, pois na indústria existem diversos processos que permitem obter diferentes tipos de polpas utilizadas em produtos extremamente importantes no nosso dia-a-dia, tais como embalagens, papéis,

materiais plásticos, absorventes e até mesmo produtos químicos (DEPEC-BRADESCO, 2017).

4.1.1 Tipos de fibras da Celulose

Há alguns tipos de fibras, sendo de origem vegetal, mineral, animal ou até mesmo sintética. As fibras de origem vegetal são extraídas principalmente da madeira, pelas quais as fibras longas e curtas são as mais comuns, sendo as de fibras longas com comprimentos médio entre 3 mm e 7 mm extraídas de árvores classificadas como coníferas (SOFTWOOD) (Figura 2), que possuem madeira mais mole como no caso do pinus. As fibras curtas medem em média de 0,5 mm a 2 mm e são extraídas de árvores do tipo folhosas (HARDWOOD) ou, de madeira mais dura como o eucalipto. Além das fibras dos troncos das árvores, algumas podem ser extraídas dos frutos ou folhas como, por exemplo, o algodão e o sisal respectivamente (ROBUSTI; DRAGONI, 2014).

Figura 2: Madeiras coníferas e folhosas.



Fonte – Klock (2005)

No Brasil as celuloses mais comuns são as provenientes do eucalipto e pinus, para o eucalipto o país conta com vasta produção interna, enquanto para o Pinus importa-se grande parte para suprir a demanda nacional. A fibra longa extraída de árvores coníferas apresenta maior resistência e é destinada principalmente para a produção de embalagens. No caso da fibra curta que possui uma maior capacidade de absorção e menor resistência é destinada à

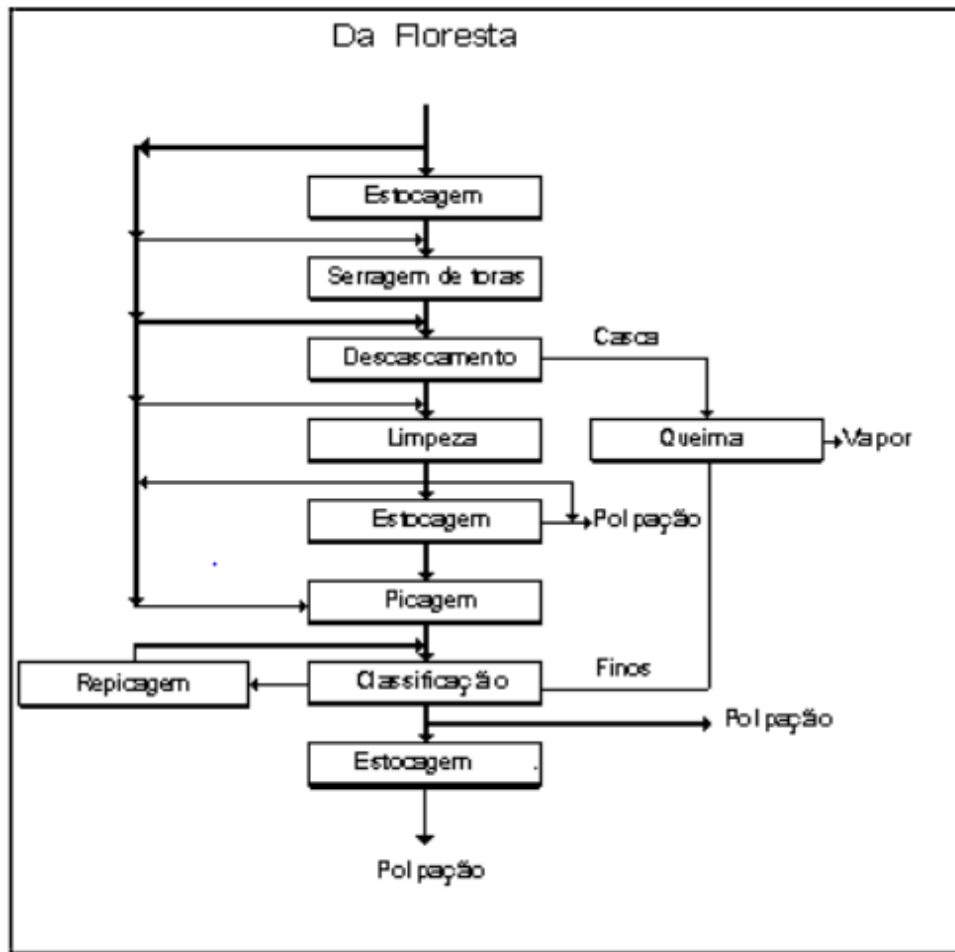
produção de itens de menor rigidez como papéis de impressão, escrita e produtos absorventes (DEPEC-BRADESCO, 2017).

4.1.2 Processo de fabricação

Devido às diversas necessidades do mercado existem alguns processos de fabricação que permitem a obtenção de polpas de celulose com propriedades e características distintas, tratam-se de tarefas complexas, onde uma sequência de operações é aplicada a fim de alterar a estrutura das fibras, adequando-as às especificações para de cada tipo de produto, processos que se mal controlados podem influenciar negativamente na produtividade e características do produto final. (ROBUSTI; DRAGONI, 2014).

Independente do processo de obtenção da celulose o preparo da polpa segue as mesmas fases conforme Figura 3:

Figura 3: Processamento da madeira para a polpação.



Fonte – Klock, Andrade e Hernandez (2013)

Klock, Andrade e Hernandez (2013) definem que basicamente a preparação da pasta celulósica consiste em separar as fibras da madeira. A lignina é um dos principais componentes que exerce uma função adesiva, ligando as fibras entre si proporcionando rigidez à madeira. A separação das fibras pode acontecer com a dissolução da lignina ou simplesmente com o rompimento das ligações intercelulares, portanto o tipo e quantidade de energia utilizada na separação das fibras determinam as características da polpa obtida. Esta separação ocorre por energia mecânica, térmica e química, ou até mesmo com a combinação destas conforme as informações abaixo:

- Processo mecânico:

As fibras celulósicas são obtidas através de um desfibrador, onde pedaços de madeira (cavacos) são triturados gerando elementos fibrosos sem tamanho e formato definidos.

A massa oriunda deste processo é chamada de pasta mecânica e possui fibras desde inteiras como danificadas, pedaços ou aglomerados. Com este processo é capaz de se alcançar de 90% a 95% de rendimento;

- Processo termomecânico:

São obtidas fibras inteiras, danificadas ou em pedaços. Este processo permite uma melhor separação, pois além da energia mecânica a madeira é tratada com energia térmica, pelo qual o vapor por volta de 130°C é aplicado à madeira amolecendo-a, posteriormente submetida ao desfibramento mecânico de menor intensidade obtém-se pasta termomecânica, assim como o processo mecânico permite um rendimento entre 90% e 95%;

- Processo químico-mecânico:

A madeira é amolecida em banhos de soluções NaOH (Soda Cáustica) que duram algumas horas e a energia química aplicada rompe as ligações adesivas intercelulares, o que fará com que o desfibramento mecânico necessite de menos energia. Neste processo é possível obter fibras mais separadas que nos processos apresentados anteriormente, pois uma pequena parte da lignina e grande parte dos demais “adesivos” existentes sofrem uma dissolução. Este processo que permite um rendimento que varia entre 65% e 90%;

- Processo químico:

As fibras são obtidas com o uso de energia química que combinada com tempo de processo, pressão, temperatura e concentração de reagentes causa a deslignificação, obtendo-se fibras completamente individualizadas.

Dos diversos processos de obtenção de polpa oriunda da celulose, daremos ênfase no processo químico, pois é o mais indicado para a específica aplicação a ser detalhada neste trabalho.

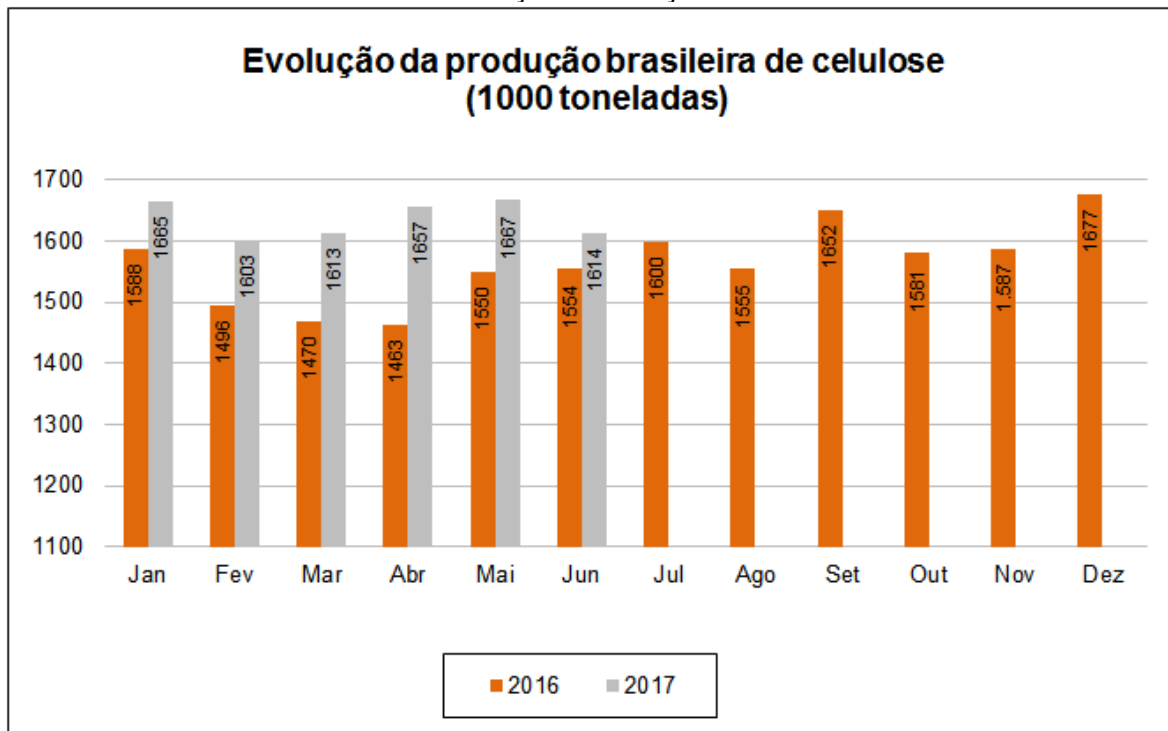
Para obtenção da celulose de fibra curta utiliza-se um processo similar ao processo químico kraft, porém com algumas variações, as mais consideráveis são as quantidades de produtos químicos adicionados à mistura e tempo de cozimento. No processo químico em geral os aditivos são empregados com o objetivo de facilitar a deslignificação durante o cozimento facilitando a separação das fibras e reduzindo o tempo de cozimento. Para a obtenção da celulose de fibra curta são adicionados menos produtos químicos e como compensação aumenta-se o tempo de cozimento e esta pequena variação permite a extração

das fibras integras, condição que não é 100% obtida com os processos químicos comuns, pois o excesso de aditivos proporciona fibras parcialmente danificadas, característica que influencia negativamente no resultado final do produto final, quando voltado para a fabricação de produtos absorventes.

4.1.3 Produção de celulose no Brasil

O Brasil apresenta uma crescente produção de celulose conforme mostrada no Gráfico 1. Podemos observar que há um crescimento de aproximadamente 6% em 2017 se comparados com o mesmo período de 2016, onde se manteve do crescimento a produção de 2017 pode se aproximar da marca de 20 milhões de toneladas anuais.

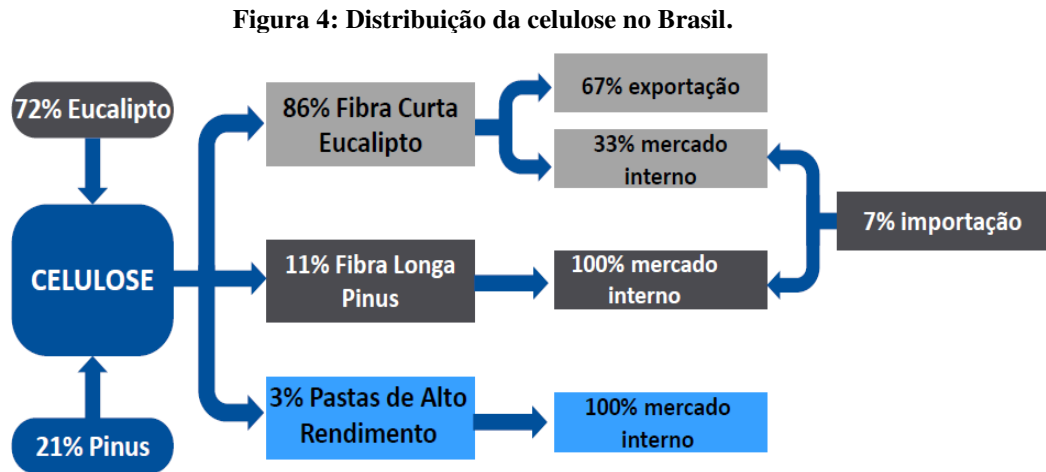
Gráfico 1 – Evolução da Produção Brasileira de Celulose



Fonte – São Paulo (2017)

Líder mundial no cultivo de Eucalipto, o Brasil conta com favoráveis condições climáticas que contribuem positivamente para o cultivo em larga escala. Comumente utilizada na fabricação de papéis, a celulose de fibra curta despertou o interesse de investidores em

ampliar os nichos de aplicação, uma vez que 67% da produção nacional de celulose de fibra curta é exportada (Figura 4), sendo que o país depende de grande volume de importação da fibra longa (Pinus) para suprir a demanda necessária na produção de descartáveis.



Fonte – DEPEC- Bradesco (2017)

Além da abundância, o tempo de maturação é um dos pontos determinantes para a viabilização econômica da substituição da fibra longa pela curta, pois para atingir a maturação necessária, uma árvore de Pinus (fibra longa) precisa de até 3 vezes o tempo que o Eucalipto (fibra curta) necessita. (DEPEC-BRADESCO, 2017).

Com projeção de aproximadamente R\$ 28 bilhões em investimentos, até meados de 2020 o Brasil pretende ampliar sua produção de celulose em 7,2 milhões de toneladas anuais, contando com a instalação de novas fábricas e conseqüentemente um maior cultivo de madeira. Em longo prazo as projeções são ainda mais otimistas, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) prevê que até 2050 o Brasil seja um dos poucos países com capacidade de atender a demanda de madeira que tende a triplicar (JORNAL DO COMÉRCIO, 2017).

Devido às crises internacionais e previsões de possíveis quedas do mercado, existem grandes investimentos na biotecnologia visando reduzir impactos de futuras crises. Segundo Carvalhaes (2012) “o investimento de US\$ 22 a US\$ 24 bilhões projetados por esse setor não é exclusivamente dedicado ao fornecimento de polpa, mas a todos os usos da madeira”.

Além de contribuir para o desenvolvimento nacional o setor de papel e celulose se diferencia dos demais setores da economia, pois a essa indústria gera grande parte da energia

demandada pela sua própria produção. Adotar fontes renováveis de energia e ampliar a eficiência energética são algumas das prioridades do setor que faz uso de alguns dos próprios rejeitos de produção como o licor negro, resíduo da deslignificação química, para a geração de energia térmica e elétrica. Segundo o IBÁ foram produzidas em 2015 aproximadamente 65,1 milhões de giga joules de energia limpa, valor esse que representa 67% do consumo energético do setor. Esses valores viabilizam projetos mais modernos de indústrias autossuficientes em energia que comercializam os excedentes gerados que são equivalentes à produção de uma hidroelétrica de médio porte (SÃO PAULO, 2015).

4.2 Substituição parcial das fibras

Embora autossuficiente na produção de celulose de fibra curta, o Brasil apresenta deficiência na produção de celulose de fibra longa, necessitando de grande volume de importação para atender a demanda do mercado. Até então utilizada de forma integral na produção de descartáveis, fraldas e absorventes, o país importa cerca de 400 mil toneladas de fibra longa (MACHADO, 2015). Segundo Figliolino (2015) com grandes estudos e investimentos algumas empresas brasileiras chegaram a condições de mistura das fibras de forma que atenda às necessidades e assim passem a utilizar efetivamente a matéria prima nacional, diminuindo a necessidade de importação que para o segmento de absorvente feminino é possível uma substituição de até 70% de fibra longa por curta e para fraldas a substituição varia entre 30% e 50%.

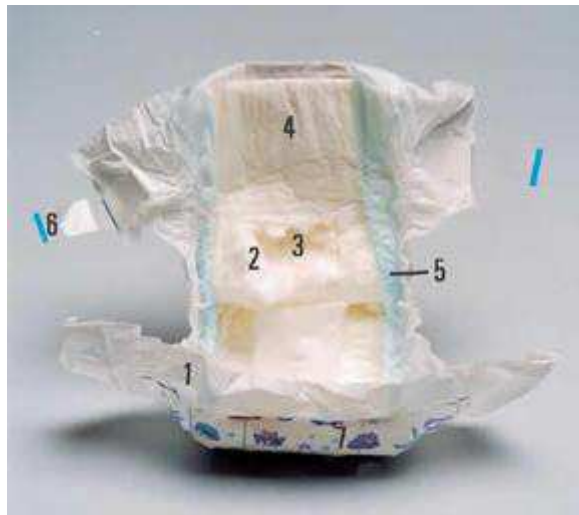
4.2.1 Aplicação da celulose em fraldas descartáveis

A fralda descartável é um produto que se tornou indispensável para a população infantil e até mesmo para adultos, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (Abihpec) em apenas cinco anos o consumo brasileiro aumentou cerca de 41%, atingindo uma marca próxima de 8 bilhões de unidades vendidas em 2014 e posicionando o Brasil como terceiro maior consumidor desse produto no mundo. Uma combinação de elementos garante as funções principais de conforto, retenção e absorção de líquidos. Composta de aproximadamente 43% de polpa de celulose (celulose fluff) as fraldas ainda levam em sua composição cerca de 27% de polímero superabsorvente (PSA), 10% de polipropileno (PP), 13% de polietileno (PE) e 7% de fitas, elásticos e adesivos. Na fralda a

polpa de celulose e os polímeros superabsorventes formam uma manta que é alocada no interior da fralda entre as camadas de polipropileno e polietileno, sendo o polipropileno a camada que fica em contato com a pele e que possui a função de facilitar o escoamento do líquido em direção à camada absorvente, o polietileno compõe a camada externa da fralda, material com aversão a líquidos que tem a função de evitar vazamentos. As fitas, elásticos e adesivos possuem a função de permitir que a fralda seja aberta e fechada várias vezes sem ser danificada, ajustada ao corpo do usuário e fixada na posição correta no corpo. (ECYCLE, 2017).

A Figura 5 mostra a composição da fralda:

Figura 5: Composição da fralda descartável.



Fonte – Alves (2017)

1. Filme de polietileno;
2. Polpa de celulose;
3. Polímero superabsorvente;
4. Polipropileno;
5. Elásticos;
6. Adesivos;
7. Fita ou faixa de ajuste frontal.

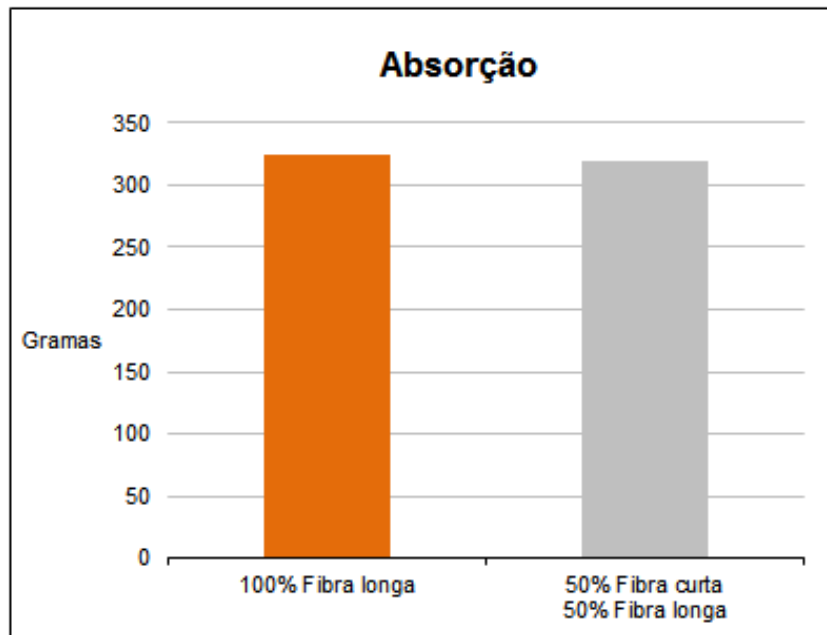
4.2.2 Viabilidade técnica da substituição

A necessidade de importação de celulose de fibra longa para atender a alta demanda de produtos que utilizam polpa de celulose como matéria prima cria a necessidade de estudos que visem alternativas para esse problema. Uma das soluções seria substituir parcialmente as polpas de fibras longas por fibras curtas, porém sabe-se que as diferentes características dos materiais certamente provocarão variações no desempenho do produto final.

Conforme testes laboratoriais realizados internamente em empresas Top Ten a mistura proporciona ao produto melhorias, sendo elas:

- Compressibilidade, macies e flexibilidade – A capacidade de compressão proporciona um produto mais macio e flexível. Durante os movimentos as fibras se comprimem moldando a fralda ao corpo do usuário, característica fundamental para o conforto do produto;
- Capacidade de absorção – Ao entrar em contato com o núcleo da fralda o líquido é absorvido deixando a camada que fica em contato com a pele do usuário livre do mesmo, característica essa que é uma das responsáveis por proporcionar conforto e maior tempo de pele seca o que possibilita o uso da mesma fralda por mais tempo. O Gráfico 2 mostra o resultado dos testes:

Gráfico 2: Absorção.



	Média	Número de amostras	Máximo	Mínimo
50% Fibra curta 50% Fibra longa	319	100	322	316
100% Fibra longa	324	100	330	318

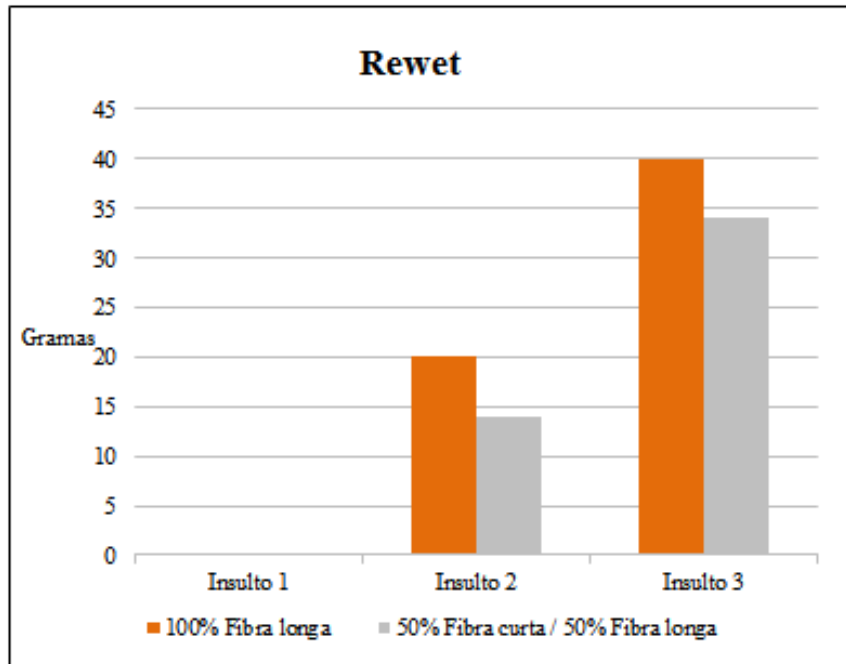


Fonte – Top Ten Interno (2015)

Com base no resultado do teste de absorção, não foi identificada diferença entre as médias amostrais.

- Rewet – Característica responsável por garantir ao usuário um menor retorno de líquidos durante os movimentos, principalmente ao sentar ou deitar, pois estes são os momentos em que a almofada absorvente é comprimida e assim, como uma esponja, tende a expelir os líquidos retidos. O Gráfico 3 mostra o resultado dos testes:

Gráfico 3: Rewet.



	Média	Número de amostras	Máximo	Mínimo
50% Fibra curta 50% Fibra longa	34	100	33	35
100% Fibra longa	40	100	41	39

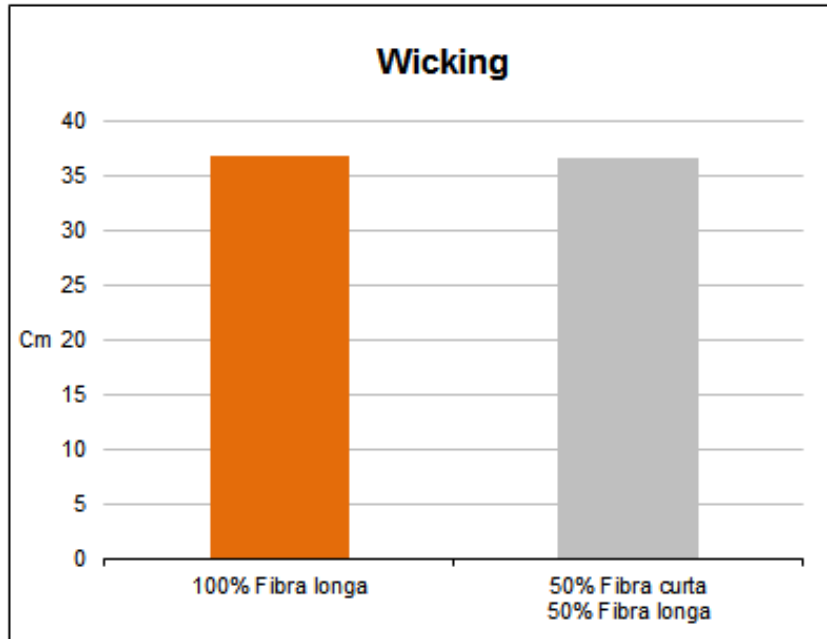


Fonte – Top Ten Interno (2015)

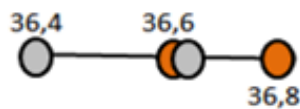
Para esta importante característica os resultados médios das amostras apontam uma redução considerável, onde as que possuem com 50% de fibra curta proporcionaram cerca de 15% de ganho em rewet.

- Wicking – Característica responsável pela distribuição do líquido dentro da almofada absorvente. A mesma está diretamente ligada à capacidade de absorção, pois quanto maior o wicking maior a distribuição do líquido dentro da almofada absorvente, garantindo que ela absorva mais líquido. O Gráfico 4 mostra o resultado dos testes:

Gráfico 4: Wicking.



	Média	Número de amostras	Máximo	Mínimo
50% Fibra curta 50% Fibra longa	36,5	100	36,6	36,4
100% Fibra longa	36,7	100	36,8	36,6

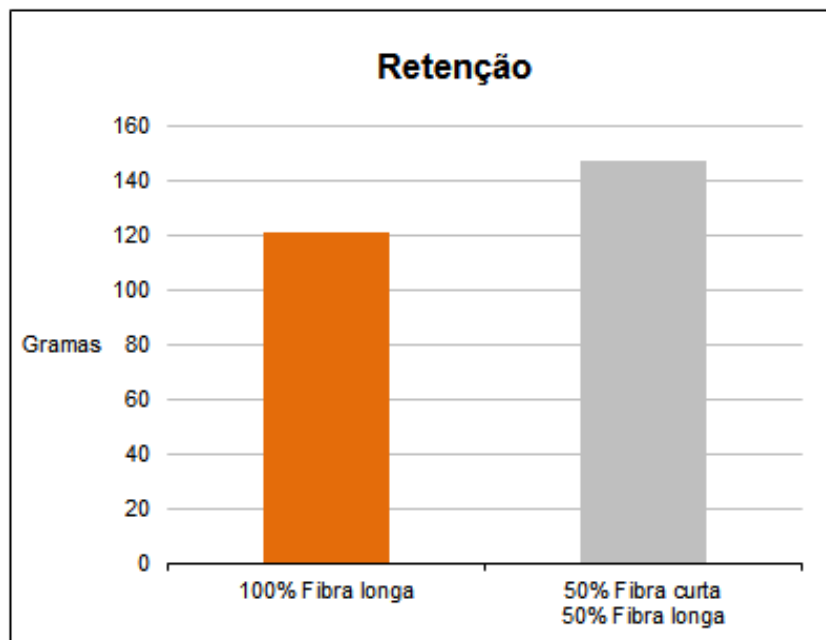


Fonte – Top Ten Interno (2015)

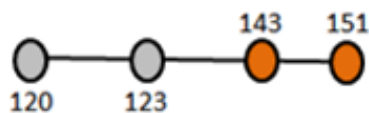
Os testes laboratoriais não apontaram diferença entre a capacidade de wicking das amostras testadas.

- Retenção – Característica relacionada com o núcleo absorvente da fralda. É responsável por parte da absorção total da almofada absorvente, pois através de reação química os superabsorventes presentes na almofada e reagem com o líquido, retendo-os e impossibilitando o vazamento da quantidade retida. O Gráfico 5 mostra o resultado dos testes:

Gráfico 5: Retenção.



	Média	Número de amostras	Máximo	Mínimo
50% Fibra curta 50% Fibra longa	121	100	123	120
100% Fibra longa	147	100	151	143

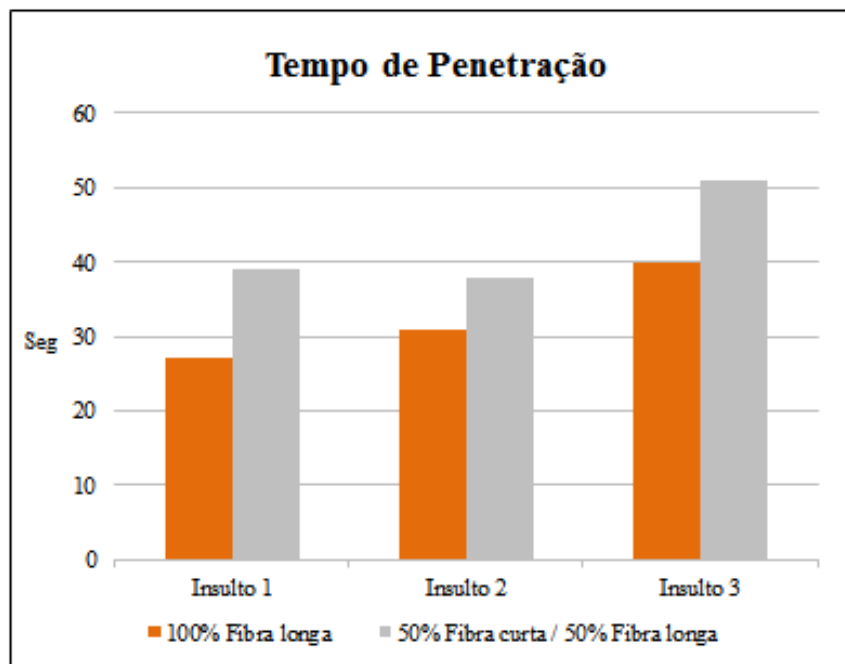


Fonte – Top Ten Interno (2015)

Com ganho de 20% em retenção as amostras com 50% de fibra curta apresentaram melhor resultado do que as amostras com 100% de fibra longa, melhoria esta que com os demais mostram uma melhora considerável de modo geral.

- Tempo de penetração – Assim como na maioria dos casos, as mudanças além de proporcionarem ganhos podem também ocasionar algumas perdas. Nesta substituição o ponto negativo é o aumento do tempo de penetração, fase onde o líquido atravessa a camada de contato com a pele e é absorvido pela almofada. O Gráfico 6 mostra o resultado dos testes:

Gráfico 6: Tempo de Penetração.



	Média	Número de amostras	Máximo	Mínimo
50% Fibra curta 50% Fibra longa	51	100	48	54
100% Fibra longa	40	100	42	38



Fonte – Top Ten Interno (2015)

Embora o tempo de absorção seja maior quando utilizada a mistura, as características de maior capacidade de absorção e menor rewet são preponderantes. A absorção de mais líquidos e o menor retorno ao realizar os movimentos são mais importantes que alguns

segundos que o usuário ficará em contato a mais até que o líquido seja absorvido devido ao maior tempo de penetração.

Conforme testes e pesquisas realizadas pela empresa X (2015), embora extraídas da madeira as celuloses de fibra curta e longa apresentam diferentes características conforme Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades mecânicas das fibras

FLUFF PERFORMANCE	FIBRA CURTA 710 g/m	FIBRA LONGA 765 g/m ²
Fibrerização (%)	91.2	92.0
Energia Kamas(%)	25.0	55.4
Capacidade de Absorção (KwHr/ton)	8.2	8.7
Wet Tensile (gramas)	71	142
Taxa de Humidificação ml/g* Sec ^{0,5}	0.42	0.82

Fonte – Empresa X (2015)

A hemicelulose fornece uma melhor interação do hidrogênio com a água. Devido à essa ligação mais forte, obtém-se uma maior capacidade de absorção.

4.2.2.1 Testes práticos

Para garantir os resultados já validados em laboratório, a empresa “X” fabricante de celulose de fibra curta voltada à aplicação em descartáveis realizou em 2016 testes reais. Foram utilizadas fraldas em crianças a fim de comprovar a eficácia da substituição, além de avaliar possíveis melhorias. As amostras de fraldas utilizadas foram de 50% fibra curta e 50% fibra longa conforme se pretende inserir no mercado e de 100% de fibra longa.

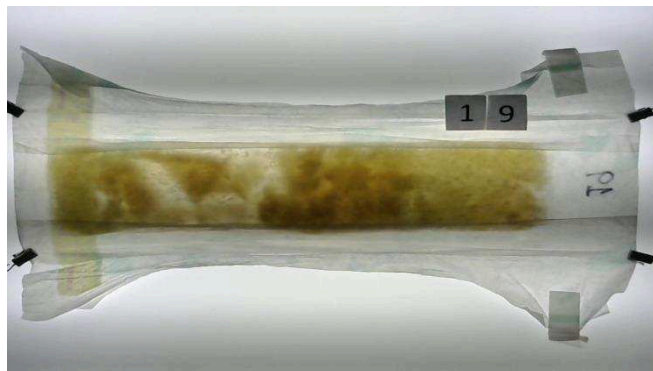
Foram utilizadas nos testes 200 fraldas infantis do tamanho G de cada composição de polpa. A população amostrada foi de crianças de 1 ano e seis meses a 2 anos de idade de ambos os sexos. Durante os testes das 400 fraldas foram descartadas aquelas que apresentaram características que impediam sua análise, como fezes, uso indevido ou peças sem urinas.

As amostras foram 100% pesadas e numeradas. Os dados foram anotados por químicos, que listaram as características de cada criança em uma tabela de controle, onde foram considerados:

- Horário de início do uso;
- Horário da troca;
- Gênero da criança (homem ou mulher);
- Mobilidade (anda ou não);
- Ajuste de tamanho (se a fralda ficou, apertada, frouxa ou se adaptou).

Sendo assim, quando necessário as amostras de fraldas foram trocadas e avaliadas pelo químico para validação ou reprova das mesmas conforme critérios já mencionados. Para as amostras validadas foram posicionadas as fraldas no painel de luz conforme figura 5:

Figura 5: Amostra no painel de luz.



Fonte – Empresa X (2015)

Durante as análises todas as amostras validadas foram verificadas e os dados compilados para posterior comparação, sendo:

- Tempo de uso;
- Capacidade de absorção;

- Embolamento do painel;
- Vazamento;
- Quebra do painel.

4.2.2.2 Resultados dos testes práticos

Sobre ajustes do tamanho da fralda, visto que na grande maioria dos casos elas estavam no tamanho adequado aos bebês, esta característica não foi considerada para efeito conclusivo. Quanto à mobilidade todas as crianças se locomoveram normalmente.

Das 400 fraldas testadas 215 apresentaram condições favoráveis para análise, sendo;

- 102 na composição 50% fibra curta (65 mulheres e 37 homens);
- 113 na composição 100% fibra longa (79 mulheres e 34 homens).

Durante os testes o tempo de uso varia conforme cuidadora e criança, portanto foram relatados os tempos médios de uso. A Tabela 2 mostra as relações tempo e vazamento:

Tabela 2: Tempo de uso

	Tempo de uso com vazamento (horas)			Tempo médio de uso sem vazamento (horas)
	Médio	Máximo	Mínimo	
50% fibra curta 50% fibra longa	05:22	11:20	02:40	03:35
100% fibra longa	04:05	08:15	01:27	03:20

Fonte – Empresa X (2015)

Considerado as médias de tempo de uso com e sem vazamento, as amostras constituídas por 50% de fibra curta proporcionam maior tempo de uso se comparada às amostras constituídas por 100% fibra longa.

A Tabela 3 mostra os resultados dos testes práticos de absorção.

Tabela 3: Absorção total

Produto	Absorção (gramas)					
	Com vazamento	Delta		Sem vazamento	Delta	
		Gramas	%		Gramas	%
50% fibra curta 50% fibra longa	167	42	34%	97	13	15%
100% fibra longa	125			84		

Fonte – Empresa X (2015)

Os resultados acima mostram também uma considerável melhora na capacidade de absorção das amostras constituídas por 50% de fibra curta, onde mesmo com vazamento absorveram cerca de 34% a mais do que as constituídas por 100% de fibra longa. Para os casos das amostras sem vazamento o ganho em absorção foi de 15%.

A Tabela 4 mostra os resultados de rompimento de painel nos testes práticos.

Tabela 4: Rompimento do painel

	Amostras (unidades)		Rompimento do painel (Porcentagem)		
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Total
50% fibra curta 50% fibra longa	37	65	19	7	11
100% fibra longa	34	79	0	1	0,9

Fonte – Empresa X (2015)

A Tabela 5 mostra os resultados de vazamento nos testes práticos.

Tabela 5: Vazamento

	Amostras (unidades)		Vazamento (Porcentagem)		
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres	Total
50% fibra curta 50% fibra longa	37	65	11	5	9
100% fibra longa	34	79	9	23	19

Fonte – Empresa X (2015)

Para as verificações de rompimento de painel e vazamento é importante salientar que não houve correlação alguma, pois em nenhum dos casos de quebra de painel houve vazamento e durante os testes nenhuma das amostras apresentaram embolamento do painel.

De forma geral, através dos testes reais realizados podemos concluir que apesar do número de quebras de painel das amostras com 50% de fibra curta ser significativamente maior do que as com fibras 100% longa, o índice de vazamento apresentado foi significativamente menor, possivelmente fruto da maior capacidade de absorção da fibra curta, como se pode observar na tabela de Absorção Total o ganho foi de cerca de 15%.

4.2.3 Viabilidade econômica da substituição

O mercado de fraldas vem crescendo nos últimos anos não só com foco infantil, mas também adulto urinário e com a grande volatilidade do mercado é necessário buscar novas alternativas para que as empresas permaneçam no mercado.

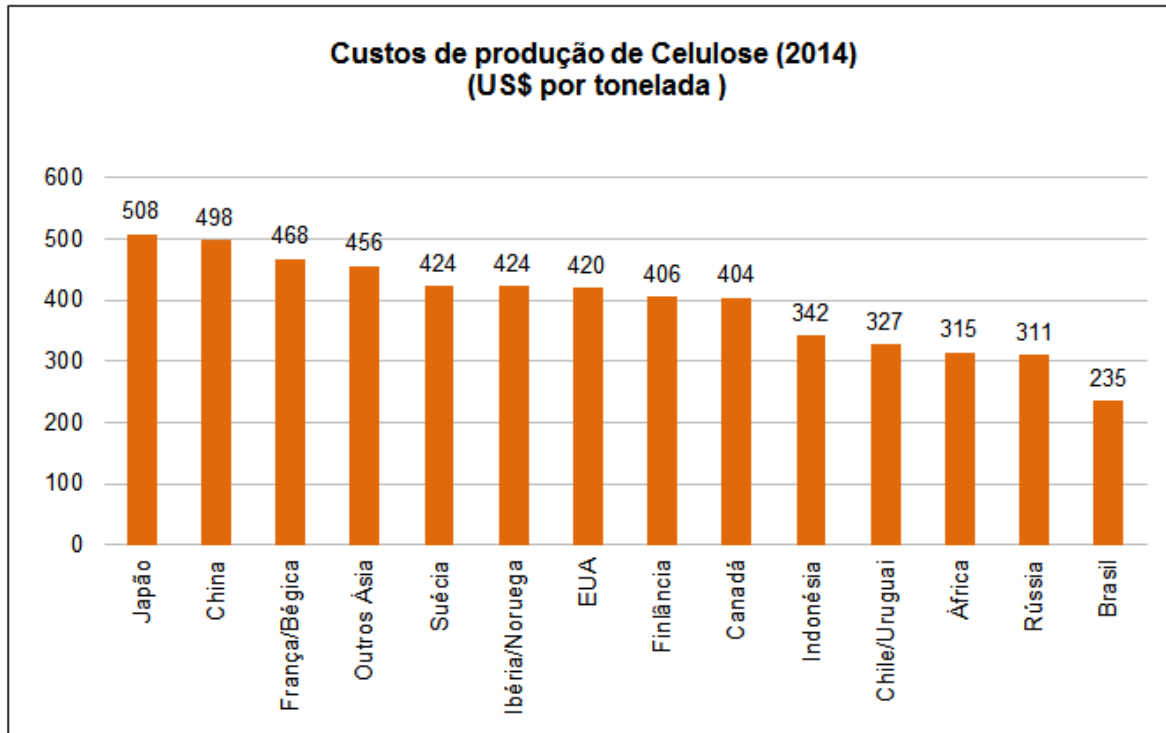
Com os estudos realizados podemos observar que a celulose de fibra curta oriunda do eucalipto além de proporcionar características mecânicas favoráveis ao cliente como, absorção, rewet e outras mencionadas no capítulo anterior possui uma grande vantagem por ser mais compressível, ou seja, o seu tamanho final é menor do que as fraldas usuais no mercado, favorecendo a logística desde o estoque até o envio ao cliente. Uma fralda

produzida com 50% de celulose de fibra curta proporciona uma diminuição de 1,5 mm em sua espessura. Quando dobrada, condição em que é embalada, proporciona uma redução de 3 mm resultando em uma pequena redução em um pacote se comparado com o pacote de fraldas composta por fibra longa. Se considerarmos uma carreta de transporte, a economia de espaço possibilita agregar mais unidades na carga. Aparentemente insignificante, a redução do volume do produto além de proporcionar a redução das embalagens permite uma economia no frete por peça.

Segundo o DEPEC – BRADESCO (2017) há uma grande vantagem em se utilizar a celulose oriunda do eucalipto, pois o Brasil possui uma grande área para plantio e clima extremamente favorável que o torna o maior produtor de celulose de fibra curta oriunda do eucalipto do mundo, condição que pode diminuir a necessidade de importação, pois hoje o Brasil para atender a demanda nacional necessita importar uma grande quantidade de celulose de países produtores de fibra longa (Pinus). Outro ponto economicamente importante é que 65% da energia necessária para processar a celulose de fibra curta é proveniente do próprio processo por meio da queima do licor negro, material oriundo do processo de deslignificação da celulose que gera vapor a ser utilizado nas usinas de processamento da celulose e outros gerando economia. Com o aproveitamento da fibra curta além dos ganhos das empresas a economia nacional também é favorecida, pois com o crescimento da demanda cria-se a tendência de necessidade de cultivo de eucalipto em longo prazo, considerando a possibilidade de se exportar a celulose de fibra curta destinada a este ramo. Considerando que 44% do preço da produção de celulose está na madeira e que o Brasil necessita apenas de 140 mil hectares para se plantar 1,5 milhão de toneladas, enquanto que os países escandinavos e a China requerem respectivamente 720 mil e 300 mil hectares para se obter a mesma quantidade e com tempo de maturação 3 vezes, o Brasil possui uma larga vantagem no cenário mundial.

A Gráfico 7 apresenta os custos de produção de celulose por tonelada, onde o Brasil apresenta grande vantagem:

Gráfico 7: Custos de produção de Celulose



Fonte – DEPEC- Bradesco (2017)

Sendo o Brasil o maior produtor de celulose de fibra curta, há uma possibilidade de se obter altos rendimentos financeiros implantando a de fibra curta nos produtos (fraldas) globalmente. Hoje 67% da celulose produzida no país é exportada. A celulose é um produto global de elevada produção o que pode tornar o Brasil o maior exportador, pois hoje o país é o segundo maior destino de investimentos mundialmente atingindo a marca de 29% e os EUA liderando com 66%.

Para ilustrarmos a rentabilidade financeira da utilização da celulose de fibra curta para os fabricantes de fraldas descartáveis podemos criar alguns cenários.

A Tabela 6 nos mostra o real impacto financeiro caso uma empresa adote utilizar a celulose de fibra curta:

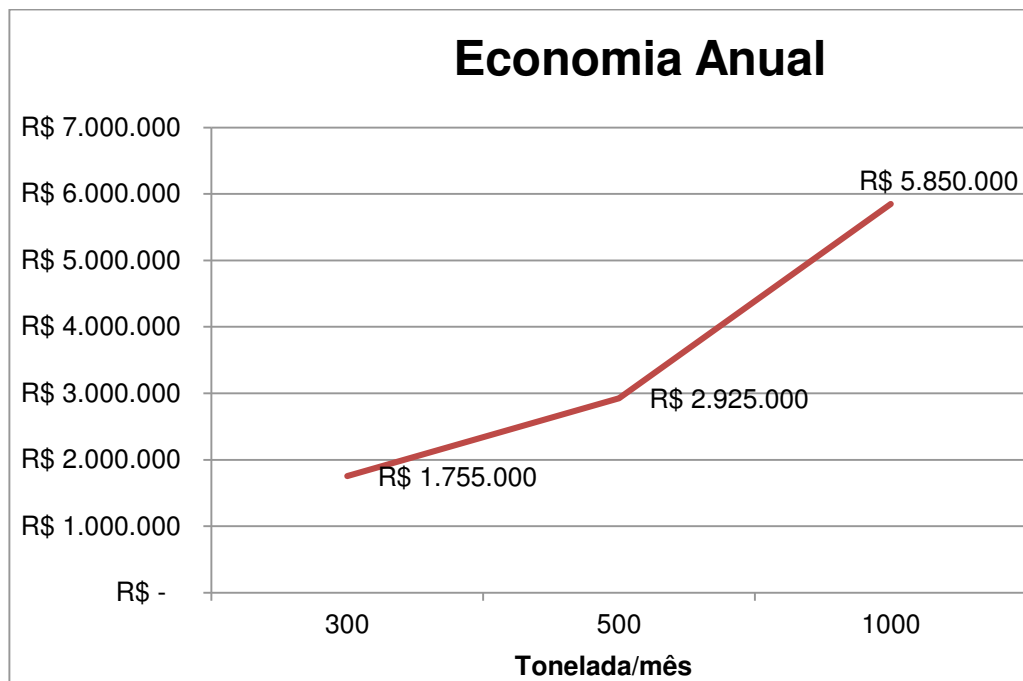
Tabela 6: Fibra curta x Fibra longa (custos)

		Custo Fibra Longa	Custo Fibra Curta
		\$ 1.000,00	\$ 850,00
Empresa	Consumo de celulose (ton/mês)	Gasto mensal	Gasto mensal
A	300	R\$ 975.000	R\$ 828.750
B	500	R\$ 1.625.000	R\$ 1.381.250
C	1000	R\$ 3.250.000	R\$ 2.762.500

Como podemos observar acima a celulose de fibra curta possui uma redução de aproximadamente 15% do valor da celulose de fibra longa.

O Gráfico 8 simula a economia de uma empresa ao utilizar a celulose de fibra curta:

Gráfico 8: Economia anual



Com essa expressiva economia a empresa possuirá capital suficiente para reinvestir de diversas formas, tais como Marketing, P&D, redução do preço de venda, etc.

- Marketing - Uma possibilidade de investimento do lucro obtido com a utilização da celulose de fibra curta é investir em marketing e assim divulgar o um produto inovador que apresenta vantagens consideráveis se comparado com as fraldas compostas por fibra longa. O investimento em marketing é uma excelente estratégia para ganhar mercado, fidelizar clientes e encorajar investidores, situação que certamente proporcionará aumento no faturamento;
- P&D - Através de investimentos em pesquisa e desenvolvimento busca-se otimizar o produto visando maior participação no mercado e em novas aplicações;
- Redução do preço de venda - A aplicação dos lucros diretamente na redução do preço de venda fará com que a fralda seja vendida com um preço mais competitivo, conseqüentemente proporcionará maior volume de vendas. Outra forma de reduzir o preço de venda seria otimizar os custos de produção que pode ser através de investimento em maquinário ou simplesmente em melhorias de processos.

Outra opção seria simplesmente utilizar o lucro para outros fins, até mesmo fora da empresa.

5 CONCLUSÃO

É possível observar nos gráficos que a aplicação da celulose de fibra curta na produção de descartáveis é totalmente viável e benéfica, levando uma melhor qualidade ao cliente e lucro às empresas, sendo assim atingindo o objetivo do trabalho em mostrar a viabilidade técnica e econômica da celulose oriunda do eucalipto.

Os resultados obtidos nos testes mostram os seguintes indicativos:

- Melhor absorção;
- Melhor Retenção;
- Menor percentual de vazamento;
- Elevada maciez;
- Fácil adaptação das linhas de produção;
- Sustentável.

Economicamente encontramos os seguintes benefícios:

- Negócio global;
- Alto giro de capital;
- Possibilidade de o Brasil elevar sua posição no ranking de exportadores de celulose;
- Alta lucratividade;
- Maior compressibilidade do produto facilitando a estocagem e barateando o frete;
- Possibilidade de reinvestimento do lucro;
- Produto inovador - Atração de investidores ao negócio e ao Brasil.

Considerações finais:

A aplicação da celulose de fibra curta em conjunto com a fibra longa ganhou o prêmio de inovação no mercado de higiene em 2016 e toda a indústria do ramo, investidores e pesquisadores estão trabalhando para que esse produto se torne cada vez mais presente em nosso dia a dia e em busca de evoluções. Estudos estão sendo elaborados para que a celulose do eucalipto seja introduzida em outros nichos de mercado.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Líria. **Polímeros na fralda descartável**. 2017. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/polimeros-na-fralda-descartavel.htm>>. Acesso em: 08 out. 2017.
- CARVALHAES, Elizabeth. **Pulp and paper industry in Brazil continues to invest in R&D of new forest-based products**. 2012. Disponível em: <<http://specialtycellulose.com/pulp-paper-industry-brazil-continues-invest-forestbased-products.htm>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- CASTRO, Heizir F. de. **Processos Químicos Industriais II: PAPEL E CELULOSE**. 4. ed. Lorena: Eel, 2009. 30 p. Disponível em: <<https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840556/434/apostila4papelecelulose.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.
- COELHO, Marcio Henrique. **Aspectos Econômicos do reflorestamento de Pinus na pequena propriedade rural**. Elaborado pela UEPG. Disponível em: <http://www.4eetcg.uepg.br/oral/47_1.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2017.
- CORRÊA, Alexandre de Toledo. **Eucafluff conquista reconhecimento internacional**: Celulose. 2016. Elaborada por Suzano Papel e Celulose. Disponível em: <<http://suzanoblog.provisorio.ws/eucafluff-conquista-reconhecimento-internacional/>>. Acesso em: 23 ago. 2017.
- DEPEC-BRADESCO. **Papel e Celulose**. 2017. Elaborado por DEPEC - BRADESCO. Disponível em: <https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_papel_e_celulose.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.
- ECYCLE (Org.). **Matérias**: Fraldas descartáveis: práticas e pouco ecológicas. Conheça produção, impactos e alternativas. 2017. Elaborado pela equipe eCycle. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/3831-fralda-higiene-infantil-geriatrica-origem-modelos-descartavel-lavavel-pano-absorvente-impactos-saude-contato-pele-dermatite-alergia-problemas-meio-ambiente-poluicao-tempo-decomposicao-residuo-lixao-aterro-sanitario-alternativas.html>>. Acesso em: 09 out. 2017.
- ELDORADO BRASIL. **Ciclos florestais controlados**: Desenvolvimento para suprimento de matéria-prima. Disponível em: <<http://www.eldoradobrasil.com.br/Tecnologia-e-Inovacao/Producao-Florestal/Manejo-Florestal>>. Acesso em: 24 ago. 2017.
- FIGLIOLINO, Fábio. **SUZANO: Custo-benefício com produção do fluff é favorável para cia**. 2015. Disponível em: <<http://www3.elitecvm.com.br/novo/suzano-custo-beneficio-com-producao-do-fluff-e-favoravel-para-cia-news-26605.html>>. Acesso em: 07 out. 2017.

- **JORNAL DO COMÉRCIO: Produção de celulose cresce 56% em 10 anos.** Porto Alegre, 04 out. 2017. Disponível em: <http://jcrs.uol.com.br/_conteudo/2017/04/especiais/dia_da_industria_2017/558412-producao-cresce-56-em-10-anos.html>. Acesso em: 07 out. 2017.
- KLEMM, Prof. Dr. Dieter; SCHMAUDER, Prof. Dr. Hans-peter; HEINZE, Prof. Dr. Thomas. **Cellulose: Polysaccharides.** 6. ed. Weinheim: Wiley, 2005. 277 p.
- KLOCK, Umberto et al. **QUÍMICA DA MADEIRA.** 3. ed. Curitiba: Ufpr, 2005. 86 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/156270369/Apostila-Quimica-da-Madeira>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- KLOCK, Umberto; ANDRADE, Alan Sulato de; HERNANDEZ, José Anzaldo. **Polpa e Papel.** 3. ed. Curitiba: Ufpr, 2013. 118 p. Disponível em: <www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/manualpolpa2013.pdf>. Acesso em: 07 out. 2017.
- MACDONALD, Ronald Gordon; FRANKLIN, John N. **Pulp and paper manufacture.** 2. ed. New York: McGraw-hill, 1969.
- MACHADO, Juliana. **SUZANO: Custo-benefício com produção do fluff é favorável para cia.** 2015. Disponível em: <<http://www3.eliteccvm.com.br/novo/suzano-custo-beneficio-com-producao-do-fluff-e-favoravel-para-cia-news-26605.html>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- PIOTTO, Zeila Chittolina. **Eco-eficiência na Indústria de Celulose e Papel.** 2013. 357 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- ROBUSTI, Célio; DRAGONI, Paulo. **Celulose e Papel: Papel.** São Paulo: Senai - Sp, 2014. 436 p.
- SÃO PAULO. IBÁ. Indústria Brasileira de árvores (Org.). **Cenários IBÁ: Estatísticas da Indústria Brasileira de Árvores.** 2017. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Cenarios/Cenarios_39.pdf>. Acesso em: 27 set. 2017.
- SÃO PAULO. IBÁ. Indústria Brasileira de árvores. **Ibá - celulose.** 2015. Disponível em: <<http://iba.org/pt/produtos/celulose>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- SCHALL, Sara; COGDELL, Professor Christina. **Diaper Wastes and Emissions: Manufacturing, Processing, and Formulation.** 2014. DES 040A. Disponível em: <<http://www.designlife-cycle.com/disposable-diapers/>>. Acesso em: 24 ago. 2017.
- SEBRAE. **FÁBRICA DE FRALDAS DESCARTÁVEIS: Idéias de negócios.** São Paulo: Sebrae, 2006. Disponível em: <http://vix.sebraes.com.br/ideiasnegocios/arquivos/FÁBRICA_DE_FRALDAS_DESCARTÁVEIS.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

- SUZANO PAPEL E CELULOSE. **Eucafluff**: 2016. Elaborado por Suzano Papel e Celulose. Disponível em: <<http://www.suzano.com.br/negocios-e-produtos/eucafluff/>>. Acesso em: 24 ago. 2017.