

Universidade Uberaba - UNIUBE

Daví Lopes Alvarenga
Rodrigo Eustáquio dos Reis

ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO PAPEL UTILIZANDO MATÉRIA
PRIMA RECICLADA

Uberaba

2018

Daví Lopes Alvarenga
Rodrigo Eustáquio dos Reis

ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO PAPEL UTILIZANDO MATÉRIA
PRIMA RECICLADA

Monografia apresentada à Universidade Uberaba como parte das exigências à conclusão do componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso do 10º período de 2018, como requisito para a formação em Engenharia Química.

Orientador: José Roberto Delalibera Finzer

Orientador: José Waldir De Sousa Filho

Uberaba
2018

Daví Lopes Alvarenga
Rodrigo Eustáquio dos Reis

ANÁLISE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO PAPEL UTILIZANDO MATÉRIA
PRIMA RECICLADA

Monografia apresentada à
Universidade Uberaba como parte das
exigências à conclusão do componente
curricular Trabalho de Conclusão de Curso do
10º período de 2018, como requisito para a
formação em Engenharia Química.

Orientador: José Roberto Delalibera Finzer

Orientador: José Waldir De Sousa Filho

Uberaba, 12 de Dezembro de 2018.

Banca Examinadora:

Dedico esse trabalho a minha amada esposa e aos meus devotados pais.

AGRADECIMENTO

Agradeço ao Criador pela dádiva da vida.

Imensamente grato aos meus pais, Dirceu e Maria do Carmo, pelo amor incondicional e por não pouparem esforços para me auxiliar em cada fase de minha existência.

Aos meus irmãos, Polyana e Thiago, que igualmente partilharam do carinho de nossos pais e pelo apoio prestado em todos os momentos.

Àqueles que compartilharam esse período na graduação em Engenharia Química, à 13ª turma da Universidade de Uberaba; juntamente agradeço aos professores que fizeram essa conquista ainda mais grandiosa.

Agradeço em especial aos nossos orientadores, José Roberto Delalibera Finzer e José Waldir De Sousa Filho, professores exemplares que não pouparam esforços para auxiliar nesse projeto.

Agradeço a todos com os quais compartilho a existência que de uma forma ou de outra contribuíram para nosso crescimento pessoal, profissional e intelectual.

“Se você não é teimoso, abandonará experimentos cedo demais. E se você não é flexível, baterá a cabeça contra a parede e não verá uma solução diferente para o problema que está tentando resolver”

Jeff Bezos

RESUMO

O papel tem em sua composição finas camadas de fibras celulósicas dando origem a folha. Com a utilização das aparas o impacto sobre o meio ambiente diminui muito, não necessitando de tirar do meio ambiente a matéria prima fundamental para produção de papel. As etapas que compõe o processo de produção, inicia-se com a desagregação das aparas no *hidrapulper*, seguida a polpa formada é conduzida ao *rufclone*, que é responsável pela eliminação de impurezas pesadas, já no hidrociclone (*hidrociclone (cleanners)*) e refinadores para tirar matérias mais leves, tais como areia, plástico, terra e outros. Antes de passar pela caixa de entrada constituintes químicos são colocados (“aditivos”) para auxiliar a formação do papel, segue-se a caixa de entrada para formação do papel, pré-secagem, prensas para retirada da umidade, ficando em torno de 6,0% a 8,0% de umidade. A fase final do processo, ocorre na rebobinadeira, equipamento que refila o papel formando as bobinas. Este trabalho tem como objetivo analisar o processo de fabricação de papel utilizando matéria prima recicladas.

Palavras - chaves: Aparas; Maquina de papel; Papel reciclado

ABSTRACT

The paper has in its composition thin layers of cellulosic fibers giving rise to the sheet. With the use of the shavings the impact on the environment decreases a lot, not needing to take from the environment the fundamental raw material for paper production. The steps that make up the production process, begins with the disintegration of the chips in the hydropulper, followed by the pulp formed is led to the refclone, which is responsible for the elimination of heavy impurities, already in the cleaners and refiners to remove lighter materials, such such as sand, plastic, earth and others. Before going through the chemical inbox are placed ("additives") to aid the formation of paper, passes through the inbox for paper formation, pre-drying, presses for removal of moisture, remaining around 6.0% to 8.0% humidity and enters the final phase of the process, passing through the rewinder, equipment that refills the paper forming the reels. This paper aims to analyze the papermaking process using recycled raw material.

Keywords: Shavings; Paper machine; Recycled paper

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:CORTE DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DA CELULOSE VIRGEM (PARALON 2011)	12
FIGURA 2:APARAS PARA FABRICAÇÃO DE PAPEL UTILIZANDO REICLADO (PARALON 2011).	12
FIGURA 3:SEÇÕES DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL REICLADO (AUTORES 2018).	13
FIGURA 4: APARAS PROVENIENTE DE REFILES DO PROCESSO (PRÉ CONSUMO) DOS AUTORES (2018).	16
FIGURA 5: APARAS PRÉ CONSUMO DOS AUTORES (2018).	17
FIGURA 6: FLUXOGRAMA DA OBTENÇÃO DE APARAS.	17
FIGURA 7: APARAS PARA RECICLAGEM E PRODUÇÃO DO PAPEL (ANAP, 2016).	18
FIGURA 8: HIDRAPULPER E REJEITOS DO PROCESSO DOS AUTORES (2018).	19
FIGURA 9: TRANÇA DOS AUTORES (2018).	19
FIGURA 10: DEPURADORES DOS AUTORES (2018).	20
FIGURA 11: DEPURADORES FINOS (CLEANERS) DOS AUTORES (2018).	20
FIGURA 12: TANQUE DE QUÍMICOS DOS AUTORES (2018).	21
FIGURA 13:MESA FORMADORA (MENDES, 2006)	22
FIGURA 14: MESA FORMADORA DOS AUTORES (2018).	23
FIGURA 15: PRENSAS DOS AUTORES (2018).	23
FIGURA 16: MÁQUINA DE PAPEL DOS AUTORES (2018).	24
FIGURA 17: PROCESSO DE REMOÇÃO DE ÁGUA POR CILINDROS (DOLNY 2011).	24
FIGURA 18: EQUIPAMENTO HIDRAPULPER (DOLNY, 2011).	26
FIGURA 19: EQUIPAMENTO FINE SCREEN (SILVA, 2010).	26
FIGURA 20: ROLO JUMBO DOS AUTORES (2018).	28
FIGURA 21: BOBINA COM ACABAMENTO FINALIZADO DOS AUTORES (2018).	28
FIGURA 22: BOBINAS ARMAZENADAS PARA CONSUMO DOS AUTORES (2018).	29

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: TAXA DE RECUPERAÇÃO DE APARAS DE PAPEL	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
TABELA 2: BALANÇO DE MASSA DO PROCESSO	30

LISTA DE ABREVIATURAS

TL (test line)	14
MI (miolo)	14
FSC (Forest Stewardship Council)	14
ANAP (Associação Nacional dos Aparistas de Papel)	18
OH (hidroxila)	20
pH (potencial hidrogênico).....	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	15
3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	16
3.1 PREPARAÇÃO DA MASSA DO PAPEL	16
3.2 FORMAÇÃO DO PERFIL DO PAPEL	21
3.2.1 CAIXA DE ENTRADA	22
3.2.2 MESA FORMADORA	22
3.3 SECAGEM DO PAPEL	23
3.3.1 PRENSAS.....	23
3.3.2 SECAGEM.....	24
4 METODOLOGIA.....	25
4.1 DEPURAÇÃO E PREPARO DE MASSA	25
4.2 MÁQUINA DE PAPEL	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A indústria de papel utiliza como matéria prima a celulose virgem obtida da madeira, geralmente eucalipto, ou através de aparas de embalagens já usadas. Com a utilização de aparas de papel diminui o impacto ambiental, pois não necessita de retirar do meio ambiente matéria prima para produção, deixando o processo fechado onde inicia-se com o papel virgem, obtido do eucalipto, recicla-se as aparas, transforma-as em papel reciclado e embalagens posteriormente (FERREIRA, 2014). Na figura 1 observa-se fonte de celulose virgem, madeiras de eucalipto.



Figura 1: Corte de eucalipto para produção da celulose virgem (PARALON 2011)

Para a produção do papel reciclado tipo *Test Line* (TL) ou *Miolo* (MI) as empresas utilizam aparas de papel tipo 1 ou tipo 2. Os tipos das aparas se diferenciam-se pela quantidade de “impurezas” presentes nelas, o tipo 2 tem mais “impurezas” quando se comparado ao tipo 1 (COELHO, 2008). Na figura 2 observa-se fardos de aparas do tipo 2.



Figura 2: Aparas para fabricação de papel utilizando reciclado (PARALON 2011).

Os papéis TL e MI certificados pela *Forest Stewardship Council* – FSC (Conselho de Manejo Florestal) possuem variação nos valores do selo conforme quantidade de papel reciclado utilizado na fabricação dos mesmos (COELHO, 2008).

O processo se inicia com a desagregação das aparas no *hidrapulper* onde água, papel e contaminantes (inclusos na matéria prima) são batidos e formam uma polpa de papel de consistência variável conforme necessidade da operação (SENA et al., 2011).

Em seguida a polpa formada é conduzida ao *rufclone*, que é responsável pela eliminação de impurezas pesadas, tais como metais e pedras, em seguida passam pelos *hidrociclone* (*cleanners*) e refinadores para tirar matérias mais leves, tais como areia, plástico, terra e outros (SENA et al., 2011).

Após a polpa ser limpa no processo ela é conduzida ao engrossador de massa, nele a aumenta-se a consistência retirando água da polpa formada. Em seguida passa-se pelo refinador para refinar as fibras existentes na polpa (FERREIRA, 2014).

Na entrada de constituintes químicos são colocados os “aditivos” para auxiliar a formação do papel. Esse processo é auxiliado pela bomba de constituintes químicos que injeta aditivos na polpa formada e novamente a polpa passa em mais um refinador para tirar possíveis impurezas antes de entrar na parte do processo que transforma a polpa em folha de papel em formato de bobinas com aproximadamente 1450 mm de diâmetro, 2500 mm de largura e peso, usualmente, entre 2200 kg a 3200 kg (FERREIRA, 2014).

Na figura 3 observa-se a estrutura da máquina de papel para fabricação.

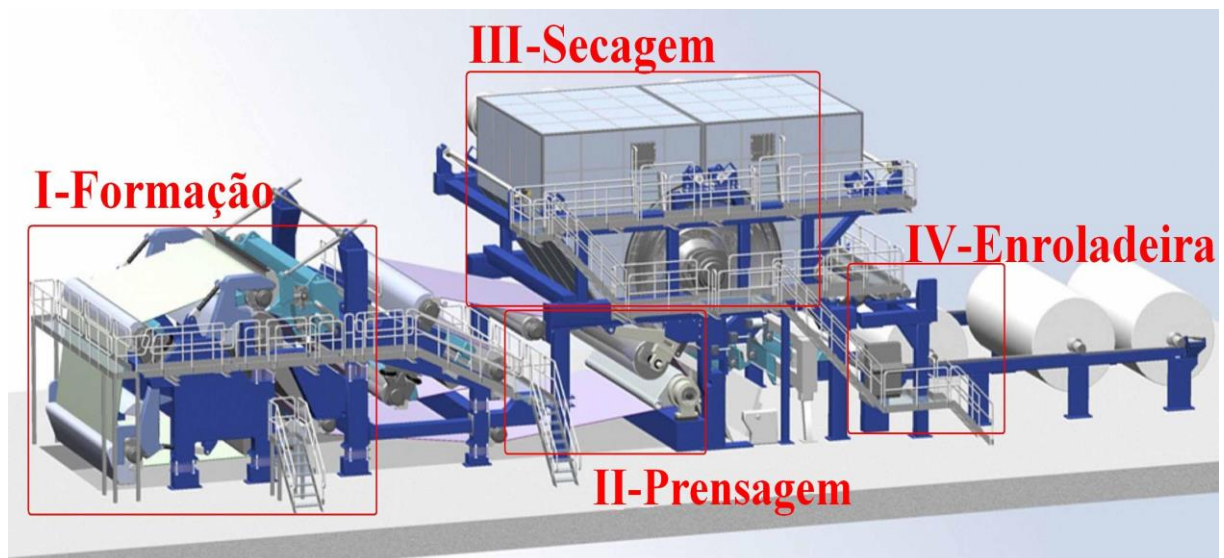


Figura 3:Seções do processo de fabricação de papel reciclado (Autores 2018).

Na caixa de entrada acontece a formação do papel, nela a massa é bombeada em cima da mesa formadora por pequenos bicos responsável pela formação uniforme do papel (SENA et al., 2011).

Após a mesa formadora a mistura de papel e água passa pelos conjuntos de prensas. Nessa parte grande parte da água é removida pela porosidade do feltro e pressão exercida pelos rolos (SENA et al., 2011).

Na pré-secagem o papel recebe calor dos rolos e reduz o teor de água presente na folha antes de entrar na prensa *size*, onde recebe um banho ou jato de amido para melhorar a formação do papel (FERREIRA, 2014).

Após a prensa *size* o papel passa em um conjunto de secaria para finalizar a retirada de umidade do papel, ficando em torno de 6,0 a 8,0% de umidade e formando um jumbo, de aproximadamente 7 ton, na enroladeira (SENA et al., 2011).

O processo de fabricação do papel finaliza com o acabamento na rebobinadeira, equipamento que refila o papel e ajusta o diâmetro para os valores desejados (FERREIRA, 2018).

2 OBJETIVOS

Analisar o processo de fabricação de papel utilizando matéria prima reciclada.

3 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Para melhor compreensão do estudo, esse item aborda o levantamento teórico dos tópicos analisados.

3.1 PREPARAÇÃO DA MASSA DO PAPEL

Para a formação da massa de papel podem ser usados fibras virgens de origem vegetal, obtidas por processos físicos e mecânicos, ou através do aproveitamento de papéis recuperados, chamados de aparas (ALEXANDRE, 2012).

O processo de reciclagem diminui os impactos ambientais pois não é necessário o uso de madeira virgem para a produção de papel.

A reciclagem consiste em isolar fibras celulósicas com a menor quantidade de contaminação e maior qualidade nas fibras (CARDOSO *et al.*, 2014).

As aparas são obtidas através da reciclagem e recuperação de papéis já usados como livros, revistas e embalagens.

Segundo Coelho (2009), as aparas podem ser definidas em dois tipos: aparas pré consumo que são as aparas obtidas dentro do processo de fabricação das embalagens, tais como *refile* extraídos nas conversoras ou caixas refugadas durante o processo, são materiais recolhidos pela fábrica antes de chegar ao consumidor, e aparas pós consumo, que são aparas recolhidas pelos coletores de material reciclado e pelas cooperativas.

As aparas utilizadas na fabricação de papel reciclado são provenientes de todos os tipos, exceto material sanitário, pois este possui grande contaminação. A coleta no Brasil é feita, em sua grande parte por associações de coletores de material reciclável ou coletores independentes e encaminhada para os aparistas da região (MACEDO; VALENÇA 1995). Observa-se nas figuras 4 e 5 fardos de aparas pré consumo.



Figura 4: Aparas proveniente de refis do processo (pré consumo) dos autores (2018).



Figura 5: Aparas pré consumo dos autores (2018).

O fluxograma conforme figura 6 ilustra a obtenção das aparas. O material é obtido através de atividades comerciais (gráficas, indústrias, supermercados, entre outras) ou outras fontes (residências, escolas, ONG's, etc) e enviado para depósitos e cooperativas ou para o setor de aparistas. Os aparistas processam o material recebido para atender às normas de padrão de qualidade e vendem as aparas para as fábricas de papel.

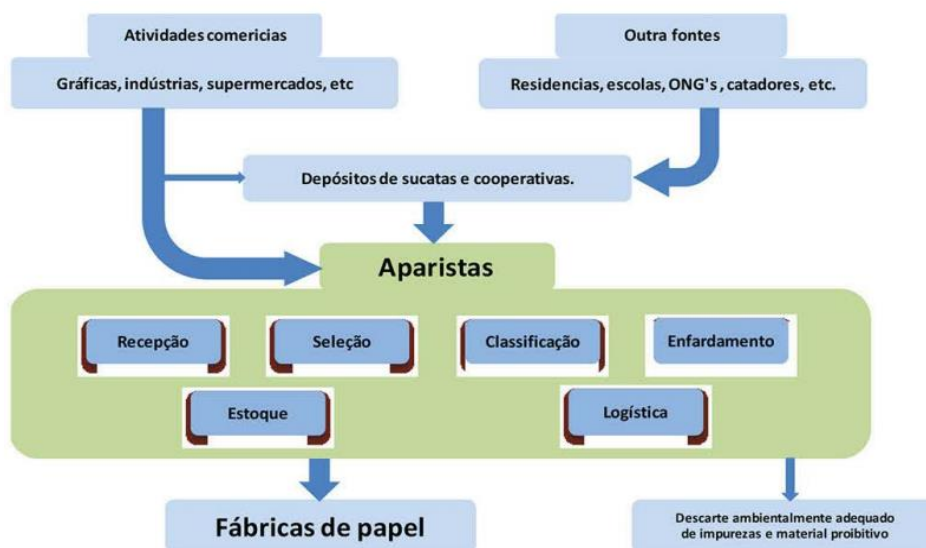


Figura 6: Fluxograma da obtenção de aparas.

Fonte: <http://www.sinpacel.org.br/informativos/2018/706/indicadores-de-reciclagem-e-do-setor-de-aparas.pdf>

A reciclagem do papel é muito importante na indústria de papel e celulose. Esse processo visa diminuir o impacto ambiental e com ele é possível reduzir em torno de 23% o consumo de energia, reduzir em 74% o consumo de celulose virgem, em 74% a poluição do ar, 35% a poluição na água e 58% de redução no uso de água, quando comparado ao processo que utiliza somente fibras virgens.

Segundo dados obtidos no portal ANAP (Associação Nacional dos Aparistas de Papel) a recuperação de aparas nas principais categorias gerados no ano de 2016 foi de 4763 toneladas de papel, ou seja 64,5% de papel reciclado. Observa-se na figura 7 a inspeção feita nas aparas já enfardadas.



Figura 7: Aparas para reciclagem e produção do papel (ANAP, 2016).

Na tabela 1 observa-se a origem e porcentagem de papel reciclado no Brasil.

Tabela 1 – Dados de Consumo de Papel

Utilização	Produto	2016	2017*	Evolução 17/16
Imprimir e escrever	Consumo aparente de papel	2.096	2.063	-1,6%
	Coleta de aparas – brancas	748	823,7	10,1%
	Taxa de recuperação	35,7%	39,9%	-
Embalagens	Consumo aparente de papel	4.747	4.848	2,1%
	Coleta de aparas – marrons	3.877	4.055	4,6%
	Taxa de recuperação	81,7%	83,6%	-
Papercartão	Consumo aparente de papel	540	553	2,4%
	Coleta de aparas – cartão	138	141,7	2,7%
	Taxa de recuperação	25,6%	25,6%	-
Consumo aparente total		7.383	7.464	1,1%
Coleta de aparas total		4.763	5.020	5,4%
Taxa de recuperação		64,5%	67,3%	

Tabela 1: INDICADORES DE RECICLAGEM E DO SETOR DE APARAS (2016).

O processo de fabricação do papel se inicia em um tanque desintegrador chamado *hidrapulper*. No *hidrapulper* as aparas são misturadas com água e vapor em uma faixa de aproximadamente 4,0% de consistência (m/m), conforme ilustra a figura 8. Nessa parte do processo as fibras secundárias são separadas e acontece a limpeza inicial do material.



Figura 8: Hidrapulper e rejeitos do processo dos autores (2018).

A desintegração acontece por processos quente e frio. No processo frio são degradadas matérias primas de fácil desagregação, e no processo quente degrada-se matérias primas de difícil desagregação.

Grande parte das impurezas são retiradas pela “trança”, um cabo de aço que “agarra” matérias grandes como plásticos e metais, demonstrada na figura 9.



Figura 9: Trança dos autores (2018).

Após a desintegração inicia-se o processo de depuração da polpa (SENA, 2011).

No primeiro estágio a polpa, com consistência 3,0% (m/m) passa pelos depuradores, ilustrados na figura 10, para remoção de material pesado, metais. Os depuradores operam com princípio de ação centrífuga, os materiais mais pesados (impurezas) são descartados pelo fundo e a polpa segue o processo pela parte superior do depurador.



Figura 10: Depuradores dos autores (2018).

A próxima parte do processo é a remoção de material fino e leve, tais como isopor, areia e plásticos com diâmetro de até 1,8mm. O hidrociclone (*cleaner*), mostrado na figura 11, funciona com consistência de 3,0% (m/m) e o rejeito dessa etapa passa novamente por outra depuração para recuperar parte da fibra arrastada junto ao rejeito do processo.



Figura 11: Depuradores finos (cleaners) dos autores (2018).

Após a limpeza da polpa são adicionados produtos químicos que melhoram a aderência do papel para a formação da folha. Observa-se na figura 12 tanques de produtos adicionados ao papel.



Figura 12: Tanque de químicos dos autores (2018).

3.2 FORMAÇÃO DO PERFIL DO PAPEL

Devido à natureza hidrofílica da celulose, as fibras celulósicas absorvem água rapidamente e se dispersam com facilidade em suspensão aquosa, quando as fibras úmidas se juntam durante a formação da folha, as ligações ocorrem por atração polar das moléculas de água entre si e os grupos OH^{-1} (hidroxila) da celulose na superfície da fibra. Quando a água é evaporada, os grupos OH superficiais se ligam através de ligações eletrostáticas.

A formação do perfil do papel se dá basicamente pela distribuição da polpa celulósica sobre a tela formadora, em seguida a água é drenada, processo que ocorre por gravidade e diferença de pressão na tela formadora, e por fim acontece a secagem, removendo grande parte da água através do contato com superfícies aquecidas (ANDRADE, 2006).

Assim que a polpa entra na mesa formadora, formam-se emaranhados em três dimensões: na dimensão da tela, transversal à tela e ao longo da espessura do papel.

A distribuição uniforme dessa massa é a grande responsável pela qualidade do papel formado, impactando diretamente nas propriedades físico mecânicas, ópticas e de superfície do papel. A uniformidade do papel é um requisito muito observado pelos clientes (SILVA, 2010).

O papel formado deve ter várias propriedades relacionadas à imprimibilidade, entre elas estão alvura, brilho, opacidade, propriedades químicas como pH, ausência de produtos químicos ativos, propriedades estruturais gramatura, espessura, volume específico, absorção, porosidade, compressibilidade, direção de fibras, planura, estabilidade dimensional, propriedades mecânicas resistência à tração, resistência ao estouro, resistência ao rasgo, resistência a dobras duplas, teor de umidade e propriedades superficiais (CAMPOS, 2000).

3.2.1 CAIXA DE ENTRADA

A caixa de entrada recebe a pasta celulósica, proveniente do preparo de massa, e a distribui na tela formadora, em forma de jato, com consistência aproximada de 1%, a consistência pode ser definida como a quantidade de fibra seca/quantidade de água existente no processo.

A caixa de entrada possui um sistema para controle de espessura da folha, que consiste em adicionar água de diluição, com baixa consistência, ao fluxo principal, que se encontra com uma consistência superior a desejada (MENDES, 2006).

3.2.2 MESA FORMADORA

A mesa formadora, ilustrada nas figuras 13 e 14, contém equipamentos responsáveis pela redução do teor de água na polpa formada. O processo ocorre por três procedimentos, o primeiro é a raspagem da água que se encontra embebida nas fibras celulósicas, na mesa formadora, seguida por duas caixas de sucção e um rolo com duas zonas de vácuo, denominado de rolo “couch”. O último elemento de drenagem compõe-se de uma caixa de sucção de alto vácuo, a folha abandona esta etapa com uma consistência de 21% (MENDES, 2006).



Figura 13: Mesa formadora (MENDES, 2006)



Figura 14: Mesa formadora dos autores (2018).

3.3 SECAGEM DO PAPEL

3.3.1 PRENSAS

Nos rolos prensas, ilustrados na figura 15, realiza-se a remoção da água por mecanismos mecânicos, onde o papel é pressionado na prensa pelos feltros, promovendo assim a consolidação da estrutura da folha do papel. O objetivo da prensa é remover o excesso de água e consolidar a estrutura do papel por meio da aproximação das fibras (DOLNY, 2011).



Figura 15: Prensas dos autores (2018).

3.3.2 SECAGEM

Segundo Dolny (2011), a seção de secagem, ilustrada na figura 16, tem como objetivo a evaporação e remoção da água após o processo de desaguamento mecânico da prensagem. O aquecimento dos cilindros é feito por meio da condensação de vapor internamente aos cilindros, consiste na distribuição dos secadores em grupos térmicos, cuja finalidade é aquecer o papel de forma controlada, a fim de maximizar a capacidade de secagem e preservar a qualidade do papel produzido.

O número de cilindros para a secagem vai variar do tipo do papel a ser produzido, podendo ser utilizados de 20 a 70 cilindros, dependendo da gramatura desejada do produto (MENDES 2006).



Figura 16: Máquina de papel dos autores (2018).

Na figura 18 observa-se o processo de fabricação do papel, juntamente com a parte de secagem.

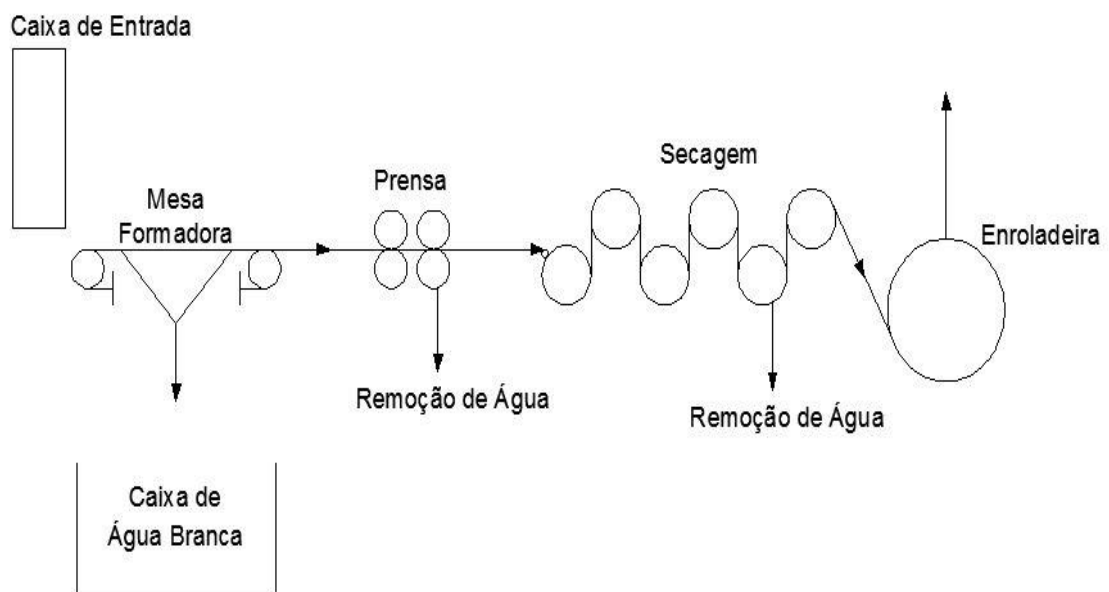


Figura 17: Processo de remoção de água por cilindros (DOLNY 2011).

4 METODOLOGIA

O processo de fabricação de papel com material reciclado passa por importantes etapas até obter o produto final, primeiramente faz-se o preparo da massa, entrando na máquina de papel e por fim acabamento. No primeiro passo é feito a composição da massa, observando as características da suspensão fibrosa, adequando a especificação do papel a ser produzido.

Na etapa seguinte, já na máquina de papel, proporciona o desgrudamento da massa inicial, nessa mesma etapa ocorre a formação, prensagem e secagem.

E por fim a última etapa, consiste no processo de acabamento que tem por finalidade ajustar o papel em suas especificações necessárias.

4.1 DEPURAÇÃO E PREPARO DE MASSA

A depuração é essencial para fabricação de papel reciclado, nessa parte do processo acontece a separação das impurezas da fibra que venham a prejudicar na formação do produto final.

Durante a preparação da massa, existem outros depuradores, são adequados de acordo com as impurezas existentes em cada etapa e tamanho das fibras.

Hidrapulper é o equipamento responsável pela desagregação das aparas, ilustrado na figura 18, trabalha na faixa de 4% em consistência (massa de sólidos/massa de água), são retiradas grandes impurezas nessa etapa, como plásticos e alguns metais.



Figura 18: Equipamento Hidrapulper (DOLNY, 2011).

Na etapa seguinte é realizada a separação de areia e partículas metálicas, em processo de centrifugação pelos depuradores, os materiais mais densos retirados por uma extremidade inferior serão descartados e a massa retirada por outra extremidade segue o processo. Ainda com o auxílio do depurador realizará a separação de materiais de maiores diâmetros (plásticos e isopor).

A alimentação deve ser em menor consistência nessa quarta etapa, para melhor eficiência do equipamento, o *cleaner*, opera por centrifugação e remove pequenas partículas como areia fina. A quinta etapa com peneiras horizontais, ocorre a depuração mais fina, no equipamento *fine screen*. Observa-se na figura 19 o equipamento *fine screen*.



Figura 19: Equipamento fine screen (SILVA, 2010).

Após passagem por todas essas etapas e retirada todas as impurezas da massa, faz a estocagem para ser utilizada no próximo processo, a máquina de papel, antes irá receber substâncias químicas.

Parte importante desse processo é a adição de substâncias química, primeiro são adicionados os reagentes na parte úmida do papel, logo após adiciona amido modificado, com a finalidade de adsorver a superfície da fibra, dando maior resistência ao papel quando seco.

Os polímeros são fundamentais para melhor funcionamento operacional da máquina, onde será realizado a retenção e drenagem de finos. Os agentes de retenção tem como principal objetivo fixar as partículas de pequenas dimensões por adsorção, as quais, mecanicamente, não seriam retiradas nas telas formadoras, os aditivos para controle da demanda iônica, os agentes de colagem responsáveis pelo aumento da resistência a penetração de líquidos no papel, e os agentes de resistência a seco como amido catiônico (SILVA, 2010).

Muito importante lembrar que o tratamento químico é crucial para formação e secagem da folha na máquina de papel. Já os produtos químicos interferem na cor do papel, na retenção de fibras sobre a mesa plana, secagem, e até na distribuição das fibras existentes sobre a superfície da folha. Refinação tem grande influência na qualidade do produto final.

4.2 MÁQUINA DE PAPEL

Após o processo de preparação a massa de papel é estocada, posteriormente recebe os produtos químicos necessários, e então, bombeada para passar pelo último depurador, logo em seguida a massa passa pela caixa de entrada e será distribuída sobre as telas formadoras, etapa onde a consistência é muito baixa, em torno de 1%, inicia-se então a fase de secagem da massa, processo realizado passando por algumas etapas.

Na primeira parte da secagem do papel, a água é retirada por operação mecânica de raspagem, sobre as telas formadoras, a água fica retida, parte pequena da massa também passa pelas aberturas das telas e vão para mesa plana, onde será reaproveitada.

Nessa segunda etapa acontece a secagem por drenagem, alto vácuo e baixo vácuo, a drenagem em baixo vácuo acontece por pernas barométricas e remove pequena quantidade de água, já em alto vácuo se faz por bombas e retira grandes porcentagens do líquido.

Seção de prensas faz parte do processo da terceira etapa, onde a massa é prensada juntamente com os feltros secadores para retirada do restante de umidade existente no produto, a umidade dos feltros é removida para sequência da produção. Apresenta consistência ao final dessa etapa em média 48%. Na sequência passa por uma nova secagem, são os rolos

preenchidos de vapores auxiliados por caldeiras, que aquecem o papel fazendo a troca de calor por condução e a evaporação da água contida no mesmo, e não há perda de fibras nessa quarta etapa e o papel sai com 93% de consistência.

Quase finalizando o processo forma-se o rolo jumbo, ilustrado na figura 20. O jumbo é enrolado na estanga e não está refileado no formato desejado.



Figura 20: Rolo jumbo dos autores (2018).

E finalizando o processo da produção de papel com reciclados, o papel chega a enroladora, é transformado em bobinas, ilustrado nas figura 21 e 22, e estocado.

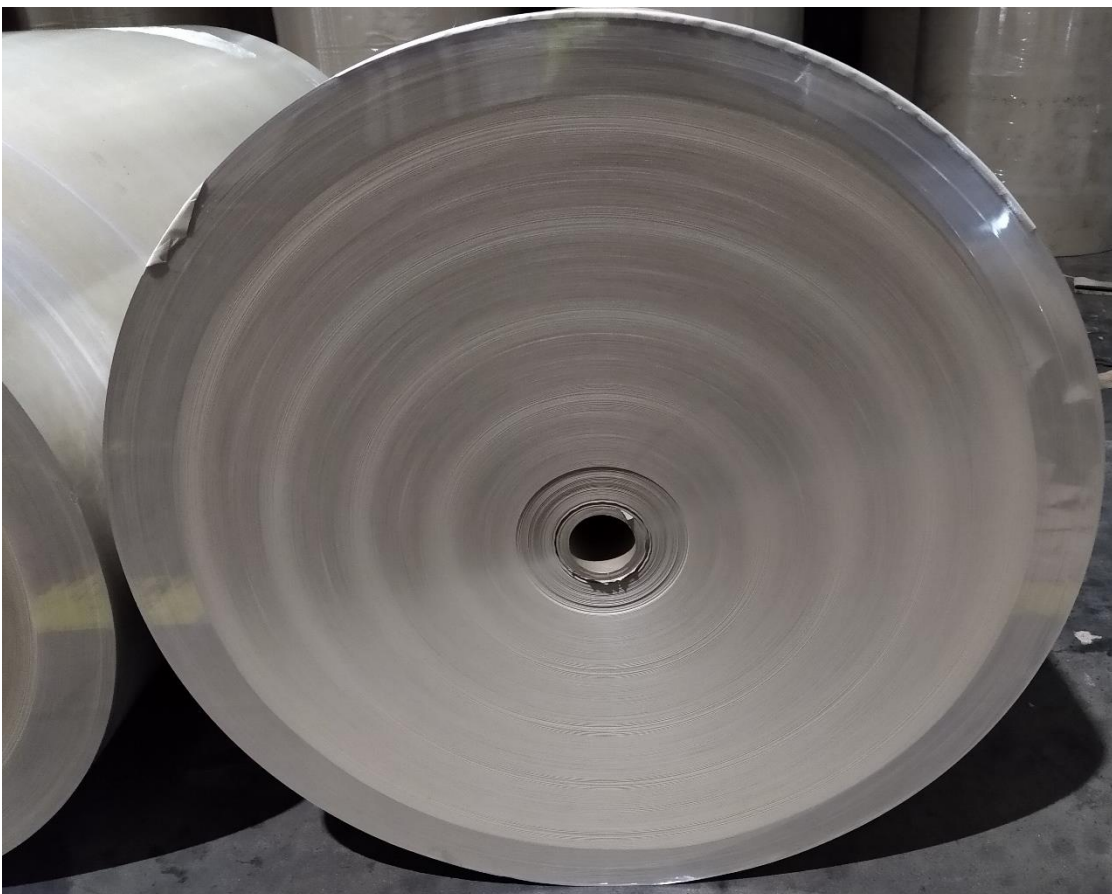


Figura 21: Bobina com acabamento finalizado dos autores (2018).



Figura 22: Bobinas armazenadas para consumo dos autores (2018).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Coletou-se dados de produção durante todo o mês de outubro de 2018 em uma planta de papel que utiliza como matéria prima matéria reciclado (aparas). A coleta de dados foi feita no início do turno A no dia primeiro do mês de outubro a partir de 7:00:00 h até a finalização de produção do turno C no dia primeiro de novembro à 6:59:59 h.

Durante o mês analisado houve consumo de 3.635.842 kg de aparas tipo 2, 537.970 kg de aparas tipo 1, totalizando 4.824.003 kg de aparas, 781.735 kg de aparas pré consumo, gerando um total de 4.955.547 kg de aparas de papel consumidos.

De produtos foram consumidos amido de milho comum, cola ASA, amido da SIZE, coagulante, antiespumante, biocida, PAC, promotor, polímero em pó, anilina amarela, anilina vermelha e RS o total de 346.642,30 kg.

Foi apontado de produção de jumbo (bobina de papel sem acabamento) um peso de 5.195.415 kg e o peso de bobina nesse mesmo período foi de 5.134.536 kg, gerando um peso de refugo (limpeza de jumbo para acabamento da bobina) de 60.879 kg, 1,17% de refugo e um rendimento de 98,83% de aproveitamento dos jumbos.

Apontou-se a produção de 2.248 bobinas durante o mês, gerando um peso médio de 2.245,755 kg por bobina produzida.

Segundo os dados coletados durante o mês houveram 47,68 h de máquina parada, um aproveitamento de 99,9359% do tempo disponível para produção. E durante o mês a velocidade média foi de 138,33 m/min. Calcula-se que nesse período foi produzido aproximadamente 5.779.316,736 m de papel com formato de 2.500 mm.

Na tabela 2 pode-se observar o balanço de massa do processo de fabricação do papel utilizando matéria prima reciclada.

	Entrada (kg)	Saída (kg)	Acúmulo
Químicos	346.642,30	-	
Aparas	4.955.547,00	-	
Jumbo	-	5.109.336,00	0,00
Refile da enroladeira	-	60.879,00	
Rejeitos	-	25.200,00	
Refile da mesa formadora	-	106.774,30	

Tabela 2: Balanço de massa do processo

6 CONCLUSÃO

Durante todo o mês de outubro a máquina de papel analisada teve um consumo de 346.642,30 kg de químicos, 4.955.547 kg de aparas de papel (somando aparas pré consumo e pós consumo tipos 1 e 2), com 25.200 kg de impurezas retiradas durante processo de purificação da pola, somando um consumo de 5.302.189,30kg e gerou 5.195.415kg de papel (jumbo).

Durante a formação dos jumbos foram retirados do processo 106.774,30 kg na mesa formadora e após formação do jumbo 60.879 kg foram retirados durante refile para obtenção de 5.134.536 kg de bobinas

Segundo Roberto no dossiê técnico de celulose e papel, espera-se que uma máquina de papel do modelo Fourdrinier produza durante ao mês 4.500.000 kg de papel. Avaliando os resultados obtidos e comparando à máquina de papel do modelo Fourdrinier os resultados ficaram dentro do planejado.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, Gilson. **REDUÇÃO DO MATERIAL ORGÂNICO DO LODO FINAL NA FABRICAÇÃO DE PAPEL TISSUE ATRAVÉS DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO.** 2012. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meio Ambiente Urbano e Industrial, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- ANDRADE, Alan Sulato de. **Qualidade da madeira, celulose e papel em pinus taeda l.: influência da idade e classe de produtividade.** 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2006/d452_0623-M.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- CAMPOS, Edison da Silva et al. **Seleção de critérios para a especificação de pastas celulósicas branqueadas de eucaliptos na fabricação de papéis para impressão “offset”.** Ciência Floresta, Santa Maria, v. 10, n. 1, p.57-75, 2000.
- CARDOSO, Márcia B. et al. **A influência da homogeneidade das aparas na reciclagem de papel.** O Papel, São Paulo, v. 75, n. 3, p.39-43, out. 2018.
- COELHO, Ricardo Mota Pinto. **Reciclagem e desenvolvimento sustentável no Brasil.** Belo Horizonte: Recóleo, 2009. 340 p. Disponível em: <http://ecologia.icb.ufmg.br/~rpcoelho/EGRH/Reciclagem/livro_reciclagem_171109_low.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018
- DOLNY, Lidio Miguel. **REDUÇÃO DO EFLUENTE DE ÁGUA BRANCA EM UMA MÁQUINA DE PAPEL.** 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meio Ambiente, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- FERREIRA, Julia Cezarina de Sousa. **DESEMPENHO DE UMA MÁQUINA DE FABRICAÇÃO DE PAPEL.** Uniube 2014.
- INDICADORES DE RECICLAGEM E DO SETOR DE APARAS. **SINPACEL.** Disponível em: <<http://www.sinpacel.org.br/informativos/2018/706/indicadores-de-reciclagem-e-do-setor-de- aparas.pdf>>. Acesso 20 de out 2018
- MACEDO, Angela Pires; VALENÇA, Antonio Carlos Vasconcelos. **Reciclagem de papel.** 1995. Disponível em: <http://www.bndespar.com.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set210.pdf>. Acesso em: 20 out. 2018.
- MENDES, Afonso Henrique Teixeira. **Higroexpansibilidade de papel reprográfico produzido com fibras de eucalipto em máquina industrial.** 2006. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SENA, Camila de et al. **MÁQUINA DE PRÉ-RECICLAGEM DE PAPEL**. Exacta, Belo Horizonte, v. 4, n. 2, p.65-74, 2011. Disponível em: <www.unibh.br/revistas/exacta/>. Acesso em: 20 out. 2018.

ROBERT, Noely T. Forlin. **Serviço brasileiro de respostas técnicas**. Disponível em: <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjAw>>. Acesso em: 20 out. 2018.

SILVA, Deusanilde de Jesus. **Química da parte úmida em processo de fabricação de papel: Interações em interfaces sólido líquido**. 2010. 325 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.