



DOSSIÊ TÉCNICO

Papel Artesanal - aproveitamento de resíduos agrícolas e reciclagem de papéis usados

Thérèse Hofmann Gatti
Daniela de Oliveira

Universidade de Brasília - CDT

Março de 2007

Sumário

Título	3
Assunto	3
Resumo	3
Palavras Chave	3
Conteúdo	3
Introdução	3
Objetivos	3
1. Um pouco do histórico do papel	3
2. Fabricação do Papel	8
2.1. Espaço Físico	8
2.2. Matéria Prima	10
2.3. Obtenção da Polpa	11
2.3.1. Fibras Vegetais	12
2.3.2. Fibras Recicláveis	12
3. Branqueamento	15
4. Aditivos	15
4.4.1. Cargas	15
4.4.2. Colas	16
4.4.3. Corantes e Pigmentos	16
4.4.4. Mordentes	16
5. Confeção das Folhas	17
6. Prensagem das Folhas	17
7. Secagem	17
8. Tipos de Papéis	17
8.1. Papel Flocado	17
8.2. Papel Tingido	18
8.3. Papel de Lâmina	18
8.4. Plastificação	18
8.5. Papel para aquarela	19
8.6. Papel Marmorizado	19
Conclusões e Recomendações	20
Referências	20

Título

Papel Artesanal - aproveitamento de resíduos agrícolas, e reciclagem de papéis usados.

Assunto

Meio ambiente, reciclagem e tratamento de resíduos.

Resumo

O papel apesar de ter uma produção milenar e já ter um parque industrial bem consolidado no Brasil ainda oferece perspectivas de geração de renda para os pequenos e médios agricultores no campo e para cooperativas de catadores de materiais recicláveis nas cidades. Este dossiê apresenta de forma prática o reaproveitamento da biomassa gerada no campo pelo pequeno e médio produtor e sua transformação em papel artesanal bem como a reciclagem de papéis usados que tem grande descarte nas cidades. Traz informações sobre a história do papel, matérias-primas e equipamentos utilizados, bem como orienta a quem quer iniciar na produção artesanal.

Palavras chave

Reciclagem; reaproveitamento de biomassa; matéria prima; processamento; papel artesanal; celulose; papel; fibras vegetais; tipos de papeis;

Conteúdo

Introdução

Neste milênio, no momento em que se busca cada vez mais discutir a importância da coleta seletiva de lixo e da necessidade de reciclar materiais, é imprescindível a divulgação de técnicas sobre o aprimoramento da reciclagem, estimulando a população a adotar medidas que visem a redução, a reutilização e a reciclagem.

O papel é um suporte tão presente no nosso dia a dia que ele foi “inventado” ou descoberto há quase dois mil anos. Apesar de toda especulação sobre o decréscimo no consumo do papel com o advento e incremento da era tecnológica, onde temos a informática ocupando cada vez mais espaço na nossa rotina diária, o que percebemos nestes primeiros anos do século XXI foi um aumento exponencial no consumo de papéis para imprimir e escrever.

Objetivos

A obtenção de celulose e a produção de papel artesanal pode ser considerada de baixa complexidade e passível de ser replicada em pequenas comunidades. Apesar de toda especulação sobre o declínio do consumo do papel com o advento da era tecnológica o que vemos na verdade é um aumento exponencial na demanda por papel. Ensinar a forma de produção artesanal de papel e o reaproveitamento de biomassa é o objetivo deste dossiê.

1. História do papel

O papel tem uso tão comum em nosso cotidiano que raramente refletimos que o material do qual se fazem livros, jornais, certificados, impressos, copos, pratos, guardanapos, roupas e outros inúmeros objetos de uso digno ou modesto, teve suas origens por volta de dois mil anos atrás.

Desde o começo dos tempos, o homem tem necessidade de expressar e registrar suas idéias. Como prova disto as pinturas e inscrições feitas em pedras, argila, marfim, cera,

chumbo, folhas de palmeiras, peles de animais, entrecascas de várias plantas, conchas e cascos de tartaruga.

Por volta de 3.700 a.C., os Egípcios começaram a usar o Papiro (*Cyperus papyrus*, planta aquática cujos colmos podem atingir até quatro metros de altura) como suporte. O miolo fibroso da planta era cortado longitudinalmente em tiras, as quais eram dispostas em camadas perpendiculares, prensadas, polidas e alisadas com marfim ou conchas até obterem um laminado cuja superfície servia para a escrita.

O pergaminho, que nada mais é do que a pele de animais (carneiro, velinos e camelos) tratada como superfície destinada à escrita, tem sua invenção (ou aperfeiçoamento) creditado ao reinado de Eumenes II (197aC – 159 a.C.) de Pérgamo (+ ou - 200 a.C.) com o intuito de concorrer com o papiro.

Com a invenção do pincel de pelo (250 a.C.), os chineses passaram a utilizar a seda como suporte de escrita.

No Novo Continente, povos como os Maias e Astecas utilizavam para registros astrológicos, uma tela obtida a partir de entrecascas de árvores prensadas, conhecidas como '*amatl*'.

O papel, tal como conhecemos hoje, teve sua origem na China. A data da sua invenção é incerta e há controvérsias sobre quem o inventou. Segundo a maioria dos historiadores, e dentre eles o renomado Dard Hunter¹, o ano de 105 d.C. é usualmente citado como o da invenção do papel, porque foi o ano em que T'sai Lun, funcionário imperial, reportou oficialmente ao imperador chinês Ho-Ti o processo de produção desse novo suporte.

Qualquer que seja a verdade histórica, o fato é que os primeiros papéis foram produzidos pelos chineses a partir de fibras vegetais provavelmente de amoreira, rami (*Boehmeria nivea*), cânhamo (*Cannabis sativa* L.) e redes de pesca (que eram tramadas a partir de fibras vegetais diversas como, por exemplo, o bambu (*Bambusa vulgaris*).

Essas plantas eram cozidas e maceradas²; o resultado era uma pasta que misturada com água era depositada em uma tina. Com o auxílio de um molde (seda ou bambu tecidos e colocados sobre um suporte formando uma espécie de peneira) coava-se a polpa. A polpa na verdade é um emaranhado de fibras, que era colocado para secar neste molde.

O resultado era um suporte fino e delgado próprio para a escrita: o papel. O mais impressionante no processo de obtenção deste suporte era a simplicidade, a rapidez e o baixo custo. Tal processo, apesar de simples, foi mantido sob o domínio dos chineses por mais de 500 anos.

Para os chineses, e os orientais de forma geral, o papel tinha um simbolismo sagrado; nenhum pedacinho deste era descartado, principalmente se contivesse algum escrito, sem um ritual de reverência que consistia na incineração e na dispersão das cinzas em água corrente.

Somente em 610 d.C., quando os chineses invadiram a Coreia, é que inicia-se a difusão da técnica para além da China. Os japoneses, também no mesmo ano, tiveram acesso ao segredo de produção do papel por meio dos ensinamentos de um monge coreano. Coincidentemente, na mesma época ocorreu a introdução do budismo naquele país.

No Japão foram desenvolvidos intensos trabalhos de pesquisa e aperfeiçoamento das técnicas de manufatura, bem como a exploração de novas fibras abundantes, como o **gampi** (*Diplomorpha sikokiana*), **kozo** (*Broussonetia kajinoki*) e **mitsumata** (*Edgeworthia papyrifera*), que são utilizadas até hoje, inclusive produzidas de forma artesanal, e que são

¹ Hunter, Dard. Papermaking.

² . O cozimento provavelmente era feito utilizando uma solução alcalina de cinzas vegetais que é a base da soda cáustica utilizada atualmente para a extração da celulose. A maceração era feita batendo as fibras com martelos de madeira ou em pilões. Falaremos mais detalhadamente sobre isso a seguir.

as mais procuradas para restauração de livros e documentos.

Não podemos deixar de mencionar que os Japoneses são famosos pela utilização de uma mucilagem vegetal, proveniente do Tororo-aoi (*Abelmoschus manihot*) e do Nori-utsugi (*Hydrangea floribunda*) que é adicionada à tina de formatação das folhas, permitindo que os papéis, extremamente finos, empilhados ainda úmidos e sem a separação de feltros, não grudem uns aos outros.



Mantida como segredo imperial, a manufatura papelreira só começa a ser difundida quando prisioneiros de guerra chineses são obrigados a ensinar o processo aos árabes instalados em Samarkanda, no ano de 751 d.C.

Tendo início em 795 d.C., em Bagdá, a produção de papel tem sua difusão acompanhando a expansão muçulmana, e alcançando, pela costa norte da África, a Península Ibérica, através da Espanha, sendo então difundida com bastante rapidez pelo Ocidente. Relacionamos abaixo as datas de instalação de alguns moinhos, onde podemos verificar que o desenvolvimento da produção de papel iniciada no séc. XII na Europa foi bem significativo, acabando com o monopólio oriental.

Alguns dos moinhos papelreiros da Era Cristã com as datas aproximadas de implantação são: Fez, 1100 (Marrocos); Xativa, 1151 (Espanha); Herault 1189 (França); Capellades, 1238 (Espanha); Fabriano, 1276 (Itália); Troyes, 1348 (França); Nuremberg, 1390 (Alemanha); Leiria, 1411 (Portugal); Kashemira, 1420 (Índia); Jemep, 1428 (Bélgica); Cracóvia, 1491 (Polônia); Hertfordshire, 1494 (Inglaterra); Viena, 1498 (Áustria); Culhuacán, 1575 (México); Moscou, 1576 (Rússia); Dordrecht, 1586 (Holanda); Dinamarca, 1635; Oslo, 1690 (Noruega); Pennsylvania, 1690 (EUA) e St. Andrews East, 1803 (Canadá)³

Somente em 1189 a França deu início à sua produção, e os italianos fundaram suas primeiras manufaturas em meados de 1275, e 1276 em Fabriano e Bolonha. Em Fabriano foi instituída, pela primeira vez, a maneira de identificar o papel, por meio da marca d'água.

Alguns destes moinhos como Fabriano (Itália) e Capellades (Espanha), por exemplo, são, ainda hoje, não somente centros ativos produtores de papel artesanal, como também renomadas escolas que mantêm e perpetuam a tradição manufatureira.

Os países foram estabelecendo suas manufaturas nacionais, utilizando-se dos mais diversos materiais (algodão, bambu, linho, trapos).

A utilização de fibras longas⁴ de algodão e linho, em oposição às fibras curtas de outros vegetais, como o bambu, utilizados no Oriente, foi uma inovação ocidental.

A utilização do algodão (*Gossypium* sp) e do linho (*Linum usitatissimum*) permitiu a produção de papéis mais brancos (os produtos alvejantes, como o cloro, só foram descobertos no final do século XVIII), e trouxe a primeira inovação de maquinaria com a

³ . D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero (coord.). *Celulose e Papel*. Editado pelo SENAI e IPT, 1988, p.3 & Hunter, Dard. *Papermaking – The history and technique of an ancient craft*. Ed. Dover NY/NY 1978

⁴ . D'ALMEIDA, M.L.O. *Op. cit.* p. 36-39. São consideradas fibras longas aquelas que têm em média entre 3mm e 10mm de comprimento, como por exemplo o algodão (*Gossypium* sp) que tem entre 10mm e 40mm, o linho (*Linum usitatissimum*) com 33mm e o rami (*Boehmeria nivea*) medindo em média 120mm. As fibras curtas têm em média 0,7mm a 3mm.

invenção de uma refinadora que permitia a desintegração dos trapos em fibras.

Esta máquina, denominada holandesa, foi desenvolvida no fim do século XVI, pelos holandeses, e é utilizada até hoje, sem que, mesmo com uma série de aperfeiçoamentos, tenha sido alterada sua idéia básica: um recipiente de forma oval onde um rolo cilíndrico móvel, que dispõe de uma série de barras metálicas, é montado sobre um eixo em uma das laterais do recipiente. Logo abaixo deste rolo temos, fixa no fundo do recipiente, uma outra barra de metal.

O princípio básico é que o rolo em movimento, com a adição de água, puxe os trapos colocados no recipiente, forçando a passagem destes entre o rolo dentado e a barra fixa, sendo assim esgarçados, ou seja, transformando-os em fibras. A este processo damos o nome de refino, que era o mesmo feito pelos chineses quando maceravam as fibras utilizando martelos de madeira ou pilões. A distância entre o rolo e a barra pode ser controlada dependendo da quantidade de trapos e do grau de refino desejado.

No refino temos o cisalhamento das fibras que consiste na “abertura” destas em fibrilas, o que chamamos de fibrilação. Isto permite um aumento da área de contato entre as mesmas e um maior entrelaçamento e, conseqüentemente, um papel de maior resistência.

Essa invenção aumentou significativamente o consumo de trapos para a produção de papel, gerando inclusive uma crise no fornecimento da matéria-prima: “um decreto de 1666 do Parlamento Inglês estabeleceu que os mortos só seriam enterrados em trajes de lã, salvando (assim) cem toneladas anuais de linho e algodão para a fabricação de papel”.⁵

A pesquisa de novos materiais para a fabricação de papel torna-se evidentemente necessária. Desde então muitas plantas e diferentes materiais fibrosos são testados como, por exemplo, palha, resíduos agrícolas, folhas de diferentes vegetais. Alguns relatos de pesquisas são até engraçados como vemos em Portugal, chegarem ao extremo de experimentar estrume de gado e cavalo para a fabricação de papel: “E que dizer dum requerimento feito ao Governo [de Portugal] pelo fabricante Mr. Gitton, pedindo privilégio para o seu invento de papel de estrume de cavalo, que se propunha fabricar em Lisboa, na sua excelente fábrica do Palácio Ratton, à Rua Formosa!...”⁶.

Somente em 1719 é que o francês René Antoine Ferchault de Réaumur (1683 -1757), após observar os vespeiros⁷, propõe a utilização de raspas de madeira para a confecção de papel. Partindo desta proposta foram feitas várias experiências com a polpação de serragem, madeira, palha e o “cabelo das sementes de certas árvores, que é o material utilizado na confecção dos vespeiros”.⁸ Mas o material obtido ainda apresentava características pouco atraentes, com a polpa não totalmente desintegrada e de coloração amarelada.

Em 1798, o também francês Nicholas-Louis Robert (1761-1828) inventa a primeira máquina de papel. Tendo sido empregado em um moinho papeleiro em Essonnes, de propriedade do Sr. François Didot (1730-1804), Robert conhecia bem a produção papeleira, e ficava angustiado com as limitações dos tamanhos dos moldes de papel, bem como com o mal comportamento dos artesãos e a falta de disciplina da categoria. Isto o estimulou a desenvolver um processo que dispensaria a utilização de empregados na produção de papel. No seu pedido de registro de patente feito em nove de setembro de 1798 ao Ministro do Interior, em Paris (e que é aprovado em dezoito de janeiro de 1799), ele cita que sua intenção era produzir papel de comprimento extraordinário sem o auxílio de empregados, usando somente meios mecânicos.⁹

⁵ . ROTH, Otávio. *O que é papel*. Ed. Brasiliense, p. 41.

⁶ . PINTO, Américo Cortez. *Da Famosa Arte da Imprimissão*. Ed. Ulisseia. Lisboa, 1948, p. 158.

⁷ . As vespas, himenópteros, confeccionam seu ninho através da mastigação de lascas de madeira, que maceradas e adicionadas à uma cola natural, da sua própria saliva, formam uma pasta celulósica que é o verdadeiro papel. Vemos portanto que, muito antes dos chineses ou de qualquer ser humano, o papel já era produzido na natureza.

⁸ . D'ALMEIDA, M.L.O. *Celulose e Papel*. SENAI e IPT. São Paulo 1988. Volume 1, p. 4.

⁹ . HUNTER, Dard. *Papermaking*. p. 341-373.

O princípio utilizado pela máquina inventada por Robert é o mesmo empregado nas modernas indústrias papelarias. A polpa, depois de ser refinada, era dispersa em uma esteira rotativa, tramada de metal (atualmente as indústrias modernas utilizam esteiras de nylon) que, movida por engrenagens e manivelas, movimentava a polpa fazendo com que as fibras se emaranhassem e a água escorresse por gravidade, para uma tina disposta abaixo da esteira. Porém, como ainda não havia pensado no processo final de secagem, o papel era retirado úmido da esteira e colocado para secar em feltros como no processo artesanal.

Por diversos motivos, tais como a Revolução Francesa e brigas entre Robert e seu antigo patrão, o Sr. Didot (o qual repassou os princípios básicos da construção da nova máquina ao seu cunhado, John Gamble que, em conjunto com os irmãos Henry e Sealy Fourdrinier, proprietários de moinhos papelários na Inglaterra, desenvolveram poucos aperfeiçoamentos ao projeto), o projeto de Nicholas-Louis Robert nunca passou de um protótipo.¹⁰

As primeiras máquinas procuravam simplesmente imitar mecanicamente o processo artesanal de produção do papel; não previam a sucção da água nem a secagem final do papel. A grande novidade apareceu na Inglaterra em 1821 com a utilização de cilindros secadores que, acoplados à máquina e aquecidos a vapor, prensavam e secavam o papel formado na esteira. Este invento é creditado ao inglês Thomas Bonsor Crompton, cuja patente data de primeiro de novembro de 1820.¹¹

Deve-se ressaltar que as inovações tecnológicas não foram facilmente aceitas nem rapidamente assimiladas, principalmente pelos artesãos papelários que, pressentindo que a máquina ameaçaria seus empregos, fizeram vários boicotes à introdução dos novos equipamentos chegando, inclusive, a queimar não só as máquinas como moinhos inteiros.¹²

A partir daí várias inovações são implementadas e a indústria papelaria começa a tomar a forma atual. Ao invés de aumentar a quantidade de moinhos, estes tenderam a uma concentração e integração. O desenvolvimento da indústria química com a utilização de soda cáustica e bissulfito, em meados do século XIX, e as inovações nos processos de branqueamento e encolagem, possibilitaram a melhor exploração da madeira como matéria-prima, sendo esta definitivamente consagrada na produção de papel.¹³

As madeiras atualmente mais utilizadas mundialmente são as espécies de *Pinus* (*Pinus* spp), cuja fibra é longa, e *Eucalipto* (*Eucalyptus* spp), de fibra curta.

Mas, finalmente, o que é realmente papel? Temos como definição técnica: uma película de fibras de celulose, polissacarídeo de fórmula $(C_6H_{10}O_5)_n$, as quais são obtidas através do cozimento e/ou maceração, podendo ser refinadas, emaranhadas e agregadas basicamente por ligações químicas de pontes de hidrogênio.

Todas as plantas são constituídas por materiais lignocelulósicos, que são compostos basicamente por celulose, hemicelulose, lignina e constituintes menores. Na produção de papel estamos principalmente interessados na celulose e hemicelulose, ambos polissacarídeos. No que diz respeito à lignina e aos outros constituintes das plantas, não servem para a produção de papel e até mesmo prejudicam sua qualidade.

Podemos arriscar a fazer a seguinte analogia: a celulose é o principal componente da parede celular da fibra de todas as plantas, e o que interessa na produção de papel; já a lignina seria o “cimento” que une estas fibras, sendo o que deve ser eliminado a fim de que possamos liberar as fibras e produzirmos o papel.

¹⁰ . Devemos citar que tanto o nome de Nicholas-Louis Robert quanto o dos irmãos Fourdrinier estão registrados em diversas literaturas como os primeiros idealizadores das atuais máquinas de papel, mesmo que nenhum deles tivesse obtido sucesso financeiro com seus projetos.

¹¹ . HUNTER, Dard. *Op.cit.* p. 361.

¹² . HUNTER, Dard. *Op.cit.* p. 361-364. Na verdade o que temos hoje é um setor econômico que mais cresce no mundo e demanda cada vez mais mão de obra especializada.

¹³ . D'ALMEIDA, M.L.O. *Op. cit.* Vol. 1, p. 5.

O papel é um suporte bastante higroscópico, ou seja, absorve água, aceitando facilmente as tintas e impressões diversas. Como já dissemos, o papel é feito de celulose, e todas as plantas têm celulose, em menor ou maior grau de concentração, desta forma podemos fazer papel a partir de qualquer planta.

A lignina, também presente em todas as plantas, com concentração também variada, é um polímero amorfo e de composição química complexa, e dá rigidez e firmeza ao conjunto de fibras de celulose. Esta, apesar de ser incolor, é altamente reativa à presença de oxigênio e luz (solar ou a luz visível de baixo comprimento de onda entre 400 e 500nm, bem como a radiação UV e IV) dando origem a grupos cromóforos, ou seja, que transmitem cor.

Podemos perceber isto ocorrendo na prática quando deixamos, por exemplo, um jornal exposto ao sol. O que percebemos visualmente é que ele rapidamente "amarela", que é a reação fotoquímica da lignina. Papéis com alto teor lignina e a presença de finos, geralmente os produzidos das pastas chamadas de alto rendimento ou pastas mecânicas, tendem a ficar enfraquecidos ou quebradiços.

Percebemos bem esta reação nos livros impressos no final do século XIX e início do século XX, quando o processo de polpação química da madeira ainda não estava bem desenvolvido. Quando entramos em uma biblioteca com acervo mais antigo, sentimos um forte odor característico que é o da umidade que provoca a acidez do papel.

Atualmente, os processos utilizados industrialmente para a produção de celulose se diferenciam em: mecânico, termomecânico, quimitermomecânico e semiquímicos (sulfito ácido, sulfito neutro, sulfato e soda a frio) e químicos.

A utilização definitiva da madeira só acontece na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento dos processos químicos de cozimento da madeira e o aperfeiçoamento mecânico das máquinas inventadas.

2. Fabricação do papel

2.1. Espaço físico:

O espaço necessário para o cozimento da fibra e confecção do papel vai depender do volume de produção que se deseje desenvolver. Sugere-se para o início do processo basicamente o espaço de uma cozinha de porte médio. Neste espaço deve haver:

a) Para a preparação da fibra:

- Área para corte da fibra, podendo ser uma área externa;
- Mesa de madeira ou bancada de cimento;
- Prateleiras para o armazenamento da fibra a ser preparada (dependendo do volume de produção faz-se necessário armazenar a fibra);
- Freezer ou geladeira para armazenar a fibra depois de cozida caso não seja imediatamente utilizada;
- Facas, podões ou equipamento de corte de plantas como os utilizados para produção de forragem ou ração animal.
- Fita indicadora de pH ou indicador de pH digital.

b) Para o cozimento da fibra:

- Fogão industrial;
- Panelas de aço inox (com capacidade de 20 litros ou mais); ou recipiente de latão ou recipiente de ágata;
- Botijão de gás;
- Fósforo;
- Pás de aço inox ou de madeira;
- Soda cáustica (NaOH); ou carbonato de sódio (barrilha); ou cinza vegetal;
- Recipiente tipo caixa d'água para armazenar e decantar o resíduo do cozimento;

- Ácido acético (vinagre); ou ácido fosfórico.
- c) Para o branqueamento da fibra:
- Água sanitária;
 - ou cloro; ou peróxido de hidrogênio;
 - Baldes, bacias ou cubas de plástico.
- d) Para a lavagem da fibra:
- Coadores de aço inox;
 - ou coadores de pano de nylon;
 - ou coadores de saco de pano de chão (como última escolha pois os sacos são feitos de tecido de algodão e os mesmos podem rasgar facilmente com o processo de lavagem para a retirada da soda cáustica);
 - Tanque;
 - Mangueira;
 - Água corrente.
- e) Para o processamento da fibra:
- Martelos de madeira;
 - ou moinho de bola;
 - ou refinadora tipo holandesa.
- f) Para a homogeneização da fibra:
- Liquidificador industrial – 25 litros
- g) Para o tingimento da fibra:
- Fogão industrial;
 - Panelas de alumínio ou aço inox;
 - Corantes ou pigmentos;
 - Alúmen de potássio ou outro fixador se necessário.
- h) Para a confecção do papel:
- Cubas de plástico; ou piscinas de plástico;
 - Telas de madeira forradas com nylon de diversos tamanhos;
 - Telas de madeira sem nylon;
 - Carboxi-metil-celulose;
 - Bacias;
 - Esponjas;
 - Baldes.
- i) Para prensagem e secagem do papel:
- Entretelas grossas sem cola;
 - Prensa (de coluna ou hidráulica);
 - Tábuas forradas com fórmica;
 - Varais;
 - Pregadores.

j) Outros materiais:

Dependendo do volume de produção e do local poderá ser necessário:

- Estufa para secagem dos papéis;
- Hidrapulper;
- Pequena caldeira;
- Calandra.

2.2. Matéria-prima

O papel é constituído basicamente por celulose, a qual é um tipo de carboidrato formador da parede celular de todas as plantas, sendo, portanto, presente em todos os vegetais. Este

polissacarídeo é insolúvel em água o que permite que o papel depois de pronto possa sofrer banhos sem se desmanchar.

Embora a maior parte das fibras utilizadas pela indústria papelreira seja proveniente do tronco das árvores, podemos obter fibras extraídas de plantas, tais como: abacaxi, grama, sisal, bananeira, algodão, cana-de-açúcar, palha de arroz, taboa, etc., e também de aparas de papéis usados.

As fibras vegetais, do ponto de vista papelreiro, são geralmente, classificadas em fibras longas e fibras curtas. A fibra curta é obtida de vegetais, cujo comprimento de fibra é em média entre um e dois milímetros. Nesta classe estão as madeiras duras ou folhudas, das quais em nosso país, o eucalipto é a mais usada, e as palhas e resíduos agrícolas, dos quais o bagaço de cana é o mais usado. A fibra longa de vegetais, cujo comprimento de fibra é em média acima de três milímetros. As madeiras coníferas estão nesta classe, indo o seu comprimento de fibra até cerca de 5 ou 6 milímetros, e as fibras têxteis, tais como, algodão, linho, sisal, caroá, rami, etc., que ultrapassam até a um centímetro. Das madeiras, de fibra longa a mais usada no país é o pinheiro do Paraná¹⁴

FIBRA		Comprimento (mm)
Nome comum	Nome científico	
Araucária	<i>Araucária</i> sp.	2,00-5,37
Pinus	<i>Pinus</i> sp.	1,55-4,68
Bambu	<i>Bambusa</i> sp., <i>Phyllostachys</i> spp.	1,16-6,16
Eucalipto	<i>Eucalipto</i> sp.	1,15-4,15
Gmelina	<i>Gmelina</i>	0,70-1,40
Bagaço de cana	<i>Saccharum officinarum</i>	0,72-1,79
Linter de algodão	<i>Gossypium</i> sp.	0,82-3,91
Juta	<i>Corchorus capsularis</i>	2
Rami	<i>Boehmeria nivea</i>	120
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i>	7,5
Kenaf	<i>Hibiscus cannabinus</i>	6
Abacá	<i>Musa textilis</i>	6
Sisal	<i>Agave sisalana</i>	3-4

Fonte: Celulose e Papel, 1988

Fig 1. Fibra. Fonte: Celulose e Papel, 1988. Disponível em http://www.aracruz.com.br/show_inv.do?act=stcNews&orig=fin&id=643&lang=1.

O primeiro passo na hora de escolher a fibra a ser utilizada é observar a facilidade na sua obtenção. Uma vez que pode-se produzir papel a partir de qualquer fibra vegetal deve-se verificar os custos na obtenção da matéria-prima. O objetivo é escolher matérias-primas oriundas de outras atividades agrícolas ou podas que serão naturalmente descartadas.

Uma atividade importante antes de começar a fazer papel é mapear o local em que será feita a produção para identificar quais as fibras existem nas proximidades. Quais as culturas estão próximas. Qual a época de colheita destas culturas que possibilitará o acesso a uma grande quantidade de matéria-prima.

Quanto mais próxima estiver a matéria-prima a ser utilizada, menor será o custo de transporte no processo. Os resíduos de algumas culturas tem peso significativamente maior do que outras.

Tome-se como exemplo o cultivo da bananeira. Quando se colhe o cacho de banana faz-se a poda do pé descartando o tronco. Este tronco de bananeira pode ser inteiramente utilizado na produção de celulose, porém ele tem um peso elevado em comparação com a fibra resultante. Pode-se dizer que aproveita-se uns 20% do peso da bananeira na confecção de papel, os outros 80% do peso é constituído basicamente de água.

A colheita da soja pode ser um outro exemplo. Toda a matéria fibrosa residual da colheita

pode ser aproveitada na confecção de papel e a mesma tem peso bem inferior e muito menos água do que a bananeira.

Da mesma forma as culturas de milho, cana-de-açúcar, abacaxi, arroz, trigo, feijão, helicônea, sisal, girassol, entre outras.

No caso das cidades podemos considerar como matéria-prima as podas de grama e jardins bem como os papeis usados que são descartados.

2.3. Obtenção da polpa

A obtenção de polpa celulósica constitui a primeira etapa da produção de papel. Sob o ponto de vista técnico, o termo “polpa celulósica” compreende o resíduo fibroso proveniente da deslignificação parcial ou total da matéria-prima vegetal empregada.¹⁵

Para os vegetais não-madeireiros os processos de polpação mais recomendado são os alcalinos. Entretanto, os processos mecânicos, termomecânicos e cal (CaO) são também recomendados sob o ponto de vista prático e econômico.

2.3.1. Fibras vegetais

O processo de obtenção artesanal da polpa a partir de fibras vegetais pode ser químico ou mecânico.

a) No processo químico:

Utilizar um álcali para eliminar grande parte dos componentes não-celulósicos, como a lignina e outros extrativos vegetais através do tratamento químico – cozimento com solução alcalina: NaOH (Soda cáustica)¹⁶ por exemplo.

Para a extração da celulose o vegetal escolhido deve ser picado em pequenos pedaços e cozido com NaOH (soda cáustica) em um recipiente de aço inox, latão ou ágata. De preferência utilize recipiente de aço inox que não se degrada com a soda cáustica. Outros recipientes são agredidos pela soda cáustica que os corrói. De maneira alguma utilize recipiente de vidro.

A proporção de soda e o tempo de cozimento determina-se de acordo com o vegetal escolhido. Cita-se como exemplo a bananeira onde em um recipiente com volume de 20 litros de água utilizamos 250 g de soda em quatro horas de cozimento. Quando a fibra estiver se soltando retira-se a panela do fogo e deixa a soda esfriar.

ATENÇÃO: A soda cáustica é extremamente perigosa e pode causar queimaduras graves. Sempre manipule usando luvas e sempre lave bem as mãos após utilizá-la. Pode-se neutralizar a soda que é extremamente alcalina com um pouco de vinagre (ácido acético).

O licor (água negra resultante do cozimento) pode ser aproveitado em outro cozimento. Para tanto coe a polpa em um coador de nylon ou aço inox dentro de um recipiente ou uma panela de aço inox e acrescente a nova fibra a ser cozida. Caso não deseje fazer um novo cozimento o licor deve ser neutralizado para ser descartado.

Para neutralizar despeje o licor do cozimento em um recipiente tipo caixa d'água e adicione

¹⁵ Foelkel & Barrichelo, 1975 citados por Soffner, 2001.

¹⁶ Soda Cáustica (NaOH) - Hidróxido de Sódio. Existem vários níveis de pureza da soda e quanto mais pura ela for, mais irá reagir. A função da soda no cozimento da plantas é retirar a lignina e outros componentes (extrativos), deixando somente a celulose que é a matéria-prima para a fabricação de papel. Existem outros elementos que tem a mesma função que a soda. Exemplo: ecoada (cinzas vegetais), cal e a ação de bactérias.

um ácido fraco, como vinagre (ácido acético) ou ácido fosfórico, até que a solução esteja neutra. É importante fazer o controle do pH. Para isso podem ser utilizados os papéis ou fitas indicadores de pH que são encontrados em casas de produtos químicos. O licor só deve ser descartado quando o pH tiver um valor entre 5 e 9.

Após a retirada do licor, lava-se bem o vegetal, agora já transformado em polpa, em água corrente usando para tanto o mesmo coador de nylon ou aço inox. Desta forma estará sendo retirando toda a soda cáustica residual existente.

b) No processo mecânico:

A pasta ou polpa é obtida pelo processo mecânico de maceração das fibras. Neste caso o vegetal selecionado deve ser picado e com auxílio de um pilão, martelo ou moinho deve ser macerado até se transformar em polpa. Percebe-se que todo material constituinte da planta permanece na polpa resultante da maceração e com isso teremos materiais indesejáveis, tais como tecidos parenquimáticos e elementos de vasos que são denominados de medula, estes constituintes dos vegetais dificultam o processo de polpação e implicam em perda de qualidade da polpa celulósica.

Tanto no processo químico quanto mecânico recomenda-se que para a formação da folha a polpa resultante passe por um processo de desagregação da fibra (liquidificador), e quando possível pelo processo de refinação (holandesa e ou moinho de bola).

2.3.2. Fibras recicláveis:

A definição das matérias-primas fibrosas recicláveis utilizadas para a fabricação de papel compreende dois grandes grupos: aparas e papéis usados.

As aparas (em inglês, "trimmings"), juntamente com materiais refugados e não utilizados, resultam de operação industrial que transforma os papéis e cartões em uma variada gama de artefatos. O grupo é caracterizado como de pré-consumo.

Já os papéis usados (em inglês, "waste paper"), também designados de papéis velhos, são os diferentes tipos de papéis e artefatos de papel descartados pelos usuários finais, após sua utilização. O grupo é caracterizado como de pós-consumo.¹⁷

Classificação:¹⁸

APARAS : PRÉ-CONSUMO	PAPÉIS USADOS : PÓS-CONSUMO
<ul style="list-style-type: none">• BRANCO I Aparas, mantas e restos de bobinas de papéis brancos, sem impressão de espécie alguma, sem revestimento ("coating"). Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 0%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.	<ul style="list-style-type: none">• CARTÕES PERFURADOS (HOLLERITH) Cartões usados fabricados com 100% de celulose de fibras longas, de alta qualidade, utilizados na computação de dados. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 1%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.
<ul style="list-style-type: none">• BRANCO III Aparas, mantas e restos de bobinas de papel imprensa e jornal, sem impressão de espécie alguma. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 0%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.	<ul style="list-style-type: none">• BRANCO II Formulários contínuos de papel branco, usados, sem papel carbono entre folhas e sem revestimento carbonado. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 2%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.

¹⁷ Fonte: Associação Nacional de Aparistas de Papel. <http://www.anap.org.br/qualificacoes.htm> acesso em 12/02/2007

¹⁸ Fonte: Associação Nacional de Aparistas de Papel. <http://www.anap.org.br/qualificacoes.htm> acesso em 12/02/2007.

APARAS : PRÉ-CONSUMO	PAPÉIS USADOS : PÓS-CONSUMO
<p>• BRANCO V Aparas de papéis brancos, mantas e restos de bobinas, com percentagem mínima de impressão ou com revestimento ("coating"). Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 25%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• BRANCO IV Papéis brancos usados de escritório, manuscritos, impressos ou datilografados, cadernos usados sem capas, livros sem capa e impressos em preto. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>
<p>• KRAFT I Aparas de papel kraft natural resultantes da fabricação de sacos multifolhados, sacos de papel kraft refugados por defeitos de fabricação ou não utilizados. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 1%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• BRANCO VI Igual ao BRANCO IV, podendo porém conter papéis coloridos na massa. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>
<p>• CARTÕES DE PASTA MECÂNICA (APARAS PARANÁ) Aparas de artefatos usados de cartão produzidos integralmente de pasta mecânica. Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 0%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• KRAFT II Sacos mutifolhados usados de papel tipo kraft, com fibras e cores diversas. Sem escolha ou seleção. Teor máximo de umidade: 15%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>
<p>• JORNAIS II Jornais limpos e encalhes de redação. Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 1%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• KRAFT III Sacos mutifolhados usados, de papel kraft natural, principalmente de cimento, misturados, sem batimento, escolha ou seleção. Teor máximo de umidade: 15%. Teor máximo de impurezas: 17%. Teor máximo de materiais proibitivos: 3%.</p>
<p>• CARTOLINA I Aparas, material refugado e material não utilizado de papelcartão integaral, com ou sem revestimento ("coating"). Sem impressão de qualquer espécie. Provenientes de cartões e cartolinas fabricados integralmente com celulose. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 0%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• JORNAIS I Jornais velhos. Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 1%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>
<p>• CARTOLINA II Aparas, material refugado e material não utilizado de papelcartão, com ou sem revestimento ("coating"). Com impressão ou em cores variadas. Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 0%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• CARTOLINA IV Embalagens usadas de papelcartão, plastificadas ou não. Teor máximo de umidade: 15%. Teor máximo de impurezas: 3%. Teor máximo de materiais proibitivos: 7%.</p>
<p>• CARTOLINA III Aparas, material refugado e material não utilizado de papelcartão, plastificados, com ou sem impressão. Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 3%. Teor máximo de materiais proibitivos: 7%.</p>	<p>• ONDULADO II Caixas e chapas usadas de papelão ondulado, fabricadas com capas de alta e média resistências. Teor máximo de umidade: 15%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>
<p>• ONDULADO I Aparas e refugos resultantes da fabricação de caixas e chapas de papelão ondulado de todos os tipos. Teor máximo de umidade: 15%. Teor máximo de impurezas: 3%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• ONDULADO III Caixas e chapas usadas de papelão ondulado, fabricadas com capas de baixa resistência, podendo conter até 20% de outros tipos de papéis que não sejam papelão ondulado. Teor máximo de umidade: 20%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 3%.</p>

APARAS : PRÉ-CONSUMO	PAPÉIS USADOS : PÓS-CONSUMO
<p>• REVISTAS II</p> <p>Revistas encalhadas ou com defeitos de impressão, impressas em papéis com ou sem revestimento ("coating"). Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 2%. Teor máximo de materiais proibitivos: 1%.</p>	<p>• REVISTAS I</p> <p>Revistas velhas, impressas em papéis com ou sem revestimento ("coating"). Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 1%.</p>
<p>• TIPOGRAFIA</p> <p>Aparas e recortes coloridos provenientes de gráficas e tipografias. Teor máximo de umidade: 10%. Teor máximo de impurezas: 1%. Teor máximo de materiais proibitivos: 0%.</p>	<p>• MISTO I</p> <p>Papéis usados mistos, provenientes em sua maior parte de escritórios e gráficas; aparas coloridas; resíduos de papéis e cartões diversos, misturados. Teor máximo de umidade: 12%. Teor máximo de impurezas: 5%. Teor máximo de materiais proibitivos: 1%.</p>
	<p>• MISTO II</p> <p>Papéis usados mistos, provenientes de escritórios, lojas comerciais, casas residenciais. Teor máximo de umidade: 15%. Teor máximo de impurezas: 10%. Teor máximo de materiais proibitivos: 3%.</p>
	<p>• MISTO III</p> <p>Papéis usados mistos, de todas as procedências. Teor máximo de umidade: 20%. Teor máximo de impurezas: 15%. Teor máximo de materiais proibitivos: 5%.</p>

Materiais Proibitivos¹⁹

Materiais proibitivos são quaisquer materiais cuja presença em quantidade maior que a especificada tornam o fardo em que estão contidos, não utilizável para a fabricação específica de determinado tipo de papel.

Entre os materiais proibitivos, podem ser citados:

- papéis vegetais ou glassine
- papel e papelão encerados, parafinados ou betuminados
- papel carbono
- papel e papelão revestidos ou impregnados com substâncias impermeáveis à água
- papel e papelão laminados, tratados ou revestidos com plásticos, betume ou camada metálica
- colas a base de resinas sintéticas
- fitas adesivas sintéticas

A classificação das aparas acima foi feita em 1973. Porém ocorreram muitas mudanças no perfil dos papéis nos últimos 30 anos. Atualmente a ANAP – Associação Nacional dos Aparistas de Papel e a ABTCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel trabalham para formalização de uma nova classificação.

O processo artesanal de obtenção da polpa através de aparas de papel ou de papéis usados pode ser:

a) químico – quando é feito o cozimento das aparas ou papéis usados em solução alcalina, tal como soda cáustica. Tal procedimento é usado principalmente nos papéis usados ou aparas obtidos a partir de polpa mecânica tais como os jornais. O cozimento com produto alcalino também ajuda na retirada da tinta de impressão contida nos papéis.

¹⁹ Fonte Bracelpa/Anap - Fonte: Associação Nacional de Aparistas de Papel. Disponível em <http://www.anap.org.br/qualificacoes.htm>, acesso em 22/02/2007.

b) mecânico – quando é feita uma desagregação dos papéis usados ou das aparas em liquidificador ou hidrapulper. Aconselha-se a deixar os papéis que serão desagregados imersos em água por um período entre 12 e 24 h.

3. Branqueamento

O branqueamento pode ser definido como um tratamento físico-químico que tem por objetivo melhorar as propriedades ópticas da pasta celulósica a ele submetida. Os parâmetros usuais que medem a eficiência do branqueamento são as propriedades ópticas da pasta – alvura, brancura, estabilidade da alvura. O agente clareador mais utilizado é a água sanitária (podendo-se também usar o cloro ou o peróxido de hidrogênio (água oxigenada)).

4. Aditivos

Uma folha contendo exclusivamente celulose não possui as características do papel que geralmente são desejadas. Uma folha produzida exclusivamente de fibras de celulose é porosa, de superfície enrugada e com pouca resistência à umidade. Desta forma, é comum a adição de produtos cuja finalidade é acrescentar ou melhorar certas propriedades do papel. São eles:

4.4.1. Cargas

As cargas tem como finalidade básica propiciar maior uniformidade à superfície e melhorar as características, tais como alvura, lisura e opacidade, fornecendo ainda, melhores condições para uma boa impressão.

De modo geral as cargas tendem a aumentar a gramatura do papel. Entretanto, a carga preenche os espaços que não puderam ser preenchidos pelas fibras de celulose, e a presença da mesma tende a diminuir a resistência física do papel.

As cargas podem ser incorporadas em diversos pontos do processo de fabricação do papel²⁰, embora haja estudos para identificar o momento mais adequado de adicioná-las.

Os principais materiais utilizados como carga são: dióxido de titânio (purificação química dos minerais rutilo e anatásio), caulim (caulinita), carbonato de cálcio (obtido do calcário) e talco (silicato hidratado de magnésio, geralmente extraído de depósitos naturais).

4.4.2. Colas

Uma propriedade importante para um grande número de papéis é a resistência à penetração de líquidos como água, tintas, sangue, leite, sucos, óleos, gorduras, etc.

Para isso, existem dois tipos de colagem de papel: a interna e a superficial.

a) Colagem Interna: é um processo onde produtos químicos são adicionados à massa durante sua preparação, para se depositarem sobre as fibras com o propósito de controlar a penetração de líquidos no papel. Tem a característica de permitir a resistência à penetração de líquidos em toda a estrutura fibrosa do papel. Papéis para imprimir, escrever, embalagens, sacos e vários outros são fabricados de modo a oferecer resistência a penetração de água, e por isso são submetidos ao processo de colagem interna.

²⁰ No processo artesanal recomenda-se acrescentar a carga na etapa de formação da folha (cuba).

b) Colagem superficial: tem por objetivo aumentar a resistência à penetração de líquidos, aplicando produtos químicos adequados sobre a superfície já formada da folha de papel. Além de dificultar a penetração de líquidos, este processo melhora as características mecânicas da folha. Restringe a penetração de líquidos nas camadas mais externas.

Os principais materiais adicionadas à polpa na manufatura artesanal de papel são: cola de breu, gelatina, carboximetilcelulose (CMC) e amidos.

É comum o uso do CMC como colagem interna na confecção de papéis artesanais. Este também tem a função de dispersor. Como dispersor também podemos utilizar a cola de quiabo²¹ a qual nos remete em semelhança à mucilagem vegetal usada pelos orientais que é o Tororo-aoi (*Abelmoschus manihot*).

É importante ressaltar que com a utilização de papéis usados e aparas para manufatura de papel reaproveitamos não somente a celulose, mas seus aditivos, dentre eles as colas.

Papéis de seda, mata-borrão, toalha, lenço, guardanapo, são chamados de materiais não colados.

4.4.3. Corantes e pigmentos

Na indústria papelreira os corantes são mais utilizados que os pigmentos na coloração do papel, devido às seguintes vantagens: maior solubilidade, maior poder tintorial, disponibilidade de maior gama de tonalidades, e por não alterar as propriedades mecânicas do papel.

Já os pigmentos são sólidos finamente divididos obtidos a partir de minerais ou da síntese de compostos orgânicos, não apresentando afinidade pelas fibras, sendo fixados sobre essas através do sulfato de alumínio ou alúmen de potássio.

4.4.4. Mordentes

Qualquer substância que, combinada com um corante, serve para fixar as cores. Exemplos: sulfato de alumínio, alúmen de potássio (pedra hume).

5. Confecção da folha

Até o século XVIII as folhas de papel eram feitas manualmente, utilizando os moldes de madeira recobertos com telas de metal. No ano de 1798, o francês Louis Robert inventou uma máquina que possibilitava formação de uma folha de comprimento infinito.

Apesar desta máquina não ter saído do protótipo e efetivamente termos tido a primeira máquina de produção contínua de papel feita pelos irmãos Fourdrinier, Louis Robert patenteou seu invento.

A partir de então os moinhos começam a se equipar e se modernizar até se transformarem nas modernas indústrias de celulose e papel que conhecemos hoje.

Embora o avanço tecnológico tenha contribuído para melhoria do processo de produção do papel e principalmente para a velocidade no processo, ainda hoje existem centros de produção de papel artesanal – onde um operário imerge uma tela fixa em moldura de madeira, em um tanque ou tina contendo suspensão de fibras, formando assim uma folha.

²¹ Cola de Quiabo – Bata no liquidificador 1 litro de água e de 3 a 4 quiabos. Coe a solução e use. Assim como o tororo aoi a cola de quiabo não deve ser guardada pois ela rapidamente perde suas características.

Descreveremos o processo de fabricação artesanal de papel:

1. Coloque em uma cuba de plástico, água suficiente que permita submergir a tela e a janela.
2. Adicione a polpa desagregada (preferencialmente no liquidificador) na cuba e agite um pouco com as mãos.
3. Acomode a janela sobre a tela, e introduza-os na cuba a um ângulo de 45 graus; fazendo depois movimentos horizontais.
4. Retire o conjunto tela/janela da cuba e deixe a água escorrer um pouco, depois coloque o conjunto da tela/janela sobre uma mesa e retire a janela.
5. Vire a tela sobre um “mata-borrão” que pode ser um jornal, feltro, pano de algodão ou entretelas sem goma.
6. Se necessário retire o excesso de água com uma esponja comum.
7. Faça uma leve pressão da tela sobre o mata-borrão e a retire deixando a folha ainda úmida acomodada no mata-borrão.

6. Prensagem das folhas

A função primordial da prensagem úmida é remover a quantidade máxima possível de água da folha antes de submetê-la à secagem. Outras funções são a redução do volume e a melhora da lisura da folha. Uma vez que temos um conjunto de folhas e feltros, devemos colocá-los entre tábuas de madeira ou fórmica e levá-las à prensa.

7. Secagem

Entende-se por secagem o processo de remoção da água por evaporação ou calor. Tradicionalmente, a secagem de papel artesanal é feita submetendo-se o material às condições do ambiente onde ele se encontra (secagem “natural”), seja pendurando-o em varais, seja espalhando as folhas sobre mesas, seja deixando os papéis secarem nas telas. Como a secagem “natural” é, às vezes, um processo lento Motta Lima²² sugere como alternativa para a redução do tempo de secagem a utilização de estufas ou secadores convectivos.

São variáveis da secagem convectiva (que utiliza o ar aquecido) as diferentes condições de temperatura e de velocidade.

8. Tipos de papéis

8.1. Papel flocado

Material necessário: Flores (do campo, bouganville, rosas, gramas, etc), alúmen de potássio (pedra hume), aparas de papel ou fibras vegetais, CMC (carboximetilcelulose);

Modo de fazer: Preparar a polpa de aparas de papel (papel reciclado) ou a polpa de fibras vegetais. Para flocagem é necessário que as flores, ou melhor, as pétalas das mesmas, passem por um cozimento rápido com alúmen de potássio (pedra hume). Para isso, deixe a água ferver, depois coloque uma colher de chá de alúmen e deixe dissolver.

Acrescente as pétalas, espere vinte segundos e retire do fogo. Em água corrente faça um choque térmico e reserve. Desagregue ou não as pétalas no liquidificador. Adicione-as na

²² Forte Gil et al., 1996 citado por Oswaldo Curty da Motta Lima*, Nehemias Curvelo Pereira e Elisabete Scolin Mendes - Análise da cinética de secagem de papel artesanal com ar ambiente em convecção forçada. Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá. Disponível em http://www.ppg.uem.br/docs/ctf/Tecnologia/2002/12_286_02_Oswaldo%20Motta%20Lima_Analise%20da%20cinetica.pdf acesso em 24/02/2007

cuba com polpa de papel reciclado ou de fibras vegetais. Caso deseje acrescentar cola, como por exemplo carboximetilcelulose, no momento em que a polpa for desagregada, ou na cuba antes de formatar o papel.

As cascas de cebola e alho necessitam de um cozimento em solução alcalina (soda cáustica), pois as mesmas sendo fervidas só em água ainda não estão no ponto para serem utilizadas na flocagem.

8.2. Papel tingido

Material necessário: aparas de papel ou fibras vegetais, corantes para tecido, ou corantes específicos para papel e alúmen (mordente).

Modo de fazer: Preparar a polpa de aparas de papel (papel reciclado) ou a polpa de fibras vegetais. Escorrer em um coador de tecido de nylon. Em uma panela comum, com a capacidade de 20 L, coloque aproximadamente 10 L de água. Não é necessário usar panela de aço inox pois não iremos utilizar soda cáustica no tingimento.

Coloque na água quantos tubos de corante forem necessários para obter a tonalidade desejada. Acrescente a polpa de papel reciclado, já batida no liquidificador e escorrida. Deixe ferver de acordo com as instruções contidas no tubo do corante utilizado.

Observação: Algumas plantas possuem uma concentração de matéria corante que pode ser utilizada para o tingimento de fibras. No interior do Brasil o corante vegetal é usado para tingir fios do tear e alguns tecidos. A casca da cebola, a macela, o açafraão, o urucum, a casca de nozes, o chá preto, a casca de barbatimão e o café, são alguns exemplos de corantes que podem ser utilizados para o tingimento de polpa de papel.

8.3. Papel de lâmina

Material necessário: Bouganville (só as folhas modificadas, sem os pistilos), alúmen, carboximetilcelulose, tecido de voal, entretela (mata-borrão) e panela comum.

Modo de fazer: Coloque a água para ferver com uma colher de chá de alúmen. Quando estiver fervendo coloque as folhas de bouganville sem o pistilo e espere vinte segundos. Em seguida retire do fogo e coe as folhas retirando toda a água fervente. Imediatamente faça um choque térmico em água corrente fria.

Despeje as folhas de bouganville em uma bacia com meio copo de carboximetilcelulose diluído em água. Pegue folha por folha e as disponha sobre um tecido de voal sobrepondo ligeiramente umas sobre as outras montando uma folha única do tamanho que desejar.

Depois que estiver feita a montagem da folha, cubra com outro tecido de voal e prenda entre mata-borrões. Só retire a folha feita de "pétalas" de bouganville depois de bem seca.

8.4. Plastificação

Material necessário: três partes de cola branca (cascorez), uma parte de água, e meia parte de álcool.

Modo de fazer: Em um recipiente aberto, tipo bacia, despeje a cola. Depois acrescente a água e por último o álcool. Misture devagar para não talhar a emulsão. Em seguida aplique duas ou três camadas da mistura sobre o papel que deseje plastificar. Espere secar antes de aplicar uma segunda camada.

8.5. Papel para aquarela

Os melhores papéis de aquarela são os que são feitos com fibras longas (algodão e linho).

Como a aquarela é uma técnica de aguadas, faz-se necessário uma encolagem interna e outra externa para que o papel receba melhor a tinta.

Material necessário: retalhos de tecido de algodão ou linho, alúmen de potássio, carboximetilcelulose, gelatina incolor, cal.

Refinadora tipo holandesa ou similar.

Modo de Fazer: Corte os retalhos em pedaços pequenos. Deixe de molho em água de cal por aproximadamente uma semana. Após uma semana retire toda a solução e lave bem os tecidos. Processe na refinadora tipo holandesa, ou moinho de bola ou moinho de martelo.

Despeje a polpa resultante em uma cuba. Adicione o carboxi-metil-celulose e forme as folhas. Prende e deixe secar um pouco. Com a folha ainda úmida passe com um pincel tipo trincha a cola preparada de gelatina conforme indicação abaixo.

Modos de preparação das colas:

Carboxi-metil-celulose (CMC): (preparo para um litro de cola)

Material necessário: 1 litro de água, 1 colher de sopa de carboxi-metil-celulose e liquidificador.

Modo de fazer: Coloque a água no liquidificador e ligue. Acrescente aos poucos o CMC e deixe bater até dissolver.

Gelatina:

Material necessário: gelatina incolor e sem açúcar, alúmen de potássio, panela, fogão.

Modo de fazer: Ferva a água na quantidade indicada no verso do pacote de gelatina. Quando estiver fervendo adicione uma colher de chá de alúmen de potássio e misture bem até dissolver os cristais.

Pegue um coador (de tecido ou coador de café) e coe a água fervida. Em um recipiente tipo bacia dilua a gelatina seguindo as instruções que constam no verso do pacote, utilize a água fervida misturada com o alúmen para diluir a gelatina. Com o auxílio de um pincel tipo trincha passe a cola de gelatina sobre a folha formada que já contém CMC e prensada. Espere secar.

8.6. Papel marmorizado

A marmorização é uma técnica utilizada por todos os povos, do oriente ao ocidente, na confecção de capas, folhas de rosto de livros, tecidos estampados, etc. É uma técnica requintada que necessita de habilidade. Neste dossiê apresentaremos um tipo bem básico de marmorização que pode ser experimentado e fornecer resultados interessantes.

Material necessário: papéis, tintas à base de óleo (tinta esmalte, tipográfica ou óleo), solvente, tipo aguarrás ou thinner, um pacote de gelatina incolor ou CMC, água, cuba de plástico, palitos de madeira tipo de churrasquinho ou pincéis, pente, potes de vidro ou metal, estopa.

Modo de fazer: Prepare uma solução um pouco mais densa de CMC²³ ou prepare a gelatina como indicado no pacote. Coloque a gelatina ou o CMC em uma cuba²⁴.

²³ Solução recomendada: 40 g CMC para 5 litros de água

²⁴ A mistura água + gelatina ou água + CMC tem a função de dar mais densidade à solução e dificultar a decantação do óleo (da tinta).

Pegue os tubos ou potes da tinta escolhida e dissolva cada cor separadamente com um pouco de solvente e com o auxílio dos palitos de madeira ou pincéis nos potes.

Com o auxílio dos palitos ou pincéis pegue a tinta dissolvida e faça pequenos pingos na cuba que contém a gelatina ou o CMC.

Provavelmente esses pingos irão se alastrar formando algo semelhante a manchas que lembram os desenhos da pedra de mármore.

Com o auxílio de um pente ou dos palitos faça desenhos tocando a superfície da água e “puxando” a tinta na direção que deseje.

Quando seu desenho estiver formado pegue uma folha de papel e dobre-a formando uma “canoa” sem vincar o papel. Deite esta folha sobre o desenho escolhido na superfície da cuba. O papel irá absorver a tinta e a imagem que foi criada daquela mistura.

Pegue uma das pontas da folha e retire-a da cuba e deixe secar.

Se desejar retirar o excesso de CMC da superfície da folha marmorizada lave-a em água corrente. A tinta não se soltará.

Conclusões e recomendações

O processo de reaproveitamento de fibras para a produção de papel e a reciclagem de papeis velhos é relativamente simples e permite uma variedade de utilizações. O espaço necessário ao seu desenvolvimento não é grande e nem os equipamentos utilizados são complexos.

Porém deve-se ter muito cuidado com a utilização de produtos químicos como o caso da soda cáustica e outros citados neste dossiê. O uso de luvas e máscaras na manipulação destes produtos é sempre recomendado bem como os demais Equipamentos de Proteção Individuais – EPIs.

Referências

1. Roth, Otávio - "O que é papel", Ed. Brasiliense, 1983.
2. Hunter, Dard - "Papermaking", Dover Publications, New York, 1 978.
3. Huges, Sukey - "Washi: the world of japanese paper", Kodansha International, Tokyo, 1978.
4. Coil, T. Costa - "Manual dei fabricante de papel", Bosch, Casa Editorial, Barcelona, 1953.
5. "Paper - Art & Tecnology" - Word Print Council, San Francisco, 1979.
6. Heller, Jules – “Papermaking”, Watson-Guptili Publications, New Ydrk, 1978.
7. IPT - “Celulose e Papel” 2 vols., SENAI e IPT, São Paulo, 1982.
8. Gatti, Thérèse H. &, Kawahara, Regina – Curso de Papel Artesanal – Apostila, UnB,1992.
9. Gatti, Thérèse H. - “O Papel: Suporte para Textos e Imagens” Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, 1999.
10. Adams, Berenice Gehlen. - “Faça uma Oficina de Reciclagem em sua Escola” <http://sites.uol.com.br/projetovida/OFICINADERECICLAGEM.HTM>
11. Crivelli, Ricardo. - “Papel Hecho a Mano” Argentina: IMAGINADOR, 1996.

Nome do técnico responsável

Profa. Ms. Thérèse Hofmann Gatti

Engenheira Daniela de Oliveira

Nome da Instituição do SBRT responsável

Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB

Data de finalização

30 março 2007.