



Universidade de Brasília

Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal,
Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília / UnB – BRASIL

REAPROVEITAMENTO CELULÓSICO DO PAPEL MOEDA RETIRADO DE CIRCULAÇÃO

LOUREINE RAPÔSO OLIVEIRA GARCEZ

Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de
Pós-Graduação em Ciências Florestais



loureine@gmail.com

INTRODUÇÃO

RECICLAGEM é o aproveitamento das fibras celulósicas de papéis usados e aparas para produção de novos papéis

(D'AMEILDA, 1988)

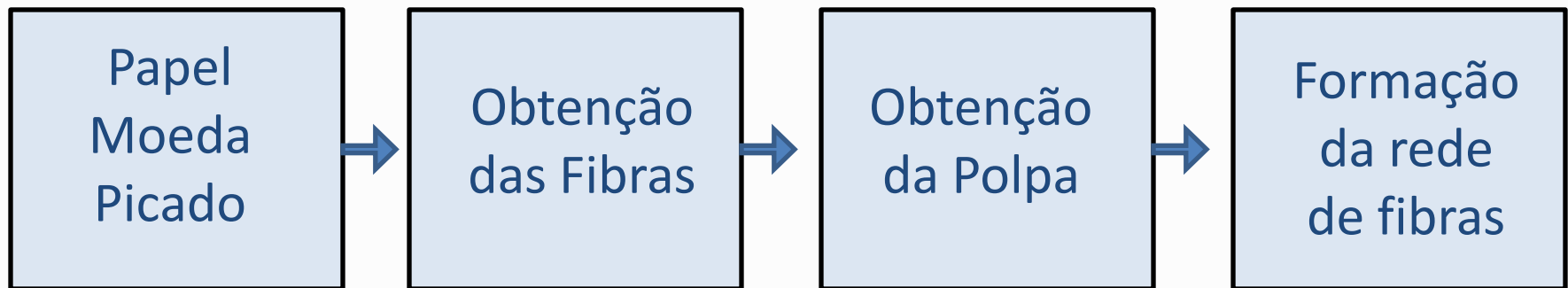
- Brasil: 10° no ranking da reciclagem, taxa de 43,7% → 3,85 milhões de toneladas de aparas recuperadas (BRACELPA, 2009)
- 1993: Desenvolvimento de tecnologia para reaproveitar as fibras do papel moeda – Patente nº PI96055081

INTRODUÇÃO

PAPEL
MOEDA

- Grupo de materiais proibitivos
(D'ALMEIDA, 1988)
- Mistura de fibras (ex. algodão, rami)
- Resina melanina-formaldeído

Reciclagem





OBJETIVO

- O presente estudo vem com o objetivo de adequar o melhor processo para fabricação de polpa a partir do papel moeda retirado de circulação.

HIPÓTESE

- A partir do desenvolvimento de tecnologia para reaproveitar as fibras do papel moeda é possível obter pastas de excelente qualidade, resultando em papéis de boa formação e boa resistência.

METODOLOGIA

3 Etapas:

1. Processo de Obtenção das Fibras

- Papel moeda picado: pesagem padrão a seco (2,5 kg) → R\$10,0 – R\$20,0 – R\$50,0 – R\$100,0
- Amostra imersa em solução com aditivo químico - 1:15 por períodos de sete e 14 dias



METODOLOGIA

2. Processo de Obtenção da Polpa

- Cozimento com solução alcalina (NaOH) à 2,0 %, 2,5% e 3,75%
- Períodos de 06h30min, 04h30min, 03h30min e 02h30min



METODOLOGIA

3. Caracterização Morfológica da Polpa

- Cozimento: 120 lâminas – 400 fibras
- Celulose pura: 10 lâminas – 100 fibras
- Mensuração: foto microscópio ótico Bausch & Lomb com ampliação 5x e 10x; programa “Image-Pro Plus”
- Parâmetros: comprimento médio da fibra (C), largura da fibra (L), diâmetro do lúmen (D) e espessura da parede (E), calculada como a metade da diferença entre a largura da fibra e o diâmetro do lúmen

METODOLOGIA

3. Caracterização Morfológica da Polpa

Relações entre as dimensões das fibras, conforme preconizam D'Ameilda (1988) e Azzini et al (1984):

- ***Coeficiente de flexibilidade*** : $CF = (D/L) \times 100$
- ***Fração parede*** : $FP = (2E/L) \times 100$
- ***Índice de enfieltramento***: $IE = C/L$
- ***Índice de Runkel***: $IR = 2E/D$
- ***Índice de Boiler***: $IB = (L^2 - D^2) / (L^2 + D^2)$
- ***Índice de Mulsteph***: $IM = (L^2 - D^2) / L^2$

valores médio, máximo, mínimo, desvio-padrão e coeficiente de variação

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quebra da resina
melanina-
formaldeído

Disponibiliza
as fibras

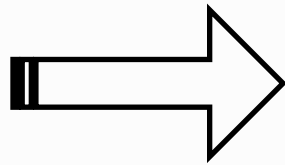
Cozimento
Alcalino
(NaOH)



- O período de 14 dias apresentou um entumescimento das fibras mais significativo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Cozimento
Alcalino
com NaOH**



Reaproveitamento
celulósico médio de
81,96%

Desvio padrão 3,58 ; C.V. 4,37

- Individualiza as fibras
- Melhora o arranjo da rede de fibras na confecção das folhas recicladas
- Destintagem
- Remoção de eventuais resíduos de resina melanina-formaldeído

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Caracterização morfológica e propriedades das fibras da polpa feita a partir do papel moeda e da celulose pura utilizada para fazer papel moeda

Características	Dimensões das Fibras					
	Polpa			Celulose		
	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo
Comprimento da fibra (mm)	1,646	10,150	0,410	2,842	10,614	0,943
Largura da fibra (μm)	12,227	66,320	0,100	14,820	43,760	0,510
Diâmetro do Lúmen (μm)	6,785	19,330	0,005	7,960	15,690	0,300
Espessura da Parede (μm)	2,721	23,495	0,048	3,430	14,035	0,105
Coefficiente de Flexibilidade (%)	55,488	69,147	5,000	53,711	58,824	35,855
Índice de Enfeltramento	134,576	153,140	41,000	191,633	643,137	142,459
Fração Parede (%)	44,512	99,911	9,600	46,289	64,145	41,176
Índice de Runkel	0,802	0,999	0,740	0,862	1,789	0,700
Índice de Boiler	0,529	0,998	0,095	0,552	0,772	0,486
Índice Mulsteph	0,008	0,066	0,003	10,545	38,134	0,334

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- variação do comprimento médio das fibras (0,41 a 10,15mm) sugere a presença de fibras mais longas (algodão)
- largura média de $12,23\mu\text{m}$ \rightarrow palha de cana-de-açúcar ($12,80\mu\text{m}$) (AZZINI et al, 1996) e da palha de arroz ($12,00\mu\text{m}$) (CAHEN et al, 1984)
- alto índice de enfeltramento (134,57) : alta resistência ao rasgo, que é influenciada também pelas ligações entre as fibras \rightarrow moderado coeficiente de flexibilidade (55,49%) : média resistência à ruptura e ao índice de tração

CONCLUSÕES

- Quebra da resina melanina formaldeído foi mais significativo no período de 14 dias de imersão em aditivo químico.
- Cozimento alcalino ergonomicamente melhor: NaOH a 2,0% por 2h30min apresentando aproveitamento médio de 81,96%
- As fibras do papel moeda indicam uma alta resistência ao rasgo, moderada resistência à ruptura e ao índice de tração, disponibilizando, assim, outro material para a produção de papel no âmbito da reciclagem

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZINI, A.; ZIMBACK, L.; GONDIM-TOMAZ, R.M.A. **Palha de cana-de-açúcar como matéria-prima na obtenção de fibras celulósicas para papel.** Bragantia, Campinas, v. 55, n. 1, p. 137-140, 1996
- BRACELPA. **Relatório Anual 2008/2009.** Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra/estatisticas/pdf/annual/rel2008.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2009
- CAHEN, R.; BUGAJER, S.; SALGADO, A.L.B.; AZZINI, A. **Aproveitamento de restos de culturas agrícolas para obtenção de pastas celulósicas.** O Papel, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 17-30, 1984
- D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero (coord.). **Celulose e papel.** Editado pelo SENAI e IPT, São Paulo, 1988



OBRIGADA!