

**III-173 - RECICLAGEM EXPERIMENTAL DE PAPEL EM PEQUENA ESCALA,
NO CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW
DA FONSECA – CEFET/RJ**

Gabriel de Pinna Mendez⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela UFF. Mestre em Geotecnia Ambiental pela COPPE/UFRJ. Doutorando em Geotecnia Ambiental pela COPPE/UFRJ. Professor do CEFET/RJ

Doralice Chagas Tavares⁽²⁾

Engenheira Ambiental pela UESB. Mestre em Engenharia Química pela UFRRJ. Doutora em Engenharia Química pela Coppe/UFRJ. Professora do CEFET/RJ.

João Gabriel de Abreu Souza⁽³⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pelo CEFET/RJ.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Maracanã, 229 – Tijuca – Rio de Janeiro-RJ – CEP 20271-110 – Brasil – Tel: (21) 25663159 – e-mail: gabrielpmendez@gmail.com

RESUMO

Embora os meios eletrônicos de divulgação e tramitação de documentos estejam evoluindo a passos largos, ainda há um consumo elevado de papel, principalmente nas instituições de ensino. Para produção em grande escala utilizasse como matéria prima a celulose retirada de florestas plantadas com espécies de eucaliptos com amplo consumo de água, sendo que aproximadamente 90% da polpa de papel origina-se da madeira. Por isso, é importante a existência de métodos de reciclagem de papel visando diminuir os impactos ambientais tanto na produção quanto no descarte. O presente trabalho se propõe a realizar experimentos de reciclagem de papel em pequena escala no âmbito do Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental - DEAMB do CEFET/RJ, com o emprego de materiais de baixo custo e técnicas simples para obtenção de um papel reciclado em qualidade adequada aos usos menos nobres como rascunhos e trabalhos de rotina. O presente trabalho buscou ainda mostrar as principais dificuldades operacionais da reciclagem de papel e selecionar as melhores técnicas e equipamentos de baixo custo para execução da atividade. Verificou-se que com o emprego de técnicas simples e materiais de baixo custo foi possível produzir um papel de qualidade adequada para usos em rascunhos, permitindo a utilização em escritórios, estabelecimentos comerciais e até em residências, inclusive como matéria prima para trabalhos de artesanato.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem de papel em pequena escala, Papel reciclado, Técnicas de reciclagem de papel.

INTRODUÇÃO

Os problemas ligados à geração de Resíduos são tão antigos quanto à própria existência humana. De acordo com Marshall e Farahbakhsh (2013), a produção em massa de resíduos sólidos pelos seres humanos ocorreu paralelamente às formações iniciais das sociedades não nômades por volta do ano 10.000 a.C. e historicamente, a preocupação com as questões de saúde pública, estética e escassez de recursos foram motivações fundamentais para o desenvolvimento dos sistemas de gestão de resíduos sólidos. Ainda segundo Marshall e Farahbakhsh (2013), países em desenvolvimento como o Brasil, precisam investir no crescimento científico, teórico e prático aplicado à gestão de resíduos sólidos, permitindo a criação de estratégias participativas, contextualizadas e adaptativas que permitam um progresso real para o fortalecimento da infraestrutura do país. Com o aumento do consumo e a evolução tecnológica, a quantidade e as características dos resíduos mudaram de forma vertiginosa. Segundo Bidone e Povinelli (1999) era comum usar-se como parâmetro no dimensionamento de sistemas de coleta e transporte de resíduos sólidos a geração per capita de 0,5 Kg/hab.dia. Verifica-se que, após 18 anos, os dados do Ministério das Cidades/SNIS (2016) apontam para uma geração per capita de resíduos sólidos 100% maior. Segundo dados do SNIS (2016) a geração média per capita de resíduos nas cidades brasileiras que respondem ao questionário do SNIS foi de 1,05 Kg/hab.dia. No início do século XX, os resíduos gerados na maioria das cidades brasileiras eram compostos basicamente por matéria orgânica (restos de alimentos), papel, papelão, trapos, madeira e vidro (Tabela 1). Ainda de acordo com o relatório do

SNIS (2016), o percentual de resíduos potencialmente recicláveis (exceto matéria orgânica) é de 30 %, sendo que desse total, apenas 5,4% é efetivamente reciclado (Gráfico 1).

Tabela 1 - Composição média dos resíduos domiciliares na cidade de São Paulo (%) distribuição cronológica

Composição física	SÃO PAULO												
	1927	1957	1965	1969	1971	1972	1975	1976	1979	1980	1989	1993	1995
Mat. Orgânica, papel /papelão	95,9	92,7	92,8	81,4	75,2	73,5	67,4	84,1	67,9	68,0	72,0	78,8	78,0
Plástico	0,0	0,0	0,0	1,9	2,6	4,3	9,0	5,0	9,0	7,8	7,5	12,0	11,2
Metal	1,7	2,2	2,2	7,8	6,9	4,2	6,0	4,0	5,5	3,2	3,3	3,2	2,9
Couro, borracha e madeira	1,5	2,7	3,1	6,2	8,2	6,8	0,8	4,5	3,0	1,5	0,0	0,0	2,7
Trapos, vidros e outros	0,9	1,5	1,5	2,6	7,1	11,1	14,6	2,4	14,6	4,4	1,5	5,6	5,2

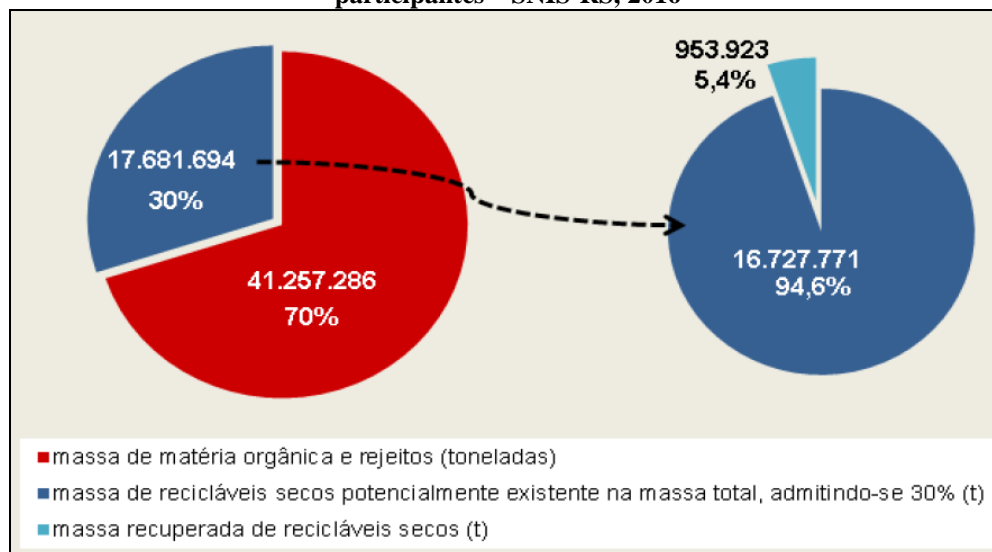
Fonte: BIDONE e POVINELLI (1999)

Segundo dados da USEPA (2012), a taxa de reciclagem nos EUA estava em torno de 26%. Os países da União Europeia têm como meta atingir o percentual de 50% de reciclagem até 2020. Segundo Sastre *et al* (2018) o Japão chega a reciclar quase 20% dos resíduos gerados naquele país, sendo que o Japão, de acordo com BNDES (2014), tem na incineração o principal destino dos resíduos. Os dados do percentual de reciclagem dos países desenvolvidos demonstram o atraso do Brasil nessa importante opção tecnológica de gerenciamento de resíduo.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), embora faça 16 menções à reciclagem em seu texto e tenha como um dos objetivos o incentivo à indústria da reciclagem, fomentando o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados, não tem demonstrado efetividade na melhoria dos percentuais de reciclagem no país.

No que tange a reciclagem de papel, não há disponíveis muitos dados específicos sobre a atividade no Brasil, tanto em dados quantitativos como principalmente, nas informações relacionadas ao processo de reciclagem propriamente dito. São escassas as publicações acadêmicas e técnicas que entram em detalhes quanto às minúcias do processo de reciclagem.

Gráfico 1 - Estimativa da massa efetiva e recuperada de recicláveis secos dos municípios participantes – SNIS-RS, 2016



Fonte: SNIS (2016)

Alguns municípios Brasileiros ainda destinam parte dos resíduos em lixões e os problemas de gestão de resíduos não estão apenas na destinação irregular. Para que qualquer processo de reciclagem seja bem-sucedido, a segregação na fonte e a coleta diferenciada são condições essenciais para o sucesso da referida atividade, no entanto, ainda há muito que evoluirmos nesse sentido. Fernandes (2015) relatou que, somente 36,3% dos municípios pesquisados pelo autor em 2014 confeccionaram o Plano Municipal de Saneamento Básico e cerca de 37% realizava algum tipo de coleta seletiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, buscou-se na literatura, informações relacionadas ao processo de reciclagem de papel, com o intuito de descrever os principais procedimentos acerca da atividade. Com base nas informações levantadas na revisão bibliográfica, selecionou-se os principais materiais e técnicas para início dos experimentos no Laboratório do Departamento Acadêmico de Engenharia Ambiental do CEFET/RJ - DEAMB.

Para realização do processo experimental de reciclagem, foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos: balança digital de precisão (Figura 1); Liquidificador residencial de 127v e potência de 600w (Figura 2); molduras de madeira com telas de nylon de 25cm x 35 cm; desempenadeira de alumínio; bandeja de plástico de 45cm x 25cm; ferro de passar roupa residencial de 127v e 1500W e fragmentadora de papel (máximo de 6 folhas) de 9Litros e 90W de potência, Desempenadeira para compactação e retirada de água, além dos papéis descartados nas atividades de rotina da instituição.

Após o recolhimento do papel branco (tamanho A4) com inscrições em tinta preta em quantidade suficiente para os experimentos (aproximadamente 100L), foi realizada a desfragmentação do papel e a imersão do mesmo em água por no mínimo 24h para quebra das fibras. Após a etapa de imersão, o papel foi levado ao liquidificador para produção de uma pasta homogênea de papel e água, em diversas proporções. Testou-se proporções em peso desde um percentual de 7,5% de papel, até proporções de aproximadamente 50% de papel.

O tempo de agitação mecânica no liquidificador variou de 30min a 120min. A pasta homogênea foi disposta sobre a tela de nylon com moldura em madeira e em seguida foi promovida uma leve compactação manual para retirada de água, além da homogeneização da quantidade de pasta sobre a tela. Por fim, o material foi seco à temperatura ambiente por aproximadamente 36h a 48h, retirado da moldura e prensado manualmente com a utilização de um ferro de passar roupa doméstico. Por fim, foram realizados cortes das aparas e verificação da qualidade do papel.

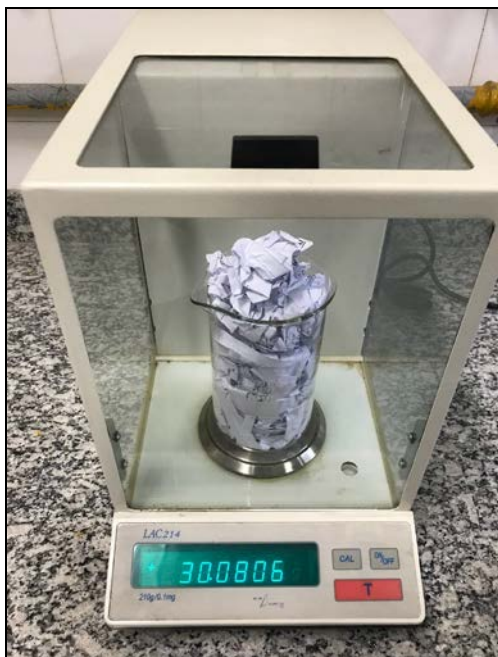


Figura 1: Balança de precisão



Figura 2: Liquidificador



Figura 3: Desempenadeira



Figura 4: Tela de secagem



Figura 5: material final

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se aproximadamente 20 ensaios, dos quais foram registradas observações acerca do procedimento e dos resultados. Verificou-se que o papel desfragmentado deve ser deixado de molho até que apresente textura menos rígida, facilitando a mistura no liquidificador. Quanto à proporção de papel e de água na mistura, aquelas com maior percentual de água produziram um papel de qualidade melhor.

O processo de trituração atua na melhoria da homogeneização, no entanto, o tempo de mistura no liquidificador não mostrou alterar significativamente a qualidade do papel.

Houve dificuldade em encontrar material ideal para compactação da pasta na tela de nylon, foram testados materiais como vidro, acrílico e madeira, sendo que em todos os casos observou-se uma aderência da pasta no material de compactação. Em virtude disso, foi feito um teste com a desempenadeira em alumínio e observamos um melhor resultado na homogeneização e uma menor aderência da pasta. Devido o elevado tempo de secagem à temperatura ambiente (em torno de 48h), espera-se um tempo menor caso o material seja secado em estufa.

Nos ensaios realizados até então, não foi obtido um papel com boas qualidades de uso, ainda que o objetivo seja utilizá-lo para fins menos nobres. Para melhorar a qualidade do papel (homogeneidade da pasta), utilizou-se cola branca, no entanto, a tentativa não foi bem-sucedida e ainda gerou uma maior aderência do papel na tela.

As ações futuras serão no sentido de encontrar a proporção ideal em peso de água e papel, tendo em vista que os ensaios realizados até o momento demonstraram que maiores percentuais de água geram um papel de melhor qualidade. Além disso, a secagem sob temperatura ambiente não se mostrou eficiente. O fato de utilizarmos técnicas simples e materiais de baixo custo, não pareceu ser o motivo da obtenção de um material de baixa qualidade. Atribuímos essa baixa qualidade às dificuldades em encontrar a proporção ótima dos percentuais de papel e água na mistura, além de outros problemas operacionais. Outra constatação foi que as faces do papel produzido apresentam diferentes texturas, visto que somente uma superfície está em contato com a tela.

CONCLUSÕES

Verificou-se ao longo do trabalho que é possível a realização de experimentos de reciclagem de papel em pequena escala, embora ainda não tenha sido obtido um material de qualidade adequada, as observações obtidas ao longo da primeira fase de ensaios contribuíram para o conhecimento acerca dos principais processos e técnicas para obtenção de um material de boa qualidade.

Em termos de ação de gestão de resíduos no âmbito da instituição, o trabalho ainda não trouxe nenhuma alteração significativa, a não ser a mudança de paradigma, de que é possível realizar um processo de reciclagem de forma simples com materiais de baixo custo. Para melhor viabilidade do trabalho acredita-se que haja a possibilidade de emprego das mesmas técnicas em maiores escalas, com adaptações de alguns equipamentos e utilização de instalações mais apropriadas, principalmente em termos de espaço físico. As observações obtidas até então, servirão de base para alterações no processo de busca da melhoria da qualidade do papel produzido.

Verificou-se que há diversos problemas operacionais no processo de reciclagem de papel, ainda que em pequena escala. Isso demonstra a necessidade de aprofundamento de estudos técnicos acerca dos processos de reciclagem de outros materiais, com o intuito de apoiar as políticas públicas voltadas para esse tema.

Ainda que a qualidade do papel produzido não tenha sido a esperada, é possível utilizá-lo em rascunhos e até em trabalhos de artesanato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC; USP, 1999.120p.
2. BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Análise das Diversas Tecnologias de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão. Jaboatão dos Guararapes, PE: Grupo de Resíduos Sólidos – UFPE, 2014. 181p.
3. BRASIL: Lei nº 12.305/10. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605/98 e das outras providências.
4. FERNANDES, V. Mais prazo reabre debate sobre lixões. Revista BIO/ABES, Rio de Janeiro, Jul/Set. 2015.
5. MARSHALL, R. E.; FARAHBAKHSH K. Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. Waste Management, Canada: Elsevier, v. 33, pag. 988-1003, 2013.
6. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2014. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Brasília, 2016.
7. SASTRE, Sergio. LLOPARTE, Jaume. VENTOSA, Ignasi P. Mind The Gap: A model for de EU recycling target applied to the Spanish regions. Waste Management, Canadá: Elsevier, Volume 79, Setptember 2018, Pages 415-427.