

DEBORA BARAUNA

SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA): UMA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE
PAPEL RECICLADO ARTESANAL COM ADIÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES
MÁSSICAS DE FIBRAS DE BANANEIRA

JOINVILLE

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DEBORA BARAUNA

SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA): UMA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE
PAPEL RECICLADO ARTESANAL COM ADIÇÃO DE DIFERENTES FRAÇÕES
MÁSSICAS DE FIBRAS DE BANANEIRA

Dissertação de mestrado apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, na Universidade da Região de Joinville. Orientadora: Dra Denise Abatti Kasper Silva e Co-orientadora: Dra. Ana Paula Testa Pezzin.

JOINVILLE

2009

Termo de Aprovação

“Sistema de gestão ambiental (SGA): uma aplicação na produção de papel reciclado artesanal com adição de diferentes frações mássicas de fibra de bananeira”

por

Debora Barauna

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Meio Ambiente, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente.

Profa. Dra. Denise Abatti Kasper Silva
Orientadora (UNIVILLE)

Profa. Dra. Cladir Terezinha Zanotelli
Coordenadora do Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente (UNIVILLE)

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Denise Abatti Kasper Silva
Orientadora (UNIVILLE)

Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira
(UNIVILLE)

Prof. Dr. Joel Dias
(FURB)

Joinville, 04 de fevereiro de 2009.

“A natureza pode responder à necessidade de cada um, mas não à avariz de todos.”

(Kazazian, 2005)

AGRADECIMENTOS

Alguém um dia me disse que em uma tese deveria haver espaço para os “desagradecimentos”. Naquela ocasião, rimos e concordamos. Mas hoje, quando me deparei com o realmente momento de escrever sobre os meus agradecimentos, lembrei sim das lamúrias, dificuldades e barreiras impostas. No entanto, cada lagrima que derramei diante desta página foi de obrigado!

Sou grata a todos aqueles que acreditaram em mim, na minha capacidade, na minha vontade e que por isso me deram asas para voar. Professoras Ana, Andréa, Denise, Sandra, Silvana e Tatiana, profissionais e amigos que sempre lembrarei com carinho e admiração.

Reconheço a parceria e ajuda de todos os integrantes do projeto, criado por nós, “Mulher com Fibra”, principalmente, à Fernanda por ter dividido maior parte do trabalho comigo e ao Marcos pela sua sempre presteza e respeito.

E por fim, agradeço aos meus amigos, que choraram e sorriam junto comigo, por terem sabido esperar o tempo em que eu pude estar com eles e compreender quando eu não pude estar; à minha família por ser parte fundamental da minha vida, sei que possuem orgulho de mim e isso me faz sempre continuar; ao meu namorado, amigo e futuro marido, por ter estado sempre ao meu lado, suportando todos os meus momentos de irritação, angústia e principalmente por aqueles momentos em que ele soube respeitar o meu momento, o qual não tinha espaço para ele, somente para o conhecimento e a aprendizagem.

RESUMO

A água é um recurso natural não mais considerado renovável e a sua escassez tem sido motivo de preocupação até mesmo para países com grande quantidade de água doce, como o Brasil. A produção de papel reciclado artesanal com adição de diferentes frações mássicas de fibras de bananeira empregada pelo projeto de extensão “Mulher com Fibra” e avaliada neste estudo, é conduzida pelo uso abundante de água e agentes químicos, gerando grandes volumes de efluentes, o que eleva o custo de produção e afeta o conceito de sustentabilidade proposto para esse, além de comprometer a qualidade ambiental do processo. Para tanto o objetivo deste trabalho foi buscar o aumento do desempenho ambiental desse processo de produção, enfatizando a norma ISO 14001:2004 como requisito de orientação e o ecodesign como conceito. Assim, aplicou-se, um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) sobre o processo, conduzido pelo método de controle denominado Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), o qual orientou todo o estudo, apontando os problemas em cada etapa de produção, direcionando as possíveis ações a serem aplicadas, bem como as avaliando em relação às melhorias propostas para o processo ao longo do trabalho. Como resultado dessas ações foi possível definir um novo fluxo para o processo, que prevê controle dos insumos e matérias-primas utilizados, redução no consumo de água, reuso dos efluentes gerados, restrições ao uso de produtos químicos, minimização da influência dos operadores na execução da técnica e a determinação de uma massa mínima de matéria-prima viável a ser introduzida no processo. Desse modo a melhoria do desempenho tanto ambiental como econômico caracterizou por um melhor aproveitamento das matérias-primas e dos insumos utilizados e melhor custo x benefício de produção das folhas, obtendo reduções de 42 % na geração de efluentes, 32 % no consumo de água por unidade de folha produzida e R\$ 0,62 no custo de produção de uma folha, o que permitiria produzir mais folhas e o que possibilita inferir que o novo processo e produto são “ecoficientes”. Estabeleceu-se ainda, propostas de ações de gerenciamento para o processo, promovendo desse modo a avaliação contínua da técnica. No mais, esse trabalho mostrou, o quanto é possível repensar um processo produtivo, mesmo que artesanal, para que seja executado com um uso mais sustentável dos recursos.

Palavras-chave: Sistema de Gestão Ambiental; Ciclo PDCA; Ecodesign, Papel reciclado artesanal, desempenho ambiental

ABSTRACT

Water is a renewable natural resource and its scarcity has been a reason of concern even in Countries that have abundant drinkable water, like Brazil. The production of composites of handmade recycled paper and banana fibers with different mass fractions and evaluated in this study is the same applied by the project "Women with Fiber". It is conducted by plenty use of water and chemicals, generating large volumes of effluents, which raises the cost of production and affects the concept of sustainability proposed by this project, besides damaging the environmental quality of the process. The aim of this work was to improve the environmental performance of the production process, emphasizing the ISO 14001:2004 Standard as a requirement for guidance and ecodesign as concept. An Environmental Management System (EMS) conducted by the method of control PDCA cycle (Plan-Do-Check-Act) was implemented in the process, and helped to supervise the entire study, indicating the problems in each stage of production, directing the possible actions to be implemented, as well as for evaluating proposed improvements to the process throughout the work. As a result of these actions a new flow could set to the process, which) provides control of inputs and raw materials used, reduction in water consumption, reuse of the effluent generated, restrictions on the use of chemical agents, minimizing the influence of operators in the execution of the technique besides the determination of a minimum mass of raw material viable to be introduced in the process. This new flow improved both environmental and economic performance that were characterized by a better use of raw materials and inputs used and best cost x benefit of production of leaves, resulting in reductions of 42% in the generation of waste, 32% in water consumption by unit of leaf production and R 0.62 in the cost of production of a sheet, which would produce more leaves and that allows to infer that the new process and product are "eco-efficient". Beyond this, actions of management to the process were also proposed, thereby promoting the continuous evaluation of the technique. This work showed how a productive process can be rethought, even artisanal, to be run with a more sustainable use of resources.

Keywords: Environmental Management System; PDCA Cycle; Ecodesign, handmade recycled paper, environmental performance

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Hierarquia do lixo. _____	20
FIGURA 2 – Símbolo universal da reciclagem. _____	21
FIGURA 3 – Processo de reciclagem de papel. _____	24
FIGURA 4 – Ciclo PDCA de controle de processo. _____	31
FIGURA 5 – Dobragem e proporções dos formatos de folhas, norma DIN. _____	37
FIGURA 6 – Tela para a produção de papel artesanal, onde grade (A), marco (B) e forma (C). _____	40
FIGURA 7 – Fluxograma do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	41
FIGURA 8 – Etapa de seleção (A) e separação (B) das aparas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	42
FIGURA 9 – Etapa de picotagem manual (A) e mecânico (B) das aparas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	43
FIGURA 10 – Etapa de separação (A), maceração (B) e picotagem (C) das fibras de bananeira do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	43
FIGURA 11 – Etapa de desinfecção - molhos (A) e lavagens (B) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	44
FIGURA 12 – Etapa de cocção - aparas (A) e fibras de bananeira (B) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	45
FIGURA 13 – Etapa de polpação - coação (A), polpa de aparas (B) e polpa de fibras de bananeira (C) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	45
FIGURA 14 – Confecção das folhas - imersão/suspensão da tela (A), emersão da tela (B), uso de uma grade de ripas de madeira junto à forma da tela para auxiliar a transferência da folha para um suporte absorvente (C) e transferência da folha (D) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	46

FIGURA 15 – Etapa de prensagem (A) e secagem da folhas (B) do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	46
FIGURA 16 – Fluxo de entradas e saídas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	47
FIGURA 17 – Quadro modelo para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	48
FIGURA 18 - Critérios de avaliação dos aspectos e impactos ambientais do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	48
FIGURA 19 – Ficha modelo para coleta, seleção, separação e picotagem das aparas. _____	49
FIGURA 20 - Procedimentos e métodos para a realização das análises de qualidade dos efluentes gerados a partir dos parâmetros determinados. _____	50
FIGURA 21 – Ficha modelo para a descrição das entradas e saídas por etapas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	52
FIGURA 22 – Ficha modelo para a descrição das folhas confeccionadas por batelada do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	52
FIGURA 23 – Quadro modelo para a determinação das ações de gerenciamentos dos aspectos ambientais do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	53
FIGURA 24 – Fluxograma da fase úmida do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	56
FIGURA 25 – Quadro indicativo dos aspectos e impactos ambientais considerados significativos para o processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	59
FIGURA 26 – Proposta de sistema de tratamento duplo dos efluentes gerados no sub-processo: preparação das pastas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	64
FIGURA 27 – Proposta de sistema de tratamento único dos efluentes gerados no sub-processo: preparação das pastas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	66

FIGURA 28 – Amostras dos licores de saída do cozimento das aparas com Na_2CO_3 e NaOH. _____	67
FIGURA 29 – Pia-holandesa _____	68
FIGURA 30 – Novo fluxograma do processo do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	74
FIGURA 31 – Ações de gerenciamento para o processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira. _____	78

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Quantidade de aparas (kg) e fibras de bananeira (kg) beneficiadas em polpa na batelada do processo com 4,45 kg de massa seca de entrada. _____	55
GRÁFICO 2 – Valores de pH dos efluentes dos molhos de desinfecção, dos licores de cozimento e do 4º ciclo de lavagem das aparas e fibras de bananeira na batelada do processo com 4,45 kg de massa seca de entrada. _____	57
GRÁFICO 3 – Análise quantitativa de frequência relativa (%) dos resíduos sólidos diversos coletados nos dois trimestres do primeiro semestre de 2008. _____	62
GRÁFICO 4 – Valores de pH das águas de entrada no sub-processo de preparação das pastas da batelada com 12 kg de massa seca de entrada. _____	64
GRÁFICO 5 – Valores de pH dos efluentes dos estágios ClO- e OH- do sub-processo de preparação das pastas da batelada com 12 kg de massa seca de entrada. _____	65
GRÁFICO 6 – Razão entre consumo total de água para produção polpa de aparas/massa seca de entrada (L/kg) e o percentual (%) de redução de água em relação à batelada que apresenta menor valor de massa, 1 kg. _____	71
GRÁFICO 7 – Razão entre consumo total de água para produção polpa de fibras de bananeira/massa seca de entrada (L/kg) e o percentual (%) de redução de água em relação à batelada que apresenta menor valor de massa, 4 kg. _____	71
GRÁFICO 8 – Quantidade de aparas secas de entrada (kg) e quantidade de polpas obtidas (kg) entre as bateladas com 4,45 e 12 kg de massa seca de entrada. _____	72
GRÁFICO 9 – Quantidade de fibras de bananeira secas de entrada (kg) e quantidade de polpas obtidas (kg) entre as bateladas com 4,45 e 12 kg de massa seca de entrada. _____	72

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Matérias-primas e insumos utilizados. _____	38
TABELA 2 – Infra-estrutura utilizada. _____	38
TABELA 3 – Equipamentos utilizados. _____	38
TABELA 4 – EPIs utilizados. _____	39
TABELA 5 – Utensílios utilizados. _____	39
TABELA 6 – Consumo de água por etapa e total em litros (L) na batelada com 4,45 kg de massa seca. _____	55
TABELA 7 – Quantidade de polpas e insumos utilizados para a confecção de folhas na batelada com 4,45 kg de massa seca. _____	58
TABELA 8– Quantidade absoluta (kg) e relativa (%) dos resíduos sólidos coletados trimestralmente e por tipo. _____	61
TABELA 9 – Análise qualitativa dos resíduos diversos coletados nos trimestres. ____	61
TABELA 10 – Total de água (L) de entrada (E) e saída (S) na batelada com 12 kg de massa seca e o percentual (%) de saída em relação à entrada. _____	63
TABELA 11 – Análises de acidez (ppm), alcalinidade (ppm), teor de cloretos (ppm) e pH sobre a amostra do licor da cocção das aparas com carbonato de sódio. _____	67
TABELA 12 – Quantidade de água (L) de entrada nos ciclos de lavagens na preparação da polpa de aparas da batelada realizada com 3 kg de massa seca. _____	69
TABELA 13 – Percentual (%) de redução do consumo de água das lavagens a partir da comparação dos valores de razão entre as médias das águas de entrada nas lavagens e as massas secas (L/kg) das bateladas com 4,45 e 12 kg de massa seca. _____	70
TABELA 14 – Percentual (%) de redução da geração de efluente no processo modificado em relação ao original. _____	75
TABELA 15 – Quantidade de polpas e insumos utilizados na confecção de folhas na 5ª batelada, processo modificado _____	75
TABELA 16 – Quantidade de polpas e insumos utilizados na confecção de folhas na 5ª batelada, processo original _____	76

TABELA 17 – Razão entre as quantidades de polpas obtidas e água consumida pela quantidade de folhas produzidas, (kg/un) e (L/un), e percentual (%) de redução por folha.

76

TABELA 18 – Custo unitário de produção das folhas pelo processo original e modificado.

77

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE GRÁFICOS	11
LISTA DE TABELAS	12
1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Resíduos	19
2.1.1 Reciclagem	21
2.1.1.1 Papel usado	23
2.1.1.2 Pressões ambientais	27
2.2 Desenvolvimento sustentável	29
2.2.1 Sistema de gestão ambiental	30
2.2.1.1 Estratégias de prevenção	32
2.2.1.2 Ecodesign	35
3 MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1 Materiais	37
3.2 Métodos	40
3.2.1 Objeto de estudo	41
3.2.2 Ciclo PDCA: Procedimentos metodológicos	47
3.2.2.1 Planejamento	47
3.2.2.2 Implementação e verificação	51
3.2.2.3 Avaliação	52
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	54
4.1 Fluxos do processo	54
4.1.1 Aspectos e impactos ambientais do processo	58
4.2 Melhorias para o processo	60
4.2.1 Controle dos resíduos sólidos coletados e utilizados	60
4.2.2 Redução e reuso da água utilizada	62

4.2.3 Restrição do uso de agentes nocivo ao homem e ao meio ambiente _____	66
4.2.4 Minimização da influência do indivíduo nos procedimentos de lavagens _____	68
4.2.5 Determinação de uma massa mínima de matéria-prima seca de entrada_____	70
4.3 Desempenho ambiental do processo _____	73
CONCLUSÕES _____	79
REFERÊNCIAS _____	81
APÊNDICES _____	87

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos, que se caracterizam por restos das atividades humanas, são um dos principais responsáveis pelos problemas ambientais que o mundo sofre hoje, juntamente com o aumento populacional, o avanço dos processos industriais, o êxodo rural e o uso insustentável de recursos naturais.

Uma das formas de reduzir o volume de resíduos gerados e conter a poluição do meio ambiente é praticar a política dos 3Rs: reduzir, reusar e reciclar. Sendo a reciclagem um processo que envolve tanto a segregação de resíduos quanto a sua revalorização em matéria-prima e transformação em um novo produto igual ou semelhante ao anterior. Ao se reciclar diminui-se a exploração de recursos naturais e colabora para o desenvolvimento sustentável.

A Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) tem como missão “promover a formação de cidadãos comprometidos com a sociedade e contribuir para o desenvolvimento sustentável”, sob esse contexto articula o ensino com a pesquisa e a extensão universitária. Entende-se como uma das particularidades da pesquisa a busca do conhecimento científico/tecnológico, já como da extensão a promoção da interação entre esses saberes com o saberes aplicados/étnicos, por meio de programas e projetos.

Desse modo, o projeto “*Mulher com Fibra*”, em andamento, é um projeto de extensão universitária que visa contribuir para a missão da universidade, ao buscar atuar de forma sustentável no desenvolvimento de produtos e ao criar alternativas de trabalho e renda para um grupo de mulheres rurais capacitadas para a geração desses. Os produtos desenvolvidos caracterizam-se por papéis reciclados com adição de fibras de bananeiras, cujos resíduos são provenientes da UNIVILLE e bananicultura local, além de derivados desses como artefatos decorativos (vasos, anjos de natal e luminárias), de papelarias (envelopes e pastas), embalagens para presentes, cartões comemorativos e convites especiais. O grupo dessas mulheres é conhecido pela marca “Recriando com Fibras”.

Implementado em 2006, o projeto “Mulher com Fibra”, além do apoio da UNIVILLE, possui a cooperação da Fundação Municipal de Desenvolvimento Rural

25 de Julho (FMDR 25 de Julho) e do Instituto Consulado da Mulher, uma Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIP). Nessa parceria, a UNIVILLE atua como um facilitador por meio da ação coletiva e interdisciplinar entre alunos e professores, proporcionando às mulheres o conhecimento e o exercício de uma técnica de produção do papel reciclado artesanal com fibras de bananeira, previamente estudada por Bastianello (2005).

Durante o período de repasse dessa técnica para as mulheres constataram-se diversos fatores que comprometiam a sustentabilidade do processo e produto gerado pelo método, o qual é regido pelo uso abundante de água e agentes químicos nas etapas de desinfecção e cocção para clareamento, isolamento e limpeza das fibras e ainda na formação das folhas para melhor impermeabilização, sendo a polpação a única etapa em que a água atualmente é reaproveitada.

Sabe-se que a utilização em excesso da água, tanto eleva o custo de produção de um produto como compromete o desempenho ambiental do seu processo.

Assim, o uso de insumos em grande quantidade, bem como a transformação desses em efluentes, afeta a proposta do projeto “Mulher com Fibra” que visa desenvolver produtos com alto valor agregado e com apelo ambiental e sócio-econômico já contextualizado.

Com isso, o foco deste trabalho foi buscar o aumento do desempenho ambiental do processo de produção de papel reciclado artesanal com adição de diferentes frações mássicas de fibras de bananeira, por meio da aplicação do SGA, enfatizando aqui a norma ISO 14001:2004 como requisito de orientação e o ecodesign como conceito. Um SGA é conduzido pelo método de controle chamado de Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), sendo esse que orientou todo este estudo, apontando os problemas e direcionando as possíveis ações a serem aplicadas, bem como as avaliando em relação às melhorias para o processo.

Para que a análise dos efeitos da aplicação desse instrumento quanto ao desempenho ambiental do processo fosse realizada, outros objetivos deste estudo concentraram-se em (i) levantar os aspectos e impactos ambientais do processo; (ii) propor requisitos de melhorias ambientais; (iii) avaliar o desempenho do processo a partir da aplicação desses requisitos; (vi) sugerir ações de gerenciamento para a promoção da melhoria contínua.

A procura pela otimização da técnica visou obter ao mesmo tempo um processo que atendesse com maior precisão requisitos de qualidade ambiental, considerando o uso mais sustentável dos recursos naturais, como um produto que garantisse a transparência e responsabilidade social da marca Recriando com Fibras, ao oferecê-lo a partir de uma concepção sócio-ambiental, ponderando a revalorização e transformação de resíduos.

Para tanto, este trabalho aborda questões sobre o lixo e a reciclagem, enfatizando o papel como um dos resíduos que pode integrar esse processo, bem como relatando os seus modos de produção e a sua origem fibrosa, a destacar os pseudocaulos de bananeiras.

Retrata-se também a importância do pensar em crescimento econômico sem prejuízos ao meio ambiente e à sociedade, agregando conceitos como o desenvolvimento sustentável com a gestão ambiental aliada às normas técnicas e legislações e apoiadas por ferramentas estratégicas de ação, como práticas e princípios da ecoeficiência, química verde, produção mais limpa e, principalmente, ecodesign.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Resíduos

A palavra resíduo no dicionário da língua portuguesa caracteriza-se como remanescente ou aquilo que resta. Na sua conceituação técnica os resíduos podem apresentar-se sob os estados sólido, líquido, gasoso ou pastoso e serem classificados pela sua natureza física: seca ou molhada, pela sua composição química: matéria orgânica ou inorgânica, pelos seus riscos potenciais ao meio ambiente como perigosos e não-perigosos: inertes ou não-inertes ou ainda pela sua origem: domiciliar, comercial, industrial, agrícola, serviço de saúde, serviços de transporte e construção civil (GRIPPI, 2001; ABNT NBR 10004:2004).

A geração de resíduos é resultado, dentre outros fatores, dos padrões de consumo, dos reflexos de estilo de vida de cada localidade e das atividades econômicas ali realizadas (PHILIPPI Jr., 2008)

O modelo de produção do século XX baseou-se em algumas premissas e percepções; uma das mais importantes residia na crença que o planeta Terra teria capacidade ilimitada. Partiu-se do pressuposto que o planeta seria fonte inesgotável de matérias-primas e que poderia receber e assimilar resíduos indefinidamente (GASI E FERREIRA, 2006).

A questão é que, quando o consumo em larga escala foi introduzido, o volume e a diversidade de resíduos gerados aumentaram consideravelmente. O homem passou a viver a era dos descartáveis, tornando escassas as áreas disponíveis para despejo desses resíduos e aumentando assim a poluição do solo, das águas e agravando os problemas de saúde das populações (RODRIGUES e GRAVINATTO, 1997).

A água, por exemplo, segundo o Instituto de Estudos Avançados, em futuro próximo, tornar-se-á uma das grandes dificuldades da humanidade. Estima-se que atualmente cerca de um terço da população mundial vive em países com moderada

ou severa falta de água e que em 2025 dois terços estarão com algumas restrições ao consumo de água. Ao longo da história, a importância da água já refletiu em uma série de conflitos e há especulações que, nas próximas décadas, a disputa pela água será a causa de novas guerras internacionais (IEAv, 2008).

Segundo Roberto Smeraldi, só ao longo deste século, os recursos disponíveis per capita globalmente diminuirão em aproximadamente 70 %, tendo por um lado o seu próprio esgotamento como efeito e, por outro, o aumento populacional e conseqüentemente do consumo (SCHARF, 2004).

O consumo humano dos recursos naturais, já nos anos 70 começava a ultrapassar a capacidade biológica da terra, sendo que nos anos 80, os impactos sobre o meio ambiente tornaram-se um desafio global, embalados por uma avalanche de dramas ecológicos, dentre eles, o aumento dos resíduos (KAZAZIAN, 2005).

Assim, entende-se que é preciso inverter a pirâmide e mudar a hierarquia de como os resíduos devem ser tratados, FIGURA 1.

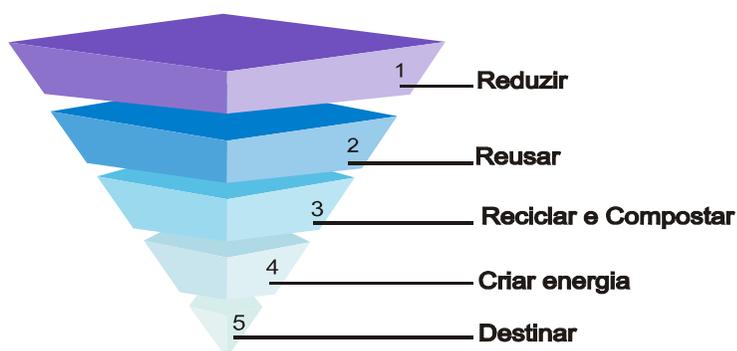


FIGURA 1 – Hierarquia do lixo.
Fonte: Adaptado do site *Uselessdesign* (2007).

Isso significa que, antes de pensar na destinação do resíduo, deve-se pensar em gerar energia, compostar ou ainda colocar em prática a política dos 3Rs, reduzir, reusar e reciclar. Reduzir a geração de resíduo significa novos hábitos de consumo na hora da compra. Reutilizar quer dizer usar produtos do cotidiano de várias maneiras, empregando o uso máximo desses bens de consumo, como por exemplo, potes, vasilhames, verso do papel, caixas, etc. (ADEODATO FILHO, 2007). Reciclar é um processo por meio do qual um produto ou material, que tenha servido para os

propósitos a que se destinava, é reintroduzido no processo produtivo e convertido em um novo produto, seja igual, semelhante ou assumindo características diversas da anterior (DUSTON, 1993).

2.1.1 Reciclagem

Os materiais mais conhecidos como recicláveis são o metal, papel, plástico e vidro. Sendo que nem todos os produtos derivados desses são recicláveis, tais como papel higiênico, lenços de papel, guardanapos, embalagens plásticas metalizadas, espelhos, lâmpadas, clips, esponjas de aço, tachinhas, pregos e canos (AKATU, 2008).

Em 1970, época em que as questões ambientais começaram a ganhar força na mídia, um fabricante de papelão reciclado, *Container Corporation of America*, oportunizou a busca por uma identificação dos recicláveis, patrocinando um concurso nacional para estudantes de arte e design com o objetivo de encontrar o símbolo universal da reciclagem. O vencedor foi Gary Anderson, estudante de design da Universidade do Sul da Califórnia. O símbolo foi criado com três flechas sobre a faixa de Möbius, um signo conceitual matemático de forma tridimensional que revela apenas uma face e sugere eterna continuidade. Cada seta que compõem esse símbolo representa um grupo de pessoas que são indispensáveis para garantir que a reciclagem ocorra (FIGURA 2). A primeira seta representa os **produtores**, empresas que fazem o produto, a segunda o **consumidor** e a terceira representa as **companhias de reciclagem** (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2008).

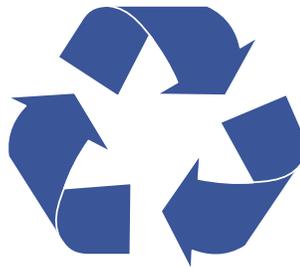


FIGURA 2 – Símbolo universal da reciclagem.
Fonte: Autor (2008).

O Anel Möbius, como é chamado o símbolo, é um elemento de domínio público e não uma marca registrada, o que permite que ele seja reproduzido nas mais diversas circunstâncias. Segundo dados do Instituto de Projetos e Pesquisas Sócio-ambiental, foi a partir do surgimento do símbolo que a reciclagem começou a ser colocada em prática (*ibidem*), sendo que no final da década de 80, quando constatou-se que as fontes de petróleo e outras matérias-primas não renováveis estavam esgotando-se, a palavra reciclagem foi introduzida ao vocabulário internacional: Re (repetir) + Cycle (ciclo), (IPESA, 2008).

Assim, os resíduos passaram a ser atualmente um negócio, onde a reciclagem estrutura toda uma cadeia produtiva que aplica tecnologias, gera emprego e oportuniza novos nichos de mercado. No Brasil, há muito a ser explorado nesse campo, conforme apresenta os números abaixo (ADEODATO FILHO, 2007):

- 147 mil toneladas de garrafas PET descartadas foram recuperadas em 2005, atingindo uma taxa de 47 % e estando na linha de frente mundial de reciclagem desse resíduo;

- quanto às latas de alumínio, o Brasil detém recordes mundiais, assumindo o topo do *ranking* desse resíduo nos últimos anos, em 2006 um total de 94,4 % das latas de bebidas colocadas no mercado foi recuperado.

- das embalagens longa vida, em 2006, 46 mil toneladas desse resíduo foram recicladas, isso representa 24 % do total consumido pelos brasileiros, destacando o país como um líder mundial;

- no caso do papel e papelão, o percentual de reciclagem foi de 46,9 % em 2005, acima de países como Argentina, México, Malásia e China, sendo que ao considerar apenas o papelão o índice nacional chega a 77,4 %.

Assim, tem-se que, ao reciclar prolonga-se a vida útil dos recursos naturais e dos aterros sanitários, minimizando a extração de novas fontes naturais. Por exemplo, quando cacos de vidros são usados na fabricação de novos vidros permite-se economizar energia, ao reaproveitar o plástico poupa-se a extração de petróleo e ao reciclar o papel, além de gerar economia, derrubam-se menos árvores (RECICLOTECA, 2008).

2.1.1.1 Papel usado

Sabe-se que, na fabricação de uma tonelada de papel, a partir de papel usado ou aparas, nome genérico dado aos resíduos de papel, o consumo de água é muitas vezes menor e o consumo de energia é cerca da metade. Segundo dados do portal Ambiente Brasil (2008), com uma tonelada de papel reciclado economizam-se 2,5 barris de petróleo, 98 mil litros de água e 2.500 kW/h de energia elétrica, além da preservação de recursos florestais, uma tonelada de aparas pode substituir de 2 a 4 m³ de madeira, dependendo do tipo de papel a ser fabricado, o que se traduz em uma vida útil para de 15 a 30 árvores.

Atualmente, mesmo com políticas de reflorestamento e com uma maior conscientização da sociedade, a matéria-prima para a fabricação de papel já está escassa. Com a expansão do uso de computadores, muitos cientistas sociais acreditavam que o uso do papel diminuiria, principalmente, na indústria e nos escritórios, mas isso não ocorreu e o consumo de papel nas duas últimas décadas do século XX foi recorde (REVIVERDE, 2008).

As aparas são na maioria das vezes, originários de atividades de prestação de serviço. No Brasil existem diversas categorias de aparas classificadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e pela Associação Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose (Bracelpa). As aparas brancas são mais nobres e as mistas, possuem um valor menor. Todos esses tipos de resíduos são considerados como aparas de escritório (SEBRAE/PR, 2000).

Os papéis de escritório em sua maioria são fabricados a partir de tratamentos químicos e material lenhoso. Esses papéis quando submetidos ao processo de reciclagem industrial são adicionados com água em um grande liquidificador, chamado "*hidropulper*". O equipamento desagrega as aparas formando uma pasta de celulose. A remoção de tintas é feita com a aplicação de compostos químicos, água e hidróxido de sódio. Uma depuração mais fina ocorre por meio do equipamento "*centre-cleaners*", que separa as areias existentes na pasta. Discos refinadores abrem um pouco mais as fibras de celulose, melhorando a ligação entre elas. Por último a pasta é branqueada com compostos de cloro ou piróxido, estando pronta para entrar nas máquinas de produzir papel (*ibidem*). A FIGURA 3 demonstra um fluxograma de um processo de fabricação de papel reciclado.

plantas anuais, também chamadas de plantas não-madeireiras, como o capim, o algodão, o bambu, a cana-de-açúcar, a bananeira, etc. (CRAIG, 1987).

Todas essas plantas são formadas por materiais lignocelulósicos, compostos basicamente de celulose, hemicelulose, lignina, etc.. Na produção de papel o que interessa é a celulose e a hemicelulose, ambos polissacarídeos (carboidrato) insolúveis em água (GATTI, 2007).

A celulose de fórmula $(C_6H_{10}O_5)_N$ caracteriza-se como o principal componente da parede celular da fibra de plantas. Já a lignina é um polímero, amorfo, de composição química complexa que funciona como um cimento que une as fibras, devendo essa ser eliminada para que as fibras possam ser liberadas para a produção do papel (GATTI, 2007).

Assim, o resíduo fibroso proveniente dessa deslignificação parcial ou total da matéria-prima vegetal utilizada, constitui a primeira fase da preparação do papel até a sua formação em folha, identificada como a obtenção de pasta ou polpa celulósica, que ocorre por meio da submissão das fibras a processos de maceração e/ou cocção, sendo esses classificados como ácido ou alcalino, para extração da celulose e eliminação da lignina (FOELKEL e BARRICHELO, 1975). O processo alcalino é o mais utilizado para as plantas não-madeireiras. “Normalmente, as matérias-primas não-madeireiras possuem baixo teor de lignina, quando comparadas às madeiras, o que proporciona facilidade nos processos de polpação e branqueamento” (SOFFNER, p. 3, 2001).

Para as plantas madeireiras, há basicamente dois processos de transformação em pasta para a produção de papel: mecânico e químico. O mecânico é o mais simples e econômico, cuja árvore é cortada em toras de 1,2 m de comprimento, jogada em grandes tambores para retirada das cascas e depois moída em grandes mós. Já o processo químico, como o mecânico, a árvore é cortada em toras e a casca retirada, mas em lugar de ser moída, ela é reduzida a pequenos cavacos e lançadas em um grande digestor onde são cozidos sob pressão com adição de produtos químicos (sulfito, sulfato e soda), reduzindo os cavacos a uma pasta de fibras isoladas. A pasta então é lavada, peneirada e branqueada, estando pronta para a etapa de refinação, onde cargas aditivas são adicionadas, tais como cargas minerais, cola e corantes (anilinas) (CRAIG, 1987).

Já a fase de formação das folhas de papel é sempre a mesma, seja ela feita por um processo artesanal ou industrial. Em qualquer caso, as fibras unem-se entre elas a partir da suspensão em água sobre um suporte plano (ASUNCIÓN, 2002).

O modo artesanal de produção de papel, método considerado tradicional, é aquele cujo artesão produz individualmente cada folha. Totalmente restrita ao oriente, a produção artesanal de papel surgiu de forma bem rudimentar, onde inicialmente as telas ou moldes eram feitos de seda e posteriormente de tramas de bambu amarradas com crina de cavalo. As fibras basicamente utilizadas eram de amoreira, bambu, rami e trapos (ASUNCIÓN, 2002; GATTI, 2007).

Entre os séculos VIII e XII, com o início da implantação dos moinhos de martelo movidos com força hidráulica, a produção de papel foi incrementada, de modo que o processo deixou de ser totalmente artesanal e começou a se mecanizar até se tornar mais tarde inteiramente industrial. Em relação ao surgimento de equipamentos, registra-se que no final do século XVI, na Holanda, o desenvolvimento de uma refinadora, chamada de Pia-holandesa, para esmagar as fibras, acelerando o processo de formação de polpa ou pasta, de 24 horas pelo moinho para 4 ou 5 horas pela pia (GATTI, 2007)

Já em 1798 surgiu a primeira máquina contínua de papel, inventada na França por Nicholas-Louis Robert e aperfeiçoada pelos irmãos ingleses Henry e Sealy Fourdrinier, em 1804 (ASUNCIÓN, 2002). A mesa plana ou Fourdrinier inventada, mais comumente conhecida como “tela”, caracteriza-se por uma enorme esteira rolante contínua de fios finamente trançados suportados por roletes, onde as pastas celulósicas são liberadas. Assim, a fabricação industrial de papel ocorre, por meio de uma máquina de transformação ininterrupta da suspensão fibrosa em um lençol contínuo de papel, onde as pastas são introduzidas em uma caixa de entrada que libera a pasta para tela, essa se movimentada para frente, sofrendo sacudidas, onde a vibração e sucção drenam o excesso de água e provocam o entrelaçamento das fibras, formando assim a folha de papel (BAER, 1995; CRAIG, 1987).

2.1.1.2 Pressões ambientais

As pressões por um ambiente mais limpo geradas pelas comunidades locais, organizações não-governamentais (ONGs) e órgãos fiscalizadores, somadas a requisitos legais, conduziram a uma necessidade de resposta das empresas com processos altamente poluidores, dentre elas as indústrias de papel e celulose (EPELBAUM, 2006).

As preocupações ambientais com os processos de produção de celulose e a sua transformação em produtos ganharam destaque a partir da década de 70. As principais pressões ambientais enfrentadas pelas indústrias de celulose e papel foram: rejeição quanto ao uso de gás cloro no processo de branqueamento da celulose; preferência por celulose oriunda de fibras recicladas; renúncia quanto ao uso de madeiras provenientes de matas nativas no processo de produção (HILGEMBERG e BACHA, 2003).

Embora a madeira, permaneça sendo a principal matéria-prima para o beneficiamento de celulose e papel, considerando agora programas de reflorestamento, a utilização de plantas não-madeireiras, sendo essas periodicamente renováveis, tem sido impulsionada pelas questões ambientais que continuam a orientar decisões na busca de rápida reposição de recursos e preservação do meio ambiente, além atenderem a um mercado consumidor, cada vez mais exigente, que desejam produtos personalizados (GARAVELLO e SOFFNER, 1997).

As plantas anuais representam também uma alternativa para países com baixa disponibilidade de madeira, bem como para os que dispõem de resíduos agrícolas fibrosos ou cultura de plantas fibrosas não-madeireiras como abacá; bananeira; bambu; juta; linho; rami; sisal; bagaço de cana-de-açúcar, palha de arroz e palha de trigo (RODÉZ, 1984).

Bastianello (2005) utilizou fibras de bananeira e palha de arroz, provenientes de resíduos da produção local, Joinville/SC, na composição de papel reciclado pelo processo artesanal, a fim de buscar maior resistência e qualidade estética para o seu produto, além de gerar uma alternativa de fonte de renda para as comunidades locais. Dados da pesquisa mostraram que os papéis com adição de fibras de

bananeira, após a caracterização por ensaios físico-mecânicos, foram os que apresentaram melhores resultados.

Esses resíduos fibrosos da bananicultura vem sendo utilizados, há muito tempo e por vários países, grandes produtores de banana, como: Brasil, Costa Rica, Equador e Filipinas, em processos artesanais de produção de cordas, tapetes, chapéus, cestos, tecidos e papéis especiais (SOFFNER, 2001).

A banana é uma planta perene, herbácia-arborescente, da classe monocotiledônea, e possui um ciclo vegetativo contínuo e acelerado (MOREIRA, 1987; GATTI, 2007). Assim, após a colheita da fruta, o cacho é conduzido para outro local, enquanto as demais partes da planta permanecem no bananal, entram em estágio de decomposição e perecem, encerrando os ciclos vegetativos e tornando-se resto de cultura ou resíduo agrícola, sendo usados, na maioria das vezes, como ração animal ou incorporados ao solo como condicionante (SOFFNER, 2001).

No entanto, o volume de resíduo gerado é quase sempre superior ao necessário para a manutenção das propriedades do solo e nutrição dos animais. Sabe-se, por exemplo, que uma única indústria catarinense que consome 8 % da produção estadual do mercado agroindustrial chega a desprezar cerca de 60 t/dia de resíduos (CEPA/SC, 2005). Além do mais, conforme Semana *et al.* (1978), a maior parte dos minerais convenientes para o solo não estão na parte fibrosa da planta e sim nos resíduos da extração da fibra, podendo esse ser repostado ao solo. Por exemplo, o pseudocaule da bananeira, que é um estripe formado por bainhas foliares sobrepostas, tendo em seu interior o palmito ou coração central, quando cortado rente ao solo, uma vez que não voltará mais a produzir frutos, torna-se um resíduo agrícola de grande potencial fibroso, onde o seu beneficiamento em fibras ocorre pela separação do tecido parenquimatoso dessas bainhas foliares, também chamado de medula, juntamente com as pectinas e outras substâncias indesejáveis nos processos de obtenção de celulose. A sua relação entre fibras e medula, normalmente, é de 70/30 (SIMÃO, 1996; MEDINA, 1961; GARAVELLO e SOFFNER 1997; DARKWA, 1988).

Com base nesses números, é ponderável que esses resíduos sejam explorados também como fontes de receita, tornando-se matérias-primas de alto valor agregado, como o artesanato de bananeira que segue uma tendência mundial de aplicação de fibras naturais, configurando um resgate de técnicas tradicionais de

processamento e uma tentativa de reaproximação do homem à natureza, além de introduzir fontes de recursos naturais (GARAVELLO, 2002).

2.2 Desenvolvimento sustentável

Em uma população que se sensibiliza apenas quando vê a etapa final de seu próprio consumo, a aprendizagem da consciência ecológica e do desenvolvimento sustentável, far-se-á na medida em que repetidas catástrofes naturais levantarem questões sobre a responsabilidade do homem em relação à natureza (KAZAZIAN, 2005).

O problema é que nem se quer há um consenso sobre o que o desenvolvimento realmente é ou deveria ser, uma vez que o desenvolvimento nos países industrializados é, de muitas maneiras, insustentável (DAHL, 1996). Em fato, a sustentabilidade sócio-ambiental somente poderá ocorrer quando forem implantadas ações sistemáticas capazes de transformar modelos tecno-econômicos cartesianos em resoluções que promovam real qualidade de vida as gerações atuais e futuras, respeitando as diversidades culturais e potencialidades locais (CASAGRANDE, 2004).

O respeito pelo meio ambiente, a eficiência econômica e a equidade social são os três critérios que devem ser tratados simultaneamente em qualquer projeto de desenvolvimento sustentável (SCHARF, 2004). Considerando esses critérios tem-se que compreender que a economia existe no seio da sociedade e a sociedade existe dentro do ambiente (MANLEY, 2008).

Assim, a otimização da interação entre homem e meio ambiente, diante da degradação ambiental atual, da perspectiva de saturação dos recursos naturais e da redução da qualidade de vida em escala mundial, o desenvolvimento sustentável torna-se um caminho imperativo para que as empresas passem a produzir de modo a racionalizar os recursos naturais (SOUZA, 2002).

2.2.1 Sistema de gestão ambiental

Atualmente, com o advento da globalização e da rede mundial de comunicação (*world wide web*), as estruturas de produção e consumo passam por mudanças nas dimensões social, econômica e ambiental, exigindo novas formas de perceber e resolver problemas (GASI E FERREIRA, 2006).

Nesse sentido, nos últimos anos, vários países têm exigido padrões de qualidade ambientais mais elevados em relação às organizações que ofertam seus produtos e serviços no livre comércio. Para tanto, foram criadas várias normas para certificação ambiental que buscam atestar que a empresa ou seus produtos cumprem com os requisitos ambientais determinados.

Essa certificação tem caráter voluntário e baseiam-se em um conjunto de normas acordadas por um órgão credenciador independente, que também tem a incumbência de definir quais auditores podem conferir certificados. Na área de processos, o sistema de certificação ambiental mais conhecido é a série ISO 14000, que busca dar à empresa instrumentos para que ela adote um sistema de melhoria contínua que evite poluição, riscos e desperdícios, como o SGA. (SCHARF, 2004).

Segundo Annunziato Neto *et.al.* (2003), o SGA é uma ferramenta capaz de indicar os caminhos necessários para que a organização possa estruturar e organizar as ações de minimização e controle dos riscos e danos ambientais em todas as áreas de uma empresa.

A série ISO 14000 foi lançada em 1996 pela *Internacional Organization for Standardization* (ISO), federação que congrega órgãos nacionais de normatização, a representante no Brasil é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (SCHARF, 2004).

A Bahia Sul Celulose, em 1996, foi a primeira empresa brasileira a receber a certificação ISO 14001, que apresenta requisitos com orientações para uso do SGA como ferramenta de correção e prevenção dos aspectos e impactos ambientais dos processos de uma empresa (ABNT NBR ISO 14001:2004).

Uma organização pode se limitar apenas a obter os benefícios específicos do SGA, pois a sua implantação não é sinônimo de certificação. A Norma ISO 14001 é um modelo que prevê a implantação de elementos para uma gestão eficaz, baseada em uma série de boas práticas e ferramentas ambientais (por exemplo, avaliação

dos aspectos e impactos ambientais), da qualidade (por exemplo, ciclo PDCA) e empresariais (por exemplo, gerenciamento por objetivos) (EPELBAUM, 2006).

O SGA, segundo a norma ISO 14001, está estruturado como base no ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), um método de controle de processos, onde muitas organizações gerenciam suas operações por meio da aplicação de um sistema de processos e suas interações (ABNT NBR ISO 14001:2004).

Esse método visa controlar e buscar soluções eficazes e confiáveis nas atividades, produtos ou serviços de uma organização, direcionando-as para a busca de uma melhoria contínua. Criado na década de 20, por Walter A. Shewart, é mais conhecido como ciclo de Deming por ter sido amplamente difundido por ele em 1950 no Japão durante o pós-guerra. O método caracteriza-se por quatro fases-chave: planejar, executar, controlar e agir (DEMING, 1990).

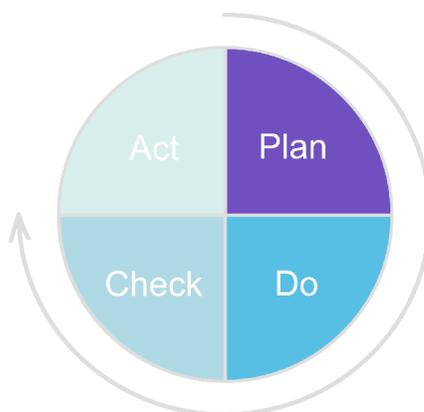


FIGURA 4 – Ciclo PDCA de controle de processo.
Fonte: Autor (2008).

O planejamento (P) consiste da identificação e avaliação dos aspectos ambientais e dos seus possíveis impactos, considerando elementos das atividades, produtos e serviços da organização, além da identificação dos requisitos legais e outros pertinente e definição de objetivos, metas e programas para a melhoria ambiental. Na etapa de execução (D) devem ser definidos as responsabilidades, os recursos e as tecnologias, bem como os envolvidos devem ser treinados e conscientizados a utilizarem os procedimentos de operação e manutenção. Para a checagem (C) do sistema devem ser monitorados os resultados ambientais e a partir

desses verifica-se a necessidade de tomada de ações (A) corretivas ou oportunidades de ações preventivas (EPELBAUM, 2006).

Assim tem-se que, toda empresa que deseje implantar um SGA em sua organização necessita fazer um levantamento de aspectos e impactos ambientais referentes às suas atividades, serviços ou produtos. O termo aspecto ambiental define-se como um componente das atividades, produtos ou serviços de uma empresa que pode interagir com o meio ambiente, sendo significativo aquele que apresente ou pode apresentar um impacto ambiental. Entende-se, por impacto ambiental qualquer alteração do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais de uma organização (ABNT NBR ISO 14001:2004).

Identificar os aspectos e impactos ambientais das atividades, produtos ou serviços de uma organização é parte fundamental do planejamento de um SGA e para que seja eficaz precisa ser sólido, abrangente e competente (PRADEZ, 2001). Essa identificação é o início de qualquer ação de prevenção e de melhoria dos modos de concepção de bens de consumo (KAZAZIAN, 2005).

2.2.1.1 Estratégias de prevenção

A aplicação de estratégias de prevenção integrada a processos, produtos ou serviços, pode ser entendida como a conservação de recursos naturais, eliminação de matérias-primas nocivas, redução da quantidade de resíduos e diminuição dos impactos ao longo do ciclo de vida do produto (CETESB, 2004).

Para tanto, identifica-se na teoria e prática a existência de diversos conceitos que vem a contribuir para essas estratégias como a ecoeficiência, a química verde, a produção mais limpa (P+L), o ecodesign, dentre outros (GASI e FERREIRA, 2006).

Ecoeficiência é um conceito que prevê um aumento na eficiência dos processos produtivos, para que sejam mais rápidos, econômicos e limpos (SCHARF, 2004).

Para o Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), a ecoeficiência é alcançada mediante ao fornecimento de bens e serviços a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e tragam

qualidade de vida do mesmo modo que reduzem progressivamente o impacto ambiental e o consumo de recursos ao longo do ciclo de vida (GASI e FERREIRA, 2006).

O *Wuppertal Institute*, organização alemã de destaque no desenvolvimento de práticas sustentáveis, que busca promover a ecoeficiência, conforme descreve Scharf (2004), dá a sua receita para tornar produtos e serviços mais ecológicos, tais como: substituir os insumos, adotando matérias-primas menos tóxicas e materiais mais duráveis; trocar as tecnologias ou adaptar equipamentos já existentes para que consumam menos recursos naturais, reduzam os desperdícios e as emissões poluentes; melhorar a manutenção e o controle dos processos, para ganhar eficiência e evitar perdas; reaproveitar resíduos no próprio processo produtivo; mudar o design do produto; melhorar o ambiente de trabalho.

Assim, pode se afirmar que, a ecoeficiência está na execução de abordagens proativas agrupadas sob esse termo genérico (KAZAZIAN, 2005).

Já química verde é uma concepção filosófica da química, que se tornou forte no início da década de 90 e baseia-se no planejamento de produtos e processos que reduzam ou eliminem a geração de substâncias nocivas e maximizem a eficiência de cada rota escolhida (KIRCHHOFF, 2005),

Esse conceito emprega um conjunto de 12 princípios direcionados ao planejamento, à manufatura e/ou à utilização de produtos químicos para reduzir e eliminar substâncias perigosas e estruturados sobre os seguintes aspectos: o processo deve ser planejado de forma a maximizar a quantidade de matéria-prima no produto final; a aplicação segura de solventes benignos ao meio ambiente quando possível; a delineação do processo tornando-o energeticamente eficiente; a melhor forma de dispor os resíduos é não gerá-los. (ANASTAS e WARNER, 1998; LENARDÃO *et al.*, 2003).

O principal aqui é reduzir e prevenir a poluição em suas fontes (KIRCHHOFF, 2005).

Da mesma maneira, a produção mais limpa (P+L), segundo *United Nations Environmental Programme*, define-se como a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, produtos e serviços, para aumentar a eficiência global e reduzir riscos para a saúde humana e o meio ambiente (UNEP, 2008).

O modelo de produção utilizado no século XX foi concebido como um sistema aberto, *input* e *output*, onde entram insumos como matérias-primas, água e energia e saem produtos, bens, serviços e rejeitos. Os produtos são levados ao consumidor e os rejeitos são tratados para posterior disposição ao meio ambiente. O impacto desse modelo na natureza tem sido catastrófico. Sabe-se que cerca de metade dos rios do mundo estão comprometidos e que as concentrações de CO₂ na atmosfera estão 30 % mais elevados que no ano de 1750. Na verdade o planeta é um sistema fechado, limitado e esgotável, que não pode suportar o crescimento desordenado da humanidade (GASI e FERREIRA, 2006).

Assim o conceito de P+L busca antecipar-se à poluição, evitando que ela ocorra, transferindo o foco de atenção, antes centrado no chamado fim do tubo, *end of the pipe*, por onde sai o resíduo que precisa ser tratado, desloca-se para o conjunto do processo produtivo. As vantagens ambientais e econômicas decorrentes são óbvias; a redução da geração de resíduos diminui as preocupações e os gastos do gestor com o controle da poluição. A P+L resulta também em medidas de conservação de matérias-primas, água e energia; eliminação de substâncias tóxicas e matérias-primas perigosas; redução da quantidade e toxicidade de todas as emissões; resíduos na fonte geradora (SCHARF, 2004; UNEP, 2008).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), em 2002, revela que 81 % dos brasileiros alegam que ficariam mais motivados a comprar um produto cuja embalagem indicasse que foi produzido de maneira ambientalmente correta (SCHARF, 2004).

Para isso, o ecodesign, cuja primeira definição foi dada por Victor Papanek, antropólogo de questões do design industrial e escritor do famoso livro *Design for the Real World*, participa de um processo que tem por consequência tornar a economia mais “leve”, também chamada “ecoconcepção”, trata-se de uma abordagem que consiste em reduzir os impactos de um produto, ao mesmo tempo em que conserva sua qualidade de uso para melhorar a qualidade de vida dos usuários de hoje e de amanhã. Assim como a ecoeficiência, química verde e produção mais limpa são abordagens de processos que tem mostrado uma economia financeira e ambiental pelo redesenho de produtos para minimizar o seu impacto ambiental. (KAZAZIAN, 2005)

2.2.1.2 Ecodesign

O design é uma atividade provinda da Revolução Industrial no século XIX, cujo surgimento das máquinas gerou a produção em massa de produtos e a substituição do processo artesanal (MORAES,1999).

Pela sua origem, o design passou a ser conhecido por diversos anos como desenho industrial, sendo que a partir década de 90 começaram a surgir novas concepções de design, como o Design para o Ambiente (*Design for environment*). Idéia essa que ganhou forças com o empenho das indústrias eletrônicas dos Estados Unidos da América (EUA) de incluir aspectos ambientais durante os seus projetos de design (FISKEL, 1996).

Assim o Ecodesign, que vem da junção da palavra “ecologia” e “design”, é um termo que não carrega consigo uma conceituação por si só, ele possui várias nomenclaturas e pontos de vista. Na verdade, todos os termos (*Design for environment, green design, design ecológico, etc.*) podem ser considerados apenas sinônimos, pois todos visam o mesmo objetivo: o meio ambiente inserido, intrinsecamente, ao desenvolvimento de produtos, processos ou serviços (NASCIMENTO e VENZKE, 2006).

Manzini e Vezzoli (2002, p. 17) argumentam que o significado do ecodesign “sobressai de maneira imediata dos termos que a compõem: ecodesign é um modelo ‘projetual’ ou de projeto (design), orientado por critérios ecológicos”.

Contudo, um dos conceitos mais novos é o design sustentável que engloba tanto fins sociais como ambientais e econômicos. Ullmann (2005) afirma que o design alinhado com os conceitos sustentáveis, tem um importante papel no planejamento de um futuro responsável e comprometido com o meio ambiente e com a sociedade.

Este estudo não se prendeu, especificamente, a nenhuma dessas nomenclaturas categoricamente, embora se concorde com a visão de Van der Ryn & Cowan (1996), quando afirmam que o design ecológico é simultaneamente uma ferramenta pragmática e uma profunda e esperançosa visão; ao colocar a ecologia à frente do design, ele prevê maneiras específicas de minimizar o uso de matérias-primas, reduzir a poluição, preservar os *habitats*, apoiar as comunidades e promover a saúde e a beleza.

Atualmente, as ameaças que pesam sobre o mundo pesam sobre cada indivíduo. Trata-se de uma relação que tem de ser construída ou reinventada entre os homens e a natureza, sendo parte integrante do ecodesign contribuir para a construção dessa relação. Assim como, produzir sem destruir e conceber um objeto do cotidiano, tornando seu uso durável e seu fim assimilável por outros processos de vida, deve ser a finalidade de uma reflexão global (KAZAZIAN, 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Um sistema artesanal de reciclagem de papel para a confecção de folhas de formato A2 a A4, conforme a DIN¹ (FIGURA 6), exige diversas condições de infraestrutura, materiais e equipamentos para o seu funcionamento e garantia da segurança dos indivíduos que operam o sistema.

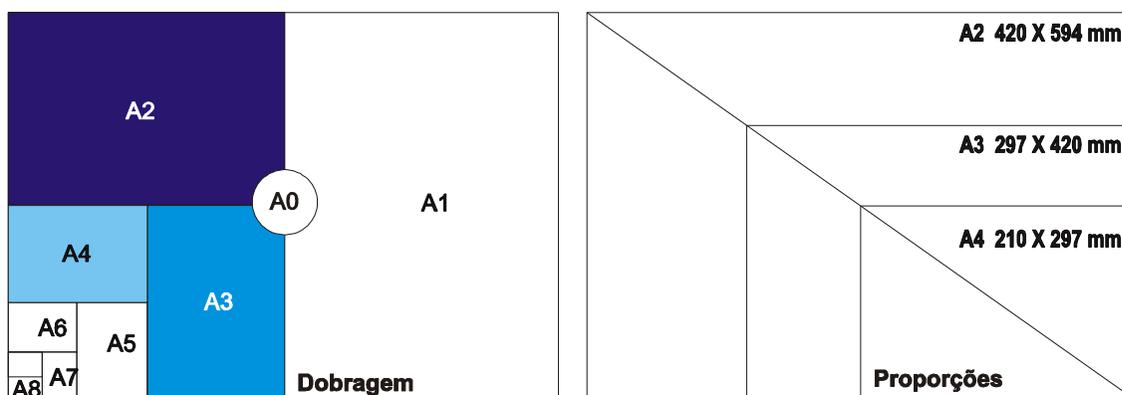


FIGURA 5 – Dobragem e proporções dos formatos de folhas, norma DIN.
Fonte: Adaptado de Bastianello (2005).

As TABELAS 1 a 5 apresentam, respectivamente, as matérias-primas e insumos, a infra-estrutura, os equipamentos, os equipamentos de proteção individual (EPIs) e os utensílios básicos utilizados para as produções de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira realizadas neste estudo.

¹ Segundo Baer (1995), em 1911 a Associação de Engenheiros Alemães, normatizou o formato das folhas de papéis. A *Deutsche Industrie Normen* (DIN) utilizou o formato base, A0 (841 x 1189 mm), dobrando-o 12 vezes para obter os demais até o formato A12 (13 X 18 mm).

TABELA 1 – Matérias-primas e insumos utilizados.

<i>Descrição</i>	<i>Tipo</i>	<i>Especificação</i>
Aparas	Escritório	Branca
Fibras	Pseudocaule de bananeiras	<i>Musa AAA "Giant Cavendishii"</i>
Hidróxido de sódio	Sólido	0,5 g / 1 L de água
Carbonato de sódio	Sólido	0,5 g / 1 L de água
Hipoclorito de sódio	Líquido	10 mL / 200g de matéria-prima
Aglutinante	Lavável Branca a base de PVA	Marca Cascorez
Água	Potável	-
Energia	Elétrica	220 Watts
Gás	Gás Liqüefeito de Petróleo (GLP)	-

A TABELA 1 mostra que as fibras utilizadas eram extraídas do pseudocaule das bananeiras, chamado de “falso tronco”, no entanto outros processos abordam também a extração das fibras das folhas e dos ráquis. Quanto às proporções dos reagentes, foram definidas conforme Bastianello (2005).

TABELA 2 – Infra-estrutura utilizada.

<i>Descrição</i>	<i>Especificação</i>
Área de trabalho e ventilação	100 m ²
Bancadas para as fases seca e úmida	0,65 x 2 x 0,88 m (seca) e 1 x 3 x 0,88 m (úmida)
Entradas de energia elétrica	5 um
Entradas de água	8 um
Entrada de gás	1 um
Saídas de água	8 um
Tanques	3 um
Tinas para folhas A ₂ , A ₃ e A ₄	Ext.71 x 71 x104; Int.58 x 65,5 x 98; Cap.372 L
Torneiras	3 PressMatic Alfa e 5 convencionais

A TABELA 2 traz que o sistema de produção exige uma infra-estrutura simples, mas com boas condições hidráulicas.

TABELA 3 – Equipamentos utilizados.

<i>Descrição</i>	<i>Marca</i>	<i>Especificação</i>	<i>Capacidade/Tamanho</i>
Balança	Toledo	Analítica	15 kg/5 g – 6 kg/2 g
Balança	Ramuza	Tripla escala	30 kg
Cilindro	Malta	Para massas	-
Destructor de documentos	Hefter Officetech	Modelo Roto S600	15 folhas de 75 g/cm ²
Ferro de passar	Eletrolux	Vapor	-
Fogão	Consul	Linha Ideale	6 bocas
Freezer	Consul	Horizontal	420 L
Guilhotina	Krause	TB – 61	A2
Liquidificador	Met.Visa	Industrial	10 L
Prensa	Bovenfu	Hidráulica	15 t e 30 t
Varal	-	Portátil	240 - A ₃ /A ₄ e 120 - A ₂

Dentre os equipamentos utilizados na TABELA 3 destaca-se o liquidificador como essencial para a execução do processo produtivo. Sendo o modelo industrial, devido ao seu porte, o recomendado, pois o liquidificador caseiro esquenta com facilidade, podendo o motor queimar.

TABELA 4 – EPIs utilizados.

<i>Descrição</i>	<i>Tipo</i>	<i>Especificação</i>
Avental	Vinil	1,2 m
Botas	Borracha	Cano curto
Guarda-pó	Algodão	Manga longa
Luvas	Látex natural	Manga longa
Luvas	Nitrílica	50 cm
Luvas	Silicone	Altaferve
Respirador	Descartável	PFF2 valvulada
Óculos	Plástico	Incolor Fênix
Protetor auricular	Silicone	-

Os EPIs incorporados ao processo produtivo e citados na TABELA 4, foram definidos por meio de um trabalho conjunto com a pesquisa de Anselmo (2008).

TABELA 5 – Utensílios utilizados.

<i>Descrição</i>	<i>Especificação</i>	<i>Capacidade/Tamanho</i>
Baldes	Plástico	7,5 L e 15 L
Baldes graduados	Plástico	16 L
Chapa	Compensado	43 x 30 x 5,5 cm
Chapa	Ferro	30,5 x 15 x 1,5 cm
Colheres	Madeira	Grande
Dosador	Plástico	10 - 250 mL
Facas	Facão, Churrasco, Peixeira e Serra	-
Feltros	Carpete, Lã e TNT	A ₄ , A ₃ e A ₂
Panelas	Caldeirão e caçarola em alumínio	9,5 a 32,5 L
Pastas	Portfólio	A ₄ , A ₃ e A ₂
Peneiras	Plástico, tela 16 cm	2,25 L
Prendedor	Polipropileno e aço	Grande
Pulverizador	Plástico	1 L
Recipientes	Plástico retangular	2 a 30 L
Relógio Despertador	Analógico ou digital	-
Telas (forma, marco e grade)	Madeira náutica e malha fina	A ₄ , A ₃ e A ₂

A TABELA 5 demonstra que diversos utensílios são necessários para a execução da técnica, sendo as telas, compostas por três partes: forma, marco e grade, FIGURA 6, os itens que caracterizam o processo de confecção de folhas como artesanal.

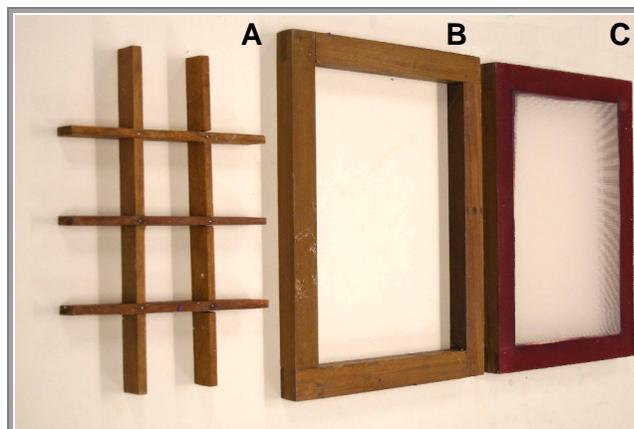


FIGURA 6 – Tela para a produção de papel artesanal, onde grade (A), marco (B) e forma (C).
Fonte: Reciclar (2007).

3.2 Métodos

Este estudo ponderou o ecodesign como conceito norteador da pesquisa, por considerar a variável ambiental um elemento, intrinsecamente, inserido ao desenvolvimento de produtos, processos ou serviços (NASCIMENTO e VENZKE, 2006).

Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se o método qualitativo e quantitativo.

Quanto ao método qualitativo baseou-se, especificamente, no elaborado por Kurt e Lewin, chamado de pesquisa-ação ou de pesquisa de intervenção. Esse método apresenta uma forma de estudar os problemas de um processo com o objetivo de orientar, corrigir e avaliar as ações que o envolve (GONÇALVES *et al.*, 2004). A pesquisa-ação remonta o Ciclo de Deming ou Ciclo PDCA, mesmo método adotado pela ABNT na NBR ISO 14001:2004, que indica requisitos de orientação ao uso do SGA.

O método quantitativo também foi aplicado no estudo para validar os dados observados na pesquisa, apurando a precisão das hipóteses levantadas e indicando percentuais comparativos (GONÇALVES *et al.*, 2004).

3.2.1 Objeto de estudo

Estudou-se o processo, sugerido por Bastianello (2005), de produção de papel reciclado artesanal, com frações mássicas de aparas e fibras de bananeira de 100:0 e 0:100 respectivamente e ainda frações variadas, considerando as sobras de massa das demais frações.

Esse processo apresenta diversas etapas de pré-tratamentos da matéria-prima e preparo da pasta ou polpa antes da formação das folhas, as quais se dividem em fase seca e úmida.

Conforme ilustra a FIGURA 7, a fase seca caracteriza-se pela entrada das matérias-primas, as quais sofrem algumas etapas de triagem e preparação antes de adentrarem a fase úmida, e a fase úmida destaca-se pelo elevado número de entradas de insumos e saídas de efluentes líquidos no processo, na qual as entradas são representadas por círculos, as saídas por losangos e o destino dos efluentes líquidos gerados, neste caso, rede de esgoto, por um hexágono.

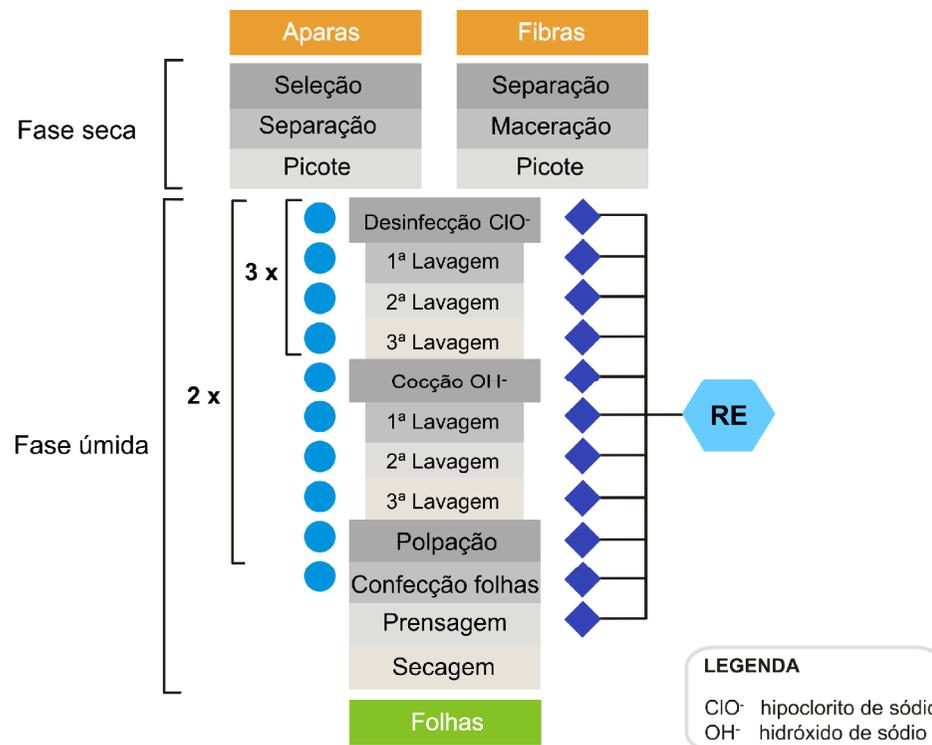


FIGURA 7 – Fluxograma do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Fonte: Adaptado de Bastianello (2005)

A FIGURA 7 demonstra ainda que há 4 procedimentos de lavagem no processo, que se denominou, neste trabalho, de ciclo de lavagem. Todo ciclo é composto por uma tríplice lavagem, somando ao final de 4 ciclos de 12 entradas de insumos bem como 12 saídas de efluentes líquidos unitários para cada entrada de matéria-prima (aparas e fibras de bananeira).

As primeiras etapas do processo, caracterizadas como fase seca, identificam-se por seleção, separação e picotagem das aparas e separação, maceração e picotagem das fibras de bananeira.

As aparas **selecionadas**, FIGURA 8 (A), são de tipo escritório, brancas e devem estar desprovidas de quaisquer manchas (mofo, sujeira ou gordura), grampos e cliques. Já as aparas **separadas** (descartadas), FIGURA 8 (B), por exemplo, com adição de verniz, plastificantes e grande quantidade de impressão, além de jornais, revistas, listas telefônicas, papéis krafts, papelão, papéis coloridos e papéis já reciclados são encaminhadas aos coletores do Programa Reciclar da UNIVILLE, responsável pela coleta seletiva de resíduos sólidos gerados dentro da universidade.

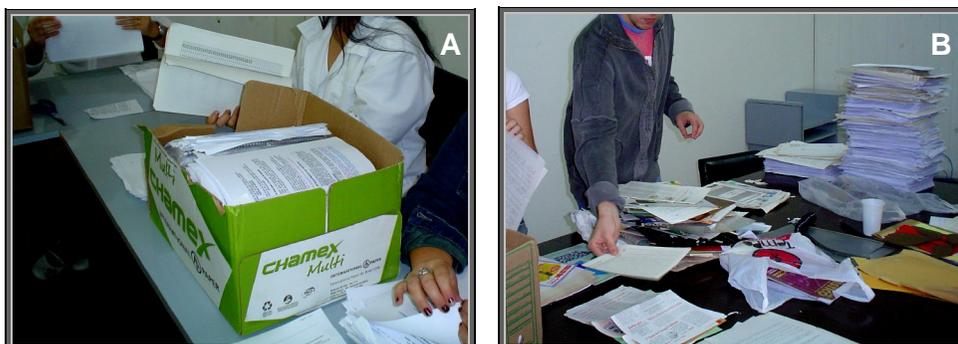


FIGURA 8 – Etapa de seleção (A) e separação (B) das aparas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Concluídas as etapas de seleção e separação, as aparas seguem para a **picotagem**, onde dois tipos de procedimentos podem ser utilizados: manual, cujas aparas são rasgadas no tamanho de aproximadamente 3 cm de largura por 4 cm de comprimento, ou por meio de uma destractora de documentos que fragmenta o papel em tiras de aproximadamente 0,5 cm de largura por 21 cm de comprimento. A FIGURA 9 ilustra os dois procedimentos de picotagem, manual (A) e mecânico (B).

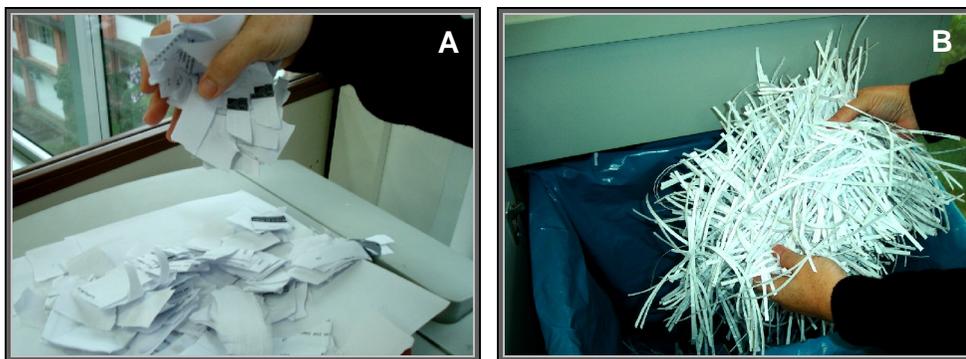


FIGURA 9 – Etapa de picotagem manual (A) e mecânica (B) das aparas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Para a preparação das fibras de bananeira utilizam-se pseudocaules de bananeiras disponíveis como resíduos agrícolas nas propriedades rurais de Joinville/SC. Esses resíduos são coletados e submetidos à etapa de **separação**, cujas bainhas foliares do pseudocaule são destacadas, normalmente, com auxílio das mãos (FIGURA 10 A) e de facas para eliminar as extremidades das bainhas que se encontram em decomposição. O pseudocaule deve ser beneficiado em imediato ou até aproximadamente 48 h após o corte da planta, pois sofre contaminação por fungos e outros microrganismos que participam da degradação do material (GARAVELLO *et. al.*, 1998). Em seguida, ocorre a etapa de **maceração** das bainhas para o rompimento das células parenquimáticas e retirada dos sais minerais existentes para posterior separação das fibras, realizada com o apoio de um cilindro de massas (FIGURA 10 B). Após a maceração, as fibras recebem cortes em sentido longitudinal com largura máxima de 5 cm e depois são **picados** em pedaços menores, conforme mostra a FIGURA 10 (C).



FIGURA 10 – Etapa de separação (A), maceração (B) e picotagem (C) das fibras de bananeira do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Na seqüência, inicia-se a fase úmida do processo, cujas aparas e fibras de bananeira percorrem as seguintes etapas: desinfecção, cocção, polpação, confecção das folhas, prensagem e secagem.

A primeira etapa, a **desinfecção**, é quando ocorre a limpeza e clareamento das aparas e fibras de bananeira que são colocadas em recipientes acrescidas de 10 mL de hipoclorito de sódio (NaClO) para cada 200 g de aparas ou fibras de bananeira e permanecem imersas em água, conforme ilustra a FIGURA 11 (A), por 24 horas. Em seguida, realiza-se o 1º ciclo de lavagem, FIGURA 11 (B). A desinfecção deve ser repetida por mais duas vezes, acontecendo assim o 2º e 3º ciclo de lavagem.

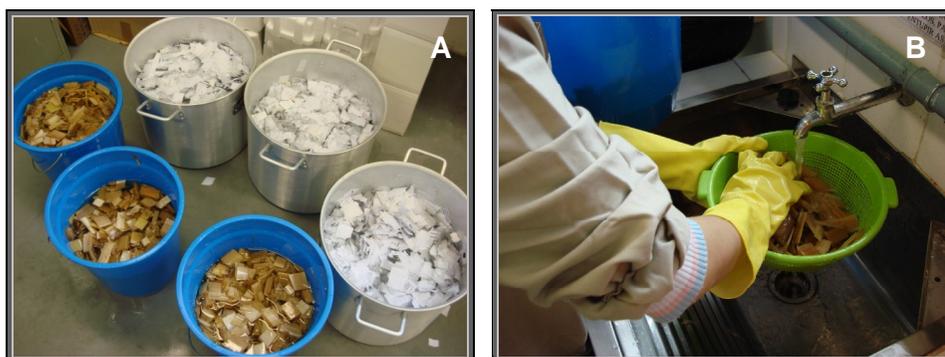


FIGURA 11 – Etapa de desinfecção - molhos (A) e lavagens (B) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Após a desinfecção, ocorre a etapa de **cocção** das aparas e fibras de bananeira, conforme ilustra a FIGURA 12 (A e B). Nessa etapa, transfere-se as aparas e fibras de bananeira para panelas, adiciona-se água até cobri-las, medindo o volume, e 0,5 g de hidróxido de sódio (NaOH) para cada 1 L de água utilizada. O tempo de cozimento deve ser de 30 min depois de observada fervura. Para finalizar essa etapa, deixa-se resfriar as aparas e fibras de bananeira e realiza-se o 4º ciclo de lavagem. Posteriormente, inicia-se o processamento das aparas e fibras de bananeiras em polpas.



FIGURA 12 – Etapa de cocção - aparas (A) e fibras de bananeira (B) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

A **polpação** é o último refinamento das aparas e fibras de bananeira, utiliza-se para cada 100 g de matéria-prima, 1 L de água e bate-se em um liquidificador durante 60 seg. Em seguida, a polpa é retida e coada com auxílio de peneiras (FIGURA 13 A). Caso as polpas (FIGURA 13 B e C) não sejam utilizadas no momento, essas devem ser acondicionadas em ambiente refrigerado (10 °C) por até 30 dias, após esse período há a necessidade de nova polpação.

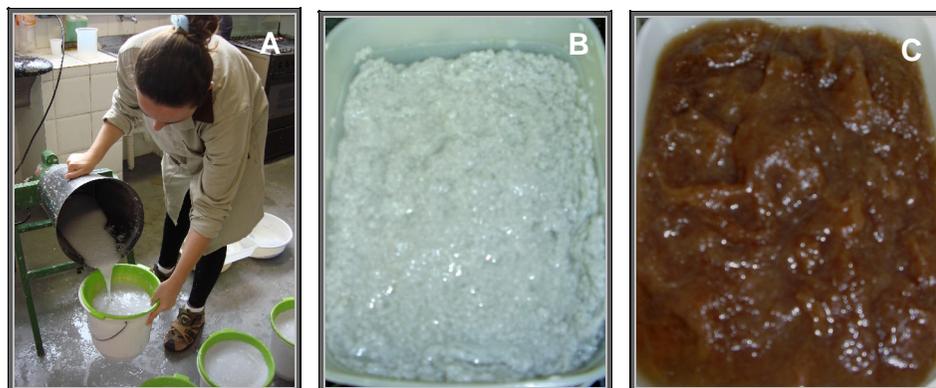


FIGURA 13 – Etapa de polpação - coação (A), polpa de aparas (B) e polpa de fibras de bananeira (C) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Para a **confeção das folhas**, as polpas de aparas e fibras de bananeira são vertidas em um recipiente com água e aglutinante (cola). Assim, por meio da imersão/suspensão de uma tela, FIGURA 14 (A e B), é içada determinada quantidade de polpa para formar a folha, essa é cuidadosamente transferida, FIGURA 14 (C e D), para um suporte absorvente grosso (feltro), aqui, carpete, previamente umedecido.



FIGURA 14 – Confeção das folhas - imersão/suspensão da tela (A), emersão da tela (B), uso de uma grade de ripas de madeira junto à forma da tela para auxiliar a transferência da folha para um suporte absorvente (C) e transferência da folha (D) - do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Conforme produzidas, as folhas são empilhadas até formar um conjunto de 10 un e, em seguida, são conduzidas para **prensagem**, FIGURA 15 (A), sendo que entre uma folha e outra são utilizados feltros mais finos, como o TNT. Inicialmente as folhas sofrem uma prensagem de 10 t/cm^2 , na seqüência são adicionados feltros de algodão para ocorrer uma segunda prensagem a 6 t/cm^2 .

As folhas então são encaminhadas para a **secagem**, no caso, utiliza-se o processo natural, FIGURA 15 (B).



FIGURA 15 – Etapa de prensagem (A) e secagem da folhas (B) do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

3.2.2 Ciclo PDCA: Procedimentos metodológicos

Com base na técnica previamente detalhada, aplicou-se as 4 fases-chave do Ciclo PDCA sobre o processo, considerando a execução de 5 bateladas da técnica para planejar, implantar, verificar e avaliar os requisitos ambientais propostos para a melhoria do processo até propor as ações de gerenciamento do processo para promoção da melhoria contínua. Essas foram realizadas em laboratórios com infra-estruturas específicas para a execução da técnica e dos ensaios aplicados.

3.2.2.1 Planejamento

Na primeira fase do Ciclo PDCA, **planejamento**, foi executada a 1ª batelada da técnica, especificamente, para se conhecer melhor os fluxos de entradas (matérias-primas e insumos) e saídas (resíduos e produtos) do processo, os quais foram divididos em dois sub-processos: preparação das pastas e formação das folhas, conforme ilustra a FIGURA 16.

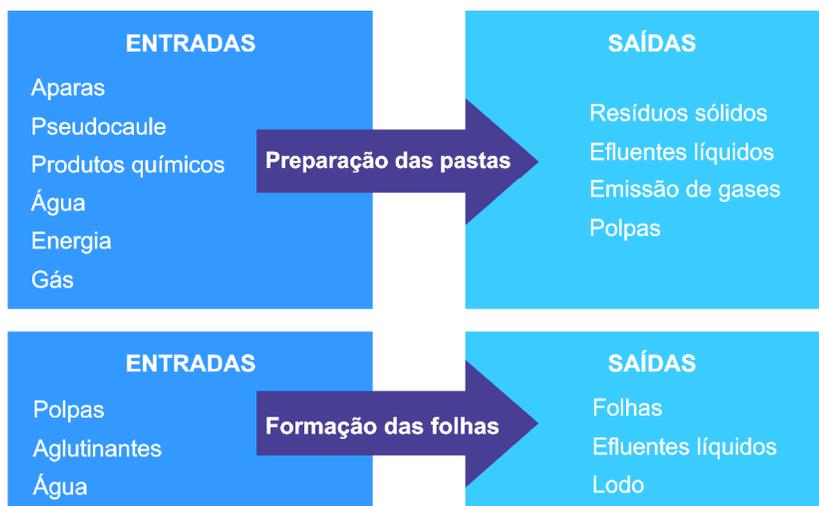


FIGURA 16 – Fluxo de entradas e saídas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Os fluxos foram quantificados com a finalidade de identificar os seus aspectos ambientais, apresentado na FIGURA 17 e avaliar os seus impactos, destacando os mais significativos a partir dos critérios estabelecidos na FIGURA 18.

IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS				Data: Revisão: Responsável : GESTÃO AMBIENTAL			
Identificação				Avaliação			
Nº	Etapa	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Consequência/ Severidade (A)	Frequência/ Probabilidade (B)	Categoria (A x B)	Requisitos legais SIGNIFICÂNCIA
01							

FIGURA 17 – Quadro modelo para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.
Fonte: Adaptação do modelo utilizado pela empresa de consultoria Asteka Ambiental (2008).

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS		Data: Revisão: Responsável : GESTÃO AMBIENTAL		
AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS		Frequência/Probabilidade		
		Alta (A) - Quando ocorre mais de uma vez por batelada do processo ou inexistente gerenciamento dos aspectos ambientais ou ainda o impacto poderá ser causado por outros inúmeros aspectos.	Média (B) - Ocorre uma vez por batelada do processo ou quando existe gerenciamento dos aspectos ambientais ou ainda quando o impacto poderá ser causado por outros aspectos.	Baixa (C) – Não ocorre na batelada do processo gerenciamento dos aspectos ambientais ou ainda quando o impacto poderá ser causado por poucos aspectos.
Consequência/Severidade	Alta (A) - Impacto de grande magnitude, cuja degradação ambiental tem consequências financeiras negativas e também acarreta perda de imagem para a empresa.	CRÍTICO (1)	CRÍTICO (1)	CRÍTICO (1)
	Média (B) - Impacto de média magnitude, capaz de alterar a qualidade ambiental na região e de potencial de degradação ambiental com consequências financeiras negativas e também acarretando perda de imagem para a empresa, mesmo reversível.	MODERADO (2)	MODERADO (2)	MENOR (3)
	Baixa (C) - Impacto cuja magnitude é desprezível em relação à degradação ambiental. As consequências para o negócio são baixas e sem perda de imagem para a empresa.	MODERADO (2)	MENOR (3)	MENOR (3)
		SIGNIFICÂNCIA		
CRÍTICO		Sempre são considerados significativos.		
MODERADO		São significativos quando existir um requisito legal associado.		
MENOR		Não são significativos, mesmo se houver requisito legal associado.		

FIGURA 18 - Critérios de avaliação dos aspectos e impactos ambientais do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.
Fonte: Adaptação do modelo utilizado pela empresa de consultoria Asteka Ambiental (2008).

Foram utilizados aparas picotadas e cavacos de pseudocaules de bananeira, com valores de massas definidos arbitrariamente e aferidos em balança. A quantidade de água utilizada foi medida por um relógio de vazão e o efluente obtido foi verificado com um pHmetro de campo.

Os valores obtidos nessa batelada, além terem possibilitado a identificação dos aspectos e impactos ambientais significativos do processo, direcionaram os requisitos de melhorias ambientais propostos para a técnica, bem como as ações para análise do alcance dessas melhorias, tais como:

a) Reestruturação do sistema de coleta, seleção, separação e picotagem das aparas: foi determinado um novo sistema de coleta de dados semanal, considerando o primeiro semestre de 2008, para levantar a quantidade de aparas brancas selecionadas bem como a quantidade de aparas mistas e resíduos diversos separados, por meio de uma ficha modelo apresentada na FIGURA 19. Foram 12 pontos de coletas, os quais compreenderam alguns setores administrativos da UNIVILLE com um número aproximado de 40 funcionários. A picotagem das aparas selecionadas ocorreu por meio de uma fragmentadora com capacidade de picotagem de até 15 folhas de 75 g/cm² por vez.

COLETA, SELAÇÃO, SEPARAÇÃO e PICOTAGEM DAS APARAS						Data: Revisão: Responsável: GESTÃO AMBIENTAL
Mês	Dia	Responsável	Branco (kg)	Misto (kg)	Resíduo (kg)	Total (kg)

FIGURA 19 – Ficha modelo para coleta, seleção, separação e picotagem das aparas.

b) Aplicação de variáveis ambientais de qualidade do efluente gerado: para a determinação da qualidade do efluente, após cada lavagem e considerando duas amostras de todo o efluente gerado durante a preparação das polpas de aparas e fibras de bananeira, uma do estágio ClO⁻ (desinfecção) e a outra do estágio OH⁻ (cocção e polpação), foram coletados 1 L de amostra de cada um desses processos e realizadas as seguintes análises químicas em duplicatas, com base nas normas *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2005),

quais sejam: teor de cloretos, acidez, alcalinidade e teor de sólidos, além de aferir o pH. Foram também realizadas medições de pH quanto as águas de entradas do processo como forma controle nos dos parâmetros aplicados. A FIGURA 20 apresenta os métodos de análises utilizados.

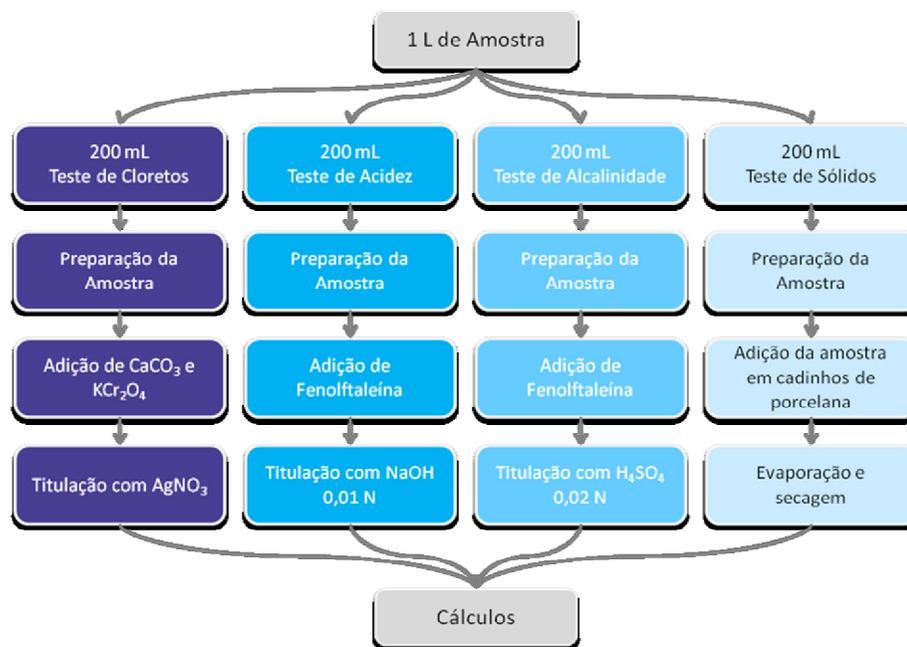


FIGURA 20 - Procedimentos e métodos para a realização das análises de qualidade dos efluentes gerados a partir dos parâmetros determinados.

c) Comparação de dois pré-tratamentos de cocção: a cocção é um pré-tratamento onde as aparas e fibras de bananeira são expostas a uma determinada carga de NaOH e elevada temperatura para favorecer o isolamento das fibras, mas que produz vapor cáustico. Assim, como o hidróxido de sódio é um reagente de altamente nocivo ao homem e ao ambiente, verificou-se a viabilidade de substituição desse agente por outro menos maléfico, como o carbonato de sódio, que foi aplicado nas mesmas proporções e condições do hidróxido de sódio. Foram comparados o cozimento das aparas e fibras de bananeira com 0,5 g de hidróxido de sódio e de carbonato de cálcio na proporção de 1 L de água e temperatura de aproximadamente 100 °C. O efeito da substituição foi analisado a partir da aparência das aparas e fibras de bananeira e das variáveis ambientais de qualidade de água das saídas dos cozimentos sob os mesmos procedimentos e métodos apresentados anteriormente (FIGURA 20). A utilização do carbonato de sódio (Na_2CO_3) como

uma alternativa de carga química a ser aplicada para o isolamento das aparas e fibras de bananeira baseou-se em Asunción (2002) e nos dados de 2004 do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE) da Universidade do Estado de São Paulo (UNESP), o qual classifica o hidróxido de sódio como severo em relação a riscos para a saúde e de cuidado extremo ao contato com a pele e olhos e o carbonato de sódio como de risco leve à saúde e moderado ao contato (IBILCE, 2004).

d) Padronização dos procedimentos de lavagens: os ciclos de lavagem foram padronizados com troca das torneiras convencionais antes utilizadas por torneiras de pressão (PressMatic). O procedimento de lavagem definiu-se por um toque na torneira, a qual compreendia 700 mL de água, para cada 200 g de aparas e fibras de bananeira.

e) Relação do consumo de água e do rendimento em polpa com a quantidade de matéria-prima seca de entrada: considerando aspectos econômicos e ambientais, foram realizadas bateladas do processo com diversos valores de massas secas de entrada tanto de aparas quanto de fibras de bananeira, aferidos em balança. Para averiguar a massa mínima relacionou-se o consumo de água do beneficiamento das aparas e fibras de bananeira com a quantidade de matéria-prima seca e a quantidade de polpa obtida também com a quantidade de matéria-prima seca. O consumo de água utilizado compreendeu apenas até as etapas de produção de polpa, ou seja, a quantidade de água usada para a confecção de folhas não foram contabilizados por ser particular a cada batelada do processo.

3.2.2.2 Implementação e verificação

Dentre a 2ª e 4ª batelada de execução da técnica foram realizadas a segunda e terceira fase do Ciclo PDCA, respectivamente, onde **implementaram-se** e **verificaram-se** os requisitos de melhorias ambientais propostos. Os monitoramentos e as medições dos dados dessas propostas ocorreram por meio das fichas

descritivas das entradas e saídas por etapa do processo, FIGURA 21, e das folhas confeccionadas, FIGURA 22, a qual considera o formato, a gramatura e a ordem de produção das folhas.

DESCRIÇÃO DAS ENTRADAS E SAIDAS POR ETAPA DO PROCESSO					Data: Revisão: Responsável: GESTÃO AMBIENTAL	
Técnica:						
Etapa:						
Procedimento:						
Atividade	Entradas	Qtd.	Coleta	Saídas	Qtd.	Coleta

FIGURA 21 – Ficha modelo para a descrição das entradas e saídas por etapas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

DESCRIÇÃO DE FOLHAS CONFECCIONADAS POR PROCESSO					Data: Revisão: Responsável: GESTÃO AMBIENTAL	
Técnica:						
Etapa:						
Procedimento:						
Ordem de produção	Formato	Tamanho (mm)	Área (mm²)	Peso (g)	Gramatura (g/mm²)	

FIGURA 22 – Ficha modelo para a descrição das folhas confeccionadas por batelada do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

3.2.2.3 Avaliação

Considerando os resultados obtidos dos requisitos para a melhoria da técnica foi definida uma nova proposta de fluxograma do processo e com base nesse, foi realizada uma 5ª batelada de execução da técnica para **avaliar**, quarta fase do Ciclo PDCA, a eficiência das alterações proposta no processo produtivo (desempenho ambiental), comparando para isso a quantidade de folhas geradas com o processo original. A partir das análises sugeriram-se também ações de gerenciamento para o processo, com objetivos e metas ambientais mensuráveis, por meio do quadro indicado na FIGURA 23.

AÇÕES DE GERENCIAMENTO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS SIGNIFICATIVOS					Data: Revisão: Responsável : GESTÃO AMBIENTAL	
Cód	Etapa	Aspectos Ambientais	Objetivos e Metas Ambientais	Controle Operacional	Monitoramento e Medição	Indicador

FIGURA 23 – Quadro modelo para a determinação das ações de gerenciamentos dos aspectos ambientais do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Fonte: Adaptação do modelo utilizado pela empresa de consultoria Asteka Ambiental (2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Cada análise realizada neste estudo revelou-se importante a partir do repensar a técnica com base nas 4 fases-chave do Ciclo PDCA, as quais permitiram implantar e analisar diversas propostas de melhorias, bem como avaliar o desempenho ambiental do processo até propor ações de gerenciamento para a promoção da melhoria contínua.

Inicialmente, foi necessário quantificar os fluxos de entradas e saídas do processo para conhecê-los melhor. Assim como o SGA, demais abordagens de integração com o meio ambiente começam pelo conhecimento dos fluxos e impactos dos seus processos, produtos ou serviços (KAZAZIAN, 2005).

4.1 Fluxos do processo

Apresentam-se a seguir os valores das principais entradas e saídas do processo, como (a) a transformação das matérias-primas secas em polpas, (b) a relação do consumo de água e a geração de efluente e (c) a aplicação das polpas obtidas na produção das folhas.

a) Matérias-primas secas → polpas obtidas

As massas secas de entrada foram de 0,45 kg de aparas picotadas e 4 kg de cavacos de pseudocaulis de bananeira, sendo que, após o processamento, essas massas tiveram sua saída em polpa, com um rendimento observado em quilograma de 12 e 1,6 vezes das aparas e fibras de bananeira, respectivamente. O GRÁFICO 1 mostra uma comparação entre os valores de matérias-primas utilizados e polpas obtidas.

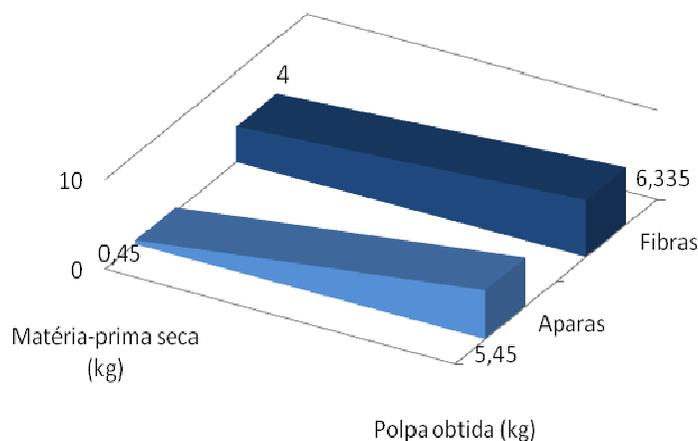


GRÁFICO 1 – Quantidade de aparas (kg) e fibras de bananeira (kg) beneficiadas em polpa na batelada do processo com 4,45 kg de massa seca de entrada.

b) Uso de água → geração de efluente

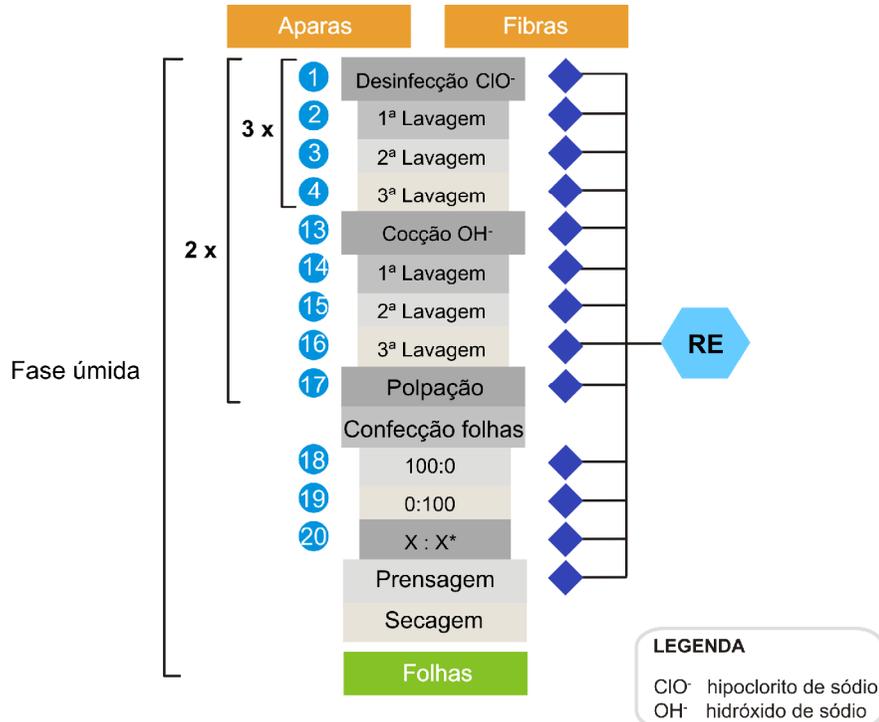
A quantidade de água de entrada no processo está registrada na TABELA 6, apresentado o consumo por etapa, bem como o volume total consumido e a razão do volume de água por massa seca de entrada.

TABELA 6 - Consumo de água por etapa e total em litros (L) na batelada do processo com 4,45 kg de massa seca.

Fase	Etapa	Sub-etapa	Entrada	Aparas	Fibras	Total
Seca	Seleção	-	Massa (kg)	0,45	4,00	4,45
PREPARAÇÃO DAS PASTAS						
Úmida	Desinfecção	Molhos		21,00	19,50	40,50
		1 a 3º Ciclos de lavagem		143,10	280,17	423,27
	Cocção	Cozimento		4,00	6,00	10,00
		4º Ciclo lavagem	H ₂ O (L)	47,70	93,39	141,09
	Polpação	-		25,80	48,94	74,74
FORMAÇÃO DAS FOLHAS						
	Confecção de folhas	100:0; 0:100; 55:45		64,88	47,63	112,51
Total				306,48	495,63	802,11
Razão (L/Kg)				681,07	123,91	804,97

A partir dessa quantificação observou-se um grande consumo de água pelo processo, em torno de 800 L. Os ciclos de lavagens, quando comparado com as demais etapas do processo, foram os responsáveis pela maior parte desse consumo

(517,39 L), o que compreende aproximadamente 64 % de volume total de água usado e representa 24 das 40 entradas de água do processo, considerando 12 entradas tanto para as aparas como para as fibras de bananeira na fase úmida, conforme ilustra a FIGURA 24.



* Massas remanescentes das frações 100:0 e 0:100 de aparas e fibras de bananeira.

FIGURA 24 – Fluxograma da fase úmida do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

A maior parte desse volume de água saiu na forma de efluente. Assim, considerando que as etapas de desinfecção e cocção são as que utilizam produtos químicos, respectivamente, NaClO e NaOH , para pré-tratamentos das matérias-primas (aparas e fibras de bananeira), utilizou-se como controle os valores de pH do efluente. Os efeitos por etapas do processo sobre esse parâmetro podem ser observados no GRÁFICO 2.

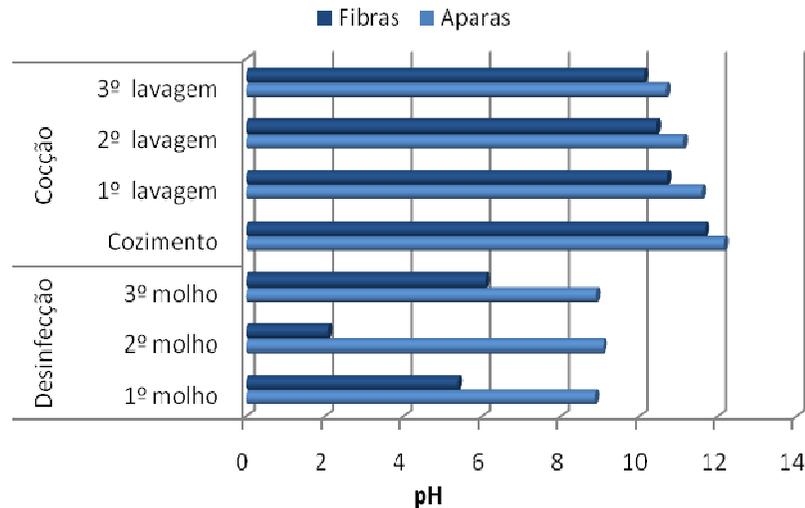


GRÁFICO 2 – Valores de pH dos efluentes dos molhos de desinfecção, dos licores de cozimento e do 4º ciclo de lavagem das aparas e fibras de bananeira na batelada do processo com 4,45 kg de massa seca de entrada.

Na etapa de **desinfecção** observa-se que os valores para o efluente das aparas apresentam-se alcalinos enquanto que para as fibras de bananeira um efluente ácido. Já na etapa de **cocção**, os licores de saída do cozimento mostraram valores elevados de pH tanto para as aparas quanto para as fibras de bananeira, acima dos padrões de lançamento que são de 6 a 9, sendo que esses, mesmo com a aplicação do 4º ciclo de lavagem, mantiveram-se alcalinos. O teor ácido apresentado pelo efluente proveniente das fibras de bananeira pode estar relacionado com a saída de sais minerais que favorecem a redução do pH. Já os valores registrados na cocção justificam-se por conta da presença de NaOH durante essa etapa. No mais, registra-se que não foram encontradas na literatura referências comparativas.

c) Polpas → Folhas de papel

A partir da entrada das polpas obtidas, juntamente com insumos como água e cola, na etapa de confecção das folhas, obteve-se uma saída de 23 unidades de folhas, formato A3. A TABELA 7 apresenta as quantidades de polpas e insumos utilizados para a confecção dessas folhas.

TABELA 7 – Quantidade de polpas e insumos utilizados para a confecção de folhas na batelada 4,45 kg de massa seca.

<i>Frações Mássicas Aparas e Fibras</i>	<i>Polpa (kg)</i>	<i>Água (L)</i>	<i>Cola (kg)</i>	<i>Folhas (A3)</i>
100:0	4,19	52,5	0,5	10
0:100	5,33	37,5	0,6	8
55:45*	1,26:1,00	22,5	0,4	5
Total	11,78	112,5	1,5	23

* Valores de polpas remanescentes das frações 100:0 e 0:100.

Ao relacionar o total de polpa (11,78 kg) e água (802,11 L) utilizadas na produção pelo número total de folhas confeccionadas (23 un), tem-se um desempenho médio do processo de 0,51 kg de polpa e 34,9 L de água por unidade de folha obtida.

Assim, com a quantificação dos fluxos de entradas e saídas do processo, comprovou-se um elevado consumo de água, sendo que as aparas absorveram, expressivamente, mais água que as fibras até o refinamento em polpa. Observou-se também que para as aparas o efluente é alcalino nos dois pré-tratamentos, no caso das fibras de bananeira o efluente torna-se alcalino no pré-tratamento de cocção.

A partir dessas informações foi possível identificar também os aspectos e impactos ambientais de cada etapa do processo e avaliar os seus níveis de significância, segundo a FIGURA 18 da seção 3.2.2.1 deste trabalho.

4.1.1 Aspectos e impactos ambientais do processo

Ao ponderar a somatória dos critérios de avaliação obtiveram-se como etapas significantes: seleção e separação das aparas; desinfecção; cocção; polpação e confecção de folhas, conforme mostra a FIGURA 25. O quadro completo com as demais etapas encontra-se no Apêndice A.

ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS				Data: mar/08 Revisão: 00 Responsável: Debora GESTÃO AMBIENTAL				
Identificação				Avaliação				
Nº.	Etapa	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Consequência/Severidade (A)	Frequência/Probabilidade (B)	Categoria (A x B)	Requisitos Legais	Significância
1	Seleção e Separação Aparas	Uso de recursos florestais Geração de resíduos sólidos	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade do solo/aumento de lixo em aterros e dos recursos hídricos.	B	B	2	X	S
2	Desinfecção	Utilização de água Uso de produtos químicos Geração de efluente	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	A	B	1	X	S
3	Cocção	Utilização de água Uso de produtos químicos Geração de efluente	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	A	B	1	X	S
4	Polpação	Uso de energia elétrica Utilização de água Geração de efluente	Possibilidade de esgotamento dos recursos naturais e indisponibilidade para outro usuário. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	B	B	2	X	S
5	Confeção de folhas	Utilização de água Uso de produtos químicos Geração de efluente	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	B	B	2	X	S

FIGURA 25 – Quadro indicativo dos aspectos e impactos ambientais considerados significativos para o processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Essas etapas sobressaíram-se pelo uso de insumos como a água e de matéria-prima proveniente de florestas, tendo como requisitos legais o Decreto Estadual nº 14.250/81, que regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental (SANTA CATARINA, 1981) e a Lei Federal nº 4771/65 - Código Florestal - que traz em seu Art. 1º que todas as florestas existentes no território nacional são bens de interesse comum a todos os habitantes do País (BRASIL, 1965). O uso desequilibrado desses recursos pode contribuir, sem considerar escalas de produção, para o esgotamento de recursos naturais. Assim como a geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos pode alterar da qualidade dos solos e dos recursos hídricos, configurando situações de risco à saúde e ao meio ambiente (ROCCA, 2006).

O exame dessas etapas direcionou os requisitos de melhoria do processo para ações quanto ao uso de recursos naturais, à geração de resíduos sólidos, à geração de efluente e ao uso de produtos químico.

4.2 Melhorias para o processo

Além de terem possibilitado a identificação dos aspectos e impactos ambientais significativos do processo, os valores obtidos nessa batelada, direcionaram os requisitos de melhorias ambientais propostos para a técnica e a partir dos aspectos ambientais delinear-se algumas ações para redução dos seus impactos como (1) a reestruturação do sistema de coleta, seleção, separação e picotagem das aparas, (2) a aplicação de variáveis ambientais de qualidade dos efluentes gerados e (3) a comparação de dois pré-tratamentos de cocção. Durante essas ações, outras possibilidades de ensaios apresentaram-se pertinentes, tais como (4) a padronização dos procedimentos de lavagens e (5) a relação tanto do consumo de água com a quantidade de matéria-prima seca de entrada quanto da quantidade de polpa beneficiada com a quantidade de matéria-prima seca de entrada.

A aplicação dessas propostas de tornar mais eficiente os diversos aspectos ambientais da técnica resultou em (1) maior controle dos resíduos sólidos coletados e utilizados; (2) redução do consumo de água e reuso do efluente gerado; (3) restrição do uso de agente nocivo ao homem e ao meio ambiente, considerando o pré-tratamento de cocção; (4) minimização da influência do indivíduo nos procedimentos de lavagens; (5) definição de um valor de massa mínima de matéria-prima seca de entrada no processo, considerando aspectos econômicos e ambientais.

4.2.1 Controle dos resíduos sólidos coletados e utilizados

Para se ter controle dos resíduos sólidos coletados e utilizados no processo foi reestruturado, em 2008, o sistema de coleta, seleção, separação e picotagem das aparas, onde os responsáveis pelo sistema foram treinados para a seleção e separação correta dos resíduos. Os funcionários dos setores envolvidos na coleta também receberam treinamento quando o projeto *“Mulher com Fibra”* foi implantado (BARAUNA *et al.*, 2006).

Os dados foram agrupados trimestralmente, pela sua classificação, tais como aparas brancas, aparas mistas e resíduos diversos, conforme demonstra a TABELA 8.

TABELA 8– Quantidade absoluta (kg) e relativa (%) dos resíduos sólidos coletados trimestralmente por tipo.

<i>Resíduos</i>	<i>1º Trimestre</i>		<i>2º Trimestre</i>		<i>Total</i>	
	<i>kg</i>	<i>%</i>	<i>kg</i>	<i>%</i>	<i>kg</i>	<i>%</i>
Branco	41,60	76,0	44,55	66,4	86,15	71,20
Misto	12,40	22,6	20,50	30,5	32,90	26,55
Diversos	0,75	1,40	2,05	3,10	2,80	2,25
Total	54,75	100	67,1	100	121,85	100

Observa-se que 71 % dos resíduos coletados caracterizam-se como do tipo branco, sendo similares os valores nos dois trimestres, justificado pela finalidade administrativa dos setores onde as coletas ocorrem. No entanto, ressalta-se o pouco uso dos dois lados do resíduo, o chamado uso “rascunho”.

Os resíduos classificados como diversos, que embora se apresentem em quantidade relativa de 2 % em média do total coletado nos dois trimestres, sua características foram analisadas de forma qualitativa e quantitativa. A TABELA 9 traz os tipos e as descrições dos resíduos observados e o GRÁFICO 3 a sua frequência relativa de presença nas coletas.

TABELA 9 – Análise qualitativa dos resíduos diversos coletados nos trimestres.

<i>Tipo</i>	<i>Descrição</i>
Papel misto separado errado	Caixa de chá, pasta de dente e cartucho de tinta; envelope; pasta suspensa; revista; etc.
Papel sanitário	Papel toalha e guardanapo.
Papel sujo	Saquinho de lanche.
Plástico	Copo; capa; espiral de encadernação; saco; etc.
Embalagem de doces	Embalagem de bis, sonho de valsa, brigadeiro, etc.
Outros	CD; disquete; pedaço de persiana; fita; disquete; etc.

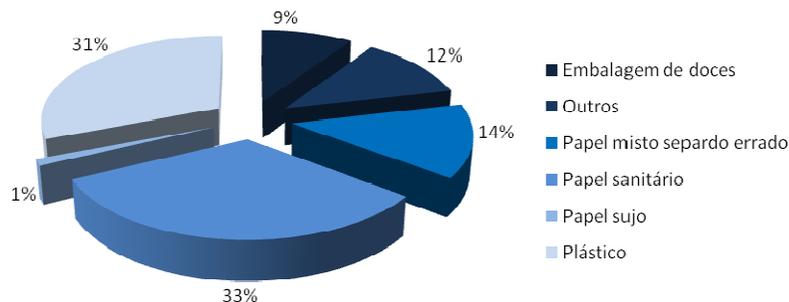


GRÁFICO 3 – Análise quantitativa de frequência relativa (%) dos resíduos sólidos diversos coletados nos dois trimestres do primeiro semestre de 2008.

Verifica-se que os principais resíduos encontrados são os papéis do tipo sanitário e o plástico, 33 e 31% respectivamente. Assim, pondera-se que há necessidade de novas ações de educação ambiental quanto à destinação dos resíduos aos coletores. E, ao se considerar que 14% dos resíduos diversos são do tipo papel misto, que não deveriam estar separados nessa categoria, nota-se que há a necessidade de novo treinamento com os responsáveis pela execução do sistema.

4.2.2 Redução e reuso da água utilizada

Os estudos para a redução do consumo de água foram realizados a partir de análises de qualidade dos efluentes gerados nos ciclos de lavagens do processo, considerando como variáveis: teor de cloretos, acidez, alcalinidade, teor de sólidos e pH. Essas variáveis foram definidas em decorrência dos tipos de insumos aplicados (NaClO e NaOH). Os valores obtidos nessas análises estão apresentados no apêndice B, com exceção dos testes de sólidos, que não apresentaram resultados significativos para discussão e consideração neste estudo.

Com os resultados dessas análises foi possível observar que, da segunda para a terceira lavagem de cada ciclo, a maioria das variáveis investigadas não sofreram redução expressiva. Assim, sugeriu-se substituir os 4 ciclos de lavagens triplas por 4 ciclos de lavagens duplas, reduzindo portanto de 24 para 16 lavagens e

de 42 para 34 entradas de água no processo, conseqüentemente diminuindo o consumo desse insumo.

Embora, tenha-se reduzido a entrada de água no processo, com a aplicação da ficha descritiva de entradas e saídas de matérias-primas e também de insumos na batelada com 12 kg de massa seca de entrada, ou seja, 3 kg de aparas e 9 kg de fibras de bananeira, verificou-se ainda que cerca de 69 % do total de água que entrou no processo saiu na forma de efluente, conforme ilustra a TABELA 10.

TABELA 10 – Total de água de entrada (E) e saída (S) na batelada do processo com 12 kg de massa seca e o percentual de saída em relação à entrada.

Sub-processos	Aparas (3 kg)		Fibras (9 kg)		Total (12 kg)	
	E (L)	S (L)	E (L)	S (L)	E (L)	S (L)
Preparação da pasta	615,55	354,50	341,00	307,10	956,55	661,60
Formação das folhas (A3)	138,00	131,40	102,00	96,60	240,00	228,00
Total H₂O (L)	753,55	485,90	443,00	403,70	1196,55	889,60
Razão (L/kg)	251,18	161,97	49,22	44,86	300,41	206,82
%		64,48		91,14		68,85

Ao se ponderar apenas o total de entradas e saídas das aparas, tem-se uma geração de aproximadamente 65 % de efluentes líquidos e no caso das fibras de bananeira, de mais de 90 %. Esses percentuais refletem o aumento de massa que as aparas têm até se transformarem em polpa, explicando o seu elevado rendimento, ao contrário das fibras que absorvem menos água, rendendo menos polpa e gerando maior quantidade de efluente.

Esses dados evidenciam a importância de reusar os efluentes líquidos gerados a partir de um sistema de tratamento simples e mais apropriado para as características do efluente obtido.

Dessa maneira, idealizou-se um sistema com duas estações de tratamento, considerando uma para o estágio CIO⁻ do processo e outra para o estágio OH⁻, os quais compõem até o sub-processo: preparação das pastas (FIGURA 26), uma vez que o efluente da formação de folhas pode variar conforme composição desejada, devendo assim ser tratado de forma diferenciada.

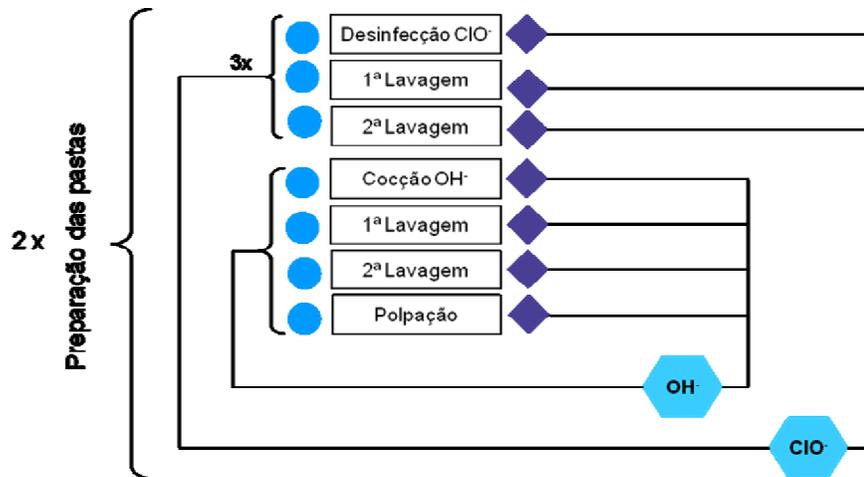


FIGURA 26 – Proposta de sistema de tratamento duplo dos efluentes gerados no sub-processo: preparação das pastas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Para verificar a viabilidade dessa proposta, ainda nessa batelada do processo (com 12 kg de massa seca), foram realizadas análises sob os mesmos parâmetros de qualidade e métodos anteriormente aplicados, seção 3.2.2.1, considerando duas amostras de todo o efluente gerado em cada estágio de preparação das pastas de aparas e fibras de bananeira, além de aferir o pH das águas de entrada nesse sub-processo.

Conforme mostra o GRÁFICO 4, as águas de entrada apresentaram pH, entre 6 e 9. Portanto, considerados sem influência direta nos resultados das análises do efluente.

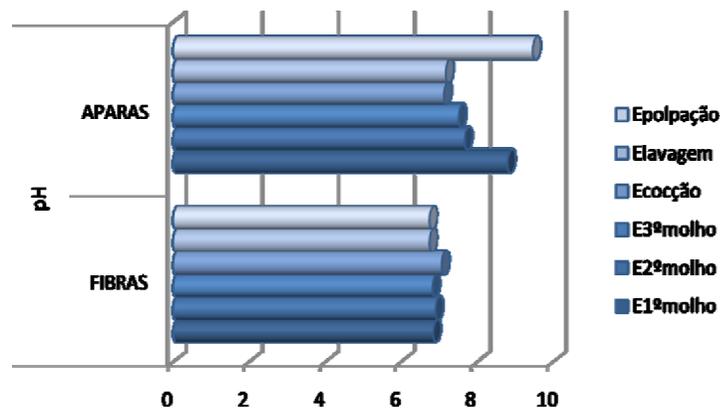


GRÁFICO 4 – Valores de pH das águas de entrada no sub-processo de preparação das pastas da batelada com 12 kg de massa seca de entrada.

O GRÁFICO 5 apresenta os valores de pH sobre as amostras dos efluentes dos dois estágios do sub-processo de preparação das pastas. Já os resultados das análises de acidez, alcalinidade e teor de cloretos, podem ser observados nos APÊNDICE C, ponderando que para o estágio OH^- de preparação da polpa de fibras de bananeira não foi possível realizar as análises, devido à cor das amostras.

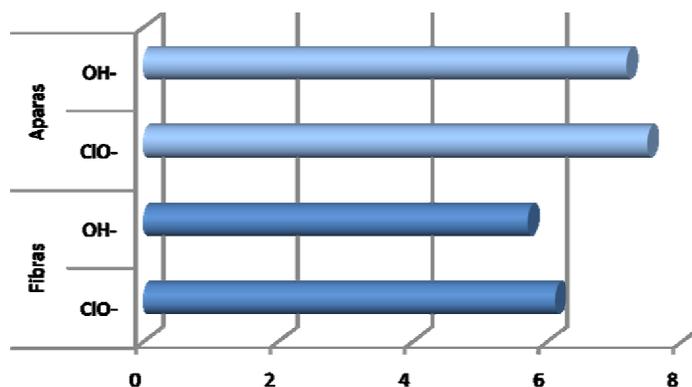


GRÁFICO 5 – Valores de pH dos efluentes dos estágios ClO^- e OH^- do sub-processo de preparação das pastas da batelada com 12 kg de massa seca de entrada.

O que se observa é que não há a necessidade de tratamento do efluente por dois estágios, pois para o efluente ser tratado somente ao final do sub-processo, ele ficaria em torno de sete dias em repouso, período no qual, ocorrem reações que neutralizam o pH dos efluentes, obtendo-se um pH médio de 7,32 das amostras analisadas. A união dos efluentes favorece a diluição das partículas sólidas contidas nos efluentes, possibilitando assim a eliminação do problema de cor encontrado no estágio OH^- de preparação da polpa de fibras de bananeira.

Assim, desconsiderou-se a proposta de um sistema com duas estações de tratamento e levantou-se a viabilidade de união dos efluentes dos dois estágios para um único tratamento, ponderando ainda a junção dos efluentes da preparação das polpas de aparas e fibras de bananeira, conforme ilustra a FIGURA 27.

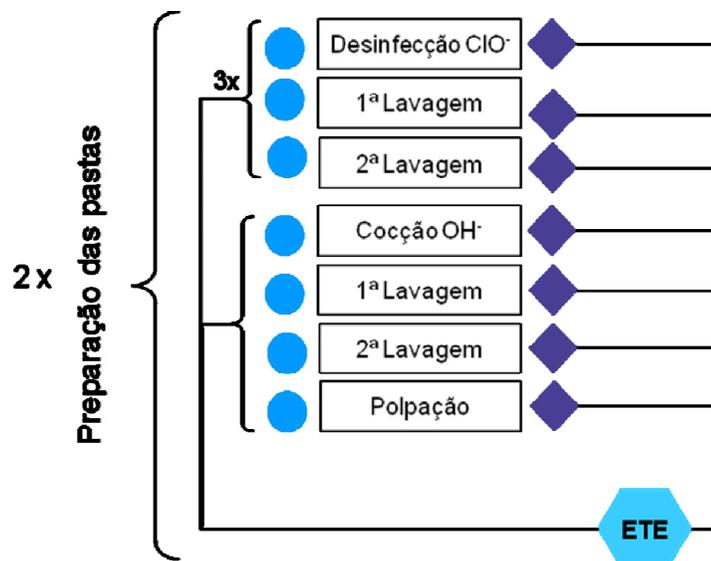


FIGURA 27 – Proposta de sistema de tratamento único dos efluentes gerados no sub-processo: preparação das pastas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

A estação de tratamento do efluente deverá ser de baixo custo e fácil manutenção, considerando o futuro repasse ao grupo Recriando com Fibra do projeto Mulher com Fibra. Dessa maneira, releva-se um tratamento físico-químico já que o biológico não se justifica pela demanda de efluente e a complexidade operacional.

4.2.3 Restrição do uso de agentes nocivo ao homem e ao meio ambiente

Os resultados da aplicação do carbonato de sódio mostraram que as polpas obtidas são similares, no entanto, as análises sobre o licor de saída das aparas (FIGURA 28) apresentaram índices mais elevados de alcalinidade que para aquele colhido da cocção com hidróxido de sódio, conforme mostra a TABELA 11.



FIGURA 28 – Amostras dos licores de saída do cozimento das aparas com Na_2CO_3 e NaOH .

TABELA 11 – Análises de acidez (ppm), alcalinidade (ppm), teor de cloretos (ppm) e pH sobre a amostra do licor da cocção das aparas com carbonato de sódio.

<i>Agentes</i>	<i>Parâmetros</i>			
	<i>Acidez (ppm)</i>	<i>Alcalinidade (ppm)</i>	<i>Cloretos (ppm)</i>	<i>pH</i>
Hidróxido de sódio	0,00	375,50	19,87	10,25
Carbonato de sódio	0,00	9800,00	19,58	9,46

Para as fibras de bananeira não foi possível realizar os ensaios, devido à cor das amostras. No entanto, segundo Blanco Rojas (1996), todos os extratos das fibras de bananeira são solúveis em água quente. O que dispensaria a aplicação de substâncias químicas para deixar o material livre de extratos. Nesse caso, pondera-se o uso de gás, uma vez que seria necessário manter o cozimento por tempo superior a 30 min após fervura.

Tal autor recomenda ainda, sob o ponto de vista ecológico, prático e econômico, os processos mecânico, termomecânico e a base de cal (CaO). Os dois primeiros podem ser realizados com a utilização da cuba chamada de pia holandesa (FIGURA 29), quanto a terceira proposta considera-se de pouca valia uma vez que a cal favorece incrustações em superfícies metálicas, o que em médio prazo implicam em reposição de equipamentos e a necessidade de manutenção sistemática em períodos curtos (SHREVE, 1977).



FIGURA 29 – Pia-holandesa
Fonte: Asunción (2002)

Asunción (2002) descreve a pia holandesa como um equipamento que possui um tanque de forma oval, tendo uma divisão no seu interior para separar o material que passa de um lado para o outro. Em um dos lados há duas engrenagens, uma delas é fixa e se movimenta no sentido de rotação sobre o seu eixo, a outra se movimenta em dois sentidos de rotação: abrindo e fechando, dando espaço entre as engrenagens e aquecendo devido à presença do motor, não devendo ultrapassar 45 °C para evitar danos às fibras.

Assim, para este estudo propôs-se a permanência da carga química atual, mas considera-se relevante a realização de ensaios empregando a pia holandesa como alternativa para reduzir a quantidade de NaOH em virtude de sua nocividade.

4.2.4 Minimização da influência do indivíduo nos procedimentos de lavagens

Durante a realização das bateladas do processo observou-se que a quantidade de água utilizada nos ciclos de lavagens tinha constante variação. Uma das hipóteses levantadas para a diferença de valores era que diversos indivíduos realizavam o procedimento, podendo um lavar mais rápido e com menor vazão ou mais lento com maior vazão, etc.

Desse modo, definiu-se um procedimento padrão das lavagens, onde foram utilizadas torneiras de pressão (PressMatic) com vazão controlada por toque para obter maior controle de tempo e da quantidade de água utilizada para cada lavagem.

A partir dessa padronização conseguiu-se então prever a quantidade de água de entrada nos ciclos de lavagem, apenas com a aferição da massa úmida de entrada e aplicação das fórmulas 1 e 2 definidas, como exemplifica a TABELA 12.

$$M_{ue} \div M_m = T \quad (1)$$

Onde:

M_{eu} - Massa úmida de entrada no ciclo
 M_m - Massa mínima a ser lavada por toque
 T - Quantidade de toques

$$(T * V) * N_{lav} = C_A \quad (2)$$

Onde:

T - Quantidade de toques
 V - Vazão por toque
 N_{lav} - Número de lavagens por ciclo
 C_A - Consumo de água por ciclo

TABELA 12 – Quantidade de água (L) de entrada nos ciclos de lavagens na preparação da polpa de aparas da batelada realizadas com 3 kg de massa seca.

Ciclos	M_{ue}	M_m	T	V / N_{lav}	C_A
1º	10		49		69
2º	16	$M_{ue} \div 0,2 = T$	78	$(T * 0,7)2 = C_A$	109
3º	20		100		139
4º	25		125		174
Total					491*

* Valores considerados sem casas decimais.

Quanto ao efeito dessa padronização no consumo de água, a TABELA 3 traz uma razão entre os valores de massa seca das matérias-primas e as médias dos valores de água de entrada das bateladas realizadas com 4,45 kg e 12 kg de matéria-prima seca, respectivamente, sem e com padronização das lavagens, comparando-as e indicando o percentual de mais de 44 % de redução do consumo de água de lavagens entre elas.

TABELA 13 – Percentual de redução do consumo de água das lavagens a partir da comparação dos valores de razão entre as massas secas e as médias das águas de entrada nas lavagens das bateladas com 4,45 e 12 de aparas e fibras de bananeira.

<i>Entradas</i>	<i>Sem padronização</i>	<i>Com padronização</i>
Razão (L/kg)	517,39	193,86
Nº de lavagens	24,00	16,00
Média de H₂O de lavagens (L)	43,12	24,23
% de redução		43,80

Outros resultados dessa padronização mostraram ainda que é aceitável utilizar a cada toque na torneira, uma massa de 400 g para as fibras de bananeira, reduzindo assim o tempo de trabalho e, conseqüentemente, o consumo de água. A possibilidade de lavar o dobro de massa das fibras de bananeira em relação às aparas é decorrente ao seu volume ser menor.

4.2.5 Determinação de uma massa mínima de matéria-prima seca de entrada

Por meio dos valores de consumo de água obtidos nas bateladas realizadas com massas respectivas de 0,45, 1 e 6 kg de aparas e 4, 6 e 12 kg de fibras de bananeira, observou-se que poderia existir uma quantidade de massa mínima de matéria-prima a ser introduzida no processo para que não se tornasse inviável. Um sistema de produção que consome muitos insumos e rende pouco produto, eleva o custo do processo e afeta o seu desempenho ambiental pelo uso insustentável de recursos naturais.

Assim, foi apurada a quantidade de massa mínima de matéria-prima seca de entrada no processo produtivo, para que esse fosse ambientalmente e economicamente viável. Para tanto, realizou-se outra batelada da técnica com valores, aproximadamente, médio em relação às bateladas anteriores, de massa de aparas e fibras de bananeira, respectivamente, 3 e 9 kg.

O GRÁFICO 6 traz a razão entre os valores totais de água usados para a produção de polpa de aparas e as massas secas de matérias-primas das bateladas com 1, 3 e 6 kg de aparas bem como os percentuais de redução de água em relação a batelada que apresenta menor valor de massa.

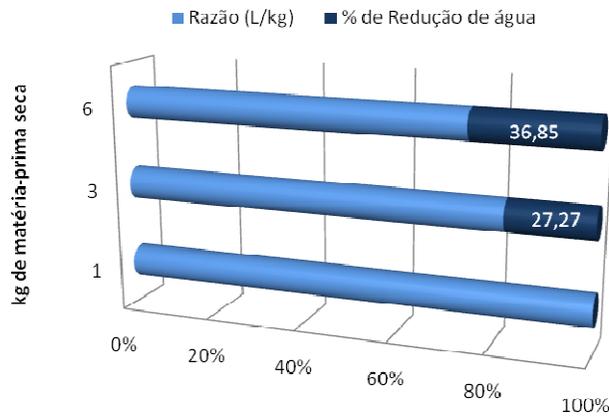


GRÁFICO 6 – Razão entre consumo total de água para produção polpa de aparas/massa seca de entrada (L/kg) e o percentual (%) de redução de água em relação à batelada que apresenta menor valor de massa, 1 kg.

O valores mostram que as bateladas que foram realizadas com maior quantidade de massa, 6 e 3 kg, consumiram menos água por kg de matéria-prima, cerca de 37 e 27%, respectivamente. Observa-se também que, as bateladas com 1 e 3 kg de massa de matéria-prima seca, mesmo com redução no número de lavagens entre os ciclos, resultaram em maior consumo de água por kg de aparas que na batelada com 6 kg, que não sofreu alterações no processo.

Para as fibras observou-se a mesma tendência, quanto maior a quantidade de massa de entrada no processo menor foi o consumo de água, conforme apresenta o GRÁFICO 7.

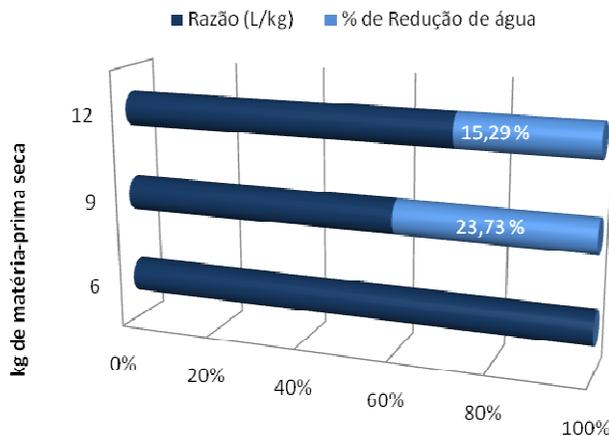


GRÁFICO 7 – Razão entre consumo total de água para produção polpa de fibras de bananeira/massa seca de entrada (L/kg) e o percentual (%) de redução de água em relação à batelada que apresenta menor valor de massa, 6 kg.

Os percentuais revelam que a redução na batelada com 9 kg, embora se tenha usado menor massa que na batelada com 12 kg, foi maior devido à eliminação parcial de lavagens, diferenciando das aparas por absorver menos água durante o seu processamento.

Quanto a relação entre a quantidade de polpa beneficiada e matéria-prima seca utilizada, por meio dos GRÁFICOS 8 e 9 apresentam-se os valores de entrada da matéria-prima seca e os valores dessas já beneficiadas em polpa de aparas e fibras de bananeira, respectivamente.

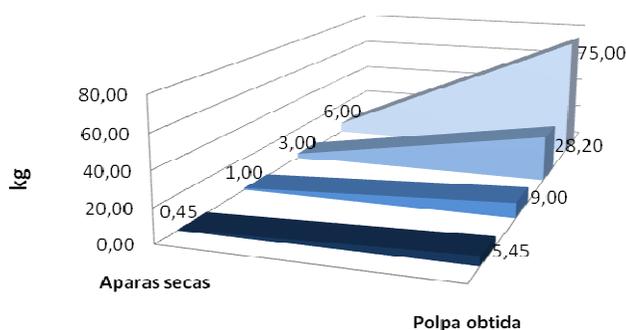


GRÁFICO 8 – Quantidade de aparas secas de entrada e quantidade de polpas obtidas entre as bateladas com 4,45 e 12 kg de massa seca de entrada.

Observou-se, no gráfico 8, que nas bateladas onde houve eliminação parcial de lavagens, ocorreu também uma diminuição do rendimento em polpas. Por exemplo, as aparas nas bateladas com 0,45 e 6 kg de massa de matéria-prima seca apresentaram rendimento de, cerca de, 12 vezes e nas bateladas com 1 e 3 kg, que sofreram eliminação de lavagens, o rendimento caiu para 9 vezes.

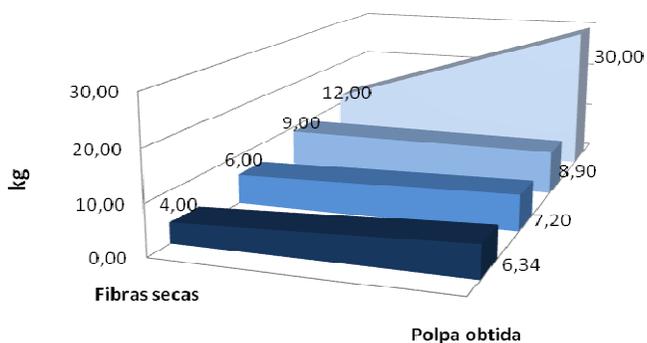


GRÁFICO 9 – Quantidade de fibras de bananeira secas de entrada e quantidade de polpas obtidas entre as bateladas com 4,45 e 12 kg de massa seca de entrada.

Já as fibras de bananeira apresentaram rendimentos semelhantes, variando de 1 a 2,5. Acredita-se que, isso ocorre porque as fibras de bananeira são provenientes de uma planta anual que depende de diversas condições para a sua formação como propriedades do solo, época de plantio, período de corte, além de apresentar baixa absorção de água. Conforme Garavello *et al.* (1998), das bainhas foliares da bananeira podem-se obter diferentes tipos de fibras, sendo que a cor, o porte e o rendimento podem variar de acordo com a espécie, variedade, localidade de crescimento da planta, condições edafoclimáticas e tratos culturais. Diferente das aparas que são polpas de celulose já oriundas de um processo produtivo, além de apresentarem característica de intumescer, ou seja, de absorver muita água e separar em pequenas partículas, o que expõem um crescimento de massa durante as etapas do processo.

Considerando o consumo de água, bem como o rendimento em polpa das aparas e fibras de bananeira, verificou-se que 3 kg de aparas e 9 kg de fibras de bananeira seriam valores de massa seca mínima viáveis a serem introduzidos no processo. Pois, para as fibras de bananeira, mesmo que com 6 kg já se obtenha uma redução no consumo de água, não se pode garantir o seu rendimento e, ao se ponderar a produção de, no mínimo, 10 folhas no formato A3 de todas as frações mássicas de aparas e fibras de bananeira seriam necessários aproximadamente 6,8 kg de polpa de fibras de bananeira.

Contudo, relevam-se como massas ótimas os valores de 6 kg de aparas e 12 kg de fibras de bananeira, que apresentaram uma expressiva redução no consumo de água e maior rendimento entre as demais massas utilizadas.

4.3 Desempenho ambiental do processo

Com base nos resultados obtidos das análises de melhoria realizadas foi estruturado novo fluxograma do processo, FIGURA 30, considerando as definições de massas mínimas de matérias-primas secas de entrada, as reduções nos números de lavagem, a padronização da ação do operador durante as lavagens e o ciclo fechado de reuso de toda a água utilizada no processo, além da sub-divisão do processo: preparação das pastas e formação das folhas.

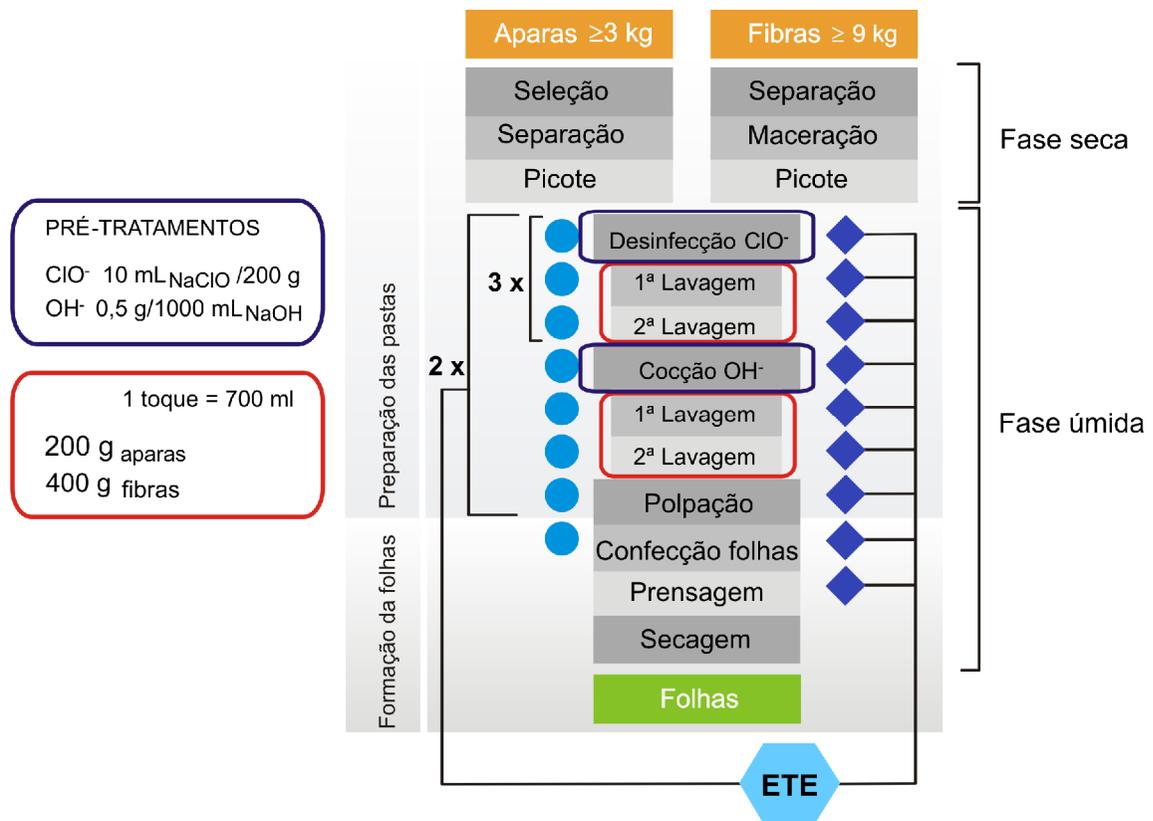


FIGURA 30 – Novo fluxograma do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

Esse novo fluxo foi avaliado quanto ao seu desempenho ambiental em relação às modificações realizadas, comparando-o com o fluxo do processo original. Para isso, uma 5ª batelada da técnica foi realizada, onde os dois fluxos do processo foram executados em paralelos e como na 1ª realizada, quantificaram-se as entradas e saídas fundamentais dos processos, relacionando os valores obtidos, respectivamente, (a) das matérias-primas secas e polpas obtidas, (b) do uso de água e geração de efluente e (c) das polpas obtidas e produção de folhas.

a) Matérias-primas secas → polpas obtidas

Os valores de massa das matérias-primas secas de entrada, assim definidas pelos requisitos de melhorias para o processo, foram de 3 kg de aparas picotadas e 9 kg de cavacos de pseudocaulis de bananeira, sendo essas aplicadas para os dois

fluxos (original e modificado) para uma comparação com maior precisão. Após o beneficiamento obteve-se para o processo original um rendimento de 10,5 e 1,4 vezes para as aparas e fibras de bananeira, respectivamente, e para o processo modificado de 9,7 e 0,9 vezes.

b) Uso de água → geração de efluente

A partir de todo o consumo de água dos processos, original e modificado, teve-se uma geração de efluente de 986,00 e 569,35 L, respectivamente. Obtendo assim, para o processo modificado uma redução de 42 % de geração de efluente, conforme demonstra a TABELA 14.

TABELA 14 – Percentual de redução da geração de efluente no processo modificado em relação ao original.

<i>Sub-processos</i>	<i>Original (L)</i>	<i>Modificado (L)</i>
Preparação da pasta	827,00	445,35
Confeção das folhas (A3)	159,00	124,00
Total	986,00	569,35
% de redução		42,26

c) Polpas → Folhas de papel

Quanto à produção de folhas, no processo modificado verificou-se que a quantidade de folhas geradas foi de 135 folhas A3, sendo que a TABELA 15 apresenta as quantidades de polpas e insumos utilizados para essa produção.

TABELA 15 – Quantidade de polpas e insumos utilizados na confecção de folhas na 5ª batelada, processo modificado

<i>Frações Mássicas Aparas e Fibras</i>	<i>Polpa (kg)</i>	<i>Água (L)</i>	<i>Cola (kg)</i>	<i>Folhas (A3)</i>
100:0	27,98	84,00	2,50	110
0:100	7,65	60,00	1,00	20
72:28*	1,22:0,48	16,00	0,30	5
Total	37,33	160,00	3,80	135

* Valores de polpas remanescentes das frações 100:0 e 0:100.

Enquanto no processo original observou-se que a quantidade de folhas gerada foi de 153 folhas A3. Da mesma maneira, apresentam-se na TABELA 16 as quantidades de polpas e insumos utilizados nesse processo.

TABELA 16 – Quantidade de polpas e insumos utilizados na confecção de folhas na 5ª batelada, processo original

<i>Frações Mássicas Aparas e Fibras</i>	<i>Polpa (kg)</i>	<i>Água (L)</i>	<i>Cola (kg)</i>	<i>Folhas (A3)</i>
100:0	30,96	84,00	3,30	120
0:100	12,10	70,00	1,30	28
65:35*	0,71/0,39	16,00	0,30	5
Total	44,16	170,00	4,90	153

* Valores de polpas remanescentes das frações 100:0 e 0:100.

Ao relacionar o total de polpas obtidas e água consumida para produção pelo número total de folhas confeccionadas nos dois processos, tem-se um desempenho médio dos processos, conforme apresenta a TABELA 17. A qual mostra também que houve uma perda de produção relativa de 13 % no processo modificado em relação ao original, no entanto ocorreu um melhor uso das matérias-primas e insumos (água), refletido em melhor aproveitamento em massa, de cerca de 4 %, e menor consumo de água por unidade de folhas, em torno de 32 %.

TABELA 17 – Razão entre as quantidades de polpas obtidas e água consumida pela quantidade de folhas produzidas, (kg/un) e (L/un), e percentual (%) de redução da produção e uso de matérias-primas e insumos por folha.

	<i>Original</i>	<i>Modificado</i>	<i>% de Redução</i>
Folhas (un)	153	135	-13,33
Razão Polpa/folhas (Kg/un)	0,288	0,277	3,82
Razão H ₂ O/folhas (L/un)	8,54	5,78	32,32

Diante dos valores apresentados, é evidente o maior desempenho ambiental do processo pelas reduções apresentadas quanto ao consumo de água e melhor emprego das matérias-primas. No entanto, como ocorreu uma perda na produção, avaliou-se também o desempenho econômico, observando o custo x benefício de produção das folhas.

O custo de produção de 1 folha de papel de é R\$ 3,90 (reais), onde o percentual de participação da água nesse valor é de 49 %. No processo modificado esse percentual reduziria para 39 %, diminuindo, portanto, o custo de produção unitário da folha para R\$ 3,28, conforme expõem a TABELA 18. O cálculo do custo de produção das folhas incluiu, além da água em m³ (1000 litros), despesas como: horas trabalhadas por indivíduo, energia por kWh/mês, produtos químicos em g e/ou mL, depreciação de equipamentos a R\$ 0,17 por equipamento e gás por hora de consumo, considerando que as matérias-primas são provenientes de resíduos. Para

obter o valor da água, foi utilizada a taxa comercial mínima das Águas de Joinville - Companhia de Saneamento Básico (2008), a qual pondera R\$ 27,90 para o consumo de até 10 m³.

TABELA 18 – Custo unitário de produção das folhas pelo processo original e modificado.

<i>Custo de produção unitário (R\$)</i>	<i>Original</i>		<i>Modificado</i>	
	<i>Valor</i>	<i>%</i>	<i>Valor</i>	<i>%</i>
H ₂ O	1,91	48,97	1,29	39,33
Demais	1,99	51,03	1,99	60,67
Total	3,90	100,00	3,28	100,00

Ao consideramos a produção de folhas obtidas pelo processo original (153 un), ter-se-ia um custo total de R\$ 596,70. Pelo processo modificado o custo seria de R\$ 501,84, restando assim R\$ 94,86, o que permitiria produzir mais 29 folhas de papel.

Assim é possível afirmar que o novo fluxo do processo de produção de papel reciclado artesanal com aparas e fibras de bananeira apresenta um desempenho produtivo, considerando aspectos ambientais e econômicos, melhor que o fluxo anterior, garantindo assim dizer que o processo obtido tornou-se mais **ecoeficiente**, e atendeu a ecoconcepção do design, o **ecodesign**. Já quanto á química verde, nesse processo não houve a conclusão de uma aplicação, mas foi possível prever novas ações relacionadas a ela, bem como para a produção mais limpa também se previu futura aplicação com a proposta do sistema de tratamento do efluente gerado.

Para tanto, foi sugerido, visando à melhoria contínua, ações de gerenciamento sobre o processo.

A primeira ação de gerenciamento do processo refere-se à necessidade de treinamento para os responsáveis pelo sistema de coleta, seleção, separação e picotagem dos resíduos bem como às atividades de sensibilização ambiental para os responsáveis pelo descarte dos resíduos, devido à geração mínima de resíduo ser essencial, embora as aparas brancas sejam a principal matéria-prima do processo de produção de papel reciclado artesanal com aparas e fibras de bananeira.

A segunda ação considera a possibilidade de reusar os efluentes líquidos gerados a partir de um sistema de tratamento que apresente certa simplicidade operacional e baixo custo de tratamento.

Por fim, a terceira ação de gerenciamento do processo, ao ponderar que o hidróxido de sódio é um reagente altamente nocivo ao homem e ao meio ambiente, propõe a substituição do tratamento químico de isolamento das fibras de bananeira a partir da afirmação de Blanco Rojas (1996), por um tratamento termomecânico, no qual um protótipo de uma Pia-holandesa seria o equipamento utilizado.

A FIGURA 31 apresenta o quadro de ações de gerenciamento, onde foram propostos os objetivos e, para esses, metas ambientais mensuráveis, ponderando os resultados das coletas de dados e dos ensaios realizados.

AÇÕES DE GERENCIAMENTO					Data: Nov/08 Revisão: 00 Responsável : Debora GESTÃO AMBIENTAL	
Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Objetivos e Metas Ambientais	Controle Operacional	Monitoramento e Medição	Indicador
Seleção e Separação Aparas	Uso de recursos naturais. Geração de resíduos sólidos.	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade do solo/aumento de lixo em aterros e dos recursos hídricos.	30% de seleção de aparas com uso frente e verso. 0% de resíduos diversos separados.	Treinamento para os responsáveis pelo sistema de seleção e separação das aparas. Ações de educação ambiental para os responsáveis pelo descarte das aparas.	kg/trimestral	Quantidade de aparas brancas coletas com uso frente e verso. Quantidade de resíduos diversos separados.
Desinfecção, Cocção, Polpação e Confeção de folhas	Utilização de água. Uso de produtos químicos. Geração de efluente.	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	80% de reuso do efluente gerado. 50% de eliminação de uso de produtos químicos	Estação de tratamento de efluente - circuito fechado. Substituição de tratamento químico por mecânico e termomecânico (implementação da pia-holandesa)	kg massa de entrada/ kg massa de saída/ L água/ L efluente/ execução do processo.	Análises de qualidade do efluente tratado. Quantidade de água reusada. Qualidade do papel obtido antes e depois do Controle Operacional. Qualidade do papel obtido antes e depois da substituição do tratamento.

FIGURA 31 – Ações de gerenciamento para o processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira.

CONCLUSÕES

O SGA é um fundamento de orientação clara e funcional de análise de correções ambientais de um processo. Assim neste estudo, o SGA, a partir da NBR ISO 14001:2004, como requisito de orientação e ponderando o seu método de aplicação, o PDCA, embora não tão atual, mas eficiente, foi um instrumento que garantiu o aumento do desempenho ambiental do processo de produção de papel reciclado artesanal com adição de diferentes frações mássicas de fibras de bananeira. Onde, registrou-se um melhor aproveitamento das matérias-primas e dos insumos utilizados e melhor custo x benefício de produção das folhas, obtendo reduções de 42 % na geração de efluentes, 32 % no consumo de água por unidade de folha produzida e R\$ 0,62 no custo de produção de uma folha, o que permitiria produzir, no caso, mais 29 folhas.

A NBR ISO 14001:2004, da forma como ela se estrutura, apresenta um conjunto de necessidades que tiveram que ser entendidas e compreendidas para que aos demais escopos deste estudo fossem definidos e realizados. Como o levantamento dos aspectos e impactos ambientais do processo, onde, a partir da sua identificação e avaliação, verificou-se que o uso de recursos naturais, a geração de resíduos sólidos, a geração de efluente e o uso de produtos químico eram os aspectos ambientais mais significativos do processo.

A identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais foi uma prática da gestão ambiental imprescindível para que os requisitos de melhorias ambientais para processo fossem propostos de forma efetiva quanto aos problemas ambientais observados sobre a técnica, direcionado as ações de correções para maior controle dos resíduos sólidos coletados e utilizados; redução do consumo de água e reuso do efluente gerado; restrição do uso de agente nocivo ao homem e ao meio ambiente; minimização da influência do indivíduo nos procedimentos de lavagens; definição de um valor de massa mínima de matéria-prima seca de entrada no processo, considerando aspectos econômicos e ambientais.

Já, na avaliação dos resultados dessas ações, quanto ao desempenho ambiental do processo, percebeu-se a importância de levar em conta de igual forma o seu desempenho produtivo, permitindo dessa maneira que houvesse um melhor equilíbrio entre as questões ambientais e sócio-econômicas. Por exemplo, observou-se que com a redução no consumo de água pelo processo, o rendimento em massa da matéria-prima processada foi também inferior. No entanto, após uma análise de custo x benefício de produção das folhas, verificou-se que essa queda no rendimento não foi significativa quanto à quantidade de folhas produzidas. Pois com um melhor emprego da água no processo, sendo esse inicialmente responsável por mais de 40 % do valor unitário da folha, o custo de produção igualmente sofreu redução.

No mais, ressalta-se que o PDCA é um método regido de tal modo que a promoção da melhoria contínua sempre ocorre, pois ele possibilita a avaliação constante da técnica, o que permitiu neste estudo, que novas ações de gerenciamento do processo fossem sugeridas.

Por fim, releva-se que, o conhecimento dos processos garante tanto a viabilidade econômica de execução da técnica como ambiental e que a padronização de procedimentos, embora se refira neste caso, a um modo de produção artesanal, também avalia ganhos ao processo, como a eliminação de desperdício de tempo e maior controle dos recursos utilizados.

Todavia, há a necessidade de constante treinamento dos indivíduos envolvidos com os processos, sendo esses responsáveis por ações diretas ou indiretas.

Conclui-se que a gestão aliada a estratégias de proteção ao meio ambiente, como o Ecodesign, torna-se uma ferramenta eficaz ao repensar um processo produtivo, mesmo que tenha caráter artesanal, para que o seu produto torne-se mais adequado às qualidades ambientais exigidas hoje, devido à complexidade dos fatores que influenciam na degradação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001**: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004**: resíduos sólidos - classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ADEODATO FILHO, Sérgio. **A arte da reciclagem**. São Paulo: Editora Horizonte, 2007

ÁGUAS DE JOINVILLE, Companhia de Saneamento Básico. **Tarifas**. Disponível em [http:// <http://www.aguasdejoinville.com.br/tarifas.php>](http://www.aguasdejoinville.com.br/tarifas.php). Acesso em 08 de março de 2008.

AKATU, Instituto Akatu. Pelo consumo consciente. Disponível em <http://www.akatu.org.br>. Acesso em 11 de novembro de 2008.

AMBIENTE BRASIL. Portal Ambiente Brasil S/S Ltda. Disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em 01 de dezembro de 2008.

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C.. **Green Chemistry: theory and practice**. Oxford University Press, 1998.

ANNUNCIATO NETO, Rafael; PEREIRA, Raquel da Silva; FITTIPLADI, Salvador. Gestão ambiental como ferramenta estratégica. **Integração**: ensino, pesquisa, extensão. São Paulo, v. 09, n. 35, p. 252-256, nov. 2003.

ANSELMO, Juliana Silveira; SILVA, Denise Abatti Kasper (Orientador). **O ergodesign como princípio para a melhoria do ambiente de produção do papel reciclado artesanal**: uma aplicação social. Joinville, SC, 2008. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente - Universidade da Região de Joinville).

ASTEKA AMBIENTAL. Empresa de consultoria ambiental. Disponível em <http://www.astekaambiental.eng.br>. Acesso em 15 de fevereiro de 2008.

ASUNCIÓN, Josep. **O papel**: técnicas para confecção de papéis artesanais. 2ed. Editora Estampa, Lisboa, 2002.

BAER, Lorenzo. **Produção gráfica**. São Paulo: Senac, 1995.

BARAUNA, Debora, SILVEIRA, Juliana, BASTIANELLO, Silvana Fehn, PEZZIN, Ana Paula Testa, SILVA, Denise Abatti Kasper. Inclusão de técnicas e geração de rendas

sustentáveis em uma comunidade produtiva rural da região de Joinville/SC: análise do processo visando melhorias In: 3º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2006, Florianópolis. **Anais do 3º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**, 2006.

BASTIANELLO, Silvana Fehn; SILVA, Denise Abatti Kasper (Orientador). **Desenvolvimento de embalagens a partir de papel reciclado reforçado com fibras naturais**: uma proposta ambientalmente amigável. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Mestrado em Saúde e Meio Ambiente. Universidade da Região de Joinville, 2005.

BLANCO ROJA, M. L. **Beneficiamento e polpação da ráquis da banan... "Nanição" (Musa AAA, "Giant Cavendishii")**. Piracicaba. 1996. 150 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1996.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal, com as alterações da Lei 7.803 de 18.07.89. Diário **Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, **Brasília**, DF, 2 set. 1965.

CASAGRANDE Jr., Eloy Fassi. (2004) Inovação Tecnológica e Sustentabilidade: Possíveis Ferramentas para uma necessária interface. In: **Curitiba: Indicadores para a sustentabilidade. Casagrande Jr., Eloy Fassi. (Org.) Coletânea "Educação e Tecnologia"**, Curitiba: PPGTE, CEFET-PR, 2004.

CEPA/SC, Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. Disponível em <<http://www.icepa.com.br>>. Acesso em 15 de outubro de 2005.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo. **Manual para implementação de um programa de prevenção à poluição**. 4. ed. São Paulo: CETESB, 2004.

CRAIG, James. **Produção gráfica**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1987.

DAHL, Arthur L. **O princípio ecológico**: ecologia e economia em simbiose. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

DARKWA, N. A. Pulping chemical of plantation (Musa paradisíaca L.) pseudostems. In: **International non-wood fiber pulping and papermaking conference**. Beijing, Proceedings, s.1, v.2, 1988.

DEMING, William Edwards. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques, 1990.

DUSTON, Thomas, E. **Recycling Solid Waste: The First Choice for Private and Public**. Sector Management. London, Quorum Books, 1993.

EPELBAUM, Michel. Sistema de gestão ambiental. In: **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. VILELA Júnior, Alcir e DEMAJOROVIC, Jacques (Org.). São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2006.

FISKEL, James. **Design for environment: creating eco-efficient products and processes**. Nova Cork: Mc Graw Hill, 1996.

FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G.. **Tecnología de celulosa e papel**. Piracicaba: ESALQ, 1975

GARAVELLO, Maria Elisa de P. E. Banana-artesanato: parcerias e inovação para a geração de renda. In: **Extensão universitária: ação comunitária em universidades brasileira**. CALDERÓN, Adolfo Ignácio; SAMPAIO, Helena (Org.). São Paulo: Olho d'água. 2002.

GARAVELLO, Maria Elisa de P. E.; MOLINA, S. M. G.; SOFFNER, M. L.; PERCHES, V. E. M.; CORAZZA, A. P.. A fibra de bananeira como matéria-prima no design. In: **Anais do P&D em Design (1998): 3º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em design**. Rio de Janeiro, v.2, p. 751-758, 1998.

GARAVELLO, Maria Elisa de P. E.; SOFFNER, Maria de Lourdes A. P. **Viabilidade de implantação de planta piloto de produção de papel especial com fibra de bananeira**. Piracicaba, SP: [s.n.], 1997.

GASI, Tânia M. T.; FERREIRA, Edson. Produção mais limpa. In: **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. VILELA Júnior, Alcir e DEMAJOROVIC, Jacques (Org.). São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2006.

GATTI, Thérèse Hofmann. **A história do papel artesanal no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP, 2007.

GONÇALVES, Mônica Lopes; BALDIN, Nelma; ZANOTELLI, Cladir Teresinha; CARELLI, Mariluci Neis; FRANCO, Selma Cristina. **Fazendo pesquisa: do projeto à comunicação científica**. Joinville: Editora UNIVILLE, 2004.

GRIPPI, Sidney. **Lixo, reciclagem e sua história: guia para as prefeituras brasileiras**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

HILDGEMBERG, Emerson Martins; BACHA, Carlos José Caetano. A indústria brasileira de celulose de mercado e as pressões ambientais. **Estudos econômicos**. São Paulo, v. 33 n. 1, p. 143-180, jan./fev. 2003.

IBILCE, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. **Informações de segurança sobre produtos químico**. In: <http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/produtos/msds.html>. Universidade do Estado de São Paulo – UNESP: 2004.

IEAv, Instituto de Estudos Avançados. Água doce. Disponível em <http://www.ieav.cta.br/enu/yuji/agua_doce.php>. Acesso em 10 de dezembro de 2008.

IPESA, Instituto de projetos e pesquisas socioambiental. Disponível em <<http://www.ipesa.org.br>>. Acesso em 11 de novembro de 2008.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves**: design e desenvolvimento sustentável. São Paulo: Editora Senac, 2005.

KIRCHHOFF, Mary M. *Promoting sustainability through green chemistry*. **Resources Conservation & Recycling**. v. 44, p. 237-243, 2005.

LENARDÃO, Eder João, *et al.* "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v.26, n.1, p-123-129, 2003.

MANLEY, Julie B.; ANASTAS, Paul T.; CUE Jr, Berkeley W. *Frontiers in Green Chemistry: meeting the grand challenges for sustainability in R&D and manufacturing*. **Journal of Cleaner Production**. n. 16, p.743-750, 2008.

MANZINI, Ezio; VELLOZI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, São Paulo, 2002.

MEDINA, J. C.. **Banana**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1961.

MORAES, Dijon de. **Limites do design**. 2ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

MOREIRA, R. **Banana**: teoria e prática de cultivo. Campinas, Fundação Cargill, 1987.

NASCIMENTO, Luis Felipe do; VENZKE, Cláudio Senna. *Ecodesign*. In: **Modelos e ferramentas de gestão ambiental**: desafios e perspectivas para as organizações. VILELA Júnior, Alcir e DEMAJOROVIC, Jacques (Org.). São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2006.

PHILIPPI Jr., Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente**: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri/SP: Manole, 2008

PLANETA SUSTENTÁVEL. O senhor do anel. Disponível em <<http://www.planetasustentavel.abril.com.br>>. Acesso em 01 de dezembro de 2008.

PRADEZ, Pedro Augusto Junqueira. Aspectos, impactos & Cia: o SGA na caça aos "predadores ambientais". **Revista Meio Ambiente Industrial**. v. 6, n. 32, p. 82-84, set./out. 2001.

RECICLAR, Programa Institucional Reciclar. Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE. Disponível em <<http://www.univille.br>>. Acesso em 17 de novembro de 2008.

RECICLOTECA, Centro de informações sobre reciclagem e meio ambiente. Disponível em <<http://www.recicloteca.org.br>>. Acesso em 17 de novembro de 2008.

REVIVERDE, Instituto Ambientalista da Cidade do Rio de Janeiro. Pensando no amanhã, reciclamos hoje. Disponível em <<http://www.reviverde.org.br>>. Acesso em 01 de dezembro de 2008.

ROCCA, Alfredo Carlos Cardoso. Os passivos ambientais e a contaminação do solo e das águas subterrâneas. In: **Modelos e ferramentas de gestão ambiental: desafios e perspectivas para as organizações**. VILELA Júnior, Alcir e DEMAJOROVIC, Jacques (Org.). São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2006.

RODÉS, L. **Plantas fibrosas anuais**. São Paulo: IPT, CTCP, 1984.

RODRIGUES, Francisco Luiz; GRAVINATTO Vilma Maria. Lixo - De onde vem? Para onde vai?. Ed. Moderna, 1997.

SANTA CATARINA, Decreto Estadual nº 14.250 de 5 de julho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referente à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. **Diário Oficial do Governo do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 5 de julho de 1981.

SCHARF, Regina. **Manual de negócios sustentáveis: como aliar rentabilidade e meio ambiente**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2004.

SEBRAE/PR, Instituto virtual de educação para a reciclagem. Lixo (páginas 1-5). Papel de Escritório (páginas 1-3). Disponível em <<http://www.matrix.com.br/peixe>>, 2000.

SEMANA, J. A.; ESCOLANO, E. U.; FRANCIA, P. C. **Proximate composition of the fibers of some Philippine banana**. Forpride Disgest: Laguna, 1978

SHREVE, R. Norris; BRINK JÚNIOR, Joseph A.; MACEDO, Horacio. **Indústrias de processos químicos**. 4. ed Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977. 717 p.

SIMÃO, S. **Fruticultura geral**. ESALQ/USP, Piracicaba, 1996.

SOFFNER, M. de L. A. P. **Produção de polpa celulósica a partir de engaço de bananeira**, Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Madeira. Piracicaba SP, 2001

SOUZA, Paulo F. de A.. **Design orientado ao ambiente: uma questão de prioridade**. In: I Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 2002, Brasília. Anais do P&D Design, 2002.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, **21st Edition, American Public Health Association (APHA)**,

American Water Works Association (AWWA) & Water Environment Federation (WEF), 2005.

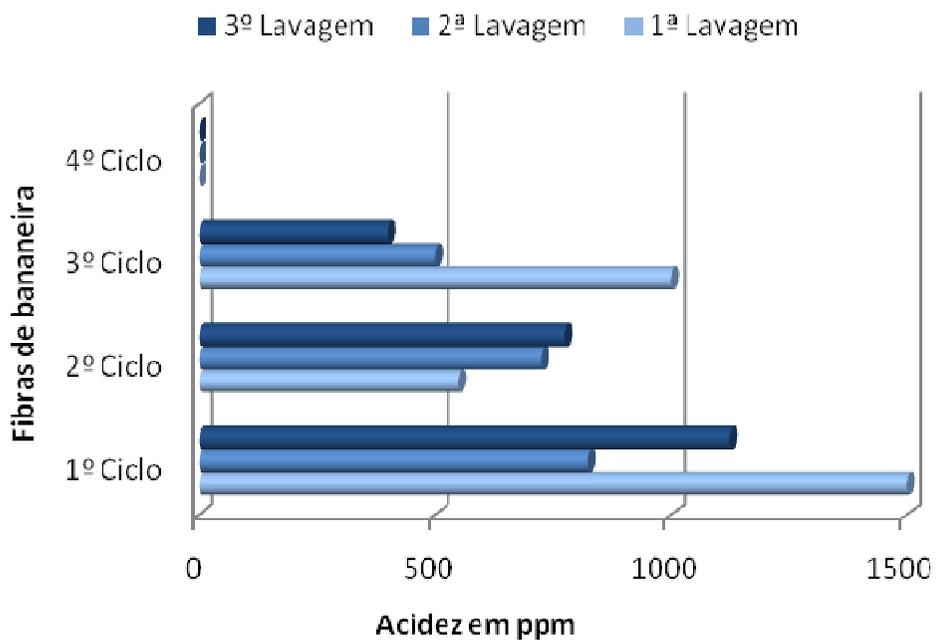
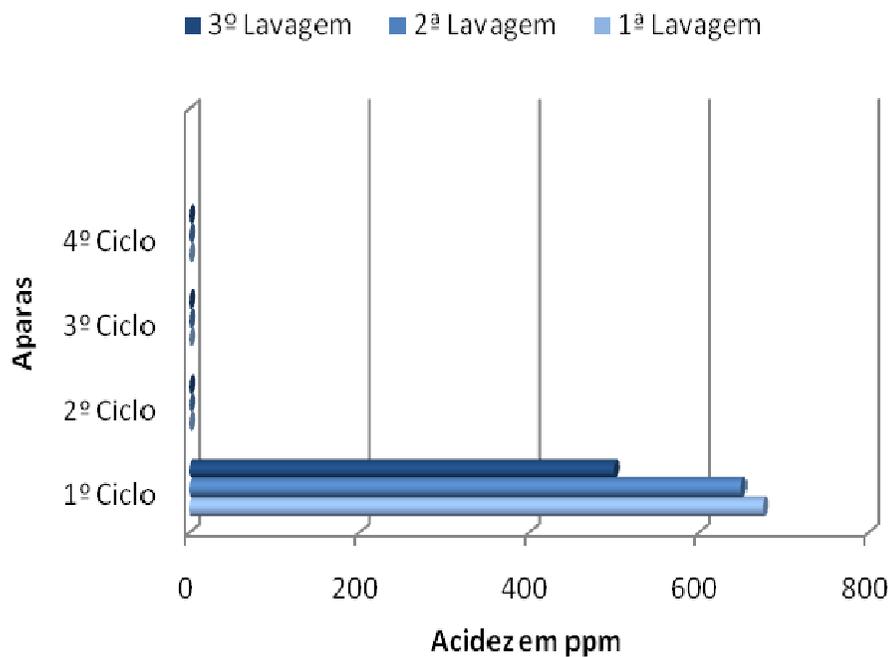
ULLMANN, Christian. Para um design solidário e sustentável. **In:Comércio Ético e Solidário no Brasil**: França, Cássio Luiz de São Paulo, Fundação Friedrich Ebert – ILDES, Dez/2003. Disponível em <<http://www.designbrasil.org.br>>. Acesso em 10 de junho de 2005.

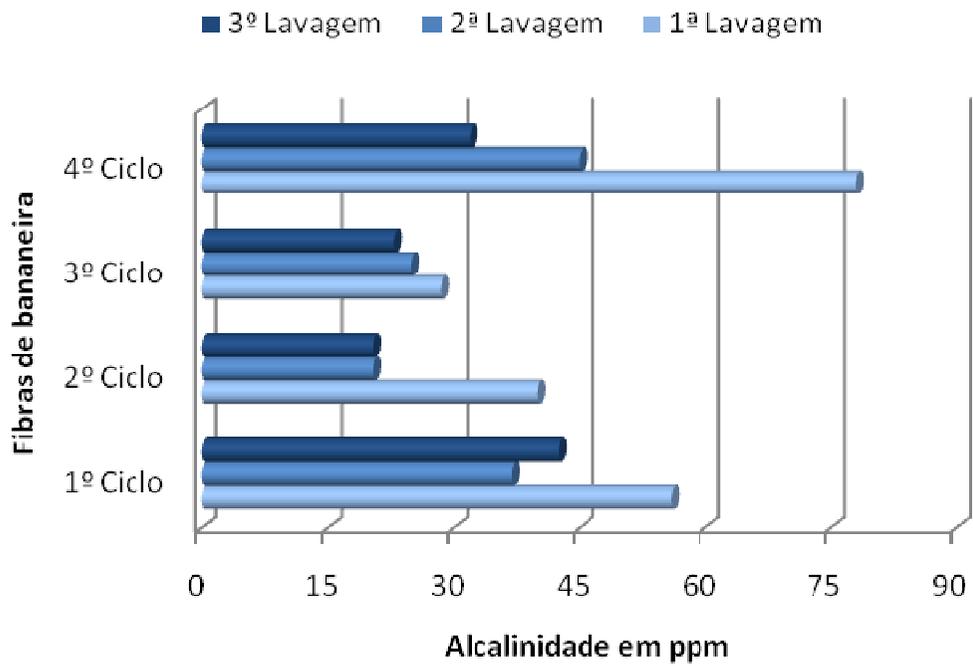
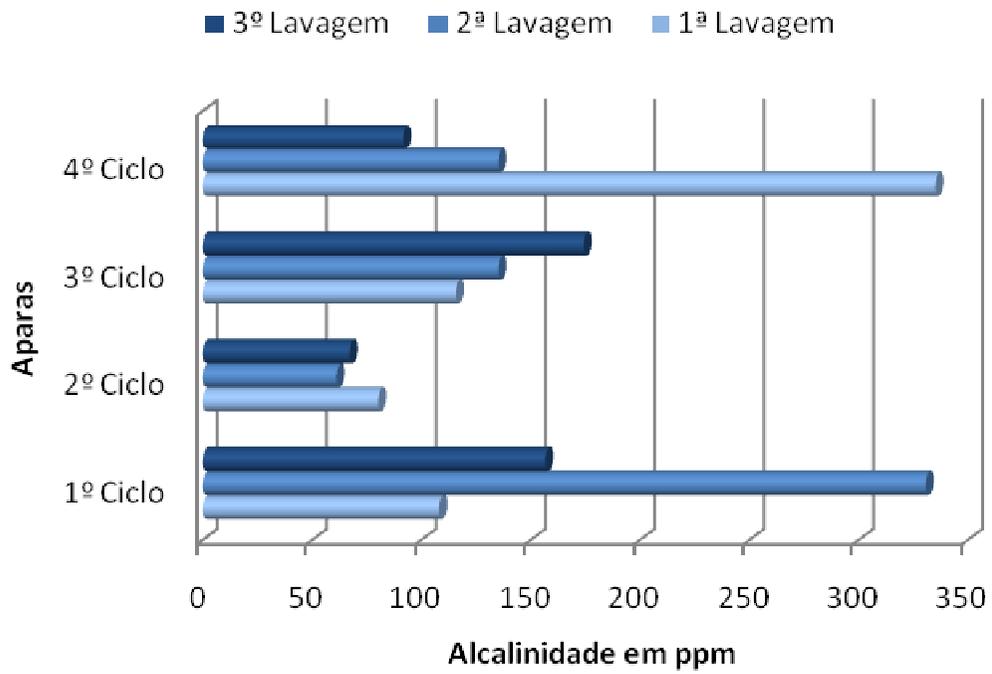
UNEP, *United Nations Environmental Programme*. Disponível em <<http://www.unep.org>>. Acesso em 17 de novembro de 2008.

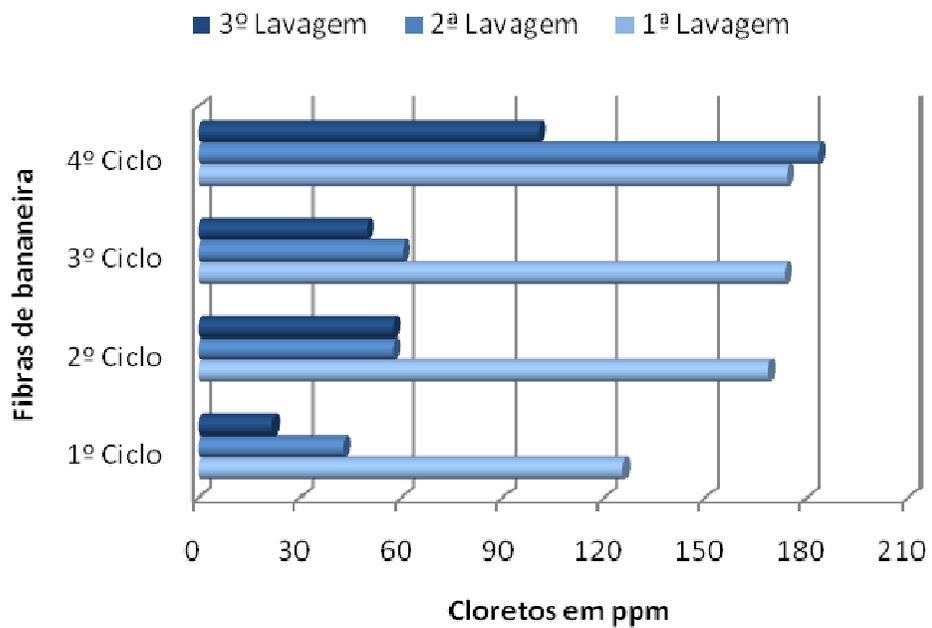
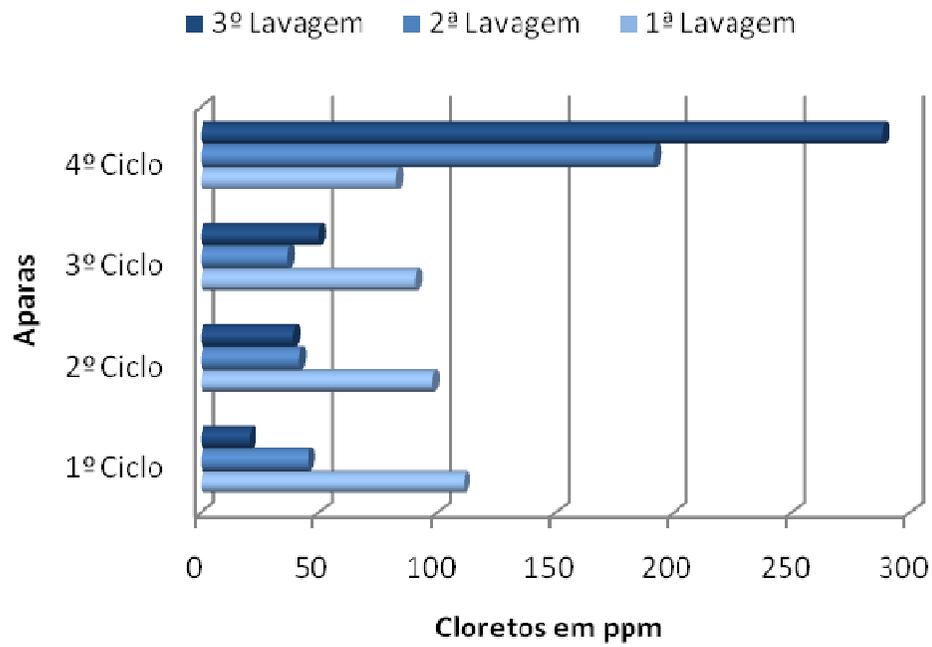
USELESSDESIGN. Disponível em <<http://www.uselessdesign.org>>. Acesso em 17 de novembro de 2008.

VAN DER RYN, Sim; COWAN, Stuart, ***Ecological design***, Island Press, Washington: 1996.

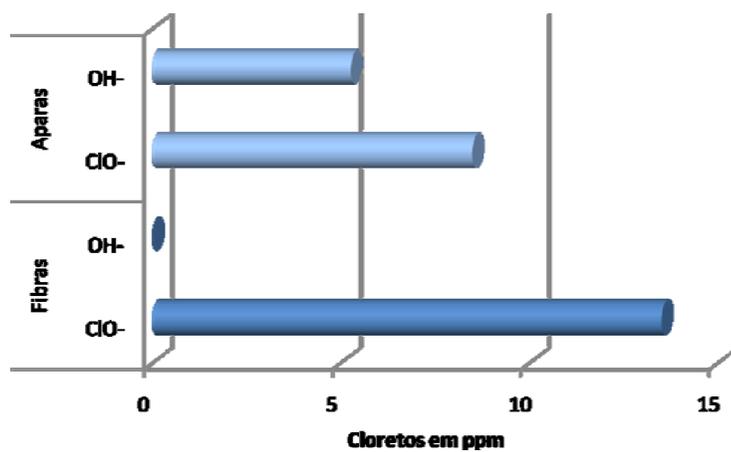
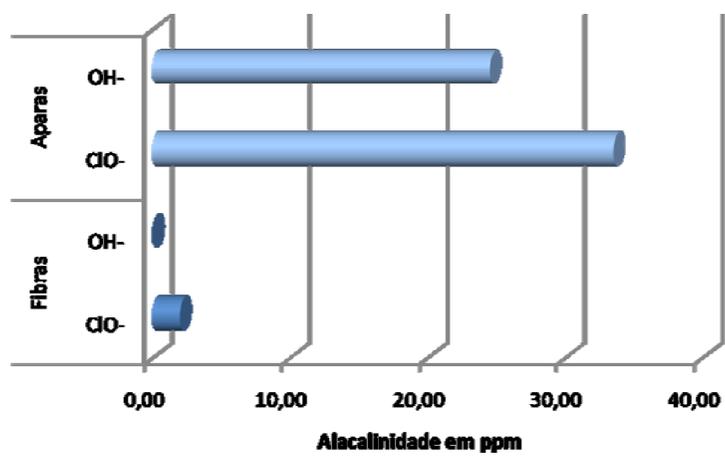
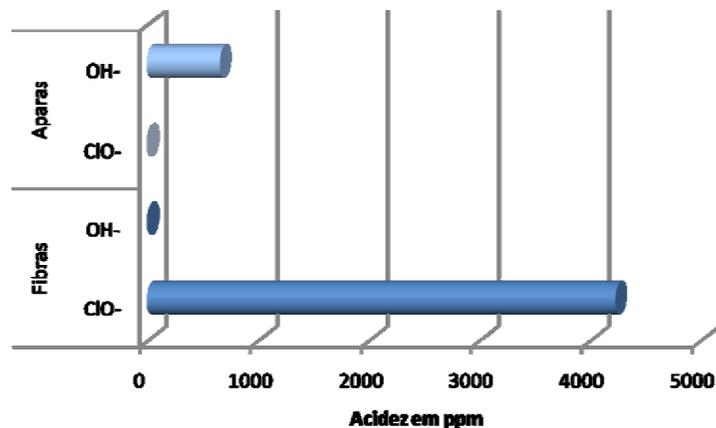
APÊNDICE B – Análises de acidez, alcalinidade e teor de cloretos sobre amostras de águas dos ciclos de lavagens da batelada com 4,45 kg de massa seca de matéria-prima.







APÊNDICE C – Análises de acidez, alcalinidade e teor de cloretos sobre amostras de efluentes dos estágios ClO^- e OH^- da preparação das polpas de aparas e fibras de bananeira da batelada com 12 kg de massa seca de matéria-prima.



This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)