



Sistema de Gestão Ambiental (SGA): uma aplicação na reciclagem de papel com fibra de bananeira

Debora Barauna¹
Juliana Silveira Anselmo²
Fernanda do Nascimento Stafford³
Marcos do Amaral⁴
Ana Paula Testa Pezzin⁵
Denise Abatti Kasper Silva⁶

Resumo

Este estudo analisou o efeito da aplicação do SGA sobre a técnica de produção de papel reciclado artesanal com fibra de bananeira, estudada por Bastianello (2005), visando obter aumento do desempenho ambiental e econômico do processo e conceber um produto que atendessem com mais persuasão a sustentabilidade. O método utilizado foi o PDCA indicado pelo ABNT NBR 14001:2004. Partindo desse, foi possível definir um novo fluxo para o processo, o qual prevê: controle dos insumos e matérias-primas utilizadas; redução

Recebimento: 12/5/2010 • Aceite: 4/6/2010

¹ Mestre em Saúde e Meio Ambiente. Docente da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE. End: Rua Campus Universitário, s/nº – Bom Retiro – Bloco C, Sala 12
89201-974 – Joinville/SC. E-mail: debora.barauna@univille.br

² Mestre em Saúde e Meio Ambiente - Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE

³ Mestranda em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade do Estado de Santa Catarina

⁴ Graduando - Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE

⁵ Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Docente da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE

⁶ Doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Docente da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE

no consumo de água; proposta de reuso dos efluentes gerados; restrições ao uso de produtos químicos; minimização da influência dos indivíduos na execução da técnica e determinação de uma massa mínima de matéria-prima viável a ser introduzida no processo, considerando aspectos econômicos e ambientais. Em fim, com a redução do consumo de água pelo processo reduziu-se também o custo de produção, sendo possível produzir mais com menos e de modo melhor.

Palavras-chave: SGA; sustentabilidade; reciclagem; papel usado; fibras de bananeira

Environmental Management System (EMS): an application the production of composites of recycled handmade paper with banana-fibers

Abstract

The aim of this study was to examine the effect of environmental management system (EMS) in the production of composites of recycled handmade paper with banana-fibers, adopted by Bastianello (2005), to achieve better environmental and economic performance in the process and develop a product with greater persuasion on the concept of sustainability. The method used was the PDCA, recommended by ABNT NBR 14001:2004. From this it was possible to define a new flow to the process, which provides: control of inputs and raw materials; reduction in water consumption; proposal for reuse of effluent generated; restrictions on the use of chemicals, reduction the influence of individuals in the application of the technique and determination of a minimum mass possible of raw materials to be brought into the process, considering economic and environmental aspects. What we observed was that the new flow, reducing the consumption of water by this process, it also reduced the cost of production, can be said that it was possible to produce more with fewer and better.

Keywords: Environmental management system; sustainability; recycling; waste paper; banana-fibers

Introdução

Este estudo retrata a importância do pensar em crescimento econômico sem prejuízos ao meio ambiente e à sociedade, agregando conceitos como o desenvolvimento sustentável e a gestão ambiental aliadas às normas técnicas e legislações.

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).

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. Foram criados vários selos e certificados ambientais que buscam atestar que a empresa ou seu produto cumpre com os requisitos ambientais determinados. Esses selos e certificações têm 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. Lançada em 1996 pela *Internacional Organization for Standardization* (ISO), federação que congrega órgãos nacionais de normatização, e representada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a série ISO 14000 busca dar às organizações 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 uma organização possa estruturar e organizar as ações de minimização e controle dos riscos e danos ambientais dos seus processos. Já o Ciclo PDCA é um método que 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. Sendo que planejar é a primeira fase-chave de aplicação de um SGA, conduzido por este

método de controle (*Plan-Do-Check-Act*), outras três fases-chave que o compõem são implantar ou executar, verificar ou controlar e avaliar o sistema, respectivamente. Criado na década de 1920 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 (DEMING, 1990).

Essa preocupação com os processos hoje se dá pelo modelo de produção utilizado no século XX, que se baseou na crença que o planeta Terra teria capacidade ilimitada. Esse modelo foi concebido como um sistema aberto, entradas (*input*) e saídas (*output*), onde entram insumos como matérias-primas, água e energia e saem produtos, bens, serviços e rejeitos. O impacto desse modelo na natureza tem sido catastrófico (GASI e FERREIRA, 2006).

Na verdade, até meados do século XVIII, quando surgiram as primeiras indústrias na Europa, os rejeitos da humanidade eram constituídos basicamente de sobras de alimentos. Mas, a partir da Revolução Industrial, 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. Nesse contexto, a partir da década 70 quando os problemas ambientais começaram a ganhar força, a reciclagem surgiu como uma ferramenta capaz de tornar esses rejeitos em um novo negócio. *Re* (repetir) + *Cycle* (ciclo), é 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, o que estrutura toda uma cadeia produtiva que aplica tecnologias, gera emprego e oportuniza novos nichos de mercado. (DUSTON, 1993; RODRIGUES e GRAVINATTO, 1997; ADEODATO FILHO, 2007). Além do que, a reciclagem prolonga a vida útil dos recursos naturais e dos aterros sanitários, minimizando a extração de novas fontes de recursos naturais e reduzindo o volume de lixo. 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; ao reciclar o papel, além de gerar economia, derrubam-se menos árvores (RECICLOTECA, 2008).

Sabe-se que, na fabricação de uma tonelada de papel, a partir de papel usado, 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, onde 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 de 15 a 30 árvores.

Segundo Asunción (2002), o princípio técnico do fabrico do papel, que foi elaborado pelo chinês Han Hsin, durante o reinado de Kao Tsu (247-195 anos antes de Cristo), já trazia a idéia da reciclagem. Han Hsin aproveitou o tecido condensado, oriundo dos restos dos casulos de seda dos tambores de lavar e branquear, para criar a *boata*, utilizada como agasalho e datada de 100 a.C. sobre a qual foram encontrados textos escritos a pincel. Três séculos depois, Tsai-Lun criou o primeiro papel da história a partir de fibras vegetais extraídas de trapos, sendo também o precursor da invenção do papel tal qual é conhecido hoje, produzido por meio de cascas de árvores. Desse modo, novamente na história registra-se a reciclagem de matéria-prima para o fabrico de papel.

Uma das vantagens do papel é exatamente essa sua capacidade de reciclagem. Sendo um composto orgânico obtido a partir da união física de materiais fibrosos celulósicos previamente hidratados, após ter sido usado é possível isolar suas fibras novamente para voltar a formar outro papel. Esse resíduo fibroso proveniente da deslignificação parcial ou total da matéria-prima vegetal utilizada, que pode ser tanto de plantas madeireiras, as mais utilizadas, como de algumas plantas anuais ou não-madeireiras, como o capim, o algodão, o bambu, a cana-de-açúcar, a bananeira, etc., forma uma pasta ou polpa celulósica que constitui a primeira fase da produção de papel. Para tanto as fibras são submetidas a processos de maceração e/ou de cozimento a base de cargas químicas ácidas ou alcalinas. Já a formação das folhas de papel, seja pelo processo artesanal ou industrial, ocorre pelo entrelaçamento das fibras a partir da suspensão em água sobre um suporte plano (CRAIG, 1987; FOELKEL e BARRICHELO, 1975; SOFFNER, 2001; ASUNCIÓN, 2002; BASTIANELLO, 2005).

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; CRAIG, 1987).

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 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). Um século depois, mais precisamente 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. Há basicamente dois processos de transformação da madeira em pasta celulósica para a produção de papel: mecânico e o químico (ASUNCIÓN, 2002; BAER, 1995; CRAIG, 1987).

As preocupações ambientais com esses processos de produção de celulose e a sua transformação em produtos ganharam destaque a partir da década de 70. As principais pressões ambientais enfrentadas pela indústria 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 como 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).

Bastinello (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 tornar-se 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.

Considerando os propósitos de Bastianello (2005), a abundância de resíduos fibrosos de banana na região de Joinville/SC, e a possibilidade de parceria com o Programa de Desenvolvimento da Mulher Rural da Fundação Municipal de Desenvolvimento Rural 25 de Julho (FMDR 25 de Julho), implementou-se em 2006 o projeto “Mulher com Fibra”, o qual prevê atuar de forma sustentável na geração de trabalho e renda para um grupo de mulheres rurais a partir do desenvolvimento de produtos de modo artesanal. Os produtos desenvolvidos caracterizam por papéis reciclados com diferentes proporções mássicas de fibras de bananeiras, além de derivados desses como artefatos decorativos (vasos, anjos de natal e luminárias), de papelerias (envelopes e pastas), embalagens para presentes, cartões comemorativos e convites especiais. Hoje, o grupo dessas mulheres é conhecido pela marca “Recriando com Fibras”.

O método de produção do papel reciclado artesanal com diferentes proporções mássicas de fibra de bananeira, repassado para o grupo do projeto “Mulher com Fibra”, foi o mesmo adotado por Bastianello (2005) em sua pesquisa, 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 fase de confecção das folhas para melhor impermeabilização.

O uso de insumos em grande quantidade pelo método, assim como a transformação desses em efluentes afeta a proposta do projeto “Mulher com Fibra” que se norteia pela idéia de desenvolver produtos com alto valor agregado, bem como com o apelo ambiental e socioeconômico já contextualizado. Sabe-se que a utilização em excesso da água, tanto eleva o custo de produção de um processo como compromete o seu desempenho ambiental. A água, segundo o Instituto de Estudos Avançados (IEAv; 2008), é um recurso natural não mais considerado renovável e a sua escassez tem sido motivo de preocupação até mesmo para países com grande abundância de água doce, como o Brasil. Há até especulações que, nas próximas décadas, a disputa pela água será a causa de novos conflitos internacionais.

Desse modo, 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 de um SGA sobre a técnica, enfatizando aqui a norma ISO 14001:2004 como requisito de orientação, com o intuito de 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 Fibra, ao oferecê-lo partindo de uma concepção socioambiental, ponderando a revalorização e transformação de resíduos.

Assim, os objetivos deste estudo foram: analisar o efeito da aplicação do SGA sobre o processo de produção de papel reciclado artesanal com diferentes proporções mássicas de fibras de bananeira, bem como levantar os aspectos e impactos ambientais do processo, propor requisitos de melhorias ambientais, avaliar o desempenho desses requisitos e sugerir ações de gerenciamento para a promoção da melhoria contínua.

Materiais e métodos

O SGA define-se como uma ferramenta de correção e prevenção dos aspectos e impactos ambientais dos processos de uma organização. Já a ISO 14.001 é uma norma que apresenta requisitos com orientações para uso do SGA (ABNT NBR ISO 14001:2004). Assim para implantar o SGA na técnica estudada, foi preciso antes realizar um levantamento dos aspectos e impactos ambientais do seu processo. 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 (PRADEZ, 2001).

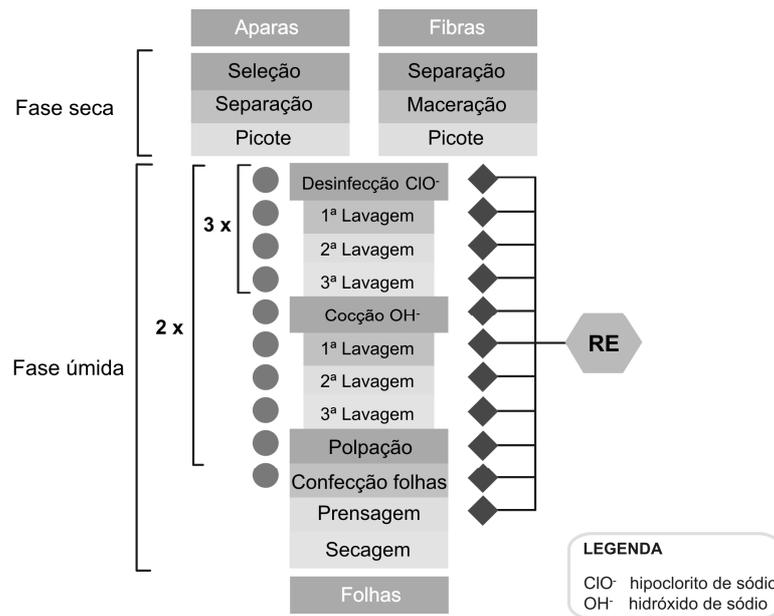
Assim, o ciclo PDCA foi o método que orientou todo este estudo, apontando os problemas e direcionando as possíveis ações a serem aplicadas, bem como as avaliando em relação às melhorias para o processo. Esse ciclo remonta o método de pesquisa chamado de pesquisa-ação ou pesquisa de intervenção, criado por Kurt e Lewin, o

qual 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).

No caso, o processo em estudo é o de produção de papel reciclado artesanal com as frações mássicas 100/0, 80/20, 50/50 e 0/100 de aparas e fibras de bananeira, respectivamente, sugerido por Bastianello (2005), o qual apresenta diversas etapas, divididas em fase seca e úmida, de pré-tratamentos da matéria-prima e preparo da pasta ou polpa antes da formação das folhas.

As primeiras etapas desse processo, caracterizadas como fase seca, identificam-se por seleção, separação e picotagem das aparas e separação, maceração e picotagem das fibras de bananeira. Já na fase úmida do processo, as aparas e fibras de bananeira percorrem as seguintes etapas: desinfecção, cocção, polpação, confecção das folhas, prensagem e secagem.

Essas etapas da fase úmida destacam-se pela abundante quantidade de entradas de insumos e saídas de efluentes líquidos, como mostrada o fluxograma do processo ilustrado na FIGURA 1, onde as entradas de insumos são representadas por círculos, as saídas de efluentes líquidos por losangos e o destino dos efluentes líquidos gerados, neste caso, rede de esgoto, por hexágono.

Figura 1: Fluxograma do processo

Fonte: Barauna (2009).

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

Para a execução desse processo de reciclagem de papel, considerando a confecção de folhas de formato A2 a A4, conforme a *Deutsche Industrie Normen* (DIN) (BAER, 1995), utilizaram-se diversos tipos de utensílios, equipamentos, matérias-primas e insumos, descritos nas TABELAS 1 e 2, além de equipamentos de proteção individual (EPIs), como avental plástico, botas, luvas, máscaras respiratórias e óculos plásticos incolores.

Tabela 2: Utensílios e equipamentos utilizados

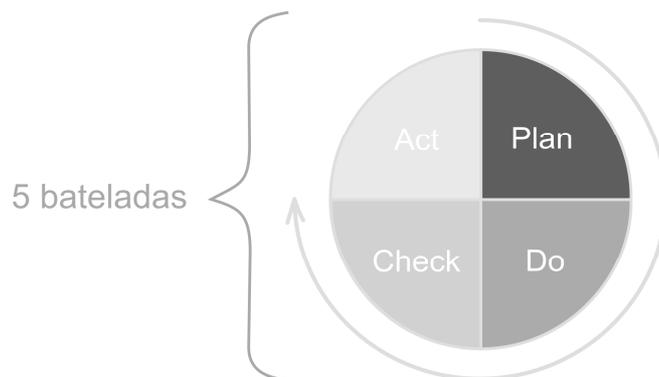
Descrição	Especificação	Capacidade/Tamanho
Balança	Análítica	15 kg/5 g – 6 kg/2 g
Baldes graduados	Plástico	16 L
Cilindro	Para massas	-
Destruitora de documentos	Modelo Roto S600	15 folhas de 75 g/cm ²
Fogão	Linha Ideal	6 bocas
Facas	Facão, Churrasco, Peixeira e Serra	-
Feltros	Carpete, Lã e TNT	A4, A3 e A2
Liquidificador	Industrial	10 L
Panelas	Caldeirão e caçarola em alumínio	9,5 a 32,5 L
Peneiras	Plástico, tela 16 cm	2,25 L
Prensa	Hidráulica	15 t e 30 t
Tinas para folhas	A2, A3 e A4	Cap.372 L
Telas (forma, marco e grade)	Madeira náutica e malha fina	A4, A3 e A2
Varal	Portátil	240 - A3/A4 e 120 - A2

Tabela 2: Matérias-primas e insumos utilizados

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

Assim, com base nessa técnica de produção de papel reciclado artesanal com fibras de bananeira apresentada, aplicou-se as 4 fases-chave do ciclo PDCA sobre o seu processo, conforme mostra a FIGURA 2, considerando a execução de 5 bateladas da técnica para planejar, implantar, verificar e avaliar os requisitos de melhorias propostos até sugerir as ações para a promoção da melhoria contínua, realizadas em laboratórios com infra-estrutura específicas para a execução da técnica e aplicação dos ensaios.

Figura 2: Ciclo PDCA aplicado a partir da execução de 5 bateladas do processo



Fonte: Barauna (2009).

Planejamento

Na **primeira fase do ciclo PDCA**, planejar, foi executado a 1^a batelada da técnica, especificamente, para se conhecer melhor os fluxos de entradas (matérias-primas e insumos) e saídas (resíduos e produtos) do processo, quantificando-os com a finalidade de identificar os seus aspectos ambientais e avaliar os seus impactos (FIGURA 3), destacando os mais significativos a partir dos critérios estabelecidos e apresentados na FIGURA 4. As massas secas das matérias-primas de entradas foram definidas arbitrariamente e aferidas 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.

Figura 3: Quadro modelo para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais do processo

IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS				Revisão:				
				Responsável : GESTÃO AMBIENTAL				
Identificação				Avaliação				
Cód.	Etapa	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Conseqüência/ Severidade (A)	Freqüência/ Probabilidade (B)	Categoria (A x B)	Requisitos Legais	SIGNIFICÂNCIA
01								

Fonte: Barauna (2009)

Figura 4: Critérios de avaliação dos aspectos e impactos ambientais do processo

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS				
AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS		Frequência/Probabilidade		
		Alta (A) - Quando ocorre mais de uma vez por batelada do processo ou inexistência de 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 ou quando não há 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.		

Fonte: Barauna (2009).

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, onde a partir dos aspectos ambientais propuseram-se algumas ações para redução dos seus impactos como: (a) reestruturação do sistema de coleta, seleção, separação e picotagem das aparas; (b) aplicação de parâmetros de qualidade dos efluentes

gerados; (c) comparação de dois pré-tratamentos de cocção. Durante essas ações, outras possibilidades de ensaios apresentaram-se pertinentes, tais como (d) a padronização dos procedimentos de lavagens e (e) a relação do consumo de água e da quantidade de polpa beneficiada com a quantidade de matéria-prima seca de entrada.

Implantação e verificação

Dentre a 2ª e 4ª batelada de execução da técnica foram realizadas a **segunda e terceira fase do ciclo PDCA**, respectivamente, onde se implantaram e verificaram-se os requisitos de melhorias ambientais propostos. O monitoramento e as medições dos dados dessas propostas ocorreram por meio das fichas descritivas de entradas e saídas por etapa do processo, FIGURA 5, e de folhas confeccionadas, a qual considera o formato, a gramatura e a ordem de produção das folhas, FIGURA 6.

Figura 5: Ficha modelo para descrição das entradas e saídas do processo

DESCRIÇÃO DAS ENTRADAS E SAIDAS POR ETAPA DA TÉCNICA				Identificação:		
				Revisão: Responsável:		
				GESTÃO AMBIENTAL		
Etapa:						
Procedimento:						
Atividade	Entradas	Qtd.	Coleta	Saídas	Qtd.	Coleta

Fonte: Barauna (2009)

Figura 6: Ficha modelo para descrição das folhas confeccionadas por batelada do processo

DESCRIÇÃO DE FOLHAS CONFECCIONADAS POR PROCESSO					Identificação:	
					Revisão:	
Etapa:					Responsável:	
					GESTÃO AMBIENTAL	
Procedimento:						
Ordem de produção	Formato	Tamanho (mm)	Área (mm ²)	Peso (g)	Gramatura (g/mm ²)	

Fonte: Barauna (2009).

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, **quarta fase do ciclo PDCA**, para avaliar a eficiência das modificações propostas, comparando para isso a quantidade de folhas geradas desse processo modificado 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 7 e considerando os aspectos e impactos ambientais apontados como significativos.

Figura 7: Quadro modelo para a determinação das ações de gerenciamentos dos aspectos ambientais do processo

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

Fonte: Barauna (2009).

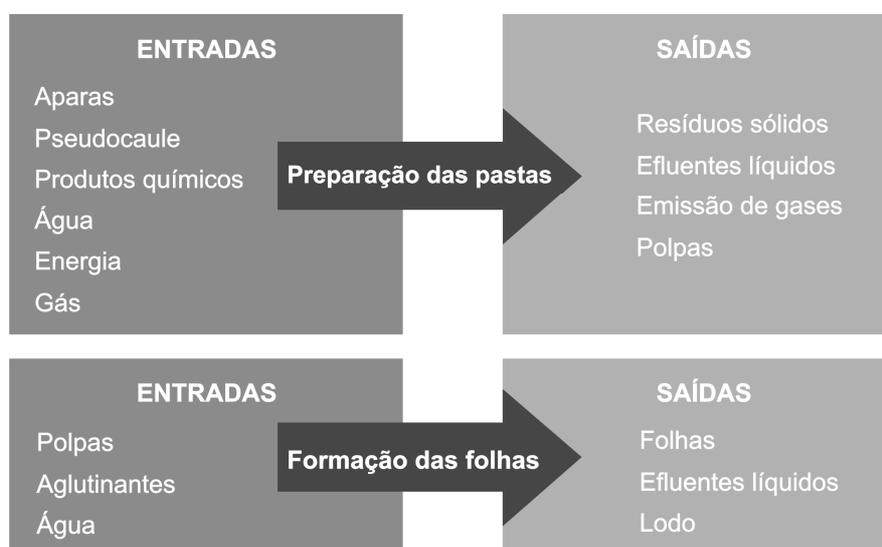
Resultados discussão

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 as diversas propostas de melhorias, bem como avaliar o desempenho ambiental do processo até propor ações de gerenciamento para a promoção da melhoria contínua. No entanto, inicialmente, foi necessário conhecer e quantificar os fluxos de entrada e saídas do processo. 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).

Para conhecer esses fluxos dividiu-se o processo produtivo em dois sub-processos: preparação das pastas e formação das folhas, conforme ilustra a FIGURA 8.

Figura 8: Fluxo de entradas e saídas do processo de produção de papel reciclado artesanal a partir de aparas e fibras de bananeira



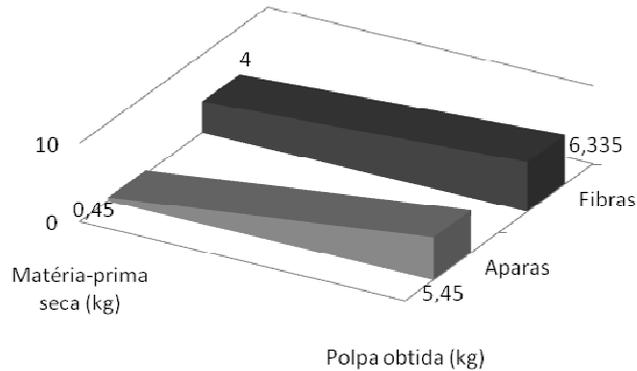
Fonte: Barauna (2009).

Quanto à quantificação, apresentam-se a seguir os valores das principais entradas e saídas do processo, como (a) a transformação das matérias-primas secas em polpas, (b) o 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 pseudocaulos de bananeira, sendo que, após o processamento, essas massas tiveram sua saída em polpa com um rendimento observado 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 1º batelada



Fonte: Barauna (2009).

b) Uso de água → geração de efluente

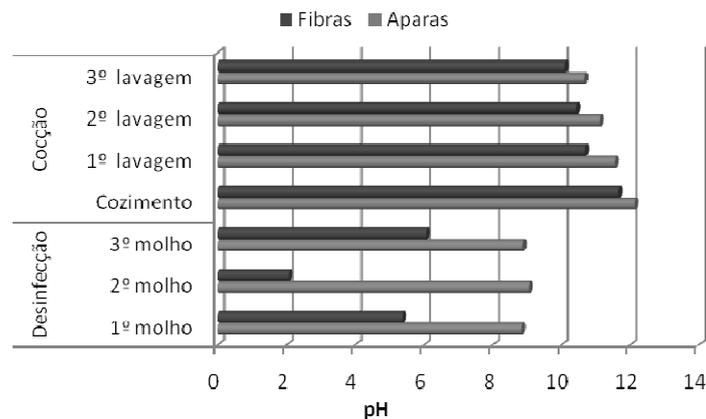
A quantidade de água de entrada no processo por etapa está registrada na TABELA 3, bem como o volume total consumido e a razão desse volume pelo valor da massa seca de entrada.

Tabela 3: Consumo de água por etapa e total em litros (L) na 1ª batelada

Fase	Etapa	Sub-etapa	Entrada	Aparas	Fibras	Total
Seca	Seleção	-	Massa (Kg)	0,45	4,00	4,45
PREPRAÇÃO 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	H2O (L)	4,00	6,00	10,00
		4º Ciclo lavagem		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

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% do volume total de água usado e representa 24 das 42 entradas de água do processo, considerando 12 entradas tanto para as aparas como para as fibras de bananeira na fase úmida.

A maior parte desse volume de água saiu na forma de efluente líquido. Assim, considerando que as etapas de desinfecção e cocção são as que utilizam produtos químicos, respectivamente, NaClO e NaOH, realizaram-se aferições de pH do efluente como controle. Os efeitos das etapas do processo sobre esse parâmetro podem ser observado no GRÁFICO 2.

Gráfico 2: Valores de pH das amostras dos efluentes da 1ª batelada

Fonte: Barauna (2009).

Na etapa de **desinfecção** observa-se que os valores para o efluente das aparas apresentam-se alcalino enquanto que para as fibras de bananeira obtêm-se 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, sendo que esses, mesmo com a aplicação do 4º ciclo de lavagem, mantiveram-se alcalino. 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.

c) Polpas → folhas de papel

A partir da entrada das polpas obtidos, juntamente com insumos como água e cola, na etapa de confecção das folhas, teve-se uma saída de 23 unidades de folhas, formato A3. A TABELA 4 apresenta as quantidades de polpas e insumos utilizados para a confecção dessas folhas.

Tabela 4: Quantidade de polpas e insumos utilizados para a confecção de folhas na 1ª batelada

Frações Mássicas Aparas/Fibras	Polpa (kg)	Água (L)	Cola (kg)	Folhas (A3)
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.

Fonte: Barauna (2009).

Ao relacionar o número total de folhas confeccionadas (23 un) pelo total de polpa (11,78 kg) e água (802,11 L) utilizadas na produção dessas, tem-se um desempenho médio do processo de 0,510 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 ainda 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 das etapas do processo e avaliar os seus níveis de significância segundo a FIGURA 4 da seção 2.1 deste trabalho. As etapas significantes foram: seleção e separação das aparas; desinfecção; cocção; polpação e confecção de folhas, conforme mostra a FIGURA 9.

Figura 9: Quadro indicativo dos aspectos e impactos ambientais considerados significativos do processo

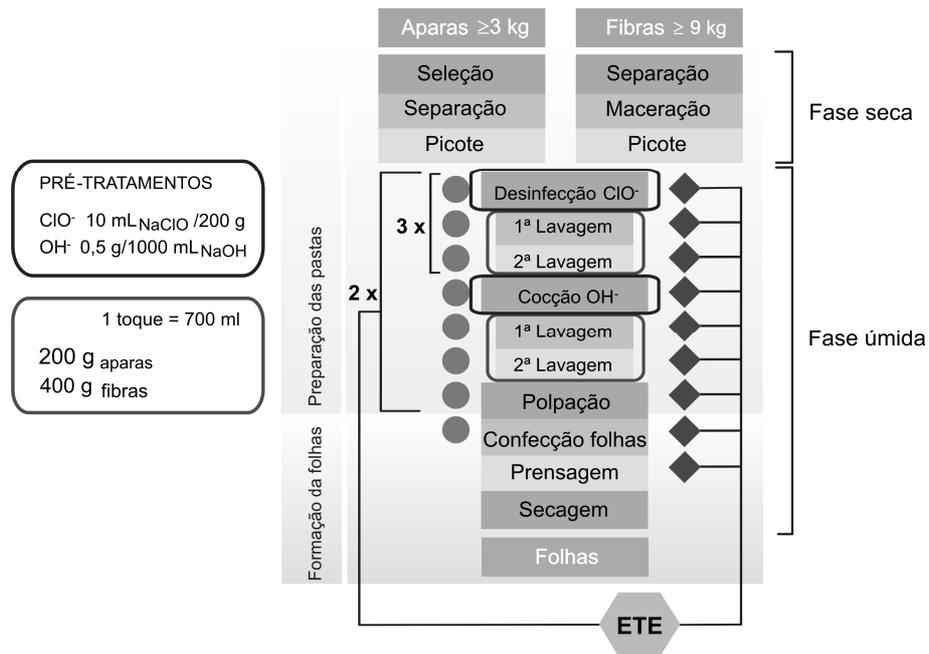
ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS							
Identificação				Avaliação			
Nº.	Etapa	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Consequência/ Severidade (A)	Frequência/ Probabilidade (B)	Categoria (A x B)	Requisitos Legais Significância
1	Seleção e Separação Aparas	Uso de recursos florestais Geração de resíduos sólidos	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 e Cocção	Utilização de água Uso de produtos químicos Geração de efluente líquido	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 líquido	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	Confecção de folhas	Utilização de água Uso de produtos químicos Geração de efluente líquido	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	B	B	2	X S

Fonte: Barauna (2009).

Essas etapas sobressaíram-se pelo uso de insumos como a água e de matéria-prima proveniente de florestas. O uso desequilibrado desses recursos pode contribuir, sem considerar escalas de produção, para o esgotamento dos recursos naturais, como a geração de efluentes líquidos e sólidos pode ocasionar alteração da qualidade dos recursos hídricos e dos solos.

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 líquido e ao uso de produtos químicos. Assim das propostas para tornar mais eficiente os diversos aspectos ambientais da técnica tiveram como resultado: (a) a obtenção de maior controle dos resíduos sólidos coletados e utilizados a partir da reestruturação do sistema de coleta, seleção, separação e picotagem das aparas, o qual ocorre semanalmente de forma que os dados quanto ao tipo (aparas brancas, aparas mistas e resíduos diversos) e quantidade são registrados em um caderno de controle; (b) proposta de restrição ao uso de agente nocivo ao homem e ao meio ambiente com a eliminação parcial do uso da carga química de NaOH no pré-tratamento de cocção, considerando a afirmação de Blanco Rojas (1996) que diz que todos os extratos de fibras de bananeiras são solúveis em água quente e que o tratamento termomecânico é recomendável do ponto de vista prático e econômico; (c) minimização da influência do indivíduo nos procedimentos de lavagens com o uso de torneiras de pressão com vazão controlada por toque, onde a cada toque lava-se 200 g e 400 g de aparas e fibras de bananeira respectivamente, obtendo assim maior controle de tempo e da quantidade de água utilizada para cada lavagem.; (d) definição de um valor de massa mínima de matéria-prima seca de entrada no processo, considerando o consumo de água, bem como o rendimento em polpa das aparas e fibras de bananeira, onde se verificou que 3 kg de aparas e 9 kg de fibras de bananeira seriam valores de massa mínima viáveis de serem introduzidos no processo; (e) redução em torno de 62% do total de água consumido pelo processo, comparando a 1ª e a 4ª batelada, onde essa redução não se refere unicamente a eliminação de 4 ciclos de lavagens tripla para 4 ciclos de lavagens duplas, mas sim, ao aperfeiçoamento do grupo operador quanto à técnica, à padronização das lavagens e aos valores de massa seca de entrada no processo, além disso verificou-se a viabilidade de tratamento único de todo o efluente gerado para reuso no próprio processo.

Com base nesses resultados foi estruturado um novo fluxograma para o processo, FIGURA 10, 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 10: Novo fluxograma do processo

Fonte: Barauna (2009).

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 pseudocaules 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 uma 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 e 569,35 L, respectivamente. Obtendo assim, para o processo modificado uma redução de 42,26 % de geração de efluente, conforme demonstra a TABELA 5.

Tabela 5: Percentual de redução da geração de efluente no processo modificado em relação ao original

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

Fonte: Barauna (2009).

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 6 apresenta as quantidades de polpas e insumos utilizados para essa produção.

Tabela 6: Quantidade de polpas e insumos utilizados na confecção de folhas na 5ª batelada, processo modificado

Frações Mássicas Aparas/Fibras	Polpa (kg)	Água (L)	Cola (kg)	Folhas (A3)
100/0	27,98	84,00	2,50	110
0/100	7,65	60,00	1,00	20
72/38*	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.

Fonte: Barauna (2009).

Enquanto no processo original observou-se que a quantidade de folhas gerada foi de 153 folhas A3. Da mesma maneira, apresentam-se na TABELA 7 as quantidades de polpas e insumos utilizados nesse processo.

Tabela 17: Quantidade de matérias-primas usadas na confecção de folhas na 5ª batelada, processo original

Frações Mássicas Aparas/Fibras	Polpa (kg)	Água (L)	Cola (kg)	Folhas (A3)
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.
Fonte: Barauna (2009).

Ao relacionar o número total de folhas confeccionadas nos dois processos, pelo total de polpas obtidas e água consumida para produção dessas, tem-se um desempenho médio dos processos, conforme apresenta a TABELA 8. A qual mostra também que houve uma perda de produção relativa de 13,33 % 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, aproximadamente 4 %, e menor consumo de água por unidade de folhas, em torno de 32 %.

Tabela 8: Razão entre as folhas produzidas com as quantidades de polpas obtidas e água consumida e percentual de redução da produção e uso de matérias-primas e insumos por folha

	Original	Modificado	% de Redução
Folhas (un)	153	135	-13,33
Razão Polpa/folhas (kg/un)	0,288	0,277	3,82
Razão H2O/folhas (L/un)	8,54	5,78	32,32

Fonte: Barauna (2009).

Diante dos valores apresentados, é evidente o melhoramento do 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, relacionando custo x benefício de produção das folhas.

O custo de produção de 1 folha de papel de é R\$ 3,90, 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 9. 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 da Companhia de Saneamento Básico, Águas de Joinville (2008), a qual pondera R\$ 27,90 para o consumo de até 10 m³ de água.

Tabela 9: Custo unitário de produção de folhas pelo processo original e modificado

Custo de produção unitário (R\$)	Valor	%	Valor	%
H2O	1,91	48,97	1,29	39,33
	Original		Modificado	
Demais	1,99	51,03	1,99	60,67
Total	3,90	100,00	3,28	100,00

Fonte: Barauna (2009).

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\$ 96,70, 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 fibras de bananeira apresenta um desempenho produtivo, considerando aspectos ambientais e econômicos, melhor que o fluxo anterior.

Além disso, visando à melhoria contínua, foi possível sugerir também ações de gerenciamento sobre o processo, FIGURA 11, onde foram propostos objetivos e metas ambientais mensuráveis, ponderando os resultados das coletas de dados e ensaios realizados.

Figura 11: Ações de gerenciamento para o processo

AÇÕES DE GERENCIAMENTO					Revisão : 00/mar/08 Responsável : Debora GESTÃO AMBIENTAL	
Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Objetivos e Metas Ambientais	Controle Operacional	Monitoramento e Medição	Indicador
Seleção e Separação das 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. <input type="checkbox"/> Treinamento para os resp	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 líquido.	Possibilidade de esgotamento de recursos naturais. Possibilidade de alteração da qualidade dos recursos hídricos.	80% de reuso do efluente líquido 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-holadesa)	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.

Fonte: Barauna (2009).

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 as principais matérias-primas do processo de produção de papel reciclado artesanal com fibra 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. Sugere-se o tratamento por meio de filtração-floculação com sulfato de alumínio.

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 a partir da afirmação de Blanco Rojas (1996), por um tratamento termomecânico, no qual um protótipo de uma Pia-holandesa seria o equipamento utilizado.

Conclusões

O SGA é um fundamento de orientação clara e funcional de aplicação de correções ambientais. A partir desse foi possível compreender a necessidade da identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais do processo em estudo, ficando aqui entendida como uma prática imprescindível da gestão ambiental para que se obtenham requisitos de melhorias ambientais efetivos quanto ao uso sustentável dos recursos que compõem o processo. Assim como para avaliação do desempenho ambiental desses requisitos, percebeu-se a importância de levar em conta também o desempenho produtivo de um processo, mesmo que artesanal, permitindo haver, dessa maneira, um equilíbrio entre as questões ambientais e sócio-econômicas.

A ISO 14.001, como requisito de orientação, ponderando o seu método de aplicação, o ciclo PDCA, embora não tão atual, mas eficiente, foi um instrumento que possibilitou estabelecer ações de gerenciamento em busca da promoção da melhoria contínua.

Por fim, releva-se que, o conhecimento dos processos garantiu 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 avalizou ganhos ao processo, como a eliminação de desperdício de tempo e maior controle dos recursos utilizados.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 14001: sistemas de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso.** 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://www.aguasdejoinville.com.br/tarifas.php>. Acesso em 08 de dezembro de 2008.

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

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.

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, 1999.

BARAUNA, Debora; SILVA, Denise Abatti Kasper (Orientador). **Sistema de gestão ambiental (SGA): uma aplicação na produção de papel reciclado artesanal com adição de diferentes frações mássicas de fibras de bananeira.** Joinville, SC, 2009. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente - Universidade da Região de Joinville), 2009.

BASTIANELLO, Silvana Fehn. **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 bananeira “Nanição” (Musa AAA, “Giant Cavendishii”). Piracicaba.

1996. 150 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1996.

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

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.

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

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.

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.

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.

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

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.

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.

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

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.

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

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.