

RESÍDUO INDUSTRIAL DE PAPEL RECICLÁVEL: UM ESTUDO SOBRE A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM ATIVIDADES AGROSILVOPASTORIS.

Reinaldo Knorek (Universidade do Contestado) reinaldok@unc.br
Gildo Rogério Hoffmann (Universidade do Contestado) gilhoffmann13@yhao.com.br

Resumo

Este artigo refere-se em apresentar uma inovação tecnológica para suprir um dos maiores desafios das indústrias de papel reciclável que é a disposição final dos resíduos e hoje são destinados a aterros industriais. Esta alternativa gera responsabilidade “*ad eternum*” pela guarda e selo dos produtos ali depositados, o que gera um passivo ambiental com custo permanente para as empresas de material reciclável. Pesquisas científicas relativas ao resíduo de papel reciclável têm apontado alternativas diferenciadas quanto ao seu uso e pesquisadores concluíram que os resíduos de papel reciclável possuem um alto potencial de utilização na agricultura como corretivo de solo, sendo agronomicamente viável a sua aplicação: essa inovação tecnológica é o argumento central em defesa da sustentabilidade do setor produtivo da indústria que utiliza em seu processo produtivo de papel reciclável. Contudo o grande desafio para o destino dos resíduos sólidos desse setor que está em constante busca de inovações, faz desse trabalho uma indicação para a solução do problema estabelecido na região: qual destino dar aos resíduos sólidos industriais.

Palavras chave: Resíduo Industrial, Papel, Inovação Tecnológica.

INDUSTRIAL WASTE OF PAPEL: A STUDY ABOUT THE TECHNOLOGICAL INNOVATION AS STRATEGY FOR THE MAINTAINABLE DEVELOPMENT IN ACTIVITATE AGROSIVOLPASTORIS

Abstract

This article refers in presenting a technological innovation to supply one of the largest challenges of the industries of paper recyclables it is the final provision of the residues, today destined to industrial embankments. This alternative generates responsibility “*ad eternum*” there for the guard and stamp of the products deposited, what generates an environmental liability with permanent cost for the companies of material recyclables. Relative scientific researches to the residue of paper recyclables have been aiming alternatives differentiated with relationship to its use and researchers concluded that the residues of paper recyclables possess a high use potential in the agriculture as soil corrective, being viable agronomy its application: that technological innovation is the central argument in defense of the sustainable of the productive section of the industry that uses in its productive process of paper recyclables. However the great challenge for the destiny of the solid residues of that section that is in constant search of innovations does an indication of that work for the solution of the problem established in the area: which destiny to give to the industrial solid.

Key-words: Industrial waste, Paper, Technological Innovation

1. Introdução

Em Santa Catarina, muitos pesquisadores estudam o destino dos resíduos produzidos, principalmente no Planalto Norte Catarinense, por empresas de papel reciclável, especialmente as produtoras de papeis da linha higiênica. É considerado que o resíduo de papel reciclável, apesar de ser agronomicamente viável, apresenta em seu *chorume* quantidades significativas de metais pesados e isto o inviabilizam quanto à sustentabilidade ambiental. Por sua vez, os socioambientais desse setor produtivo, estão cada vez mais informados, conscientes e exigentes pois, reagem contra posturas que inviabilize o meio ambiente. Eles exigem que as empresas cumpram sua função social, e que também preservem o meio ambiente para a atual, e futuras gerações. Para sobreviver as empresas precisam estar adaptadas ao meio em que estão inseridas e com ele se relacionar de forma equilibrada e sustentável. Com isso, o resultado, valor ou benefício deve ser mensurado sistemicamente, envolvendo o econômico, social e ambiental, de forma integrada e não somente o retorno econômico: que é o ideal em algumas empresas.

2 – Referencial Teórico

2.1 A indústria de papel reciclável.

Segundo a Associação Brasileira de Celulose, a indústria papelreira, é um setor bastante expressivo na política econômica brasileira, ocupando o décimo primeiro lugar na produção de papel (Associação Brasileira de Celulose e Papel- BRACEPA, 2006). O Brasil ocupa um lugar de destaque na reciclagem de papel, onde o consumo de 147 empresas aproxima-se de 3,4 milhões de toneladas (BRACELPA, 2006). Um dos objetivos da reciclagem de materiais é reduzir a contaminação ambiental proveniente de resíduos gerados pela humanidade. A transformação de papel descartado, como revistas e jornais, em novos produtos de valor comercial, como papel higiênico e papel toalha, geram no seu processo de fabricação uma quantidade considerável de resíduo. Este resíduo apresenta característica de uma massa fibrosa de cor acinzentada, sendo classificado como um resíduo de classe IIA – não inerte (ABNT, 2004). Devido ao elevado volume produzido e à baixa permeabilidade do resíduo, em geral, sua alocação em aterros sanitários é inviável economicamente.

A reciclagem é o aproveitamento das fibras celulósicas do papel velho e sua incorporação na fabricação de novos papeis. Na mesma linha o aproveitamento de papéis usados e aparas para a produção de novos papéis, reutilizando as fibras presentes no material em substituição as fibras virgens, como a pasta química, semi química ou mecânica. Entretanto as perdas do processo de reciclagem ficam em torno de 20% que se torna uma massa cinza destinada a aterros industriais. Segundo dados divulgados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento, os papéis recicláveis são classificados em aparas: aparas brancas; aparas Kraft; aparas de cartolina e aparas de tipografia. Os papéis velhos são os papelões ondulados; jornais, formulários, arquivo branco (notas fiscais, faturas, livros, cadernos) (Banco Nacional de Desenvolvimento Social e Econômico – BNDES, 2008).

No Brasil, a maioria das empresas de papel da linha higiênica (53%) tem as aparas de papel, como sua única fonte de matéria prima. O custo de coleta dos reciclados pode ser considerado baixo, normalmente realizado por catadores de papel nos grandes centros urbanos. Os papéis para fins sanitários, denominados papéis *tissue*, apresentam-se sob a forma de diversos produtos finais, como papel higiênico, toalha, guardanapo e lenço de papel. São papéis de baixa gramatura (15 a 50 g/m²), normalmente utilizado para absorção e remoção de umidade, matérias graxas e sujeiras (BNDES, 2002). A produção está concentrada na região sul e

sudeste (95%) com 68% da produção localizado nos estados de São Paulo e Santa Catarina. A produção de papéis sanitários é concentrada em grandes produtores – Klabin 22%; Santher 18%; Melhoramentos 10%; Manicraft 6%; Mili 4%. O restante, 40%, distribuídos por um grande número de pequenas empresas de atuação regional. Entre os 47 produtores deste tipo de papel, apenas a Klabin dispõe de produção própria de celulose.

2.2 Resíduo da Industrial de papel reciclável

Os resíduos gerados nas empresas de papel reciclável vão depender da tecnologia aplicada. Pelo potencial de utilização, tem merecido atenção, a cinza de caldeira e o resíduo celulósico. Na reciclagem de papel, os resíduos são gerados pelas perdas de fibras de celulose e pela remoção de cargas minerais nas aparas (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2006). Os resíduos que tem sua origem em estações de tratamento de efluentes são a maior parte do total de resíduos gerados em complexos de papel e celulose. (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI), 1989). O tipo de resíduo gerado nas empresas de papel reciclável depende das características do processo e das técnicas de reaproveitamento. Podem variar muito de uma empresa para outra, mesmo nos casos em que os produtos finais são semelhantes. Os efluentes líquidos eram os principais obstáculos para o uso do papel reciclável nas empresas que produzem papel da linha higiênica.

A produção de papel da linha higiênica é geradora de grande quantidade de resíduo e as demandas da produção implicam neste aumento, que constituem uma grande preocupação ambiental. O maior problema enfrentado pelas indústrias é o destino dos resíduos, destinados a aterros, como terrenos compactados e revestidos de plástico (mantas sintéticas). Permite a disposição dos resíduos, sem riscos à saúde pública, quando instalados em áreas adequadas, afastadas de corpo de água, com controle dos líquidos percolados. Os aterros industriais exigem uma operação exercida por profissionais habilitados, para que não ocorra o contato dos resíduos com o solo ou percolação de líquidos para aquíferos. Em caso de contaminação do meio ambiente nas áreas próximas, o responsável responde judicialmente e deve monitorar as águas subterrâneas, mesmo depois de encerrada a capacidade de ocupação do aterro. Segundo a Federação Europeia de Resíduos, o grande problema causado pelos resíduos sólidos em aterros, é a contaminação do lençol freático, ou até mesmo de aquíferos, com o *chorume* contaminado e percolado. Esses materiais são imprevisíveis, difícil garantir sua composição e difícil antever por onde ele correrá dentro do solo, caso encontre maneiras de penetrá-lo. A água contaminada do solo acabará chegando às nascentes, aos rios e ao consumo humano (RELATÓRIO DA FEDERAÇÃO EUROPÉIA DE RESÍDUO E SERVIÇOS AMBIENTAIS, FEAD, 2005).

Alternativas estão sendo investigadas para o uso dos resíduos provenientes da produção de papéis da linha higiênica, como na produção de blocos de cerâmicos, reduzindo os custos e riscos ambientais (INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS, IPEF, 2000). Outras formas, como o co-processamento, que consiste na utilização dos resíduos como combustível nos fornos ou como substituto de matéria prima na produção de cimento. Assim como a utilização do resíduo em pavimentação de estradas florestais.

2.3 - Características físicas químicos dos resíduos de papel reciclável

Os resíduos provenientes da produção de papel reciclável, são basicamente constituídos por lodo primário e secundário. O lodo primário é composto de fibras de resíduo de madeira, com

alto teor de carbono e baixo nível de nutrientes. O secundário, normalmente já passou por tratamento microbiológico, facilitando sua decomposição. Após passar pela estação de tratamento (ETE), o lodo, tem potencial para ser usado como fertilizante ou como condicionador de solo. O resíduo de papel reciclável possui algumas limitações quanto o uso como fertilizantes, por apresentar alto teor de matéria orgânica e baixos teores de Al, Na e K. Normalmente, o resíduo de papel reciclável possui alta relação de carbono/nitrogênio (C/N), necessitando para sua utilização passar por processo de compostagem (BELLOTE *et al.*, 1998). A característica e composição química dos resíduos de fábrica de papel reciclável vão depender do tipo de aparas utilizadas no processo. Segundo Balbinot Junior *et al.* (2006), o lodo resultante é composto de fibras de cor acinzentada, classificada pela ABNT, como de Classe IIA – não inerte.

No solo se houver falta de nutrientes é indicado a aplicação de fertilizantes ou resíduos urbanos e industriais, em concordância com Belote e Silva (2005). A utilização de resíduos, mesmo com baixa quantidade de nutrientes é defendida por vários autores, principalmente visando conciliar a necessidade nutricional com os processos de ciclagem, para se manter as produtividades (BELLOT; SILVA, 2005; REISSMANN; WISNEWSKI, 2005; REISSMANN, 2002; FERREIRA *et al.* 2004). Esperam-se, em silvicultura ganhos significativos com a aplicação de resíduo industrial de papel e celulose, aumentando a decomposição da serrapilheira e melhorando a capacidade de retenção de água no solo (FERREIRA *et al.*, 2005). O pH é considerado característica essencial, pois afeta a disponibilidade de todos os elementos químicos do solo, sendo influenciado pelo uso de resíduos, que causam alteração do pH do solo encontraram alta correlação entre o pH do solo e as produtividades silvícolas, que nos sítios estudados variam de 4,3 a 5,0. A aplicação de resíduos, na maioria dos casos provoca os aumentos dos teores de cálcio no solo, normalmente com alta concentração.

Entre as alternativas para disposição final de resíduos gerados por indústrias, a aplicação no solo, visando à melhoria de suas propriedades químicas e físicas tem merecido atenção cada vez maior (FIERRO *et al.*, 1999; NEMATLI *et al.*, 2000; FOLEY & COOPERBAND, 2002). No resíduo gerado pelo processo de reciclagem de papel constata-se presença de compostos que podem atuar como corretivos da acidez do solo, principalmente óxidos de Ca e Mg, bem como concentração considerável de P_2O_5 . Salienta-se que, no Brasil, a acidez do solo é um dos fatores que mais limitam o adequado desenvolvimento de culturas agrícolas (OLIVEIRA *et al.*, 2002; ABREU Jr. *et al.*, 2002). No entanto, este resíduo apresenta em sua constituição elementos que, potencialmente, podem causar danos ao ambiente, tais como: Chumbo (Pb), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Mercúrio (Hg), Zinco (Zn) e Cobre (Cu). O acúmulo de metais pesados em solos agrícolas, devido a aplicações sucessivas de resíduo, é o aspecto que causa maior preocupação com relação à segurança ambiental necessária para viabilização desta prática. Os metais pesados podem expressar seu potencial poluente diretamente nos organismos do solo, pela disponibilidade às plantas em níveis tóxicos, além da possibilidade de transferência para a cadeia alimentar por meio das próprias plantas ou pela contaminação das águas de superfície e sub-superfície. O consumo de plantas contendo elevados níveis de metais pesados pode acarretar sérios riscos à saúde humana (SILVEIRA *et al.*, 2003). Os metais pesados apresentam efeito acumulativo no organismo e podem causar vários distúrbios no sistema nervoso. Assim, é necessário verificar o efeito do uso desses resíduos sobre a elevação dos teores destes elementos no solo.

Trabalhos de pesquisa já foram realizados para verificar as variações em características químicas do solo decorrentes da aplicação de resíduos de fábrica de celulose (SUZUKI *et al.*,

1991), resíduo siderúrgico (PRADO & FERNANDES, 2000), resíduos de curtume e carbonífero (FERREIRA *et al.*, 2003) e lodo de esgoto (ANJOS & MATTIAZZO, 2000; BORGES & COUTINHO, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2004). No entanto, há escassez de trabalhos sobre o uso de resíduo de reciclagem de papel para correção da acidez do solo e/ou como fonte de nutrientes às plantas, bem como sobre possíveis impactos em teores de metais pesados no solo (BALBINOTI JUNIOR, 2006). A água é um recurso abundante, no entanto 97,3% são representadas pela água salgada e apenas 2,7% de água doce (ROMERA E SILVA, *et al.*, 2003). O consumo de água no mundo é crescente com a expansão industrial, urbana e agrícola (ANDREOLI *et al.*, 2003). (Figs. 14-15). O manuseio incorreto de resíduos sólidos pode provocar poluição das águas, podendo atingir águas subterrâneas, causando sérios danos ao meio ambiente (OLIVEIRA; PASQUAL, 2004). A contaminação do aquífero pode causar problemas de difícil solução, em alguns casos são impossíveis de recuperação, permanecendo o mesmo, poluído por muitos anos (RIZZI, 2003). Os principais poluentes das águas superficiais, segundo Bolmann, Carneiro e Pegorini (2005), são os sólidos em suspensão, o material orgânico, os nutrientes (fósforo e nitrogênio), os metais pesados, bactérias e vírus. A poluição da água é uma das maiores preocupação quando da disposição de qualquer tipo de resíduo no solo, com processos de lixiviação podendo atingir águas subterrâneas (LEITÃO *et al.*, 2003; OLIVEIRA; PASQUAL, 2004); causando sérios danos, com difícil correção da contaminação (RIZZI, 2003). Para os diversos processos biológicos, o nitrogênio é considerado essencial, porém em excesso, facilita a proliferação de seres vivos (como algas), levando à eutrofização das águas (BOLMANN; CARNEIRO; PEGORINI, 2005; CETESB, 2006). Andrade e Matiazzo (2000), citando diversos autores relatam a possibilidade de contaminação de nitratos, no solo e nas águas subterrâneas, com a utilização de resíduos contendo nitrogênio. Alaburda e Nishihara (1998), citam os riscos do nitrogênio e seus diferentes compostos à saúde humana, com seu consumo através das águas de abastecimento. As crianças podem ser prejudicadas pela toxicidade dos nitratos, causando danos respiratórios (BAIRD, 2002). Os nitratos e nitritos podem estar ligados à formação de nitrosaminas carcinogênicas (ALABURDA; NISHIHARA, 1998). Bertol (2005), indica o risco de lixiviação de nitrogênio nas camadas superficiais de solos adubados com adubo orgânico. As quantidades que o solo não consegue assimilar resultam em lixiviação (HARRISON *et al.*, 2003).

3- Processo de produção papel reciclável

Atualmente existe uma preocupação crescente com o gerenciamento de resíduos, notadamente no caso das empresas exportadora, justificada pela necessidade da redução do uso dos recursos naturais, bem como pela preocupação em se evitar o desperdício de consumo de materiais. O manuseio, acondicionamento, armazenagem, coleta, transporte e destinação final dos resíduos, devem estar fundamentados em sua classificação. Conforme a classificação é definida os controles necessários em todas as fases envolvidas no processo. A gestão inadequada dos resíduos acaba acarretando a degradação do solo, assim como a sua contaminação, podendo chegar a atingir lençóis freáticos através da lixiviação diminuindo os recursos naturais disponíveis.

O processo produtivo das empresas do Planalto Norte Catarinense que produzem papéis da linha higiênica, estão situadas nos municípios de Rio Negrinho e Canoinhas, Porto União e Três Barras. As empresas utilizam como matéria prima para de papel reciclado, proveniente de centros como São Paulo, Curitiba e Rio de Janeiro. Dependendo do produto a ser fabricado, podem utilizar celulose virgem na fabricação. No processo de produção, as aparas são processadas, sofrendo trituração, depuração e refinação. Nas fotos nº1 e nº 2 representam

o resíduo produzido pelas empresas papeleiras de material reciclável, no município de Três Barras-SC, e o destino dado ao resíduo é em aterros ou esparramados em lavouras da região.

Foto nº 1 Produção resíduo



Foto nº 2 Destino resíduos em lavouras



Fonte: Dados da pesquisa (2013)

Certamente a contaminação com metais, o alumínio que surge na água com a presença de fluoretos, sulfatos e matéria orgânica, sendo influenciado pelo pH mais baixo. Muito desse resíduo acumulado contribui para o aumento da concentração está relacionado com a turbidez da água. Os riscos ao ser humano se dão pela ingestão de alimentos e bebidas, estando associado a várias doenças. O excesso de alumínio é prejudicial às plantas (CETESB, 2006). O bário pode ser prejudicial à saúde humana (LENNTECH, 2006). Normalmente presente em baixas concentrações, é originário de atividades industriais (CETESB, 2006). O cádmio na água, tem origem na contaminação oriunda da indústria. É um metal bastante tóxico ao ser humano, com efeitos cumulativos. O chumbo chega à água através das descargas de efluentes da indústria (CETESB, 2006). Tem efeito cumulativo, causando danos ao sistema nervoso do ser humano. Normalmente sua concentração não ultrapassa 0,1mg/l. O elemento é utilizado como padrão de potabilidade da água nos Estados Unidos, onde o valor máximo permitido é de 0,3 mg/l, o mesmo padrão utilizado pelo ministério da saúde no Brasil (CETESB, 2006). O chumbo é sempre citado como um dos metais presentes em diversos resíduos, como os resíduos de fábrica de papel. O cobre normalmente não aparece em quantidades significativas nas águas naturais. Quando aparece em concentrações mais elevadas, é prejudicial à saúde humana e confere sabor desagradável às águas (CETESB, 2006). O mercúrio é um dos elementos mais nocivos ao homem e ao meio ambiente, mesmo assim, é utilizado em centenas de aplicações humanas (BAIRD, 2002). Sua presença na água é devido às atividades industriais e ao garimpo, aparecendo fixado nos sólidos em suspensão (BAIRD, 2002). O limite de potabilidade é de 0,001 mg/l (CETESB, 2006). Outros elementos causam problemas de poluição nas águas, como o sódio, níquel, zinco, flúor e cobalto (CETESB, 2006).

4 -Uma invocação Tecnológica para dar destino à massa residual do processo.

Segundo Schumpeter (1984) em sua obra - A teoria do Desenvolvimento Econômico - consiste na observação de que as longas ondas dos ciclos do desenvolvimento no capitalismo resultam da conjugação ou da combinação de inovações, que criam um setor líder na economia, ou um novo paradigma, que passa a impulsionar o crescimento rápido dessa economia. (SCHUMPETER, 1984). O desenvolvimento organizacional, segundo Schumpeter (1984), da oficina artesanal aos conglomerados ilustra o mesmo processo de mutação industrial que incessantemente revoluciona a estrutura econômica a partir de dentro, incessantemente destruindo a velha, incessantemente criando uma nova. Esse processo de

Destruição Criativa é o fato essencial do capitalismo. Para Schumpeter, o capitalismo desenvolve-se em razão de sempre estimular o surgimento dos empreendedores, isto é, de capitalista ou inventores extremamente criativos - os inovadores - que são os responsáveis por todas as ondas de prosperidade que o sistema conhece (SCHUMPETER, 1984).

Os investimentos nas novas combinações de produtos e processos produtivos de uma empresa repercutem diretamente em seu desempenho financeiro, de modo que o moderno empresário capitalista deve ocupar ao mesmo tempo um papel de liderança econômica e tecnológica. O comportamento empreendedor, com a introdução e a ampliação de inovações tecnológicas e organizacionais nas empresas, constitui um fator essencial para as transformações na esfera econômica e seu desenvolvimento no longo prazo (SCHUMPETER, 1982).

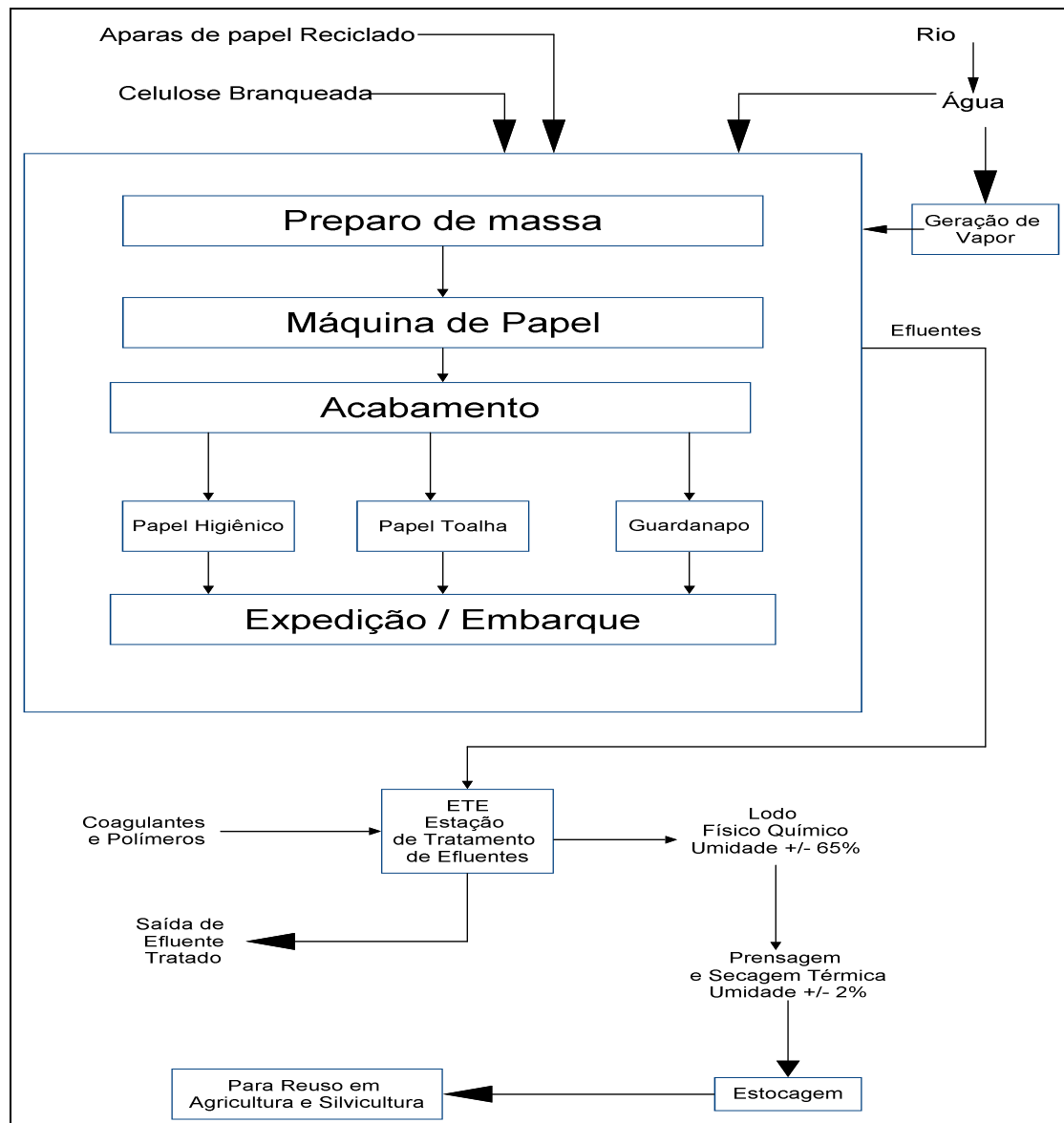
O processo de busca de inovações gera assimetrias entre as firmas, ensejando a criação de oportunidades ou vantagens competitivas no mercado. Neste ponto é importante ressaltar que a concorrência não se dá unicamente via preços, mas também por meio de inovações. Este tipo de concorrência costuma possibilitar o surgimento de diferenciais de competitividade mais duradouros, que garantem a sobrevivência das firmas nos mercados. As abordagens tradicionais incorporam importantes contribuições para o entendimento da tecnologia como fator que interfere na estrutura dos mercados, as inovações geram fenômenos dinâmicos na economia, tanto nos seus aspectos macro quanto microeconômicos. No plano macroeconômico, as inovações para serem efetivadas demandam a aplicação de recursos para investimentos produtivos.

A implementação de novos processos de produção exige a realização de investimentos na esfera da produção. Portanto, uma nova onda de inovações gera uma onda de investimentos em tecnologia que ocorrem ao longo do tempo. (CAMPANARIO, 2002). Também, segundo Kim e Nelson (2005), argumentam que a inovação é uma “atividade precursora, originalmente enraizada nas competências internas da empresa, para desenvolver e introduzir um novo produto no mercado pela primeira vez”. É uma realização original de natureza econômica, um termo que ainda está em transição para a consolidação.

O processo produtivo com a inovação de fabricação do papel pela empresa, as aparas e celulose branqueada são misturadas. São processadas, passando pela trituração, depuração e refinação para a transformação da massa. No processo de descontaminação das aparas são removidas todas as impurezas, como areia, grampos, clips e plásticos. A massa formada de fibras segue para as máquinas formadoras do papel, onde o excedente de água volta ao processo para se retirar o restante de fibras, tendo a água o destino da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) juntando-se às outras águas que sobram de outros processos na fabricação. Na ETE, a água contendo fibras sofre adição de polímeros e agentes flotadores (sulfato de alumínio), para facilitar a decantação e clarificação. A decantação é realizada em diversos tanques, sendo o lodo bombeado para máquinas centrífugas, onde se separa a água do lodo. Cerca de 90% das fibras restantes no lodo são retiradas no processo, que é considerado como processo primário de tratamento.

O resíduo centrifugado, com umidade ao redor de 60%, é composto essencialmente por fibras celulósicas não aproveitadas no sistema de produção. Após, o resíduo recebe já prensado recebe uma secagem térmica - por questão de sigilo industrial os dados da temperatura não serão divulgados neste trabalho- surge o produto inovador que é estocado para reuso em atividades agrosilvopastoril conforme fluxograma da figura nº 1.

Figura nº 1 – Fluxograma da produção e da inovação tecnológica



Fonte. Adaptado do Engenheiro Químico José Roberto Souza (2013)

Devido ao grande volume de resíduo produzido as empresas estão buscando alternativas diferenciadas que não mais os aterros. Trabalhos já desenvolvidos por pesquisadores da região, concluíram que o resíduo de papel reciclável mesmo nas condições atuais de produção (sem a inovação implantada pela planta objeto), é agronomicamente viável, porém, a alta concentração de umidade além de ser um dos entraves para o manejo do resíduo na atividade agrícola, apresenta em seu *solubilizado* quantidade de metais pesado que pode inviabilizar quanto a sustentabilidade ambiental, que segundo Alvadi Jr. (2006; p. 15) o resíduo apresenta, em sua constituição.

A aplicação da inovação teve como foco o produto com umidade em torno de 2%, produzido a partir dessa inovação implantada, com o uso em atividades agrícolas e silvícolas no município de Três Barras Planalto, Norte de Santa Catarina, tem como grande desafio do setor: são a diminuição do consumo de água e o seu reuso, a minimização e destinação adequada para o lodo que gerado.

Na foto nº 3 a secagem do lodo e na foto nº 4 a reutilização da massa na agricultura local.

Foto nº 3 Secagem da massa



Foto nº 4 Aplicação da massa na lavoura



Fonte: Dados da Pesquisa (2013)

4 Considerações finais

Os resultados alcançados com a inovação demonstram que os valores obtidos da análise do produto da inovação com 2% de umidade para metais pesados: arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, molibidênio, níquel, selênio e zinco, não atingiram as concentrações máximas permitidas pela Resolução CONAMA n.º 375 de 29/08/2006 e CETESB –SP. Verificou-se que a aplicação do Produto da inovação, mesmo nas doses além da análise de solo, não afetou os teores de mercúrio (Hg), chumbo (Pb), níquel (Ni), cádmio (Cd) e cromo (Cr) no solo. Salienta-se que, em todos os tratamentos, os teores de metais pesados avaliados ficaram abaixo dos limites críticos estabelecidos pela USEPA (1993), pela diretiva da Comunidade Européia e pela CETESB (2005) e pelas diretrizes da CEIB:Secret Agric Abast - Agencia Paulista de Tecnol. Agroneg. - Instituto Biológico - Centro Exp Central Instituto Biologico – SP, IAC MS: Instituto Agrônomo de Campinas - Centro de P&D de Solos e Rec Ambientais - Qualidade do Solo – SP e IAC SUB : Inst Agrônomo de Campinas - Centro de Solos e Recursos Ambientais - Laboratório de Fertilidade – SP.

O aumento da produtividade foi observada pelos agricultores, enfatiza-se que foi apenas a percepção dos agricultores, não sendo mensurado na área pesquisada. Em doses maciças, como ocorreu na área de teste da pesquisa, foi observado que algumas árvores da exótica eucalipto, no segundo ano da aplicação, ocorreram a morte principalmente onde não ocorreu a incorporação próximo às plantas a incorporação mecanizada foi evitada próximo às plantas para evitar a atingir o sistema radicular da árvore - o que merece uma abordagem mais profunda em um estudo futuro, pois pode evidenciar um problema para esse tipo de planta, já que nenhum problema foi detectado na area de pesquisa, onde se fez o uso de acordo com as análise de solo para as culturas anuais sendo feito a incorporação antes do plantio. A gestão inadequada dos resíduos acaba acarretando a degradação do solo, assim como a sua contaminação, podendo chegar a atingir lençóis freáticos através da lixiviação diminuindo os recursos naturais disponíveis.

O resíduo sólido de papel reciclável pode melhorar as propriedades químicas e físicas de solos inférteis, o que tem merecido atenção cada vez maior pelos pesquisadores. Destaca-se que se houver falta de nutrientes no solo é indicado a aplicação de fertilizantes ou resíduos urbanos e industriais. A utilização de resíduos, mesmo com baixa quantidade de nutrientes é defendida por vários pesquisadores, principalmente visando conciliar a necessidade nutricional com os

processos de ciclagem, para se manter as produtividades. Transformando problema em solução devido aos metais pesados, as empresas produtoras de resíduos de papel reciclável devem depositar por força legislativas, em aterros industriais. Os aterros industriais exigem uma operação exercida por profissionais habilitados, para que não ocorra o contato dos resíduos com o solo ou percolação de líquidos para aquíferos. Em caso de contaminação do meio ambiente nas áreas próximas, o responsável responde judicialmente e deve monitorar as águas subterrâneas, mesmo depois de encerrada a capacidade de ocupação do aterro.

Entretanto, com a aplicação desta inovação tecnológica, no seu setor produtivo, mudou o processo de produção incorporando bens intangíveis em sua produção – socioambientais - para com isso obter resultados de desenvolvimento sustentáveis e ao mesmo tempo cumprir sua função social e de preservação do meio ambiente fomentando a atividade agrosilvopastoril do município onde a empresa tem suas atividades. O empreendedor que inovar a estrutura econômica, minimizar os impactos gerados pelos produtos finais da produção com materiais recicláveis, com redução do consumo de recursos naturais, incluindo-se a redução do uso de energia, água e solo na contabilização ambiental com reflexos que podem ser observados, principalmente por meio de agricultores pesquisados que tiveram a possibilidade de implantar um novo modelo. Sobretudo com isso estão saindo do sistema convencional de produção agrícola, onde o custo produtivo e ambiental do modelo inovador pode redundar em aumento de renda tendo como reflexo a permanência do homem no campo: inovar o destino de resíduos sólidos é dar sustentabilidade ao processo produtivo de materiais recicláveis instalados no planalto norte catarinense.

Referencia teórico.

AGENDA 21 - firmado pelo Brasil, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, em 1992

ALVADI ANTONIO BALBINOT JUNIOR. Uso do solo no inverno: propriedades do solo, incidência de plantas daninhas e desempenho da cultura de milho. Tese de doutorado. Curitiba, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE EPAPEL (BRACELPA). Papeis para fins sanitários. São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR 10004: Resíduos Sólidos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

BAIRD, C. Química Ambiental. Porto Alegre. Bookman, 2002

BALBINOT JR., A.A; TÔRRES, A.N.L; FONSECA, J.A da et al. Alterações nas características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduo de reciclagem de papel. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.5, n.1, p16-25 2006a.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; TORRES, A.N.L.; Alterações em características químicas de um solo ácido pela aplicação de calcário e resíduo de reciclagem de papel. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.5, n.1, p. 9-15, 2006.

EPITAGORAS RODSON OLIVEIRA COSTA. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Conservação da Natureza, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

FIERRO, A.; ANGERS, D.A.; BEAUCHAMP, C.J. Dynamics of physical organic matter fractions during de-inking sludge decomposition. Soil Science Society Ia aplicacion de ceniza de caldera y residuo de celulosa en el suelo y en el crecimiento de Eucalyptus grandis. Bosque, Valdivia, v.16, n.1, p.95-100, 1995.

IBGE. Censo Populacional 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (29 de novembro de 2010). Página visitada em 11 de dezembro de 2010.

OLIVEIRA, H.J.; ERNANI, P.R.; AMARANTE, C.V. Alteração na composição química das fases sólida e líquida de um solo ácido pela aplicação de calcário e gesso agrícola. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.1, p.93-101, 2002

SCHUMPETER, J.A. Capitalismo, socialismo e democracia. Rio de Janeiro: Zahar, 1984. (Edição Original: 1942).

www.bndes.gov.br/conhecimento/seminario/apl.pdf. Acesso em: 10/09/13.

www.bracelpa.org.br/br/estatisticas/pdf/anual/papel_4perfil_setor2010 - Acesso em 10/08/2013.

www.cetesb.sp.gov.br/agua - acesso em 15/09/2013