

## Comparação do uso agrícola de resíduos de celulose e a legislação internacional

Renata Maltz

Vida Produtos e Serviços em Desenvolvimento Ecológico LTDA, Guaíba, Brasil

A indústria de celulose e papel gera uma grande quantidade de resíduos com potencial de uso agrícola como lodo de estação de tratamento de efluentes, lama de cal, dregs, grits e casca de árvores. Muitos destes resíduos podem ser considerados matéria-prima para corretivos e fertilizantes de solo, desde que os contaminantes estejam dentro de limites aceitáveis e regulamentados. A aplicação agrícola de resíduos industriais é usualmente tratada com as mesmas normas que foram estabelecidas para lodo de esgoto doméstico e urbano, como as normas americanas e européias. No Brasil e Chile, as normas que prevêm o uso de resíduos como matéria-prima de produtos agrícolas enfocam tanto a questão ambiental quanto as características agronômicas. A empresa Vida Desenvolvimento Ecológico Ltda vem tratando resíduos orgânicos e minerais de indústrias de celulose e produzindo insumos agrícolas comerciais como fertilizantes orgânicos, substrato para plantas e corretivos de acidez de solo, desde 1988. Para evitar impactos negativos na qualidade do solo e água, são realizados monitoramento e controle dos produtos e fornecida assistência técnica aos agricultores. Neste estudo os atributos agronômicos e o conteúdo de contaminantes de condicionadores de solo desenvolvidos a partir de resíduos de indústrias de celulose são comparados com normas brasileiras e internacionais além de outros insumos agrícolas convencionais.

**Palavras chaves:** Resíduos sólidos de indústria de celulose, legislação ambiental, reciclagem, uso agrícola de resíduos.

The pulp & paper industry produces a large quantity of residues with potential agricultural use, such as wastewater treatment sludge, lime sludge, dregs and grits and tree bark. Most of these residues can be considered raw materials for soil amendments and fertilizers, provided that contaminant contents are within acceptable and legal limits. Agricultural application of industrial residues is usually treated by the same regulations that were established for sewage sludge from plants treating domestic and urban wastewater, like American and European rules. In Brazil and Chile, the legislation that issued with solid waste as raw material for agriculture supplies, focused both environmental and agronomic characteristics. Vida Desenvolvimento Ecológico Ltda Company have been treating organic and mineral residues from pulp mills and producing marketable soil amendments such as organic fertilizers, soil conditioners and liming materials, since 1988. To avoid negative impacts in soil and water quality, control and monitoring measures are taken and technical assistance to farmers is provided. In this study we compare agronomic attribute and contaminant content of these soil amendments with traditional agricultural inputs such as fertilizers and agriculture lime in light of Brazilian and international legislation regarding fertilizer and soil application of industrial residues.

**Keywords:** Pulp mill residues, environmental legislation, recycling, agriculture use of solid waste.

### Introdução

A preocupação com a correta destinação final de resíduos sólidos vem aumentando significativamente nestes últimos anos tanto pela possibilidade de contaminação ambiental, devido ao manejo inadequado de resíduos, quanto pela possibilidade de recuperação de recursos naturais com significativo valor econômico.

Enquanto que na visão da engenharia sanitária convencional a tecnologia ambiental mais segura para o tratamento de resíduos é através do confinamento em aterros, o novo conceito mundial incentiva o uso de matérias-primas e insumos oriundos de materiais recicláveis e reciclados.

O uso de resíduos industriais na agricultura é uma das alternativas que surge no aproveitamento de recursos naturais, porém deve ser devidamente avaliado de forma a garantir que esta alternativa não se torne uma fonte de degradação da água, solo agrícola e principalmente da saúde pública.

O primeiro aspecto que deve ser levantado no aproveitamento de um resíduo na agricultura é para que será utilizado, ou seja, se este resíduo tem elementos que justificam sua utilização como insumo agrícola e desta forma estará substituindo algum outro recurso natural demandado pelo setor.

A segunda questão é se este resíduo pode ser utilizado sem causar danos ao ambiente. Neste aspecto a legislação mundial avançou bastante através de normas ambientais que começaram a surgir desde década de 1980, inicialmente para uso de biossólidos na agricultura, oriundo de lodo de tratamento de esgotos domésticos. A União Européia apresentou uma norma, a Council Directive 86/278/EEC em junho/1986 e a agência ambiental norte americana - USEPA - promulgou a primeira norma em 1993, a 40 CFR part 503.

Na América Latina podemos observar o desenvolvimento de legislação que regulamenta limites de contaminantes para produtos de uso agrícola e que permite utilizar resíduo industrial como matéria-prima. A Norma Chilena Oficial para composto orgânico (NCh 2880.Of2004) promulgada em fevereiro/2005 assim como a Instrução Normativa Brasileira (DAS n°27 de 05/06/2006 do Ministério da Agricultura) de 2006 definem as concentrações máximas admitidas para os produtos aplicados na agricultura, independente da origem.

O aproveitamento de resíduos sólidos da indústria de celulose na agricultura é uma metodologia que vem sendo desenvolvida e aplicada pela empresa Vida Desenvolvimento Ecológico Ltda em parceria com empresas do setor desde a década de 1980, quando foi fundada pelo ambientalista José Antônio Lutzenberger. No ano de 2007, com quatro unidades de tratamento de resíduos em funcionamento, comercializamos para o setor agrícola, mais de 35.000 m<sup>3</sup> de fertilizantes orgânicos e substratos para plantas além de 70.000 m<sup>3</sup> de corretivos de acidez de solo.

A Indústria de Celulose no Brasil vem aumentando significativamente em número e porte e conseqüente impacto ambiental. A produção pulou de 9,1 milhões de ton em 2003 para 11,8 em 2007, com investimentos previstos para geração de 14,5 milhões de tons em 2012, em um crescimento previsto de 59% em 10 anos. O porte destes empreendimentos vem crescendo, sendo que novas unidades industriais surgem com produção anual superior a um milhão toneladas. Essa indústria apresenta uma geração de resíduos muito elevada, podendo ser muitas vezes superior ao da própria comunidade que a recebe.

Resíduos orgânicos de complexidade variada, como casca de árvores que tem pouco contato com insumos químicos até lodo da estação de tratamento de efluentes que recebe as descargas de todas as áreas da fábrica, podem ser direcionados para a fabricação de substrato para plantas ou fertilizantes orgânicos composto, devido a presença de matéria orgânica e nutrientes vegetais como nitrogênio e fósforo.

Diversos materiais oriundos do processo de geração de energia e recuperação de licor de cozimento, como dregs, lama de cal e cinza de biomassa tem potencial de uso agrícola como corretivo de acidez de solo principalmente devido a um elevado teor de cálcio na forma de carbonato e de nutrientes oriundos da combustão da madeira.

Nesse trabalho vão ser apresentados dados de monitoramento ambiental e agrônômico de resíduos utilizados como matéria-prima para fabricação de produtos de uso agrícola de duas unidades de tratamento gerenciados pela empresa Vida Desenvolvimento Ecológico Ltda – uma unidade inaugurada em 1988, em parceria com a Aracruz – unidade Guaíba – localizada Eldorado do Sul/RS e outra unidade inaugurada em 2005 junto a Veracel Celulose – localizada em Belmonte, no sul da Bahia.

## Legislação

A aplicação agrícola de resíduos industriais é usualmente tratada com a mesma norma desenvolvida para lodo de esgoto urbano, também chamado de biossólido. Esse lodo é uma mistura complexa que pode conter poluentes orgânicos, inorgânicos e biológicos tanto de origem residencial como de estabelecimentos comerciais e industriais, além de compostos adicionados ou formados durante os diversos processos de tratamento de água residuária.(NRC,2002)

A complexidade deste material é tremenda pois a variação e variabilidade de resíduos que o compõem é muito grande. Mesmo que a principal composição seja de resíduos humanos, a quantidade de químicos utilizados nas residências e serviços como comércio, hospitais, clínicas de análises e institutos de beleza variam imensamente. Inseticidas, detergentes, remédios além de tintas

e organismos patogênicos, muitos destes classificados como perigosos, podem estar presentes em concentrações nada desprezíveis. Pequenos estabelecimentos industriais eventualmente encaminham seus efluentes para tratamento em plantas urbanas, potencializando ainda mais o problema.

A legislação americana estabelece duas classes de bio sólidos que podem ser dispostos em solos agrícolas, baseado na concentração de nove metais (As, Cd, Cu, Pb, Hg, Mo, Ni, Se e Zn) e na concentração de organismos patogênicos ao homem (coliformes fecais e *Salmonella*). Também define como necessário a realização de processos de tratamento controlados que garantam a redução na concentração de outros organismos patogênicos como vírus entéricos e ovos viáveis de helmintos além da redução na atração de vetores. (EPA,1993)

A aplicação de bio sólidos de qualidade excepcional (EQ), que fica abaixo dos limites estabelecidos para os parâmetros descritos, pode ocorrer sem maiores restrições que qualquer outro fertilizante ou corretivo de solo convencional. A presença de metais acima do limite de concentração de poluição porém abaixo do limite máximo, permite a aplicação do bio sólido desde que o local a ser aplicado seja monitorado, a dosagem anual obedeça ao limite máximo permitido e os registros sejam armazenados. O uso de bio sólidos classe B, que apresentam maiores concentrações de organismos patogênicos ao homem, demandam restrições na forma de usar e exigem controle nos locais de aplicação. (EPA,1993)

No caso específico de indústria de celulose e papel, existe um requerimento adicional que foi acordado entre o setor e o EPA, em 1994. Empresas que dispõem lodo em solo devem compilar um registro de monitoramento anual, caso a concentração de dioxinas e furanos no lodo seja igual ou superior a  $10 \text{ ng Teq kg}^{-1}$ .

A diretiva 86/278/EEC que regulamenta o uso de bio sólidos na União Européia define limites máximos admitidos para sete metais pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn). O lodo deve ser tratado antes da aplicação superficial mas também pode ser injetado diretamente dentro do solo. A quantidade anual de bio sólido aplicado no solo é limitada e as áreas devem ser monitoradas para frequência e quantidade de aplicação. Alguns países membros da comunidade impõem algumas restrições maiores. Compostos orgânicos como AOX (compostos organo-halogenados adsorvidos) LAS (alquilbenzeno linear sulfonado), DEHP (ftalato de di (2-etil-hexila)) NPE (nonilfenol), PAH (hidrocarbonetos poliaromáticos), PCB (Bifenilas policlorada) além de dioxinas tem limites máximos admitidos para países como Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha e Suécia (EU, 1986)

Um estudo recente sobre contaminantes orgânicos em lodos aplicados no solo concluiu que não há necessidade de incluir dioxinas, PCBs e PAHs em monitoramento de rotina em bio sólidos, exceto em algumas situações específicas. No entanto há razões ambientais que justificam o monitoramento de lodos para detergentes como LAS e tensoativos não iônicos como nonilfenóis devido ao grande consumo doméstico e industrial. (JRC,2001)

A contaminação de solos agrícolas com cádmio é que tem causado grande preocupação devido à periculosidade deste metal tanto ao homem quanto ao meio ambiente. Fertilizantes fosfatados têm sido identificados como a maior fonte de contaminação em solos aráveis aonde tende a acumular. Cultivos agrícolas têm capacidade de absorver cádmio do solo e o conteúdo deste elemento na alimentação humana já está se tornando uma preocupação de saúde pública. Uma proposta de limite de cádmio em fertilizantes químicos ainda está em consulta na comunidade européia, mas Suécia, Finlândia e Áustria já limitam cádmio nos fertilizantes fosfatados. A Áustria limitou o conteúdo máximo de  $75 \text{ mg Cd/kg de P}_2\text{O}_5$  (EU,2002).

Outro tipo de norma que vem sendo desenvolvida está focada na qualidade agrônômica dos produtos finais desde que requisitos ambientais sejam cumpridos previamente. A normatização chilena para composto orgânico, por exemplo, busca promover a gestão e valorização dos subprodutos e resíduos sólidos orgânicos gerados no país.

Todos os resíduos orgânicos de origem vegetal, animal, urbana e de algumas indústrias pré definidas podem ser compostados desde que não estejam contaminados com materiais não biodegradáveis e apresentem níveis de contaminação de metais (Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb e Zn) e organismos patogênicos (coliformes fecais, *Salmonella* e ovos viáveis de helmintos) abaixo do limite estabelecido. Para colocar o produto em áreas livres de praga, deve haver o controle de determinados organismos fitopatogênicos e o produto final deve estar livre da presença de ervas invasoras. Parâmetros físicos e químicos são regulamentados como teor de nitrogênio, condutividade elétrica, umidade, odor, relação C:N, quantidade e maturação da matéria orgânica, pH, tamanho de partícula e presença de materiais inertes. (Chile, 2005)

No Brasil o uso de lodo de esgoto doméstico em solos agrícolas é regulamentado por uma legislação do CONAMA – Comissão Nacional de Meio Ambiente - que estabelece limites de aplicação e monitoramento dos locais de aplicação. Esta norma não se aplica a resíduos de origem industrial. (Brasil 2006,a)

Para a produção de insumos agrícolas, a legislação brasileira aceita matérias primas de diferentes origens: agrícola, animal, mineral, industrial, esgoto urbano e lixo, desde que o estabelecimento produtor esteja autorizado pelo órgão ambiental para exercer tal atividade e cumpra com requisitos normativos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). (Brasil, 2004b)

Os limites ambientais estabelecidos para fertilizantes orgânicos são referentes as concentrações máximas de metais (As, Cd, Pb, Cr, Hg, Ni e Se) e organismos patogênicos ao homem (coliformes termotolerantes, Salmonella, ovos viáveis de helmintos). Os substratos e condicionadores físicos de solo ainda devem apresentar ausência de fitopatogênicos (*Fusarium*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia* e *Sclerotinia*), além de estar livre de ervas invasoras. Nesta norma também fica estabelecido o limite máximo de metais para fertilizantes químicos (As, Cd, Pb, Cr e Hg) e corretivos de solo ( Cd e Pb), independente da origem da matéria-prima. (Brasil, 2006b)

Fertilizantes, corretivos de solo, substratos e condicionadores devem apresentar garantias mínimas de qualidade agrônômica regulamentadas pelo MAPA, sendo que os fertilizantes orgânicos devem apresentar garantias para umidade, nitrogênio total, carbono orgânico, Capacidade de Troca de Cátions, pH, relação C:N, relação CTC:C (Brasil, 2005)

### Resíduos de indústria de celulose como matéria-prima para insumos agrícolas

Os resíduos orgânicos lodo da ETE e casca de eucalipto, descartados no processo de fabricação de celulose, podem servir de matéria-prima para a fabricação de fertilizante orgânico composto e substratos para plantas. Estes podem substituir esterços, camas animais e tortas vegetais bem como solos orgânicos e turfas nos processos produtivos.

O tratamento adotado pela empresa Vida Desenvolvimento Ecológico - tanto na unidade de Eldorado do Sul, junto a Aracruz Celulose quanto a unidade Belmonte, junto a Veracel celulose - para o lodo da ETE é a fermentação anaeróbia em tanques, seguidos de secagem em leitos cobertos e peneiração. O produto obtido neste processo é o fertilizante orgânico com marca comercial HUMOATIVO.

A casca de eucalipto é compostada em leiras aeróbias por um período que varia de 12 meses (Bahia – clima tropical) até 24 meses (Rio Grande do Sul – clima temperado), o material é revolvido sistematicamente, aberto nos pátios de secagem e peneirado. O produto deste processo é comercializado com a marca SUBSTRATO CASCA DE EUCALIPTO.

Um substrato para vasos e floreiras denominado HUMOSOLO foi desenvolvido na unidade do Rio Grande do Sul, a partir de uma formulação que tem como base HUMOATIVO e SUBSTRATO CASCA DE EUCALIPTO.

A aplicação destes produtos em solo, tanto de uso agrícola para a produção de alimentos quanto não agrícola, como jardins, praças, florestas e na recuperação de solos degradados, é devido ao alto teor de matéria orgânica que melhora as propriedades físicas e químicas do mesmo.

As substâncias orgânicas aumentam o poder tampão do solo, evitando mudanças bruscas de pH e condutividade, aumentam a capacidade de troca catiônica, permitindo reter e disponibilizar para as plantas uma quantidade maior de nutrientes, além de serem substâncias agregantes capazes de manter uma estrutura estável à ação das chuvas, amenizando efeitos da erosão. O fertilizante orgânico também disponibiliza nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, essencial ao desenvolvimento vegetal.

Tabela 1 - Caracterização dos resíduos de indústrias de celulose destinados a fabricação de fertilizantes e substratos comparados a outros produtos de uso consagrado. (valores em matéria seca). Análises realizadas pela empresa Vida Desenvolvimento Ecológico.

	pH	Carbono orgânico total	N (TKN)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	K <sub>2</sub> O total
	----- % -----				
Lodo de efluentes de indústria de Celulose	5,9 – 8,0	21 – 42	0,6 – 5,1	0,6 – 1,5	0,1 – 0,2
Casca de Eucalipto	7,1- 8,6	9 - 32	0,4 – 1	0,0 – 0,6	0,0 – 0,5
Esterco de Galinha	8,1 – 9,7	7 - 30	1,2 – 1,9	3,6 – 9,1	3,1 – 5,6
Torta de Mamona	5,5	38	4,3	3,8	1,9

Considerando que estes materiais são oriundos de processo industrial, é necessária uma avaliação de seu potencial impacto, mesmo observando que são classificados como não perigosos. Nas tabelas abaixo os produtos oriundos dos processos de tratamento são comparados com as normas e diretivas da União Européia e US EPA para biossólidos, além das normas do Chile e Brasil para fertilizante orgânico composto e substrato para plantas.

Tabela 2 - Comparação do conteúdo de metais nos diferentes resíduos, solos e limites estabelecidos pela legislação ( em mg/kg matéria seca)

	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Hg	Ni	Se	Zn
	----- mg.kg <sup>-1</sup> -----								
União Européia Directive 86/278/ EEC	-	10	750	1.000	1.000	10	300	-	2.500
US EPA 40 CFR 503 Classe EQ e A	41	39	300	1.500	-	17	420	100	2.800
ChileNCh 2880 Classe A	15	2	100	100	120	1	20	-	200
Chile NCh 2880 Classe B	20	8	300	1.000	600	4	80		2.000
Brasil IN 27 Substrato para plantas	20	8	300	-	500	2,5	175	80	-
Brasil IN 27 Fertilizante orgânico	20	3	150	-	200	1	70	80	-
Latossolo (superficial) (Teixeira, 2003)	-	<1	20	40	73	0,03	37	-	-
Argissolo ( superficial ) (Teixeira, 2003)	-	<1	<5	4	24	0,02	5	-	-
Esterco de Galinha Fertilizante orgânico	3	0,75	5	-	36	0,03	20	<4	-
Humóatico* <sup>1</sup> Fertilizante Orgânico	2 -11	0 – 0,8	2 –24	17 - 67	21-79	0,03 –0,43	12 -52	<4	144 –191
Casca de Eucalipto * <sup>1</sup> Substrato para plantas	2 – 9	0,2 – 0,6	2 –46	2 - 34	18 - 80	0,04 –0,13	5 - 18	<4	16 - 81

\*<sup>1</sup> Análises realizadas de 01/2006 a 03/2008 nas unidades Belmonte (BA) e Eldorado do Sul (RS)

Tabela 3 - Comparação do conteúdo de organismos patogênicos em diferentes resíduos e limites estabelecidos pela legislação

	Parâmetro					
	Coliforme Fecal (NMP/g MS)	Salmonella (NMP/ 4g MS)	Vírus Entérico (PFU/4 g MS)	Ovo viável de Helmintos (unit/4 g MS)	Organismo patogênico a plantas	Sementes viáveis de invasoras ( pl/L)
US EPA 40 CFR 503 Classe EQ e A	< 1.000	<3	<1	<1	-	-
US EPA 40 CFR 503 Classe B	< 2.000.000					
Chile NCh 2880 Classe A e B	< 1.000	< 3	-	< 1	restrições para algumas áreas	2
Brasil IN 27 Fertilizante orgânico	< 1.000	ausente em 10 g	-	< 1	-	-
Brasil IN 27 Substrato para plantas	< 1.000	ausente em 10 g	-	< 1	ausente	0,5
Humoativo* <sup>1</sup> Fertilizante Orgânico	< 2,22 - 270	ausente	-	0	-	-
Casca de Eucalipto* <sup>1</sup> Substrato para plantas	< 2,08 - 28	ausente	-	0	ausente	<0,5

\*<sup>1</sup> Análises realizadas de 01/2006 a 03/2008 nas unidade Belmonte (BA) e Eldorado do Sul (RS)

O lodo oriundo do tratamento de efluentes de indústrias de celulose, que realizam branqueamento com cloro ou seus derivados, podem apresentar compostos organoclorados resultantes das reações que ocorrem entre a lignina residual da polpa na entrada do processo de branqueamento e o agente clorado utilizado. Os compostos gerados, de interesse ambiental efetivo, são aqueles tóxicos, especialmente os bioacumuláveis e de grande persistência no meio ambiente, como dioxinas e furanos. A exposição dos seres vivos às dioxinas não se dá somente pelo contato com a 2,3,7,8 – TCDD, mas pela mistura de todos os congêneres. Desta forma foram introduzidos os valores de equivalente de toxicidade (TEq) para todos os congêneres com relação a 2,3,7,8 – TCDD, possibilitando uma avaliação do risco global.

Nenhuma das normas citadas neste trabalho tem uma limitação para estes compostos especificamente. O US EPA propôs um limite de 300 ng TEq<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> de matéria seca para o lodo de esgoto aplicado no solo. Porém baseado no risco potencial e nas avaliações de lodos de esgoto, atualizadas em 2001, decidiram não regulamentar o limite de dioxinas em biossólidos ( EPA, 2003).

A União Européia sugere um valor limite para dioxinas e furanos de 100 ng TEq<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> de matéria seca para biossólidos aplicados em solos. Alemanha e Áustria já tem regulamentado o limite de 100 ng TEq<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> de matéria seca para aplicação de lodos em solos agrícolas e a região austríaca de Vorarlberg limita a aplicação de lodo em solo agrícola a 50 ng TEq<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup> de matéria seca (NRC, 2002)

Tabela 4 - Valores de PCDD/F em diversos materiais, limites legislados e Lodo da ETE de indústria de celulose

	Média	Mínimo	Máximo
	-----ng Teq kg <sup>-1</sup> matéria seca-----		
UE – sugestão de limite para biossólidos	-	-	100
US EPA - sugestão de limite para biossólidos	-	-	300
Lodo de esgoto doméstico – Áustria	14,5	8	38
Lodo de esgoto doméstico –Dinamarca	21	0,7	55
Lodo de esgoto doméstico – Alemanha	20 a 40	0,7	1.207
Lodo de esgoto doméstico – USA (1988)	46	N.D.*	1.870
Lodo de esgoto doméstico – USA(2001)	21,7	N.D.*	682
Composto de lixo doméstico – Brasil	38	16	60
Humoativo (valores de 14 amostras entre 2000 - 2007)	6,4	N.D.*	12,6

\*N.D. – Não Detectado

Os resíduos minerais gerados no processo de recuperação de licores, como lama de cal e dregs são muito ricos em carbonato de cálcio, sendo caracterizados como corretivos de acidez de solo. Estes materiais podem substituir calcários calcíticos comerciais.

A cinza da caldeira de biomassa apresenta além da capacidade de correção de acidez, devido a presença de cálcio e magnésio, elevados teores de nutrientes agregando ainda mais valor ao produto comercial.

A acidez do solo é um dos fatores básicos de limitação da produtividade no sul do Brasil devido a sua influência em algumas propriedades do solo, como a fitotoxicidade de elementos solúveis em meio ácido (Al<sup>+3</sup>), redução na capacidade de troca de cátions e atividade microbiana com conseqüente menor disponibilidade de nutrientes.

No norte do Brasil a acidez não é tão acentuada mas os solos muito lixiviados deste ambiente tropical são muito pobres em cálcio e magnésio, demandando corretivos como fertilizantes minerais.

Devido a características de cada região os resíduos minerais da Aracruz e da Veracel são tratados de forma diferenciada. Na Aracruz – unidade Guaíba os materiais são comercializados separadamente, sendo que o dregs sofre um processo de secagem em leitos cobertos e é comercializado com o nome comercial de CINZA CALCÍTICA. A lama de cal está registrada com o nome comercial de MACRO-CÁLCIO. Na Veracel, no sul da Bahia, os resíduos são misturados para fornecer um material único, denominado de CINZA CÁLCIO-MAGNÉSIO com maior teor de magnésio e outros minerais, oriundos da cinza de biomassa.

Tabela 5 - Caracterização dos resíduos de indústrias de celulose destinados a fabricação de corretivos de acidez de solo comparados a outros produtos de uso consagrado. (valores em matéria seca). Análises realizadas pela empresa Vida Desenvolvimento Ecológico.

	PN	CaO total	MgO total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total	K <sub>2</sub> O total
	----- % -----				
Cinza Calcítica	86 - 98	37 - 51	0,7 - 4	0,23 - 0,64	0,07 – 0,41
Macro-Cálcio	90 – 101	51 - 58	0,26 – 0,80	0,18 – 0,69	0,01 –0,40
Cinza Cálcio-Magnésio	78 - 92	38 - 48	2,5 – 4,5	0,32 – 0,55	0,7 – 1,4
Calcário Calcítica (PR)	93	51	0,8	-	-
Calcário Dolomítico (BA)	104	31	21	-	-

Tabela 6 - Comparação do conteúdo de metais nos diferentes resíduos, produtos comerciais e limites estabelecidos pela legislação ( em mg/kg matéria seca)

	As	Cd	Pb	Cu	Cr	Hg	Ni	Se	Zn
	----- mg.kg <sup>-1</sup> -----								
Brasil, IN SDA 27 Corretivos de acidez	-	20	1.000	-	-	-	-		
Cinza Calcítica	2-8	0,2 - 1	2 -32	19-112	7 -57	0,01 - 0,04	20 -140	<4	38 -350
Macro-Cálcio	2 - 8	0,2 - 1	1 - 25	0,6 – 10	0,4 - 7	0,01 – 0,02	4 - 92	<4	8 -21
Cinza Cálcio- Magnésio	<2	<0,2	2 - 8	20 - 33	17 - 34	0,01 - 0,05	41 -45	<4	61-67
Calcário calcítico (PR)	-	6,4	46	-	11	0,01	29	-	-
Calcário Dolomítico (BA)	<2	<0,2	<2	-	6	0,01	2	<4	-

### Considerações Finais

O aproveitamento de resíduos da indústria de celulose na agricultura é viável, considerando a composição favorável a produção de insumos agrícolas e os baixos níveis de contaminantes ambientais presentes na maioria dos materiais.

No entanto, o principal requisito que vai garantir o sucesso de um empreendimento que visa à agricultura como local de destinação, é a fabricação de bons produtos, com qualidade agrônômica e segurança ambiental que satisfaça a demanda do setor. Deve ser levado em consideração que a agricultura não é um local de descarte de resíduos e sim um potencial cliente para produtos que sejam de uso consagrado e qualidade comprovada.

A formulação de fertilizantes, substratos ou mesmo corretivos de solo deve estar de acordo com as necessidades agrônômicas locais e enquadradas na legislação ambiental e agrícola. De nada adianta fazer misturas aleatórias de diferentes resíduos, sem uso reconhecido, só por que esta é a necessidade da fábrica. O foco da reciclagem deve ser o consumidor e suas expectativas e não apenas como uma forma mais barata de se dispor resíduos.

### Bibliografia

- Brasil. 2004a. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instrução Normativa no 14. DOU 17/12/2004 , sec. 1 p. 24.
- Brasil. 2004b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Decreto n° 4954 DOU 15/01/2004,sec 1, p. 2.
- Brasil. 2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instrução Normativa no 23. DOU 08/09/2005, sec 1 , p. 12.
- Brasil 2006a. Resolução 375. CONAMA. 29 Aug 2006.
- Brasil 2006b. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Instrução Normativa no 27. DOU 09/06/2006, sec 1, p. 15.
- Chile. 2005. Ministério de Agricultura. Norma Chilena Oficial NCh 2880.Of 2004. Decreto Exento n° 89 – Diário Oficial. 22/02/2005.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1993. Federal Register: February 19, 1993. 40 CFR Parts 257, 403, and 503. The Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge. Final Rules.
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2003. Federal Register: October 24, 2003, v. 68, n. 206, p. 61083-61096. Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge: Decision Not To Regulate Dioxins in Land-Applied Sewage Sludge.
- EU. 2002. Council Directive 2002/366/EEC. Comission Decision. 15 May 2002. On the national provisions notified by the Republic of Austria under Article 95(4) of the EC Treaty concerning the maximum admissible content of cadmium in fertilizers- Official Journal, Issue L 132, p. 0065-0072.

- EU. 1986. Council Directive 86/278/EEC. 12 June 1986. On the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture. Official Journal, Issue L 181, p. 0006-0012.
- Grossi, M. G. L. Avaliação da Qualidade dos Produtos Obtidos de Usinas de Compostagem Brasileiras de Lixo Doméstico através de determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas. PhD Dissertation. Chemistry. Univeristy of Sao Paulo, Brazil. 1993. 135 p.
- JRC (Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability Soil and Waste Unit – European Comission). Organic Contaminants in Sewage Sludge for Agriculture Use. 2001, 73 p.
- NRC (National Research Council) Biosolids Applied to Land : Advancing Standards and Practices, National Academy Press, Washington, DC. 2002, 266 p.
- Teixeira, J.R. Utilização de Resíduos Sólidos Alcalinos de Indústrias de Celulose na Correção da Acidez do Solo. Master's Thesis. Soil Science. UFRGS. Porto Alegre, Brazil. 2003. 103 p.