

## **RESÍDUOS INDUSTRIAIS, SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS, E UMA ALTERNATIVA DE USO ATRAVÉS DA AGRICULTURA**

Marcelo Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>; Lucas Guilherme Bulegon<sup>1</sup>; Affonso Celso Gonçalves Jr<sup>1</sup>; Tiago Roque Benetoli da Silva<sup>2</sup>; Dionir Luiz Briesch Junior<sup>1</sup>; Iberê de Sousa Porto Filho<sup>1</sup> e Marcelo Ângelo Campagnolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Centro de Ciências Agrárias, Campus de Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco Nº 1777 CER:85960-000, Centro, Marechal Cândido Rondon-PR. lucas\_bulegon@yahoo.com.br, gentruz@yahoo.com.br, affonso133@hotmail.com, dlbj\_@hotmail.com, ibere14@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: trbsilva@uem

*RESUMO: Esta revisão busca fazer uma abordagem do processo de industrialização no Brasil, os impactos ambientais que esses causaram e vem causando sobre o meio ambiente, bem como as atuais formas empregadas de gestão dos resíduos e seu potencial para aplicação na agricultura nacional. Tendo em vista que a industrialização brasileira iniciou-se de forma tardia, e para ter um grande desenvolvimento, não levou os conta inicialmente os impactos ambientais que esse desenvolvimento causaria. Assim vários problemas ambientais ocorreram e vem ocorrendo. Com a sanção de leis ambientais mais rígidas os problemas foram amenizados, e as indústrias passaram a exercer uma gestão dos resíduos. Porém, para isso deveria se determinar uma adequada destinação final, e foi no setor agropecuário onde as indústrias encontraram essa destinação. Desta forma, ameniza-se dois problemas a destinação dos resíduos e a diminuição dos custos de produção da agricultura.*

*PALAVRAS-CHAVES: Meio Ambiente, gestão de Resíduos, sustentabilidade, indústria.*

## **INDUSTRIAL WASTE, ENVIRONMENTAL IMPACT, AND AN ALTERNATIVE USE THROUGH AGRICULTURE**

*ABSTRACT: This review seeks to make an approach to the process of industrialization in Brazil, the environmental impacts that these have caused and is causing on the environment, as well as current employees waste management and its potential for application in domestic agriculture forms. Considering that the Brazilian industrialization began lazily, and have a great development took not the first account the environmental impacts that this development would cause. So many environmental problems occurred and is occurring. With enactment of more stringent environmental laws, problems were alleviated, and manufacturers began to exert a waste management. However, it should be to determine an appropriate final destination, and was in the agricultural sector where industries have found that destination. Thus, two problems softens up the disposal of waste and the reduction of production costs of agriculture.*

*KEYWORDS: Environment, waste Management, sustainability, Industry.*

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com dimensões continentais, que está em constante crescimento. Devido ao atraso industrial enfrentado pelo país inicialmente, ele se encontra industrialmente defasado em relação aos grandes centros mundiais, e conseqüentemente, depende diretamente de tecnologia importada para que possa produzir com qualidade.

O fato de sua industrialização ter iniciado de forma tardia, por volta dos anos 40, quando esta iniciou, o governo nacional, não interviu sobre a forma de exploração dos recursos naturais, e chegando a ponto de o Estado, afirmar que o crescimento econômico deveria ocorrer a qualquer custo, mesmo que para isso o meio ambiente fosse prejudicado. Essa frase foi dita em plena Conferência de Estocolmo, marco inicial para que o mundo passasse a enxergar o meio ambiente como fator primordial para a vida.

Desta forma, mesmo o Brasil não tendo dado a importância devida ao meio ambiente, as pressões externas e movimento sociais, levaram o país a tomar medidas de preservação do meio ambiente, estabelecendo leis, que hoje culminam em uma grande lei sobre o manejo de resíduos e preservação do meio ambiente, que as indústrias nacionais devem seguir.

Diante da lei, as indústrias passam a direcionar os resíduos a uma destinação adequada, e como essa deposição não pode ocorrer em áreas de floresta, passou a enxergar a agropecuária como potencial forma de destinação, devido essa representar a segunda maior ocupação de área nacional. Contudo essa prática gerou novos problemas de contaminação do solo por metais tóxicos, assim uma nova medida estabelecendo limites de metais no solo e no resíduo para a aplicação na agropecuária foi tomada.

Desta forma, atualmente vários resíduos da indústria são empregados na agricultura, dando assim uma destinação adequada ao resíduo e possibilitando uma produção agrícola nacional elevada, com um menor custo.

Portanto, o seguinte estudo busca fazer uma abordagem do processo de industrialização no Brasil, os impactos ambientais que esses causaram e vem causando sobre o meio ambiente, bem como as atuais formas empregadas de gestão dos resíduos e seu potencial de aplicação na agricultura nacional.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### *A Indústria No Brasil*

O Brasil teve um processo de industrialização retardado, esse ainda ocorreu de forma lenta e desordenada, o que se deve aos fracassos das políticas públicas implementadas que dificultaram o desenvolvimento e estabelecimento das indústrias no Brasil (Figueredo, 2005).

Outro ponto que dificulta o estabelecimento de grandes indústrias é a demanda de tecnologia externa, o que faz as indústrias nacionais serem dependente das tecnologias internacionais, e estarem na grande maioria das vezes produzindo um produto com um maior custo para que se obtenha a mesma qualidade final do mesmo (Furtado; Carvalho, 2005).

O número de indústrias no país no ano de 2013 foi de 366770 mil, dos mais diversos fins produtivos, esse montante gera 17,8% dos empregos formais nacional, dentro desses a indústria alimentícia tem maior destaque. Quando se observa o cenário nacional, São Paulo abriga o maior número de indústrias, com 27,3% do montante, seguido pelos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, em ambos os estados destacam-se o setor de vestuário, produtos metálicos e alimentícios (Depecon, 2014).

No Brasil, ao contrário dos países desenvolvidos, tem-se um predomínio de pequenas indústrias, essas representam 96,5% do total, enquanto as consideradas grandes representam apenas 0,6% do setor industrial (Depecon, 2014).

O estado do Paraná possui 31.350 indústrias em funcionamento, e representa 9,3% do montante nacional, sendo que a grande maioria se localiza na região metropolitana de Curitiba e no Norte pioneiro. Na região oeste do estado tem-se aproximadamente 2.729 estabelecimentos. Os principais produtos produzidos no estado estão listados na Tabela 1 (CIN, 2014).

Devido a essa intensa atividade industrial atuante no Estado, é gerado uma grande quantidade de resíduos classificados como perigosos e/ou não inertes, sendo aproximadamente 2.016 toneladas dia, considerando-se que esse representa apenas 22,66% do valor total de resíduo produzidos, o total geral fica próximo a 8.896,29 toneladas dia. No Brasil, o total produzido em toneladas por dia é de 34.444, sendo que apenas 17,23% desse total passam por algum processo de gestão de resíduos (Abrelpe, 2012).

**Tabela 1** - Principais indústrias e sua participação no setor industrial do estado do Paraná.

Indústria	Participação (%)
Alimentos e Bebidas	34,50
Veículos	12,51
Químicos	11,13
Máquinas	5,19
Papel e Celulose	4,38
Madeireiras	3,48
Metais	3,12
Metalúrgicas	1,90
Petróleo e Biocombustíveis	1,93
Outras	21,86

Fonte: CIN (2014) – Paraná

O nível de resíduos e a inadequada forma de manejo são consequências de todo um processo histórico, que se inicia com a revolução industrial (Suzigan; Furtado, 2006). No momento em que o capitalismo toma forma o homem passa a enxergar o meio ambiente como um acessório para o desenvolvimento, e não como parte primordial para a qualidade de vida (Rissato; Spricigo, 2010). A degradação ambiental eram visíveis, mas os benefícios causado pelo desenvolvimento, justificavam sua degradação.

A exploração sem critérios de proteção ao meio ambiente ocorreu por muito tempo, sem que qualquer medida de preservação ambiental fosse tomada. A primeira medida de preservação que foi indicada se deu em 1960, pelos Estados Unidos, sendo este o país pioneiro na elaboração de políticas de preservação ao meio ambiente no ano de 1969, através da Avaliação de Impactos Ambientais.

No caso do Brasil, a política de preservação do meio ambiente, nasceu há pouco mais 40 anos, por meio da Conferencia de Estocolmo (Granziera, 2009), resultado de movimentos sociais e de pressões externas. Nesse período as bases da indústria nacional eram as grandes estatais na extração e transformações do petróleo, produção de energia, indústrias siderúrgicas e de infra estruturas, e por parte do capital privado se tinha a exploração das indústrias de transformações (Silveira, 2005).

Porém, dentro da legislação brasileira, embora seja uma das mais rígidas mundialmente, onde são previstas punições civil, administrativa e monetária, vários pontos são falhos e devem ser reconsiderados. Contudo, vale ressaltar que o Brasil possui um dos parques industriais mais limpos do mundo, devido a matriz energética ser de fonte de energia renovável, a energia elétrica, enquanto a maioria dos demais países industrializados tem sua matriz energética oriundas de fontes não renováveis (Brasil, 2013).

Desta forma, Rissato e Spricigo (2010), citam que a melhor política ambiental aplicada as indústrias, e também demais formas exploratórias no Brasil, seria aquela que fosse capaz de incorporar as diversas dimensões da vida humana, tanto do ponto de vista social, ambiental e econômico, pois somente assim se teria uma base sólida para o desenvolvimento econômico e ambiental de forma sinérgica.

#### *Impactos Ambientais Dos Resíduos Industriais*

Impactos ambientais são definidos como qualquer mudança, positiva ou negativa no ambiente natural e social, decorrente de uma atividade ou de um empreendimento proposto (Barbieri, 1996).

O homem sempre explorou o meio ambiente, porém, inicialmente, a intervenção era pequena e o meio ambiente a absorvia com facilidade, mas com o desenvolvimento industrial, os impactos causados trouxeram inúmeros problemas do ponto de vista ambiental, devido o meio ambiente não conseguir mais renovar suas fontes por conta de tamanha agressão que segundo Almeida (2009), são:

- A alteração e perda no perfil do solo e da flora, causando modificações dos recursos naturais, culturais e sítios arqueológicos;
- Contaminação das águas pela descarga de efluentes e deposição inadequada dos resíduos;
- Contaminação do ar por partículas suspensas e a geração de incômodos respiratórios pelos gases e odores indesejáveis;
- Aumento na circulação de veículos, aumentando a emissão de gases e o consumo de fontes de combustíveis não renováveis.

Exemplos clássicos de impactos ambientais ocorridos em países desenvolvidos foram o lançamento de resíduos contendo mercúrio na baía de Minamata (Japão), o

derramamento de pesticidas no Rio Reno (Suíça) e o derramamento de petróleo do Exxon Valdez (Alasca) (Moura, 2000).

No Brasil, os principais problemas ambientais estão relacionados com vazamentos em ductos e tanques, por falhas no processo industrial, problemas no tratamento de efluentes, pela disposição inadequada de resíduos e pelos acidentes no transporte de substâncias químicas. No ano de 2010, mesmo com a lei de gestão de resíduos e de desenvolvimento industrial sustentável, foram registrados 751 acidentes ambientais, sendo que desse montante, 11% foram promovidos por manejo inadequado das indústrias, sendo o derramamento de líquidos o principal acidente ocorrido (IBAMA, 2011).

Os países de primeiro mundo apresentam uma degradação quase que total do meio ambiente (Leal et al., 2008). No Brasil, o processo de degradação foi acelerado, ligado à rápida industrialização e a todo custo, como foi chamada.

A conscientização nacional, quando avaliado o meio ambiente, iniciou-se basicamente a partir dos conteúdos discutidos na Agenda 21. Assim se determinou a educação ambiental e essa passou a atuar sobre a indústria, como base para qualquer desenvolvimento sustentável (Santo et al., 2014).

Desta forma, hoje os grandes impactos ambientais não são mais tão corriqueiros quanto no passado, isso é resultado de uma nova política pública que intensificou a fiscalização e aplicação de sanções a aquelas indústrias que não se adequaram ao desenvolvimento sustentável. Porém, ainda colhe-se os frutos do passado, pois os efeitos dos impactos ambientais, se demonstram de forma aguda inicialmente, e com o passar do tempo ainda mostram sintomas crônicos ao meio ambiente, que se estendem por longos períodos de tempo, até serem totalmente assimilados pela natureza (Cruz; Fabriza, 2013).

#### *Gestão De Resíduos Industriais*

Foram necessárias décadas de degradação e contaminação para que a humanidade entendesse que é parte do meio ambiente, e que as mais elementares das ações geram consequências que comprometem toda a cadeia trófica. O avanço industrial pode ser indicado como o grande desestabilizador e contaminante de solos, água e atmosfera, fazendo com que a geração e gestão de resíduos sólidos, líquidos e gasosos se tornem parte importante do planejamento de todos os níveis de organização social,

onde os setores públicos e privados são responsáveis por traçar estratégias que sustentem os pilares da preservação ambiental (Tavares; Bendassolli, 2005).

Segundo Rossol et al. (2012), o aumento da geração de resíduos das áreas urbanas, tanto domiciliares quanto industriais, e a diminuição de áreas para a deposição de dejetos, abre caminho para o desenvolvimento de métodos que adequem esses resíduos para que seja possível uma via de retorno dos nutrientes para o solo, tanto fazendo parte do ciclo produtivo, como na revitalização de solos degradados, evitando inclusive a contaminação de recursos hídricos, para isso é necessário se estabelecer rigorosos critérios de classificação e tratamento dos resíduos urbanos destinados a agricultura.

Pensar em gestão de resíduos no contexto atual, em que preservar o meio ambiente não é mais produto de marketing, mas sim necessidade primeira da humanidade, faz com que todos os setores, Estado, Mercado e Sociedade civil organizada mudem a forma com que desenvolvem e conceituam a logística de produção (Pires et al., 2014).

Segundo os mesmos autores, logística é uma ferramenta utilizada por qualquer organização para que o objetivo final seja atingido de forma eficiente, as mudanças de paradigmas que o conceito de desenvolvimento sustentável trouxe permite que a forma de pensar logística fosse mudada, passando de um plano unilateral, em que a matéria-prima entra e é transformada em produto final, e os resíduos são simplesmente rejeitados, para um desenvolvimento cíclico, onde os resíduos são tratados até mesmo antes de serem gerados e a utilização do que foi gerado agregando valor continuando dentro do ciclo produtivo.

### *Classificação Dos Resíduos*

A classificação dos resíduos sólidos tem grande importância para o delineamento de estratégias que possibilitem a implantação da logística reversa, conceito que é um dos pilares de formação da lei nº 12.305/2010 para garantir que o retorno ao ciclo de produção seja de forma adequada e segura, assim a NBR 10.004/04 classifica os resíduos sólidos levando em conta os processos de origem do resíduo, os elementos constituintes e suas características, para que seja possível comparações com substâncias com potencial contaminante já conhecidos (ABNT, 2004).

Para que resíduos possam ser destinados ao uso na agricultura, além da fonte geradora estar de acordo com todas as leis e normas que amparam o meio ambiente, se

faz necessário seguir critérios como os propostos por Pires e Mattiazzo (2008), que definem um caminho para que os resíduos se tornem fontes seguras de nutrientes para solo e plantas, para tanto os processos geradores, são identificados e informações sobre a matéria-prima e todo tipo de substâncias adicionadas são listadas e especificadas, dando condições para o desenvolvimento de planos de amostragens, assegurando que a caracterização do resíduo seja feita levando em conta o potencial agrônomo e os riscos que os resíduos possam causar ao meio ambiente se adicionados ao solo.

Outra etapa importante para a destinação dos resíduos na agricultura proposta por Pires e Mattiazzo (2008), é o conhecimento dos aspectos legais que regulamentam e conceituam o tema, devem ser conhecidas e aplicadas onde leis como a 6938/81 que trata da política nacional do meio ambiente, juntamente com a lei 9.605/98 que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, bem como as leis que regulamentam o uso de resíduos na agricultura onde o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através do Decreto lei 4. 594/04 institui normas de inspeção e fiscalização da produção e comércio de fertilizantes, inoculantes e corretivos, sem esquecer os órgãos ambientais Estaduais e Municipais que comumente traçam suas regras mediante características regionais. Atendidas todas as normas legais se faz necessário ainda o desenvolvimento de testes agrônômicos para poder assegurar que os resíduos tenham eficiência agrônômica comprovada e sua aplicação seja viável economicamente.

#### *Utilização Dos Resíduos Industriais Na Agricultura*

O Brasil possui uma área de 851 milhões de hectares, dentro desse cenário se desenvolve uma das atividades mais lucrativa e atuante na renda do país, a agropecuária. O Brasil detém uma das maiores áreas cultivadas no mundo, representado por aproximadamente 59 milhões de hectares para agricultura perene e anual, 159 milhões de hectares para pastagens e 4 milhões de hectares para florestas plantadas (IBGE, 2006), porém, essa atividade não ocupa a parcela majoritária do território como pode ser observado na Tabela 2.



**Tabela 2** - Ocupação do Território brasileiro, pelos mais diversos meios de exploração.

Forma de Uso	Área (%)
Florestas naturais e plantadas	59,1
Pastagens	20,7
Agricultura Anual	6,9
Área degradadas e Subutilizadas	9,2
Cidades, rios, lagos	2,6
Agricultura perene	1,5
Total	100

Fonte: IBGE, 2006.

Como grande parte da área nacional é ocupada por florestas nativas e/ou reflorestas na forma de área de preservação permanente, e que não podem ser exploradas para a deposição da grande quantidade de resíduos providos da indústria, passa-se a observar a agricultura como potencial forma de utilizar esses resíduos (Branco et al., 2013). Com base nas informações agronômicas conhecidas, sabe-se que as plantas demandam grandes quantidades de nutrientes para a produção de altos valores por área, e conhecendo que os resíduos em geral são ricos em nutrientes específicos, ou ainda possuem alto teor de matéria orgânica, se tornam opção para a agricultura (Raij, 1991). Outro ponto explorado pelas indústrias dentro da agricultura é a correção do pH do solo, os solos nacionais tem por características uma baixa acidez, e as fontes utilizadas para essa correção se encontram cada vez mais escassas e com valores monetários mais elevados, ressalta-se que as doses desses são elevadas para se alcançar o pH desejado. Portanto, a busca por novas fontes renováveis e de menor custo são estudadas. Nessa linha de estudo busca-se nos resíduos industriais uma opção, dando-se assim uma destinação adequada, auxiliando um dos maiores setores econômicos do Brasil (Matos et al., 2008).

Contudo, vale ressaltar que nem todos os resíduos industriais podem ser utilizados no setor agrícola, para que possam ser utilizados, deve-se observar as características químicas relacionadas aos processos industriais de produção e os atributos do solo em que esses serão aplicados, como pH, teor de argila, teor de carbono orgânico e capacidade de troca catiônica desse solo (Medeiros et al., 2009). Tais condições devem ser observadas para que não ocorra contaminação do solo e consequentemente das plantas pela absorção desses contaminantes. Desta forma, a

legislação brasileira determina limites de presença de metais contaminantes no solo, representado por presença de metais tóxicos, sendo para Cd  $3,0 \text{ mg Kg}^{-1}$  de solo seco;  $180,0 \text{ mg Kg}^{-1}$  por solo seco de Cr,  $150 \text{ mg Kg}^{-1}$  de solo seco de Pb (BRASIL, 2009). Comparando-se os demais países no Canadá os valores permissíveis de metais no solo ficam em  $1,6 \text{ mg ha}^{-1}$  de Cd,  $120 \text{ mg ha}^{-1}$  de Cr,  $60 \text{ mg ha}^{-1}$  de Pb, a Alemanha por sua vez permite valores de até  $3,0 \text{ mg ha}^{-1}$  de Cd,  $120 \text{ mg ha}^{-1}$  de Cr,  $100 \text{ mg ha}^{-1}$  de Pb, os Estados Unidos dos países desenvolvidos é que tem a legislação mais permissível, ficam os valores de  $20,0 \text{ mg ha}^{-1}$  de Cd,  $1500 \text{ mg ha}^{-1}$  de Cr,  $150 \text{ mg ha}^{-1}$  de Pb (Tsutiya et al, 2002).

Para a aplicação de resíduos sólidos no Brasil, ainda não se tem uma lei específica, o estado de São Paulo contém uma norma determinada pela CETESB, que baseia-se na normativa americana que determina o teor de metais que podem ser contido, esses assim como de outros países desenvolvidos são demonstrados na Tabela 3 (CETESB, 1998).

**Tabela 3** - Valores permissíveis de metais tóxicos contidos em resíduos aplicados na agricultura.

País	Limites permitidos de metais pesados em resíduos aplicados na agricultura ( $\text{Kg ha}^{-1}$ )		
	Cádmio	Cromo	Chumbo
Bélgica	-	250	-
Dinamarca	-	125	-
Inglaterra	6,25	1375	560
Alemanha	6,25	125	125
Noruega	-	-	-
Suécia	-	75	140
Canadá	4	-	100
Estados Unidos	39	-	300
São Paulo	39	1000	300

Adaptada de Tsutiya et al. (2002), Fonte: CETESB (1998).

Visto que no Brasil os teores de metais tóxicos permitidos são elevados, várias empresas do ramo de fertilizantes agrícolas utilizam desse limite para produzir seus produtos, utilizando-se de fontes de baixa qualidade que possuem elementos tóxicos, principalmente para disponibilidade de micronutrientes. Nessa linha Nava et al. (2011), desenvolveram um estudo para quantificar o teor de metais tóxicos, representados por

Cd, Pb e Cr em diferentes fontes de zinco comerciais, bem como fontes de fosforo (super simples e triplo), nitrogênio (ureia) e potássio (cloreto de potássio), em todos esses fertilizantes estudados foi constatada a presença de metais tóxicos, em quantidades semelhantes entre eles. Em outro estudo realizado por Nacke et al. (2013), também foram constatados presença de metais tóxicos em altos níveis em todas as fontes de nutrientes estudadas, incluindo super fosfato simples e ureia, sendo que nesses últimos, as concentrações de metais tóxicos eram menos elevadas, quando comparadas às misturas comerciais.

Quando se utilizam essas fontes para adubação das culturas, esses metais tóxicos são liberados no solo e também ficam assimiláveis às plantas, desta forma, foram detectadas que quando plantas de soja foram fertilizadas com as fontes anteriores, o Pb, Cr e Cd foram absorvidos pelas plantas (Nava et al., 2011). Esses ainda concluíram que o aumento de metais tóxicos limita a absorção de Zn e Ca.

#### *Resíduos Da Indústria Metalúrgica E Siderúrgicas Como Corretivo Do Solo*

As indústrias de fundição brasileiras utilizam dois métodos para a obtenção do metal preparado, o processo siderúrgico, onde se obtém a fundição do ferro bruto por meio da redução de minérios de ferro, tendo-se como resíduo primordial a escória de alto-forno, e o metalúrgico, onde se faz a junção de sucatas metálicas, formando ligas metálicas que servem de base para a produção industrial nacional, originando três resíduos majoritários, a escória de forno cubilô, e os resíduos de ciclone de areia e de desmoldadores. Em ambos os processos são gerados grandes quantidades de resíduos, e esses tem como principal destinação aterros sanitários (Schulin et al., 2007).

Vários trabalhos clássicos foram desenvolvidos quando se iniciou a demanda por uma forma de preservação do meio ambiente e destinação dos resíduos e mostraram na época que os resíduos siderúrgicos e de metalúrgicas apresentam potencial de uso agrícola, como é descrito nos trabalhos de Amaral et al. (1993) e Amaral et al. (1994). Esses autores concluíram que quando manejado corretamente, as escórias possuem potencial de uso na agricultura, como neutralizadores de pH do solo.

Assim Nogueira et al. (2012), demonstra em seu trabalho a capacidade da escória de siderúrgica na correção da acidez do solo, quando aplicado em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa e de textura média, aplicado a cultura do café. Na cultura da cana-de-açúcar a aplicação de escória de siderúrgica promoveu acréscimo nos teores de micronutriente da cultura da cana, bem como reduziu a acidez potencial

do solo, sem que essa disponibiliza-se metais pesados para a cultura (Sobral et al., 2011).

#### *Resíduos Da Produção De Celulose*

Nas indústrias de papel e celulose, dois grandes resíduos se destacam, o dregs e a lama de cal, ambos são retirados durante a clarificação e recuperação de produtos químicos obtidos no processo de separação da celulose. A lama de cal é constituída majoritariamente de carbonato de Ca, e seu poder de neutralização varia entre 40 a 70%, o dregs por sua vez, possuem em sua composição carbonatos, Na e Ca com poder de neutralização podendo chegar a 78% (Nurmesniemi et al., 2005).

O potencial de uso desses resíduos no solo está na correção de acidez do solo e também na disponibilidade de fornecimento de nutrientes essenciais as plantas (Almeida et al., 2007; Almeida et al., 2008). Cabe ressaltar que, principalmente os dregs, por serem obtidos num processo secundário, frente a lama de cal possui maior capacidade de reter metais pesados poluentes do solo.

Assim, nessa linha de estudos, os resultados se mostram positivos como no trabalho de Almeida et al. (2007), em que esses indicam a capacidade do dregs em fornecer nutrientes essenciais as plantas e corrigir a acidez do solo, sem capacidade de contaminação do solo a longo prazo com metais pesados. Efeitos positivos na adição de nutrientes e correção do solo e da correção da acidez em um Neossolo Quartzarênico (Branco et al., 2013). Por outro lado, são citados que a aplicação de dregs causa aumento na lixiação de cálcio no solo. Almeida et al. (2008), conclui que o dregs pode ser utilizado como corretivo da acidez do solo, sem impactos sobre a qualidade desse. Quando se avalia a eficiência da lama de cal, essa também traz resultados positivos, na correção da acidez do solo, até profundidades de 40 cm (Corrêa et al., 2007).

#### *Resíduos Da Produção De Etanol*

O Brasil possui uma grande rede industrial de etanol e açúcar, estimativas indicam que, devido a crescente demanda de etanol interna e externa, a produção nacional de cana deverá ser dobrada num curto prazo e conseqüentemente a de resíduos dessa modalidade (Ribeiro et al., 2014). A vinhaça é um resíduo originário da lavagem do caldo da cana para a máxima extração da sacarose, e tem como seu principal constituinte a matéria orgânica, e nutrientes como o K, Ca e Mg. Desta forma sua principal utilização se dá como fornecedora de nutrientes e de água para as culturas.

Nessa linha estudos, relata-se que quando se utiliza doses adequadas, 200 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> os resultados são satisfatórios (Basso et al., 2013). Assim, a aplicação de vinhaça promove efeito positivo sobre a disponibilidade de potássio no solo, substituindo a adubação mineral de elemento, na sucessão aveia preta-milho silagem-milho safrinha, restando ainda valores residuais no solo (Basso et al., 2013). Bonini et al. (2014), também demonstraram a eficiência do uso da vinhaça na agricultura, sem prejudicar a qualidade química do mesmo.

Vale ressaltar que quando essa aplicação supera a dose máxima recomendada, ela compete por sítios de ligação na fração argila do solo, reduzindo assim a disponibilidade do fósforo (Ribeiro et al, 2011).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O Brasil possui um grande polo industrial, distribuído por toda sua extensão territorial, produzindo os mais diversos produtos, desde indústrias primárias, que produzem matérias primas, até indústrias de produção de eletrônicos e químicas, que possuem alto grau de periculosidade. No contexto nacional a indústria possui grande participação monetária, porém, o setor agropecuário, que assim como o industrial, se distribui por toda a extensão nacional, é considerado a base da economia, e participa ativamente do setor industrial.

As indústrias nacionais geram grandes quantidades de resíduos, que devem ser manejados corretamente e terem uma destinação final correta, busca-se alternativas para sua aplicação, e o setor agropecuário por ocupar uma grande área do território nacional, está sendo utilizado como local final de deposição de resíduos.

Como os resíduos das indústrias estão disponíveis em grandes quantidades, com baixo custo, e apresentam na sua composição valores de contaminantes dentro dos limites da legislação para serem empregados como resíduos passíveis de utilização como corretivo agrícola, o setor agropecuário faz uso desses, que atuam melhoria da acidez do solo e fornecimento de nutrientes, sem que o sistema solo-planta-atmosfera seja prejudicado. Tendo-se assim a minimização do impacto ambiental causado pela indústria.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de normas e técnicas. **Resíduos sólidos – Classificação**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71p.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpezas. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. Edição Especial. Editora ABRELPE. 2012.
- ALMEIDA, H. C.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; MACABÔ JÚNIOR, J.; ALMEIDA, D. Influência da adição de um resíduo alcalino da Indústria de papel e celulose na lixiviação de cátions em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1775-1784, 2008.
- ALMEIDA, H. C.; SILVEIRA, C. B.; ERNANI, P. R.; CAMPOS, M. L. E.; ALMEIDA, D. Composição química de um resíduo alcalino da indústria de papel e celulose (Dregs). **Química Nova**, São Paulo, v.30, p.1669-1672, 2007.
- ALMEIDA, J. **Gestão Ambiental: para o Desenvolvimento Sustentável**. 2ª reimpressão. Rio de Janeiro: Editora Thex, 2009. 498p.
- AMARAL, A. S.; DEFELIPO, B.V.; COSTA, L. M.; FONTES, M. P. F. Liberação de Zn, Fe, Mn e Cd de quatro corretivos de acidez e absorção por alfaca em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.1351-1358, 1994.
- AMARAL, N. M. B; COSTA, L. M.; DIAS, A.; BARROS, N. F. Aplicação de resíduo siderúrgico em Latossolo: efeitos na correção do solo e na disponibilidade de nutrientes e metais pesados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.17, n.3, p.299-304, 1993.
- BARBIERI, J. C. O estudo prévio de impacto ambiental no estado de São Paulo. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 2, p. 152-166, 1996.
- BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F.P.; SOMAVILLA, L.; BRIGO, T. J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.4, p. 596-602, 2013.
- BONINI, M. A.; SATO, L. M.; BASTOS, R. G.; SOUZA, C. F. Alterações nos atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho irrigado com água residuária e vinhaça. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 20, n. 1, p. 56-63, 2014.
- BRANCO, S. B.; SILVEIRA, C. B.; CAMPOS, M. L.; GATIBONI, L. C.; MIQUELLUTI, D. J. Atributos químicos do solo e lixiviação de compostos fenólicos após adição de resíduos sólidos alcalino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 543-550, 2013.
- BRASIL. Resolução CONAMA N° 420 de 28 de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n° 249, 30 dez. 2009. p. 81-84.
- BRASIL-EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2013**. Rio de Janeiro: EPE, 2013. 55p.

BRASSIOLI, F. B.; PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Avaliação agrônômica da escória de siderúrgica na cana-de-açúcar durante cinco ciclos de produção. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 381-387, 2009.

CETESB - **Sistemas de aplicação de biossólidos e lodos de tratamentos biológicos em áreas de uso agrícola – critérios para projeto e operação**. Norma P 4.230. São Paulo, outubro de 1998.

CIN – Centro Internacional de Negócios do Paraná. **Cadastro das indústrias 2014**. Curitiba: FIEP, 2014. 30 p.

CORRÊA, J. C.; BÜLL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C.; MARCELINO, R.; MAUAD, M. Correção da acidez e mobilidade de íons em Latossolo com aplicação superficial de escória, lama de cal, lodos de esgoto e calcário. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1307-1317, set. 2007.

CRUZ, C. H.; FABRIZY, N. L. P. Impactos ambientais de reservatórios e perspectivas de uso múltiplos. **Revista Brasileira de Energia**, Itajubá, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2013.

DEPECON–Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos. **Panorama da indústria de transformação brasileira**. 3ª edição. São Paulo: FIESP/CIESP, 2014. 59 p.

FIGUEREDO, P. N. Acumulação tecnológica e inovação industrial: conceitos, mensuração e evidências no Brasil. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 54-69, 2005.

FORTES, C. A.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; MORAIS, A. R.; EVANGELISTA, A. R.; SOUZA, R. M. Níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas marandu e tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 01, p. 267-274, 2008.

FURTADO, A. T.; CARALHO, R. Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, 2005.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009.

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Natural Renováveis. **Relatório de acidentes ambientais de 2010**. Brasília, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário, 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 775p.

LEAL, G. C. S. G.; FARIAS, M. S. S.; ARAUJO, A. F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Revista qualitas**, Campina Grande, v. 7, n.1. p. 1- 10, 2008.

MATOS, A. T.; CARVALHO, A. L.; AZEVEDO, I. C. D. A. Viabilidade do aproveitamento agrícola de percolados de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 435-440, 2008.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; BATISTELLA, F.; GRAH, J. Calagem superficial com resíduo alcalino da indústria de papel e celulose em um solo altamente tamponado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n. 10, p.1657-1665, 2009.

MONTANARI, R.; MARQUES JÚNIOR, J.; CAMPOS, M. C. C.; SOUZA, Z. M. Caracterização química de resíduos da indústria metalúrgica para fins de uso agrícola. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 79-88, 2008.

MOURA, L. A. A. **Qualidade e gestão ambiental**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.

NAVA, I. A.; GONÇALVES JR, A. C.; NACKE, H.; GUERINI, V. L.; SCHWANTES, D. Disponibilidade dos metais pesados tóxicos cádmio, chumbo e cromo no solo e tecido foliar da soja adubada com diferentes fontes de NPK+Zn. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 5, p. 884-892, 2011.

NACKE, H.; GONÇALVES JR, A. C.; LINDER, G.; WACHHOLZ, L.; LAMBERT, D. R. Avaliação do uso de difentes fonts e doses de zinco sobre a produção e fitodisponibilidade de matais no capim tânzania. **Revista Verde**, Mossoró, v. 8, n. 4, p. 267-272, 2013.

NOGUEIRA, N. O.; TOMAZ, M. A.; ANDRADE, F. V.; REIS, E. F.; BRINATE, S. V. B. Influence of the aplplication of two tyeps of industrial waste on the chemical properties of soil planted with *Coffea arabica*. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 11-21, 2012.

NURMESNIEMI, H.; PÖYKIÖ, R.; PERÄMAKI, P.; KUOKKANEN, T. The use of a sequential leaching procedure for heavy metal fractionation in green liquor dregs from a causticizing process a t a pulp mill. **Chemosphere**, v.61, p.1475-1484, 2005.

PIRES, A. M.M.; MATTIAZZO, M. E. **Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura**. Circular Técnica 19. Rio de Janeiro, v. 14, n.4, 2008. 9p.

PIRES, G. S.; FERREIRA, E. O.; GOMES, S. C. Logística reversa: uma estratégia de sustentabilidade para as organizações. **Revista Educação, Cultura e Desenvolvimento Regional**, Belém, v. 2, n. 1, p. 1-8, 2014.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1991. 343p.

RIBEIRO, B. T.; LIMA, J. M.; OLIVEIRA, G. C.; LIMA, P. L. Cargas superficiais da fração argila de solos influenciados pela vinhaça e fósforo. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 5-10, 2011.F

RIBEIRO, P. H. P.; LELIS NETO, J. A.; TEIXIERA, M. B.; GUERRA, H. O. C.; SILVA, N. F.; CUNHA, F. N. Distribuição de potássio aplicado via vinhaça em Latossolo Vermelho Amarelo e Nitossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, n. 5, p.403 - 410, 2014.

RISSATO, D.; SPRICIGO, B. A política ambiental no Brasil no período de 1970 a 1999. **Revista Ciências Sociais em Perspectiva**, Cascavel, v. 9, n. 16, p.1- 17, 2010.

ROSSOL, C. D.; SCALON FILHO, H.; BERTE, L. N.; JANDREY, P. E.; SCHWANTES, D.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C. Caracterização, classificação e destinação de resíduos da agricultura. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 4, p. 33-43, 2012.

SANTO, J. O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S.; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R. MARINHO, A. A. Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de



reciclagem para minimização dos impactos ambientais. **Ciências exatas e tecnológicas**, Londrina, v. 1, n.1, p. 73-84, 2014.

SCHULIN, R.; CURCHOD, F.; MONDESHKA, M.; DASKALOV A, A.; KELLER, A. Heavy metal contamination along a soil transect in the vicinity of the iron smelter of Kremikovtzi (Bulgaria). **Geoderma**, v.140, p.52–61, 2007.

SILVA, A. P. M.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, F. A. R. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 38-43, 2014.

SILVEIRA, R. Concentração industrial regional, especialização geografia e geografia econômica: evidências para o Brasil no período de 1950-2000. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n. 2, 2005.

SOBRAL, M. F.; NASCIMENTO, C. W. A.; CUNHA, K. P. V.; FERREIRA, H. A.; SILVA, A. J.; SILVA, F. B. V. Escória de siderúrgica e seus efeitos nos teores de nutrientes e metais pesados em cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 867-872, 2011.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Política industrial e desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 26, n, 2, p. 163-185, 2006.

TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no cna/usp. **Química Nova**, São Paulo, v.28, n.4, p.732-738, 2005.

TSUTIYA, M. T.; COMPARINI, J. B. ALEM SOBRINHO, P.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P. C. T. MELFI, A. J.; MELO, W. J.; MARQUES, M. O. **Biossólidos na agricultura**. São Paulo: ABES. 2002. 468p.