



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DE RESÍDUOS SIDERÚRGICOS UTILIZADOS PARA PRODUÇÃO DE CORRETIVOS DE ACIDEZ DO SOLO

Bárbara Dutra da Silva Luz(1); Antônio José Dias Vieira(2)

(1) Professora; Instituto Tecnológico de Caratinga; Rede de Ensino Doctum; Rua João Pinheiro, 125 - Centro, Caratinga - MG; barbara.dutra@doctum.edu.br; (2) Professor; Campus Imperatriz; Instituto Federal do Maranhão; Avenida Newton Bello – Santa Rita, Imperatriz, MA.

Eixo temático: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO – Durante o processo de fabricação das indústrias siderúrgicas e de celulose são gerados resíduos tais como lamas e pós, ricos em metais. Estes resíduos representam um grande problema ambiental, visto que os mesmos são acumulados em grandes áreas e podem impactar o meio ambiente. Neste sentido, a reciclagem destes resíduos, além de diminuir o passivo ambiental da empresa, pode propiciar receita devido a venda desses resíduos para outras indústrias ou com sua utilização para fabricação de novos produtos. Um dos problemas observados por uma empresa do Vale do Aço em Minas Gerais na utilização destes resíduos é sua alta temperatura, que pode vir a causar queimaduras em seus colaboradores. Neste contexto, este estudo teve por objetivo monitorar a temperatura do resíduo Fino de dolomita calcinada, proveniente do alto forno de uma indústria siderúrgica local, para poder definir em quanto tempo esse resíduo não apresentar riscos à saúde humana. Os resultados mostram que o prazo de espera para o manuseio da matéria-prima após o recebimento da mesma no pátio da fábrica é de oito dias, quando a temperatura apresentada é de 49,5°C, o que já não oferece riscos de queimadura.

Palavras-chave: Resíduos industriais. Sustentabilidade. Corretivos de solo. Queimadura.

ABSTRACT - During the manufacturing process of steel and cellulose industries residues, such as slurries and powders, rich in metals are generated. These residues represent a major environmental problem, since they are accumulated in large areas and can impact the environment. In this regard, recycling these residues, besides reducing the environmental liabilities of the company, can provide revenue with the sale of such waste to other industries or with their use for the manufacturing of new products. One of the problems observed by a company from the Steel Valley in Minas Gerais in the use of this waste is its high temperature, which might cause burns on its employees. In this context, this study aimed to monitor the temperature of the fine waste of calcined dolomite from the furnace of a local steel industry in order to define how long this waste does not pose risks to human health. The results show that the waiting period for the handling of the raw material after receiving it in



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

the factory yard is eight days when the displayed temperature is 49.5 ° C, which no longer provides a burn hazard.

Key words: Industrial waste. Sustainability. Soil correctives. Burns.

Introdução

Corretivos da acidez dos solos são produtos capazes de neutralizar (diminuir ou eliminar) a acidez dos solos e ainda fornecer nutrientes vegetais principalmente cálcio e magnésio. A acidez de um solo é devida à presença de H^+ livres, gerados por componentes ácidos presentes no solo (ácidos orgânicos, fertilizantes nitrogenados entre outros). A neutralização da acidez consiste em neutralizar os H^+ , o que é feito pelo ânion OH^- . Portanto, os corretivos de acidez devem ter componentes básicos para gerar OH^- e promover a neutralização (ALCARDE, 1992).

A maioria dos solos brasileiros são ácidos, assim, a sua correção adequada é uma das práticas que mais benefícios trazem ao agricultor, sendo uma combinação favorável de vários efeitos dentre os quais se podem mencionar os seguintes: eleva o pH do solo (reduzindo a acidez); fornece cálcio e o magnésio, sendo que o primeiro desempenha papel fundamental para a ramificação lateral e o crescimento das raízes e pelos radiculares, atua na divisão e extensão das células, na regulação da absorção de outros íons, e o segundo é responsável pela fotossíntese, ou seja, a transformação da energia solar, água, nutrientes e ar em plantas; diminui ou elimina os efeitos tóxicos do alumínio (Al); diminui a "fixação" de fósforo; aumenta a disponibilidade do NPK, cálcio, enxofre e molibdênio no solo; aumenta a eficiência dos fertilizantes; aumenta a atividade biológica do solo e a liberação de nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo e boro, pela decomposição da matéria orgânica; em solos ricos em manganês (Mn), reduz as quantidades excessivas deste elemento presentes na solução do solo. E como resultado dos efeitos anteriormente citados aumenta a produtividade das culturas (LOPES, 2002; KRAY, 2004).

Neste contexto, os corretivos de acidez de solo se apresentam como insumos de grande importância para a agricultura. Devido a necessidade atual de processos industriais cada vez mais sustentáveis, uma alternativa para produção desses corretivos é a utilização de resíduos industriais.

Os resíduos da indústria de celulose são reportados na literatura como resíduos com grande potencial para aumento da produtividade de madeira (BELLOTE et al., 1998). Já os resíduos siderúrgicos são empregados como fertilizantes e corretivos agrícolas, esses resíduos apresentam, geralmente, teores elevados de micronutrientes (Malavolta, 1994).

O trabalho de reaproveitamento de resíduos sólidos contribui para a sustentabilidade do processo produtivo de corretivos, pois agregados sólidos das indústrias siderúrgicas e de celulose caso sejam jogados no meio ambiente, sem o devido tratamento, podem causar danos ao solo, à água e ao ar.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

No entanto, mesmo com a utilização de resíduos industriais para a produção dos corretivos, o que promove a proteção do meio ambiente, é importante garantir também um equilíbrio no contexto social e econômico para se obter um produto realmente sustentável. Assim, a segurança do trabalho que pode ser entendida como o conjunto de ciências e tecnologias que tem por objetivo proteger o trabalhador, buscando minimizar e/ou evitar acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, além de proteger o trabalhador, também assegura o equilíbrio social e econômico, ou seja, a sustentabilidade como um todo (PRADO, 2016).

Em um estudo feito por Leal (2004) constatou-se que 30,17% dos doentes queimados são vítimas de acidentes de trabalho. Constituindo importante grupo de lesões cutâneas, estas podem ser causadas pelo contato térmico, radioativo e químico (MENDES, 1980).

Segundo Gomes (1995) a exposição a altas temperaturas, acima de 49°C, pode ocasionar queimaduras e que quanto maior a temperatura menor o tempo de exposição necessário para causar injúrias à epiderme (Tabela 1).

Tabela 1. Relação entre tempo de imersão e temperaturas que ocasionam queimaduras de espessura total.

Tempo (s)	Temperatura (°C)
1	70,0
2	65,5
10	60,0
30	54,5
60	53,0
600	49,0

Fonte: Gomes, 1995.

Apesar de ser um problema significativo no Brasil, sobre as queimaduras, existem poucos dados disponíveis para orientar programas de tratamento e prevenção. As estratégias para redução da incidência do trauma térmico deveriam atender a dois pontos principais: a eliminação de fatores de risco no próprio ambiente e a implementação de programas educativos (ROSSI, 1998 e ROSSI, 2003).

Neste sentido este trabalho teve por objetivos avaliar a temperatura da matéria-prima Finos de Dolomita Calcinada e de um corretivo de acidez de solo fabricado com a matéria-prima na Usina de Corretivos e Adubos Proterra Ltda, a fim de definir o momento seguro para a manipulação da referida matéria prima bem como dos produtos fabricados com este material.

Material e Métodos

A atividade industrial da Usina de Adubos e Corretivos Proterra é de natureza predominantemente física e suas matérias primas são de origem de duas indústrias locais, uma siderúrgica e outra de papel e celulose para fabricação dos seus corretivos de acidez de solo. As matérias primas, oriundas da indústria siderúrgica,



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

são o finos de dolomita calcinada e a lama do forno rotativo com composição básica de carbonato de cálcio e magnésio, óxidos de cálcio e magnésio. Enquanto da indústria de papel e celulose são a Lama de Cal e o Dregs.

O finos de dolomita calcinada é produto de um processo de calcinação da rocha calcária em forno rotativo, o material com granulometria elevada é utilizado na fabricação do aço, enquanto o material de granulometria fina que seria descartado apresenta potencial para correção de acidez de solo. Logo após a saída do forno rotativo o material ainda apresenta temperatura elevada e deste modo risco potencial para ocasionar queimaduras na pele humana.

Inicialmente foram produzidos seis montes, de aproximadamente 2,0 toneladas, para acompanhamento da temperatura, três da matéria-prima finos de dolomita calcinada assim que a mesma chegou no pátio da empresa e outros três montes do corretivo de acidez produzido com o finos de dolomita calcinada (recém chegado) e outras matérias-primas de sua formulação.

A temperatura foi monitorada diariamente durante a primeira semana e após esse período semanalmente, utilizando uma unidade de leitura digital para sondas (Soloterm MOD.1200) e uma sonda de penetração com dimensões de 6 x 600 mm, com cabo liso de 1 metro de comprimento (Soloterm). Para o monitoramento foram feitas cinco medidas as temperaturas na profundidade de 600 mm em 5 (cinco) pontos de cada monte de acordo com o preconizado pela NBR 10007 da ABNT (2004).

A temperatura das matérias primas Lama de Cal e Lama do Forno Rotativo foram mensuradas no primeiro dia do experimento. Ao longo do ensaio foram medidas as temperaturas do ar em três momentos distintos ao longo do período de medição utilizando-se o termômetro (Soloterm MOD 1200).

A fim de impedir à incidência de chuva nos montes as unidades experimentais foram cobertas com lonas plásticas durante todo o período experimental.

A análise foi realizada de acordo com a variância de regressão linear ao nível de 5% de probabilidade considerando o modelo linear de primeiro grau considerando como variáveis dependentes as temperaturas dos materiais (Finos de Dolomita Calcinada e MG-0562610000-4) e do ar sobre os montes de materiais.

Resultados e Discussão

Para praticar um trabalho seguro e correto, é necessário conhecer a técnica e os equipamentos utilizados para qualquer tipo de atividade (ALTISEG, 2014). Dessa forma, o levantamento da temperatura das matérias-primas é importante para manter o colaboradores seguros.

Na Figura 1 pode-se observar que a temperatura inicial média de 40,5°C do produto MG-0562610000-4 foi inferior ao nível considerado perigoso por GOMES (1995) (Tabela 1) mesmo sendo produzido com um componente que apresentou temperatura média inicial de 72,4°C. Provavelmente devido às temperaturas iniciais de outras matérias primas que em média apresentaram valores no primeiro dia de experimento em torno de 25,7°C. Por outro lado, a temperatura da matéria-prima



XIII Congresso Nacional de MEIO AMBIENTE de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

Finos de Dolomita Calcificada representa um risco potencial de queimadura com base nos dados estima-se que após 8 dias a temperatura do Finos de Dolomita Calcificada atinja o valor de 49,5 °C. Foram coletados dados de temperatura do ar sobre os materiais no mesmo período de coleta de dados. Nota-se que não houve variação significativa da temperatura do ar ao longo do período de coleta dos dados.

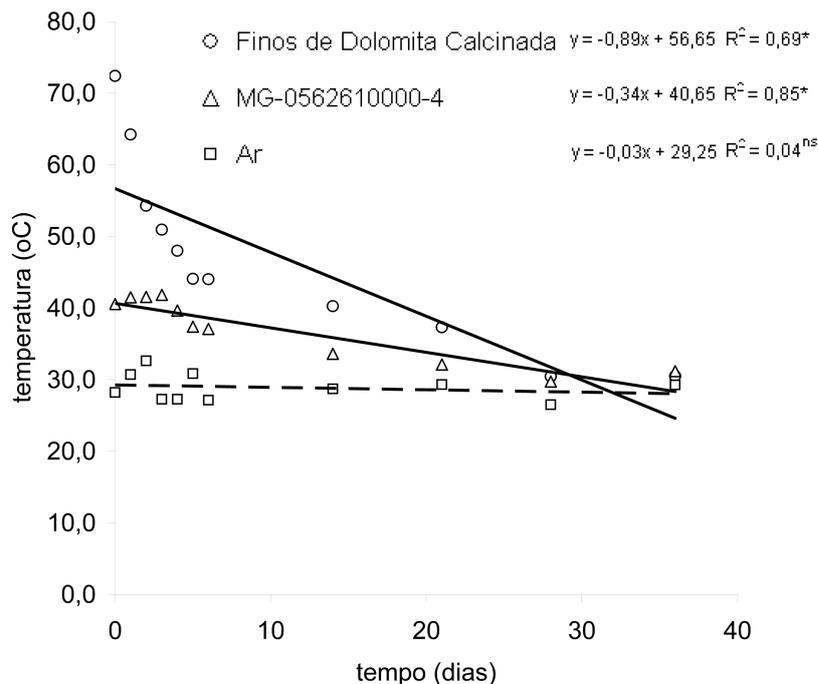


Figura 1. Relação entre tempo de armazenamento e temperatura da matéria-prima Finos de Dolomita Calcificada e produto MG05626 10000-4.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Assim sugere-se um período superior a oito dias para isolamento desta matéria-prima no pátio da empresa. No entanto, para garantir a segurança no manuseio desta matéria-prima, sugere-se a medida de temperatura, utilizando-se uma unidade de leitura digital para sondas (Soloterm MOD.1200) e uma sonda de penetração (dimensões de 6 x 600 mm, com cabo liso de 1 metro de comprimento, Soloterm) antes de qualquer contato com este material.

Como evidenciado por Motter e Santos (2015), o número de acidentes no ambiente de trabalho são diminuídos com a implantação de programas na empresa que visam promover a capacitação dos colaboradores. Dessa forma, foi realizado um treinamento com os funcionários da Usina de Corretivos e Adubos Proterra Ltda, onde destacado o caráter de elevada temperatura inicial do Finos de dolomita calcificada e ensinado como medir a matéria-prima na pratica com o termômetro e sonda citados anteriormente. A fim de demonstrar as diferenças entre o Finos de



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2014 www.pocos.com.br

Dolomita Calcinada e os outros materiais foi feita a medição das temperaturas das demais matérias primas e dos produtos existentes no pátio.

Após a exposição pratica foi entregue um folheto educativo que contém informações resumidas para divulgação para os colaboradores que entram em contato com a referida matéria-prima. Finalmente os colaboradores expressaram suas percepções sobre a atividade. Quando alguns informaram já ter notado o risco de contato sem proteção com o referido material e que a palestra foi um reforço para a tomada de cuidados quanto a referida matéria-prima.

Conclusões

A produção de corretivos de acidez de solo utilizando como matéria-prima resíduos das indústrias siderúrgica e de celulose é de grande importância para agregar valor a um resíduo que seria acumulado sem previsão de utilização e que poderia impactar o meio ambiente.

No entanto, é necessário observar as características e a natureza do material, de modo a evitar riscos ocupacionais aos colaboradores da empresa. Como observado neste estudo, a matéria-prima finos de dolomita calcinada por ser proveniente da calcinação de rocha calcária, apresenta temperatura elevada no momento do recebimento no pátio, podendo ocasionar queimaduras físicas na epiderme humana caso entre em contato num período inferior a 8 dias a partir de seu recebimento.

É importante se observar sempre que a sustentabilidade de processos industriais passa não somente pela proteção do meio ambiente, mas também pela observação das questões econômicas e também pela segurança dos colaboradores da empresa.

Agradecimento(s)

Os autores agradecem à Federação de Indústrias do Estado de Minas Gerais pela bolsa do programa BITEC e à Usina de Corretivo de Acidez de Solo USICAL pelo apoio oferecido.

Referências

ALTISEG. Segurança em altura. Online. Disponível em: <<http://www.altiseg.com.br/index.php>>. Acesso em: 01 jun. 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. p. 71.

ALCARDE, J. C. Corretivos De Acidez Dos Solos: Características e Interpretações Técnicas. São Paulo: ANDA - Associação Nacional Para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992 (Boletim Técnico, 6).

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. C. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 37, p. 99-106, 1998.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016
www.pocos.com.br

GOMES, D. R. Queimaduras – São Paulo: Revinter, 1995.

LEAL, L. Queimaduras devido a acidentes de trabalho. Online. Disponível em: <<http://www.aaq.pt/jornal/17/Jornal-4.htm>>. Acesso em: 09 dez. 2008.

LOPES, C. F.; TAMANINI, C. R.; MONTE SERRAT, B., LIMA, M. R. Acidez do solo e calagem. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Projeto de Extensão Universitária Solo Planta, 2002. (Folder).

KRAY, C. H. Seca x plantio direto com calagem - Sindicato da indústria de calcário do Rio Grande do Sul. Online. Disponível em: <<http://www.calcario-rs.com.br/artigos.asp?id=1>>. Acesso em: 22 jun. 2009.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados: mitos, mistificação e fatos. Piracicaba: ProduQuímica, 1994. 153 p.

MENDES, R. Medicina do trabalho e doenças profissionais. São Paulo: Sarvier, 1980. 573 p.

MOTTER, L.; SANTOS, N. M. Eficácia dos treinamentos de segurança do trabalho em uma indústria de pré-fabricados de concreto. Revista Tecnológica, v. 02, n. 01, p. 191-203, 2015.

PRADO, H. O que a segurança do trabalho tem a ver com sustentabilidade? Online. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/o-que-seguranca-do-trabalho-tem-a-ver-com-sustentabilidade/85607/>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

ROSSI, L.; BARRUFFINI, R. C. P.; GARCIA, T. R.; CHIANCA, T. C. M. Queimaduras: características dos casos tratados em um hospital escola em Ribeirão Preto (SP). Washington: Revista Panamericana de Salud Pública, v. 04, n. 06, p. 401-404, 1998.

ROSSI, L. A.; FERREIRA, E.; COSTA, E. C. F. B.; BERGAMASCO, E. C.; CAMARGO, C. Prevenção de queimaduras: percepção de pacientes e de seus familiares. Ribeirão Preto: Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 11, n. 1, p. 36-42, 2003.