



IMPACTOS AMBIENTAIS DO SULFATO DE CÁLCIO PROVENIENTES DA PRODUÇÃO DE ÁCIDO FOSFÓRICO

G. S. SPIRLANDELLI¹

¹ Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

RESUMO – O Sulfato de Cálcio é gerado em indústrias de fertilizantes proveniente da produção de fosfato solúvel, sendo resultado do ataque da rocha apatita através do ataque sulfúrico gerando ácido fosfórico (H₃PO₄) e sulfato de cálcio di-hidratado ou hemihidratado, separado do produto final, chamado de Fosfogesso. Cerca de 15% do fosfogesso é reciclado, e usado como material para construção civil. Já os restantes, 85%, só descartados sem tratamento, podendo ser: retornados às minas de fosfato, dispostos em pilhas próximos à unidade de produção ou descarregados em rios e oceanos. O descarte deste produto causa, sobretudo, impactos ambientais, podendo afetar o lençol freático, a fauna e a flora e, dependendo da quantidade que estiver em contato com os rios e oceanos, gera-se lama de fosfogesso resultante da mistura da torta dos filtros com a água do mar, entrando em contato direto com a população.

1. INTRODUÇÃO

Parte dos objetivos humanos deu origem a resíduos que podem provocar passivos tanto ao ambiente quanto à população, ao serem depositados sem adequação às legislações vigentes. A produção desses resíduos passou a ser exponencialmente maior no mundo moderno, com o aumento da densidade demográfica e dos complexos industriais (IBGE, 2010-2011).

Os resíduos de origem industrial, devido ao alto teor de poluição aos nossos recursos minerais, são os que apresentam maior preocupação, necessitando assim, de disposição tratamento adequado. Dentre os resíduos supracitados destaca-se o fosfogesso.

O fosfogesso é gerado pelas indústrias de fertilizantes fosfatados na produção do ácido fosfórico e está entre os resíduos com maior impacto ambiental, devido a sua produção em massa e à difícil disposição, causando um grande impacto visual com seus montes de armazenamento e sendo causa potencial de contaminação de açudes, rios, lagos, solo e lençol freático.



Considerando uma relação $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ da ordem de 5 t/t, pode-se inferir uma geração potencial de fosfogesso correspondente a 170 milhões de toneladas por ano, que deverão ser estocadas no mundo. No Brasil, chega-se a uma geração de aproximadamente 5,6 milhões de toneladas anuais, contendo 20% de S, o que representa algo em torno de um milhão de toneladas de enxofre contido (FERNANDES et al, 2010, p.124, adaptado).

A utilização deste insumo vem sendo estudada em vários centros comerciais, inclusive no Brasil, destacando-se a agricultura e aterros sanitários, com uma menção às usinas de cimento.

No Brasil, o grande consumidor de fosfogesso é a agricultura, São Paulo e Minas Gerais, que coincidentemente, ou não, é a recordista na produção do resíduo.

Entretanto, o objetivo desse estudo é comparar a produção X consumo do fosfogesso e onde atualmente é atualizado.

2. FOSFOGESSO

O sulfato de cálcio di-hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), gesso agrícola ou fosfogesso, é um produto resultante da fabricação do ácido fosfórico.

A produção do ácido fosfórico pode ser feita por meio de dois processos: o primeiro utiliza forno elétrico para produzir fósforo elementar e o outro é o processo hidratado, que corresponde cerca de 90% da fabricação.

A produção tem início com o ataque à rocha fosfática através do ácido sulfúrico mais água. A lama originada passa a ser estocada em tanques equipados com agitadores, mantendo a rocha suspensa, que depois é enviada para reatores também equipados com agitadores, formando cristais de gesso. Após esse processo, é feita a filtração a vácuo, que separa o ácido fosfórico do gesso, o gesso é raspado por um parafuso de rosca, e bombeado para a “lagoa de gesso”. No terreno onde o gesso é depositado, é feita a decantação em bacias na parte superior da pilha, onde acontece a separação de fosfogesso e água.

Após a separação, a água é conduzida à lagoa para ser reintroduzida no sistema de transporte de gesso para as pilhas de estocagem. (FOSFÉRTIL UBERABA - Construção dos Diques da Pilha de Gesso do Complexo Industrial de Uberaba – MG) (Figura 1).



FIGURA 1. Montanha de gesso e seus taludes.

Fonte: FOSFÉRTIL UBERABA, 2011.

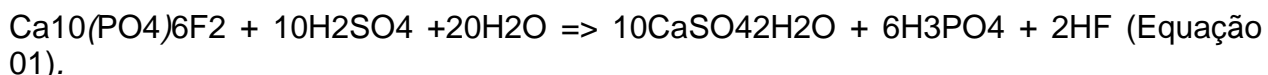
No processo de assoreamento da lagoa, pelo gesso, é feita a elevação do conjunto dos diques periféricos, através do remonte do de maior granulometria, sendo decantado nos canais entre estes diques, com ângulos de taludes 1V:3H. Para cada metro de elevação desloca-se o conjunto dos diques 3 metros para o interior do lago/lagoa, originando assim, os taludes das pilhas.

Mecânico (Gesso Mecânico), é o nome dado ao gesso de maior granulometria, após a perda da água excessiva e compactação através do peso das máquinas que transitam para realizar a atividade de operação nas lagoas. Ele é utilizado para construir diques periféricos e tem como função reter e dar estabilidade ao gesso hidráulico.

Gesso hidráulico é o gesso de granulometria mais baixa, ele tem uma característica mais úmida por ter sido conduzido pela água até o interior das lagoas sobre as pilhas onde decantou-se. O canal de “pé”, que posicionado ao redor das pilhas de gesso, é responsável pela coleta da água percolada, minando na base dos taludes e também é o coletor das águas da chuva, assim, isolando o sistema das áreas externas naturais.

Essa via alimenta o canal de retorno, desaguando na lagoa de classificação, e após, sendo bombeada de volta para a lagoa de recirculação assim como a água restante da decantação, para finalmente fechar o circuito de transporte hidráulico do gesso para as pilhas de estocagem.

Em condições normais, a cada tonelada de ácido fosfórico são produzidas cerca de 4,8 toneladas de fosfogesso, cuja reação química pode ser representada na equação 01:





A quantidade de fosfogesso produzida depende da produção de ácido Fosfórico. No entanto, existe um total desequilíbrio na relação produtora x demanda, ocasionando, conforme figura 1, elevadas quantidades depositadas que formam montes e montanhas do resíduo.

3. REVISÃO

A composição química média do fosfogesso é em torno de 17,7% de enxofre (S), 30,9% de óxido de cálcio (CaO), 0,2% de flúor (F) e 0,7% de fósforo (P₂O₅), de acordo com RAIJ (1988). Esse resíduo é classificado como não perigoso e inerte; entretanto, pertence a classe II B (LUZ, 2005).

Nas principais indústrias que produzem o resíduo, o fosfogesso tem um teor de umidade entre 25% e 30%, ao ser levado para as pilhas, pois ao final do processo de fabricação do ácido fosfórico, o gesso é levado a uma lagoa de decantação que possui 80% de água, ocorrendo assim, a separação dos sólidos. Quando já depositado nas pilhas, alguns fatores fazem com que a umidade diminua que são a drenagem natural e a “energia solar”, caindo para um percentual entre 10% e 20% quando aplicado no solo.

A solubilidade é em torno de 2,5 g litro⁻¹, dependendo de alguns fatores que contribuirão para uma melhora ou piora da capacidade de solubilização. A rápida dissolução de suas partículas se dá devido ao seu tamanho: quanto menor mais rápido é dissolvida, quanto mais ácido for o meio, mais solúvel será o gesso agrícola.

As rochas fosfáticas usadas nas fábricas de ácido fosfórico podem apresentar teores de metais pesados, fluoretos e radioatividade; conseqüentemente, estas rochas transferem para o fosfogesso, durante a fabricação do ácido fosfórico, todas as impurezas insolúveis, como os metais pesados, os fluoretos e os nuclídeos radioativos; porém, em uma quantidade muito baixa dentro dos padrões permitidos pelo Ministério da Agricultura (LUZ, 2005).

QUADRO 1. Limites máximos de contaminantes admitidos em substrato para plantas e condicionadores de solo

Contaminante Valor máximo admitido	Contaminante Valor máximo admitido
Sementes ou qualquer material de	Sementes ou qualquer material de
As espécies fitopatogênicas dos Fungos do gênero <i>Fusarium</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> e <i>Sclerotinia</i>	Ausência
Arsênio (mg/kg) 20	Arsênio (mg/kg) 20
Cádmio (mg/kg) 8	Cádmio (mg/kg) 8
Chumbo (mg/kg) 300	Chumbo (mg/kg) 300



Cromo (mg/kg) 500	Cromo (mg/kg) 500
Mercúrio (mg/kg) 2,5	Mercúrio (mg/kg) 2,5
Níquel (mg/kg) 175	Níquel (mg/kg) 175
Selênio (mg/kg) 80	Selênio (mg/kg) 80
Coliformes termotolerantes - número mais provável por grama de matéria seca (NMP/g de MS)	1.000,00
Ovos viáveis de helmintos - número por quatro gramas de sólidos totais (nº em 4g ST)	1
<i>Salmonella</i> sp	Ausência em 10g de matéria seca

Fonte: BRASIL (2006)

QUADRO 2. Análise de fosfogesso como condicionador de solo.

Parâmetros Resultados (mg/Kg)	Parâmetros Resultados (mg/Kg)
Arsênio (As) 0,039	Arsênio (As) 0,039
Mercúrio (Hg) 0,001	Mercúrio (Hg) 0,001
Cádmio (Cd) 0,99	Cádmio (Cd) 0,99
Chumbo (Pb) 3,69	Chumbo (Pb) 3,69
Cromo (Cr) 0,2	Cromo (Cr) 0,2
Níquel (Ni) 9,19	Níquel (Ni) 9,19
Selênio (Se) 0,02	Selênio (Se) 0,02

Fonte: AGRONELLI (2012).

4. RESULTADOS

Não é de hoje que as grandes empresas vêm se preocupando ou são “obrigadas” a se preocupar com a preservação e recuperação do meio ambiente, no entanto, ainda existe um grande caminho a percorrer.

Os passivos ambientais vêm se acumulando no Brasil há séculos. BERTOLI e RIBEIRO (2006) definem passivo ambiental como sendo o sacrifício de benefícios econômicos que serão realizados para a preservação, recuperação e proteção do meio ambiente, de forma a permitir a compatibilidade entre o desenvolvimento econômico e o meio ecológico ou em decorrência de conduta inadequada em relação às questões ambientais.

Uma das formas mais eficazes de se conhecer este passivo é através do EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e do RIMA (Relatório de Impacto ao Meio Ambiente), solicitados



no licenciamento de empresas causadoras de impacto ambiental. Empresas que não adotam medidas preventivas e corretivas para minimizar danos causados por elas e que insistem em não seguir normas estabelecidas em lei podem ser multadas em grandes valores, e obrigadas a criar políticas de recuperação ou restauração de áreas degradadas, estando sujeitas à interdição das atividades, em casos de infrações abusivas ou reincidentes (BERTOLI et al., 2006).

Nas empresas produtoras de ácido fosfórico, o grande passivo ambiental é o fosfogesso. Tal resíduo é disposto em enormes pilhas que, de forma geral, se localizam nas proximidades da indústria, normalmente, à céu aberto.

A indústria de fertilizantes fosfatados de Uberaba-MG dispõe de uma área equivalente 160 hectares, com aproximadamente 57 metros de altura. No ano de 2008 essa empresa produzia em média 3 milhões de toneladas de fosfogesso e apenas 0,8 milhões de toneladas era comercializado para utilização na agricultura e construção civil.

A área onde o fosfogesso é estocado é, em tese, impermeabilizada com uma camada de argila, que tem como finalidade evitar que as águas ácidas geradas no armazenamento do fosfogesso contamine o lençol freático. Porém, ao longo das décadas, observou-se que este tipo de selo não foi suficiente para proteger completamente o lençol freático.

Devida à não eficácia do selo protetor de argila compactada, um dos impactos mais significativos decaem sobre os recursos hídricos, águas pluviais precipitadas sobre as pilhas e águas pluviais formados pelo gesso depositado.

Fosfogesso como cobertura de aterro sanitário

Uma das alternativas de reaproveitar o resíduo em questão, são em aterros sanitários. São destinados a aterros resíduos comerciais, domésticos, de serviços de saúde, de construção civil ou dejetos sólidos retirados de esgoto. Os poucos que existem comprovaram que devido ao alto teor de sulfato de cálcio (CaSO_4) presente no fosfogesso, quando utilizado em ambientes anaeróbicos, como no caso de aterros, ele tem capacidade de acelerar o processo de decomposição de matérias orgânicas por servir de alimento para as bactérias decompositoras, aumentando assim a vida útil do aterro (FEAM, 2012).

Fosfogesso na construção civil

A utilização de resíduos industriais na fabricação de produtos na área da construção civil cresce exponencialmente. O atual modelo de produção gera resíduos para bens de consumo durável, por exemplo, estradas, edifícios, ou bens de consumo não-durável,



como as embalagens descartáveis, onde normalmente é utilizada na produção de matérias-primas não renováveis.

Estudantes da USP de São Carlos desenvolveram um método que utiliza o fosfogesso para produzir elementos cerâmicos como, blocos para construção civil, com uma resistência que atinge até 90 megapascal (MPa). Comparado com os concretos de alto desempenho ele possui quase o dobro de resistência, já que esses concretos tem uma resistência de 50 MPa (ECOD, 2012).

Fosfogesso na agricultura

Segundo KOMORI (2008), grande parte dos solos brasileiros, são carentes de nutrientes, possuem alto índice de acidez e muita dificuldade no desenvolvimento radicular na camada abaixo de 20 cm do solo, onde normalmente há deficiência de calcário que pode ser associada à toxidez de alumínio. Pesquisadores descobriram as principais funções do fosfogesso no solo, que são: redução da toxidez de alumínio no subsolo; aumento da quantidade de cálcio na subsuperfície; maiores raízes das plantas em camadas mais profundas até 75 cm; aproveitamento da água do subsolo; maior resistência à seca. (RAIJ, 2008) Na cidade de Uberaba-MG, praticamente todo fosfogesso comercializado é para aplicação no solo, porém a produção de fosfogesso ainda é maior que o consumo. O gesso agrícola traz muitos benefícios ao solo, porém, alguns critérios devem ser bem avaliados por um técnico ou agricultor antes de ser utilizado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O impacto que o resíduo fosfogesso causa deve-se à forma na qual ele é depositado, em pilhas, a céu aberto. Provocando assim, um impacto visual imediato e a contaminação de águas subterrâneas e superficiais, caso não haja uma impermeabilização de sucesso. O desequilíbrio entre a produção e o consumo do fosfogesso é evidente, fazendo com que os montes dispostos cresçam cada vez mais.

No entanto, faz-se constar que o consumo do fosfogesso vem crescendo a cada dia no ramo da construção civil e agricultura. Existem estudos em andamento sobre a viabilidade de utilizar o fosfogesso na fabricação de placas de pré-moldados para construção civil e na produção de substrato de base para receber pavimentação, mas ainda estamos longe de um norte ideal.

Logo, concluímos que esse consumo, atualmente, é pequeno diante da grande produção do fosfogesso, e que, de fato, ainda são necessários mais estudos e alternativas em relação à disposição, armazenamento e utilidade do mesmo.



6. REFERÊNCIAS

Obra filamentos e Gesso Agrícola FOSFERTIL - Disponível em: <http://www.constremac.com.br/mostra_obra.aspx?codigo=106> Acesso em: 21 nov. 2017

AGRONELLI. **Gesso Agrícola**: Distribuição relativa de raízes no perfil do solo Disponível em: <<http://www.agronelliagricola.com.br/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

BERTOLI, A.L.; RIBEIRO, M.S. Passivo ambiental: estudo de caso da Petróleo Brasileiro S.A - Petrobrás. A repercussão ambiental nas demonstrações contábeis, em consequência dos acidentes ocorridos.

Revista de Administração

Contemporânea, Curitiba, v. 10, n. 2, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552006000200007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 nov. 2017

FERNANDES, F.R.; DA LUZ, A.V.; CASTILHOS, Z.C. (Eds) **Agrominerais para o Brasil**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010..

IBGE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://www.wtert.com.br/home2010/arquivo/noticias_eventos/Panorama2010.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2017

KOMORI, M. **Uso do gesso agrícola na agricultura**. Uberaba-mg: Agronelli, 2008. 28 p..

LUZ, C.A. **Estudo de um cimento com baixo impacto ambiental (BIA) a partir do clínquer sulfoaluminoso e do fosfogesso**. . 21 f. Pós-graduação (Engenharia Civil) – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.sumiarios.org/sites/default/files/pdfs/3655-12341-1-pb.pdf>>. Acesso em : 20 nov. 2017

VALE FERTILIZANTES (Org.). **Fosfertil firma parceria para aumentar vida útil de aterros sanitários**. Disponível em:

<http://www.valefertilizantes.com/comunicacao/noticiaDetalhada.asp?noticia_id=221>. Acesso em: 22 nov. 2017

O_MEIO_AMBIENTE_NA_PRODUÇÃO_DE_FERTILIZANTES_FOSFATADOS_NO_BRASIL_. Disponível em: <<http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/Texto.aspx?p=6&s=16..>> Acesso em: 23 nov. 2017