



Ano 1, Nº 1 - 2016



FaEnge - Campus João Monlevade - UEMG
REVISTA ENGENHARIA DE INTERESSE SOCIAL

ISSN 2525-6041



2016



Equipe

- Contatos
 - Endereço Postal:
Faculdade de Engenharia de João Monlevade
Av. Brasília, 1304 - Bairro Baú
João Monlevade (MG) - Brasil
CEP: 35930-314
 - Contato Principal:
Robson Lima
Telefones: +55 31 3859-3201/3202
E-mail: robson.lima@uemg.br
 - Contato para Suporte Técnico:
Marcos Souza
Telefone: +55 31 3851-8845
E-mail: revistafaenge2015@gmail.com

Equipe Editorial

- Editores
 - Robson Lima, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
João Monlevade, MG, Brasil
 - Gleícia Paulino, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
João Monlevade, MG, Brasil
- Coordenação Editorial
 - Maíke da Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
João Monlevade, MG, Brasil
- Revisão de textos
 - Erivelton Brás, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
João Monlevade, MG, Brasil
- Editoração de textos
 - Priscila Silva, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG)
João Monlevade, MG, Brasil

Conselho Editorial

- **Andreia Ribeiro Ayres**
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO
- **Arminda Eugenia Marques Campos**
Universidade Estadual Paulista – UNESP
- **Luis Henrique Abegão**
Universidade Federal Fluminense – UFF
- **Maurício César Delamaro**
Universidade Estadual Paulista – UNESP
- **Diogo Luna Moureira**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Angel Rafael Arce Chilque**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Ivan Bursztyn**
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
- **Marcus Alvarenga Soares**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

Comitê Avaliadores

- **Adrielle Prisca de Magalhães**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Agostinho Ferreira**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Alan Rodrigues Teixeira Machado**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Armando José Massucatto**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Breno Eustáquio da Silva**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Cassiano Souza Rosa**
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
- **Cecilia Silva Monnerat**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Cristiane Duarte Nascimento Araújo**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Daniele Cristina Gonçalves**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Dayse Zita Dudley**
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UFRJ
- **David Judson do Nascimento Azevedo**
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UFRJ
- **Denise Eliane Euzébio Pinto**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG

- **Evaneide Nascimento Lima**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Fabiana de Ávila Modesto**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Fernanda da Fonseca Diniz**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Fernando Neves Lima**
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI
- **Geraldo Magela da Silva**
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
- **Glelson Pereira Marques**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Graziela Fátima Pereira**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **José de Arimatéia Lopes**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **José Henrique Oliveira**
Fundação Roberto Marinho
- **Júnia Soares Alexandrino**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Jussara Aparecida de Oliveira Cotta**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Laura Cota Carvalho**
Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
- **Luciano José Pontes de Souza**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG

- **Lucília A. Linhares Machado**
Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP
- **Marcelo Silva Pinto**
Universidade Federal de Minas Gerais - UFM
- **Marcus Alvarenga Soares**
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
- **Marielle Hoalle Moreira Benevides Lage**
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET
- **Marlon Fernandes Ramos**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Millôr Godoy Sabará**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Priscila Caroline Albuquerque da Silva**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Rita de Cássia Mendes**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Rita de Cassia Monteiro Afonso**
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ
- **Rita Elena Melian**
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP
- **Rosenilson Pinto**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG
- **Savio Figueira Corrêa**
Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP
- **Shisley Ramos Barcelos**
Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG

- **Simone Saviolo Rocha**
Empresa de Pesquisa Energética – EPE
- **Teresa Aparecida Soares de Freitas**
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB
- **Veríssimo Gibran Mendes de Sá**
Dow AgroSciences

Editorial

Como difundir e enriquecer o conhecimento em um universo acadêmico e científico em que se fala displicentemente de ações de inovação e de sustentabilidade? Eis um desafio estabelecido no mundo contemporâneo para estudiosos e pensadores que, até pouco tempo, imaginávamos predominar os ambientes das instituições de ensino superior.

Entretanto, como falar de inovação e sustentabilidade sem reconhecer a necessidade de estabelecer raízes do saber intelectual, tácito ou empírico como se fossem as de um Carvalho-roble que após viver momentos de extrema vulnerabilidade aos ventos e tempestades, estabilizam-se fortalecidas e profundas, nutrindo-se dos ricos elementos do solo para sustentar sua majestosa árvore!? Ainda como um Carvalho-roble em germinação, a iniciativa de editar e publicar a **Revista Engenharia de Interesse Social** caracteriza-se por vislumbrar sua sustentabilidade como ferramenta de domínio público para o enriquecimento dos estudos e das reflexões sobre os conhecimentos gerados e adquiridos pelo ensino formal, em diálogo com os elementos antropológicos, culturais, políticos, sociológicos e econômicos que condicionam e, ao mesmo tempo, se vulnerabilizam perante as ações dos métodos científicos e acadêmicos e das práticas dos profissionais formados em nossas instituições de ensino superior.

Como uma iniciativa inovadora, esta Revista desafia o solo no qual se nutre, por sua instabilidade e sua juventude, e viola as muralhas do conhecimento técnico e específico para reconhecer a riqueza de um universo multi e transdisciplinar. Agradecemos a você por nos dedicar sua atenção e esperamos despertar seu inconformismo e suas críticas que constituirão os nutrientes necessários para a robustez e a beleza desse nosso Carvalho.

Tenham todos uma boa leitura!

Sumário

1. A argila bentonítica atuando como impermeabilizante em base de aterros sanitários
B. L. Farace; F. M. R. Silveira; F. N. de J. Guedes
reis001, p.1-12
2. Estudo do efeito corrosivo dos aços inox AISI 304 e microligado Hardox 600 em meios salino e ácido
Á. Diniz; C. S. Monnerat; F. N. De J. Guedes
reis005, p.1-9
3. Técnica de descarte. Uma análise do comportamento dos indivíduos e a maneira de destinar seus resíduos
G. R. Leão
reis010, p.1-11
4. Tratamento de escória proveniente da redução da cassiterita visando à remoção de enxofre e o aproveitamento do tântalo
F. G. Fagundes; G. O. C. Rocha; G. M. Paulino
reis011, p.1-9
5. Estudo das consequências do planejamento do plano de fogo nas etapas subsequentes ao desmonte de rochas
J. C. M. L. Soares; G. M. Paulino; P. H. Barbosa; R. P. Lima
reis013, p.1-9
6. Rigidez locacional e os impactos socioeconômicos e ambientais da Mina de Brucutu no Município de Barão de Cocais
L. O. S. Araújo; C. S. de Moraes
reis014, p.1-15
7. Os desafios de educar em valores na atualidade
T. E. D. Ferreira
reis017, p.1-11

A argila bentonítica atuando como impermeabilizante em base de aterros sanitários

The bentonite clay acting as waterproofing on the basis of landfill areas

B. L. Farace^{1,*}; F. M. R. Silveira²; F. N. De J. Guedes³

^{1, 2} Graduanda Engenharia de Minas, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

³ Departamento de Ciências Exatas Aplicadas e dos Materiais, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

*brunnalfarace@gmail.com

Resumo

A regulamentação brasileira de aterros sanitários estabelece que a disposição de resíduos seja feita no menor espaço possível, de modo que os danos à saúde pública e ao meio ambiente sejam os menores possíveis. Devido às irregularidades no tratamento e acomodação de resíduos, é necessário manter e garantir a impermeabilização das bases de aterros. Esse estudo propõe, por meio de uma sistemática revisão, verificar como ocorre a vedação com uso de argila bentonítica e quais os fatores influem na sua ação impermeabilizante, a fim de avaliar a eficácia da sua utilização. Para fundamentá-lo, artigos classificados de acordo com palavras-chave foram ponderados como elegíveis e avaliados. Posteriormente, simulou-se um aterro, por meio do uso de baldes que representavam valas. Assim, foram aplicadas: uma camada de argila, uma camada de solo e chorume. Para comparar o grau de impermeabilização, foram usadas camadas de argila de espessuras variadas, solo comum e esterilizado. Foram coletadas amostras de chorume bruto e de líquidos percolados para a realização de ensaios e com os resultados obtidos, tabelas foram confeccionadas para facilitar a interpretação. Ao término, constatou-se que uma boa impermeabilização ocorreu com o emprego de 2,0 cm de argila ativada com uso de carbonato de sódio.

Palavras-chave: Impermeabilização, Argila Bentonítica, Aterro Sanitário.

.....

The Brazilian regulation for landfill establishes that the disposition of the solid waste must be done in the shorter space possibly, remembering that it shouldn't damage public healthy neither the environment. Due to the amount of irregularities in the Brazilian's system of waste treatment and accommodation, it is really necessary to maintain and guarantee the waterproofing of the landfill foundation. This study aims, throw a great revision, to analyse and to study how and what are the bentonite clay components and properties, which allows and justify its waterproofing action. To support this review, many articles have been considered, and - after a first classification with the keyword - it was ponderated as eligible and evaluated. Afterwards, a landfill was simulated with a tub that represents a 'ditch' where layers of clay, soil and manure were applied. In this process were used different thickness of clay's layers and a common type of soil sterilized. Then some manure samples and percolated liquids were collected for the trials and the results are shown in tables here. At the end it was observed that it is possible to obtain a good waterproof property with 2,0 centimeters of activated clay and sodium carbonate.

Keywords: Waterproofing, Bentonite clay, Lanfill areas.

1 INTRODUÇÃO

O século XX foi caracterizado pela popularização do modelo de produção fordista que contribuiu para a alteração do modo de consumo social. O consumo se intensificou e a geração de resíduo também. Esse fato é um problema devido à existência de resíduos em excesso e ao descarte inadequado dos mesmos, o que afeta a qualidade de vida das populações e degrada o ambiente.

É preciso modificar o modo de acomodar os rejeitos. A necessidade da sociedade moderna é sanar a problemática de imediato, ou pelo menos, reduzi-la a fim de evitar maiores transtornos. Dessa forma, com o intuito de depositar os resíduos adequadamente sem interferir nas camadas inferiores adjacentes, o atual estudo propõe a avaliação da viabilidade do uso de argila bentonítica para manter a vedação na base do aterro sanitário, uma alternativa que possui considerável duração e objetiva mitigar os impactos socioambientais. Para isso, é preciso conhecer e analisar os valores atribuídos aos parâmetros de pH, sólidos sedimentáveis, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), condutividade e presença de *Escherichia coli*.

Sabe-se que a argila é composta por minerais microscópicos e de elevada impermeabilidade. Por esse motivo, possui características singulares, como a facilidade de ser moldada com água e a dificuldade de desagregação. Bentonitas são formadas por argilominerais, isto é, minerais constituídos por silicatos hidratados de alumínio e ferro, podendo conter elementos alcalinos como: sódio, potássio e alcalinos terrosos (cálcio e magnésio). As argilas podem apresentar-se na forma sódica, cálcica ou policatiônica, dependendo de qual cátion é mais predominante em sua constituição interplanar (AMORIM et al., 2006). São caracterizadas por pertencer ao grupo das Esmectitas, do qual fazem parte a montmorilonita, entre outros e formadas pela desvitrificação e subsequente alteração química de tufos e vidros vulcânicos. Este argilomineral controla a permeabilidade pela hidratação, expansão e separação do espaço intercamadas entre as lâminas superpostas, criando caminhos tortuosos, longos e obstruídos para o fluxo.

As placas da montmorilonita são pouco espessas, têm feição irregular e tendem a se agrupar durante a secagem. O empilhamento dessas finas placas é realizado por forças polares fracas e por forças de Van Der Waals, que variam inversamente com a distância de separação entre as lamelas. As forças aumentam com a diminuição da distância de separação entre as lamelas e vice-versa. O espaço entre as placas é chamado de galerias ou de camadas intermediárias/interlamelares. Nele há água e cátions livres (como Na^+ , Ca^{2+} , Li^+) os quais são responsáveis pelo empilhamento da estrutura lamelar e são passíveis de troca (BARBOSA, 2009).

A natureza dos cátions presentes pode determinar o comportamento da argila, como por exemplo; se na estrutura estiverem presentes cátions Na^+ a argila pode se expandir e absorver água, enquanto que, se o cátion for Ca^{2+} , a quantidade de água que penetra entre as lamelas é limitada de modo que essas não se expandem e continuam unidas umas às outras por interações eletrostáticas. Por sua vez, o cátion Ca^{2+} , ou até mesmo outro cátion bivalente como o Mg^{2+} , proporciona ao meio mais carga positiva e pode funcionar como um floculador, capaz de unir as partículas (e não contribuir para sua separação), ao diminuir a repulsão entre as mesmas (BARBOSA, 2009).

A elevada afinidade da bentonita com água e sua considerável capacidade de expansão são propriedades que conferem resistência à passagem de água. Em condições

confinadas, as partículas expandidas são forçadas entre si para preencher os vazios entre as partículas do solo, constituindo uma barreira contra a passagem do fluxo (GLEASON et al., 1997 apud CAMARGO, 2012).

O grau de deformação da argila, até entrar em rotura, aumenta de modo progressivo até certo valor em função do conteúdo de água. A água funciona como lubrificante que facilita e permite o deslizamento das partículas umas sobre as outras sempre que há tensão superficial (MEIRA, 2001).

A fim de cumprir a regulamentação brasileira de aterros sanitários, no que diz respeito à forma de acomodar os resíduos, um dos materiais que tem esse potencial, como dito, é a argila bentonítica, que além de ter alta plasticidade e capacidade de trocar cátions, é pouco permeável, o que permite ser uma alternativa impermeabilizante aplicável em aterros.

A seguir serão detalhados os materiais, métodos, ensaios e análises que foram feitos para verificar a viabilidade da aplicação da argila bentonítica em aterros sanitários.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Simulação do aterro sanitário e coleta de amostras de solo e chorume

Para estudar a viabilidade da aplicação de argila bentonítica como impermeabilizante em aterros sanitários, foi realizada a simulação de um aterro, onde em valas, representadas por vasos plásticos com 20 centímetros de diâmetro e 30 centímetros de altura, que continham em seu fundo furos de 1 centímetro de diâmetro, foram aplicadas camadas de argila de espessura variada (1,0 cm, 1,5 cm e 2,0 cm). Em seguida, adicionou-se aos baldes solo comum e chorume bruto, ambos coletados no Aterro Sanitário do Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos das cidades de Nova Era, João Monlevade, Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas, localizado entre João Monlevade e Rio Piracicaba, em Minas Gerais.

A simulação do aterro foi realizada com a finalidade de executar os ensaios laboratoriais, seguindo a mesma metodologia para cada parâmetro:

- 1ª análise: chorume bruto coletado no aterro.
- 2ª análise: chorume após tratamento proveniente da vala que continha solo comum e da vala que continha solo esterilizado, ambas com 1,5 cm de argila.
- 3ª análise: chorume após tratamento proveniente da vala que continha solo comum e da vala que continha solo esterilizado, ambas com 2,0 cm de argila.
- 4ª análise: chorume após tratamento proveniente da vala que continha solo comum e da vala que continha solo esterilizado, ambas com 2,0 cm de argila ativada com carbonato de sódio.

2.2 Preparação do material a ser empregado nos ensaios e esterilização do solo a ser utilizado para fins de comparação

Para realizar a comparação dos resultados sem que houvesse qualquer tipo de influência dos microorganismos, foram utilizados dois tipos de solo: o solo coletado no



Figura 1 – Esboço da simulação de aterro sanitário realizada.

aterro e, este mesmo solo, porém esterilizado a uma temperatura de aproximadamente 110°C por 40 minutos.

O solo esterilizado foi depositado nos baldes após secagem da argila e sua quantidade bem como a do chorume despejado foram determinados obedecendo às proporções existentes no aterro sanitário, seguindo as informações obtidas na revisão de literatura e na pesquisa de campo realizada.

Ressalta-se que tais proporções foram disponibilizadas pelo Consórcio Público de Gestão de Resíduos Sólidos das cidades de Nova Era, João Monlevade, Rio Piracicaba e Bela Vista de Minas e constitui-se como um arquivo privado.

A representação do experimento simulando as condições do aterro sanitário foi ilustrada na Figura 1.

Antes de aplicar a argila em pó nos baldes, hidratou-se a mesma com água (Figura 2). Sabe-se que com o manuseio abrupto, surgem nuvens de pó, porém a quantidade de pó perdida é mínima, por isto durante 30 minutos ininterruptos, misturou-se de maneira cuidadosa a argila bentonítica em pó à água até que a mescla adquirisse consistência pastosa, tendente a semidura e não esfarelada. Após o descanso de 4 horas, repetiu-se o processo e em seguida fez-se a sua aplicação nos baldes.

2.3 Utilização de água purificada, estudo do escoamento e avaliação da impermeabilização do argilomineral

Pelo fato de a bentonita ter uma hidratação diferenciada dependendo da natureza do líquido em contato, cada vala, independente de conter solo esterilizado, recebeu 3,5l de água ultrapurificada. Para obtenção dessa água, foi realizado o tratamento por osmose reversa, que “é um processo que permite a remoção dos sólidos dissolvidos de um determinado efluente por meio da filtração através de uma membrana semipermeável” (CLAAS; MAIA, 1994). O uso desse tipo de água em particular é o mais indicado por impedir a influência da própria água nos ensaios realizados, já que o processo de osmose reversa é capaz de separar a água de seus contaminantes, o que possibilita obter um resultado mais exato e real.

Após este processo de purificação da água, a mesma foi imediatamente despejada sobre o solo para que não houvesse alteração nos ensaios analíticos e após o escoamento, foi coletada e destinada à análise laboratorial. Desta forma, a quantidade de água despejada na hidratação foi suficiente para encharcar o solo e gerar um escoamento em quantidade



Figura 2 – Foto ilustrativa do processo de ativação da argila bentonítica.

suficiente para ser analisada.

2.4 Coleta e envio do chorume bruto e dos líquidos percolados advindos das valas de 1,5 cm de argila aos laboratórios terceirizados

O chorume bruto diretamente coletado no aterro sanitário foi destinado à realização de ensaios em laboratórios terceirizados e especializados (inicialmente a Bioanálise e, posteriormente, a Ecoar, ambos os laboratórios situados em João Monlevade) para avaliação da presença de bactérias *Escherichia coli* e verificação dos valores para os parâmetros como pH, sólidos sedimentáveis, DBO, DQO e condutividade.

Quanto aos líquidos resultantes da percolação, após o despejo da água, esses foram coletados da vala que continha solo comum e da que continha solo esterilizado, ambas com 1,5 cm de espessura de argila em seu interior. O tempo esperado para a percolação total do material destinado a coleta foi de 1 hora. O material foi armazenado em recipientes etiquetados, esterilizados, hermeticamente fechados e, posteriormente, acondicionados em caixas apropriadas, seguindo todos os procedimentos necessários adequados à amostragem, sendo enviado aos laboratórios terceirizados anteriormente citados. Esse material percolado foi analisado com base nos mesmos seis critérios adotados para análise do chorume bruto. Tais estudos foram executados dentro do prazo de validade estabelecido segundo a metodologia da 21^a edição do livro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2015), informada pelos laboratórios.

2.5 Recolhimento dos líquidos percolados provenientes das valas de 2,0 cm de espessura de argila e posterior análise

Foram feitas novas análises e o material analisado foi o líquido que escoou coletado da vala de solo esterilizado e da vala de solo comum, porém dessa vez as valas tinham camadas de 2,0 cm de argila bentonítica em seu interior. Decidiu-se, por meio de considerações e estudos teóricos, avaliar nesse segundo momento, as características do material procedente das valas com maior espessura de argila para verificar o grau e forma de ocorrência da

impermeabilização nesta situação. Os ensaios executados foram exatamente os mesmos para que a comparação e, a partir dela, a interpretação e inferência de conclusões fosse confiável. Além disso, as análises apresentavam conformidade com a metodologia da 21ª edição do livro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2015). Salienta-se que se utilizou o material proveniente do balde com 1,0 centímetro de argila para avaliar as características do chorume.

2.6 Processo de ativação da argila bentonítica com uso de carbonato de sódio

De posse dos resultados das análises e com objetivo de otimizá-los, novamente, recorreu-se à literatura especializada que guiou a realização do procedimento relatado a seguir. A partir deste novo estudo teórico, realizou-se a ativação da argila bentonítica, conforme ilustra a Figura 2, por meio do tratamento químico com uso de carbonato de sódio (Na_2CO_3), visto que a argila bentonítica apresenta predominância de íons cálcio, ocorrendo troca catiônica e mudança dos cátions interlamelares de Ca^{2+} por Na^+ , sendo que o íon Na^+ hidratou-se mais que o Ca^{2+} , conforme mostrado a seguir:



Repetiu-se o mesmo processo para simulação do aterro sanitário, porém, desta vez, borrifando na argila bentonítica aplicada em cada vala, uma solução de 250 mL de carbonato de sódio com água.

Este procedimento de ativação foi feito para atender a necessidade advinda da criteriosa análise dos resultados anteriores obtidos, assim sendo, a percolação anteriormente avaliada não foi influenciada por essa ativação.

2.7 Recolhimento dos líquidos percolados das valas de 2,0 cm de espessura de argila ativada e envio ao laboratório terceirizado

Das valas de 2,0 cm de argila ativada tanto de solo comum quanto de solo esterilizado, foram coletados os líquidos escoados destinados às análises a serem feitas pelo laboratório terceirizado especializado. A coleta do material foi feita com os devidos cuidados para não comprometer as etapas seguintes de avaliação do estudo. A metodologia utilizada foi a mesma dos estudos laboratoriais anteriores, 21ª edição do livro Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2015) e o prazo de validade para realização dos ensaios foi obedecido de modo adequado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparação entre os dados e interpretação dos resultados

A partir da montagem da simulação do aterro sanitário e considerando os seis critérios avaliados durante esse estudo, os vários resultados obtidos foram devidamente analisados e discutidos.

3.1 Hidratação e expansão da argila

Tendo em vista que a função principal da argila é servir, neste caso, como barreira hidráulica, a sua hidratação e expansão são parâmetros importantes para o seu bom

desempenho. Por esse motivo, antes de aplicada, a argila em pó foi inicialmente ativada com água e, posteriormente, devido a eficácia comprovada em outros estudos (salientados adiante), foi ativada com carbonato de sódio. Isso justifica-se, já que a bentonita contém pequenos poros, o que implica na necessidade de pequenas dilatações para ser capaz de servir como barreira.

A bentonítica possui partículas muito pequenas de silicatos de alumínio hidratado, que se constituem como argilominerais, e apresenta um empilhamento de lamelas, exibindo alta capacidade de troca de cátions. “A capacidade de troca catiônica é uma propriedade muito importante das argilas, pois, pela troca de cátions pode-se modificá-las quimicamente, influenciando diretamente sobre suas propriedades físico-químicas. A hidratação dos cátions interlamelares gera o acúmulo de moléculas de água no espaço interlamelar das argilas e seu consequente inchamento, aumentando as distâncias interlamelares” (TEIXEIRA-NETO; TEIXEIRA-NETO, 2009).

3.2 Ativação da argila com uso do carbonato de sódio (Na_2CO_4)

Inicialmente, a argila havia sido apenas hidratada com água, porém, baseando-se na leitura de diversos artigos sobre a eficiência do uso da argila ativada como material de vedação, resolveu-se testar a ativação da argila com o emprego de carbonato de sódio. Nesse processo, a bentonita passa de cálcica para sódica e isso é fundamental para sua eficiência, pois as bentonitas sódicas adsorvem água de modo contínuo, inchando e aumentando seu volume até a completa esfoliação de suas lamelas em água, enquanto, as bentonitas cálcicas não se esfoliam em suspensão aquosa, o inchamento que ocorre é pequeno e as partículas precipitam rapidamente.

Embora a ativação de argilas bentoníticas cálcicas com carbonato de sódio não permita obter especificamente as propriedades da argila bentonita sódica natural, devido ao maior grau de pureza que essa apresenta, esse método possibilita a obtenção de um material com características intermeadiárias entre a bentonita ativa e a não ativada.

O uso específico do carbonato de sódio se deve ao fato de que “a quantidade de filtrado obtido em lama tixotrópica é influenciada pela presença do íon sódio nas camadas octaédricas da argila, por isso a necessidade de ativar essas argilas com carbonato de sódio, melhorando também outras propriedades como: inchamento e viscosidade” (CLAUDINO et al., 2007).

3.3 Obtenção de resultados e sua interpretação

3.3.1 Análise do chorume bruto

As Tabelas 1 e 2 expõem os resultados dos ensaios realizados com o chorume bruto após coleta no aterro sanitário.

Para os parâmetros particulares de pH e sólidos sedimentáveis, o chorume bruto encontra-se dentro do padrão esperado (COPAM/CERH, 2008). Porém, pelo fato de os valores obtidos para DBO e DQO estarem expressivamente elevados, conclui-se que o chorume não está, de modo geral, em conformidade com o padrão de lançamento descrito no capítulo V da normativa. Dessa forma, a impermeabilização deve ser significativa para não permitir a passagem do conteúdo contaminado.

O elevado valor de DBO encontrado na amostra de chorume bruto sinaliza a alta quantidade de matéria orgânica presente no meio, o que possivelmente levou a decomposição

Tabela 1 – Resultados dos parâmetros analisados para chorume bruto.

Parâmetros	Chorume Bruto		
	Padrão	Unidades	Resultado
pH	6 a 9	-	8,4
Sólidos sedimentáveis	Até 1	mL/L	0,2
DBO	Até 60	mg/L	604
DQO	Até 180	mg/L	4734
Condutividade	-	-	17971

Padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH N° 01 de 05 de Maio de 2008 - Efluentes. (Grau de confiança de 95,54% com fator de abrangência K=2). Fonte: Laboratório terceirizado especializado.

Tabela 2 – Resultados quanto à presença de *E. coli* para o chorume bruto.

Parâmetros	Chorume Bruto		
	Padrão	Unidades	Resultado
Bactérias <i>Escherichia coli</i>	-	MNP/100mL	12

Padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH N° 01 de 05 de Maio de 2008 - Efluentes. (Grau de confiança de 95,54% com fator de abrangência K=2). Fonte: Laboratório terceirizado especializado.

anaeróbia e comprometeu a qualidade do chorume analisado. Como observado na tabela, o valor de DQO é superior ao de DBO e isso é esperado, tendo em vista que também se oxidam por este método as substâncias não biodegradáveis. “Os elevados valores de DQO e DBO sugerem que o chorume seja, na realidade, constituído por uma mistura daqueles produzidos por lixos em diferentes estados de decomposição” (SISINNO; MOREIRA, 1996).

A relação entre DBO e DQO é indicativa da qualidade da água, já que avalia a biodegradabilidade do tratamento do efluente. A razão entre esses dados de acordo com a tabela acima é de aproximadamente 0,13, o que refere a um efluente de difícil tratamento biológico, uma vez que o valor obtido é inferior a 0,2.

3.3.2 Análise do chorume após tratamento da vala com 1,5 cm de argila

A Tabela 3 mostra os resultados das análises a partir do chorume, após tratamento proveniente da vala que continha solo comum e da vala que continha solo esterilizado, ambas com 1,5 cm de argila.

Tendo em vista que as condições de avaliação e a espessura da camada de argila bentonítica eram as mesmas para ambas as valas, a diferença existente entre os valores observados, deve-se à distinção da natureza dos solos presentes em cada vala. A presença de solo esterilizado em uma das valas impede a influência do solo nos resultados obtidos, o que possibilita tê-los mais próximos do real.

Nos dois dados obtidos, o líquido percolado não está em conformidade com o padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH MG. Para o chorume, após tratamento da vala com solo comum, isso é explicado pelos elevados valores de sólidos

Tabela 3 – Resultados analíticos para os percolados.

Parâmetros	Chorume após tratamento	
	Vala com solo comum	Vala com solo esterilizado
<i>Escherichia coli</i>	610000 MNP/100mL	92000 MNP/100mL
pH	8,3	7,7
Sólidos sedimentáveis	10 mL/L	4 mL/L
DBO	4,6 mg/L	293 mg/L
DQO	335 mg/L	1105 mg/L
Condutividade	2176	3851

Padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM / CERH N° 01 de 05 de Maio de 2008 - Efluentes. (Grau de confiança de 95,54% com fator de abrangência K=2). Fonte: Laboratório terceirizado especializado.

sedimentáveis e DQO, enquanto que para o proveniente da vala com solo esterilizado se justifica nos valores consideráveis de sólidos sedimentáveis, DBO e DQO.

De acordo com a Tabela 3 de resultados obtidos, há uma pequena variação do valor de pH do chorume bruto e do pH do chorume proveniente da vala que apresentava solo comum, contudo, ambos se apresentaram ácidos. Para esse parâmetro, o valor que apresenta maior diferença aos demais é o correspondente ao chorume derivado da vala de solo esterilizado, porém, permaneceu ácido.

Outro fator importante é que embora as coletas tenham sido realizadas cuidadosamente, verificou-se o aumento da presença de *Escherichia coli* comparando o chorume bruto (Tabela 1) a ambos os chorumes após o tratamento (Tabela 3). Isso pode ser explicado, nesse caso, com base no tempo decorrido entre a percolação e a coleta do material que, provavelmente, propiciou a proliferação de bactérias no meio, já que as condições de umidade, pH e temperatura eram favoráveis para permitir tal crescimento. Após o armazenamento do material nos tubos esterilizados destinados à realização da análise, a proliferação de bactérias cessa, pois o meio não permite.

Observando na tabela acima os valores relativos à presença de *Escherichia coli* para os chorumes após tratamento, constata-se menor valor atribuído ao chorume proveniente da vala que continha solo esterilizado, o que é justificável devido ao processo de esterilização que, por eliminar a vida microbiológica existente no solo, impede a influência deste nos resultados.

3.3.3 Análise do chorume após tratamento da vala com 2,0 cm de argila

Os valores dos ensaios feitos com uso do chorume após tratamento proveniente da vala que continha solo comum e da vala que continha solo esterilizado, ambas com 2,0 cm de argila são apresentados na Tabela 4.

Na situação apresentada, não foi detectada a presença de *Escherichia coli* no chorume após tratamento proveniente da vala com solo esterilizado, enquanto para o da vala com solo comum o valor é muito inferior ao correspondente na Tabela 3. Isso permite afirmar que a impermeabilização nessa situação, em que se utiliza maior espessura da camada de argila, foi mais eficaz, uma vez que os contaminantes ficaram retidos, como proposto no estudo.

Tabela 4 – Resultados analíticos para chorume percolado.

Parâmetros	Chorume após tratamento	
	Vala com solo comum	Vala com solo esterilizado
<i>Escherichia coli</i>	11 UFC/100mL	AUSENTE
pH	7,32	7,11
Sólidos sedimentáveis	24 mL/L	6,5 mL/L
DBO	28,9 mg/L	64,3 mg/L
DQO	381 mg/L	192 mg/L
Condutividade	1029,5 μ S/cm	653,4 μ S/cm
Temperatura	21,8°C	22°C

Fonte: Laboratório terceirizado especializado.

A condutividade auxilia também na explicação da satisfatória eficiência em vedação, pois, verificando os resultados das Tabelas 3 e 4, nota-se redução expressiva do valor de condutividade para ambos os chorumes coletados. Isso ocorreu devido ao fato de a bentonita absorver mais água, já que possui maior espessura, propiciando uma expansão de modo mais significativo, o que permitiu a existência de uma barreira de argila mais resistente e impermeável, atendendo ao objetivo do estudo. Essa barreira foi a responsável por impedir a passagem dos contaminantes e contribuir para o acentuado decréscimo da condutividade hidráulica, que diminui pela influência do aumento da matéria orgânica presente no meio, auxilia na retenção de água nos solos e é responsável, em grande parte, pelo aumento da capacidade de troca catiônica do solo. Com o tempo, naturalmente, houve aumento da matéria orgânica presente no chorume, já que se observa aumento em sólidos sedimentáveis.

3.3.4 Análise do chorume após tratamento da vala com 2,0 cm de argila ativada com carbonato de sódio

A Tabela 5 exibe os resultados da análise laboratorial na qual utilizou-se chorume após tratamento proveniente da vala que continha solo comum e da vala que continha solo esterilizado, ambas com 2,0 cm de argila ativada com Na_2CO_3 .

Tabela 5 – Resultados analíticos para o líquido percolado.

Parâmetros	Chorume após tratamento	
	Vala com solo comum	Vala com solo esterilizado
<i>Escherichia coli</i>	AUSENTE	AUSENTE
pH	7,71	7,7
Sólidos sedimentáveis	110 mL/L	15 mL/L
DBO	6,9 mg/L	2,1 mg/L
DQO	59 mg/L	83 mg/L
Condutividade	10422 μ S/cm	5563 μ S/cm
Temperatura	23,4°C	23,4°C

Fonte: Laboratório terceirizado especializado.

De acordo com a Tabela 5, nota-se ausência de *Escherichia coli*, o que é relevante, pois a presença de contaminantes na água revela o risco do seu consumo e a necessidade

de adotar medidas de controle para melhorar sua qualidade, visando não comprometer sua utilização bem como a contaminação do meio. Além disso, permite afirmar que a impermeabilização foi efetivamente conseguida com sucesso, já que não há contaminantes fecais.

Acredita-se que a ativação da argila bentonítica com uso de uma solução feita com carbonato de sódio e água foi essencial para conseguir ausência de *Escherichia coli*, pois esse foi o único procedimento diferente adotado entre os ensaios das amostras coletadas para a última análise. Acredita-se, ainda, que o processo de ativação fez com que a argila adsorvesse água continuamente e assim aumentasse seu volume até a total esfoliação de suas lamelas em água, o que satisfaz aos objetivos propostos neste projeto.

É importante ainda mencionar que a redução de acidez, assim como dos valores de DBO e DQO que na [Tabela 4](#) são altos, tendem, em geral, segundo a [Tabela 5](#), a decrescer expressivamente, devido à ocorrência da biodegradação da matéria orgânica ([SISINNO; MOREIRA, 1996](#)).

4 CONCLUSÃO

Inicialmente, quando a argila havia sido apenas ativada com água, os resultados não foram satisfatórios conforme o previsto. Assim sendo, após estudos e realização da ativação da argila bentonítica com o uso de uma solução feita com água e carbonato de sódio e aplicação em espessura de 2,0 cm, foi possível obter uma melhor impermeabilização, satisfazendo, dessa forma, aos objetivos propostos.

O tratamento químico com Na_2CO_3 permitiu a troca catiônica e mudança dos cátions interlamelares de Ca^{2+} por Na^+ . Isso possibilitou a bentonita passar de cálcica para sódica, o que influenciou e justificou sua eficiência, uma vez que na estrutura passaram a predominar cátions Na^+ , permitindo a argila se expandir e absorver água. Isso não aconteceria se o cátion predominante fosse Ca^{2+} , pois a quantidade de água que penetraria entre as lamelas seria limitada de modo que essas não se expandiriam.

A elevada capacidade de sorção, juntamente à condutividade hidráulica, evidencia a capacidade de impermeabilização do solo ao material percolado. É preciso mencionar que o bom desempenho da argila como barreira impermeabilizante depende da sua natureza, da presença de um detalhado projeto executivo, da correta instalação e da adequada fiscalização da qualidade de impermeabilização.

5 AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais, fonte de fomento do projeto de Iniciação Científica 06/2013 que instigou a redação deste trabalho e, também, a Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais, por permitir e disponibilizar espaço físico para o desenvolvimento das pesquisas e consulta ao acervo bibliográfico. À orientadora que se mostrou muito presente em auxiliar e acompanhar os estudos, além de sanar as dúvidas que ocorreram durante a sua realização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L. V. et al. Estudo comparativo entre variedades de argilas bentoníticas de Boa Vista. **Revista Matéria**, v. 11, p. 30–40, 2006.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 2015. Disponível em: <<https://www.standardmethods.org/>>. Acesso em: 19 mai. 2015.

BARBOSA, E. M. C. **Materiais mistos nanoestruturados baseados em argilas bentonita e cobalto coloidal**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Química Aplicada) — Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2009.

CAMARGO, K. R. **Avaliação da condutividade hidráulica e da resistência ao cisalhamento de misturas solo-bentonita**: estudo de caso de um aterro sanitário localizado em rio grande (rs). 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) — Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

CLAAS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre: SENAI/RS, 1994. 664 p.

CLAUDINO, M. D. R. et al. Avaliação do potencial de impermeabilização de argilas bentonítica natural (cálcica) e ativada (sódica) oriundas do município de Boa Vista - PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, XLVII., 2007, Natal. **Resumos...** Natal: Associação Brasileira de Química, 2007.

MEIRA, J. **Argilas**: o que são, suas propriedades e classificação. [S.l.], 2001. 7 p.

MINAS GERAIS (COPAM/CERH). **Deliberação Normativa Conjunta, nº 01, de 05 de maio de 2008**. 2008.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 12, n. 4, p. 515–523, 1996.

TEIXEIRA-NETO, E.; TEIXEIRA-NETO, A. A. Modificação química de argilas: desafios científicos e tecnológicos para obtenção de novos produtos com maior valor agregado. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 809–817, 2009.

Estudo do efeito corrosivo dos aços inox AISI 304 e microligado Hardox 600 em meios salino e ácido

Study of the corrosive effect of AISI 304 stainless steel and microalloyed hardox 600 in saline and acid solutions

Á. Diniz^{1,*}; C. S. Monnerat²; F. N. De J. Guedes³

¹ Engenheiro Metalurgista, Autônomo

² Departamento de Formação Geral, Cefet-MG, Timóteo - MG, Brasil

³ Departamento de Ciências Exatas Aplicadas e dos Materiais, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

*dinizdtna@hotmail.com

Resumo

O conhecimento do comportamento de determinado metal em um meio corrosivo ao qual o mesmo estará exposto pode minimizar os problemas causados pela corrosão como desgaste e até ruptura do metal. O presente trabalho dedicou-se a avaliar o desgaste de amostras de aço inoxidável AISI 304 e o aço microligado HARDOX 600 expostos às soluções corrosivas de ácido sulfúrico e cloreto de sódio, ambas a 3%. O aço HARDOX 600 contém grande parte dos elementos de liga também contidos no aço AISI 304, porém em quantidades menores. As amostras foram analisadas e a corrosão pôde ser quantificada. Foram medidas a voltagem e amperagem das soluções nos dias do experimento e na semana subsequente, a massa das amostras também foi determinada, o que permitiu verificar a perda de massa durante 28 dias. Durante os ensaios, foi feita a verificação semanal dos impactos corrosivos nestes aços nos meios citados e pôde-se constatar que o comportamento corrosivo dos aços varia muito em relação à porcentagem dos elementos químicos adicionados. Ao final do experimento foi observado que o aço microligado não apresentou grande eficácia na resistência à corrosão como o aço inoxidável. A redução de massa do HARDOX 600, exposto ao ácido, foi muito elevada quando comparada ao aço inoxidável bem como ao HARDOX em meio salino. A coloração da solução em contato com o aço inoxidável foi sensivelmente modificada na primeira semana, mas nas semanas seguintes não foi percebida mudança. O aço microligado apresentou mudanças em todas suas amostras e em todas as semanas, sendo esta uma característica da corrosão, mudança da coloração, formação de corpo de fundo e assim a redução de massa e variação da voltagem e amperagem.

Palavras-chave: corrosão, inoxidável, microligado.

.....

This work was dedicated to assessing the wear of stainless steel AISI 304 samples and micro-alloyed steel HARDOX 600 exposed to solutions of sulfuric acid and sodium chloride, both 3%. During the tests, a weekly check of the corrosive impact in these steels was made and it could be noticed that the corrosion behavior of the steels varies greatly in relation to the percentage of chemical elements added. The samples were analyzed and corrosion could be quantified. Solution's voltage and amperage were both measured on the experiment days and on the following week, the samples mass were also determined, what allowed to check the weight loss for 28 days. The Hardox 600 contains a large proportion of alloying elements which can be also found in the AISI 304 steel, but in smaller quantities. The Corrosive environments have simulated both saline and acidic atmosphere. At the end of the experiment, it could be seen that the micro-alloyed steel did not show any effectiveness in corrosion resistance as the stainless steel did. The weight loss in the HARODOX 600 due to the acid exposure was very high compared to the stainless steel samples. The solution color in contact with the stainless steel was significantly modified in the first week, although this change could not be perceived in the following. The micro-alloyed steel showed changes in all their samples during all weeks, which can be considered a characteristic of corrosion, as changing color, precipitated formation and thus the weight reduction and the variation of voltage and amperage.

Keywords: corrosion, stainless, micro-alloyed.

1 INTRODUÇÃO

O aço é uma matéria prima indispensável na produção de vários aparatos utilizados pela sociedade. Está presente no cotidiano em todos os momentos, é empregado nos meios de transporte e comunicação, na infraestrutura, em equipamentos médicos e na maioria dos produtos manufaturados existentes. Este material é reciclável e apresenta várias qualidades, como grande resistência mecânica e condutividade elétrica, alta resistência ao calor e boa maleabilidade. Chiaverini (2002) define aço como liga de ferro carbono, com até 2,11% de carbono, podendo conter elementos químicos residuais oriundos da sua fabricação ou adicionados propositalmente.

Elementos químicos são adicionados ao aço para melhoria de suas propriedades, seja ela química, corrosiva, de resistência mecânica, variando de acordo com a aplicação desejada. O desenvolvimento de novas ligas metálicas e a busca pela sua melhoria devem ser contínuas, entretanto, vários fatores devem ser estudados e otimizados neste setor.

A corrosão é um assunto inevitável quando se trata dos metais e suas aplicações. O Engenheiro Metalúrgico é o estudioso que tem o conhecimento das várias características destes materiais, principalmente o aço. Analisando os metais quanto ao seu custo de produção e manutenção, resistência mecânica e corrosão, segurança e disponibilidade no mercado é possível obter informações para o entendimento do seu comportamento.

Vários metais podem ser estudados em relação a diferentes tipos de meios corrosivos, esta é uma área de pesquisa ampla e diversificada, sendo assim sugestiva para a definição dos aços para cada aplicação, uma vez que um dos grandes problemas na utilização de materiais metálicos é a corrosão. Por ser um processo espontâneo e irreversível, a corrosão é o principal responsável pelos altos custos de manutenção de peças e equipamentos (GENTIL, 2011).

O estudo dos processos corrosivos é de fundamental importância, uma vez que diversos fatores interferem nas reações de oxidação. O conhecimento do comportamento de determinado material em um meio corrosivo ao qual o mesmo estará exposto pode minimizar os problemas causados pela corrosão, como o desgaste e até a ruptura do metal.

Atualmente, se tem buscado soluções para minimizar os custos por meio da substituição de material ou, até mesmo, interrupções planejadas para manutenção de equipamentos. Para tanto, o estudo dos efeitos corrosivos em aços visa a otimização de técnicas para proteção à corrosão. Os ensaios em laboratório auxiliam na escolha por um material metálico adequado a aplicação desejada, podendo-se definir o comportamento dos metais nos diferentes meios corrosivos, com diferentes tipos de proteção superficial e observar se o metal satisfaz às especificações do ensaio de corrosão (GENTIL, 2011).

O aço inoxidável é uma liga com baixa taxa de corrosão, podendo ser utilizado em ambientes onde o material estará exposto a esta degradação. O aço microligado HARDOX 600 é um aço utilizado na resistência ao desgaste. Este aço apresenta os mesmos microligantes presentes nos aços inoxidáveis, que diminuem a taxa de corrosão, tais como cromo (Cr), níquel (Ni) e molibdênio (Mo). Porém nos aços microligados estes microligantes estão em quantidades consideravelmente menores (PANNONI, 2015).

Uma vez que a composição química dos aços altera as propriedades físicas, química e mecânicas dos mesmos, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito corrosivo nos aços inox AISI 304 (LEMONS et al., 2013) e Microligados HARDOX 600, em contato com solução de cloreto de sódio - NaCl, 3% (m/v) e ácido sulfúrico - H₂SO₄ 3% (v/v). E, a partir da

perda de massa foi determinada a taxa de corrosão e penetração da corrosão dos aços nos diferentes meios corrosivos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Nos testes desenvolvidos neste projeto foram utilizadas amostras do aço microligado HARDOX 600, cedidas pela empresa CoraCorthe – São Paulo/SP, e amostras do aço inox AISI 304, cedidas pela Aperam – Timóteo/MG. Ambas foram imersas em soluções de cloreto de sódio (NaCl) e ácido sulfúrico (H₂SO₄), ambas a 3%. Foram utilizadas seis amostras de cada um dos aços analisados. Essas amostras foram divididas em quatro grupos conforme descritos a seguir, e cada grupo era composto por três amostras.

- Grupo I: amostras de aço inox AISI 304 imersas em meio salino (NaCl);
- Grupo II: amostras de aço inox AISI 304 imersas em meio ácido (H₂SO₄);
- Grupo III: amostras de HARDOX 600 imersas em meio salino (NaCl);
- Grupo IV: amostras de HARDOX 600 imersas em meio ácido (H₂SO₄).

O processo corrosivo foi acompanhado semanalmente. Com auxílio de um multímetro foram determinadas a voltagem e amperagem das amostras em solução. Posteriormente, retirou-se as amostras das soluções e realizou-se uma avaliação visual do processo corrosivo das amostras. Outra variável analisada foi a variação das massas das amostras. Para determinar a variação da massa, as amostras foram limpas e lixadas a fim de retirar a massa depositada decorrente do processo oxidativo ocorrido nas mesmas. Em seguida foram lavadas e secas em estufa por 30 minutos, a 80°C. Após resfriadas, determinou-se a massa com auxílio de balança analítica.

Para melhor avaliar o efeito corrosivo das amostras foram realizados os cálculos da taxa de corrosão. Considerando que a taxa de corrosão do material é descrita pelo cálculo da perda de milésimos de polegada por ano (mpy) (GENTIL, 2011):

$$mpy = \frac{W \cdot K}{A \cdot t \cdot d} \quad (1)$$

onde:

K = constante que vale 534;

W = perda de massa, expressa em miligramas (mg) = mg_i - mg_f;

A = área do corpo de prova exposta (in²);

t = tempo de exposição (horas);

d = densidade (para o aço vale 7,85 g/cm³).

Com os resultados dos cálculos, Gentil (2011) divide em 3 grupos os metais quanto à sua taxa de corrosão:

- Menor que 5 mpy, são metais que apresentaram boa corrosão, podem ser classificados como bons para utilização nos meios em que foi testado;
- Entre 5 e 50 mpy, metais com alta taxa corrosiva, utilizado em ambientes que a corrosão é tolerada;
- Maior que 50 mpy, metais pouco resistentes, uso não recomendado em ambientes similares ao do teste realizado.

Os cálculos foram realizados para as amostras do experimento.

A taxa de penetração da corrosão (TPC) pode ser mensurada pela fórmula descrita abaixo. E esta pode também ser um método comparativo para identificar a resistência à corrosão dos materiais (GENTIL, 2011).

$$TPC(mm/ano) = \frac{K \cdot W}{d \cdot A \cdot t} \quad (2)$$

onde:

K = constante que vale 87,6;

W = perda de massa, expressa em miligramas (mg) = $m_i - m_f$;

A = área do corpo de prova exposta (cm^2);

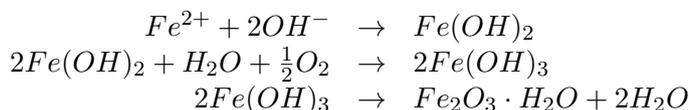
t = tempo de exposição (horas);

d = densidade (para o aço vale $7,85 g/cm^3$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram previamente identificadas e determinadas as suas massas e área superficial, descritas na Tabela 1.

A corrosão observada com mais intensidade foi pela formação de óxido de ferro (Fe_2O_3 , ferrugem) nas amostras do Grupo I e Grupo II. Esta degradação se mostra em coloração marrom avermelhada, em partículas finas, que fica aglomerada do próprio material e também na solução, gerando corpo de fundo no recipiente. Esta formação tem influência do meio aerado e do sal/ácido colocados em contato. As reações ocorridas durante o processo, gerando a corrosão são mostradas abaixo:



Uma precipitação foi observada em todas as amostras do Grupo II expostas ao ácido (Figura 1). Não foi possível realizar sua quantificação, mas sua origem foi analisada por meio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e mostrada posteriormente no item 3.3 deste trabalho. Foi observada também mudança na coloração das soluções dos Grupos I e II, que ficaram com a coloração marrom-avermelhadas por razão do óxido de ferro III formado.

As amostras dos Grupos IV apresentaram uma mudança sensível na coloração da solução, uma coloração azulada foi observada, mas somente ao final da 1ª semana.

Tabela 1 – Relação de medidas físicas das amostras no 1º dia do experimento. Fonte: Elaboração própria (2015).

Grupo	Amostra	Massa (g)	Área Total (cm ²)	Área Imersa (cm ²)
I	1	102,3308	38,80	28,40
	2	99,4344	38,00	29,26
	3	85,021	33,32	19,60
II	4	106,0565	39,20	19,60
	5	105,2300	39,20	20,40
	6	111,9465	41,16	16,82
III	7	9,9753	22,27	18,33
	8	12,2610	26,00	20,02
	9	12,1466	26,60	20,16
IV	10	11,8993	25,48	12,48
	11	10,0640	21,34	11,44
	12	12,9313	29,68	17,14

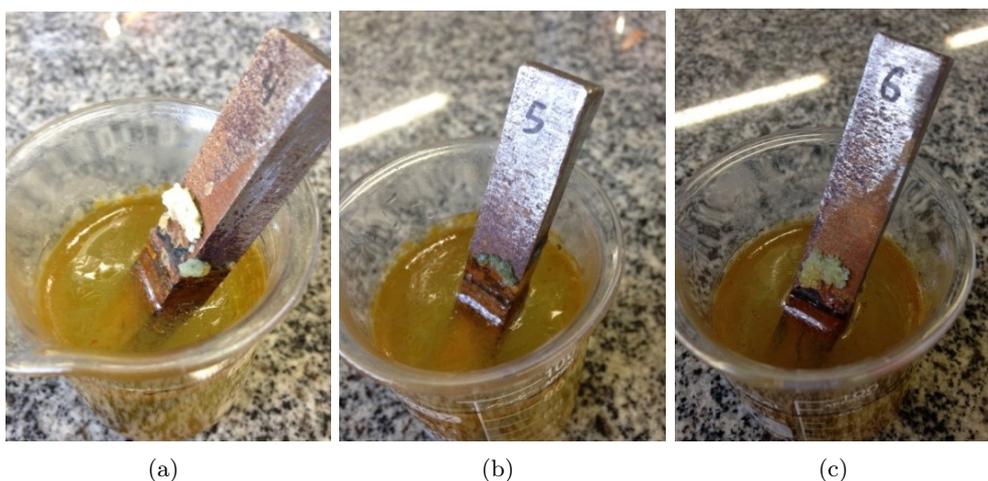


Figura 1 – Amostras do Grupo II após 1ª Semana.

Nas 2ª, 3ª e 4ª semanas seguintes, os resultados foram similares aos medidos ao final na 1ª semana, as amostras do aço AISI 304 não apresentaram nenhum tipo de corrosão visível, tendo apresentado uma redução de massa muito baixa (Tabela 2) e sem mudança na coloração da solução.

As amostras do Grupo II, semanalmente, apresentaram corpo de fundo, redução de peso considerável (Figura 2), o que não foi observado nas amostras dos demais grupos estudados, conforme demonstrado na Tabela 2.

As amostras do Grupo II, imersas ao ácido sulfúrico, foram as que tiveram uma redução de área imersa considerável ao final do experimento, conforme mostra a Tabela 3. A corrosão foi mais ativa neste grupo por apresentarem uma maior formação de ferrugem e redução de massa, ocasionando esta mudança em sua área.

Semanalmente, o processo oxidativo foi acompanhado através da variação da

Tabela 2 – Redução percentual de peso semanal (%).

Grupo	Amostra	1ª Semana	2ª Semana	3ª Semana	4ª Semana
I	1	0,04	0,06	0,04	0,05
	2	0,04	0,06	0,06	0,26
	3	0,05	0,05	0,05	0,06
II	4	2,26	1,87	1,92	2,00
	5	2,27	1,86	1,91	2,00
	6	2,00	1,61	1,65	1,72
III	7	0,02	0,01	0,01	0,00
	8	0,02	0,00	0,02	0,00
	9	0,02	0,00	0,01	0,00
IV	10	0,02	0,00	0,01	0,00
	11	0,32	0,01	0,01	0,00
	12	0,31	0,00	0,02	0,00

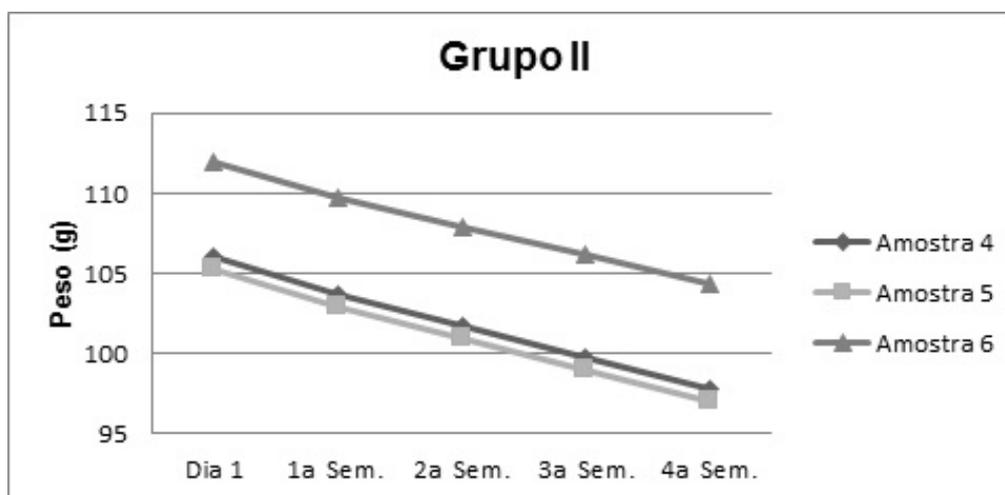


Figura 2 – Curva de redução de peso do Grupo II.

voltagem e amperagem. Pôde-se observar que passados cinco dias houve uma diminuição da voltagem e amperagem das soluções, o que era esperado, pois uma vez iniciado o processo de corrosão há consumo dos íons disponíveis em solução, alterando então a diferença de potencial entre o metal e o meio corrosivo. Esta redução altera a taxa de corrosão, e por isso foi necessária a troca das soluções a cada sete dias, afim de que ao final de vinte e oito dias fosse possível obter respostas mais aproximadas de situações reais.

Após vinte e oito dias, as amostras foram retiradas, lavadas e secas em estufa. Foi possível observar que as amostras do Grupo II, expostas ao ácido, apresentaram áreas corroídas. Através de análises preliminares é possível inferir que seja corrosão alveolar e com formação do óxido de ferro III (ferrugem) em grande parte da amostra imersa no ácido.

Apesar de ambos os aços terem similaridade em relação aos seus microligantes (cromo, níquel e molibdênio), a porcentagem destes na liga faz grande diferença. O aço

Tabela 3 – Percentagem de redução de área de amostras imersas em ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Amostras	% Redução (Área Imersa)
4	10
5	10
6	9,6
10	-
11	-
12	-

HARDOX 600 apresenta níveis muito baixos destes elementos de liga, provavelmente, seu ganho nestas porcentagens é apenas em relação à resistência ao desgaste, função em que o HARDOX 600 é destinado e empregado com sucesso. Já o AISI 304, classificado como aço inoxidável por ter a porcentagem de cromo acima de 10,5%, apresentou baixas taxas de corrosão e pouca perda de massa. A resistência à corrosão é alta por razão da alta porcentagem cromo e outras ligas presentes em sua composição, sendo este o grande diferencial deste comportamento.

Os resultados mostraram que os aços do Grupo II são muito corrosivos ao ambiente em que foi exposto, sua taxa de corrosão ficou acima de 50 mpy, taxas acima deste valor são definidas como metais de pouca resistência a esta degradação (Tabela 4). Os aços do Grupo I mostraram alta taxa de corrosão e os dos Grupos III e IV tiveram uma taxa abaixo da máxima definida para metais de boa corrosão. Estes grupos são dos aços inoxidáveis e provaram sua qualidade contra este fenômeno.

Tabela 4 – Resultados do cálculo da taxa de corrosão.

Grupo	Amostra	Taxa de Corrosão (mpy)
I	1	4,35
	2	9,18
	3	6,00
II	4	276,69
	5	263,29
	6	295,86
III	7	0,14
	8	0,17
	9	0,15
IV	10	0,23
	11	1,97
	12	1,62

3.1 Cálculos da taxa de penetração da corrosão

Os cálculos da taxa de penetração (Tabela 5) mostraram a maior taxa de penetração para as amostras do Grupo II, o que confirma este grupo como o que sofreu maior influência

corrosiva no experimento. Mostraram também a taxa quase nula para a penetração da corrosão no aço inoxidável.

Tabela 5 – Resultados dos cálculos da taxa de penetração.

Grupo	Amostra	TPC (mm/ano)
I	1	0,114
	2	0,241
	3	0,157
II	4	7,254
	5	6,903
	6	7,757
III	7	0,004
	8	0,004
	9	0,004
IV	10	0,006
	11	0,052
	12	0,042

3.2 Análise da precipitação formada no Grupo II

Os aços HARDOX 600 apresentaram, semanalmente, uma precipitação na reação com a solução ácida, com coloração esverdeada e aparência de espuma. A análise por Microscopia Eletrônica de Varredura indicou que este precipitado foi originado da reação do enxofre presente na solução do ácido sulfúrico. Esta análise indicou grande porcentagem de oxigênio, ferro e enxofre, sendo assim, o precipitado é formado por óxidos, conforme mostram a Tabela 6 e Figura 3.

Tabela 6 – Composição do precipitado formado. Fonte: Elaboração própria (2015).

Elemento	Wt%	Wt% Sigma
O	65,81	0,34
S	13,89	0,19
Fe	19,54	0,30
Ni	0,76	0,14
Total	100	

4 CONCLUSÃO

No presente trabalho pôde-se observar, com destaque, a grande superioridade do aço inox AISI 304 em relação ao aço HARDOX 600 quando se compara o efeito corrosivo de amostras destes dois aços submetidas à ambientes salino e ácido. O aço microligado, apesar de apresentar vários elementos de liga, que poderia apresentar alguma variação no processo corrosivo, apresentou um desempenho não satisfatório em comparação ao comportamento corrosivo do aço inoxidável. Novos estudos deverão ser feitos para se comprovar a superioridade do aço inoxidável em relação ao aço carbono comum em

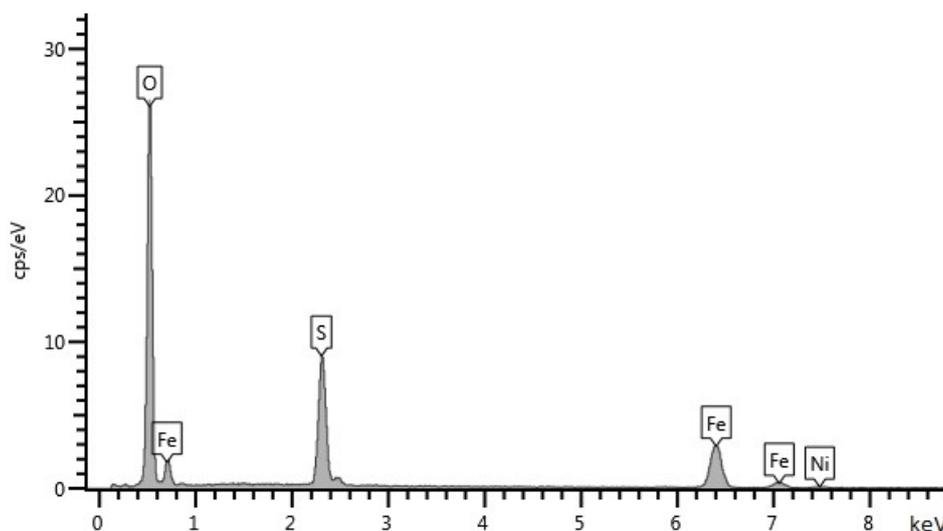


Figura 3 – Análise do precipitado formado no Grupo II.

processos corrosivos. Outro aço inoxidável, o AISI 440, martensítico de alto carbono, que apresenta características similares às do aço HARDOX 600, poderá ser estudado para se ter uma comparação quanto ao comportamento corrosivo, para em condições específicas ser um possível substituto do aço inoxidável AISI 440.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. 7. ed. [S.l.]: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2002.

GENTIL, V. **Corrosão**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

LEMOS, G. V. B. et al. Avaliação da corrosão de um aço inoxidável austenítico após nitreção a gás. **PERSPECTIVA**, Erechim, v. 37, n. 138, p. 7–13, 2013.

PANNONI, F. D. **Aços Estruturais**. 2015. Disponível em: <<https://www.gerdau.com.br/arquivos-tecnicos/12.brasil.es-ES.force.axd>>. Acesso em: 05 abr. 2015.

Técnica de descarte. Uma análise do comportamento dos indivíduos e a maneira de destinar seus resíduos

Disposal technique. A behavior analysis of individuals and how to allocate their waste

G. R. Leão^{1,*}

¹ Departamento de Recursos Naturais, Ciências e Tecnologia Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

* guilherme.meioambiente@gmail.com

Resumo

O objetivo que se apresenta o artigo é de caracterizar um problema de comportamento que atinge os cidadãos brasileiros quanto à destinação do resíduo gerado e de identificar uma compreensão social geral para essa especificidade. Analisa os motivos pelos quais esse comportamento ainda é mantido, mesmo com tantas informações a respeito dos prejuízos ambientais causados por atitudes negativas. A diferença entre as pessoas que se preocupam com a natureza e aquelas que pouco se importam pode estar relacionada a vários fatores como: cultura, escolaridade e educação familiar. Cada indivíduo tem uma forma particular de tratar e descartar o resíduo produzido. Dessa forma surgem algumas questões como: por que grande parte da população se preocupa com o meio ambiente, mas simplesmente não atua a favor dele? Como o comportamento que prejudica o ambiente natural pode ser modificado para outro que o preserve? A educação pode ser a resposta, já que é um fator determinante na transformação do indivíduo, e só ela é capaz de agir positivamente em atos comportamentais negativos enraizados na sociedade. Por isso, esse trabalho descreve que a Educação Ambiental pode contribuir para a diminuição de atitudes que impactam negativamente o meio ambiente, através do desenvolvimento de atitudes significativas nos indivíduos, despertando assim, o lado crítico, social e participativo do cidadão.

Palavras-chave: Resíduo. Comportamento. Educação Ambiental.

.....

This article aims to typify a behavior problem which affects the Brazilian citizens regarding the final disposal of the waste generated and of identifying a general social understanding to this particularity. Analyze the reasons in which this behavior is still maintained even with a lot of information concerning the environmental damages caused by negative attitudes. The difference between the people who worry about the nature and the ones who do not care can be related to several factors, such as: culture, school background and family education. Each individual has a proper way to process and dispose the waste produced. Therefore questions have been raised: Why does a big part of the population worry about the Environment, but do not act in favor of it? How can this behavior of damaging the natural environment be modified by another who preserves? The education can be the answer since it is a key factor in the individual transformation, and only it is able to act positively in negative behavior implanted in society. Thereupon, this study describes that the Environmental Education can contribute to the decrease of attitudes that negatively impact the Environment through the development of meaningful attitudes in the individuals arousing the critical, social and participative side of the citizen.

Keywords: Waste. Behavior. Environmental Education.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo que se apresenta o artigo é de caracterizar um problema de comportamento que atinge os cidadãos brasileiros quanto à destinação do lixo gerado, de identificar uma compreensão social geral para essa especificidade, além de descrever por qual razão as pessoas jogam seus resíduos nas ruas, alterando e poluindo o meio ambiente. Por que grande parte da população se preocupa com o meio ambiente, mas simplesmente não atua a favor dele? Como o comportamento que prejudica o ambiente natural pode ser modificado para outro que o preserve? Essas indagações expõem um problema que deve ser enfrentado; para isso, a educação ambiental, seja no meio formal ou informal, pode e deve ser praticada, para que assim, a sociedade possa conviver em um ambiente mais sadio e o meio natural permaneça em equilíbrio.

A modificação do ambiente natural é evidente. Espaços e lugares que antes permaneciam livres dos acúmulos dos resíduos - tendo certa estabilidade - hoje se destacam com grandes alterações como desmatamento, queimadas, excesso de poluentes atmosféricos oriundos de veículos e indústrias. Nos ambientes urbanos, onde a poluição residual é evidente, o assoreamento dos rios e a impermeabilização do solo causam enchentes e enormes prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

Tais transformações acentuaram-se após o período da industrialização ou Revolução Industrial. À medida que a economia crescia, a natureza sofria alterações em todas as vias, água, ar e solo, e esta alteração perdura até os dias atuais. A este respeito Dias (2004, p.379) salienta que:

Nossa irresponsabilidade em relação às redes interdependentes da vida – mais os danos ambientais causados por desflorestamentos, diminuição de espécies e mudanças climáticas – podem causar vários efeitos adversos, incluindo colapsos imprevisíveis de sistemas biológicos críticos, cujas interações e dinâmicas só entendemos imperfeitamente. A incerteza quanto à extensão desses efeitos não deve servir de desculpa para a complacência ou retardamento em enfrentar essas ameaças.

O presente estudo se justifica, já que o volume e a velocidade com que se alteram e destroem os sistemas naturais da Terra são extremamente superiores à capacidade que o indivíduo possui de modificar seus comportamentos culturais e sociais. Acrescenta-se a isso o fato de que é praticamente imperceptível como as possíveis atitudes positivas podem causar impactos nos ambientes, pois elas são pontos muito isolados quando se observa a sociedade como um todo. Partindo desse pressuposto, Dias (2004, p.17) evidencia:

É óbvio que houve conquistas, mas estas estão sendo insuficientes para provocar as mudanças de rumo que a velocidade de degradação ambiental requer. A velocidade com a qual se devastam e se desequilibram os sistemas que asseguram a sustentabilidade humana na Terra continua infinitamente superior à nossa capacidade de gerar respostas adaptativas culturais, principalmente em nível educacional.

A culpabilidade por toda modificação ambiental que está ocorrendo é eximida por muitos, porém é preciso entender que a responsabilidade deve ser repartida entre todos: os países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos, as indústrias, o poder público e todos os cidadãos de forma geral.

A legislação nos mostra que o resíduo não é mais responsabilidade do poder público, mas passa a fazer parte do compromisso de todos, quem produz, transporta, vende e compra. O cidadão passou a ter sua parcela de responsabilidade nos resíduos que produz, portanto é ele quem deve direcionar seus resíduos para local apropriado.

A esse respeito, a Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na Seção II, Art. 30 (BRASIL, 2012) declara que:

É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implementada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, consoante as atribuições e procedimentos previstos nesta Seção.

Quem colabora de maneira ativa e negativa não são as instituições, como as indústrias, mas sim as pessoas que nelas trabalham, entretanto essas corporações acabam por se responsabilizar, pois compete a elas administrar toda a logística de proteção e preservação ambiental.

2 COMPORTAMENTO E DANO AMBIENTAL

Homens, mulheres e crianças se adaptam a comportamentos transmitidos por gerações, incorporando, através do exemplo, maneiras de falar, andar, agir e comer, e tomando para si características peculiares ou específicas de determinados grupos em que estão inseridos.

Em se tratando desse comportamento, Mauss (2009, p. 404) esclarece:

Esses “hábitos” variam não simplesmente com os indivíduos e suas imitações, variam, sobretudo com as sociedades, as educações, as conveniências e as modas, os prestígios. É preciso ver técnicas e a obra da razão prática coletiva e individual, lá onde geralmente se vê apenas a alma e suas faculdades de repetição.

Um exemplo de postura a ser observada é o modo como um soldado inglês ou russo marcha, pois é bem peculiar os ombros alinhados, o nariz empinado, os olhos fixos, a maneira de levantar as pernas, etc. Essas características ou métodos são incorporados no momento da aprendizagem quando o recruta se alista no Exército.

Podemos diferenciar a marcha dos soldados por região, e para isso se faz necessária à observação. A forma como cada grupo militar se porta durante a marcha pode nos mostrar a qual região pertence ou mesmo qual foi sua influência, já que cada grupo/academia possui sua particularidade e incorpora sua própria maneira de marchar.

Outro exemplo de como um modelo interfere no comportamento do indivíduo é o tabagismo. Por anos, o hábito de fumar tornou homens e mulheres pessoas mais atraentes quando acendiam um cigarro. O sexo oposto era atraído pelo gesto de puxar o maço do bolso, a maneira de retirar o cigarro, a forma como era aceso, o tipo de isqueiro usado e o charme na hora de puxar, tragar e soltar a fumaça.

Somente anos mais tarde, pesquisas vieram desmistificar essa atitude demonstrando o real efeito do tabagismo, ou seja, seus malefícios à saúde. Houve grande mobilização

para que fossem tomadas atitudes mais severas contra o tabagismo, como a proibição de comerciais e impressão, nas caixas de cigarro, de imagens que incentivassem o ato de fumar. Campanhas educativas explicitaram o quão prejudicial poderia ser para a saúde o vício do cigarro. Foram necessárias décadas para que o número de fumantes diminuísse.

Todavia, muitos danos já estavam efetivados, várias pessoas adquiriram o vício pelo cigarro ainda jovens, ludibriadas pela falsa impressão de poder e superioridade. E, dessa maneira, crianças e jovens, ao verem outras pessoas fumando, acabavam sendo atraídas para o mesmo hábito, em busca de aceitação social, prazer e bem-estar.

Mauss (2009) descreve as várias formas de se fazer a mesma ação, porém diferenciada pela técnica, explicitando como um mesmo ato pode se dar de diferentes formas.

Cada indivíduo possui uma maneira peculiar de tomar banho, alguns começam a lavar a cabeça, depois, as orelhas; outros, porém, começam pelo pé, seguindo para os braços, e outras técnicas diferentes a fim de se obter a mesma finalidade: deixar o corpo higienizado.

Neste enfoque Mello (2011, p. 63) destaca que:

É possível dizer que há, também, escolhas culturais, já que nem todos os povos, vivendo em um mesmo clima e vegetação, dão respostas idênticas aos mesmos problemas da vida social.

Essa diferenciação das técnicas individuais origina-se na forma como foram assimiladas, por meio dos ensinamentos transmitidos pelas mais variadas fontes de informação, como os pais, a família, a escola, as crenças, as convivências ou observação das técnicas de outras pessoas, ou seja, o comportamento do indivíduo é adquirido por intermédio da aprendizagem, é a aprendizagem por imitação.

Duarte (2008, p.20) define imitação como: “o uso intencional da ação de outro para servir de guia a uma atividade própria, orientada a um objetivo.”. A autora complementa:

As principais questões subjacentes a esta longa e histórica polêmica parecem reportar-se, em síntese, a três distinções: quando a imitação é consciente ou inconsciente (reação); quando e como ela deixa de ser uma reprodução exata do modelo e passa a promover uma ação inteligente, isto é, passa a ser associada, estendida, modificada durante as novas situações com as quais o sujeito imitador defronta-se; e finalmente, distingue-se pelo aspecto que vai nos interessar especialmente aqui: o tempo correlacional entre a ação do modelo e a realização do ato de reprodução da ação pelo imitador.

Uma das formas de aprendizagem se dá pela observação e imitação do outro, ou seja, de um modelo. Dessa forma, o processo de socialização passa, necessariamente, pela observação, imitação e identificação com os modelos sociais.

Partindo deste pressuposto, pode-se observar como as pessoas comportam-se diante do resíduo por elas produzido. Numa situação hipotética: uma criança tira o papel de uma bala para chupar, e o que ela faz com ele? É possível presumir dois comportamentos: jogar no chão ou guardar para jogar em uma lixeira.

Neste mesmo enfoque, pode-se citar como outro exemplo um adulto que anda na calçada com um copo de suco: após tomá-lo, o que ele faz com o copo plástico? Aqui também é possível prever tipos de comportamento, como jogar no chão, ficar com ele

na mão e esperar até encontrar uma lixeira, guardar na mochila para descartar em local apropriado, etc.

Percebe-se que várias atitudes podem ser tomadas em relação ao resíduo produzido. A questão é: o que leva as pessoas a terem posturas diferentes quanto ao seu descarte?

São muitos questionamentos e a técnica corporal do indivíduo pode nos trazer melhor compreensão diante deles. A respeito de técnicas corporais [Mauss \(2009, p. 407\)](#) esclarece:

Chamo de técnica um ato tradicional eficaz (e vejam que, nisto, não difere do ato mágico, religioso, simbólico). É preciso que seja tradicional e eficaz. Não há técnica e tampouco transmissão se não há tradição.

A técnica do corpo corresponde à maneira como os homens utilizam seus corpos na sociedade, ou seja, sua maneira de andar, sentar, correr, falar, olhar ou o gestual das mãos, dos braços, ombros, etc. Essas atitudes não são aleatórias, mas caracterizam determinada sociedade, identificando-as, abrangendo, no âmbito do corpo, uma marca capaz de estabelecer distinção entre aqueles que fazem parte ou não de determinada sociedade.

[Rodrigues \(2000, p.132\)](#) comunga da mesma ideia sobre as técnicas corporais quando afirma:

Ao abordar a educação do corpo sob tal perspectiva, teremos como ponto de partida a antropologia maussiana, que nos instiga a observar o uso do corpo como uma educação de técnicas, que são construídas como resultado das relações entre o homem e a sociedade. É assim que essa perspectiva antropológica apresenta-nos um instigante campo de pesquisa, capaz de analisar as técnicas do corpo como um fato social, fruto das condições estruturais de uma sociedade, mais propriamente de uma cultura, determinantes no direcionamento do uso técnico do corpo.

Exemplos observados no cotidiano e que transformam a vida são assimilados e passam a fazer parte do indivíduo até que ele aprenda novamente e incorpore outras maneiras de se portar no ambiente. A esse respeito, [Mello \(2011, p. 38\)](#) esclarece que:

Todos, queiramos ou não, somos “educados” nas várias instâncias da vida, ou seja, a educação em sentido amplo não prescinde de um locus específico para ocorrer. Somos educados em casa, na família, com os amigos, no clube, no trabalho e nos movimentos de que participamos, como religioso, o sindical ou os movimentos sociais.

É visível que, em grandes centros urbanos, as pessoas simplesmente jogam em locais inapropriados seu papel de bala, sua garrafa plástica ou o seu resto de alimento, trazendo a poluição como consequência para o ambiente.

O ato de descartar de maneira inadequada o resíduo produzido traz ao próprio homem consequências desastrosas. As enchentes que acometem as zonas urbanas são, em grande parte, um reflexo do comportamento de “simplesmente jogar o resíduo na rua”. Esse resíduo, quando não recolhido a tempo, entope os bueiros, fazendo com que a água das ruas fique sem escoamento. Isso resulta em perdas de ordem material, como móveis, eletrodomésticos, documentos, casa, carro, entre tantos outros pertences adquiridos

através de muito trabalho; e de ordem emocional, visto que muitos dos que perderam tudo demoraram anos ou até mesmo “uma vida inteira para adquirir” seus bens e, então, sentem-se derrotados. Ou seja, além do desequilíbrio ambiental e prejuízo econômico, há também uma perda social.

É evidente que todos querem se livrar dos resíduos gerados, e o que difere as pessoas é a forma como é realizado esse descarte, se é de uma maneira correta e ecológica ou significa simplesmente dispensar em algum lugar, sem se pensar no destino e nos seus resultados para a sociedade.

Se perguntarmos as consequências para o ambiente quando um bueiro entope, por certo grande parte da população iria responder corretamente que a água das chuvas não conseguiria escorrer e provavelmente haveria uma enchente. Mas se existe a informação e o conhecimento sobre a consequência negativa da atitude tomada pelo indivíduo, por que ainda se continua a agir da mesma forma?

O hábito adquirido ao longo dos anos, o de jogar o resíduo no chão, torna-se tão automático que, mesmo quando estes indivíduos decidem mudar suas práticas, o costume incorporado por vezes sobressai, e estes acabam por cometer a atitude repetidamente, mesmo cientes das consequências negativas que tal ato acarretará.

A forma como jogam o resíduo e como aprenderam a fazer isso, seja por meio do exemplo, do estudo ou da informação, é o que diferencia os cidadãos, pois vai refletir em seu comportamento diante do mesmo objeto: o resíduo. O que se pode observar é que, mesmo com o conhecimento sobre a maneira correta de direcionar seu material, a forma ou técnica aprendida anteriormente pelo indivíduo é enraizada em seus costumes, fazendo com que o processo de troca da técnica necessite de um tempo maior.

O costume de “jogar na rua” leva a pensar que é algo natural, ou seja, despeja-se na rua automaticamente o material. Acaba por ser um “gesto impensado.” Mas se as pessoas pensam, e é isso que as intitula como seres racionais, logo não deveriam ter esse comportamento. Assim é a forma de descartar o resíduo atualmente.

Se pensarmos em uma época há 40 anos, perceberemos que não havia tanta preocupação com os resíduos como hoje, nem com seu descarte adequado, pelo menos para a grande maioria. Mesmo porque não possuíamos um volume exorbitante de materiais, não havia os excessos de consumo e os produtos eram mais duráveis. Há também o fator do crescimento populacional: quanto mais pessoas, maior é a demanda, o consumo e consequentemente a produção do resíduo.

Em se tratando de consumo exagerado, [Dias \(2004, p. 19\)](#) conclui: “um mundo repleto de sociedades que consomem mais do que são capazes de produzir e mais do que o planeta pode sustentar é uma impossibilidade ecológica.”

O procedimento que as pessoas utilizam para rejeitar o resíduo não pode ser considerado inato, não pode ser simplesmente natural. Se os militares aprenderam a marchar e jovens a fumar, as pessoas aprenderam a jogar o resíduo no chão.

Neste enfoque, a maneira como cada indivíduo realiza o descarte do resíduo também sofre variação. Esta variação comportamental ocorre por vários fatores, assim, [Michaliszyn \(2008, p. 53\)](#) explica:

Não podemos perder de vista o fato de que a cultura e a nossa formação cultural interferem em diferentes aspectos de nossas vidas. Porém, ela não pode ser compreendida como único fator a nos influenciar. Na

verdade, nossos comportamentos, crenças e juízos em sociedade também são determinados por determinadas condições, ou seja, por fatores: individuais, educacionais, socioeconômicos e ambientais.

Diante de tais considerações, pode-se dizer que o ato de descartar resíduo em ambiente inapropriado é uma postura adquirida através dos ensinamentos transmitidos ao longo das gerações.

3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PRÁTICA TRANSFORMADORA

O grande problema que afeta a sociedade moderna é a falta de cidadania, ou seja, a individualidade das pessoas faz toda a diferença, seja ela de forma negativa, seja positiva. O ponto a ser destacado é que a grande maioria das pessoas preocupa-se mais consigo mesma do que com a sociedade como um todo. Estão mais centradas nas suas necessidades e em seus confortos e, diante disso, esquecem que algumas atitudes possuem ligação direta com a sociedade, provocando nela uma alteração.

Nesta perspectiva, faz-se necessária uma mobilização em busca da conscientização coletiva para que as práticas negativas e ultrapassadas passem por uma ordem de mudança, a fim de serem minimizadas no cotidiano do cidadão.

A educação significa o meio em que os hábitos, costumes e valores de uma comunidade são transferidos de uma geração para a geração seguinte. Ela também vai se desenrolando por meio de situações presenciadas e experiências vividas por cada indivíduo ao longo da sua vida.

A este respeito, [Justino \(2011, p. 14\)](#) esclarece que: “a educação está inserida num contexto mais amplo, no qual existem vários envolvidos no processo de aprendizagem além do conteúdo, do professor e do aluno.”. Ela é, em todos os seus níveis, o ponto transformador do indivíduo, e pode interferir diretamente no comportamento do cidadão, logo também em suas técnicas corporais.

Dessa forma, é possível que atos de descarte incorretos podem ser substituídos por práticas adequadas de eliminação do resíduo. Porém, esse processo deve ser incorporado ao cotidiano das pessoas e transmitido às próximas gerações para que as crianças possam tornar-se multiplicadoras. E a forma mais adequada para que esse processo ocorra é a Educação.

Segundo [Freire, Nascimento e Silva \(2006\)](#), a Educação Ambiental é uma modalidade do processo educativo voltada para a participação de seus atores, educandos e educadores, na construção de um novo paradigma a ser incorporado, trazendo toda uma discussão sobre as questões ambientais e as necessárias transformações éticas, de valores, comportamentos e atitudes diante de uma nova realidade a ser construída.

Para tanto, a Educação Ambiental deve formar nos indivíduos uma ampla consciência crítica na interação que as relações sociais possuem com o meio ambiente. Ela deve produzir o reconhecimento dos atores sociais, construindo neles valores que possibilitem o entendimento da realidade em que vivem, de modo que possam atuar na natureza de forma empoderada e ativa, em um procedimento de construção de valores ([LOUREIRO, 2003](#)).

A esse respeito, [Loureiro \(2003, p. 106\)](#) ainda esclarece que:

...a educação ambiental emancipatória pretende, como diz o próprio nome, ampliar os espaços de liberdade de indivíduos e grupos que dela participam, transformando as situações de dominação e sujeição a que estão submetidos através da tomada de consciência de seu lugar no mundo, de seus direitos e de seu potencial para recriar as relações que estabelece consigo próprio, com os outros em sociedade e com o ambiente circundante.

Neste enfoque, [Dias \(2004, p. 16\)](#) destaca:

Em nenhum período conhecido da história humana, ela precisou tanto de mudança de paradigma, de uma Educação renovadora, libertadora. Mais do que produzir painéis solares mais baratos, reciclar e dotar os carros de células de combustível, em vez de petróleo, precisamos de um processo mais complexo, que promova o desenvolvimento de uma compreensão mais realista do mundo.

O papel da Educação Ambiental, nesse contexto, torna-se mais urgente. Precisamos oferecer mais formação. A educação ainda “treina” a (o) estudante para ignorar as consequências ecológicas dos seus atos.

Porém, a proposta que a Educação Ambiental oferece ainda não representa uma força suficiente para interferir nesse movimento e modificar a sua trajetória de desestabilização. Mesmo porque sua influência, apesar do seu avanço, ainda é questionada, já que existem muitos impedimentos para sua atuação, como os hábitos culturais dos povos, hábitos estes que impõem limites para mudança de comportamento. [Michaliszyn \(2008, p. 41\)](#) esclarece:

O comportamento social é o resultado da maneira como organizamos as relações sociais que estabelecemos e das regras de conduta e valores por nós determinados e considerados como elementos fundamentais para a construção da vida social, econômica e política.

[Guimarães \(2000, p. 28\)](#) afirma que há uma “necessidade de propor-se uma Educação Ambiental crítica que aponte para as transformações da sociedade em direção a novos paradigmas de justiça social e qualidade ambiental.” A Educação Ambiental deve ser praticada de fato em toda a sociedade, uma vez que já se encontram em discussão problemas ambientais vivenciados por esta.

É necessário levar em conta que comportamentos adquiridos tornam-se enraizados, e por vezes, é preciso modificá-los, porém essa transformação requer tempo para florescer.

Assim, para que tal mudança possa efetivamente acontecer, não se pode simplesmente transmitir conhecimentos. É preciso incorporá-los ao cotidiano das pessoas para que, assim, possam ser assimilados.

Para que se torne efetiva, a aprendizagem deve ter significado. Neste enfoque, [Salles \(2007\)](#) explica que a aprendizagem significativa “se dá quando uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo.”

Uma metodologia eficaz para transmissão de conhecimento ou de comportamento é o exemplo, que, por meio das ações explicitadas pelo gesto ou pela linguagem corporal, pode modificar o comportamento alheio.

A absorção de comportamentos dá-se por intermédio de determinados ensinamentos. O mais velho ensina o mais novo, por meio de livros, diálogos e debates, meios de

comunicação como cartazes, folhetos, guias, pela internet, entre vários outros meios de se adquirir o conhecimento. Salles (2007, p. 38) continua: “para que ocorra aprendizagem significativa, é preciso haver subsunções (conceitos preexistentes), os quais por sua vez necessitam do processo de ancoragem.”

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os hábitos das pessoas podem variar muito: entre participantes do mesmo grupo, nos ambientes familiares, na sociedade, no processo educativo, de acordo com a necessidade, com a convivência, moda, etc.

E dentre essas diferenças, percebe-se que existem especificidades das técnicas, pois cada sociedade possui seus hábitos e peculiaridades, características que as definem e as diferenciam de outras.

O conhecimento produzido é passado de geração a geração pelos membros mais experientes da família, da comunidade ou seja do ensino informal e também no ensino formalizado escolar. Nessas condições, nota-se que a criança aprende por meio da observação e imitação dos exemplos de outras pessoas e faz com que este conhecimento apreendido seja incorporado em seu cotidiano.

Deve-se ter em mente que não são somente as crianças que aprendem por meio da observação e imitação, os adultos também passam por este estágio, porém para os pequenos esta assimilação é um processo mais fácil. É necessário o ensino às crianças de maneira efetiva, já que elas possuem uma faculdade de imitação muito grande. Esse ato imitador pode ser incorporado de maneira ágil, diferenciando-as, de maneira geral, dos adultos com seus velhos hábitos.

A educação é um fator determinante na transformação do indivíduo. Só ela é capaz de agir positivamente em atos comportamentais negativos enraizados na sociedade. Entretanto, para que a aprendizagem torne-se eficaz, é importante que ela tenha real significado para o sujeito.

O método educacional não pode se restringir apenas à instituição escolar e à família, ele deve ser realizado em todo o processo pelo qual o indivíduo interage, ou seja, na sociedade em que ele está inserido.

Quando se fala em Educação Ambiental, deve-se comungar do mesmo pensamento. Atitudes positivas em relação ao meio ambiente, como o descarte correto do resíduo, podem e devem ser apreendidas no cotidiano das crianças por meio da imitação. Quando um adulto tem posturas favoráveis em seus hábitos, esses são assimilados naturalmente pelas crianças, logo elas os colocam em prática em seu cotidiano, favorecendo o todo.

O homem possui o poder de transformar a sua realidade e, conseqüentemente, a de toda uma sociedade, mas, para isso, faz-se necessário que ele tenha contato com novas possibilidades, que alterem sua concepção original.

Por fim, questões ambientais devem ser incorporadas ao cotidiano profissional e familiar, de forma a repensar conceitos e atitudes que influenciem o meio. A Educação Ambiental tem a chave para demonstrar às pessoas qual tipo de comportamento é necessário para proteger a natureza em toda a sua ampla manifestação. Porém, há que se superar a mera transmissão de conhecimentos ecologicamente corretos e as ações de sensibilização, rompendo as armadilhas paradigmáticas e propiciando, não apenas aos educandos e aos

educadores, mas também a todos os indivíduos, uma cidadania ativa e positiva na sociedade. Ela deve suscitar o desenvolvimento de atitudes significativas e participativas nos indivíduos, despertando, assim, nos integrantes dos projetos e das atividades, o lado crítico e social do cidadão.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico]. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. (Série legislação). Disponível em: <http://fd.com.br/catadores/pdf/politica_residuos_solidos.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental:** princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DUARTE, M. L. B. A imitação sensório-motora como uma possibilidade de aprendizagem do desenho por crianças cegas. **Ciências & Cognição**, v. 13, p. 14–26, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v13_2/m318226.pdf>. Acesso em: 12 out. 2014.

FREIRE, J. T.; NASCIMENTO, M. F. F.; SILVA, S. A. H. **Diretrizes Curriculares de Educação Ambiental:** as escolas da Rede Municipal de Ensino de Salvador. 1. ed. Salvador: SMEC, 2006. 164 p.

GUIMARÃES, M. **Educação ambiental:** No consenso um embate? 1. ed. Campinas: Papirus, 2000.

JUSTINO, M. N. **Pesquisa e recursos didáticos na formação e prática docentes.** 1. ed. Curitiba: Ibpex, 2011.

LOUREIRO, C. F. B. **Cidadania e meio ambiente.** [S.l.]: Centro de Recursos Ambientais – CRA, 2003. v. 1. 168 p. (Série Construindo os Recursos do Amanhã, v. 1).

MAUSS, M. As técnicas do corpo. In: _____. **Sociologia e Antropologia.** São Paulo: CosacNaify, 2009.

MELLO, A. **Fundamentos sócio-culturais da educação.** 1. ed. Curitiba: IBPEX, 2011.

MICHALISZYN, M. S. **Educação e Diversidade.** 1. ed. Curitiba: IBPEX, 2008.

RODRIGUES, R. Sociedade, corpo e interdições: contribuições do estudo de marcel mauss sobre as técnicas do corpo. **Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP**, Campinas, v. 0, n. 4, p. 129–140, jan/jun 2000. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CEEQFjAD&url=http%3A%2F%2Ffefnet178.fef.unicamp.br%2Fojs%2Findex.php%2Ffef%2Farticle%2Fdownload%2F308%2F253&ei=vlpKVPjFA4-6ggTetoLoBw&usg=AFQjCNGTIF32hmXPPRhnVwuo9D8P6qWFCQ&sig2=E5s2KKlJdsMFgfh5X3gk3w>>. Acesso em: 12 out. 2014.

SALLES, G. D. Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas e da Natureza. 1.
ed. Curitiba: IBPEX, 2007.

Tratamento de escória proveniente da redução da cassiterita visando à remoção de enxofre e o aproveitamento do tântalo

Slag treatment from the reduction Cassiterite aimed sulphur removal and utilization of Tantalus

F. G. Fagundes^{1,*}; G. O. C. Rocha^{2,†}; G. M. Paulino^{3,‡}

^{1, 2} Engenheiro Metalurgista, Autônomo

³ Departamento de Recursos Naturais, Ciências e Tecnologias Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

*fgfagundes@gmail.com; †gustavoocr2@yahoo.com.br; ‡gleciamiranda@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho visa determinar um método de tratamento de uma escória com elevado teor de Tântalo a fim de potencializar esse subproduto no mercado, reduzindo assim a geração de resíduos no cenário industrial, causando ganhos tanto ambientais como econômicos. A escória em estudo é proveniente da redução do minério Cassiterita, encontrada na província pegmatítica de São João Del Rei, MG. Este minério quando de origem pegmatítica possui teores consideráveis de Estanho e Tântalo, além destes elementos, nesta região a Cassiterita apresenta também teor significativo de Enxofre, elemento deletério na aplicação do Tântalo como liga. Este trabalho teve como objetivo analisar a redução no teor de Enxofre da escória rica em Tântalo através do processo de lixiviação ácida, utilizando como agente lixiviante o ácido clorídrico (HCl), com concentração de 5%. Os resultados foram positivos e relevantes. Foi possível reduzir o teor de Enxofre da escória em 60,22%, sem, contudo, remover grande quantidade de Tântalo da mesma (9,28%). Os resultados obtidos abrem espaços para futuras pesquisas visando a viabilização do processo em escala industrial a fim de agregar valor econômico a escória proveniente do beneficiamento da Cassiterita.

Palavras-chave: Escória, Tântalo, Cassiterita, Enxofre, Lixiviação.

.....

This study aims to determine a method of treating a slag with high tantalum content to enhance this by-product in the market, thereby reducing the generation of waste in the industrial scenario, causing both environmental and economic gains. The slag in study comes from the reduction of the ore Cassiterite, found in pegmatitic province of São João Del Rei, MG. This ore when pegmatitic origin has considerable amounts of Tin and tantalum, in addition to these elements, in this region the Cassiterite also presents significant content of Sulfur, harmful element in the implementation of Tantalum as an alloy. This study aimed to analyze the reduction in the sulfur content of the slag rich in tantalum by the acid leaching process using as leaching agent hydrochloric acid (HCl), with a concentration of 5%. The results were positive and remarkable. It was possible to reduce the sulfur content of 60.22% in the slag, without however removing loads of the same tantalum (9.28%). The results open spaces for future research aiming at the viability of the process on an industrial scale in order to add economic value to slag from the processing of Cassiterite.

Keywords: Slag, Tantalum, Cassiterite, Sulfur, Leaching.

1 INTRODUÇÃO

O Tântalo (Ta) é um elemento metálico pertencente aos metais de transição, geralmente, encontrado em forma de sólido metálico. É um metal raro que apresenta somente 1,7 ppm na crosta terrestre, possui um elevado ponto de fusão, excedido somente pelo Tungstênio e pelo Rhênio. Possui uma excelente resistência à corrosão e à intrusão química, além de alta capacidade de condução elétrica. Essas características o tornaram um elemento essencial na indústria de eletro-eletrônicos, na forma de capacitores, muito empregados em telefone celulares, computadores, tela de televisão, câmeras filmadoras e outros equipamentos eletrônicos (RODRIGUES, 2009). Sendo este setor o principal consumidor de Tântalo.

Outras aplicações importantes estão na aviação e no automobilismo, em turbina a gás e equipamentos médicos. Uma característica importante para essas aplicações é a resistência à corrosão. O Tântalo, juntamente com o Nióbio e o Titânio, apresenta grandes afinidades com o Carbono tornando-se estabilizadores de estruturas formando carbetos muito estáveis (RODRIGUES, 2009).

No que se refere às ligas metálicas, por ser muito resistente e exibir elevado ponto de fusão, cerca de 3.800°C, o Carbeto de Tântalo (TaC) é utilizado em ferramentas de corte, furadeiras e máquinas trefiladoras. As ligas especiais são utilizadas em motores a jato, reatores nucleares e equipamentos onde é exigida alta resistência mecânica (SOUZA et al., 2013).

O filme de óxido de Tântalo (Ta₂O₅) é empregado como um material de revestimento anti-reflexo para células solares de silício, devido a sua elevada inércia química, alto índice de refração e um pequeno coeficiente de absorção. Ele também é utilizado em sensores químicos e biológicos por ser sensível à alta variedade de componentes. Na utilização em sensores químicos, destaca-se o sensor de pH e enquanto o sensor biológico destaca-se a detecção de proteínas que se baseia na variação da capacitância dos filmes de óxidos, em que anticorpos ou receptores estão ligados, durante a ligação do antígeno (SULTANOV, 2012 apud SOUZA et al., 2013).

Quanto às reservas deste mineral, segundo Pontes (2014), as reservas mundiais de Tântalo em 2013, eram de aproximadamente 97 mil toneladas de metal contido. Sendo o Brasil e a Austrália os países com as maiores reservas de tântalo do mundo, com 36% e 63% respectivamente, conforme mostra a Tabela 1.

Na região centro-sul do Estado de Minas Gerais encontra-se a Província Pegmatítica de São João Del Rei, que abrange os municípios de Nazareno, São Tiago, Resende Costa, Conceição da Barra de Minas (antiga Cassiterita), São João Del Rei e Coronel Xavier Chaves (PEREIRA et al., 2011). Nesta região, destaca-se a presença de corpos pegmatíticos mineralizados em Estanho (SnO₂) e Tântalo (Ta₂O₅) (TOLEDO, 2002), encontrados nos minérios de Cassiterita, com teores de Óxido de Estanho (SnO₂) que variam de 94,5% a 99%, o Tântalo toma parte nesta estrutura com valores de até 4,4% (PEREIRA et al., 2008). Entretanto, testes feitos com difração de raio-x no Laboratório de Química da LSM BRASIL S.A, MG, determinaram que também há teores expressivos de Enxofre.

A Figura 1 mostra o mapa geológico da Província Pegmatítica de São João Del Rei, em MG, e a distribuição dos principais corpos pegmatíticos explorados na região.

Contudo, o Enxofre é uma impureza maléfica para elementos metálicos, decorrente do fenômeno denominado fragilidade a quente, que diminui as propriedades mecânicas do

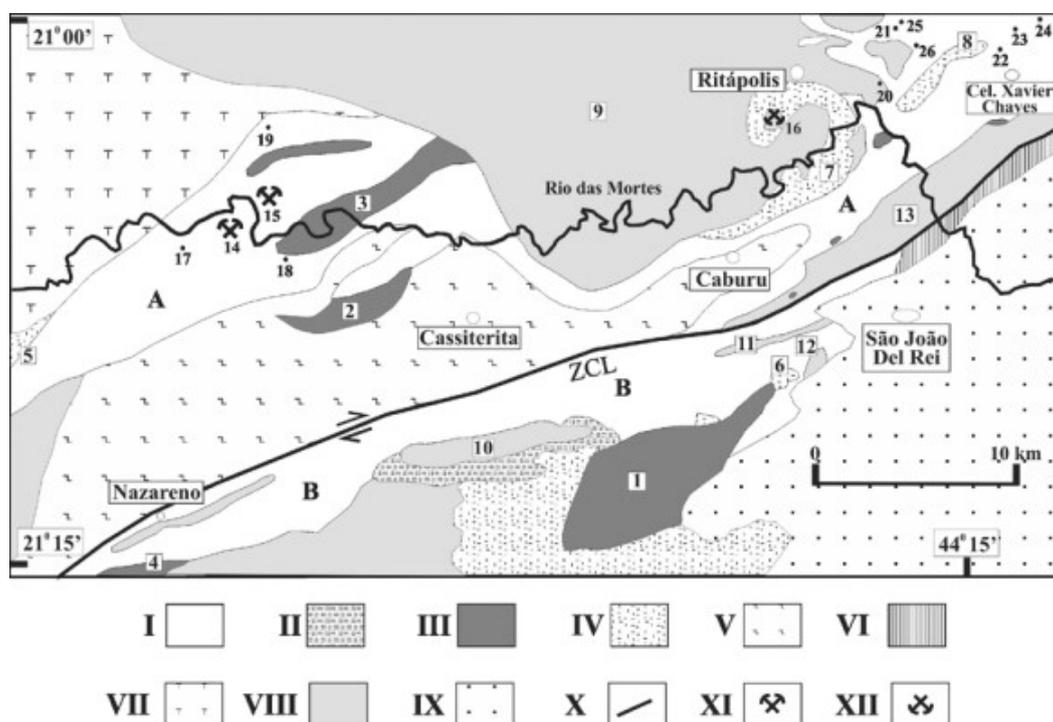


Figura 1 – Mapa geológico da região entre as cidades de Nazareno e Coronel Xavier Chaves mostrando a distribuição dos principais corpos pegmatíticos explorados da Província Pegmatítica de São João del Rei (modificado de [Avila et al. \(2003 apud PEREIRA et al., 2011\)](#)). Legenda: I - Greenstone belts: (A) Rio das Mortes e (B) Nazareno. II - Peridotito-Piroxenito Forro. III - Piroxenitos/gabros (1 a 4). IV - Dioritos/quartzo dioritos (5 a 8). V - Tonalito-Trondhjemitito Cassiterita. VI - Sub-vulcânicas félsicas parcialmente milonitizadas. VII - Trondhjemitito Tabuões. VIII - Granitóides paleoproterozoicos (9 a 13). IX - Rochas metassedimentares proterozóicas: Megassequências São João del Rei (Paleoproterozoico - Estateriano), Carandaí (Mesoproterozoico) e Andrelândia (Neoproterozoico). X - Falha transcorrente. XI - Mina ativa. XII - Mina desativada. ZCL - Zona de Cisalhamento do Linheiro. (1) Gabro São Sebastião da Vitória, (2) Piroxenito-Gabro Manuel Inácio, (3) Gabro Rio dos Peixes, (4) Gabro Rio Grande, (5) Diorito Rio Grande, (6) Quartzo Diorito do Brito, (7) Diorito Brumado, (8) Quartzo Monzodiorito Glória, (9) Granitóide Ritópolis, (10) Granitóide do Lajedo, (11) Granodiorito Brumado de Baixo, (12) Suíte Serrinha (Granodiorito Brumado de Cima e corpos granofíricos), (13) Gnaiss Granítico Fé, (14) Mina do Volta Grande, (15) Mina Minas Brasil, (16) Mina do Paiol, (17) Pegmatito do Fundão, (18) Pegmatito Serra, (19) Pegmatito do Fumal, (20) Pegmatito Olaria, (21) Pegmatito Penedo, (22) Pegmatito Mato Virgem, (23) Pegmatito Sossego, (24) Pegmatito Cascalho Preto, (25) Pegmatito Cavalo do Buraco, (26) Pegmatito Prainha.

Tabela 1 – Reserva e produção mundial de Tântalo. Fonte: *USGS: Mineral Commodity Summaries (2014 apud PONTES, 2014)*. ⁽¹⁾ o total das reservas do Mineral Commodity Summaries (*USGS: MINERAL COMMODITY SUMMARIES, 2014*) foi corrigido com a informação do DNPM; ⁽²⁾ produção em metal contido nas ligas de Ta; ⁽³⁾ reserva lavrável em metal contido somente das empresas em operação. Não inclui o valor das reservas aprovadas pelo DNPM de empresas que não estão em operação; ^(p) preliminar; ^(r) revisado.

Discriminação Países	Reservas ⁽¹⁾ (t)	Produção ⁽²⁾ (t)		
	2013 ^(p)	2012 ^(r)	2013 ^(p)	%
Brasil	36.190⁽³⁾	118	185	29,13
Ruanda	-	150	150	23,62
Congo (Kinshasa)	-	100	110	17,32
Nigéria	-	63	60	9,45
Canadá	-	50	50	7,87
Moçambique	-	39	40	6,30
Burundi	-	33	30	4,73
Etiópia	-	95	10	1,58
Austrália	62000	-	-	-
TOTAL	97.387	648	635	100

material. E essa fragilidade acontece em tratamentos térmicos ou durante a conformação mecânica e se deve à presença de sulfetos que possuem um baixo ponto de fusão (CECHIN, 2009). Esta impureza é nociva à aplicação do Tântalo como liga, sendo, portanto, interessante o emprego de um tratamento para a remoção do Enxofre durante o processo de obtenção do Óxido de Tântalo.

Há de se considerar também que as empresas na busca em atender um mercado cada vez mais exigente e competitivo, elas devem oferecer produtos de alta qualidade e baixo custo de produção. Além da crescente preocupação ambiental, que tem motivado o desenvolvimento de processos capazes de gerar menor volume de resíduos e/ou estudo de processos produtivos capazes de tratar resíduos industriais, que podem ser fontes potenciais de metais, com elevado valor econômico e aplicação tecnológica.

Dentro desse contexto, considerando que a escória resultante do processo de redução da Cassiterita contém alta concentração de Tântalo, cujo elemento é nobre e de elevado valor comercial, mas que também apresenta um teor de Enxofre, que pode inviabilizar a comercialização do mesmo por causar danos aos produtos relacionados ao Tântalo, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de desenvolver um tratamento que reduza o teor de Enxofre em escórias de Cassiterita, de forma que este subproduto tenha maior valor agregado.

Este trabalho teve como objetivo analisar a redução do teor do Enxofre presente em uma escória resultante do beneficiamento da Cassiterita, e rica em Óxido de Tântalo, através do processo de lixiviação ácida, utilizando uma solução de ácido clorídrico (HCl), na concentração de 5%.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A fase experimental deste trabalho baseou nos testes realizados por Chaves (2004) que testou processos de lixiviação em meios ácidos com ácido clorídrico (HCl), nas concentrações 5%, 10%, 15%, 20%, e ácido sulfúrico (H₂SO₄), nas concentrações 10%, 15%, 20%, 40%, a fim de determinar a reatividade dos elementos Estanho, Zircônia, Nióbio e Tântalo presentes em escória. O autor verificou em seus estudos uma maior concentração de Tântalo, em forma de precipitado, nas concentrações de 5% e 10% de HCl.

Com base nos resultados de Chaves (2004), foi proposto no presente trabalho testar somente o HCl, na concentração de 5%. Não foi proposto estudar o H₂SO₄, uma vez que este pode fornecer Enxofre à escória.

2.1 Caracterização química da escória de cassiterita

A escória utilizada neste trabalho foi proveniente do beneficiamento da Cassiterita, oriunda da Província Pegmática de São João del Rei, MG, reduzida com a adição do carvão vegetal. A empresa mineradora é a LSM BRASIL S.A., MG.

Nessa empresa, a amostragem da escória é feita periodicamente por um profissional da LSM BRASIL S.A., MG. A coleta das amostras é realizada através do método de quarteamento.

Para o estudo, foi coletada uma pequena porção da alíquota final amostrada, a qual denominamos de amostra padrão, que foi enviada ao Laboratório de Química da empresa mineradora LSM BRASIL S.A., MG, para análise em difração de raio-x, com a finalidade de caracterizar a composição química da escória. O restante da alíquota, a qual denominamos amostra teste, foi pesada, determinando-se o peso de 80,33g. Esta amostra teste foi utilizada para a realização do processo de lixiviação ácida.

2.2 Caracterização do processo de lixiviação ácida

Através das pesquisas realizadas em bibliografias, determinou-se que a lixiviação ácida para remoção de impurezas causadas pelo Enxofre é ideal, devido à baixa reatividade do Tântalo.

Os testes foram realizados no Laboratório de Química da LSM BRASIL S.A., MG, e os seguintes materiais foram utilizados para o procedimento:

- 80,33g da amostra teste de escória;
- Agente Lixivante - Ácido Clorídrico (HCl), em concentração 5%;
- Vidrarias e equipamentos: Becker, Suporte Universal, Garra para suporte universal, Balão Kitassato, Funil de Buchener, Papel de Filtro Faixa Branca, Anel de Vedação, Cadinho de Porcelana, Agitador de Placas, Bomba de Sucção e Estufa.

Para realizar o processo de lixiviação, foram preparadas 250 ml de uma solução de ácido clorídrico, na concentração de 5%. Em um Becker foi adicionada a amostra de escória e toda a solução ácida preparada (Figura 2(a)), cuja mistura foi agitada a aproximadamente 100 RPM em um agitador de placas, durante 48 horas (Figura 2(b)). A agitação tem como função aumentar a cinética química da reação e simular um ambiente mais próximo do real.

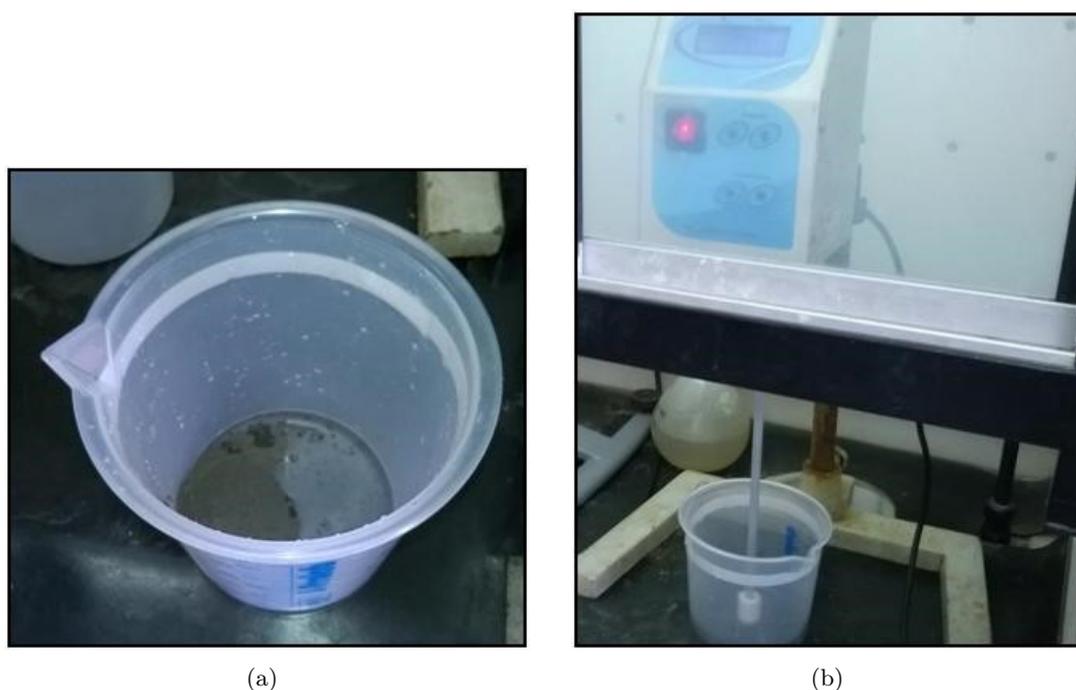


Figura 2 – (a) Amostra teste de escória em contato com a solução de HCl. (b) Amostra teste de escória + solução de HCl no agitador de placas.

Após a agitação, a mistura foi filtrada, utilizando papel de filtro faixa branca de especificações de 25 nanômetros e teor de cinzas de 0,00014. O procedimento ocorreu a vácuo com pressão de -200mmHg.

O material sólido retido no papel de filtro foi colocado em estufa e submetido a uma temperatura de 120°C, por 24 horas. Após esse tempo, foi deixado para esfriar no dessecador, até atingir a temperatura ambiente. Após secagem, este material sólido foi pesado e usado para a realização de ensaio de difração de raio-x, com a finalidade de determinar a quantidade de Enxofre e Tântalo presente na amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra padrão de escória submetida a testes de difração de raio-x apresentou a composição química mostrada na Tabela 2. Observa-se que a escória de Cassiterita tem elevado percentual de óxido de Tântalo, sendo relevante o desenvolvimento de tecnologias capazes de agregar valor a este subproduto na mineração.

Já a amostra teste de escória (de 80,33g), de mesma composição química da amostra padrão (Tabela 2) e que foi submetida ao processo de lixiviação ácida, apresentou um peso de 74,47g, após o referido processo, e, também, apresentou uma percentagem de Tântalo e Enxofre de 26,96% e 1,15%, respectivamente (Tabela 3).

Este resultado mostra que houve redução de Enxofre na escória, o que é desejável, uma vez que esse elemento reduz a qualidade da escória. Por outro lado, houve pouca remoção do Tântalo na escória, o que também é desejável, uma vez que o Tântalo é o elemento que agrega valor a escória.

Tabela 2 – Composição da amostra padrão da escória. Fonte: elaboração própria.

Elemento	% do elemento presente na escória
Óxido de Tântalo (Ta_2O_5)	27,55
Enxofre (S)	2,68
Óxido de nióbio (Nb_2O_5)	4,08
Dióxido de estanho (SnO_2)	6,36
Óxido férrico ou hematita	4,39
Dióxido de silício ou sílica (SiO_2)	15,7
Dióxido de titânio (TiO_2)	1,23

Tabela 3 – Peso da amostra teste de escória antes e após a lixiviação ácida e o percentual de Tântalo (Ta_2O_5) e Enxofre (S) após o processo de lixiviação ácida. Fonte: elaboração própria.

Amostra da escória antes da lixiviação ácida	Amostra da escória após a lixiviação ácida	Ta_2O_5	S
g		%	
80,33	74,47	26,96	1,15

Elaborado pelos autores.

Ao comparar a quantidade, em peso, de Tântalo e Enxofre na amostra de escória sem sofrer lixiviação ácida com a quantidade encontrada na amostra submetida à lixiviação ácida (Tabela 4), verificou-se que a quantidade de Enxofre caiu consideravelmente, passando de 2,15g para 0,86g, uma redução de 60,22%. Já para o Tântalo, que é o elemento de interesse, houve uma redução de apenas 9,28% na amostra.

Tabela 4 – Comparação entre amostra de escória sem sofre lixiviação ácida e a amostra de escória submetida ao processo de lixiviação ácida. Fonte: elaboração própria.

Elemento	Quantidade do elemento na amostra de escória sem lixiviação ácida	Quantidade do elemento na amostra de escória após lixiviação ácida	Redução do elemento na amostra com a lixiviação ácida
	g		%
Enxofre	2,15	0,86	60,22
Tântalo	22,13	20,08	9,28

Elaborada pelos autores.

Os resultados foram considerados satisfatórios em relação à redução dos elementos, mesmo com uma leve diminuição no teor de Tântalo (9,28%). Houve uma expressiva redução no percentual de Enxofre na escória (redução de 60,22%). Isto mostra que a lixiviação ácida como tratamento da escória foi viável no sentido de melhorar a qualidade e agregar valor comercial deste subproduto gerado na mineração da Cassiterita.

Em um mercado mais exigente, as empresas têm a missão de oferecer um produto de melhor qualidade com menor custo. Sendo interessante aperfeiçoar este processo a fim de atender grandes produções. Neste sentido, o aprofundando em pesquisas visando analisar a cinética das reações e a influência da variável tempo no processo de lixiviação são fundamentais.

Considerando uma escala industrial, o fator tempo pode ser um empecilho no processo produtivo da empresa, sendo este um fator extremamente importante a ser pesquisado para avaliar a viabilidade técnica de utilização da lixiviação ácida em grande escala.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho adotou uma metodologia de pesquisa científica acadêmica com o objetivo de separar e analisar o elemento Enxofre de uma escória com alta concentração de Tântalo, proveniente da redução da Cassiterita, visto que o Enxofre é prejudicial na comercialização e utilização do Tântalo.

Houve uma redução considerável de Enxofre e uma baixa interferência na concentração de Tântalo na escória de Cassiterita através do processo de lixiviação ácida com HCl, aumentando a qualidade e o valor agregado deste subproduto.

A grande competitividade do mercado exige que a linha produtiva seja cada vez mais eficiente aproveitando todos os recursos da empresa com produtos de alta qualidade e com menor custo possível. Contudo, para atingir as expectativas industriais é necessário aprofundar em pesquisas que foquem os fatores que aceleram o processo como a cinética das reações e o tempo, visto que estes influenciam na produtividade e na redução dos custos.

5 AGRADECIMENTOS

À LSM BRASIL S.A., de São João Del Rei, MG, empresa do grupo AMG Mineração, pelo apoio logístico para execução deste trabalho.

À professora Gleícia Miranda Paulino pela colaboração na análise e discussão dos resultados.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CECHIN, A. C. S. **Classificação automático de inclusões em aço**. 2009. Disponível em: <http://www.pucrio.br/pibic/relatorio_resumo2009/relatoria/dcmm_materiais/aline_chirstina.pdf>. Acesso em: 23 out. 2014.

CHAVES, P. Ensaio preliminares para reciclagem de escória da indústria do estanho. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2004, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004. p. 1–10.

PEREIRA, R. M. et al. Determinação da gênese da cassiterita com base na sua composição química e inclusões minerais: ocorrências no sul e no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 246–252, 2008.

PEREIRA, R. M. et al. Stocks heiderquartzo-moscovíticos e pegmatíticos na zona de cúpula do granitóide Ritópolis, Região de São João Del Rei, Minas Gerais. In: _____. **Anuário do Instituto de Geociência**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2011. v. 34, n. 2, p. 59–69.

PONTES, E. P. Tântalo. In: _____. **Sumário Mineral**. 1. ed. Brasília: DNPM, 2014. v. 34, p. 112–117.

RODRIGUES, A. F. da S. Tântalo. In: _____. **Mineração de Rochas e Minerais Industriais**. Brasília-DF: Cidade Gráfica e Editora Ltda., 2009. v. 1, cap. 6, p. 493–515.

SOUZA, R. M. F. de et al. Tântalo: Breve histórico, propriedades e aplicações. **Educación química**, México DF, v. 24, n. 3, p. 343–346, 2013.

TOLEDO, C. L. B. **Evolução geológica das rochas máficas e ultramáficas no Greenstone Belt Barbacena, região de Nazareno, MG**. 2002. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/230495909/Provincia-Pegmatitica-de-Sao-Joao-Del-Rei>>. Acesso em: 22 out. 2014.

Estudo das consequências do planejamento do plano de fogo nas etapas subsequentes ao desmonte de rochas

Study of the consequences of blasting planning in the stages following rock blasting

J. C. M. L. Soares^{1,*}; G. M. Paulino²; P. H. Barbosa³; R. P. Lima⁴

¹ Engenheiro de Minas, Autônomo

^{2, 4} Departamento dos Recursos Naturais, Ciências e Tecnologias Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

³ Graduando em Engenharia de Minas, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

*joacarlosmls@gmail.com.br

Resumo

Na mineração, para a extração dos recursos minerais, são necessários um robusto empreendimento que associado à característica do minério como um bem não renovável, faz com que nas diversas operações de sua cadeia produtiva sejam realizadas atividades cada vez mais planejadas. Uma das operações da mineração que pode ser muito bem trabalhada é a que envolve a extração do minério, o chamado desmonte de rochas. Esta operação consiste em explodir o maciço rochoso e reduzi-lo a uma granulometria desejável para se realizar as atividades subsequentes ao desmonte. O objetivo deste trabalho é apontar quais os fatores que ocorreram no planejamento do plano de fogo da mineradora AMG-Mineração, situada em Nazareno/MG, a ponto de melhorar a qualidade do desmonte, e analisar qualitativamente e quantitativamente o impacto desse planejamento nas atividades subsequentes a operação de desmonte de rocha (escavação, carregamento e transporte, uso do rompedor e britagem primária). Foram estudados os dados e tabelas fornecidas pela AMG-Mineração para conhecimento dos principais itens trabalhados que foram: razão de carga, altura do tampão, malha de perfuração (espaçamento e afastamento), sequenciamento das detonações e porte das detonações. Através de análises dos dados e das informações coletadas, observou-se que granulometria do material gerado no desmonte favorece as etapas subsequentes. E, em consequência, ocorre aumento da produtividade nas etapas de escavação, carregamento e transporte, com a redução das horas trabalhadas do rompedor e da elevação da produção da britagem primária em cerca de 20%..

Palavras-chave: plano de fogo, granulometria, desmonte.

.....

For the extraction of mineral resources on mining operations, it is necessary a powerful enterprise, that, associated with the fact that ore is a non-renewable resource, requires the assemblage of increasingly planned activities in all the various operations in its production. One of the mining operations that can be worked on in depth is the one that involves ore extraction, namely the rock blasting operation. This operation consists of exploding the rock mass to a desired particle size for the stages the will follow the blasting of the rock. The aim of this study is to determine which factors took place in in the blasting plan of AMG-Mineração Company, located in Nazareno/MG, as to increase the quality of the blasting; and analyze, both qualitatively and quantitatively, the impact of such planning in the operations following the rock blasting (excavation, loading and transporting, usage of the hydraulic breaker and primary crushing). It was taken into consideration data and charts provided by AMG-Mineração for the evaluation of the main items such as: powder factor, stemming height, spacing and burden, timing and blasting port. Through data analysis, the information provided, it was possible to observe that the particle size of the material is related to the stages that follow the blasting of the rock. And, as a consequence, there is an increase in productivity in the stages of excavation, loading and transporting, in the reduction of the hours that the hydraulic breaker had to operate, and an increase in the production of primary crushing in roughly 20%.

Keywords: blasting plan, particle size, blasting.

1 INTRODUÇÃO

A mineração é um dos principais ramos da economia e de grande utilidade para o desenvolvimento tecnológico e humano. Levando em consideração que, para extração dos recursos minerais, são necessários um robusto empreendimento e elevado investimento, associado à sua característica de recurso não renovável, obrigatoriamente faz com que nos diversos pontos de sua cadeia produtiva sejam realizadas atividades cada vez mais planejadas e eficientes, como nas atividades de perfuração e desmonte de rochas.

O Desmonte de rochas consiste num conjunto de atividades coordenadas cujo objetivo é extrair o bem mineral de interesse e adequá-lo quanto às exigências para ocorrência das etapas posteriores. Tem como sua primeira etapa a perfuração, uma operação que se realiza e tem como finalidade abrir furos com uma distribuição e geometria adequada dentro dos maciços para alojar as cargas de explosivos e acessórios iniciadores (SILVA, 2009).

Assim, para ocorrência dos desmontes é necessária a realização do plano de fogo que reúne e determina vários parâmetros como diâmetro das perfurações, afastamento e espaçamento, inclinação dos furos, altura da bancada, profundidade dos furos, tampão, entre outros. Assim, por meio desse conjunto de parâmetro e procedimentos técnicos realizam-se os desmontes.

Segundo (BRITANITE, 2012), um plano de fogo deve ser simples, mas completo, devido ao risco de erro. Um profundo conhecimento e entendimento dos requisitos de um desmonte são essenciais para a segurança e o sucesso desse plano.

Levando em consideração essas circunstâncias, o problema que se apresenta é que se o material desmontado possuir uma granulometria inadequada ou grande parte do volume desmontado possuir tamanhos elevados ocorrerá uma maior dificuldade de realização das atividades, de modo a provocar a necessidade de retrabalho, elevação das horas de trabalho do rompedor, aumento da probabilidade de obstrução do britador primário, entre outros.

Para Otuonye (1985 apud MONTEIRO, 2013), um dos objetivos mais importantes em qualquer operação de desmonte de rocha são a fragmentação e o lançamento. A necessidade frequente de redução dos custos de mineração exige a avaliação contínua de desmontes em grande escala e em conjunto com o desenvolvimento de índices de medida de fragmentação mais precisos.

A importância deste trabalho é notada por sua contribuição para uma maior compreensão da elaboração do plano de fogo e o quanto a performance das etapas de produção da mineração são interdependentes. Assim, este artigo tem como objetivo geral demonstrar a influência da definição do plano de fogo para uma boa execução do desmonte de rochas e a posterior elevação da produtividade das atividades subsequentes e, para tanto, foi necessário estudar a elaboração do plano de fogo da mineradora AMG-Mineração e averiguar qualitativamente e quantitativamente o desempenho das atividades subsequentes ao desmonte de rocha na mina - escavação, carregamento e transporte, uso do rompedor e a britagem primária após o planejamento ocorrido -, e assim determinar a influência do mesmo.

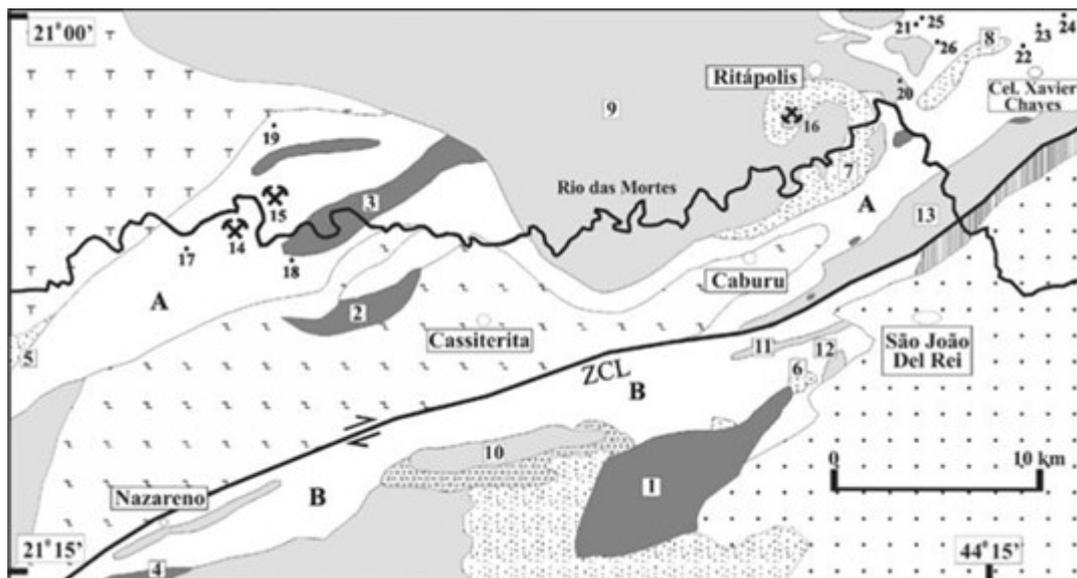


Figura 1 – Mapa geológico regional mostrando a distribuição dos principais corpos pegmatíticos explorados da Província Pegmatítica de São João Del Rei, MG.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho se dá mediante uma parceria com a empresa AMG-Mineração, referência em mineração de Tântalo, que está localizada na região pegmatítica de São João Del Rei - MG (Figura 1) e que abrange os municípios de Nazareno, São Tiago, Resende Costa, Conceição da Barra de Minas (antiga Cassiterita), São João Del Rei e Coronel Xavier Chaves (PEREIRA et al., 2011). Essa, por sua vez, forneceu as informações do seu plano de fogo, entre outras necessárias, com grande auxílio da equipe de mina da empresa e principalmente do Supervisor de Perfuração e Desmonte.

O projeto de pesquisa se deu, inicialmente, pelo contato com os funcionários da empresa AMG-Mineração via e-mail e telefone por meio dos quais forneceram as informações que serão apresentadas no decorrer deste trabalho. Em posse das informações da empresa, deu-se início aos estudos dos parâmetros do plano de fogo para compreensão dos aspectos trabalhados no mesmo pela empresa e as posteriores consequências nas atividades subsequentes. Uma vez que as atividades de perfuração e desmonte são fundamentais no processo produtivo e qualquer atraso ou perda impacta diretamente no plano de produção e, conseqüentemente, o planejamento financeiro da empresa (OPERAÇÃO... , 2014).

Para começo e melhor entendimento do projeto, foram estudados o plano de fogo para ocorrência das detonações e seus respectivos parâmetros como, razão de carga, altura do tampão, acessórios, direção das detonações, face livre, descontinuidades do maciço rochoso, entre outros. E, em seguida, foi realizado um estudo das etapas subsequentes ao desmonte de rochas: escavação, carregamento e transporte, uso de rompedor e britagem primária.

Com maior conhecimento sobre o assunto, a equipe deu início a análise das informações da empresa AMG-Mineração. Como relatado pelo supervisor de perfuração e desmonte, antes de aplicar o planejamento do plano de fogo a empresa apresentava baixa produtividade, e em alguns casos chegava, até mesmo, a faltar minério na planta de

AMG MINERAÇÃO														
PLANO DE FOGO 150649-840														
Dados		Previsto	Real	Produtos	Previsto	Real	DENSIDADE DA EMULSÃO (g/cm ³)			Data/Hora				
Dados		Prof.média	20,00	14,90	2 1/2"x24" (kg)	150,0	150,0	Unid.Móvel: escorpií ▼ escorpií ▼			do Fogo			
Afastamento	4,7	Nº Furos	40	40	2"x24" (kg)	0,0	0,0	Operador: Welton ▼ Welton ▼			Previsto			
Espaçamento	5,3	Vol.Ton	45.867,56	45.654,63	Pentex 227g	23,0	23,0	TemperaturaC°: 28			08/06/2015 - 17:30			
Área m ²	24,91	Densid.:	3,09	3,09	Cordel NPO5(m)	0,0	0,0	Solução L2(m/min): 200,00			Real			
Diâmetro	5,314	C.M.Esp.	456,0	456,0	Exel CA 30m	0,0	0,0	HORA INICIO: 10:15			9/6/15			
Sub-furação	0	R.C kg/m ³	0,895	0,890	Exel CA18m(pg)	23,0	23,0	1º Corte 00:00: 1,31			Nº Fogo			
Inclinação	0	Bancada	20,00	14,90	HTD 17(ms)	0,0	0,0	2º Corte +00:10: 1,24			150649			
Tampão prev.	1,5	Consumo	13.116	12.977	HTD 25 (ms)	20,0	20,0	3º Corte +00:15: 1,18						
Tampão real	1,5				HTD 42 (ms)	0,0	0,0	4º Corte +00:30: 1,15						
COTA	840	Emulsão			Mart.3,2m (pg)	2,0	2,0	5º Corte +01:00: 1,11						
Furo	Comp. Prev.	Comp. Real	Tampão Prev.	Tampão Real	Carga Prev.	Carga Real	Furo	Comp. Prev.	Comp. Real	Tampão Prev.	Tampão Real	Carga Prev.	Carga Real	OBS:
1	20,00	22,20	3,0	3,0	277	277	FALSO							
2	20,00	24,70	3,0	3,0	228	228	FALSO							
3	20,00	22,90	3,0	3,0	227	227	FALSO							
4	20,00	18,50	3,0	3,0	245	245	FALSO							

Figura 2 – Planilha de controle do plano de fogo do pegmatito (minério). Fonte: AMG-MINERAÇÃO (2013).

beneficiamento devido à dificuldade de extraí-lo na cava em função do baixo desempenho dos desmontes. Também foi relatada uma alta relação estéril/minério, de 7,5, o que significa que para a extração de 1 tonelada de minério é necessário retirar quase 7,5 toneladas de estéril. Isso implica que o planejamento deve ser muito bom para poder atender a usina de beneficiamento.

Para realização do planejamento adotou-se um software auxiliar desenvolvido pelo *Orica mining*, chamado ShotPlus e algumas fórmulas e cálculos fornecidos pela literatura. Através desses, foram realizadas algumas simulações de desmontes e determinados valores para alguns parâmetros do plano de fogo, de modo a buscar obter desmontes mais eficientes.

Após essa predeterminação de valores, foi realizando-se os desmontes e através da experiência da equipe ao analisar os desmontes, foi se determinando valores cada vez melhores para elevação da qualidade dos mesmos. Assim, pode se afirmar que estes valores determinados não são definitivos e podem ser continuamente modificados mediante as análises dos desmontes e desempenho das atividades subsequentes.

Os principais parâmetros trabalhados podem ser observados na Figura 2 que mostra planilha de plano de fogo da empresa e as informações das distâncias dos furos, área de perfuração, diâmetro dos furos, subfuração (comprimento perfurado abaixo da base da bancada), inclinação dos furos, cota da bancada, profundidade média dos furos, número de furos, volume estimado do desmonte, densidade da rocha, razão de carga (R.C kg/m³), altura da bancada, consumo de emulsão, quantidade de produtos/acessórios utilizados, características da emulsão (densidade e temperatura), operador do caminhão da emulsão, data e horário da detonação e numeração do desmonte. Como destacado na Figura 2, os principais itens trabalhados foram: malha de perfuração (espaçamento e afastamento), razão de carga (R.C kg/m³), altura do tampão e isso, conseqüentemente, afetou o porte das detonações. Assim, pode-se evitar que o plano de fogo perdesse parte de sua energia nas falhas das rochas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em decorrência do estudo do plano de fogo e determinado quais foram os parâmetros modificados, pode-se averiguar a influência do mesmo nas atividades subsequentes descritas abaixo. Levando em consideração que o planejamento foi realizado no final do primeiro semestre de 2013, pode-se perceber as consequências do mesmo logo no segundo semestre do mesmo ano.

3.1 Porte dos desmontes

A equipe de perfuração e desmonte até então realizava das Segundas as Sexta-feiras desmontes em menores dimensões. Isto implicava em uma parada diária de uma hora na produção da mina para retirada dos equipamentos da área e realização dos desmontes.

Depois do planejamento do plano de fogo, ela começou a realizar apenas duas detonações por semana de portes maiores. Com isso, houve uma disponibilização de três horas a mais na produção dos equipamentos da mina na semana, além de aumentar a segurança dos trabalhadores, tendo um menor número de desmontes semanalmente.

3.2 Desempenho da escavadeira e carregamento e transporte

Devido a melhoria na qualidade do desmonte, foi obtido um material com granulometria mais adequada para o trabalho das escavadeiras, como se pode observar na [Tabela 1](#). Como foi dito anteriormente, o planejamento ocorreu no final do primeiro semestre de 2013 e ainda neste mesmo ano foi possível observar uma elevação efetiva da produtividade das escavadeiras.

Houve um maior índice de enchimento da concha das escavadeiras (devido à adequação/facilidade de trabalho com a granulometria do material gerado) que, consequentemente, permite que se tenha um número menor de pazadas para enchimento da caçamba do caminhão que é carregado mais rapidamente para realizar seu trajeto para planta de beneficiamento ou pilha de estéril.

Vale ressaltar que não foi possível elaborar uma tabela de carregamento e transporte, uma vez que eram diversas frentes de lavra e como a DMT (Distância Média de Transporte) se alterava, os resultados sofreriam alterações também. Contudo, pode-se prever, com a produtividade de escavadeira ([Figura 2](#)), que o carregamento e o transporte também se elevem pois ela depende diretamente do desempenho das escavadeiras.

3.3 Horas trabalhadas do rompedor

Com a elevação da qualidade do desmonte, foi reduzido também o número de matacoes que são grandes blocos gerados e que não foram fragmentados pela detonação, o que impossibilita a entrada do material nos britadores. Assim, necessita-se de uma nova etapa de fragmentação, para redução da granulometria do mesmo e isso se dá com a adoção de equipamento específico para desmontar os matacoes, que são os rompedores.

Pode-se analisar pela [Tabela 2](#) que foram reduzidas as horas trabalhadas do rompedor que, até então, frequentemente extrapolava a meta proposta de trabalho. E pode-se também perceber na mesma tabela que houve uma redução nos gastos com o equipamento em torno de 12% em relação ao semestre anterior devido à queda do número de horas.

Tabela 1 – Produção das escavadeiras 2013. Fonte: *AMG-MINERAÇÃO (2013)*.

Produção das escavadeiras	
Mês	Pergmatito (t/h)
Janeiro	298
Fevereiro	301
Março	295
Abril	303
Mai	330
Junho	342
Julho	343
Agosto	336
Setembro	337
Outubro	384
Novembro	372
Dezembro	403

Tabela 2 – Horas trabalhadas do rompedor x custo de trabalho. Fonte: *AMG-MINERAÇÃO (2013)*.

Acompanhamento mensal do rompedor – 2013				
Mês	Horas trabalhadas	Gasto	Hora mínima	Custo Previsto
Janeiro	659,60	R\$ 163.646,76	400	R\$ 99.240,00
Fevereiro	560,20	R\$ 138.985,62	400	R\$ 99.240,00
Março	470,50	R\$ 116.780,00	400	R\$ 99.240,00
Abril	495,50	R\$ 122.908,70	400	R\$ 99.240,00
Mai	315,60	R\$ 78.300,00	400	R\$ 99.240,00
Junho	253,50	R\$ 62.843,73	400	R\$ 99.240,00
Julho	351,60	R\$ 87.231,96	400	R\$ 99.240,00
Agosto	407,80	R\$ 101.175,18	400	R\$ 99.240,00
Setembro	435,90	R\$ 108.146,79	400	R\$ 99.240,00
Outubro	378,20	R\$ 93.902,71	400	R\$ 99.240,00
Novembro	459,00	R\$ 113.747,38	400	R\$ 99.240,00
Dezembro	370,00	R\$ 91.743,38	400	R\$ 99.240,00



Figura 3 – Vista superior do britador de mandíbulas.

3.4 Desempenho da britagem

A melhor qualidade do desmonte gerou um material com uma faixa granulométrica mais adequada ao britador utilizado na usina de beneficiamento para britagem primária, que é o britador de mandíbulas (Figura 3), juntamente com uma menor probabilidade de parada do equipamento por obstrução. Sendo esta, segundo o Engenheiro de Minas do setor de beneficiamento da AMG-Mineração, a principal causa, até então, de paradas do britador.

Pode-se observar na Tabela 3, qual era o ritmo de produção da britagem primária antes do planejamento do plano de fogo, tendo uma média de 140 t/h. E, após o planejamento ocorrido, pode-se averiguar uma elevação da hora trabalhada, tonelada britada e, conseqüentemente, da tonelada/hora resultando uma média de 169 t/h, aumentando o desempenho da britagem em torno de 20% (Tabela 3).

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível analisar a influência de um bom planejamento do plano de fogo nas atividades subsequentes da mineração, por meio da qual se pode perceber claramente a interdependências das etapas de mineração e promover um maior desempenho das atividades.

Depois da elaboração do novo plano de fogo houve um acréscimo de disponibilidade semanal na produção/utilização dos equipamentos da mina de três horas, um aumento da produtividade da escavadeira e, em consequência, do carregamento e transporte, uma redução de gastos de 12% na utilização do rompedor (horas trabalhadas) e um aumento da produção da britagem primária em cerca de 20%.

A análise realizada neste trabalho serviu para se ter um melhor controle e conheci-

Tabela 3 – Desempenho da britagem primária antes do planejamento.

Acompanhamento mensal do britador primário - 2013				
Mês	Horas trabalhadas	Ton. britada	Ton/hora	Ton. Meta
Janeiro	414,70	46049,00	111,04	150,00
Fevereiro	347,50	40861,00	117,59	150,00
Março	411,10	54308,00	132,10	150,00
Abril	388,20	57185,00	147,31	150,00
Mai	337,80	56469,00	167,17	150,00
Junho	465,80	76596,00	165,44	150,00
Julho	447,20	72232,00	161,52	150,00
Agosto	461,80	78178,00	169,29	150,00
Setembro	436,00	74236,00	170,27	150,00
Outubro	511,90	87967,00	171,81	150,00
Novembro	489,80	82422,00	168,28	150,00
Dezembro	459,40	78860,00	171,66	150,00

mento das variáveis trabalhadas. Observou-se a importância de como um bom planejamento desde o início das etapas da mineração pode findar em um melhor desempenho nas etapas que estão bem à frente. E de como o setor mina pode ajudar o setor usina da empresa e, assim, caminhar para que sejam atingidas e, até ultrapassadas, as metas previstas pela AMG-Mineração.

5 AGRADECIMENTOS

- Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PAPq), por ter proporcionado a execução do projeto de pesquisa;
- À empresa AMG-Mineração pelas informações fornecidas, em especial ao Bruno Pinheiros, Supervisor de Perfuração e Desmonte da empresa e ao Antônio Carlos Soares, Coordenador da Usina de Beneficiamento;
- À UEMG Campus João Monlevade;
- Aos professores e orientadores Gleícia Miranda Paulino e Robson Pereira de Lima.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMG-MINERAÇÃO. **Relatório de produção anual**. Nazareno, Minas Gerais, 2013.
- BRITANITE. **Manual básico de utilização de explosivos**. Quatro Barras (PR), Brasil, 2012.

MONTEIRO, L. C. B. **Importância do planejamento do plano de fogo, na melhoria da qualidade e produtividade do desmante**. 2013. Monografia (Graduação) — Universidade Do Estado De Minas Gerais, João Monlevade, 2013.

OPERAÇÃO dita o ritmo da produção. O uso de softwares especialistas agiliza o planejamento dos desmontes. **Revista Minérios & Minerale**s, p. 16–23, 2014. Disponível em: <http://www.minerios.com.br/Conteudo/Arquivos/Mat\C3%A9rias/MM%20364_SITE%20%282%29.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2015.

PEREIRA, R. M. et al. Stocks heiderquartzo-moscovíticos e pegmatíticos na zona de cúpula do granitóide Ritápolis, Região de São João Del Rei, Minas Gerais. In: _____. **Anuário do Instituto de Geociência**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2011. v. 34, p. 59–69.

SILVA, V. C. **Curso de min 210 – Operações mineiras**. Ouro Preto: Departamento de Engenharia de Minas, 2009. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/antoniorf/55131990desmontederochascomexplosivos/>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

Rigidez locacional e os impactos socioeconômicos e ambientais da Mina de Brucutu no Município de Barão de Cocais-MG

Locational rigidity and the economic, social and environmental impacts of Brucutu's mine in the city of Barão de Cocais-MG

L. O. S. Araújo^{1,*}; C. S. de Moraes^{2,†}

¹ Departamento de Ciências Sociais, Humanas, Letras e Artes, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil
² Engenheira de Minas, Autônoma

*larissasantiago26@gmail.com; †carolsoaresdemoraes@yahoo.com.br

Resumo

A mineração representa atividade de grande importância na economia nacional, sendo apoiada por princípios do direito minerário que refletem a necessidade de extração dos bens minerais num país que objetiva o crescimento econômico e desenvolvimento. Por sua vez, características como a rigidez locacional justificam a geração de impactos ambientais e socioeconômicos por parte da atividade mineira, já que demonstram que o bem mineral deve ser lavrado onde se encontra, e não onde desejam a sociedade e o empreendimento. Isso pode representar um grande problema no caso de municípios próximos, em que um deles recebe a maior parte dos impostos arrecadados, prejudicando o outro. É fácil observar a dificuldade do município que recebe a menor parcela dos impostos para evitar, controlar e corrigir os impactos gerados pela mineração. No caso específico da Mina de Brucutu, nas cidades de São Gonçalo do Rio Abaixo-MG e Barão de Cocais-MG, Brasil, pode-se perceber as diferenças entre os impactos econômicos, sociais e ambientais advindos dessa atividade, o que demonstra uma diferença no tratamento dado pela administração pública aos referidos impactos, como ilustra o artigo a seguir. Além disso, é possível analisar os impactos ambientais causados pelo empreendimento na cidade de Barão de Cocais, relacionando-os ao princípio da rigidez locacional, uma vez que os impactos são absorvidos por Barão de Cocais, contudo, as arrecadações, em virtude deste princípio, pertencem a São Gonçalo do Rio Abaixo.

Palavras-chave: mineração, rigidez locacional, mina de Brucutu.

.....

The mining activity has a great importance in the national economy, being supported by principles of mining rights that reflect the need for extraction of minerals in a country that has as objective the economic growth and development. On the other hand, characteristics such as locational rigidity justify the generation of environmental and socioeconomic impacts arising from the mining activity, as they demonstrate that the mineral should be extracted where it is and not where the society and enterprises want to. This can cause a big problem in the case of municipalities nearby in which one gets the most taxes, harming the others. It is easy to see the difficulty of the municipality that receives the least amount of taxes to prevent, control and correct the mining impacts. In the specific case of Brucutu's mine in São Gonçalo do Rio Abaixo-MG and Barão de Cocais-MG, Brazil, it can be seen the differences between the economic, social and environmental impacts generated, which shows a difference in the treatment given by the government to those impacts, as shown in this following work. Furthermore, it is possible to analyze the environmental impacts caused by mining activity in Barão de Cocais, relating them to the principle of locational rigidity, once the impacts are absorbed by Barão de Cocais, in despite of the revenues, that because of that principle, belongs to São Gonçalo do Rio Abaixo.

Keywords: mining, locational rigidity, Brucutu's mine.

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário de constante crescimento do setor minerário, tanto no Brasil quanto principalmente no estado de Minas Gerais, faz-se importante a análise dos impactos gerados pela atividade mineira, não somente nos municípios onde a mina está localizada, mas também naqueles vizinhos.

A cidade de Barão de Cocais, objeto de estudo deste trabalho, vem sofrendo com os impactos causados pela implantação da Mina de Brucutu, situada na cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo. Desde o início das atividades de instalação da mina, o Município de Barão de Cocais apresentou crescimento desordenado, devido à chegada de diversos trabalhadores, causando impactos ambientais e econômicos diversos. O grande problema, no entanto, estava no fato de que a administração pública de Barão de Cocais precisava, ainda, suprir as necessidades trazidas por este crescimento populacional, não contando com nenhuma arrecadação de impostos oriundos da Mina de Brucutu.

Como visto, o artigo desenvolvido ressalta as cidades de Barão de Cocais e São Gonçalo do Rio Abaixo, vizinhas, e que abrigam, em conjunto, uma das maiores minas de minério de ferro da atualidade: a Mina de Brucutu. São Gonçalo do Rio Abaixo apresenta, hoje, uma das maiores arrecadações da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, devido à produção minerária de Brucutu, o que trouxe crescimento econômico à região. Barão de Cocais, por sua vez, por ser, na época das obras de implantação da mina, a cidade mais bem estruturada, recebeu os trabalhadores e sofreu os impactos desse crescimento populacional acelerado.

O objetivo, portanto, é analisar os pontos negativos e positivos que a concentração dos royalties em poucos municípios pode causar, tendo em vista que, de acordo com o princípio da rigidez locacional, a mina deve ser implantada e lavrada onde a natureza a colocou e não onde os empregadores desejam. Vale ainda, a discussão sobre a concentração desses royalties e os transtornos dos municípios vizinhos, não beneficiados financeiramente, mas que dividem os impactos causados pela atividade minerária em âmbito social, econômico e ambiental.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado por meio de revisão bibliográfica, análise de artigos, livros e reportagens. Por se tratar de um assunto bastante específico, muitas informações foram encontradas em textos locais, entrevistas e até mesmo cartas públicas de empresas situadas nas cidades que são objeto de estudo.

A pesquisa levou em conta termos técnicos e suas especificações, retiradas de conceituadas bibliografias, além de outros trabalhos acadêmicos. Numa etapa seguinte, foi necessário contato direto com pessoas que trabalhavam dentro de órgãos públicos na cidade de Barão de Cocais, para que fossem esclarecidos números e dados locais.

A partir daí, tais dados foram analisados, até que se verificasse sua relação direta com o problema abordado, e de que maneira ela se dava. Foi importante, nesta fase, demonstrar a relevância e a evolução de fatores menores associados ao problema principal, de maneira que os mesmos o comprovassem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para discutir o tema e os problemas apresentados, além de buscar informações e soluções possíveis, elaborou-se um referencial teórico que abrangesse os tópicos a serem analisados.

3.1 Evolução da história da mineração

A evolução da história da mineração no Brasil iniciou-se com o processo de descoberta do país, uma vez que, impulsionados pelo desejo de desbravar e encontrar riquezas minerais, os colonizadores portugueses adentraram pelo litoral. [Germany \(2002\)](#) afirma que os primeiros garimpos ocorreram nas terras que dariam origem aos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, de onde eram retirados metais valiosos como ouro, prata e cobre, além de pedras preciosas como diamantes e esmeraldas. A partir daí, o comércio, o fluxo de pessoas, a construção de estradas e o surgimento de novas cidades foram impulsionados, gerando grande mudança estrutural no que diz respeito à sociedade, arranjo político, diversificação de serviços, desenvolvimento de regiões e até mesmo legislação. Neste cenário, as regiões que concentravam as principais minas foram as que mais cresceram economicamente e, por outro lado, sofreram com os impactos ambientais e socioeconômicos, como foi o caso de Minas Gerais, que chegou a produzir cerca de “dois terços do ouro e boa parte das gemas e diamantes extraídos no Brasil”. ([ALVES, 2008](#), p. 28).

Fatos posteriores, como a criação da Escola de Minas na cidade de Ouro Preto, no ano de 1876 ([ALVES, 2008](#)) e a criação de uma Secretaria de Estado denominada como Ministério dos Negócios de Agricultura, Indústria e Comércio ([SILVA, 1995](#)), seguidas pela origem do Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM (criado em 1934), e do Ministério de Minas e Energia (criado em 1960), de acordo com [Silva \(1995\)](#), demonstraram a crescente exploração da capacidade minerária do país, gerando cada vez mais espaço para a mineração.

Vale lembrar que, tanto na Constituição de 1934, quanto na de 1967, o subsolo seria de propriedade do proprietário do terreno, o que demonstra o caráter utilitarista existente nesta fase da mineração nacional. A mudança ocorreu com a publicação da Constituição de 1988, que “restabeleceu, em parte, as restrições à participação estrangeira na exploração e aproveitamento de recursos minerais” ([BRASIL, 1988](#)) – introduzindo, na legislação mineral, a ideia de protecionismo; além de definir como “bens da União: os recursos minerais, inclusive os do subsolo” ([BRASIL, 1988](#)), assegurando participação nos lucros da exploração aos proprietários, bem como ao Estado, ao Distrito Federal e ao Município. Surge, a partir da Constituição de 1988, ainda, a ideia de Direito Ambiental, que introduzia a sustentabilidade.

De acordo com a nova visão de responsabilidade ambiental e reflexão acerca dos impactos ambientais gerados pela mineração, bem como das medidas preventivas e corretivas a serem adotadas pelos empreendimentos mineiros e administração pública, foram publicados pelo Ministério de Minas e Energia, em 2010, o Plano Nacional de Mineração 2030, o PNM-2030 ([BRASIL, 2011](#)), e o Novo Marco Regulatório da Mineração ([BRASIL, 2013](#)), que apresentam em comum, objetivos de incentivar investimentos no setor e oferecer medidas de fiscalização da atividade.

3.2 Princípios do Direito Minerário

O surgimento e desenvolvimento do termo sustentabilidade no setor minerário trouxe grandes mudanças, aliado à evolução da mineração em termos de legislação, estimulando a necessidade crescente de um Direito Minerário, ou seja, um ramo do Direito que compreende “o estudo de normas e procedimentos destinados a permitir a transformação dos recursos minerais em riqueza e conciliar os direitos e deveres do minerador, do Estado e do superficiário com os princípios do desenvolvimento sustentável”. (FREIRE, 2010, p. 62)

É importante perceber que o Direito Minerário é constituído de princípios ou fundamentos que o direcionam, estando estes quase sempre relacionados a princípios de outras áreas, como é o caso do Direito Ambiental.

3.2.1 Princípio do Desenvolvimento da Mineração no Interesse Nacional

É notável o interesse do Estado no desenvolvimento do setor minerário nacional, o que justifica investimentos e alterações legislativas neste setor. Quanto mais se investe no desenvolvimento da mineração, mais o Estado ganha em arrecadação de impostos e crescimento econômico de pequenas cidades, além do desenvolvimento indireto de setores como construção civil e agricultura, por exemplo.

Nesse contexto, cita Guio:

O setor minerário consiste em atividade essencial ao desenvolvimento econômico, com reflexos no incremento dos benefícios sociais advindos das riquezas obtidas e compartilhadas com a União, mediante o pagamento da Compensação Financeira pela Exploração Minerária, posteriormente repartida, percentualmente, entre os Estados, Distrito Federal e Municípios e utilizada em prol da coletividade. (GUIO, 2012, p. 1)

3.2.2 Princípio do Interesse Público na Transformação das Riquezas Minerais em Benefícios Econômicos e Sociais

Este princípio complementa o anterior, dizendo que, não somente a arrecadação financeira promovida pela venda dos bens minerais extraídos é interesse público, mas também a promoção de benefícios sociais, ou seja, condições que garantam melhor qualidade de vida à população.

De acordo com Guio:

A função social reveste a atividade minerária em nosso país, [...] visto que o setor movimentava a economia de forma significativa, com enorme representatividade nas exportações, na geração de empregos e ainda na comercialização interna de máquinas e equipamentos, engendrando a circulação de riquezas. (GUIO, 2012, p. 1)

3.2.3 Princípio da Utilidade Pública da Mineração

De acordo com o Decreto Lei 3.365/41, em seu artigo 5º, alínea f: “Art. 5º Consideram-se casos de utilidade pública: O aproveitamento industrial das minas e jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica” (BRASIL, 1988).

Esse princípio orienta que a atividade mineira é considerada interesse coletivo por ser essencial ao funcionamento do Estado, já que auxilia a União a transformar os recursos minerais em benefícios econômicos e sociais, que serão convertidos à população de maneira a garantir o desenvolvimento local.

3.2.4 Princípio da Função Social da Propriedade Mineral

Nascido a partir dos princípios da supremacia do interesse público sobre o privado e do princípio da destinação do bem mineral ao uso geral, o princípio da função social da propriedade mineral vem dizer que, mesmo que seja particular, toda propriedade deve atender aos interesses sociais desde sua origem, ou seja, à coletividade. (POVEDA, 2007)

Para cumprir esse princípio, o empreendimento deve, de acordo com o art.47, inc. VII do Código de Mineração, “não dificultar ou impossibilitar, por lavra ambiciosa, o aproveitamento ulterior da jazida” (BRASIL, 1989), de modo a garantir que o bem mineral seja aproveitado racionalmente e destinado ao uso geral da coletividade, sendo, este último, a função social do bem mineral. Isto remete, ainda, ao termo sustentabilidade, uma vez que busca aproveitar de maneira consciente os recursos naturais hoje, para que se possa utilizá-los também futuramente.

Ainda segundo Poveda (2007, p. 52), “para o cumprimento efetivo da função social da propriedade com vocação mineral o empreendedor deverá [...] cumprir com outro princípio fundamental do direito mineral [...] que é a recuperação ou reabilitação da área minerada”. Assim, os impactos econômicos e socioambientais gerados pela atividade devem ser evitados, e, caso não seja possível, devem ser controlados e corrigidos.

3.2.5 Princípio da Recuperação e/ou Reabilitação da Área Degradada

O princípio da recuperação e/ou reabilitação da área degradada diz que toda área ambientalmente impactada pela atividade de mineração deve ser recuperada ou reabilitada quando do fim das operações, de maneira a garantir seu aproveitamento posterior. É importante, no entanto, observar que em áreas impactadas pela mineração torna-se praticamente impossível a recuperação, sendo viável técnica e economicamente a reabilitação, termo “ligado à ideia de uso e ocupação do solo ou a uma relativa produtividade, predefinida de acordo com um projeto de reutilização do local minerado: lazer, residencial, comercial, industrial, dentre outros”. (KOPEZINSKI, 2000 apud POVEDA, 2007, p. 55)

De acordo com o art.19 da Lei n. 7805, de 18/07/1989, “o titular de autorização de pesquisa, de permissão de lavra garimpeira, de concessão de lavra, de licenciamento ou de manifesto de mina responde pelos danos causados ao meio ambiente” (BRASIL, 1989), ou seja, quanto mais a empresa se preocupar em evitar e controlar os impactos gerados, menos terá que se ocupar com a recuperação e/ou reabilitação, já que é sua a responsabilidade pela área degradada.

3.3 A Rigidez Locacional

De acordo com Freire (2010, p. 51), “rigidez locacional significa que o empreendedor não pode escolher livremente o local onde exercer sua atividade produtiva, porque as minas devem ser lavradas onde a natureza as colocou” e isso provém do fato de que determinados bens minerais se formam exclusivamente em determinados locais da crosta terrestre. Tal característica justifica o fato de grande parte das atividades de mineração se localizar fora dos centros urbanos, em cidades pequenas e afastadas, sem condições apropriadas de

suporte ao empreendimento, acrescida do fato de algumas regiões serem mais “ricas” em bens minerais do que outras.

Além disso, a degradação ambiental em áreas de difícil recuperação posterior é outro problema justificado pela rigidez locacional, bem como casos nos quais a mineração pode ser “prejudicial” em âmbito social por estar situada em determinada região, por vezes pequena e pouco desenvolvida, representando uma situação incômoda não só para os investidores, mas também e principalmente para os moradores locais. Nesses casos, os impactos sociais gerados serão tão preocupantes quanto os ambientais, já que a atividade mineira é obrigada a ocorrer não no local onde é melhor para a comunidade, mas sim onde encontram-se os bens minerais.

3.4 Impactos da Mineração nos Municípios Mineiros

Enriquez diz que:

Como uma das mais antigas atividades produtivas exercidas pela humanidade, durante séculos a mineração movimentou e continua movimentando a economia de muitos povos. No entanto, ela também provocou e ainda provoca graves distúrbios ecológicos e sociais nos espaços onde ocorre. (ENRIQUÉZ, 2008, p. 109)

Por se instalarem, geralmente, em cidades pequenas, distantes dos principais centros urbanos e comerciais, os empreendimentos mineiros levam consigo o desenvolvimento, acompanhado, porém, por impactos ambientais, sociais e econômicos. Tais impactos são gerados pela atividade de exploração propriamente dita e pelo crescimento local gerado a partir dela, ou seja, além dos impactos diretos, geralmente ambientais, existem os impactos ocasionados pela dependência da sociedade local com relação ao empreendimento, fator que causa os impactos socioeconômicos. Quanto maior a dependência do município, maiores os problemas causados pelos impactos gerados.

A análise prévia dos impactos é uma maneira eficiente de estudar e antecipar possíveis problemas, buscando a tomada de medidas preventivas que evitem não somente a degradação ambiental, mas também a socioeconômica. Esses estudos prévios devem ser realizados antes do início das atividades de extração e precisam acompanhar toda a vida útil do empreendimento, sendo alterados e atualizados quando necessário. Para casos em que não seja possível evitar a geração de impactos, os planos de estudo devem contemplar medidas de correção e amenização dos problemas, sempre estudados em momento anterior ao início da exploração mineira, garantindo eficiência na recuperação que se busca promover.

3.4.1 Impactos Ambientais e a Rigidez Locacional nos Municípios Mineiros

De acordo com Ferreira e Monteiro (2012, p. 12), “a atividade minerária [...] causa impactos ambientais (visíveis e não visíveis) que atingem o meio biótico, com reflexos aos meios físico e antrópico, uma vez que todos os elementos do ambiente estão interligados e são dependentes entre si”. Ou seja, é impossível minerar sem que haja geração de impactos ambientais, já que os bens minerais são extraídos do solo, causando a retirada parcial ou completa da fauna e flora locais, além de atingir os cursos d’água, que poderão ser alterados ou contaminados.

A já comentada rigidez locacional justifica tais impactos ambientais e, ainda, os possíveis problemas para recuperação em áreas de difícil acesso ou Áreas de Preservação

Permanente. Há casos em que os impactos ambientais poderiam ser reduzidos se a extração ocorresse em outros locais.

No caso específico dos municípios de Barão de Cocais e São Gonçalo do Rio Abaixo, pode-se perceber tal fato: como detém a maior parte dos impostos arrecadados (a CFEM arrecadada por São Gonçalo do Rio Abaixo é cerca de cinco vezes maior em quantia do que aquela arrecadada por Barão de Cocais, como demonstrado mais adiante na [Figura 1](#)), a administração pública de São Gonçalo do Rio Abaixo possui melhores condições para controlar os impactos gerados pela mineração, o que, no entanto, não se pode perceber com a mesma facilidade em Barão de Cocais. Além disso, a construção de obras de apoio para a Mina de Brucutu, próximas ao município de Barão de Cocais, cria impactos ambientais muito significativos, prejudicando a população local. Podem ser citados, nesse cenário, a interferência humana na fauna e flora locais, a alteração de relevo, a supressão de mata nativa, além da contaminação de cursos d'água, impactos comuns causados pela mineração.

3.4.2 Impactos Sociais nos Municípios Mineiros

Além dos impactos ambientais, a mineração pode acarretar vários impactos sociais, positivos ou negativos. Neste contexto, citam Ferreira e Monteiro:

A atividade minerária, embora essencial para o crescimento econômico, possui inerente à sua natureza causar impactos negativos socioambientais e, caso a visão do seu exercício seja exclusivamente utilitarista, a probabilidade de danos [...] aumenta consideravelmente, bem como os seus efeitos locais e globais. (FERREIRA; MONTEIRO, 2012, p. 15)

Por serem as empresas mineradoras obrigadas, na maioria das vezes, a se instalarem em cidades pequenas e sem oferta de mão de obra ou infraestrutura e suprimentos necessários, um dos impactos negativos gerados é o grande número de pessoas e empresas menores, vindas de outras regiões. Isso pode causar aumento de índices de criminalidade, aumento no trânsito e no número de pessoas dependentes dos serviços básicos de saúde e educação, além do perigo pela ocupação de áreas marginalizadas e de risco, devido à falta de locais e planejamento adequados.

Por outro lado, o aumento de investimentos e recolhimento de impostos na cidade pode, no caso de um bom planejamento por parte da administração pública, ser um grande atrativo a instituições de ensino e capacitação, caracterizando investimento na mão de obra local. Assim, percebe-se a importância, mais uma vez, dos estudos prévios, planejamento e gerenciamento dos impactos causados, já que os mesmos podem ser minimizados e até mesmo revertidos, quando bem “aproveitados”.

Os maiores impactos sociais causados pela mineração, no entanto, são percebidos a partir do fechamento da mina, ou seja, da paralisação das atividades da empresa e do fim do recolhimento de impostos, que alimentavam, ainda, o comércio, as instituições e associações locais. Neste cenário, cita [Enriquez \(2008\)](#) a respeito das chamadas “maldição dos recursos” e “doença holandesa”, que demonstram como a presença privilegiada de recursos minerais em determinada região pode prejudicar seu desenvolvimento, não somente por promover a desvalorização dos outros setores da economia local, mas também por incitar a dependência financeira da região.

3.4.3 Impactos Econômicos nos Municípios Mineiros

Além dos impactos ambientais e sociais, os impactos econômicos apresentam grande influência na região do empreendimento minerário. Se o Município se torna socialmente dependente do empreendimento, financeiramente a situação pode ser ainda mais grave no caso da falta de planejamento por parte da empresa mineradora e da administração pública, no que diz respeito a fontes alternativas de renda que não se relacionem diretamente com a mineração. É importante, portanto, que o município seja o mínimo possível dependente do empreendimento, de maneira que, ao fim de suas atividades, a saúde financeira da região seja ao menos estável.

Neste contexto, vale observar o que cita Ludolf:

As localidades mineradoras [...] são polos de atração de população por conta da disponibilidade de empregos e da ampliação das possibilidades de crescimento econômico em setores afins [...]. Para garantir a realização desse crescimento e que a prosperidade do Município se prolongue para além do ciclo exploratório da mineração, a participação do governo se torna peça chave nesse jogo. (LUDOLF, 2011, p. 68)

Os aspectos positivos trazidos podem ser resumidos na geração de novos empregos, melhoria no comércio regional, aumento de investimentos e recolhimento de impostos, surgimento de pequenas empresas prestadoras de serviço, além de crescimento e desenvolvimento econômicos para a cidade e região. Por outro lado, a dependência financeira local em relação ao empreendimento mineiro, traduz o principal impacto econômico. Vale observar que “muitos dos Municípios do Brasil têm como principal fonte de arrecadação a CFEM, não que seja o mecanismo mais eficiente na gestão ambiental, mas colabora de modo decisivo no desenvolvimento dessas localidades” (LUDOLF, 2011, p. 73); ou seja, muitos municípios encontram-se quase em situação total de dependência do empreendimento mineiro, o que ressalta a relevância do estudo anterior que preveja e evite ou minimize os impactos econômicos e socioambientais, propondo ainda medidas corretivas. No caso de Barão de Cocais, a situação é ainda pior, já que o município não recebe os impostos provenientes da Mina de Brucutu, sofrendo, no entanto, os impactos gerados.

3.5 Principal Imposto Arrecadado pelos Municípios Mineiros

A CFEM é um dos maiores impostos provenientes da mineração, responsável por, em muitos casos, mudar a vida econômica, social e ambiental dos municípios onde a mineração se encontra instalada. Deste imposto, a maior parte, cerca de 65% da arrecadação, é destinada ao município, ficando seu gasto restrito, impedido para pagamento de dívidas ou gastos com quadro de pessoal, por exemplo; ou seja, o dinheiro proveniente da CFEM para o município hospedeiro do empreendimento mineiro deve ser investido na comunidade local, convertido em melhorias na infraestrutura, na preservação do meio ambiente, na saúde e educação, de acordo com o que dizem os Estudos Técnicos da Confederação Nacional dos Municípios. (CNM, 2012)

Para os municípios, o recolhimento de impostos como a CFEM é de grande valia e pode financiar a minimização e correção dos impactos gerados pela atividade mineradora. O problema está, no entanto, no caso dos municípios vizinhos, aqueles que, mesmo não abrigando territorialmente os empreendimentos mineiros, sofrem com os problemas trazidos pela mina, sejam eles ambientais, sociais ou econômicos. Por beneficiar somente o município que abriga a mina explorada, impostos como a CFEM podem causar

		Ano :	2013
		Arrecadação por :	Município
		Ordenação por :	Recolhimento
		Região :	Sudeste

Maiores Arrecadadores				
Arrecadador (Município)	Valor			
	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM	
1	NOVA LIMA - MG	7.200.936.197,89	198.600.233,31	2,75%
2	ITABIRA - MG	6.390.724.607,17	163.191.816,68	2,55%
3	MARIANA - MG	5.181.555.065,01	112.058.719,19	2,16%
4	SÃO GONÇALO DO RIO ABAIXO - MG	4.798.030.060,98	103.241.465,36	2,15%
5	ITABIRITO - MG	3.618.083.501,87	94.423.515,97	2,60%
6	BRUMADINHO - MG	2.848.264.769,78	62.824.381,30	2,20%
7	CONGONHAS - MG	2.610.335.580,50	48.665.793,33	1,86%
8	OURO PRETO - MG	1.377.002.938,84	31.907.538,54	2,31%
9	BARÃO DE COCAIS - MG	896.628.666,54	21.071.755,90	2,35%
10	SANTA BÁRBARA - MG	805.408.659,16	15.864.347,45	1,96%
11	PARACATU - MG	1.434.844.813,82	15.165.363,07	1,05%
12	SABARÁ - MG	815.222.674,39	9.522.790,71	1,16%
13	ARAXÁ - MG	461.789.496,46	9.218.211,82	1,99%
14	ITATIUAÇU - MG	607.893.941,27	8.523.332,17	1,40%
15	SARZEDO - MG	508.990.137,06	8.408.328,09	1,65%
16	MATEUS LEME - MG	566.702.769,57	7.170.972,56	1,26%
17	TAPIRA - MG	297.080.220,28	5.978.157,82	2,01%
18	RIO PIRACICABA - MG	240.660.515,35	5.403.350,46	2,24%
19	CATAS ALTAS - MG	314.079.072,27	5.155.366,06	1,64%
20	BELO VALE - MG	274.308.015,15	5.144.152,66	1,87%
21	IGARAPÉ - MG	215.302.787,24	3.463.419,35	1,60%

Figura 1 – Arrecadação da CFEM nos Municípios em Minas Gerais. (Fonte: IBGE (2013))

uma extrema concentração de royalties, ou seja, muito dinheiro acumulado em poucos municípios beneficiados.

No ano de 2013, a cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo, de acordo com a [Figura 1](#), encontrava-se como o quarto município de maior arrecadação no estado de Minas Gerais, devido à extração de minério de ferro da Mina de Brucutu. Por sua vez, Barão de Cocais, que na época era o nono município mineiro em arrecadação, recebia praticamente a quinta parte do valor destinado a São Gonçalo do Rio Abaixo - lembrando que esse valor arrecadado por Barão de Cocais era devido a outras minas menores que se localizavam na cidade, já que a Mina de Brucutu não gerava impostos para Barão de Cocais.

Devido a situações como esta, encontra-se em discussão no Parlamento Federal Brasileiro o Projeto de Lei PL 5807/2013, conhecido como Novo Marco Legal da Mineração, que altera o atual Código Mineral, Decreto-lei nº 227/1967, e, dentre os demais objetivos, propõe uma nova forma de cálculo e cobrança dos royalties da exploração mineral, aumentando a participação do Estado nos resultados econômicos gerados pela mineração: A CFEM passaria a incidir sobre a receita bruta das empresas mineradoras com alíquotas de até 4%, e não mais entre 1% e 3%. ([MALERBA; MILANEZ; WANDERLEY, 2012](#)).

Com este aumento na arrecadação, seria interessante a criação de um fundo nacional para auxílio aos demais municípios impactados pelas atividades mineiras, além daqueles que as abrigam territorialmente. Neste contexto, citam Malerba, Milanez e Wanderley:

Enquanto a definição de pagamento dos royalties do petróleo reconhece que os municípios vizinhos também são impactados (pela poluição, pelo transporte, pelo aumento da população etc.), o mesmo não ocorre no caso da mineração, que limita o pagamento aos municípios onde se encontra a lavra. [...] Existe uma forte concentração da CFEM em alguns poucos municípios. ([MALERBA; MILANEZ; WANDERLEY, 2012](#), p. 70)

Tal fundo serviria para apoiar os municípios vizinhos, impactados e afetados negativamente pela mineração, minimizando os efeitos causados e incentivando o desenvolvimento

de outras atividades que sirvam de suporte quando do fim das atividades mineiras na região, tornando tais municípios menos dependentes. Assim, o montante recolhido em royalties seria dividido também entre os municípios impactados pelas produções minerárias, e não mais somente entre aqueles que abrigarem territorialmente os empreendimentos. Isto ajudaria os tais municípios vizinhos, que, como no caso de Barão de Cocais, recebem os impactos gerados pela Mina de Brucutu, mesmo não tendo a mina dentro do seu espaço territorial.

3.6 História da Mineração na Cidade de Barão de Cocais

Barão de Cocais é um município mineiro, localizado no Quadrilátero Ferrífero e que possui, em seu território e arredores, várias minas de ouro e ferro. A exploração destas reservas proporcionou à região grande desenvolvimento da capacidade produtiva, melhorias na infraestrutura local e crescimento econômico, além de crescimento urbano, sendo este último explicado tanto pelo fator atrativo das atividades mineradoras, quanto pela descentralização do crescimento populacional do Estado em direção aos municípios. (ALVES; DINIZ, 2008)

Nas Figuras 2 e 3, abaixo, pode-se observar o crescimento econômico de Barão de Cocais e sua relação com a produção mineral.

Nos limites territoriais da cidade encontra-se a Mina de Gongo Soco, indicada abaixo na Figura 4, descoberta em 1967, ano em que foram avaliadas as reservas de minério de ferro na região [...] pela então São Carlos Minérios. Em 1989, os direitos minerais desta mina foram adquiridos pela empresa Mineração Socoimex Ltda., e, em seguida, foram iniciadas as atividades de lavra juntamente às instalações de britagem e peneiramento do minério de ferro. A Vale S.A. adquiriu a Mina de Gongo Soco do Grupo Santa Inês/Mineração Socoimex em 2001 e, então foram paralisadas as pesquisas para ouro com foco na exploração de minério de ferro. (INNOCENTINI, 2003 apud NETO, 2008)

Até hoje, a Mina de Gongo Soco é a principal mina que contribui para o crescimento econômico de Barão de Cocais, cidade que recebe, no entanto, impactos de outras minas localizadas fora do seu território geográfico, tais como a própria Mina de Brucutu, situada em São Gonçalo do Rio Abaixo, além das minas de ouro Córrego do Sítio I e II.

Filtros				
Ano :	2006			
Arrecadação por :	Município			
Ordenação por :	Recolhimento			
Região :	Sudeste			
Estado :	Minas Gerais			
Município :	BARÃO DE COCAIS			

Maiores Arrecadadores				
Arrecadador (Município)		Valor		
		Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1	BARÃO DE COCAIS - MG	476.150.349,86	7.932.750,32	1,66%
Total		476.150.349,86	7.932.750,32	1,67%

Figura 2 – Arrecadação da CFEM no Município de Barão de Cocais em 2006. (Fonte: DNPM (2013))

Ano :	2013
Arrecadação por :	Município
Ordenação por :	Recolhimento
Região :	Sudeste
Estado :	Minas Gerais
Município :	BARÃO DE COCAIS

Maiores Arrecadadores			
Arrecadador (Município)	Valor		
	Operação	Recolhimento CFEM	% Recolhimento CFEM
1 BARÃO DE COCAIS - MG	896.628.666,54	21.071.755,90	2,35%
Total	896.628.666,54	21.071.755,90	2,35%

Figura 3 – Arrecadação da CFEM no Município de Barão de Cocais em 2013. (Fonte: DNPM (2013))

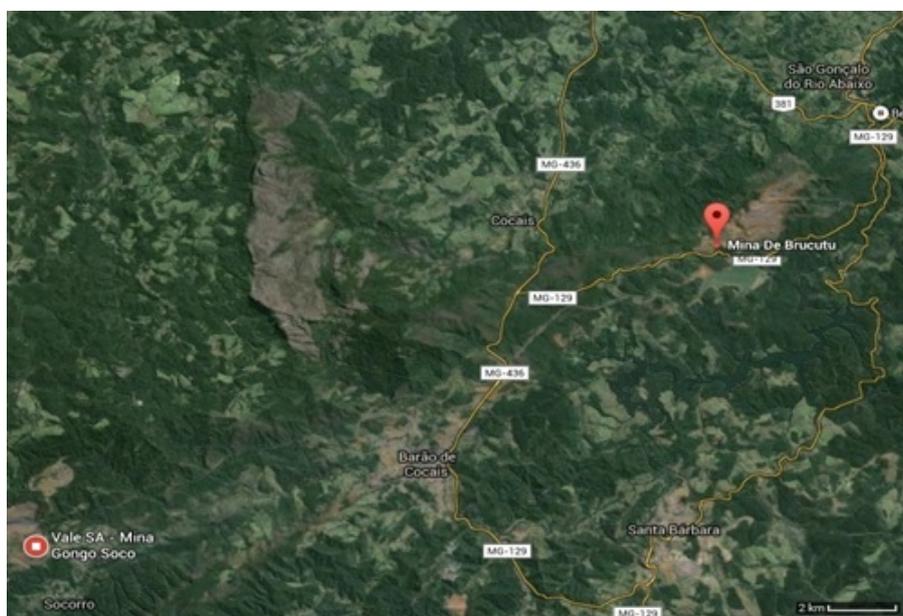


Figura 4 – Mapa das cidades de São Gonçalo do Rio Abaixo e Barão de Cocais. (Fonte: Google Maps (2015))

3.7 Mina de Brucutu

De acordo com informações adquiridas na compensação ambiental da Mina de Brucutu, GCA/DIAP N° 231/2013, este empreendimento está localizado no Município de São Gonçalo do Rio Abaixo, na bacia do Rio Doce, sub-bacia do Rio Piracicaba, e é uma mina de lavra a céu aberto. Os principais minerais processados até o momento são a hematita, com o teor de 62,73% de ferro, e o minério itabirítico, com 48,61% de ferro. As reservas lavráveis de Brucutu somam 609,6 Mt de minério de ferro por ano, e serão movimentadas em média 32 Mt, com capacidade para até 40 Mt, gerando dois produtos: 8 Mt de hematita (finos) e 25 Mt de itabirito. A vida útil projetada para o empreendimento é de 16 anos.

A Mina de Brucutu foi um grande projeto implantado na pequena cidade de São Gonçalo do Rio Abaixo, município pouco desenvolvido e sem infraestrutura, porém que concentrava uma das maiores reservas de minério de ferro do Brasil.

3.8 Impactos Causados pela Mina de Brucutu na Cidade de Barão de Cocais

A cidade de Barão de Cocais sofreu diretamente os impactos gerados pela implementação da Mina de Brucutu, mesmo sem abrigá-la territorialmente, como já citado anteriormente.

Entre os efeitos sociais causados, o crescimento desordenado da cidade devido à chegada de trabalhadores de empresas terceirizadas modificou o cotidiano da cidade, que precisou se adaptar ao crescente fluxo de pessoas, ao aumento do custo de vida nos setores imobiliário e alimentício, bem como ao aumento de índices de criminalidade, superlotação de bancos, hospitais e demais serviços públicos. A chegada de cerca de 7.000 (sete mil) novos habitantes, devido às atividades da Mina de Brucutu (ALVES; DINIZ, 2008), trouxe novas realidades ao município de Barão de Cocais, conforme dados da Polícia Militar local (2006), e houve um aumento considerável das ocorrências policiais, bem como do fluxo de veículos, causando engarrafamentos e prejudicando o trânsito da cidade.

Por outro lado, de acordo com dados do Censo Demográfico de 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a taxa anual de crescimento da população urbana de Barão de Cocais foi de 1,22%, entre os anos de 2001 e 2010. Acompanhando este inchaço populacional, houve uma significativa redução da taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade, de 9,3%, em 2000, para 4,7%, em 2010, o que significa melhorias na educação do município, trazidas pelo aumento de investimentos na qualidade do setor, levando, ainda, a um aumento do Índice de Desenvolvimento Humano do Município, o IDH, que passou de 0,613, no ano 2000, para 0,722, no ano de 2010.

Levando em conta o crescimento econômico, cita Alves e Diniz:

Barão de Cocais apresentou um grande crescimento econômico nos últimos anos. [...] O Produto Interno Bruto (PIB) cresceu 170%, saltando de 59 milhões, em 1996, para 162 milhões, em 2002. O PIB per capita cresceu 161%, passando de R\$2650,00 para R\$6.920,00, no mesmo período. Barão de Cocais obteve [...] um dos maiores crescimentos econômicos de Minas Gerais. (ALVES; DINIZ, 2008, p. 86)

Na parte ambiental, Barão de Cocais vem sofrendo os impactos da construção da Barragem Norte da Mina de Brucutu, que receberá o rejeito gerado pela usina da Mina de Brucutu e está sendo construída dentro do território da cidade, na comunidade denominada Brumadinho, causando desapropriações e transferências de antigos moradores locais.

A Barragem Norte terá 94% de sua área construída dentro do território de Barão de Cocais, devendo cobrir uma área de 850 hectares de Mata Atlântica e afetar espécies da região (CIDADEMAIS, 2008). De acordo com o Parecer Único SUPRAM N° 007/2013, a Barragem Norte terá capacidade de conter cerca de 307 milhões de m³ de rejeitos, considerando a otimização da disposição na Barragem Sul, atualmente utilizada. O reservatório final da Barragem Norte ocupará parte das sub-bacias hidrográficas dos córregos Laranjeiras, Torto/Brumadinho e Tamanduá, afluentes do Rio Una, afluente do Rio Santa Bárbara, totalizando aproximadamente 360 ha de área diretamente afetada.

Apesar dos impactos gerados inicialmente, tais como desvio de cursos d'água e supressão de vegetação, as obras da barragem são necessárias já que, sem ela, a mina não poderá dar continuidade às suas operações, prejudicando não somente o município de São Gonçalo do Rio Abaixo, mas todo o país. É importante, no entanto, atentar para o fato de que uma obra como esta pode trazer, além dos impactos iniciais, seríssimos problemas ambientais e sociais no caso de um possível rompimento, devastando completamente a fauna e flora locais e ameaçando completamente os cursos d'água e as vidas dos moradores da região.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho, os municípios de São Gonçalo do Rio Abaixo e Barão de Cocais, situados em Minas Gerais, foram estudados devido à exploração mineral presente e as transformações trazidas por ela, exemplificadas pelo aquecimento econômico e transtornos socioambientais. O principal empreendimento mineiro existente na região, a Mina de Brucutu, impactou de maneira positiva e negativa as duas cidades, gerando, no entanto, arrecadação de impostos somente para São Gonçalo do Rio Abaixo, único município que abriga territorialmente a mina.

A pesquisa desenvolvida trouxe a percepção da importância da arrecadação de impostos como a CFEM para os municípios que abrigam empreendimentos minerários e sentem os impactos gerados por essa atividade, como foi o caso de São Gonçalo do Rio Abaixo. É importante perceber, ainda, que os mesmos impactos acometem também aqueles municípios vizinhos, que, caso não abriguem territorialmente o empreendimento mineiro, não recolherão os impostos pertinentes.

Desta forma, algumas cidades podem se encontrar em situação de necessidade de controle, minimização ou correção de problemas provenientes dos impactos gerados pela mineração, sem, no entanto, receber os benefícios gerados por esta mesma atividade, como é o caso de Barão de Cocais. Este município recebeu os impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela Mina de Brucutu, porém sem arrecadação de impostos como a CFEM, que, neste estudo de caso, contemplou somente São Gonçalo do Rio Abaixo.

A solução proposta neste trabalho abrange um projeto de lei que já está sendo analisado, dentro do Novo Marco Legal da Mineração, e trata de uma maior arrecadação da CFEM, o que possibilitaria a criação de um fundo nacional para contemplar aqueles municípios vizinhos que, apesar de não abrigarem territorialmente os empreendimentos mineiros, sofrem os impactos causados. Tal mudança pode ajudar esses municípios vizinhos a melhorar sua infraestrutura, realizando projetos para controle e minimização dos impactos oriundos da extração mineral. É preciso, no entanto, um planejamento eficiente e que vise, além do desenvolvimento local, o incentivo a outras atividades, tornando a região menos dependente exclusivamente da atividade minerária.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. N. Histórico e importância da mineração no estado. **Revista do**

Legislativo, Itaúna, n. 41, p. 28–32, jan/dez 2008. Disponível em: <<http://dspace.almg.gov.br/xmlui/bitstream/handle/11037/1589/1589.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 30 out. 2013.

ALVES, M. A.; DINIZ, A. M. A. O zoneamento morfológico funcional das cidades médias mineiras: o exemplo de barão de cocais. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, p. 79–91, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n2/a05v20n2.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2013.

BRASIL. Lei n. 7.805, de 18 de julho de 1989. Informações da Legislação. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 20 jun. 1989. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=14>>. Acesso em: 02 nov. 2013.

BRASIL. Projeto de Lei 5.807, de 24 de junho de 2013. Dispõe sobre a atividade de mineração, cria o Conselho Nacional de Política Mineral e a Agência Nacional de mineração – ANM, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 jun. 2013. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=075603D76D6F37A7D36A4690A1377E9B.node1?codteor=1101998&filename=Avulso+-PL+5807/2013>. Acesso em: 30 out. 2013.

BRASIL. Confederação Nacional de Municípios. Entenda a CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais). **Estudos Técnicos**, Brasília, v. 5, p. 179–188, 2012. Disponível em: <<http://www.cnm.org.br/portal/dmdocuments/ET%20Vol%205%20-%2014.%20Entenda%20a%20CFEM.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2013.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 out. 1988. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao/Constituicoes_Brasileiras/constituicao1988.html/ConstituicaoTextoAtualizado_EC84.pdf>. Acesso em: 31 out. 2013.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Arrecadações da CFEM em Barão de Cocais e São Gonçalo do Rio Abaixo**. 2013. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/cfem/maiores_arrecadadores.aspx>. Acesso em: 31 out. 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano nacional de mineração 2030 - pnm 2030. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732821/Book_PNM_2030_2.pdf/f7cc76c1-2d3b-4490-9d45-d725801c3522>. Acesso em: 30 out 2013.

ENRIQUÉZ, M. A. R. da S. **Maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. Brasília: Signus, 2008.

FERREIRA, A. B. de B.; MONTEIRO, F. X. Uma análise em busca da compatibilização da atividade minerária e o equilíbrio socioambiental a partir do plano nacional de mineração 2030. In: CONGRESSO NACIONAL DO CONPEDI/UFF, 21., 2012, Niteroi. **Direito Ambiental 2**. [S.l.], 2012. p. 138–164.

FREIRE, W. **Código de mineração anotado**. 5 ed. rev., atual. e ampl. Belo Horizonte: Mandamentos, 2010.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Infográficos: Dados gerais do Município Barão de Cocais**. 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=310540>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

GERMANY, D. J. **A mineração no Brasil. Relatório Final**. Rio de Janeiro: CTMineral - Secretaria Técnica do Fundo Setorial Mineral - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Ciência, Tecnologia e Inovação, 2002. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/a-finep/fontes-de-orcamento/fundos-setoriais/ct-mineral/a-mineracao-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2013.

GOOGLE MAPS. 2015.

GUIO, L. B. A função social da atividade minerária. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 17, n. 3136, 1 fev. 2012. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/20998>>. Acesso em: 1 nov. 2013.

LUDOLF, R. O. **O mapa da mina: o tesouro e a sociedade**. 2011. 115 f. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Urbano) — Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Salvador, Salvador, 2011. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/rafaludolf/o-mapa-da-mina-o-impacto-social-da-mineracao>>. Acesso em: 03 nov. 2013.

MALERBA, J.; MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. **Novo Marco Legal da Mineração no Brasil: Para quê? para quem?** 1. ed. Rio de Janeiro: Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional - Fase, 2012. Disponível em: <<http://fase.org.br/wp-content/uploads/2012/09/Novo+Marco+Legal+da+Mineracao+no+Brasil+-+FASE.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

MINERADORA afirma que impactos serão minimizados. **CidadeMais**, João Monlevade, 10 jun. 2008. Disponível em: <<http://www.cidademais.com.br/noticias/?id=20550>>. Acesso em: 26 out. 2013.

NETO, S. E. **Avaliação mínero-geoambiental da mina de Gongo Soco para fins de descomissionamento - Propostas**. 2008. 202 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Geotécnica) — Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: <http://www.nugeo.ufop.br/joomla/attachments/article/11/paginasarquivos_16_95.pdf>. Acesso em: 01 set. 2013.

POVEDA, E. P. **A eficácia legal na desativação de empreendimentos minerários**. 1. ed. São Paulo: Signus Editora, 2007.

SILVA, O. P. da. A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 77–86, jan/dez. 1995. Disponível em: <<http://www.igc.ufmg.br/portaldeperiodicos/index.php/geonomos/article/view/217/196>>. Acesso em: 30 out. 2013.

Os desafios de educar em valores na atualidade

Challenges of the education in values at present

T. E. D. Ferreira*

Departamento de Ciências Sociais, Humanas, Letras e Artes, Universidade do Estado de Minas Gerais, João Monlevade - MG, Brasil

*telmaellen@hotmail.com

Resumo

Todas as sociedades, ao longo da história, preocuparam-se em transmitir às gerações mais jovens os valores locais, aqueles considerados significativos para a manutenção da sua cultura e para a preservação da sua própria espécie. Assim sendo, podemos afirmar que os valores são, em primeiro momento, uma herança cultural. Atualmente, a ideia predominante é que as instituições escolares têm como encargo social formar as novas gerações e preparar os adultos para a prática da cidadania e da democracia, assumindo entre suas tarefas as questões referentes à educação em valores morais, complementando uma função que, a princípio, deveria ser iniciada, cultivada e valorizada pela família. Porém, muito se debate sobre uma suposta crise de valores éticos, acentuada pela vivência em um mundo capitalista que prega a competição, a individualidade e o egoísmo. Este artigo aborda um tema muito discutido e controverso da sociedade contemporânea: a crise dos valores e a falta de ética nos mais diversos setores sociais. Partindo de uma definição histórica do conceito de valor, o artigo expõe a sua relação com o complexo processo de educação da personalidade humana e o papel nele desempenhado pelas instituições escolares. Trata-se de uma revisão bibliográfica a respeito do tema, apresentando importantes citações de filósofos, antropólogos, sociólogos, pedagogos e psicólogos, que buscaram compreender um pouco sobre a estreita relação entre valor ético, moral e educação.

Palavras-chave: valores, ética, moral educação.

.....

All societies throughout history were concerned about transmitting to younger generations the local values, those considered significant for the maintenance of their culture and the preservation of their own species. Therefore, we can say that the values are, at first, a cultural heritage. Currently, the prevailing idea is that educational institutions have a social duty of forming new generations and preparing adults for the practice of citizenship and democracy, assuming among its tasks the issues of education in moral values, complementing a role that should be initiated and valued by the family. However, there is a considerable debate about an alleged crisis of ethical values, enhanced by capitalism that preaches the competition, individuality and selfishness. This article addresses a widely discussed and controversial topic of contemporary society: the crisis of values and the lack of ethics in various social sectors. From a historical definition of value, the article sets out its relationship with the complex process of education of the human personality and the role played by educational institutions. This is a literature review on the subject, and presents important quotes from philosophers, anthropologists, sociologists, pedagogues and psychologists who sought to understand, at least in part, the close relationship between ethical value, moral and education.

Keywords: Values, ethics, moral, education.

1 INTRODUÇÃO

Todas as civilizações, em diversos estágios de desenvolvimento e de variadas culturas, demonstraram, ao longo da história da humanidade, a preocupação em educar os mais jovens de acordo com os valores considerados indispensáveis para a sua comunidade. [Aristóteles \(2009\)](#), em sua “*Ética a Nicômano*”, no século IV a.C., afirmava que a virtude intelectual é adquirida com o tempo, ao passo que a virtude moral é adquirida pelo hábito. Segundo ele, a natureza não nos dá virtudes, mas sim a capacidade de adquiri-la e, essa aperfeiçoa-se pelo hábito. Assim, (para o pensador) é praticando a justiça que nos tornamos justos.

A importância de educar o homem em valores que sustentam a sociedade em que vive e o significado dessa transmissão na conservação da própria espécie é objeto de discussão, análise e reflexão em eventos educacionais brasileiros, de caráter nacional e internacional. Como exemplo do argumento citado, pesquisa realizada pela autora sobre os temas mais recorrentes dos últimos doze congressos e simpósios internacionais sobre educação e formação de professores organizados pela Conexa Eventos, considerada a maior empresa de Minas Gerais no setor, de 2010 a 2015, aponta o tema *educar em valores* como presente em oito deles, de maneira direta ou diluído em outros temas relacionados. A educação em valores constitui um objetivo de primeira ordem para a comunidade mundial, o qual tem alcançado especial relevância a partir do final da década de 1990 do século XX, tanto nos relatórios internacionais para organizações como a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), como na fala de pesquisadores, professores, pais e até mesmo dos próprios estudantes. Segundo o Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI,

No aspecto socioafetivo, espera-se que os indivíduos e a sociedade comportem-se de acordo com os avanços civilizatórios. As mudanças esperadas, neste último caso, relacionam-se com valores no campo da moral e da estética. Espera-se que a educação promova convivência harmoniosa, respeito mútuo, desenvolvimento, respeito pelas diferenças, uso responsável dos recursos naturais, admiração pela beleza de criações de arte e muitas outras virtudes que podem tornar a vida mais feliz ([DELORS et al., 1998](#), p. 11).

As famílias, as instituições sociais, a mídia e as escolas brasileiras, nos seus diversos segmentos, reconhecem a estreita relação entre valores éticos, moral e educação. Entretanto, na prática, o que se observa é um menosprezo em relação ao tema, tanto nos diálogos familiares, quando ocorrem, quanto nos currículos e no cotidiano escolar. No Ensino Fundamental, os problemas relacionados à ética ficam reduzidos a um recorte disciplinar ou a algum tipo de atividade transversal proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Nos cursos de ciências exatas das universidades brasileiras, tomando como referência os cursos de engenharia da Faculdade de Engenharia de João Monlevade - FaEnge/UEMG, área de trabalho da pesquisadora, os debates sobre o tema, quando ocorrem, restringem-se à disciplina de Sociologia e Filosofia. Assim, novamente referenciando Aristóteles quando fala que é praticando a justiça que o homem aprende a ser justo, justifica-se, no interior das próprias instituições de ensino brasileiras, tantas ocorrências de falta de respeito, intolerância e preconceito de diversas naturezas.

As considerações inseridas neste artigo têm como referência parte do marco teórico

de uma pesquisa para tese doutoral¹ em Educação da autora deste trabalho, em andamento, e tem como objetivo resgatar o conceito de valor através da história, além de demonstrar o papel dos professores na educação em valores, como parte de um processo amplo e complexo que é o da formação e educação da personalidade humana.

2 A NOÇÃO DE VALOR ATRAVÉS DO TEMPO

Desde a Antiguidade, o termo valor foi usado para designar a utilidade de alguns bens materiais ou o mérito de pessoas (GOERGEN, 2005). Segundo Lalande (1999), na sua obra *Vocabulário técnico e crítico da Filosofia*, há muitos sentidos para o termo valor. A Axiologia é a disciplina filosófica que estuda os valores. A palavra vem do grego “*axis*”, precioso, valioso, e “*logus*”, estudo. Assim, significa a teoria crítica dos valores. O seu uso filosófico começou com os estoicos que introduziram o termo no domínio da ética, chamando de valor os objetos de escolhas morais. Sócrates foi o primeiro pensador a discutir o termo. Ele incorporava o ideal de educador que acreditava que a moral não poderia ser ensinada, fazendo com que os jovens percebessem que a virtude não decorre de um processo racional de explicação de conceitos, mas de uma reflexão pessoal sobre as decisões acertadas. Nos diálogos de Platão (2005), fica evidenciado que as principais virtudes são os valores pessoais. Toda a ética de Aristóteles (2009) remete à *phronesis*, excelência ou virtude de uma das partes da alma capaz de razão, e, como tal, uma possibilidade extrema do humano, levando-o a agir sobre o mundo na busca da felicidade, fim último do homem. Para Aristóteles, a ordem, a vida e a racionalidade do mundo dependem de Deus. O racionalismo é a característica fundamental da moral aristotélica e a virtude é vista pelo filósofo como uma ação consciente segundo a razão. Mas, para ele, as virtudes éticas e morais não são decorrentes apenas de uma atividade racional, como as virtudes intelectuais, pois envolvem um elemento sentimental, afetivo, que, apesar de governado pela razão não pode ser resolvido totalmente por ela.

Goergen (2005) destaca alguns pensadores que se dedicaram ao estudo do valor ao longo da história. Ressalta que Santo Agostinho, Santo Tomás de Aquino e alguns filósofos renascentistas pensaram a moral a partir do indivíduo. Afirma que na época moderna, o pensador político inglês Thomas Hobbes (1588-1679) retoma a noção subjetiva de valor ao dizer que ele não é absoluto, mas dependeria da necessidade de um juízo. Considera que o filósofo iluminista prussiano Immanuel Kant (1724-1804) e o empirista inglês David Hume (1711-1776) atribuíram à religião o ponto de vista avaliativo e à filosofia o ponto de vista intelectual (explicativo) do conhecimento “*noético*” (do grego *nous*, mente). Já Rousseau, na sua obra *Emílio ou Da Educação* 1992, propõe o retorno do homem ao estado natural, livre das influências negativas da sociedade. Heinrich Rickert (1863-1936), alemão de origem polonesa, menciona seis domínios de valor: a lógica, a estética, a mística, a ética, a erótica e a filosofia religiosa. O filósofo aponta um bem para cada um desses domínios, sendo respectivamente, a ciência, a arte, o uno/todo, a comunidade livre, a comunidade do amor e o mundo divino. Já o *intuicionismo* de Max Sheler (1874-1936) aponta o valor como objeto intencional do sentimento, assim como a realidade é o objeto intencional do conhecimento. Para Nicolai Hartmann (1822-1950), os valores são relacionais, porque só existem em relação ao homem, mas são imutáveis e absolutos, portanto, não são relativos. O austríaco Christian Ehrenfels (1859-1932) definiu o valor como simples desejabilidade,

¹ Tese de doutoramento em Educação pela Universidad SEK de Santiago do Chile, iniciada em janeiro de 2015, cujo título é “Los valores históricos en cuestión: desafíos y problemáticas de la enseñanza actual de la Historia para la juventud en Brasil”.

introduzindo a noção de possibilidade e dando origem ao relativismo dos valores. Na concepção do psicólogo alemão Wilhelm Dilthey (1833-1911), os valores são determinados pela história e reconhecidos pelo homem em determinadas circunstâncias. A mesma posição foi defendida pelo alemão Max Weber (1864-1920) que atribuía à história o poder de criar valores relativos. O filósofo e pedagogo norte americano John Dewey (1859-1952) definiu a filosofia como sendo a crítica dos valores e afirmou que toda valoração inteligente é também crítica. O psicólogo polonês Rokeach (1918-1988) definiu valor “como uma preferência permanente para uma conduta concreta ou para um estado final de ser” (ROKEACH, 1973).

Para Goergen (2005), os caminhos do termo valor no mundo atual devem-se, em parte, à produção do filósofo alemão Nietzsche (1844-1900) e à grande repercussão da sua tentativa de inverter os valores ditos como tradicionais. A partir de sua obra, o conceito valor tornou-se um dos temas centrais da Filosofia, em torno do qual gira sua discussão moral. É nessa época que se estabelece a distinção entre o conceito metafísico ou absoluto de valor (independente da relação com o homem) e o conceito empirista ou subjetivista (inclui a relação com o homem e o mundo).

O sociólogo francês Emile Durkheim (1858-1917) foi o primeiro a desenvolver de forma sistemática a ideia que a educação aparece estreitamente vinculada ao resto das atividades sociais e a define como a ação exercida pelas gerações adultas sobre aquelas que ainda não estão maduras para a vida social, destacando o papel da família e dos professores na transmissão dos valores importantes para a vida em sociedade (DURKHEIM, 1984, p. 13). Assim, “Durkheim identifica a educação com socialização, enquanto ação unilateral dos mais velhos para os mais novos e enquanto determinismo do social sobre o individual” (CARIA, 1992, p. 171). Para o sociólogo, de acordo com Caria (1992), essa socialização metódica tem em vista realizar um certo ideal de homem que é, em certa medida, o mesmo para todos os cidadãos, pois uma sociedade somente poderá sobreviver se entre seus membros existir uma certa homogeneidade. Segundo o mesmo autor 1992, coube aos franceses Bourdieu e Passeron 1987 o mérito de ultrapassar as limitações do conceito *durkheimiano* de educação quando evidenciam que: os valores e o patrimônio cultural da sociedade não são consensuais; as ações exercidas pelas famílias e pela escola nem sempre se complementam harmoniosamente; a socialização é uma pedagogia particular, considerando a família o lugar onde é mais consequentemente realizada.

O psicólogo cognitivo e educacional norte-americano, Gardner 2000, conceitua a educação como um processo comprometido com a promoção de três princípios fundamentais: verdade, bondade e beleza. Segundo ele, na busca da verdade as pessoas devem examinar a vida nos planos físicos, biológicos e sociais, de acordo com a ciência. No âmbito da beleza, devem produzir e apreciar criações que aprofundem o sentimento de admiração pela vida e pelo mundo. No âmbito da bondade, deve-se buscar um desenvolvimento moral correspondente aos avanços civilizatórios que garantam o respeito pelo outro.

3 O PROCESSO DE FORMAÇÃO DA PERSONALIDADE E SUA ESTRUTURA

O ponto culminante do estudo da *psiqué* está no estudo da personalidade humana (LEYVA; MARTÍN, 2010). O processo de educação da personalidade é muito complexo e diverso. Se pensarmos em um grupo de estudantes para os quais lecionamos, nos daremos conta facilmente que cada estudante apresenta características pessoais que podem ser muito

diferentes, cada um terá seus próprios problemas, nem todos assimilam os conhecimentos da mesma forma e a relação individual do professor com cada um deles não é a mesma. O trabalho educativo, portanto, não será igual para todos e o professor, principalmente das séries iniciais, deve antes de tudo, caracterizar a personalidade de cada aluno para poder influir positivamente em sua educação.

Segundo [Leyva e Martín \(2010\)](#), a personalidade se adquire mediante um processo que é condicionado histórico-socialmente, graças à atividade de cada ser humano, no processo de comunicação com as demais pessoas. Ao nascer, o homem é simplesmente um indivíduo pertencente à espécie humana e é através da interação com a realidade e de suas relações sociais que define sua personalidade.

Definir uma personalidade própria significa não somente adaptar-se ao meio, mas também atuar de maneira ativa sobre o mesmo, transformando-o e transformando a si próprio.

A personalidade é um produto relativamente tardio no desenvolvimento do ser humano e se manifesta definitivamente na fase adulta, porém, suas qualidades começam a formar-se muito cedo, através de um processo que atravessa várias etapas da vida.

Os conteúdos psicológicos da personalidade são aqueles considerados essenciais para um indivíduo, significativos em sua vida, e que, uma vez personalizados, determinam o nível de autorregulação do comportamento, expresso de maneira individualizada em cada pessoa.

Qualquer conteúdo da personalidade participa na função reguladora do comportamento humano e representa um determinado nível de integração entre o afetivo e o cognitivo. Nesse sentido, [Rey e Mitjans \(1989, p. 19\)](#) afirmam que “[...] o homem se em unidades cognitivo-afetivas para regular todas as esferas de um comportamento”. De acordo com os mesmos autores ([1989](#)), existem três níveis de integração dos conteúdos psicológicos da personalidade:

- A) As unidades psicológicas primárias**, definidas por ele como “uma integração cognitivo-afetiva relativamente estável que atua de maneira imediata sobre o comportamento, mediante situações vinculadas à sua ação reguladora” ([REY; MITJANS, 1989, p. 20](#)). Exemplos dessas unidades são os motivos, as atitudes, os estereótipos, os traços da personalidade, as normas e os valores. Esses conteúdos se caracterizam por serem conteúdos significativos e importantes para o sujeito, por possuírem uma relativa estabilidade (dificilmente mudam), uma insuficiente reflexão, uma forte carga emocional e por atuarem de maneira rápida, direta e imediata sobre a regulação do comportamento de um indivíduo.
- B) As formações psicológicas**, que expressam um nível de integração dos conteúdos psicológicos de natureza mais complexa e se apoiam em motivos que ocupam os primeiros lugares da hierarquia motivacional. Os conteúdos adquirem um caráter muito pessoal porque dependem da interpretação e elaboração de cada pessoa. São conteúdos relativamente estáveis e se orientam para regular o comportamento através de objetivos e estratégias a longo prazo. Entre esses conteúdos podemos destacar o interesse, os ideais, a autovalorização, as intenções profissionais, a concepção de mundo e o caráter.
- C) Síntese reguladora**, que expressa um nível superior de conteúdos psicológicos da personalidade humana e se caracteriza pela integração das formações psicológicas

citadas anteriormente.

Assim, temos que as normas e os valores constituem conteúdos psicológicos de primeiro nível, existindo uma estreita relação entre eles. As normas não são mais que um conjunto de regras que expressam um modelo de conduta a seguir pelos membros de um grupo em correspondência com os valores sociais que eles assumem. Portanto, as normas definem ideias reguladoras do comportamento dos membros de um grupo social, determinando o que devem fazer seus integrantes, que conduta se espera deles em determinadas circunstâncias. Quando essas normas são interiorizadas, atuam de forma direta e imediata na regulação do comportamento das pessoas de uma determinada sociedade.

Quando falamos de valores, fazemos referência a determinados conteúdos que expressam o significado que distintos objetos, situações e ideias têm para um sujeito. Essa significação é tal que um valor se converte em um padrão que o indivíduo utiliza para avaliar a pertinência ou não de sua conduta e de demais pessoas do seu grupo social (REY; MITJANS, 1989).

4 A FORMAÇÃO DO SUJEITO MORAL

Segundo Goergen (2005), quando se impõe uma concepção relativa de valores, porque os valores absolutos entraram em crise, não se reconhece mais a possibilidade de soluções universais para os problemas morais. De acordo com o autor, isso não significa a imposição da indiferença ou o relativismo diante das controvérsias morais. Do ponto de vista educacional, que é o nosso objetivo como educadores, significa que o professor, de qualquer segmento da educação, tem um papel muito importante ao proporcionar momentos de reflexão entre os alunos, favorecendo sempre a discussão sobre quais são os valores com os quais devem sentir-se comprometidos. No presente artigo, toma-se como definição de moral “o conjunto de regras de conduta adotadas pelos indivíduos de um grupo social que tem por finalidade organizar as relações interpessoais segundo os valores do bem e do mal” (ARANHA; MARTINS, 2003, p. 119). Da mesma maneira, “[...] entende-se por ética como sendo a reflexão sobre a moral ou como sendo a parte da Filosofia que se ocupa em questionar o conjunto de normas e regras morais de uma determinada sociedade” (LIMA, 1984, p. 40).

Uma das principais características de uma compreensão moral é a percepção do valor como processo e não como algo estático. Ele depende das experiências e do nível de amadurecimento dos indivíduos. Por ser um processo complexo, a formação moral não pode basear-se em qualquer tentativa de persuadir os jovens a, simplesmente, aceitar um conjunto predeterminado de valores. A educação moral deve ser considerada como um aspecto da educação integral. No sentido mais amplo, a educação busca formar um ser humano capaz de lidar com o meio em que vive e com os outros, mas não é uma simples adaptação. Segundo Puig (1988, p.24), a educação “não busca uma adaptação fixa, e sim uma adaptação sempre inacabada, uma adaptação otimizante, crítica e evolutiva.” Goergen (2005) assinala que em uma sociedade com tantas injustiças, é necessário refletir sobre a orientação que desejamos dar ao processo de aprendizagem de nossos jovens alunos, levando em consideração as particularidades e exigências do mundo atual, as características dos estudantes, suas condições materiais e as peculiaridades de cada curso.

Aristóteles (2009) alegava que as condutas podem ser corretas ou equivocadas por direito próprio. Piaget (1994) estudou esse assunto nas crianças e descobriu que a

consideração de intenções é uma postura moral mais madura do que basear-se simplesmente nas consequências da conduta. A conduta é o primeiro elemento de nossa autonomia moral. “As raízes da palavra caráter vêm do grego *marcar* e sugere uma proposta sobre a conduta observável” (ABBAGNANO, 1998, p. 116). À semelhança do citado autor (1998), aqui será definido caráter como personalidade, isto é, como a tendência única e permanente de um indivíduo atuar de um modo determinado e não de outra maneira.

De acordo com Goergen (2005), o homem só pode ser um sujeito moral porque é indeterminado e livre. Se fosse programado como os animais, não se poderia falar de moralidade. Mas a liberdade implica a capacidade de refletir sobre o processo de aprendizagem e de dar a ele a orientação que desejamos. Assim, a educação moral é a busca de um caminho pessoal para uma vida consciente, livre e responsável.

Ao educador, ressaltamos que sua influência deve contribuir para a formação de sujeitos autônomos e conscientes, capazes de tomar atitudes e de fazer decisões na busca de sua felicidade e realização pessoal, mas preservando interesses tanto individuais quanto sociais.

Na atualidade, existe um interessante Programa de Educação em Valores Humanos (PEVH), criado há cerca de trinta anos especialmente para o trabalho de educadores, integrando filosofias e técnicas internacionais que visam ao estabelecimento de uma nova realidade e uma ordem social mais humana, a partir do conhecimento (educação e instrução). De acordo com Martinelli (1996), educadora, jornalista e uma das primeiras divulgadoras do Programa no Brasil, ele propõe uma educação universalista, humanista e espiritual, resgatando valores humanos presentes em todas as famílias, culturas e religiões. É a busca pelo modelo de caráter de um ser humano universal, com consciência ampliada, sem preconceitos e separatismos. União salutar entre os pensamentos ocidentais e orientais, tal Programa já é adotado em escolas de 130 países que investem na educação em valores humanos. Como exemplo brasileiro, o Campus Universitário Bezerra de Menezes, em Curitiba, realiza um trabalho pedagógico com base nas propostas do PEVH.

5 OS VALORES ÉTICOS E O PAPEL DA EDUCAÇÃO

Ao se falar em valores éticos na atualidade brasileira, como conciliar ética às questões como liberdade, escolha, autoconhecimento, respeito e diversidade?

Na sociedade brasileira, a família foi durante séculos a fonte de importantes valores. Hoje, os filhos se distanciam mais cedo de seus parentes e pessoas externas ao convívio familiar acabam tendo com eles um contato mais forte e uma influência mais ativa. Muitos pais não conseguem demonstrar atitudes coerentes a serem exemplos positivos para seus filhos. Com o passar do tempo e a mudança de hábitos, as instituições escolares brasileiras foram perdendo lugar para outros espaços de socialização, o que pode ser constatado na prática educativa de quase trinta anos da pesquisadora, nos diferentes segmentos educacionais.

Segundo Dimenstein² (2002), os jovens brasileiros, por sua vez, não acreditam mais na representatividade dos políticos e no valor das eleições, decepcionados com a corrupção e a desonestidade na política do país.

É papel importante de qualquer professor que se pretenda educador, considerar e integrar em suas atividades curriculares questões ligadas a valores éticos, morais, sociais

² Folha de São Paulo, São Paulo, 14/07/2002. Caderno Cotidiano, p. 10.

e culturais. Na sociedade brasileira, à semelhança da maioria das sociedades ocidentais, educar é sempre educar para a cidadania e para a democracia, conceitos intimamente ligados, já que a participação nas decisões políticas que caracteriza a democracia, através do voto em eleições, plebiscitos e referendos, constitui direito e dever do cidadão brasileiro. Por outro lado, se considerarmos a ética como o ramo da Filosofia que estuda as normas que guiam as atitudes humanas, e a cidadania inclui direitos e deveres do cidadão, os conceitos de ética, cidadania e democracia também estão estreitamente relacionados. No Brasil, os direitos e deveres do cidadão estão estabelecidos pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Dentre os deveres do cidadão brasileiro, chamam a atenção “respeitar os direitos dos outros cidadãos” e “educar e proteger os semelhantes” (BRASIL, 1988).

À semelhança de Sócrates com seus discípulos na antiga Atenas, os professores de qualquer época podem ajudar seus alunos a buscar a solução de seus problemas, questionando-os, desestabilizando-os momentaneamente, levando-os a uma tomada de consciência sobre os problemas da atualidade, e a um posicionamento e uma ação sobre a realidade social.

Em sua obra “Educação emancipação”, o filósofo e sociólogo alemão Theodor W. Adorno examina a questão dos valores e da educação, sugerindo que esta última deve ter papel importante na superação da barbárie, vista por ele como “[...] uma agressividade primitiva, um ódio primitivo, ou, na terminologia culta, um impulso de destruição, que contribui para aumentar o perigo de que toda a civilização venha a explodir” (ADORNO, 1995, p. 155).

Para Martinelli (1996, p. 18), “os valores absolutos são a verdade, a ação correta, o amor, a paz e a não violência”. Para a autora (1996, p. 20), cada valor absoluto corresponde a valores relativos, em um total de vinte, considerados por ela como os instrumentos de aprimoramento da personalidade. Segundo a mesma autora (1996, p. 21), os valores humanos na escola estão presentes na apreciação e assimilação do conhecimento de todos os conteúdos a serem ensinados, vinculando o currículo escolar às circunstâncias da vida, construindo uma consciência ética.

Freire (2003, p. 34) ressalta que o educador democrático não poderá jamais negar-se ao dever de reforçar a capacidade crítica do aluno, sua curiosidade e vontade, afirmando também que não há uma ruptura entre a fase da ingenuidade e da criticidade, mas uma superação.

Os professores recebem, em suas salas de aula, alunos que já têm interiorizado um conjunto de normas e valores. O sistema de valores está vinculado diretamente com a forma de vida e com a sociedade. Assim, quando mudam as relações sociais e, principalmente, as econômicas, novos valores se estabelecem. Esse fenômeno deve ser considerado pelo professor para que ele possa aproveitar todas as oportunidades de conscientizar seus alunos sobre o que é correto e incorreto nas suas ações.

Um aspecto fundamental na educação e na formação de valores é que, ao trabalhar os conteúdos em sala de aula, os professores devem estabelecer relações com a vida, para que tenha significado e valor para o aluno. Além do componente cognitivo, é necessário trabalhar o afetivo, já que este componente é o que vincula a relação pessoal com o valor.

Segundo Pérez (2002), as ações autoritárias provocam reações de repulsa, submissão ou dependência. Para ele, a orientação valorativa é assimilada em coerência com a vida diária e através de ações responsáveis. O indivíduo deve participar sempre de sua própria

educação, desde criança. Devem ser oportunizadas situações para que isso ocorra, na família e nas instituições de ensino. Nas escolas, é necessário um diálogo aberto e franco por parte dos alunos e professores, baseado na confiança e no respeito.

Além do que foi exposto, caberia assinalar quais valores formar e desenvolver em nossos alunos. Segundo Pérez (2002), não há uma resposta fácil, mas aparecem em primeiro lugar aqueles promovidos e valorizados positivamente pela família, escola e sociedade para estimular a formação e o desenvolvimento da criança e do jovem. Seriam os valores ligados à família, ao humanismo, à solidariedade e à justiça, à identidade nacional e ao mundo do trabalho.

Para que os professores consigam exercer uma influência mais direta em seus alunos devem estar preparados para aprofundar e indagar quais são as suas necessidades, interesses e inquietações. Devem procurar descobrir o que lhes preocupa, que aspectos da vida mais lhe interessam e buscar canalizar essas informações em interação com o cotidiano da sala de aula.

Finalmente, os professores de qualquer segmento da educação, devem promover atividades onde o estudante encontre espaço para o protagonismo, além de estimular os debates grupais, dando-lhes oportunidade de expressar suas ideias, seus critérios, seus argumentos, seus sentimentos e suas aspirações. O educador e escritor Gabriel Chalita afirma que [...] “as dificuldades, os conflitos, as guerras e a intolerância que gradativamente se apoderam do mundo, são resultado dessa total inversão de valores que predomina na sociedade, configurando um tempo em que até mesmo a esperança parece estar mais escassa.” Assinala, ainda que “devemos estar conscientes da importância de nosso papel como educadores, amparando, reerguendo e reavivando os sentimentos, valores e atitudes que poderão renovar a confiança em dias melhores” (CHALITA, 2003, p. 11).

6 CONCLUSÃO

Na Idade Média, a ética era principalmente uma questão de imposição dos valores da Igreja Católica que eram seguidos por uma população pobre, em sua maioria, sem conhecimento suficiente para questionar.

A partir da Idade Moderna, o homem foi deixando gradativamente de enxergar os dogmas católicos como o fundamento indiscutível das normas morais.

Atualmente, a busca por novas formas de legitimação de valores é uma preocupação de estudiosos das áreas da Filosofia, Psicologia, Pedagogia, Política, Economia e Sociologia. As inquietações alcançaram outras áreas como a Medicina, a Genética, a Comunicação, dentre outras.

Educação e ética sempre estiveram relacionadas, mas a divergência entre a teoria e a prática sempre foi nítida. Hoje em dia, apesar de todos reconhecerem a importância da relação entre ética, moral e educação, não se percebe nas escolas, principalmente, no ensino superior, uma preocupação com o tema, o que pode ser constatado na estrutura curricular da maioria dos cursos de graduação, especialmente na área das ciências exatas.

Os valores éticos não podem estar ligados à imposição, a simplesmente seguir regras. Pelo contrário, eles estão relacionados à liberdade do ser humano. Saber respeitar a diversidade humana é um dos principais valores éticos e o que se vê, frequentemente, até mesmo nas universidades, é o desrespeito, a intolerância e as atitudes egoístas.

É fundamental o papel dos professores na educação e na formação em valores de seus alunos. É importante prepará-los para a autonomia, mas conscientes sobre os problemas da atualidade e sabendo posicionar-se perante a realidade social. É necessário um diálogo aberto por parte de alunos e professores, discutindo e valorizando seus interesses, seus problemas e suas inquietações.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- ADORNO, T. W. **Educação e emancipação**. Petrópolis: Vozes, 1995.
- ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P. **Temas da Filosofia**. 2. ed. São Paulo: Gente, 2003.
- ARISTÓTELES. **Ética a Nicômano**. Tradução de Antônio de Castro Caieiro. São Paulo: Atlas, 2009.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A Reprodução**: elementos para uma teoria do sistema de ensino. Tradução de C. P. G. da Silva. Lisboa: Veja, 1987.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Promulgada em 05/10/1988.
- CARIA, T. H. L. Perspectiva sociológica sobre o conceito de educação e a diversidade das pedagogias. **Sociologia, problemas e práticas**, n. 12, p. 171–184, 1992.
- CHALITA, G. **Pedagogia do amor**: a contribuição das histórias universais para a formação de valores das novas gerações. São Paulo: Gente, 2003.
- DELORS, J. et al. (Coord.). **Educação**: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: MEC: UNESCO, 1998. 89-102 p.
- DIMENSTEIN, G.; MALULA, P.; SERRUF, J. **Folha de São Paulo**, 14 jul. 2002. Caderno Cotidiano, p. 10.
- DURKHEIM, E. **Sociologia, educação e moral**. Porto: Rés Editora, 1984.
- FREIRE, P. **Educação e Mudança**. 12. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2003.
- GARDNER, H. **The disciplined mind**. New York: Penguin Books, 2000.
- GOERGEN, P. Educação e valores no mundo contemporâneo. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 26, n. 92, p. 983–1011, 2005. Especial out. 2005. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Acesso em: 20 set. 2015.
- LALANDE, A. **Vocabulário técnico e crítico da Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

LEYVA, L. S.; MARTÍN, L. M. P. Lo cognitivo y lo afectivo de la personalidad. In: _____. **La personalidad: diagnóstico de su desarrollo.** [S.l.: s.n.], 2010. cap. 1, p. 8-54.

LIMA, L. O. **O impasse na educação: diagnóstico, crítica, prospectiva.** Petrópolis: Vozes, 1984.

MARTINELLI, M. **Conversando sobre educação em valores.** São Paulo: Peirópolis, 1996.

PÉREZ, E. B. **La educación en valores. Papel de la escuela.** La Habana: ICCP, 2002.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança. São Paulo: Summus, 1994.** São Paulo: Simmus, 1994.

PLATÃO. **A República.** São Paulo: Martín Claret, 2005.

PUIG, J. M. **A construção da personalidade moral.** São Paulo: Ática, 1988.

REY, F. G.; MITJANS, A. **La personalidad, su educación y desarrollo.** La Habana: Pueblo y Educación, 1989.

ROKEACH, M. **The nature of human values.** New York: Free Press, 1973.

ROUSSEAU, J. J. **Emílio ou Da Educação.** São Paulo: Bertrand, 1992.