

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

KATIANE SANTIAGO MARTINS

**UTILIZAÇÃO ALTERNATIVA DA ESCÓRIA DE SIDERURGIA NA
REMEDIAÇÃO DE CHUMBO (Pb) PRESENTE EM SOLUÇÕES
CONTAMINADAS**

**VOLTA REDONDA
2019**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**UTILIZAÇÃO ALTERNATIVA DA ESCÓRIA DE SIDERURGIA NA
REMEDIAÇÃO DE CHUMBO (Pb) PRESENTE EM SOLUÇÕES
CONTAMINADAS**

Artigo apresentado ao Curso de Ciências Biológicas com ênfase em Biotecnologia do UniFOA como requisitos do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Aluna:

Katiane Santiago Martins

Orientadora:

Prof. Dr^a. Ana Carolina Dornelas
Rodrigues Rocha

VOLTA REDONDA

2019



Fundação Oswaldo Aranha



FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: UTILIZAÇÃO ALTERNATIVA DA ESCÓRIA DE SIDERURGIA NA REMEDIAÇÃO DE CHUMBO (Pb) PRESENTE EM SOLUÇÕES CONTAMINADAS

Elaborado por Katiane Santiago Martins apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Ciências Biológicas, modalidade Bacharelado.

Aprovada em 01 de Novembro de 2019

Banca Avaliadora:

Ana Carolina Dornelas Rodrigues Rocha

Professora Orientadora

Ana Carolina Dornelas Rodrigues Rocha, Dra. Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

dup

Professora Avaliadora

Ana Carolina Callegario Pereira, Dra. Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

[Handwritten Signature]

Professor Avaliador

Marcus Vinícius de Castro Rocha, Msc. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ.

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

M385u Martins, Katiane Santiago.

Utilização alternativa da escória de siderurgia na remediação de chumbo (Pb) presente em soluções contaminadas. / Katiane Santiago Martins. – Volta Redonda: UniFOA, 2019. 30 p. Il.

Orientador (a): Ana Carolina Dornelas Rodrigues Rocha

Monografia (TCC) – UniFOA / Curso de Ciências Biológicas – Bacharelado com ênfase em Biotecnologia, 2019.

1. Ciências Biológicas - TCC. 2. Remediação de chumbo. 3. Descontaminação – metais pesados. I. Rocha, Ana Carolina Dornelas Rodrigues. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD 570

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida e ter me dado forças durante essa caminhada, a minha mãe Elizabete Rodrigues Santiago Martins, pelo seu grande amor, confiança e incentivo dedicados a mim ao longo da minha vida, que foram fundamentais não só para formação acadêmica, mas como ser humano. Aos amigos e familiares queridos que foram compreensivos com os diversos momentos de ausência. Por fim, a minha orientadora que sempre teve muita paciência ao compartilhar a sua sabedoria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Elizabete Rodrigues que sempre esteve ao meu lado e foi a minha maior incentivadora. Aos meus familiares e amigos que acreditaram no meu sonho e me deram forças todos os dias. Agradeço aos meus queridos mestres que se dedicaram a ensinar e compartilhar todo o seu conhecimento. Um agradecimento especial a professora Ana Carolina Dornelas que fez toda a diferença na orientação da minha monografia. Não posso deixar de agradecer aqueles que abriram a porta do seu espaço para me ajudar, em especial aos técnicos dos laboratórios Kryslaine Gontijo e Alexandre Oliveira da Silva. Agradeço a Deus e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse sonho.

RESUMO

O grande desenvolvimento industrial dos últimos anos, tem trazido graves consequências aos recursos naturais. Uma situação alarmante é a contaminação por metais pesados, que são elementos químicos não biodegradáveis e bioacumuladores. Esses metais são classificados como essenciais e não essenciais. Sendo essenciais quando são necessários ao metabolismo dos seres vivos, e os não essenciais, que são prejudiciais para a saúde humana mesmo em baixas concentrações, e, tendem a circular e permanecer por longo tempo no ambiente. Este trabalho avaliou o uso da escória, um subproduto das indústrias de siderurgia, a fim de avaliar seu efeito em soluções contaminadas por chumbo (Pb), e facilitar as metodologias já existentes, agregando um baixo custo para a técnica, além de poder atribuir um valor para esse resíduo gerado em grandes quantidades e não utilizados pelas indústrias, acabando em depósitos e até muitas vezes descartado de forma inadequada no ambiente. Para o experimento foram preparados "sachês" contendo aproximadamente 1g da escória e colocados em contato com a solução contaminada. Foram testadas 5 doses de contaminação sendo a primeira considerada controle, a dose 2 (0,2 mg L⁻¹), dose 3 (1,0 mg L⁻¹) e dose 4 (10 mg L⁻¹), e dose 5 (100 mg L⁻¹), em 5 diferentes tempos de contato (solução contaminada e escória) e 3 repetições cada, totalizando 75 unidades experimentais. A escória de aciaria apresentou um alto potencial para redução da biodisponibilidade do Pb presente nas soluções contaminadas, podendo ser indicada, com estudos complementares, para tratamento de efluentes industriais contaminados por esse elemento.

Palavras-chave: Remediação. Descontaminação. Metais pesados.

ABSTRACT

The great industrial development of recent years has brought serious consequences to natural resources. An alarming situation is heavy metal contamination, which are non-biodegradable chemical elements and bioaccumulators. These metals are classified as essential and non-essential. Being essential when they are necessary to metabolism of living beings, and non-essential ones, which are harmful to human health even at low concentrations and tend to circulate and remain for a long time in the environment. The use of slag, a by-product of the steel industries, in order to evaluate its effect on solutions contaminated by lead (Pb), in order to facilitate the existing methodologies and to add a low cost to the technique, besides being able to assign a value to This residue generated in large quantities and not used by industries, ending in deposits and often discarded improperly in the environment. For the experiment were prepared "sachets" containing approximately 1g of the slag and placed in contact with the contaminated solution. Five contamination doses were tested, being the first one considered control, the dose 2 (0.2 mg L⁻¹), Dose 3 (1.0 mg L⁻¹) and dose 4 (10 mg L⁻¹), and dose 5 (100 mg L⁻¹), in 5 different contact times and 3 replicates each, totaling 75 experimental units. Steel Slag presented a high potential to reduce the bioavailability of Pb present in contaminated solutions, and may be indicated, with complementary studies, for the treatment of industrial effluents contaminated by this element.

Keywords: Remediation. Decontamination. Heavy metal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	11
2.1 Preparação da solução contaminada.....	11
2.2 Montagem do experimento.....	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO.....	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
6. REFERÊNCIAS	20
ANEXOS.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Frascos com 50 mL de solução contaminada.....	12
Figura 2. Fluxograma das etapas de obtenção dos “sachês”	12
Figura 3. Escória de Siderurgia antes e após a confecção do sachê.....	13
Figura 4. Determinação do pH.....	13
Figura 5. Distribuição de espécies de Pb (II) em função do pH	16

LISTA DE SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FOA – Fundação Oswaldo Aranha

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

pH – Potencial Hidrogeniônico

Zn – Zinco

Cu – Cobre

Pb – Chumbo

Mn – Manganês

MgO – Óxido de magnésio

Mo – Molibdênio

Al – Alumínio

Fe – Ferro

Ca – Cálcio

K – Potássio

P – Fósforo

% – Por cento

mgL⁻¹ – Miligrama por litro

mL – Mililitros

kg – Quilograma

et al. – e colaboradores

1. INTRODUÇÃO

Segundo Bjerrum (1936), metal pesado baseia-se na densidade da forma elementar do metal. Em contato com o organismo, esses metais acabam atraindo para si dois elementos essenciais: proteínas e enzimas, unindo-se a algumas delas, podendo impedir o seu funcionamento. Porém, alguns metais são necessários ao organismo em baixas concentrações, como é o caso do cobre que ajuda na absorção de vitamina C e o cobalto que participa da produção de hemácias, mas, em concentrações altas, os mesmos se tornam tóxicos, podendo gerar doenças e danos para o corpo humano. O chumbo é um metal não essencial para o corpo humano, sendo tóxico mesmo em baixas concentrações. Atualmente, é um dos metais tóxicos mais abundante na terra e a exposição humana se dá, principalmente, através da água e dos alimentos.

A contaminação do ambiente com metais tóxicos e radioisótopos surge como resultado da atividade humana (CAÑIZARES-VILLANUEVA, 2000). Esses poluentes, mesmo em baixas concentrações não se degradam, e tendem a circular e permanecer por longo tempo no ambiente, além de se acumularem através da cadeia alimentar (MACHADO, 2008).

Por esse motivo, o tratamento e/ou remoção desses metais que atingem solos e águas, são essenciais para que os danos aos sistemas agrícolas e aquáticos sejam evitados. Efeitos bioacumulativos e em consequência mutagênicos em solos e águas contaminadas por metais, devem ser submetidos a algum tipo de técnica adequada para sua descontaminação, mesmo que não seja em sua totalidade (FONINI & ROJAS, 2006).

A siderurgia, por sua vez, produz grande quantidade de resíduos, que na maioria das vezes, são colocados em aterros industriais, fazendo com que estes deixem de ser reaproveitados e reutilizados nos processos produtivos. Além disso, quando o resíduo é tratado como “perda”, o conjunto de problemas, além de ambiental, também passa a ser econômica, uma vez que a empresa deixa de lucrar ou economizar, não utilizando o rejeito como coproduto (OLIVEIRA et. al, 2018).

Estima-se que a produção de aço bruto mundial anual gera aproximadamente 30 milhões de toneladas de resíduos recicláveis (TAKANO et al, 2000) e que por tonelada produzida de aço gera-se entre 450 a 600 kg desses materiais variando de

acordo com o processo. Entre esses resíduos pode-se encontrar a geração das escórias de aciaria e de alto forno que representam aproximadamente 60% do total de resíduos e uma forma de destinação incorreta pode causar impactos ao meio ambiente e a sociedade, como também um elevado custo de armazenagem com a geração de passivo nas siderúrgicas (IABR, 2011).

A escória de siderurgia é um subproduto da fundição de minério, classificada como um silicato de cálcio e fonte de silício, que tem ação corretiva da acidez do solo semelhante à do calcário e possui um grande potencial de uso como corretivo e fertilizante (VIDAL & PRADO, 2011). Essas características podem favorecer também seu uso em ambientes contaminados por metais pesados, como o chumbo, reduzindo sua biodisponibilidade através da elevação do pH, ou, através de mecanismos de adsorção desses elementos.

Com isso, o gerenciamento correto dos resíduos sólidos pode ser benéfico tanto para as organizações quanto para o meio ambiente (OLIVEIRA et al., 2018), e é previsto pela Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e propõe a prevenção e a redução na geração de resíduos sólidos, em âmbito nacional, tendo como alternativa a realização de hábitos de consumo sustentáveis e um conjunto de instrumentos para proporcionar o crescimento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a disposição ambientalmente correta dos rejeitos (BRASIL, 2010).

De acordo com isso, esse trabalho avaliou o potencial da escória de aciaria na remediação do chumbo (Pb) presente em águas contaminadas, o que pode possibilitar uma melhoria da qualidade da água e uma finalidade e agregação de valor a esse resíduo descartado em grandes quantidades no ambiente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparação da solução contaminada

O preparo da solução contaminada foi realizado no Laboratório de Biotecnologia do UniFOA, Campus Três Poços, localizado na cidade de Volta Redonda- RJ.

Foram preparadas 5 doses crescentes de contaminação (0 - controle; 0,2; 1,0; 10 e 100 mg L⁻¹). A primeira dose do metal é equivalente aproximadamente a vinte vezes o teor máximo permitido pelo CONAMA em cursos hídricos Classe I – Águas doces, de acordo com a resolução 357 (CONAMA, 2005), simulando um ambiente contaminado. As doses seguintes tiveram um incremento da contaminação de dez em dez vezes.



Figura 1. Frascos com 50 mL de solução contaminada

2.2 Montagem do experimento

A escória de aciaria, utilizada como bioissorvente foi levada para o Laboratório de Zoologia e Botânica, no Campus Três Poços do UniFOA, localizado na cidade de Volta Redonda - RJ, para preparação. Foram confeccionados sachês de poliéster contendo aproximadamente um grama de escória de siderurgia, conforme demonstrado, na Figura 2.



Figura 2. Fluxograma das etapas de obtenção dos “sachês”

O experimento utilizou recipientes plásticos com capacidade de 100 mL, que foram preenchidos com 50 mL da solução contaminada. Foram avaliadas 5 doses crescentes (descritas anteriormente) em 5 diferentes tempos de contato do

adsorvente com a solução (15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 3 horas e 24 horas) e com 3 repetições cada – o que totalizou 75 unidades experimentais.

O percentual de remoção foi calculado com base na Equação 1:

$$\%R = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

Sendo C_o : a concentração inicial (mgL^{-1})

C_e : a concentração do equilíbrio, ou seja, concentração após a remediação.



Figura 3. Escória de Siderurgia antes e após a confecção do sachê.

Foi realizada determinação do pH, utilizando pHmetro (Figura 4), em cada período de coleta (15 minutos, 30 minutos, 1 hora, 3 horas e 24 horas).



Figura 4. Determinação do pH

Após a realização do experimento, as amostras de solução foram levadas ao Laboratório de Química da Universidade Federal Fluminense de Volta Redonda (UFF), para determinação dos teores de chumbo (Pb) por espectrometria de absorção atômica, e avaliação do efeito da escória.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os teores de Pb, percentual de remoção (%R) e pH, encontrados nas diferentes soluções, após os diferentes tempos de contato com a escória de aciaria.

Tabela 1. Teores de Pb, % Remoção (%R) e pH da solução nos diferentes tempos de coleta.

C inicial (mg/L)	Concentração final (mg/L)																			
	15min	<i>dp</i> *	%R	pH	30min	<i>dp</i>	%R	pH	1h	<i>dp</i>	%R	pH	3h	<i>dp</i>	%R	pH	24h	<i>dp</i>	%R	pH
0,00	0,00			10,6 A	0,00			11,3 A	0,00			10,3 A	0,00			10,2 A	0,00			10,9 A
0,20	0,00	0,00	100,0		0,00	0,00	100,0		0,00	0,00	100,0		0,00	0,00	100,0		0,00	0,00	100,0	
1,00	0,00				0,00				0,00				0,00				0,00			
10,00	0,00				0,00				0,00				0,00				0,00			
100,00	0,00				0,00				0,00				0,00				0,00			

*dp = desvio padrão das repetições

*%R = percentual de remoção

*pH da água = 6,5

Como pode ser observado na Tabela 1, em todas as doses e tempos testados, a escória de siderurgia indisponibilizou o chumbo que estava na solução contaminada, alcançando 100% de remoção da biodisponibilidade desse elemento. Também foi encontrado um valor de pH acima de 10,0 em todas as amostras, o que provavelmente levou a indisponibilização do elemento avaliado. Segundo DEAN et al., (1972) o chumbo começa a precipitar como hidróxidos a partir de soluções diluídas em pH acima de 6,0. É importante salientar que foram utilizadas altas doses de Pb comparadas com permitido pela Resolução CONAMA nº 357.

A Figura 5 explica os dados encontrados, demonstrando a total indisponibilização do chumbo para o meio a partir do pH 9,0.

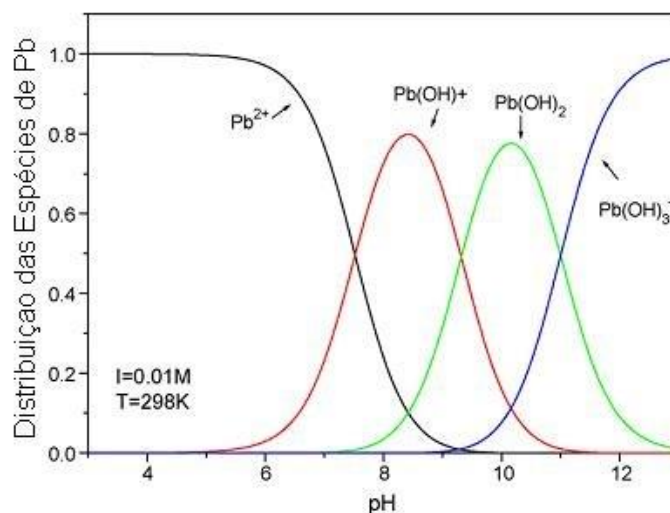


Figura 5. Distribuição de espécies de Pb (II) em função do pH

Fonte: Martins et al., (2009)

Em outros estudos a escória de siderurgia também se mostrou eficiente e benéfica na remediação de chumbo, reduzindo a biodisponibilidade desse metal na solução e reduzindo assim os riscos gerados pela contaminação por esse elemento no ambiente.

Hernández (2016), em seu artigo avaliou a viabilidade do uso de escória da indústria siderúrgica para a remoção de compostos fosfóricos presentes em efluentes de águas residuais e foi possível observar que o fenômeno da precipitação é o principal mecanismo responsável para a remoção de fósforo seguido de um processo de adsorção em filtros de escória. Também analisou que propriedades como o pH

podem afetar o mecanismo de remoção de fósforo e podem levar a resultados indesejados.

Terra e Souza (2017), avaliaram um sistema de pós tratamento de lixiviado de aterro sanitário, utilizando planta piloto de um filtro lento descendente preenchido com escória de aciaria e foi observado que o sistema apresentou influência nos parâmetros de pH, mostrando que foi aumentando. Além disso, o pós-tratamento estudado removeu, de forma satisfatória, a turbidez do efluente.

Navarro, (2006), em seu trabalho explica que a precipitação de metais pesados através do uso de hidróxidos tem sido usada com sucesso no tratamento convencional de águas residuais. Assim, o uso de cal ou outras substâncias alcalinas, como potássio (KOH), permite a precipitação de metais. Este tipo de processo ocorre em condições ideais de pH entre 9 e 10, então nestas condições uma boa remoção de metais pode ser esperada. Por outro lado, dada a importante adsorção que pode ocorrer em superfícies reativas para pH entre 6 e 7, no caso de muitos metais pesados, também é possível pensar em processos articulares que são capazes de remover metais do solo e/ou águas subterrâneas. No caso do óxido de magnésio, várias experiências têm sido feitas que demonstram a eliminação de metais como Zn, Cu, Pb e Mn, que precipitam na forma de hidróxidos, hidroxissulfuretos e óxidos (Navarro et al., 2006). No caso de águas subterrâneas contaminadas, os testes de MgO indicam uma notável eliminação de Mn, Mo, Al, Pb, Zn e Fe, bem como uma redução substancial no teor de nitrato de águas subterrâneas (Navarro et al., 2003; Navarro, 2008). Nestes casos, o principal mecanismo é a precipitação de metais na forma de hidróxidos.

Zambon (2003), em sua dissertação, mostrou o comportamento do pH na adsorção de chumbo pela zeólita clinoptilolita em banho finito. Nos experimentos com pH inicial igual a 3, ocorreu um aumento até aproximadamente 5. Nos experimentos com pH inicial igual a 5, o aumento chegou em cerca de 7. Também, para os experimentos com pH inicial igual a 4 verificou-se uma variação até próximo de 7. Com maior massa de zeólita esperava-se um aumento do pH da solução devido à liberação de íons de metais alcalinos do mineral. Entretanto, esse aumento não deveria atingir níveis que levassem a ocorrência de precipitação química devido o problema de

estabilidade da própria zeólita, por isso, se diz que zeólitas influenciam e são influenciadas pelo pH.

Segundo Brasil (2019), em um dos seus estudos sobre reatividade de escória de alto-forno em um latossolo amarelo distrófico objetivando avaliar a ação neutralizante da escória de siderurgia, sua reatividade e o efeito sobre a concentração de nutrientes em solo representativo da região conduziu-se um trabalho no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental. Os resultados permitiram concluir que a aplicação de escória de alto-forno minimizou os efeitos da acidez do solo, promovendo o aumento do valor do pH, a redução dos teores de Al trocável e o aumento de Ca+Mg. As alterações dos atributos químicos do solo foram mais pronunciadas aos 35 dias da aplicação de ambos os corretivos. A escória promoveu aumento nos teores de K e na disponibilidade de P no solo.

Magalhães (2011) em seu estudo, teve como objetivo avaliar a utilização de dois resíduos industriais na redução de disponibilidade de zinco e cádmio em solo contaminado. O substrato foi tratado com dois agentes inertizantes, assim descritos: um resíduo industrial com característica alcalina (Escória de Aciaria) em duas doses 4% e 6%, e outro com alto teor de óxido de ferro como adsorvente (Carepa de Laminação), em dose única de 1%. O substrato não tratado apresentava alto teor de cádmio e zinco na fração biodisponível. Os tratamentos causaram uma redução na disponibilidade desses elementos no solo, evidenciado na absorção diferenciada pelas plantas. Por causa da maior disponibilidade do cádmio e zinco no solo sem adição dos inertizantes, as plantas não resistiram aos altos teores desses elementos e morreram 30 dias após a implantação do experimento. A produção de massa seca foi influenciada positivamente pela aplicação dos agentes inertizantes, apresentando melhor resposta na maior dose de escória de aciaria. A maior dose também propiciou as menores concentrações dos elementos nas plantas, sem provocar deficiência do micronutriente zinco e mantendo o cádmio a níveis não tóxicos para as espécies de eucalipto. Apesar de apresentar menores concentrações de cádmio na dose de 6% de Escória de Aciaria, essa dose resultou na maior extração desse elemento pelas plantas.

4. CONCLUSÃO

- A escória de aciaria elevou o pH da solução contaminada, levando a precipitação e indisponibilização do chumbo (Pb) presente na solução.
- A escória de aciaria foi eficiente na redução da biodisponibilização do Pb, reduzindo assim seus efeitos tóxicos ao meio.
- A escória de aciaria apresentando um alto potencial para utilização em tratamentos de efluentes industriais, contendo Pb.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

São sugeridos mais estudos sobre a interferência química e biológica da escória de aciaria, a fim de confirmar sua possível utilização na precipitação de Pb presente em cursos hídricos contaminados.

Esses estudos são interessantes, pois, além da remediação ambiental, eles apontam uma alternativa para indústrias que produzem muita escória, não sabendo como reaproveitá-la e acabam disponibilizando de forma incorreta no meio.

6. REFERÊNCIAS

ABREU, Cleide Aparecida; ABREU, Mônica Ferreira; ANDRADE, João Carlos. **Distribuição de chumbo no perfil de solo avaliada pelas soluções de DTPA e MEHLICH-3**. Revista Bragantia, Campinas, vol. 57, n. 1, 1998.

ALMEIDA, Juliano da Silva M. de Almeida; JUNIOR, Moilton R. Franco; ROCHA, Nattácia R. A.F; ROSSI, Arley S. **Redução do teor de prata e chumbo de água contaminadas através do uso de material adsorvente**. Revista Ciências do Ambiente On-Line, Minas Gerais, v.8, n. 1, mar. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

BORBA, Tania Regina. **Estudo da aplicação de biossorventes no tratamento de rejeitos radioativos líquidos contendo amerício-241**. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) – USP, São Paulo, 79 f., 2010.

BRASIL, Edilson; NASCIMENTO, Emerson. **Aproveitamento agrônomo de escória de siderurgia de alto-forno na correção da acidez do solo**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, 40 f., 2019.

BRASIL. LEI Nº 12.305, DE 02 DE AGOSTO DE 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasília, DF, ago, 2010. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/dados.asp>. Acesso em 05 mar. 2019.

CAÑIZARES-VILLANUEVA, Rosa Olivia. **Biosorción de metales pesados mediante el uso de 200der20ra microbiana**. Revista Latinoamericana de Microbiología, v.42, p. 131-143, 2000.

DEAN, J. G.; BOSQUI, F. L.; LANOQUETTE, K. H. **Removing heavy metal from waste water**. Environmental Science and Technology, v.6, n.5-8, p.518-522, 1972.

FONINI, Anderson; ROJAS, José Waldomiro Jiménez. **Técnicas Empregadas na Remediação de Solos Contaminados**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

HERNÁNDEZ, Yenzi Guevara. **Uso de la escoria como Absorbentes para eliminar el fósforo de las aguas residuales**. Revista Ingeniería y Ciencia, v.2, 2016.

IABR. **Relatório de sustentabilidade**. Disponível em < <http://www.acobrasil.org.br/site2015/> > Acesso em: 22 set 2019

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Dados do Setor**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em 04 mar. 2019.

JÚNIOR, Affonso Celso Gonçalves. **Descontaminação e monitoramento de águas e solos na região amazônica utilizando materiais adsorventes alternativos, visando a remoção de metais pesados tóxicos e pesticidas.** Revista Inclusão Social, Brasília, DF, v. 6, n. 2, p.105-113, jan./jun. 2013.

LIU, Haochi; LI, Feifei; CHEN, Ligang; DING, Jie; SUNA, Mingli. **Adsorptive Removal of Pb (II) Ions with Magnetic Metal-Organic Frameworks from Aqueous Samples.** General Chemistry, v. 3, p. 134-139, 2017.

MACHADO, Manuela D.; SANTOS, Mônica S. F.; GOUVEIA, Cláudia; SOARES, Helena M.V.M; SOARES, Eduardo V. **Removal of heavy metals using a brewer's yeast strain of *Saccharomyces cerevisiae*: advantages of using dead biomass.** Bioresource Technology, v.99, p. 2107 – 2115, 2008.

MAGALHÃES, Marcio Osvaldo Lima; SOBRINHO, Nelson Moura Brasil do Amaral; MAZUR, Nelson. **Uso de resíduos industriais na remediação de solo contaminado com Cádmi e Zinco.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 219 – 227, abr/jun. 2011.

MARTNS, A.L.S; CASQUEIRA, R.G; AMARAL SOBRINHO, N.M.B. **Remoção De Chumbo Por Flotação Por Ar Dissolvido.** 2º encontro nacional de tecnologia química: Salvador- BA, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas Contaminadas.** Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/areas-contaminadas> > Acessado em 21 mar. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução no 357, de 17 de março de 2005.** Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> > Acessado em 21 mar. 2019.

MONTEIRO, José Henrique Penido et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001.

MONTONE, Rosalinda Carmela. **Bioacumulação e Biomagnificação – 2015.** Disponível em: < <http://www.io.usp.br/index.php/oceanos/textos/antartida/31-portugues/publicacoes/series-divulgacao/poluicao/811-bioacumulacao-e-biomagnificacao> >. Acesso em 20 fev. 2019.

MOREIRA, Fátima Ramos; MOREIRA, Josino Costa. **Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde.** Revista Panamericana de Salud Pública, 15(2), p. 119–29, 2004.

NAVARRO, Andrés. **Remediación de suelos y aguas 22oder22ra22eas em áreas mineras abandonadas de regiones semiáridas**. Departamento Mec. De Fluidos. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Aeronáutica. Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Espanha.

OLIVEIRA, Bianca Stephanie; CORDEIRO, Juni; NEVES, Patricia Carla Brito; CALAZANS, Giovanna Moura; COSTA, Jose Gustavo Souza. **Avaliação do potencial do reaproveitamento da escória de aciaria Id como agregado siderúrgico**. Revista De Gestão E Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.206-229, abr./jun. 2018.

PANTAROTO, Hermano Luis, **Chumbo: sua Exploração, Uso e Saúde Pública**. Anais da 4 Mostra Acadêmica UNIMEP; Piracicaba, 2015.

PREZOTTI, Luiz Carlos; GUARÇONI, André. **Efeito da escória de siderurgia na química do solo e na absorção de nutrientes e metais pesados pela cana-de-açúcar**. Revista Ceres, vol. 59, núm. 4, p. 530-536, 2012.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Revitalização de áreas contaminadas**. Revista Remediação e Revitalização de Áreas Contaminadas: Aspectos Técnicos, Legais e Financeiros. São Paulo, Signus Editora, 79-90 p, 2004.

SHARMA, Parul. KUMARI, Pushpa; SRIVASTAVA, M.M; SRIVASTAVA, Shalini. **Removal of 22oder22r from aqueous system by shelled Moringa 22oder22ra Lam. Seed 22oder**. Bioresource Technology, v. 97, n. 2, p. 299-305, 2006.

TAKANO, Cyro et al., A reciclagem de resíduos siderúrgicos sólidos. Escola politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TERRA, Barbara Roveta; SOUZA, Luiza Azevedo. **Utilização de escória de aciaria no pós-tratamento de efluente de lagoa de polimento aplicada no tratamento de lixiviado de aterro sanitário**. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental): Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.

VIDAL, Anelisa de Aquino; PRADO, Renato de Mello. **Aplicação de escória siderúrgica, calcário e ureia em latossolo cultivado com arroz**. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), v. 41, n. 2, p. 13012, 28 jun. 2011.

XAVIER, Pollyanna. **Escória Segura**. Jornal Aqui, 18 fev. 2019. Disponível em: <<http://www.jornalaqui.com/escoria-segura.php>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

ZAMBON, Gicela. **Remoção de Chumbo (Pb2) utilizando Zeólita Natural Clinoptilolita**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química): UNICAMP, São Paulo, 109 f., 2003.

ZEGHICHI, L. **The effect of replacement of natural aggregates by slag products on the strength of concrete.** Asian Journal of Civil Engineering, v. 7, p. 27-35, 20.

ANEXOS

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Cadernos UniFOA é uma publicação quadrimestral cujo objetivo é publicar prioritariamente pesquisas originais e contribuições de caráter descritivo e interpretativo, baseadas na literatura recente, bem como artigos sobre temas atuais ou emergentes e comunicações breves sobre temas relevantes e inéditos desenvolvidos em nível de Graduação, e Pós-graduação Lato e Stricto Sensu.

Seleção de artigos: na seleção de artigos para publicação, avaliam-se a originalidade, a relevância do tema e a qualidade da metodologia utilizada, além da adequação às normas editoriais adotadas pelo periódico.

Revisão por pareceristas: os manuscritos serão analisados por, no mínimo, dois consultores, resguardado o anonimato dos autores. A aprovação do trabalho, pela Comissão Editorial, será baseada no conteúdo científico, respaldado pelos pareceres dos consultores e no atendimento às normas. Alterações substanciais poderão ser solicitadas aos autores, mediante a devolução dos arquivos originais acompanhados das sugestões.

Ineditismo do material: o conteúdo do material enviado para publicação na Revista Cadernos UniFOA não pode ter sido publicado anteriormente, nem submetido para publicação em outros locais. Para serem publicados em outros locais, ainda que parcialmente, necessitam aprovação por escrito dos Editores. Os conceitos e declarações contidos nos trabalhos são de total responsabilidade dos autores.

Direitos Autorais: ao encaminhar um original à revista, os autores devem estar cientes de que, se aprovado para publicação, os direitos autorais do artigo, incluindo os de reprodução em todas as mídias e formatos, deverão ser concedidos exclusivamente para a Revista Cadernos UniFOA, através de formulário próprio preenchido durante o Passo 1 do processo de submissão.

Serão aceitos trabalhos para as seguintes seções:

(1) **Revisão** - revisão crítica da literatura sobre temas relevantes (máximo de 8 laudas); (2) **Artigos** - resultado de pesquisa de natureza empírica, experimental ou conceitual (máximo de máximo de 15 laudas); (3) **Notas** - nota prévia, relatando resultados parciais ou preliminares de pesquisa (máximo de máximo de 3 laudas); (4) **Resenhas** - resenha crítica de livros científicos, publicado nos últimos dois anos (máximo de máximo de 1 lauda); (5) **Cartas** - crítica a artigo publicado em fascículo anterior do Cadernos UniFOA (máximo de 1 lauda). O limite máximo de laudas refere-se ao texto e às referências bibliográficas (folha de rosto, resumos e ilustrações).

Obs.: Trabalhos em formato de TCC ou Monografia não serão aceitos.

Apresentação do Texto: Serão aceitas contribuições em português ou inglês. O original deve ser submetido eletronicamente, fonte Arial ou Times New Roman, tamanho 12, folha A4 com as seguintes margens: superior e esquerda (3 cm); inferior e direita (2 cm). Para entrelinhas, deve-se aplicar espaçamento de 1,5 cm. Deve ser enviado com uma página de rosto, onde constarão: título completo (no idioma original e em inglês), nome(s) do(s) autor(es) e sua(s) respectiva(s) instituição(ões) por extenso, com endereço completo apenas do autor responsável pela correspondência.

Ilustrações: as figuras deverão ser enviadas em alta qualidade, coloridas e/ou diferentes tons de cinza e/ou hachuras. É necessário o envio dos gráficos, separadamente, no formato do programa em que foram gerados (Excel etc.), acompanhados de seus parâmetros quantitativos, em forma de tabela e com nome de todas as variáveis. O número de tabelas e/ou figuras deverá ser mantido ao mínimo (máximo de 7 tabelas e/ou figuras). Por questões de custo, não é possível garantir, à priori, a impressão da revista com imagens coloridas.

Resumos: Com exceção das contribuições enviadas à seção Resenha, todos os artigos submetidos em português deverão ter resumo na língua principal e em inglês. Os artigos submetidos em inglês deverão vir acompanhados de resumo em português, além do abstract em inglês. Os resumos não deverão exceder o limite de 1.500 caracteres (com espaços), ou 260 palavras, não deverão conter citações, parágrafos

ou tópicos e deverão ser acompanhados de 3 a 5 palavras-chave, em português e inglês.

Nomenclatura: devem ser observadas rigidamente as regras de nomenclatura zoológica e botânica, assim como abreviaturas e convenções adotadas nas disciplinas especializadas.

Pesquisas envolvendo seres humanos: Artigos que apresentem resultados de pesquisas envolvendo seres humanos deverão estar de acordo com as normas e diretrizes regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, aprovadas pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP. A demonstração desta adequação, incluindo apresentação do número do CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) deverá constituir o último parágrafo da seção Metodologia do artigo. Em caso de dúvida e em não havendo Comitê especializado na IES de origem, o(s) autor(res) pode(m) entrar em contato com coeps@foa.org.br (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos) para mais esclarecimentos.

Pesquisa envolvendo animais: Artigos que apresentem resultados de pesquisas envolvendo animais deverão anexar cópia do Certificado de aprovação do projeto da pesquisa que originou o artigo, expedido pelo CEUA (Comitê de Ética no Uso de Animais) de sua Instituição, em atendimento à Lei 11794/2008.

Agradecimentos: Contribuições de pessoas que prestaram colaboração intelectual ao trabalho como assessoria científica, revisão crítica da pesquisa, coleta de dados entre outras, mas que não preencham os requisitos para participar de autoria deve constar dos “Agradecimentos”, desde que haja permissão dos nomeados. Também podem constar desta parte agradecimentos a instituições pelo apoio econômico, material ou outros.

Referências: as referências devem ser identificadas indicando-se autor(es), ano de publicação e número de página, quando for o caso. Todas as referências devem ser apresentadas de modo correto e completo. A veracidade das informações contidas na lista de referências é de responsabilidade do(s) autor(es) e devem seguir o estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Obs.: Apenas as obras citadas no corpo do texto devem aparecer nas referências.

Exemplos:

1 Livro:

MOREIRA FILHO, A. A. **Relação médico paciente: teoria e prática.** 2. ed. Belo Horizonte: Coopmed Editora Médica, 2005.

2 Capítulo de Livros

RIBEIRO, R. A.; CORRÊA, M. S. N. P.; COSTA, L. R. R. S. Tratamento pulpar em dentes decíduos. In: CORRÊA, M. S. N. P. **Odontopediatria na primeira infância.** 2. ed. São Paulo: Santos, 2005. p. 581-605.

3 Dissertação e Tese

EZEQUIEL, Oscarina da Silva. **Avaliação da acarofauna do ecossistema domiciliar no município de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais, Brasil.** 2000. Dissertação (Mestrado em Biologia Parasitária) –FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000.

CUPOLILO, Sonia Maria Neumann. **Reinfecção por Leishmania L amazonensis no modelo murino: um estudo histopatológico e imunohistoquímico.** 2002. Tese (Doutorado em Patologia) - FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2002.

4 Artigos

ALVES, M. S.; RILEY, L. W.; MOREIRA, B. M. A case of severe pancreatitis complicated by *Raoultella planticola* infection. **Journal of Medical Microbiology**, Edinburgh, v. 56, p. 696-698, 2007. COOPER, C. W.; FALB, R. D. Surgical adhesives. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 146, p. 214-224, 1968.

5 Documentos eletrônicos

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Estimativa 2006**: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/>>. Acesso em: 4 ago. 2007.

Nota:

- Artigos que não estejam rigorosamente dentro das normas acima serão automaticamente rejeitados.
- Após o parecer dos avaliadores, o(s) autor(es) terão 15 dias corridos para efetuar as alterações, sugestões ou correções. O não cumprimento do prazo implicará no arquivamento automático do manuscrito.
- Recomenda-se que os autores consultem um artigo recentemente publicado na Revista Cadernos UniFOA para verificar os detalhes de formatação.

Envio de manuscritos:

Os artigos devem ser submetidos através do sistema de avaliação da revista, disponível em <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos>. O autor principal deve se cadastrar e submeter o trabalho, informando durante a submissão, sob sua responsabilidade, os dados completos de todos os coautores envolvidos no trabalho.