



Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção
do Conhecimento
nas Ciências
Agrárias e Ambientais 3**

Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências
Agrárias e Ambientais**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 3
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-286-9

DOI 10.22533/at.ed.869192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente à quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ECONOMIC VIABILITY OF A CITRUS PRODUCTION UNIT IN THE CITY OF LIBERATO SALZANO IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL	
<i>Paulo de Tarso Lima Teixeira</i> <i>Luis Pedro Hillesheim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926041	
CAPÍTULO 2	9
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS: OFICINAS E QUESTIONÁRIOS	
<i>Ananda Helena Nunes Cunha</i> <i>Eliana Paula Fernandes Brasil</i> <i>Thayná Rodrigues Mota</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926042	
CAPÍTULO 3	18
EFEITO DA CO-INOCULAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO	
<i>Laís Gertrudes Fontana Silva</i> <i>Jairo Câmara de Souza</i> <i>Bianca de Barros</i> <i>Hellysa Gabryella Rubin Felberg</i> <i>Marta Cristina Teixeira Leite</i> <i>Robson Ferreira de Almeida</i> <i>Evandro Chaves de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926043	
CAPÍTULO 4	26
EFEITO DA FARINHA DE BABAÇU NAS CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO BISCOITO SEQUILHO	
<i>Eloneida Aparecida Camili</i> <i>Priscila Copini</i> <i>Thais Hernandez</i> <i>Luciane Yuri Yoshiara</i> <i>Priscila Becker Siquiera</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926044	
CAPÍTULO 5	39
EFEITO DE DOSES DE ADUBAÇÃO NK SOBRE CRESCIMENTO VEGETATIVO E FRUTIFICAÇÃO DE PINHEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO NO SUDOESTE DA BAHIA	
<i>Ivan Vilas Bôas Souza</i> <i>Abel Rebouças São José</i> <i>John Silva Porto</i> <i>José Carlson Gusmão da Silva</i> <i>Bismark Lopes Bahia</i> <i>Danielle Suene de Jesus Nolasco</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926045	

CAPÍTULO 6	60
EFFECT OF SOIL NUTRIENTS ON POLYPHENOL COMPOSITION OF JABUTICABA WINE	
<i>Danielle Mitze Muller Franco</i>	
<i>Gustavo Amorim Santos</i>	
<i>Luciane Dias Pereira</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
<i>Suzana da Costa Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926046	
CAPÍTULO 7	75
EFICIÊNCIA DE QUITINAS DE CAMARÕES MARINHOS E DE ÁGUA DOCE NA ADSORÇÃO DE NH ₄ ⁺ DE EFLUENTES AQUÍCOLAS SINTÉTICOS	
<i>Fernanda Bernardi</i>	
<i>Izabel Volkweis Zadinelo</i>	
<i>Luana Cagol</i>	
<i>Helton José Alves</i>	
<i>Lilian Dena dos Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926047	
CAPÍTULO 8	80
ELABORAÇÃO DA TABELA NUTRICIONAL DE ACEROLAS PRODUZIDAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ITARARÉ – SÃO PAULO	
<i>Rafaela Rocha Cavallin</i>	
<i>Júlia Nunes Júlio</i>	
<i>Gisele Kirchbaner Contini</i>	
<i>Fabielli Priscila Oliveira</i>	
<i>Carolina Tomaz Rosa</i>	
<i>Juliana Dordetto</i>	
<i>Katielle Rosalva Voncik Córdova</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926048	
CAPÍTULO 9	90
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BOLO DE FUBÁ ELABORADO COM ÓLEO DE POLPA DE ABACATE <i>Persea americana</i>	
<i>Vinícius Lopes Lessa</i>	
<i>Maria Clara Coutinho Macedo</i>	
<i>Aline Cristina Arruda Gonçalves</i>	
<i>Christiano Vieira Pires</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8691926049	
CAPÍTULO 10	102
ESPÉCIES DO SUBGÊNERO <i>Decaloba</i> (<i>Passiflora</i> , <i>Passifloraceae</i>) COMO FONTES DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE LAGARTAS	
<i>Tamara Esteves Ferreira</i>	
<i>Fábio Gelape Faleiro</i>	
<i>Jamile Silva Oliveira</i>	
<i>Alexandre Specht</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260410	

CAPÍTULO 11 116

ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS)
NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

Rosemary Laís Galati
Jefferson Darlan Costa Braga
Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca
Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva
Edimar Barbosa de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86919260411

CAPÍTULO 12 127

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DA DEXMEDETOMIDINA E XILAZINA EM
BOVINOS SUBMETIDOS A LAVADO BRONCOSCÓPICO

Desiree Vera Pontarolo
Sharlenne Leite da Silva Monteiro
Heloisa Godoi Bertagnon
Alessandra Mayer Coelho
Bruna Artner
Natalí Regina Schllemer

DOI 10.22533/at.ed.86919260412

CAPÍTULO 13 136

ESTUDO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis*
Engl

Ailton Batista Oliveira Junior
Aderlaine Carla de Jesus Costa
Matheus Oliva Tolentino
Sabrina Gonçalves Vieira de Castro
Ronaldo dos Reis Farias
Luiz Henrique Arimura Figueiredo
Cristiane Alves Fogaça

DOI 10.22533/at.ed.86919260413

CAPÍTULO 14 143

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA
CONSTRUÇÃO DE MORADIAS RURAIS

Felipo Lovatto
Rodrigo Couto Santos
Rafael Zucca
Juliano Lovatto
Rodrigo Aparecido Jordan

DOI 10.22533/at.ed.86919260414

CAPÍTULO 15 149

ESTUDO DA MELHOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA PROPORCIONADA PELO USO
DE ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL ADEQUADO

Mauricio Battilani
Rodrigo Couto Santos
Ana Paula Cassaro Favarim
Juliano Lovatto
Luciano Oliveira Geisenhoff
Rafaela Silva Cesca

DOI 10.22533/at.ed.86919260415

CAPÍTULO 16 155

ESTUDO DA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO DE CITROS DA COMUNIDADE SANTA LUZIA DO INDUÁ, CAPITÃO POÇO/PA

Letícia do Socorro Cunha
Luane Laíse Oliveira Ribeiro
Lucila Elizabeth Fragozo Monfort
Wanderson Cunha Pereira
Felipe Cunha do Rego
Francisco Rodrigo Cunha do Rego
Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.86919260416

CAPÍTULO 17 163

EXTRAÇÃO VIA ULTRASSOM DA BETA-GALACTOSIDASE DE *Saccharomyces fragilis* IZ 275 CULTIVADA EM SORO COM POTENCIAL PARA HIDRÓLISE DA LACTOSE

Ariane Bachega
Ana Caroline Iglecias Setti
Alessandra Bosso
Samuel Guemra
Hélio Hiroshi Suguimoto
Luiz Rodrigo Ito Morioka

DOI 10.22533/at.ed.86919260417

CAPÍTULO 18 174

FERTIRRIGAÇÃO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Rafaela Silva Correa
Tadeu Augusto van Tol de Castro
Rafael Gomes da Mota Gonçalves
Erinaldo Gomes Pereira
Leonardo Duarte Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.86919260418

CAPÍTULO 19 188

GENÔMICA COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO PESQUEIRA?

Daiane Machado Souza
Suzane Fonseca Freitas
Welinton Schröder Reinke
Rodrigo Ribeiro Bezerra de Oliveira
Paulo Leonardo Silva Oliveira
Deivid Luan Roloff Retzlaff
Luana Lemes Mendes
Heden Luiz Maques Moreira
Carla Giovane Ávila Moreira
Rafael Aldrighi Tavares
Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey

DOI 10.22533/at.ed.86919260419

CAPÍTULO 20 194

GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM
ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

Vitor Rodolfo Becegato
Valter Antonio Becegato
Indianara Fernanda Barcarolli
Gilmar Conte
Camila Angélica Baum
Lais Lavnitcki
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.86919260420

CAPÍTULO 21 212

GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO
DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

Guilherme Henrique Cavazzana
Daniel Pache Silva
Fernanda Pereira Pinto
Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho
Vinícius de Oliveira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.86919260421

CAPÍTULO 22 228

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE
Peltophorum dubium SPRENG. CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Elisa Regina da Silva
Kelly Nery Bighi
Ingridh Medeiros Simões
Maricélia Moreira dos Santos
José Carlos Lopes
Rodrigo Sobreira Alexandre

DOI 10.22533/at.ed.86919260422

CAPÍTULO 23 236

GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE GRÃOS DE PÓLEN DE PITAIA SUBMETIDOS A
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO BÓRICO

Nathália Vállery Tostes
Miriã Cristina Pereira Fagundes
José Darlan Ramos
Verônica Andrade dos Santos
Letícia Gabriela Ferreira de Almeida
Fábio Oseias dos Reis Silva
José Carlos Moraes Rufini
Alexandre Dias da Silva
Iago Reinaldo Cometti
Renata Amato Moreira

DOI 10.22533/at.ed.86919260423

CAPÍTULO 24	242
IDENTIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE DE CISTO EM LINHAGENS DE SOJA	
<i>Antônio Sérgio de Souza</i>	
<i>Rafaela Lanusse de Bessa Lima</i>	
<i>Pedro Ivo Vieira Good</i>	
<i>Vinicius Ribeiro Faria</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260424	
CAPÍTULO 25	247
IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO CORROSIVO DA PRESENÇA DE H ₂ S NO BIOGÁS DESTINADO A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
<i>Yuri Ferruzzi</i>	
<i>Samuel Nelson Melegari de Souza</i>	
<i>Estor Gnoatto</i>	
<i>Dirceu de Melo</i>	
<i>Alberto Noboru Miyadaira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260425	
CAPÍTULO 26	253
INCERTEZAS NA DEFINIÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA A OBTENÇÃO DA CHUVA DE PROJETO	
<i>Viviane Rodrigues Dorneles</i>	
<i>Rita de Cássia Fraga Damé</i>	
<i>Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra</i>	
<i>Marcia Aparecida Simonete</i>	
<i>Letícia Burkert Mélo</i>	
<i>Patrick Moraes Veber</i>	
<i>Maria Clotilde Carré Chagas Neta</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260426	
CAPÍTULO 27	260
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE	
<i>Aline Brum Argenta</i>	
<i>Matheus Lavado dos Santos</i>	
<i>Alessandro Nogueira</i>	
<i>Agnes de Paula Scheer</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260427	
CAPÍTULO 28	270
INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO	
<i>Juliana Trindade Martins</i>	
<i>Orivaldo Arf</i>	
<i>Eduardo Henrique Marcandalli Boleta</i>	
<i>Flávia Constantino Meirelles</i>	
<i>Anne Caroline da Rocha Silva</i>	
<i>Flávia Mendes dos Santos Lourenço</i>	
DOI 10.22533/at.ed.86919260428	
SOBRE O ORGANIZADOR	281

GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

Vitor Rodolfo Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Valter Antonio Becegato

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Indianara Fernanda Barcarolli

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Gilmar Conte

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Lages-SC

Camila Angélica Baum

Universidade Federal do Rio Grande do Sul-
UFRGS, Porto Alegre-RS

Lais Lavnitcki

Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba-
PR

Alexandre Tadeu Paulino

Universidade do Estado de Santa Catarina-
UDESC, Chapecó-SC

RESUMO: A disposição de resíduos sólidos a céu aberto no Brasil ainda é uma atividade frequentemente realizada. Os lixões, espaços destinados a esta finalidade, recebem resíduos de forma indiscriminada, impactando o meio ambiente do local e de seus arredores, principalmente por meio da contaminação dos solos pelo chorume gerado com a decomposição

parcial de resíduos e sua consequente percolação pelos perfis do solo. O chorume costuma possuir diversos componentes potencialmente nocivos ao ambiente, como compostos orgânicos e metais pesados. Neste estudo, foram avaliados os níveis de cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni) e cobre (Cu) em amostras superficiais e subsuperficiais de solos da Área de Influência Direta do Lixão Desativado do Município de Lages-SC, bem como a composição do chorume gerado, objetivando identificar a sua natureza e o grau da contaminação causada pelo seu livre aporte solo adentro. Também foram determinados os Fatores de Contaminação (FC) e o Índice de Geoacumulação (I_{Geo}) para as amostras coletadas. Nenhum metal analisado apresentou concentrações elevadas, se comparadas aos Valores de Prevenção e Intervenção contidos na Resolução nº 420/2009 do CONAMA, o que refletiu em valores baixos de FC e I_{Geo} , ou seja, uma baixa contaminação. No entanto, a textura predominantemente arenosa e a alta ocupação dos sítios de troca catiônica das amostras indicam que a percolação do chorume atinge altas profundidades, podendo atingir águas subterrâneas.

PALAVRAS-CHAVE: Metais; Chorume; Qualidade ambiental; Solos.

ABSTRACT: The outdoor solid waste disposal

in Brazil is still a frequently conducted activity. Landfills, locations destined to this outcome, receive waste in an indiscriminate way, impacting the local environment and of its surroundings, mainly due to the contamination of soils by leachate generated by the partial decomposition of waste and its consequent percolation through the soil profiles. Leachate normally possess many components that may be hazardous to the environment, such as organic compounds and heavy metals. In this study, the levels of cadmium (Cd), lead (Pb), chromium (Cr), nickel (Ni) and copper (Cu) were analyzed in superficial and subsuperficial samples of soils from the area of direct influence of the deactivated landfill of the city of Lages-SC, as well as the composition of the generated leachate, aiming to identify its nature and the level of contamination by its free penetration through the soil. The Factor of Contamination (FC) and the Geoaccumulation Index (I_{Geo}) were also determined for the collected soil samples. None of the analyzed metals was detected in elevated levels, if compared to the Prevention and Investigation Values expressed in the CONAMA Resolution n. 420/2009, what resulted in low values of FC and I_{Geo} ; hence, a minor contamination. However, the predominantly sandy texture and the high occupation of the cation exchange sheets indicate that leachate percolates to higher depths, being able to reach groundwaters.

KEYWORDS: Metals; Leachate; Environmental quality; Soils.

1 | INTRODUÇÃO

Devido ao aumento das taxas de crescimento da população mundial, a geração de resíduos sólidos também aumenta. Segundo Renou et al. (2008) e Baderna et al. (2011), um indivíduo pode gerar entre 0,5 a 4,5 kg de resíduos sólidos diariamente. Segundo Moraes (2014), a geração de lixo pode ser influenciada por outros fatores, tais como os hábitos e os costumes da população. Atualmente, os resíduos sólidos gerados pela população costumam ser enviados a três diferentes destinos: lixões, aterros controlados e aterros sanitários.

Os lixões são locais onde os resíduos são depositados sem nenhum tipo de tratamento ou cuidado, o que representa uma condição favorável à contaminação tanto do solo local quanto de águas subterrâneas por conta da geração de chorume. Os aterros controlados operam de maneira bastante semelhante, sendo que neles os resíduos dispostos são cobertos com solos. Já os aterros sanitários são, em tese, estruturas projetadas e construídas com o intuito de acomodar resíduos de forma com que sua decomposição não gere impactos negativos ao ambiente. Entretanto, segundo Kjeldsen et al. (2002), grande parte dos aterros sanitários são construídos de forma irregular e inadequada, sem nenhum critério de engenharia, como a correta impermeabilização das células onde é depositado o lixo.

O chorume pode conter metais potencialmente tóxicos como chumbo, zinco, cádmio, arsênio, cromo, manganês, cobre, dentre outros, e ainda compostos orgânicos variados. Segundo Rigueti et al. (2015), os metais pesados reagem com

ligantes difusores e macromoléculas, alterando processos metabólicos e danificando os sistemas biológicos de todos os seres vivos.

Desta forma, faz-se importante o monitoramento dos níveis destes metais no chorume gerado em lixões, de forma a verificar a extensão do impacto causado pelo livre aporte do líquido pelos solos destas áreas.

O presente estudo teve por objetivo verificar o grau de contaminação dos solos da área de influência direta e indireta do lixão desativado do município de Lages-SC, por meio da quantificação das concentrações de cádmio, chumbo, cobre, cromo e níquel, em amostras superficiais e subsuperficiais de solos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com dados obtidos de um lixão desativado do município de Lages-SC. A deposição de resíduos sólidos se deu entre os anos de 1986 e 2005. O aterro está localizado na margem esquerda da rodovia BR-282 no sentido Lages/Florianópolis. Sua área útil é de aproximadamente 48.000 m², cuja localização está compreendida entre as coordenadas geográficas: 27°46'15,38"S e 50°15'10,92"O. O empreendimento está inserido na bacia hidrográfica do rio Ponte Grande, que possui uma extensa rede de drenagem. No entorno da área, há a presença de áreas de proteção ambiental e reflorestamentos.

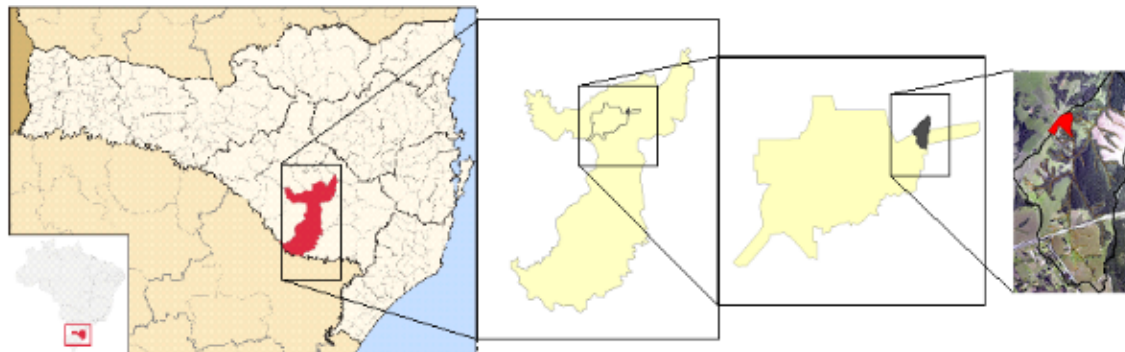


Figura 1. Localização do lixão desativado do município de Lages-SC. Fonte: MORAES (2014).

Com relação ao contexto geológico, a área insere-se nos domínios da unidade geotectônica Bacia do Paraná, constituída por sedimentos gondwânicos paleomesozoicos (arenitos), capeados por rochas vulcânicas mesozoicas/jurocretáceas (ROLDAN et al., 2010). O relevo da área é caracterizado por modelados de dissecação homogênea, representado por “coxilhões”, com encostas íngremes e vales relativamente profundos, favorecendo a atuação do escoamento superficial e da ocorrência de processos erosivos.

2.1 COLETA E PREPARO DE AMOSTRAS

Os pontos de coleta das amostras de solos foram previamente definidos por meio de análise sobre as imagens do *software* Google Earth e de trabalhos de campo

em função da possibilidade e facilidade de coleta, tanto para os solos que cobrem as cinco células de resíduos, quanto para aqueles que se encontram cobertos por estas. Foram retiradas 46 amostras, na profundidade de 0-20 cm, identificadas conforme o seguinte padrão: atribuindo-lhes a letra P (ponto), um número e, por último, a letra S (superficial) ou M (massa de resíduos).

A distribuição das amostras foi a seguinte: 20 amostras superficiais (Figura 2), sendo 15 em pontos que recobrem as células de disposição de resíduos sólidos e outras 5 em locais próximos a estas massas (P14S a P17S e P20S); além de 26 amostras subsuperficiais (Figura 3), sendo 20 em pontos logo abaixo às massas de resíduos (P1M a P20M) e 6 amostras na rede de drenagem por onde escorrem águas pluviais misturadas com chorume oriundo da decomposição das massas de resíduos (P21M* a P26M*).

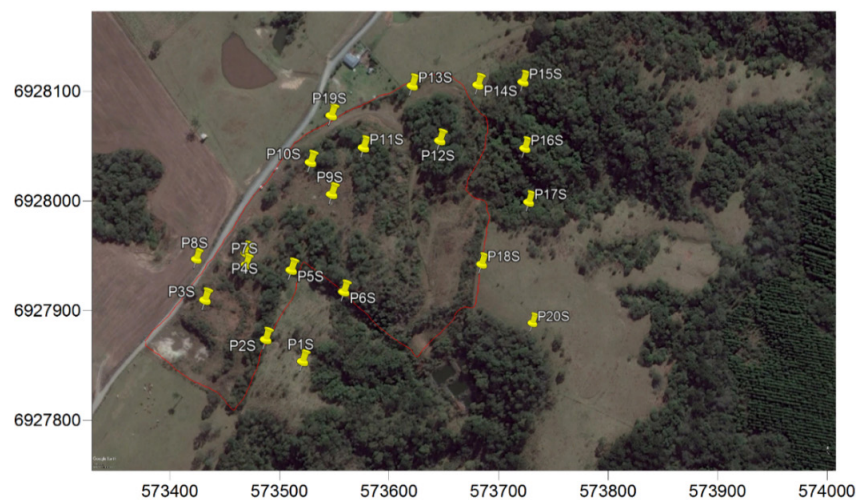


Figura 2. Localizações dos pontos de amostragem superficial de solos em relação ao perímetro do lixão, em vermelho. Fonte: Adaptado de Google Earth (2017).

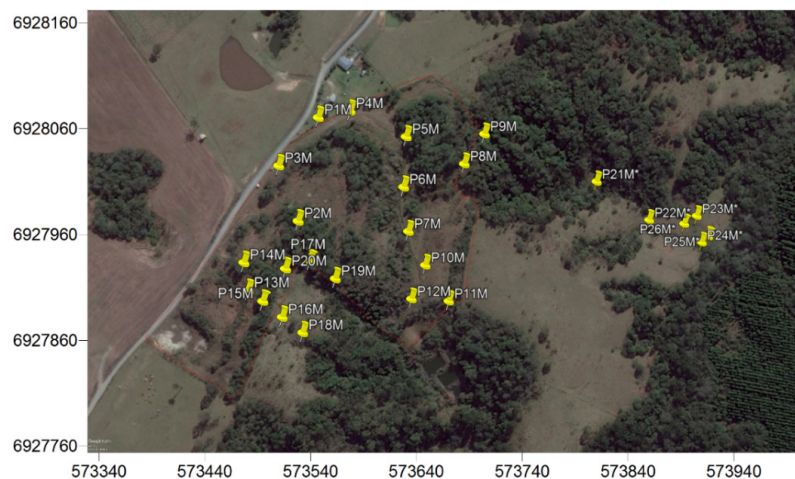


Figura 3. Localizações dos pontos de amostragem subsuperficial de solos. Fonte: Adaptado de Google Earth (2017).

Os pontos coletados foram descritos em uma planilha eletrônica, na qual anotou-se a localização dos pontos (obtida com o uso de GPS) e características complementares. Cada frasco de coleta foi identificado com etiqueta autoadesiva. Os solos foram secos

em estufa a 60°C por 48 h, moídos e peneirados com o auxílio de uma peneira com largura de malha igual a 0,025 mm. Posteriormente, retirou-se 3 alíquotas de cada amostra, com massa de 1,0 g cada, destinando-as a um processo de digestão ácida, consistido de uma adaptação do método 3050B da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (APHA, 1999).

Objetivando caracterizar o solo representativo da área de influência do lixão, coletou-se 4 amostras de solos-referência em uma área anexa ao empreendimento sem qualquer influência das massas de lixo ou antrópica, objetivando determinar sua capacidade de troca catiônica e textura.

Também foram analisadas 4 amostras do percolado (chorume), oriundas da área da pesquisa, bem como 4 do atual aterro sanitário de Lages-SC, objetivando conhecer as concentrações dos metais objeto da presente pesquisa e que pudessem servir de base para a discussão das concentrações dos elementos nos solos sob influência do lixão desativado. As amostras foram pré-acidificadas mediante a adição de ácido nítrico, até que atingissem pH 2,0. Posteriormente, submeteu-se as mesmas a um processo de digestão ácida, seguindo o método 3030E da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (APHA, 1999).

2.2 Determinação Dos Níveis De Metais

As determinações das concentrações dos metais foram analisadas por meio de espectrometria de absorção atômica por chama para amostras de chorume. Já para as amostras de solos, utilizou-se a técnica de **espectrometria de absorção atômica** por forno de grafite. Para ambas as análises, utilizou-se um equipamento da marca Analytik Jena, modelo contraAA 700.

2.3 Avaliação De Contaminação

2.3.1 Fator de Contaminação (FC)

O Fator de Contaminação (FC) indica o nível de contaminação de um solo pela razão entre a concentração detectada do metal ou composto de interesse no local por um valor de referência, e é representado pela equação 1 (JÚNIOR et al., 2008):

$$FC = C_m/C_n \quad (1)$$

Sendo:

C_m = Concentração do metal no local;

C_n = Valor de referência do elemento na área da pesquisa.

Devido ao fato de não haver valores de referência dos metais de interesse estabelecidos para a área estudada, foram utilizados os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) contidos na Decisão de Diretoria nº 256/2016/E da Companhia

Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2016), expressos na Tabela 1.

Metal	VRQ (ppb)
Cd	500
Cr	40000
Cu	35000
Ni	13000
Pb	17000

Tabela 1. Valores de Referência de Qualidade (ppb) para os metais analisados.

Fonte: Adaptado de CETESB (2016).

Na Tabela 2, estão contidos os intervalos de FC, bem como suas devidas interpretações sobre a intensidade da contaminação do solo.

Intervalo	Interpretação
$FC < 1$	Baixa contaminação
$1 < FC < 3$	Contaminação moderada
$3 < FC < 6$	Contaminação considerável
$FC > 6$	Contaminação elevada

Tabela 2. Intervalos de FC e suas respectivas interpretações.

Fonte: Adaptado de Hakanson (1980).

2.3.2 Índice de Geoacumulação (I_{Geo})

De acordo com Solomons e Förstner (1995), o Índice de Geoacumulação (I_{Geo}) é uma medida qualitativa da poluição causada pelo aporte de metais pesados ao solo. O I_{Geo} é expresso pela equação 2:

$$I_{Geo} = \log_2[C_m / (1,5C_n)] \quad (2)$$

Segundo Júnior et al. (2008), 1,5 é um fator de correção cuja função é minimizar possíveis variações nos valores de *background* em função da variação da composição do material de origem dos solos. Os diferentes graus de acúmulo de metais no solo/sedimento estão contidos na Tabela 3.

Classe I_{Geo}	Intensidade da Poluição	Acúmulo
0	Não poluído	<0
1	Não poluído a moderadamente poluído	>0 - 1
2	Moderadamente poluído	>1 - 2
3	Moderadamente a fortemente poluído	>2 - 3
4	Fortemente poluído	>3 - 4
5	Fortemente a exageradamente poluído	>4 - 5
6	Exageradamente poluído	>5

Tabela 3. Classificação de I_{Geo} segundo o acúmulo de metais.

Fonte: Adaptado de Förstner e Müller (1981).

2.3.3 Comparação com valores legalmente preconizados

Para critério de comparação utilizou-se os Valores de Prevenção (VP) e Intervenção (VI) contidos na Resolução CONAMA nº 420/2009 (BRASIL, 2009), expressos na Tabela 4.

Metal	VP	VI	VI em águas subterrâneas
Cd	1300	3000	5
Cr	75000	150000	50
Pb	72000	180000	10
Ni	30000	70000	20
Cu	60000	200000	2000

Tabela 4. Valores orientadores (ppb) de substâncias químicas presentes nos solos e em água subterrânea conforme a Resolução CONAMA nº 420/2009.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2009).

2.3.4 Análise estatística

No sentido de verificar se houve diferença nos valores médios entre as concentrações de metais nas amostras superficiais e subsuperficiais, utilizou-se o teste *t* de Student com nível de significância de 5%; bem como estatísticas descritivas; com auxílio do *software* Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Amostras De Solos-Referência

Na Tabela 5 encontram-se os resultados das características físico-químicas das amostras de solos-referência da área vizinha ao lixão desativado. Conforme a análise granulométrica, os solos possuem baixo teor de argila e alta percentagem de areia, cuja concentração média é de 55%. A CTC média é de 72%, indicando que uma fração significativa de seus sítios de troca estão ocupados por alumínio.

Amostra	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Al/Soma de bases	Saturação por Al^{+3} na CTC (%)
1	35	25	40	6,0/8,1	74
2	23	24	53	4,0/6,4	63
3	13	19	68	5,5/7,5	73
4	16	23	61	5,5/7,5	73
Média	21,7	22,8	55,5	5,3/7,4	72

Tabela 5. Características dos solos-referência.

Segundo Becegato (2005), solos argilosos, nos quais há a predominância de minerais de argila com grade 2:1 (montmorilonita), contribuem para aumentar a CTC, diferentemente daqueles com texturas areno-argilosa e arenosa, nos quais predominam respectivamente caulinita e quartzo, de baixa CTC. Altos teores de areia implicam em menor retenção de água e predisposição para lixiviação de cátions. Uma baixa CTC indica que o solo possui pequena capacidade para reter cátions havendo, como consequência, maiores perdas por lixiviação (RONQUIM, 2010). A presença do alumínio na CTC significa que este metal está adsorvido por cargas negativas (INSTITUTO DA POTASSA E FOSFATO, 1998; ZAMBROSI et al., 2007), impedindo que outros cátions como cádmio e chumbo possam ficar adsorvidos nestas cargas, conforme pode-se observar nas Figuras 4 e 5.

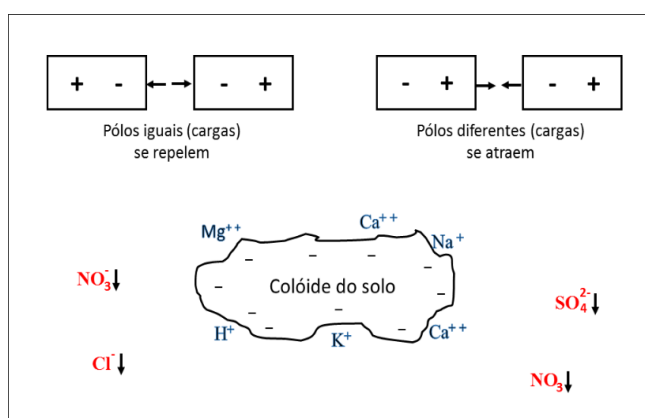


Figura 4. Adsorção de cátions pela superfície dos colóides de carga negativa (argila e matéria orgânica) e lixiviação de ânions. Fonte: Adaptado do Instituto da Potassa e Fosfato (1998).

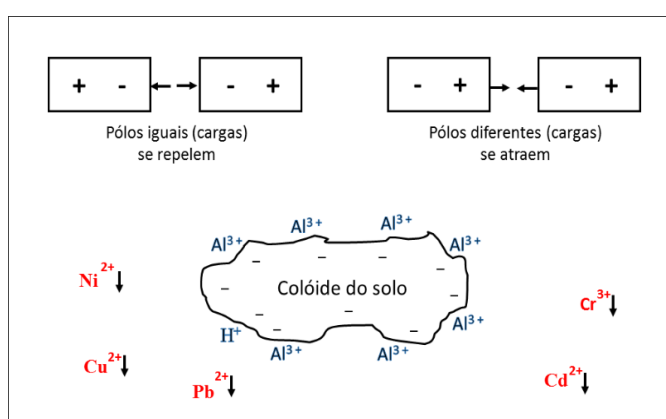


Figura 5. Adsorção de cátions pela superfície dos colóides de carga negativa (argila e matéria orgânica) – CTC saturada por alumínio e lixiviação de metais. Fonte: Adaptado do Instituto da Potassa e Fosfato (1998).

3.2 Caracterização Do Chorume

Na Tabela 6 observa-se os resultados das amostras de chorume, oriundas do

aterro sanitário e do lixão desativado. Como as concentrações foram determinadas em nível de ppm, os elementos cobre, níquel e chumbo permaneceram abaixo do limite de detecção, diferentemente do observado para cádmio e cromo. Independentemente das amostras, observa-se pouca variabilidade entre as concentrações obtidas. Isso pode ser explicado pela origem dos resíduos depositados em ambos os locais, de mesma fonte, gerando um chorume de composição química muito semelhante; cujas concentrações médias de cádmio e cromo são, respectivamente, 86 e 1787 ppb.

Oliveira e Pascal (2004) obtiveram 25 ppb de cádmio e 35 ppb de cromo em amostras de chorume bruto no aterro sanitário de Botucatu-SP. Moreira (2008), em pesquisa sobre a remoção de metais pesados de resíduos da construção civil, oriundos de percolado bruto, obteve 28 e 46 ppb de cromo e cádmio respectivamente. Sabiá et al. (2015), estudando a contaminação da bacia do rio Salgado, no Ceará, obtiveram concentrações de metais em chorume, como o cádmio, na ordem de 780 ppb e 1036 ppb de cromo. Celere et al. (2007), pesquisando níveis de metais no chorume do aterro de Ribeirão Preto-SP, obtiveram concentrações de 42 ppb de cádmio e 407 ppb de cromo. Rigueti et al. (2015), obtiveram na ordem de 10 ppb de cádmio e 20 ppb de cromo em amostras de chorume do aterro de Dourados-MS. Segundo Nagashima et al. (2009), diversos trabalhos mostram que as concentrações de cádmio e cromo em percolados analisados de diferentes regiões do país variam de 13 a 240 ppb de cádmio e de 73 a 368 ppb de cromo. É patente pelas referências citadas que as concentrações destes metais no chorume variam de região para região no Brasil, cuja explicação pode ser dada pela composição das massas de resíduos que são depositadas nos aterros, bem como pelo tempo de residência de tais materiais.

Amostra	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
A1	88,9	1876	<LD	<LD	<LD
A2	83,6	1800	<LD	<LD	<LD
A3	84,3	1751	<LD	<LD	<LD
A4	81,4	1760	<LD	<LD	<LD
L1	84,2	1808	<LD	<LD	<LD
L2	85,2	1761	<LD	<LD	<LD
L3	88,7	1673	<LD	<LD	<LD
L4	91,8	1865	<LD	<LD	<LD

Tabela 6. Concentrações dos metais (ppb) nas amostras (A) de chorume do aterro sanitário e do lixão (L) desativado do município Lages-SC.

Obs.: <LD = Abaixo do limite de detecção; aferição em ppm.

3.3 Amostras Subsuperficiais

Cotejando os dados da Tabela 7, que representam as amostras de solos que se encontram sob as massas de resíduos e nas áreas de drenagem, os valores máximos detectados para cádmio e cromo foram, respectivamente, de 274 e 1823 ppb. Há uma variabilidade nos teores dos metais, cuja amplitude do Coeficiente de Variação está

entre aproximadamente 73% para o níquel até 172% para o cobre.

Parâmetros estatísticos	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
Média	41,41	242,14	852,03	88,62	42,85
Mediana	20,49	141,78	280,10	61,55	36,50
Moda	N.E.	N.E.	N.E.	51,69	N.E.
Mínimo	0,49	9,22	14,18	13,03	15,44
Máximo	274,30	1.823,00	7.292,66	261,100	88,090
Desvio padrão	54,82	347,40	1.469,84	64,82	20,83
Coef. de variação (%)	132,33	143,74	172,51	73,14	48,62
Assimetria	3,30	4,04	3,69	3,69	0,82
Curtose	13,39	18,47	15,54	15,54	-0,18

Tabela 7. Estatísticas dos metais (ppb) analisados das amostras de solos subsuperficiais.

Obs.: N.E. = Não Existente.

Em trabalho análogo Oliveira e Jucá (2004) detectaram concentração média de 5200 ppb de cromo oriundo de amostras de solos localizadas abaixo de uma célula de resíduos sólidos, cuja profundidade amostrada foi de 3 m. Zanello (2006) pesquisando solos contaminados por metais como cromo, níquel e chumbo em área de influência do aterro da Caximba em Curitiba-PR, obteve valores médios de cromo na ordem de 56000 e 48000 ppb para amostras entre as profundidades de 0-20 e 40-60 cm, respectivamente. Marques (2011) obteve teores na ordem de 30 ppb de cromo e 21000 ppb de cádmio em amostras de solos na profundidade de 0-20 cm oriundas de um lixão no município de Elói Mendes-MG. Chaves (2008) esclarece que a mobilidade do cádmio e cromo no perfil do solo, está na dependência da presença e dos teores de óxidos metálicos e de argilas.

As concentrações mais elevadas de alguns metais como cádmio, cromo e cobre, em pontos como o P19, podem ser explicadas pela origem da amostra de solos, oriunda um canal de drenagem por onde escoam águas pluviais e chorume. O mesmo ocorre com os pontos P25M* e P26M*, que apresentam concentrações mais elevadas de chumbo. As concentrações obtidas de cada metal para os pontos amostrados estão expressas na Figura 6.

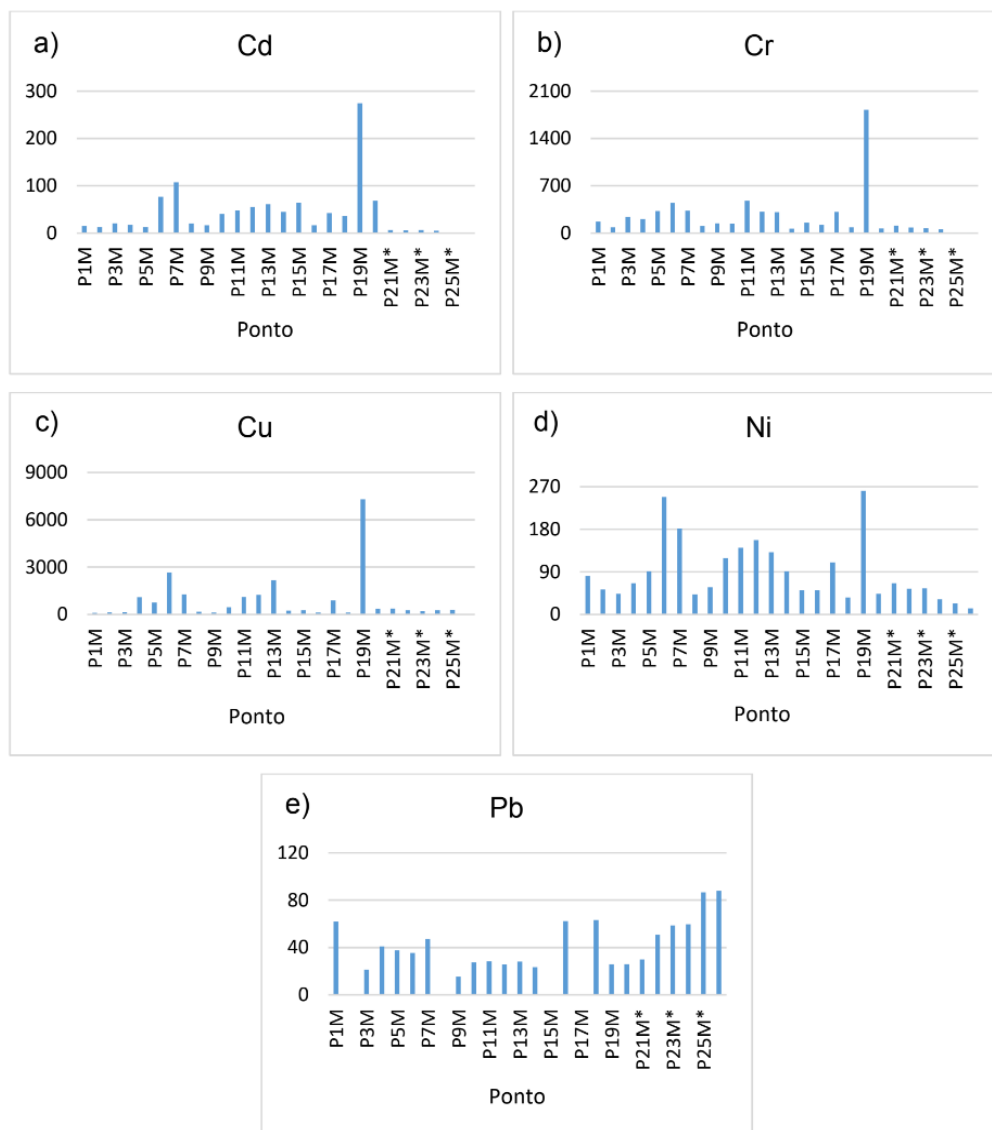


Figura 6. Concentrações dos metais analisados nas amostras de solos subsuperficiais (ppb). a) cádmio; b) cromo; c) cobre; d) níquel; e) chumbo. Obs.: * = amostras oriundas dos canais de drenagem de água pluvial e chorume.

Não foram estabelecidas amostras testemunhas para os teores dos metais estudados, face a geologia da área sofrer influência do Domo de Lages, cujos estratos sedimentares estão mesclados pelas formações Botucatu/Piramboia, Teresina e Rio do Rastro, interferindo nas composições texturais compostas de areia, silte e argila; e quiçá nos valores de *background* para os metais pesquisados. Neste sentido, tomou-se como ponto de discussão a composição dos chorumes em termos dos teores de cádmio, cromo, chumbo, níquel e cobre, além de sua dinâmica no perfil do solo.

As concentrações obtidas para os metais analisados encontram-se abaixo dos valores de Prevenção e Intervenção estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 420/2009, em todos os pontos.

Conforme a Tabela 8, os pontos amostrados apresentaram valores de FC inferiores a 1,0 para os metais analisados. Isto representa uma baixa contaminação causada pelos metais.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1M	0,030	0,004	0,003	0,006	0,004
P2M	0,026	0,002	0,004	0,004	ND
P3M	0,041	0,006	0,004	0,003	0,001
P4M	0,034	0,005	0,031	0,005	0,002
P5M	0,026	0,008	0,021	0,007	0,002
P6M	0,153	0,011	0,076	0,019	0,002
P7M	0,214	0,008	0,036	0,014	0,003
P8M	0,041	0,003	0,005	0,003	ND
P9M	0,034	0,004	0,004	0,004	0,001
P10M	0,081	0,003	0,013	0,009	0,002
P11M	0,097	0,012	0,032	0,011	0,002
P12M	0,110	0,008	0,035	0,012	0,001
P13M	0,122	0,008	0,032	0,010	0,002
P14M	0,090	0,002	0,062	0,007	0,001
P15M	0,130	0,004	0,007	0,004	ND
P16M	0,034	0,003	0,008	0,004	0,004
P17M	0,085	0,008	0,003	0,008	ND
P18M	0,072	0,002	0,004	0,003	0,004
P19M	0,549	0,046	0,208	0,020	0,002
P20M*	0,136	0,002	0,010	0,003	0,002
P21M*	0,012	0,003	0,011	0,005	0,002
P22M*	0,012	0,002	0,007	0,004	0,003
P23M*	0,013	0,002	0,007	0,004	0,003
P24M*	0,010	0,001	0,008	0,002	0,004
P25M*	0,001	< 0,000	0,008	0,002	0,005
P26M*	0,001	< 0,000	< 0,000	0,001	0,005

Tabela 8. Valores de FC para as amostras de solos subsuperficiais.

Obs.: ND = Não Determinado; * = amostras oriundas dos canais de drenagem de água pluvial e chorume.

No que tange ao I_{Geo} , houve um baixo acúmulo dos metais analisados nos pontos de amostragem, com valores inferiores a 0 em todas as amostras. Com isso, os pontos podem ser enquadrados na Classe 0, e classificados como não poluídos. A Tabela 9 expressa os valores obtidos para as amostras.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1M	-5,621	-8,464	-9,069	-7,900	-8,686
P2M	-5,837	-9,436	-8,624	-8,525	ND
P3M	-5,190	-7,957	-8,453	-8,804	-10,238
P4M	-5,446	-8,166	-5,588	-8,202	-9,285
P5M	-5,876	-7,517	-6,136	-7,739	-9,406
P6M	-3,289	-7,064	-4,304	-6,295	-9,491
P7M	-2,808	-7,497	-5,368	-6,744	-9,083
P8M	-5,197	-9,139	-8,241	-8,850	ND
P9M	-5,485	-8,683	-8,697	-8,411	-10,689
P10M	-4,203	-8,768	-6,847	-7,354	-9,865
P11M	-3,949	-6,971	-5,566	-7,112	-9,808

P12M	-3,768	-7,554	-5,413	-6,955	-9,972
P13M	-3,622	-7,591	-4,597	-7,211	-9,819
P14M	-4,067	-9,852	-7,769	-7,736	-10,091
P15M	-3,532	-8,609	-7,625	-8,559	ND
P16M	-5,477	-8,945	-8,823	-8,559	-8,678
P17M	-4,148	-7,574	-5,869	-7,474	ND
P18M	-4,377	-9,417	-8,703	-9,079	-8,656
P19M	-1,451	-5,041	-2,848	-6,223	-9,948
P20M	-3,462	-9,765	-7,234	-8,801	-9,940
P21M*	-6,915	-9,094	-7,098	-8,211	-9,738
P22M*	-7,020	-9,483	-7,673	-8,487	-8,976
P23M*	-6,867	-9,682	-7,801	-8,460	-8,766
P24M*	-7,274	-10,004	-7,588	-9,244	-8,742
P25M*	-10,565	-12,209	-7,514	-9,684	-8,203
P26M*	-10,118	-12,668	-11,854	-10,547	-8,177

Tabela 9. Valores de I_{Geo} para os metais analisados nos pontos de amostragem subsuperficial.
Obs.: ND = Não Determinado; * = amostras oriundas dos canais de drenagem de água pluvial e chorume.

3.4 Amostras Superficiais

Na Tabela 10, os dados estatísticos referem-se aos resultados das amostras das análises dos solos que recobrem as massas de resíduos.

Parâmetros estatísticos	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
Média	3,47	445,06	381,51	433,73	71,99
Mediana	3,84	470,02	283,56	312,04	65,44
Moda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Mínimo	0,41	36,52	77,19	35,41	23,61
Máximo	5,44	949,05	1212,56	1281,50	152,90
Desvio padrão	1,56	297,36	271,42	324,41	40,48
Coef. de variação (%)	45,12	66,81	71,14	74,79	56,23
Assimetria	-0,67	0,15	1,68	1,30	0,56
Curtose	-0,68	-1,43	3,84	1,20	-0,63

Tabela 10. Estatísticas dos metais (ppb) em amostras de solos superficiais.

Obs.: N.E. = Não Existente.

Observa-se coeficientes de variação elevados, com destaque para os elementos cobre e níquel, que ultrapassaram os 70%. Pode-se inferir que tal variabilidade nas concentrações, que poderiam ser consideradas “valores de *background*”, deve-se à composição geológica que estaria adsorvendo metais nos sítios de trocas das argilas e matéria orgânica que compõe tais extratos.

A discussão sobre a dinâmica de adsorção dos metais nos solos é vasta, oriunda de inúmeras pesquisas realizadas a nível de campo, laboratório e casa de vegetação.

Estes trabalhos combinam diferentes tipos de solos, texturas, pH, matéria orgânica, potencial redox, CTC e minerais de argila, cujo contexto pode ser visto como, por exemplo, nos trabalhos de Merlino et al. (2010); Bai et al. (2011); Fonseca et al. (2011); Ferreira et al. (2016).

Na Figura 7 estão contidas as concentrações obtidas para cada metal analisado. Observa-se que as amostras dos pontos P7, P11 e P14 apresentam concentrações de cromo mais elevadas comparativamente aos demais. Com relação ao chumbo, destacam-se os pontos P9, P11 e P12. No que se refere ao níquel, se sobressaem os pontos P7, P8, P9, P10 e P11; já o cobre destaca-se nos pontos P1, P11 e P12, dados seus valores elevados.

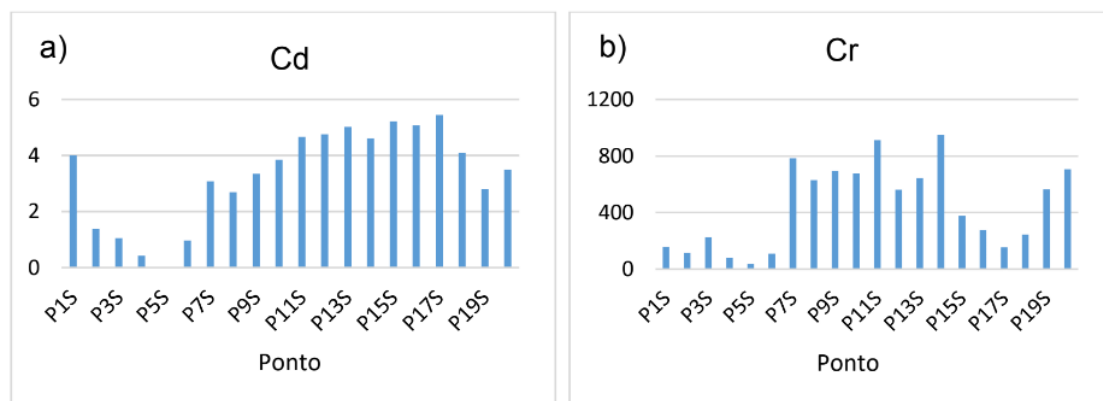


Figura 7. Concentrações dos metais analisados nas amostras de solos superficiais (ppb). a) cádmio; b) cromo; c) cobre; d) níquel; e) chumbo.

Enquadrando os resultados das concentrações dos metais em foco no escopo do ordenamento jurídico ambiental balizado pela Resolução CONAMA nº 420/2009, todos os valores obtidos estão abaixo dos Valores de Prevenção e de Intervenção para os solos da referida resolução. Por outro lado, o chumbo adentra águas superficiais. Além disso, o fato de haver a percolação deste pelo perfil do solo da área de pesquisa, de textura predominantemente arenosa, indica que tal líquido pode estar contaminando águas subterrâneas

Conforme a Tabela 11, os pontos amostrados apresentaram valores de FC inferiores a 1,0 para os metais analisados, indicando baixa contaminação referente a estes.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1S	0,008	0,004	0,035	0,022	0,001
P2S	0,003	0,003	0,002	0,017	0,002
P3S	0,002	0,006	0,004	0,028	0,001
P4S	0,001	0,002	0,008	0,013	0,002
P5S	ND	0,001	0,002	0,008	0,002
P6S	0,002	0,003	ND	0,003	0,003
P7S	0,006	0,020	0,008	0,099	0,003
P8S	0,005	0,016	0,005	0,079	0,003
P9S	0,007	0,017	0,014	0,060	0,008

P10S	0,008	0,017	0,014	0,054	ND
P11S	0,009	0,023	0,019	0,062	0,009
P12S	0,010	0,014	0,020	0,041	0,007
P13S	0,010	0,016	0,007	0,034	0,004
P14S	0,009	0,024	0,013	0,022	0,004
P15S	0,010	0,009	0,016	0,028	ND
P16S	0,010	0,007	0,008	0,019	0,006
P17S	0,011	0,004	0,008	0,026	0,004
P18S	0,008	0,006	0,005	0,018	0,004
P19S	0,006	0,014	0,008	0,019	0,005
P20S	0,007	0,018	0,012	0,018	0,006

Tabela 11. Valores de Fatores de Concentração (FC) para as amostras de solos superficiais.

Obs.: ND = Não Determinado.

No que tange ao I_{Geo} , houve um baixo acúmulo dos metais analisados nos pontos de amostragem, com valores inferiores a 0 em todas as amostras. Com isso, os pontos podem ser enquadrados na Classe 0, classificados como “não poluídos”. A Tabela 12 expressa os valores obtidos para as amostras.

Ponto	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
P1S	-7,546	-8,567	-5,436	-6,112	-10,033
P2S	-9,092	-9,023	-9,233	-6,486	-9,880
P3S	-9,470	-8,068	-8,562	-5,760	-10,077
P4S	-10,807	-9,516	-7,598	-6,822	-9,813
P5S	ND	-10,682	-9,410	-7,478	-9,815
P6S	-9,606	-9,079	ND	-9,105	-8,896
P7S	-7,930	-6,259	-7,476	-3,928	-8,879
P8S	-8,124	-6,574	-8,294	-4,249	-8,747
P9S	-7,808	-6,434	-6,767	-4,645	-7,522
P10S	-7,608	-6,469	-6,778	-4,807	ND
P11S	-7,328	-6,039	-6,338	-4,603	-7,382
P12S	-7,300	-6,741	-6,214	-5,204	-7,678
P13S	-7,224	-6,543	-7,796	-5,462	-8,545
P14S	-7,347	-5,982	-6,856	-6,082	-8,474
P15S	-7,167	-7,307	-6,528	-5,741	ND
P16S	-7,206	-7,762	-7,627	-6,329	-7,879
P17S	-7,107	-8,602	-7,532	-5,858	-8,396
P18S	-7,518	-7,939	-8,127	-6,385	-8,669
P19S	-8,061	-6,735	-7,583	-6,302	-8,165
P20S	-7,747	-6,407	-6,988	-6,415	-7,916

Tabela 12. Valores de I_{Geo} para os metais analisados nos pontos de amostragem superficial.

Obs.: ND = Não Determinado.

Comparando-se os valores das concentrações dos metais nas amostras de solos superficiais e subsuperficiais, nota-se diferenças estatísticas a 5% de significância em relação aos metais cádmio, cromo, níquel e chumbo, conforme exposto pela Tabela 13.

Tipo de amostra	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb
Superficial	3,4717 <i>a</i>	445,0693 <i>c</i>	381,5101 <i>e</i>	433,7348 <i>f</i>	71,9905 <i>h</i>
Subsuperficial	41,4150 <i>b</i>	242,1388 <i>d</i>	852,0312 <i>e</i>	88,6255 <i>g</i>	42,8492 <i>i</i>

Tabela 13. Comparação entre as concentrações médias (ppb) obtidas por tipo de amostra, ao nível de significância de 5% pelo teste *t* de Student.

Obs.: Médias nas colunas seguidas da mesma letra não diferem a 5% de significância pelo teste *t* de Student.

4 | CONCLUSÃO

Há diferença significativa nas concentrações de cádmio, cromo, níquel e chumbo entre as amostras dos solos superficiais e subsuperficiais. Já no que tange à composição do chorume, não houve diferença relevante nas concentrações dos metais detectados tanto nas amostras da área quanto daquelas oriundas do aterro sanitário do município, uma vez que os tipos de resíduos gerados na região continuam sendo os mesmos desde o encerramento das atividades do lixão, em 2005.

As concentrações de todos os metais analisados encontram-se abaixo dos valores de Prevenção e de Intervenção para os solos, contidos na Resolução CONAMA nº 420/2009 tanto para as amostras coletadas tanto superficialmente quanto em profundidade, indicando um baixo grau de contaminação causado por estes, expresso pelos baixos valores obtidos de FC e I_{Geo} . Isto se deve ao fato de o solo local possuir textura arenosa, sendo constituído, predominantemente, por argilominerais que possuem baixa capacidade de retenção de íons, favorecendo a percolação de chorume até grandes profundidades, superiores às determinadas para coleta de amostras neste estudo.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado do primeiro e a FAPESC pelos recursos financeiros na forma de material permanente.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20 ed. Washington, 2671 p. 1999.

BADERNA, D.; MAGGIONI, S.; BORIANI, E.; GEMMA, S.; MOLTENI, M.; LOMBARDO, A.; COLOMBO, A.; BORDONALI, S.; ROTELLA, G.; LODI, M. BENFENATI, E. **A combined approach to investigate the toxicity of industrial landfill's leachate: chemical analyses risk assessment and in vitro assays.** Environmental Research, v. 111, p. 603–613, 2011.

BAI, J.; XIAO, R.; CUI, B.; ZHANG, K.; WANG, Q.; LIU, X.; GAO, H.; HUANG, L. **Assessment of heavy metal pollution in wetland soils from the young and old reclaimed regions in the Pearl River Estuary, South China.** Environmental Pollution, v. 159, p. 817-824, 2011.

BECEGATO, V.A. **Aplicação de técnicas geofísicas e geoquímicas em duas glebas agrícolas no noroeste do estado do Paraná e suas relações com fertilizantes fosfatados.** Curitiba, 2005. 198 folhas. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná. 2005.

BRASIL. Resolução nº. 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.** Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 22 mai. 2017.

CELERE, M.S.; OLIVEIRA, A.S.; TREVILATO, T.M.B.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. **Metais presentes em chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007.

CETESB. **Decisão de Diretoria nº 256/2016/e, de 22 de novembro de 2016.** Dispõe sobre a aprovação dos “Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2016” e dá outras providências. Diário Oficial Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 26 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/11/2014/12/DD-256-2016-E-Valores-Orientadores-Dioxinas-e-Furanos-2016-Intranet.pdf>>. Acesso em 30 jun. 2017.

CHAVES, E. V. **Absorção de metais pesados de solos contaminados do aterro sanitário e polo industrial de Manaus pelas espécies de plantas Senna multijuga, Schizolobium amazonicum e Caesalpinia echinata.** Manaus, 2008. 100 folhas. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, 2008.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, V.; KORICHEVA, J.; DUARTE, S.; NIYOGI, D.K; GUÉROLD, F. **Effects of anthropogenic heavy metal contamination on litter decomposition in streams – A meta-analysis.** Environmental Pollution, v. 210, p. 261-270, 2016.

FONSECA, B.; FIGUEIREDO, J.R.; QUEIROZ, R.A.; TAVARES, T. **Mobility of Cr, Pb, Cd, Cu and Zn in a loamy sand soil: A comparative study.** Geoderma, v. 164, p. 232-237, 2011.

FÖRSTNER, U; MÜLLER, G. **Concentrations of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in river sediments: geochemical background, man’s influence and environmental impact.** Geojournal, v. 5, n. 5, p. 417-432, 1981.

GOOGLE. **Google Earth. Versão 7.3.0.3832.** Disponível em: <<https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 10 mai 2017.

HAKANSON, L. **An ecological risk index for aquatic pollution control – A sedimentological approach.** Water Research, v. 14, p. 975-1001, 1980.

INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO. **Manual internacional da fertilidade do solo.** Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2. ed. ampliada e revisada. Piracicaba: POTAFOS. 1998. 177p.

JÚNIOR, M.B; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.F.G.R.; DUSSIN, T.M.; ABRAHÃO, W.A. PEREIRA **Valores de referência local e avaliação da contaminação por zinco em solos adjacentes a áreas mineradas no município de Vazante-MG.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 2883-2893, 2008.

KJELDSEN, P.; BARLAZ, S.S.; ROOKER, A.P.; BAUN, A.; LEDIN, A.; CHRISTENSEN, T. **Present and long term composition of MSW landfill leachate: a review.** Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 32, p. 297– 336, 2002.

MARQUES, R.F.P.V. **Impactos ambientais da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e na água superficial em três municípios de Minas Gerais**. Lavras, 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, 2011.

MERLINO, L.C.S.; MELO, W.J.; MACEDO, F.G.; GUEDES, A.C.T.P.; RIBEIRO, M.H.; MELO, V.P.; MELO, G.M.P. **Bário, cádmio, cromo e chumbo em plantas de milho e em latossolo após aplicações anuais de lodo de esgoto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 2031-2039, 2010.

MORAES, C.L. **Caracterização do passivo ambiental lixão desativado do município de Lages-SC**. Lages, 2014. 160 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2014.

MOREIRA, D.A. **Remoção de metais pesados do percolado de aterro sanitário usando resíduos sólidos urbanos e de construção civil**. Viçosa, 2008. 95 folhas. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 2008.

NAGASHIMA, L.A.; JÚNIOR, C.B.; SILVA, C.A.; FUJIMURA, A.S. **Avaliação dos níveis de metais pesados em efluente líquido percolado do aterro sanitário de Paranavaí, Estado do Paraná, Brasil**. Acta Sectarium. Health Sciences, v. 31, n. 1, p. 1-8, 2009.

OLIVEIRA, F.J.S.; JUCÁ, J.F.T. **Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n. 3, p. 211-217, 2004.

OLIVEIRA, S.; PASCAL, A. **Avaliação de parâmetros indicadores de poluição por efluente líquido de um aterro sanitário**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 9, n. 3, p. 240-249, 2004.

RENOU, S.; GIVAUDAN, J.G.; POULAIN, S.; DIRASSOUYAN, F.; MOULIN, P. **Landfill leachate treatment: review and opportunity**. Journal of Hazardous Materials, v. 150, p. 468–493, 2008.

RIGUETTI, P.F.; CARDOSO, A.L.; CAVALHEIRO, A.A.; LENZI, E.; FIORUCCI, A.R.; SILVA, M.S. **Manganês, zinco, cádmio, chumbo, mercúrio e crômio no chorume de aterro sanitário em Dourados, MS, Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 10, n. 1, p. 153-163, 2015.

ROLDAN, L.F.; MACHADO, R.; SEINER, S.S.; WARREN, L.V. **Análise de Lineamentos Estruturais no Domo de Lages (SC) com uso de Imagens de Satélite e Mapas de Relevo Sombreado**. Revista Geologia USP, Série Científica, v. 10, n. 2, p. 57-72, 2010.

RONQUIM, C.C. **Conceito de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31004/1/BPD-8.pdf>> Acesso em: 20 mai. 2017.

SABIÁ, R.J.; SILVA, L.D.; BARROS, G.D.T.; SANTOS, Y.T.C.; JÚNIOR, F.A.V.S.; LIMA, A.F.O. **Contaminação da bacia do rio Salgado por influência do chorume e possível tratamento através de biosorventes**. Caderno de Cultura e Ciência, v. 14, n.1, p. 174-186, 2015.

SOLOMONS, W.; FÖRSTNER, U. **Metals in the hydrocycle**. Berlim, Springer Verlag, 1984.

ZANELLO, S. **Caracterização mineralógica e avaliação dos teores Cr, Ni, Cu, Zn e Pb dos solos do entorno do aterro sanitário da Cachimba em Curitiba (PR)**. Curitiba, 2006. 102 folhas. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, 2006.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alan Mario Zuffo - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-286-9

