

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais 5



Atena
Editora

Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências
Agrárias e Ambientais**
5

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 5
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 5)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-288-3

DOI 10.22533/at.ed.883192604

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 V volume, apresenta, em seus 27 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 a 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
PRODUÇÃO DE MUDAS CÍTRICAS EM SANTA LUZIA DO INDUÁ, MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO/PARÁ	
<i>Luane Laíse Oliveira Ribeiro</i>	
<i>Letícia do Socorro Cunha</i>	
<i>Lucila Elizabeth Fragoso Monfort</i>	
<i>Wanderson Cunha Pereira</i>	
<i>Antonia Taiara de Souza Reis</i>	
<i>Francisco Rodrigo Cunha do Rego</i>	
<i>Felipe Cunha do Rego</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8831926041	
CAPÍTULO 2	11
PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR DE SEGUNDO CORTE FERTILIZADA COM ORGANOMINERAIS DE LODO DE ESGOTO E BIOESTIMULANTE	
<i>Suellen Rodrigues Ferreira</i>	
<i>Mateus Ferreira</i>	
<i>Ariana de Oliveira Teixeira</i>	
<i>Igor Alves Pereira</i>	
<i>Marliezer Tavares de Souza</i>	
<i>Emmerson Rodrigues de Moraes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8831926042	
CAPÍTULO 3	16
PROGRAMA MINIEMPRESA NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CAMPUS ITAPINA: PROCEDIMENTOS E RESULTADOS DA EMPRESA ECOPUFF	
<i>Larissa Haddad Souza Vieira</i>	
<i>Hugo Martins de Carvalho</i>	
<i>Vinícius Quiuqui Manzoli</i>	
<i>Stefany Sampaio Silveira</i>	
<i>Raphael Magalhães Gomes Moreira</i>	
<i>Diná Castiglioni Printini</i>	
<i>Lorena dos Santos Silva</i>	
<i>Regiane Lima Partelli</i>	
<i>Sabrina Rohdt da Rosa</i>	
<i>Fábio Lyrio Santos</i>	
<i>Raniele Toso</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8831926043	
CAPÍTULO 4	24
PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO CARIOCA (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	
<i>Bruna Cecilia Gonçalves</i>	
<i>Dhenny Costa da Mota</i>	
<i>Camila Marques Oliveira</i>	
<i>Maurício Lopo Montalvão</i>	
<i>Antônio Fábio Silva Santos</i>	
<i>Ernesto Filipe Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8831926044	

CAPÍTULO 5 29

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GRÃOS DE MILHO EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE

Daiana Raniele Barbosa da Silva
Letícia Thália da Silva Machado
Jorge Gonçalves Lopes Júnior
Wagner da Cunha Siqueira
Selma Alves Abrahão
Edinei Canuto Paiva

DOI 10.22533/at.ed.8831926045

CAPÍTULO 6 36

QUALIDADE DA ÁGUA E LANÇAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO NA PRAIA DA SIQUEIRA, CABO FRIO – RJ: UMA DISCUSSÃO DA RELAÇÃO ENTRE ASPECTOS VISUAIS E PARÂMETROS MONITORADOS NA LAGOA DE ARARUAMA

Ricardo de Mattos Fernandes
Viviane Japiassú Viana
Cecília Bueno

DOI 10.22533/at.ed.8831926046

CAPÍTULO 7 52

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: DETECÇÃO DA PLUMA DE CONTAMINAÇÃO POR MÉTODOS GEOELÉTRICOS

Valter Antonio Becegato
Francisco José Fonseca Ferreira
Rodoilton Stefanato
João Batista Pereira Cabral
Vitor Rodolfo Becegato

DOI 10.22533/at.ed.8831926047

CAPÍTULO 8 63

RESPOSTA DA ALFACE VARIEDADE AMERICANA A DIVERSAS DOSAGENS DE ADUBO FOLIAR EM CANTEIRO DEFINITIVO

Wesley Ferreira de Andrade
Emmanuel Zullo Godinho
Maiara Cauana Scarabonatto Guedes de Oliveira
Kélly Samara Salvalaggio
Fabiana Tonin
Fernando de Lima Caneppele
Luís Fernando Soares Zuin

DOI 10.22533/at.ed.8831926048

CAPÍTULO 9 73

REVISÃO DE LITERATURA: MÉTODOS DE ISOLAMENTO, PRESERVAÇÃO, CULTIVO, INOCULAÇÃO E AVALIAÇÃO DAS FERRUGENS

Bruna Caroline Schons
Vinícius Rigueiro Messa
Juliana Yuriko Habitzreuter Fujimoto
Norma Schlickmann Lazaretti
Vanessa De Oliveira Faria
Lucas da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.8831926049

CAPÍTULO 10	82
SINCRONIZAÇÃO DE CIO EM OVELHAS PRIMÍPARAS ESTUDO DE CASO	
<i>Leonardo da Costa Dias</i>	
<i>Liana de Salles Van Der Linden</i>	
<i>Marcia Goulart Lopes Coradini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260410	
CAPÍTULO 11	94
SISTEMAS AGROFLORESTAIS: ALTERNATIVAS DE SUSTENTABILIDADE	
<i>Beno Nicolau Bieger</i>	
<i>Simone Merlini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260411	
CAPÍTULO 12	107
SOMBREAMENTO E PRODUTIVIDADE DE RABANETE EM CULTIVO PROTEGIDO	
<i>Nilton Nélio Cometti</i>	
<i>Josimar Viana Silva</i>	
<i>Everaldo Zonta</i>	
<i>Raphael Maia Aveiro Cessa</i>	
<i>Larissa Rodrigues Pereira</i>	
<i>Emmanuel da Silva Guedes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260412	
CAPÍTULO 13	114
TEORES MINERAIS EM DIFERENTES CULTIVARES DE MAÇÃS NAS SAFRAS DE 2016/17 E 2017/18	
<i>Bianca Schweitzer</i>	
<i>Ricardo Sachini</i>	
<i>Cristhian Leonardo Fenili</i>	
<i>Mariuccia Schlichting De Martin</i>	
<i>José Luiz Petri</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260413	
CAPÍTULO 14	125
TERMOMETRIA EM UNIDADES ARMAZENADORAS: COMPARATIVO DE SENSORES DIGITAIS E TERMOPARES	
<i>Eduardo Ferraz Monteiro</i>	
<i>Eduardo De Aguiar</i>	
<i>Marcos Antônio de Souza Vargas</i>	
<i>Murilo Gehrman Schneider</i>	
<i>Tarcísio Cardoso Selinger</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260414	
CAPÍTULO 15	132
TERRAS INDÍGENAS: DISCURSOS, PERCURSOS E RACISMO AMBIENTAL	
<i>Thaís Janaina Wenczenovicz</i>	
<i>Ismael Pereira da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260415	

CAPÍTULO 16	145
TIPOLOGIA DO JARDIM RESIDENCIAL E BIODIVERSIDADE EM ALDEAMENTOS DE LUXO NO LITORAL CENTRO-ALGARVIO	
<i>Inês Isabel João</i>	
<i>Paula Gomes da Silva</i>	
<i>José António Monteiro</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260416	
CAPÍTULO 17	157
TIPOS DE RECIPIENTES NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE TRÊS ESPÉCIES MEDICINAIS	
<i>Ademir Goelzer</i>	
<i>Orivaldo Benedito da Silva</i>	
<i>Elissandra Pacito Torales</i>	
<i>Cleberton Correia Santos</i>	
<i>Maria do Carmo Vieira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260417	
CAPÍTULO 18	166
TRATAMENTO TÉRMICO E NUTRICIONAL NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MAMÃO	
<i>Miquele Coradini</i>	
<i>Eduardo Dumer Toniato</i>	
<i>Marcus Vinicius Sandoval Paixão</i>	
<i>Mirele Coradini</i>	
<i>Leidiane Zinger</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260418	
CAPÍTULO 19	168
TRATAMENTOS PARA SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE <i>Samanea tubulosa</i> (BENTH.) & J.W. GRIMES	
<i>Diogo Antônio Freitas Barbosa</i>	
<i>Debora Cristina Santos Custodio</i>	
<i>Marcelo Henrique Antunes Farias</i>	
<i>Eliandra Karla da Silva</i>	
<i>Mariane Bomfim Silva</i>	
<i>Luiz Henrique Arimura Figueiredo</i>	
<i>Cristiane Alves Fogaça</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260419	
CAPÍTULO 20	176
USO DE ÁCIDO BÓRICO E TIAMETOXAM NO CONTROLE DE <i>Thaumastocoris peregrinus</i> CARPINTERO & DELLAPÉ (HEMIPTERA: THAUMASTOCORIDAE)	
<i>Ivan da Costa Ilhéu Fontan</i>	
<i>Marlon Michel Antônio Moreira Neto</i>	
<i>Sharlles Christian Moreira Dias</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260420	

CAPÍTULO 21	183
UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE ORGANOMINERAL NO ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PITAYA	
<i>Marcelo Romero Ramos da Silva</i>	
<i>Ana Paula Boldrin</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260421	
CAPÍTULO 22	191
UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DO FERTILIZANTE BIOZYME® EM TRATAMENTO DE SEMENTE EM ARROZ IRRIGADO, CULTIVAR PRIME CL	
<i>Matheus Bohrer Scherer</i>	
<i>Danie Martini Sanchotene</i>	
<i>Sandriane Neves Rodrigues</i>	
<i>Bruno Wolffenbüttel Carloto</i>	
<i>Leandro Lima Spatt</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260422	
CAPÍTULO 23	196
VARIABILIDADE ESPACIAL DAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DE NEOSSOLOS, SOB DIFERENTES FITOFISSIONOMIAS	
<i>Guilherme Guerin Munareto</i>	
<i>Claiton Ruviano</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260423	
CAPÍTULO 24	207
VERMICOMPOSTAGEM COMO ALTERNATIVA PARA APROVEITAMENTO DE RESÍDUO ORGÂNICO PROVENIENTE DO SETOR DE CUNICULTURA DA ESCOLA TÉCNICA AGRÍCOLA DE GUAPORÉ/RS	
<i>Bruna Taufer</i>	
<i>Wagner Manica Carlesso</i>	
<i>Daniel Kuhn</i>	
<i>Maria Cristina Dallazen</i>	
<i>Camila Castro da Rosa</i>	
<i>Peterson Haas</i>	
<i>Aluisie Picolotto</i>	
<i>Rafela Ziem</i>	
<i>Sabrina Grando Cordero</i>	
<i>Gabriela Vettorello</i>	
<i>Eduardo Miranda Ethur</i>	
<i>Lucélia Hoehne</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260424	
CAPÍTULO 25	252
VETIVER (<i>Chrysopogon zizanioides</i> L.): UM AGENTE FITOTÓXICO	
<i>Patrícia Moreira Valente</i>	
<i>Sônia Maria da Silva</i>	
<i>Thammyres de Assis Alves</i>	
<i>Vânia Maria Moreira Valente</i>	
<i>Milene Miranda Praça-Fontes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260425	

CAPÍTULO 26	261
VIABILIDADE DE SEMENTES DE GIRASSOL ARMAZENADAS EM CÂMARA FRIA	
<i>Julcinara Oliveira Baptista</i>	
<i>Paula Aparecida Muniz de Lima</i>	
<i>Rodrigo Sobreira Alexandre</i>	
<i>Simone de Oliveira Lopes</i>	
<i>José Carlos Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260426	
CAPÍTULO 27	271
VIGOR E VIABILIDADE DE SEMENTES DE SOJA EM RESPOSTA A UMIDADE DURANTE O PROCESSO DE ARMAZENAGEM	
<i>Willian Brandelero</i>	
<i>Andre Barbacovi</i>	
<i>Mateus Gustavo de Oliveira Rosbach</i>	
<i>Caicer Viebrantz</i>	
<i>Leonita Beatriz Girardi</i>	
<i>Andrei Retamoso Mayer</i>	
<i>Alice Casassola</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88319260427	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	280

RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: DETECÇÃO DA PLUMA DE CONTAMINAÇÃO POR MÉTODOS GEOELÉTRICOS

Valter Antonio Becegato

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

Francisco José Fonseca Ferreira

Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba-
PR

Rodoilton Stefanato

Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba-
PR

João Batista Pereira Cabral

Universidade Federal de Goiás-UFG-Campus de
Jataí, Jataí-GO

Vitor Rodolfo Becegato

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

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido em área de um aterro sanitário localizado no município de Itajaí-SC. Tais ensaios envolveram a aplicação do método resistivométrico, através de cinco linhas de caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo ($AB=MN=40$ metros), denominadas de L1 (480 metros), L2 (600 metros), L3 (600 metros), L4 (400 metros) e LB (Linha Base = 840 metros), totalizando 2.920 metros de perfis. O método mostrou-se eficiente, rápido e de baixo custo na definição lateral e vertical da pluma de contaminação do referido Aterro. Os resultados mostraram claramente que a pluma de contaminação

está confinada ao depósito, não tendo sido observadas migrações significativas de fluidos para áreas externas ao depósito.

Palavras-chave: Deposito de lixo, Tomografia elétrica, Chorume

URBAN SOLID WASTES: DETECTION OF THE PLUME OF CONTAMINATION BY GEOELECTRICAL METHODS

ABSTRACT: This study was conducted in the area of a landfill located in the city of Itajaí, SC. These trials involved the application of the electric resistivity method through five electrical profiling lines, dipole-dipole arrangement ($AB = MN = 40$ meters), named as L1 (480 meters), L2 (600 meters), L3 (600 meters), L4 (400 meters) and LB (Baseline = 840 meters) totaling 2920 meters of profiles. The method showed itself efficient, quick and cost-effective on defining the lateral and vertical plume of contamination of the referred landfill. The results clearly showed that the plume of contamination is confined to the deposit, significant migration of fluids to areas located outside of the dump have not been observed.

KEYWORDS: Landfill, electrical tomography, leachate

1 | INTRODUÇÃO

A problemática do lixo no meio urbano abrange alguns aspectos relacionados à sua origem e produção, assim como o conceito de inesgotabilidade e os reflexos de comprometimento do meio ambiente, principalmente a poluição do solo, ar e dos recursos hídricos.

A prática mais habitual e conveniente é o uso de buracos escavados a céu aberto “*lixões*” em terrenos próximos as áreas urbanas, onde é depositado todo tipo de material descartável. A poluição das águas superficiais e subterrâneas pelo lixo é propiciada por uma série de fenômenos naturais como a lixiviação, percolação, arrastamento, solução entre outros (Lima, 2004).

A utilização de métodos geofísicos como ferramentas para detecção de áreas contaminadas; lixões; cemitérios entre outros, torna tais ferramentas imprescindíveis em estudos ambientais (Benson et al., 1997; Bernstone, et al., 2000; Porsani et al., 2004; Becegato, et al., 2009; Orlando & Marchesi, 2001; Ustra et al., 2011).

Uma das formas mais eficientes e econômicas de se verificar a existência de áreas contaminadas, é a utilização de métodos geofísicos que são técnicas indiretas de investigação das estruturas de sub-superfície através da aquisição e interpretação de dados instrumentais, caracterizando-se, portanto, como métodos não invasivos ou não destrutivos (Becegato & Ferreira, 2005; Braga, et al., 2005; Amato et al., 2009; Hadzick et al., 2011).

Um dos métodos largamente utilizado é a Resistividade elétrica, poderosa ferramenta para se diagnosticar o subsolo e monitorar a evolução temporal de plumas de contaminação por hidrocarbonetos, conforme pode ser constatado em alguns trabalhos (Atekwana, 2000; Sauk, 2000; de la Vega 2003; Lago et al., 2009; Rosales et. al. 2012).

De forma geral as rochas e o subsolo são maus condutores de corrente elétrica, cujas resistividades seriam altas se não fossem a presença de poros e fraturas preenchidos por líquidos (Telford et al., 1990; Yoon & Park, 2001 Samouëlian, et al., 2005; Sudha, et al., 2009).

O presente trabalho mostra os resultados de ensaios geofísicos realizados em uma área de aterro sanitário, objetivando localizar em subsuperfície a distribuição da pluma de contaminação oriunda do chorume, através de cinco linhas de caminhamento elétrico, arranjo dipolo-dipolo ($AB=MN=40$ metros), denominadas de L1 (480 metros), L2 (600 metros), L3 (600 metros), L4 (400 metros) e LB (Linha Base = 840 metros), totalizando 2.920 metros de perfis.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área localiza-se no município de Itajaí estado de Santa Catarina (Figura 01), entre as coordenadas aproximadas UTM 728000E e 7014000S.

A resistência é definida pela Lei de Ohm, a qual estabelece uma relação entre a corrente elétrica que flui através de um condutor e o potencial de voltagem requerido para conduzir esta corrente. Assim, a corrente (I), expressa em ampère (A), é proporcional a voltagem (V), medida em volt, segundo a expressão $V = R.I$, onde R é a resistência elétrica do material, cuja unidade no sistema SI é Ohm (Ω). No entanto, é necessário definir uma propriedade física que descreva a capacidade dos materiais pedolíticos em transmitir a corrente elétrica em função das dimensões de um dado corpo. Desta maneira, a resistividade elétrica (r) de um corpo pode ser definida da seguinte forma: $r = R.S/L$, onde R é a resistência do material e S e L representam, respectivamente, a área e o comprimento do mencionado corpo por onde circula a corrente elétrica I , sendo a unidade de r no sistema SI dada por Ohm.m ($\Omega.m$).

Para a aplicação dos conceitos previamente definidos em estudos geofísicos é preciso conceituar o semi-espaço, ou seja, uma porção homogênea e isotrópica do subsolo com resistividade r , no qual flui uma corrente elétrica através de eletrodos cravados no solo. Portanto, o princípio fundamental dos métodos elétricos é baseado na injeção, no terreno, de uma corrente I , em ampère (A), através de dois eletrodos, A e B, e na medida da diferença de potencial DV , em volts (V), entre outros dois eletrodos, M e N (Figura 2), constituindo um circuito como indicado.



Figura 1. Localização da área de estudos (coordenadas UTM 728000E e 7014000S).

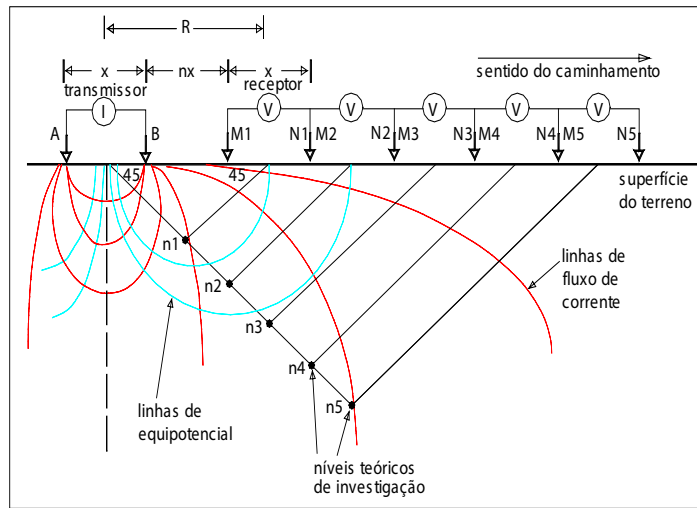


Figura 2. Procedimento do caminhamento elétrico através do arranjo dipolo-dipolo indicando os eletrodos de corrente (Transmissor **AB**), de potencial (Receptor **MN**), linhas de equipotencial, de corrente e níveis teóricos de investigação.

Ao utilizar um mesmo arranjo de eletrodos para efetuar medições sobre um meio heterogêneo e anisotrópico, a diferença de potencial (DV) será diferente da registrada sobre um meio homogêneo e isotrópico, pois o campo elétrico sofre modificações em função destas heterogeneidades e anisotropias. Estas últimas características são comuns nos ambientes geológicos subsuperficiais, de maneira que a resistividade varia em cada ponto, representando, pois, uma média de todas as resistividades presentes no semi-espço onde a corrente circula. Em função desta constatação, utiliza-se o conceito de resistividade aparente (ρ_a), o qual não obedece mais a Lei de Ohm.

Em outras palavras, a resistividade aparente (ρ_a) não é um parâmetro físico do meio, mas um efeito integrado sobre um segmento do semi-espço, para a qual contribuem os valores da resistividade em cada ponto, a geometria elétrica do terreno e a disposição geométrica dos eletrodos:

$$\rho_a = K * \Delta V / I$$

O fator K que multiplica DV/I é puramente geométrico e depende apenas da disposição dos eletrodos A , B , M e N . Como existem várias formas de arranjar os eletrodos no terreno, o fator K poderá ser calculado através de expressões específicas ou de acordo com a seguinte equação geral:

$$K = 2\pi \cdot (1/|AM| - 1/|BM| - 1/|AN| + 1/|BN|)^{-1}$$

Devido a grande heterogeneidade e anisotropia do meio geológico, é natural que cada tipo litológico apresente uma resposta diferente em relação ao parâmetro físico da resistividade elétrica. De outra maneira, este parâmetro pode refletir diferentes formas de ocorrência de um mesmo material geológico, servindo para caracterizar seus estados, em termos de alteração, fraturamento, saturação, conteúdo mineral, etc.

Os equipamentos utilizados na aquisição dos dados de resistividade aparente (

ρ_a), fabricado pela *Iris Instruments*, o qual é composto por um transmissor de alta potência (VIP3000W), alimentado por um gerador Honda (EM5000S), e um receptor multicanal (ELREC 10).

Foram realizadas cinco linhas de caminhamento elétrico: L1, L2, L3, L4 e LB (Figura 3). A descrição dos resultados obtidos foi procedida de leste para oeste (L1 à L4), culminando com a Linha Base (LB), focando essencialmente os modelos de profundidade.

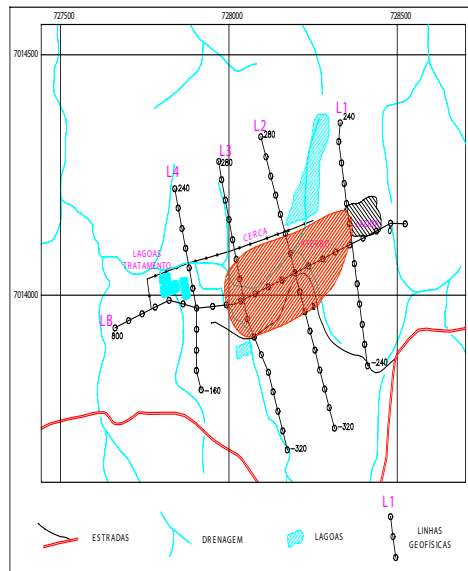


Figura 3. Localização das linhas de geofísica indicando o Aterro Sanitário de Itajaí-SC

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar a compreensão do processo de modelagem dos dados, os valores são apresentados em níveis de cores, representado dessa forma os modelos de inversão (Fachin et al., 2006; Corrêa Alegria et al., 2009).

Conforme a modelagem dos dados geofísicos da Linha L1 (Figura 4), que mostra a pseudoseção de resistividade aparente e o modelo de profundidade da referida linha, cujo posicionamento é indicado na Figura 3, portanto seccionando o depósito em seu extremo oriental, em contato com a jazida de argila (xisto intemperizado). Nota-se na Figura 4, entre as estações 0 e 40 metros, a perfeita delimitação da borda oriental do depósito (lixo), indicada por uma zona de baixa resistividade, ladeada por tratos resistivos, cuja espessura gira em torno de 10 metros a partir da superfície. É interessante observar também o delineamento de outra zona condutiva, entre as estações 0 e – 40 metros, espessuras da ordem de 40 metros, sotoposta por um trato resistivo com espessura da mesma magnitude. Em profundidade, o modelo da Figura 4 delinea o embasamento resistivo. As zonas condutivas dos extremos setentrional e meridional do modelo da retromencionada não são significativas e representam artefatos de borda derivados do processo de inversão.

Os dados da Linha L2 (Figura 5) exibe a pseudoseção de resistividade aparente e o modelo de profundidade da Linha L2, cujo posicionamento é indicado na Figura 3, portanto segmentando a porção central do depósito, de acordo com a Figura 3. O modelo da Figura 5 define com clareza os limites laterais, entre as estações 80 e – 80 metros, e vertical, desde a superfície até profundidades da ordem de 70 metros, do depósito, através de um trato de resistividades muito baixas (menores que 100 Ohm.m), ladeados por zonas resistivas superficiais. Chama-se a atenção para a mencionada espessura de 70 metros, a qual reflete a profundidade máxima da zona condutiva do chorume (Porsani et al., 2004; Becegato et al., 2009; Ustra et al., 2011) e não a espessura real do depósito de lixo. Observa-se que as resistividades da pluma de contaminação (fluidos), em torno da estação zero do modelo da Figura 5, atingem valores menores que 10 Ohm.m. Em profundidades superiores a 70 metros, o modelo da Figura 5 delinea o embasamento resistivo. As zonas condutivas dos extremos setentrional e meridional do modelo da Figura 5 não são significativas e representam artefatos de borda derivados do processo de inversão.

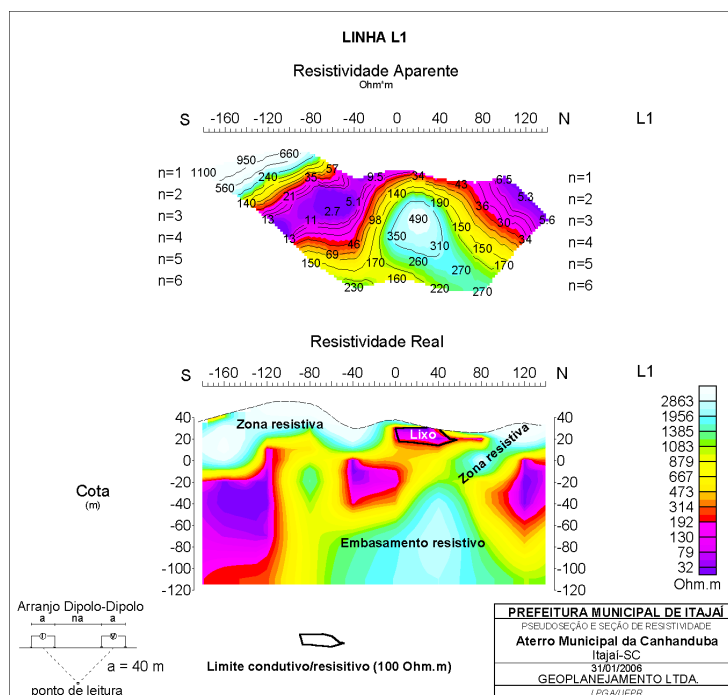


Figura 4. Seção da resistividade real da Linha1.

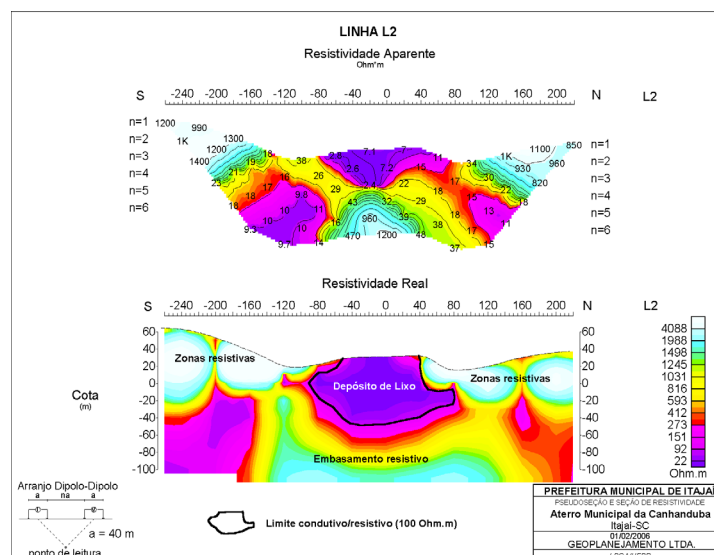


Figura 5. Seção da resistividade real da Linha2.

Analisando-se os dados da Linha L3 na Figura 6 que mostra a pseudoseção de resistividade aparente e o modelo de profundidade da Linha L3, cujo posicionamento é indicado na Figura 3, portanto segmentando o depósito na sua porção ocidental. O comportamento das resistividades do modelo da Figura 6 é muito semelhante ao da Figura 5. Assim, tal modelo define com clareza os limites laterais, entre as estações -80 e 80 metros, e vertical, desde a superfície até profundidades da ordem de 80 metros do depósito, através de um trato de resistividades muito baixas (menores que 100 Ohm.m), atingindo magnitudes menores que 10 Ohm.m em torno da estação zero do modelo, ladeados por uma zona meridional resistiva e superficial, entre as estações 80 e 160 metros, e por outra setentrional, entre as estações 80 e 160 metros, a qual continua em profundidade se confundindo com o embasamento resistivo. Como já referido anteriormente, a mencionada espessura de 80 metros, reflete a profundidade máxima da zona condutiva (chorume) e não a espessura real do depósito de lixo. Observe no modelo da Figura 6 uma migração lateral do chorume, entre as estações 80 e 160 metros, sotoposta àquela zona meridional resistiva e superficial, na mesma posição, cujo eixo situa-se a uma profundidade da ordem de 40 metros. As zonas condutivas dos extremos setentrional e meridional do modelo da Figura 6 não são significativas e representam artefatos de borda derivados do processo de inversão.

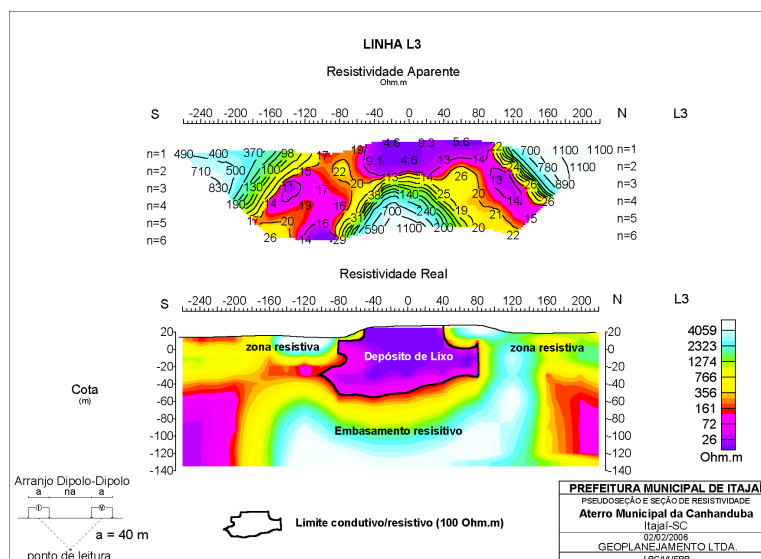


Figura 6. Seção de resistividade real da Linha3.

Com relação aos dados da Linha L4 (Figura 7) que demonstra a pseudoseção de resistividade aparente e o modelo de profundidade da Linha L4, cujo posicionamento é indicado na Figura 3, portanto entre o limite ocidental do depósito e as lagoas de tratamento. Assim, a Linha L4 foi planejada para verificar eventuais continuidades da percolação de fluidos condutivos (chorume), em profundidade, ao longo do perfil. Nota-se na Figura7, entre as estações 0 e 80 metros, a presença de uma zona condutiva, a qual continua até profundidades da ordem 70 metros, portanto contígua às lagoas de tratamento. Entretanto, os valores predominantes de resistividade são maiores do que os característicos do chorume, uma vez que as lagoas de tratamento são impermeáveis. Portanto, tal zona condutiva é interpretada como reflexo do contexto elétrico pré-implantação de tais lagoas. Em profundidade, o modelo da Figura7 delinea o embasamento resistivo. Do mesmo modo, a mencionada espessura de 70 metros reflete a profundidade máxima da zona condutiva e não a espessura real do depósito de lixo. Entre as estações zero e o limite meridional do modelo da Figura 8, observa-se uma zona com resistividades menores que 100 Ohm.m, a qual continua em profundidade, podendo ser interpretada como uma fratura percolada por fluidos condutivos.

A Linha Base (LB) exibida na Figura 8 que contextualiza toda a área da pesquisa, mostra a pseudoseção da resistividade aparente e o modelo de profundidade da Linha Base (LB), cujo posicionamento é indicado na Figura 3, portanto disposta longitudinalmente ao depósito, conforme indicado na Figura 3. Nota-se na Figura 8, além da localização das linhas transversais (L1, L2, L3 e L4), entre as estações 120 e 480 metros, a perfeita delimitação longitudinal do depósito, indicada por uma zona de baixa resistividade, ladeada por tratos resistivos, cuja espessura gira em torno de 40 metros a partir da superfície.

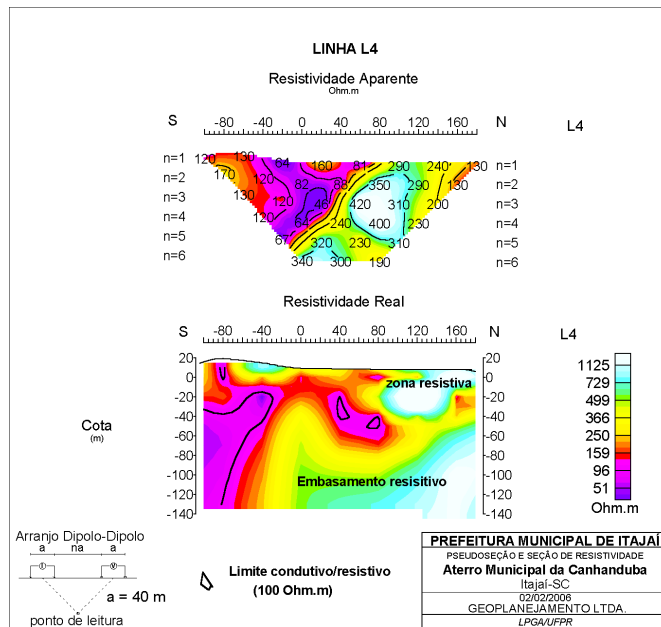


Figura 7. Seção de resistividade aparente e modelo correspondente da Linha L4.

É interessante observar também o delineamento de outra zona condutiva, centrada na estação 560 metros, a qual cruza a Linha L4 e continua tanto lateralmente como em profundidade (fratura), conforme indicado no modelo da Figura 8. Convém ressaltar neste modelo a possível percolação dos fluidos condutivos da base ocidental da pluma em direção aquela zona centrada na estação 560 metros, assim como sua continuidade vertical (estação 640 metros) e lateral para oeste, próxima das lagoas de decantação, conforme indicado na Figura 9. Em profundidade, tal modelo delinea o embasamento resistivo em sua porção central.

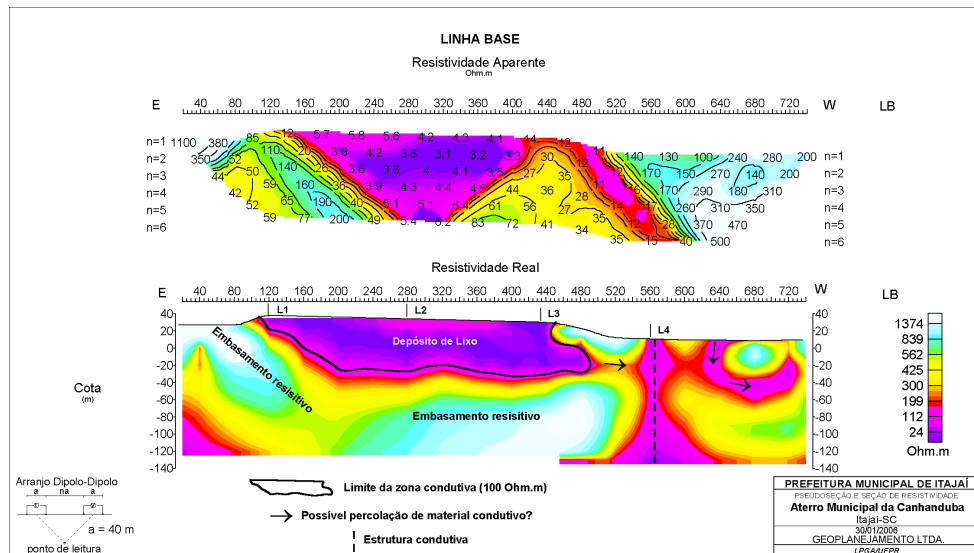


Figura 8. Seção de resistividade aparente e modelo correspondente da Linha Base (LB).

4 | CONCLUSÃO

O método resistivimétrico utilizado nesta pesquisa se mostrou eficiente, rápido e de baixo custo na definição lateral e vertical da pluma de contaminação.

Os resultados mostraram claramente que a pluma de contaminação está confinada ao depósito, não tendo sido observadas migrações significativas de fluidos para áreas externas ao depósito.

Recomenda-se a partir dos dados deste trabalho, que se estabeleça o acompanhamento da qualidade da água através de poços de monitoramento, objetivando verificar as características da água, cujos padrões físico-químicos estão estabelecidos na Resolução Conama n. 357/2005.

REFERÊNCIAS

AMATO, M.; BITELLA, G.; ROSSI, R.; GÓMEZ, J.A.; LOVELLI, S.; GOMES, J.J.F. **Multi-electrode 3D resistivity imaging of alfalfa root zone**. *Europ. J. Agronomy*, v. 31, p. 213–222, 2009.

ATEKWANA, E.A.; SAUCK, W.A.; WERKEMA JR.; D.D. **Investigations of geoelectrical signatures at a hydrocarbon contaminated site**. *Journal of Applied Geophysics*, v. 44, 167–180, 2000.

BECEGATO, V.A.; FERREIRA, F.J.F. Gamaespectrometria, **resistividade elétrica e susceptibilidade magnética de solos agrícolas no noroeste do estado do Paraná**. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 23, n. 4, p. 371-405, 2005.

BECEGATO, V.A.; FERREIRA, F.J.F.; STEVANATO, R.; CABRAL, J.B.P. **Investigações geofísicas aplicadas no lixão desativado do município de Saudades do Iguaçu-PR**. *Revista Geográfica Acadêmica*, v.3, n.1, p. 47-55, 2009.

BENSON, A.K.; PAYNE, K.L.; STUBBEN, M.A. **Mapping groundwater contamination using dc resistivity and VLF geophysical methods – a case study**. *Geophysics*, v. 62, n.1, p. 80–86, 1997.

BERNSTONE, C.; DAHLIN, T.; OHLSSON, T.; HOGLAND, W. **DC-resistivity mapping of internal landfill structures: two pre-excavation surveys**. *Environmental Geology*, v. 39 n. 3–4, p. 360–371, 2000.

BRAGA, A.C.; CARDINALI, M.T. **Aplicação da resistividade e cargabilidade em estudos de contaminação de sedimentos por derivados de hidrocarbonetos**. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 23, n.2, p. 181-190, 2005.

CORRÊA ALEGRIA, F.; MARTINHO, E.; ALMEIDA, F. **Measuring soil contamination with the time domain induced polarization method using LabVIEW**. *Measurement*, v. 42, n. 7, p. 1082-1091, 2009.

DE LA VEGA, M.; OSELLA, A.; LASCANO, E. **Joint inversion of Wenner and dipole - dipole data to study a gasoline-contaminated soil**. *Journal of Applied Geophysics*, v. 54 n. 1–2, p. 97–109, 2003.

FACHIN, S.J.S.; HUBER, F.; SHIRAIWA, S.; BORGES W.R.; MIGLIORINI, R.B. **Aplicação de métodos geofísicos para identificar áreas contaminadas por resíduos de um curtume**. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 24, n. 1, p. 129-138, 2006.

HADZICK, Z.Z.; GUBER, A.K.; PACHEPSKY, Y.A.; HILL, R.L. **Pedotransfer functions in soil electrical resistivity estimation**. *Geoderma*, v. 164, p. 195–202, 2011.

- LAGO, A.L.; ELIS, V.R.; BORGES, W. R.; PENNER, G.C. **Geophysical investigation using resistivity and GPR methods: a case study of a lubricant oil waste disposal area in the city of Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil.** Environmental Geology (Berlin), v. 58, p. 407-417, 2009.
- LIMA, L.M.Q. LIXO – **TRATAMENTO E BIORREMEDIAÇÃO.** 3. ED. EDITORA HEMUS. 265 p. 2004.
- ORLANDO, L.; MARCHESI, E. **Georadar as a tool to identify and characterise solid waste dump deposits.** Journal of Applied Geophysics, v. 48 p.163–174, 2001.
- PORSANI, J.L.; FILHO, W.M.; ELIS, V.R., FISSEHA SHIMELES, F.; DOURADO, J.C.; MOURA, H.P. **The use of GPR and VES in delineating a contamination plume in a landfill site: a case study in SE Brazil.** Journal of Applied Geophysics, v. 55, p. 199–209, 2004.
- ROSALES, R.M.; PAGAN, P.M.; FAZ, A.; CORNEJO, J.A. **Environmental Monitoring Resistivity Electrical (ERT) in Subsoil of Three Former Petrol Stations in SE of Spain.** Water Soil Pollution, v. 28, 2012.
- SAMOUËLIAN, A.; COUSIN, I., TABBAGH, A.; BRUAND, A.; RICHARD, G. **Electrical resistivity survey in soil science: a review.** Soil & Tillage Research, v. 83 p. 173–193, 2005.
- SAUCK, W.A. **A model for the resistivity structure of LNAPL plumes and their environs in sandy sediments.** Journal of Applied Geophysics, v. 44, p. 151–165, 2000.
- SUDHA, K.; ISRAIL, M.; MITTAL, S.; RAI, J. **Soil characterization using electrical resistivity tomography and geotechnical investigations.** Journal of Applied Geophysics, v. 67 p. 74–79, 2009.
- TELFORD, W.M.; GELDART, L.P.; SHERIFF, R.E. **Applied Geophysics**, second ed., Cambridge University Press, 790 p. 1990.
- USTRA, A. T.; ELIS, V.R.; MONDELLI, G.; ZUQUETTE, L.V.; GIACHETI, H.L. **Case study: a 3D resistivity and induced polarization imaging from downstream a waste disposal site in Brazil.** Environ Earth Sci, v. 11. p. 1284-1285, 2011.
- YOON, G.L.; PARK, J.B. **Sensitivity of leachate and fine contents on electrical resistivity variations of sandy soils.** Journal of Hazardous Materials, v. B84, p. 147–161, 2001.

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 978-85-7247-288-3

