



Avaliação,
Políticas
e Expansão
**da Educação
Brasileira 9**

**Willian Douglas Guilherme
(Organizador)**

Willian Douglas Guilherme
(Organizador)

Avaliação, Políticas e Expansão da
Educação Brasileira 9

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A945	Avaliação, políticas e expansão da educação brasileira 9 [recurso eletrônico] / Organizador Willian Douglas Guilherme. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Avaliação, Políticas e Expansão da Educação Brasileira; v. 9) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-466-5 DOI 10.22533/at.ed.665191007 1. Educação – Brasil. 2. Educação e Estado. 3. Política educacional. I. Guilherme, Willian Douglas. II. Série. CDD 379.981
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “Avaliação, Políticas e Expansão da Educação Brasileira” contou com a contribuição de mais de 270 artigos, divididos em 10 volumes. O objetivo em organizar este livro foi o de contribuir para o campo educacional e das pesquisas voltadas aos desafios atuais da educação, sobretudo, avaliação, políticas e expansão da educação brasileira.

A temática principal foi subdividida e ficou assim organizada:

Formação inicial e continuada de professores - **Volume 1**

Interdisciplinaridade e educação - **Volume 2**

Educação inclusiva - **Volume 3**

Avaliação e avaliações - **Volume 4**

Tecnologias e educação - **Volume 5**

Educação Infantil; Educação de Jovens e Adultos; Gênero e educação - **Volume 6**

Teatro, Literatura e Letramento; Sexo e educação - **Volume 7**

História e História da Educação; Violência no ambiente escolar - **Volume 8**

Interdisciplinaridade e educação 2; Saúde e educação - **Volume 9**

Gestão escolar; Ensino Integral; Ações afirmativas - **Volume 10**

Deste modo, cada volume contemplou uma área do campo educacional e reuniu um conjunto de dados e informações que propõe contribuir com a prática educacional em todos os níveis do ensino.

Entregamos ao leitor a coleção “Avaliação, Políticas e Expansão da Educação Brasileira”, divulgando o conhecimento científico e cooperando com a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Boa leitura!

Willian Douglas Guilherme

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AÇÕES E RESULTADOS ADVINDOS DA TERCEIRA EDIÇÃO DO PROJETO DE EXTENSÃO “GUARDA RESPONSÁVEL AOS ANIMAIS DE COMPANHIA”	
Maria Aparecida Gonçalves da Fonseca Martins Valquiria Nanuncio Chochel Ingrid Caroline da Silva Luciana da Silva Leal Karolewski	
DOI 10.22533/at.ed.6651910071	
CAPÍTULO 2	7
ANÁLISE DISCURSIVA DE TRABALHADORES E TRABALHADORAS DA EDUCAÇÃO DE ESCOLA PÚBLICA: AS REPRESENTAÇÕES PROFISSIONAIS	
Enéas Machado Sandra Regina Trindade de Freitas Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6651910072	
CAPÍTULO 3	30
ANÁLISES DE PAISAGENS EM PRODUÇÕES IMAGÉTICAS SOBRE FRONTEIRA	
Sivaldo de Macedo Michenco Lucilene Ramoa Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.6651910073	
CAPÍTULO 4	40
AS ÁRVORES E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O CICLO DAS ÁGUAS	
Deborah Terrell Jean Pierre Batista da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6651910074	
CAPÍTULO 5	54
AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR DA REGIÃO CENTRAL DO RS	
Iasmin Caroline de Almeida Veeck Mariane Lobo Ugalde Mariana Moura Ercolani Novack Valmor Ziegler Alice de Souza Ribeiro Fernanda Miranda Conterato	
DOI 10.22533/at.ed.6651910075	
CAPÍTULO 6	61
DESENHO: EM CONSTRUÇÃO	
Luisa de Godoy Alves Letícia Crespo Grandinetti	
DOI 10.22533/at.ed.6651910076	

CAPÍTULO 7	72
EXPERIMENTOTECA ITINERANTE DA TRIFRONTEIRA	
Osmar Luís Nascimento Gotardi	
Luan Barichello Corso	
Mario Victor Vilas Boas	
Marisa Biali Corá	
DOI 10.22533/at.ed.6651910077	
CAPÍTULO 8	86
FAZENDO ESTATÍSTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO	
Angela Maria Marcone de Araujo	
Clédina Regina Lonardan Acorsi	
Sebastião Gazola	
DOI 10.22533/at.ed.6651910078	
CAPÍTULO 9	96
FÍSICA (LEI DE OHM) VERSUS GEOLOGIA (CONTAMINAÇÃO)	
Lena Simone Barata Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6651910079	
CAPÍTULO 10	109
MÉTODO DE OBTENÇÃO DE ALUMINA EMPREGADA COMO SUPORTE DE CATALISADOR DE REFINO DE PETRÓLEO A PARTIR DE LATAS DE ALUMÍNIO	
Damianni Sebrão	
Jocássio Batista Soares	
Oséias Alves Pessoa	
Adriane Sambaqui Gruber	
Isabella Moresco	
Pedro Pastorelo	
DOI 10.22533/at.ed.66519100710	
CAPÍTULO 11	115
PARCERIA ESCOLA/EMPRESA E SEUS EFEITOS NO COTIDIANO ESCOLAR: UMA REFLEXÃO SOBRE TEMPOS/ESPAÇOS CONTEMPORÂNEOS	
Viviane Klaus	
Maria Alice Gouvêa Campesato	
DOI 10.22533/at.ed.66519100711	
CAPÍTULO 12	127
PERFIL DOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS DO MUNICÍPIO DE JÚLIO DE CASTILHOS – RS	
Iasmin Caroline de Almeida Veeck	
Thiane Helena Bastos	
Mariana Moura Ercolani Novack	
Alice de Souza Ribeiro	
Fernanda Miranda Conterato	
Valmor Ziegler	
Mariane Lobo Ugalde	
DOI 10.22533/at.ed.66519100712	

CAPÍTULO 13	131
PERFIL E TRAJETÓRIA PROFISSIONAL DOS EGRESSOS DO CURSO DE MESTRADO EM ADMINISTRAÇÃO DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	
Diovani Luzia Pozza	
Rodrigo Campos Ferreira	
Maria Jose Carvalho De Souza Domingues	
DOI 10.22533/at.ed.66519100713	
CAPÍTULO 14	144
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO E INTEGRAÇÃO DA FAIXA DE FRONTEIRA: POSSIBILIDADE PARA A INTERNACIONALIZAÇÃO DA EXTENSÃO	
Denise Valduga Batalha	
Eliseo Salvatierra Gimenes	
Raquel Lunardi	
DOI 10.22533/at.ed.66519100714	
CAPÍTULO 15	151
SALA DE AULA INVERTIDA: POSSIBILIDADES DE OUTRAS RELAÇÕES COM O CONHECIMENTO NA ÁREA DE BIOLOGIA	
Ana Paula Batalha Ramos	
Rafael dos Anjos Mendes Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.66519100715	
CAPÍTULO 16	161
“SE LIGA” NA BICHARADA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR	
Nathalie Sena da Silva	
Allyne Evellyn Freitas Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.66519100716	
CAPÍTULO 17	168
UMA NOVA ABORDAGEM PARA O ENSINO DO SISTEMA ABO – A EXPERIÊNCIA DO BIOLOGANDO	
Raquel Claudiano da Silva	
Matheus Cavalcanti de Barros	
Isabela Oliveira da Mota Florencio	
Maria Luiza de França Duda	
Sueven Oliveira de Souza	
Oliane Maria Correia Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.66519100717	
CAPÍTULO 18	174
UMA PRÁTICA DE ESTUDO E APRENDIZAGEM COLABORATIVA: PROJETO ANJO	
Mariane Freiesleben	
Paula Juca de Sousa Santos	
Pedro Henrique da Conceição Silva	
Roberto Lima Sales	
DOI 10.22533/at.ed.66519100718	

CAPÍTULO 19 187

VIAGEM À MARTE: UMA PROPOSTA DE MINICURSO BASEADA NO ENFOQUE CTS E NO MÉTODO CENTRADO NO ALUNO

[Gisele Correa Gonçalves](#)

[Elisson Andrade Batista](#)

[Ademir Cavalheiro](#)

DOI 10.22533/at.ed.66519100719

CAPÍTULO 20 193

A EDUCAÇÃO PROFISSIONAL EM RADIOLOGIA SOB A ÓPTICA DA HUMANIZAÇÃO EM SAÚDE: UMA REFLEXÃO A RESPEITO DA INFLUÊNCIA DOCENTE NOS PROCESSOS FORMATIVOS

[Marcelo Salvador Celestino](#)

[Vânia Cristina Pires Nogueira Valente](#)

DOI 10.22533/at.ed.66519100720

CAPÍTULO 21 202

O DESENVOLVIMENTO DA VALORIZAÇÃO E DA AUTONOMIA DO IDOSO ATRAVÉS DA PARTICIPAÇÃO NA UNIVERSIDADE ABERTA PARA A MELHOR IDADE EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO MATO GROSSO DO SUL

[Paulo Ramsés da Costa](#)

[Márcia Maria de Medeiros](#)

DOI 10.22533/at.ed.66519100721

CAPÍTULO 22 213

O MÉTODO DA PESQUISA DO FENÔMENO SITUADO UTILIZADO NA CONSTITUIÇÃO DE QUESTIONÁRIO COMO POSSÍVEL INSTRUMENTO PARA PROFISSIONAIS DE HOSPITAIS TORNAREM A SALA DE ESPERA DE PACIENTES PARA A QUIMIOTERAPIA MAIS HUMANIZADA

[Luiz Augusto Normanha Lima](#)

[Rodolfo Rodolfo Franco Puttini](#)

DOI 10.22533/at.ed.66519100722

CAPÍTULO 23 223

AGENTES COMUNITÁRIOS DE SAÚDE RURAIS: SABERES E PRÁTICAS SOBRE CÂNCER DE BOCA E PELE

[Lucimare Ferraz](#)

[Carla Argenta](#)

[Leila Zanatta](#)

[Jessica de Sousa Oliveira](#)

[Emanuelli Carly Dall Agnol](#)

DOI 10.22533/at.ed.66519100723

CAPÍTULO 24 234

CONSULTA DE ENFERMAGEM COM ABORDAGEM SINDRÔMICA: DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

[Claudia Messias](#)

[Ann Mary Rosas](#)

[Patricia Salles de Matos](#)

[Ana Luiza de Oliveira Carvalho](#)

[Helen Campos Ferreira](#)

DOI 10.22533/at.ed.66519100724

CAPÍTULO 25	242
EDUCAÇÃO EM SAÚDE: O QUE PENSAM OS PROFISSIONAIS NO CONTEXTO DA ATENÇÃO BÁSICA?	
Pollyana Barbosa de Lima Andrea Sugai Mortoza Edna Regina Silva Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.66519100725	
CAPÍTULO 26	249
EDUCAÇÃO PERMANENTE E POLÍTICAS PÚBLICAS DE SAÚDE: PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS E COORDENADORES DE MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE DO OESTE DE SANTA CATARINA	
Frozza Elenir Saete Salvi Leonora Vidal Spiller	
DOI 10.22533/at.ed.66519100726	
CAPÍTULO 27	263
EDUCAÇÃO PERMANENTE EM SAÚDE: AVANÇOS E DESAFIOS NA GESTÃO EM SAÚDE NO BRASIL	
Kátia Ferreira Costa Campos Paula Brant de Barros Oliveira Vanessa de Almeida Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.66519100727	
CAPÍTULO 28	275
QUALIDADE DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM: ANÁLISE DO PERÍODO 2004-2013 PÓS-SINAES	
Otilia Maria Lúcia Barbosa Seiffert Ively Guimarães Abdalla Lidia Ruiz-Moreno Patricia Lima Dubeux Abensur	
DOI 10.22533/at.ed.66519100728	
SOBRE O ORGANIZADOR	291

FÍSICA (LEI DE OHM) VERSUS GEOLOGIA (CONTAMINAÇÃO)

Lena Simone Barata Souza

Museu de Geociências, Dpto. de Geologia,
Universidade Federal de Roraima

Av. Cap. Ene Garcez, 2413, Bairro Aeroporto,
693140-000 Boa Vista, RR, Brasil

E-mail: lenabarata@yahoo.com.br

RESUMO: A lei de Ohm tem um caráter muito importante no mundo da eletricidade, sendo notória que é a fórmula mais aplicada nos cálculos elétricos. A importância de compreender essa lei e compreender sua utilização é enorme e é base para quase todos os outros estudos e aplicações da eletricidade. Assim, a utilização da Lei é muito ampla, sendo usada para definição e especificação de equipamentos, seleção de equipamentos de segurança e proteção de circuitos, definição de resistências para equipamentos, para circuitos elétricos e eletrônicos, escolha de tensão de trabalho para certos equipamentos e circuitos e outra infinidade de utilizações. Ao trabalhar com geologia, a busca pelo entendimento do que há em subsuperfície é de vital importância, pois nos remete a distinguir um corpo rochoso a partir de suas propriedades físicas. Deste modo, mensurar a profundidade e o espaço físico que o corpo ocupa. Invariavelmente, quando se trata de eletricidade, qualquer que seja o estudo ou a aplicação, a lei de Ohm será usada. Logo, é

imprescindível conhecê-la e dominá-la.

PALAVRAS-CHAVE: Ciências, Meio Ambiente, Corrente Elétrica.

Physics allied to Geology: environment contamination and Ohm's law

ABSTRACT: Ohm's Law has a very important character in the world of electricity, and it is notorious that it is the most applied formula in electric calculations. The importance of understanding both this law and its use is enormous and the basis for almost all other studies and applications in electricity. Thus, the use of this Law is very broad, being used for definition and specification of equipment, selection of safety equipment and protection of circuits, definition of resistances for electrical, electronic equipment and circuits, choice of working voltage for specific equipment circuits and other infinity of uses. For applied Geology, the search for understanding of "what is?" in the subsurface is vital because it leads us to distinguish a rocky body from its physical properties. It is possible to measure the depth and the physical space occupied by the body. Invariably, in Electricity, independent of the study or application, Ohm's Law will be used. Therefore, it is imperative to know it and dominate it.

KEYWORDS: Science, Environment, Electricity.

1 | INTRODUÇÃO

O entendimento do comportamento das propriedades físicas a partir dos materiais terrestres e extraterrestres é algo que nos remete a compor indiretamente o espaço físico em profundidade. Sendo assim, observar a subsuperfície a partir de medições na superfície vêm a ser a ciência chamada de Geofísica.

A Geofísica está fundamentalmente atrelada as leis físicas que regem o Universo (gravidade, radioatividade e magnetismo). Logo, podemos selecionar um método geofísico particular, da mesma maneira que decidimos olhar apenas os atributos particulares de um artefato, ou seja, pensamos que tais atributos são importantes para responder nossas questões de pesquisa. No caso da Geofísica, entretanto, não estamos apenas lidando com atributos dos artefatos que foram feitos pelo homem ou selecionados pelo homem, mas com as propriedades físicas ou físico-químicas em subsuperfície que sugerimos que foram influenciadas pelas atividades humanas.

Atualmente, a Geofísica é uma ciência multidisciplinar que além de auxiliar em estudos geológicos (mineração, petróleo e hidrogeologia), possui também aplicabilidade em áreas como engenharia civil, meio ambiente e arqueologia. Inferindo, assim, situações geológicas, ambientais e/ou econômicas de uma determinada área (SOUZA; VERMA, 2005; SOUZA; ROSSETTI; ELIS, 2013; SOUZA; CARVALHO, 2017)

A prospecção geofísica está ligada a forma como o meio em subsuperfície responderá a ação implicada a ele em superfície. Nesse sentido o campo induzido introduzido artificialmente no meio (fontes ativas) produzirá alterações no ambiente geológico sem necessariamente destruí-lo, permitindo desta maneira medir o comportamento físico do corpo. Visto que, este é excitado, seja através, por exemplo, na aplicação de um fluxo de corrente elétrica para aquisição da resistividade elétrica ou da dissipação de uma onda mecânica que permita mensurar a componente escalar da velocidade por meio das características da onda no domínio do tempo (período e frequência) e do espaço (amplitude e comprimento) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Essas situações caracterizam os métodos elétrico, sísmico e eletromagnético.

Ao lidarmos com campos naturais (fontes passivas) a medição das variações das propriedades físicas naturais do meio não necessitam que hajam perturbações externas imposta ao corpo. Afinal este possui características emanadas naturalmente em decorrência dos campos gravitacional (densidade), magnético (magnetismo) e radiação (decaimento radioativo – emissão de partículas α e β e radiação γ) (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Dentro deste contexto temos os métodos gravimétrico, magnetométrico, radiométrico e geotérmico.

No contexto do comportamento do meio geológico frente a aplicação de campos artificiais, em especial, a eletricidade, o presente trabalho tem a proposta de quantificar a resistência elétrica quando uma corrente elétrica é introduzida em um meio contaminado. As áreas em apreço estão situadas no estado de Roraima,

capital Boa Vista (lixão e curtume). A primeira, o lixão, está posicionado na rodovia federal (BR-174, sentido Roraima-Amazonas), quilômetro 494, a 11 km da capital, e a segunda, o curtume, no bairro Distrito Industrial (zona urbana sul boavistense), região das circunvizinhanças do Curtume Boa Vista (Figura 1).

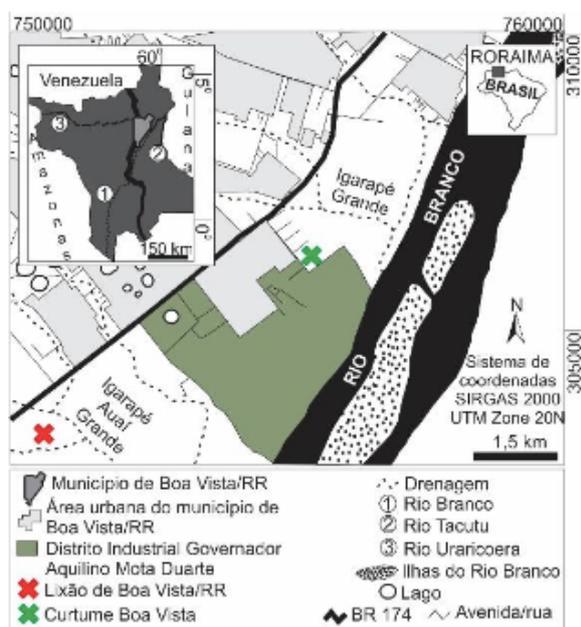


Figura 1. Mapa de localização dos pontos amostrados geofisicamente no município de Boa Vista/RR (lixão de Boa Vista e Curtume Boa Vista).

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Lei de Ohm

Lei assim denominada em homenagem ao seu formulador, o físico alemão Georg Simon Ohm (1789-1854). Esta afirma que para um condutor mantido à temperatura constante, a razão entre a tensão entre dois pontos e a corrente elétrica é constante. Essa constante é denominada de resistência elétrica. A resistência elétrica pode ser entendida como a dificuldade de se estabelecer uma corrente elétrica num determinado condutor, ou seja, é de dificultar a passagem da corrente.

Além de definir o conceito de resistência fora demonstrado ainda que no condutor a corrente elétrica é diretamente proporcional a diferença de potencial aplicada. Assim, a primeira lei de Ohm postula que um condutor ôhmico (resistência constante) mantido à temperatura constante, a intensidade de corrente elétrica (I) será proporcional à diferença de potencial (ddp) aplicada entre suas extremidades (Figura 2A).

$$R = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Onde: R - resistência elétrica, dada em Ohm (Ω), U - diferença de potencial elétrico (ddp), dado em Volts (V), I - intensidade da corrente elétrica, dada em Ampère (A).

E a segunda lei estabelece que a resistência elétrica de um material é diretamente proporcional ao seu comprimento, inversamente proporcional à sua área de seção transversal.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Sendo: R - resistência elétrica, dada em (Ω), ρ - resistividade elétrica (dependerá do material e de sua temperatura, dada em ($\Omega \text{ m}$)). Ela é inversamente proporcional a condutividade elétrica ($\rho = 1/\sigma$), dada em Siems por metro (S/m), L - comprimento, dado em (m), A - área de seção transversal, dada em (mm^2).

As equações (1) e (2) são relações ditas macroscópicas. Contudo, em um condutor metálico isolado, os elétrons estão num estado de movimento aleatório, não exibindo deslocamento preferencial, em média, em nenhuma direção. Caso este condutor tenha seus terminais ligados aos de uma bateria, um campo elétrico (\vec{E}) é criado em todos os pontos no interior do condutor e atua sobre os elétrons de forma a produzir um movimento de arrasto, que é a corrente elétrica. Em condutores ôhmicos, o vetor densidade de corrente elétrica (\vec{J}), cujo módulo é igual à corrente elétrica dividida pela área de seção transversal, (I/A) (quando a corrente é uniformemente distribuída pelo condutor), é proporcional ao campo elétrico (Figura 2B) O fator de proporcionalidade entre a densidade de corrente e o campo elétrico é a condutividade elétrica (σ).

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (3)$$

Esta é a relação microscópica equivalente à relação macroscópica ($V = R/I$). Pode-se dizer também que um material condutor obedece à lei de Ohm se a condutividade for independente de (\vec{J}) e (\vec{E}).

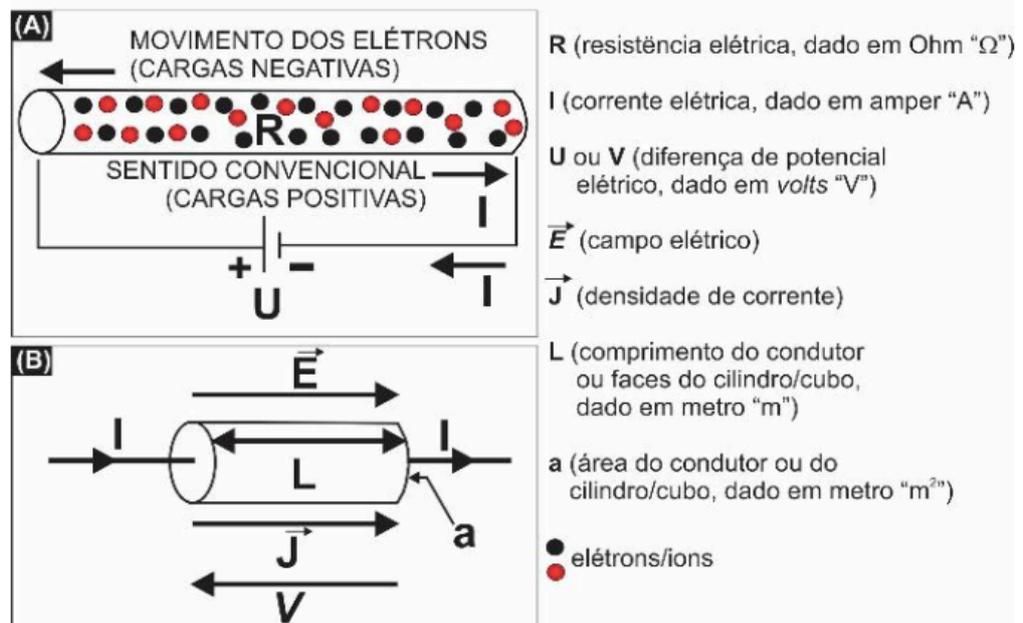


Figura 2. Princípios da lei de Ohm. (A) Primeira lei. (B) Segunda lei.

2.2 Método de campo induzido – método elétrico (Levantamento eletrorresistivo)

O método elétrico começou a dar seus primeiros passos no século XVIII com o descobrimento das propriedades da resistividade e condutividade das rochas e/ou solos (ORELLANA, 1972). Está baseado na condução de corrente elétrica no meio através de fluidos como a água (eletrolítico e/ou iônico) e elementos metálicos (eletrônico).

Vários pesquisadores colaboraram para o incremento do método da eletrorresistividade, dois destes merecem destaque, Conrad Schlumberger, da Escola Francesa e Frank Wenner, da Escola Americana. Estes foram os responsáveis pela introdução do arranjo/dispositivo de quatro eletrodos para medidas de resistividade de superfície. A discussão dos princípios teóricos e práticos do método envolvendo a teoria da eletricidade e do eletromagnetismo estão baseados principalmente em trabalhos de Parasnis (1971), Orellana (1972), Telford, Geldart, Heriff (1990), Kearey, Brooks, Hill (2009), Braga (2016), entre outros.

Segundo Telford, Geldart, Heriff (1990) o método da eletrorresistividade baseia-se no estudo do potencial elétrico, tanto dos campos elétricos naturais existentes na crosta terrestre (correntes telúricas), como dos campos artificiais provocados pelo homem. Logo, com as medições desse potencial na superfície do terreno é possível determinar, em subsuperfície, a existência de corpos minerais e reconhecer por exemplo, feições geológicas e tectônicas, contaminação, águas subterrâneas e artefatos humanos.

O envio de energia ao terreno criando um campo artificial é feito utilizando fontes de corrente contínua ou alternada, sendo a última a mais usada. Ressalta-se que as frequências mais utilizadas nas pesquisas são as mais baixas possíveis, pois a profundidade de penetração diminui conforme é aumentada a frequência. Assim, sob o olhar econômico o método elétrico tem como primordial vantagem o seu baixo custo.

Embora o trabalho em apreço esteja voltado exclusivamente para o levantamento eletroresistivo, os ensaios elétricos, no geral, estão baseados nas propriedades da resistividade elétrica (quantificação da resistência elétrica), constante dielétrica (capacidade de armazenamento de cargas elétricas nos materiais, geradas pela introdução de corrente alternada de alta frequência) e atividade eletroquímica (correntes elétricas naturais). Dentre estas propriedades a atenção é voltada para a resistividade, pois esta é a mais importante e significativa no subsolo.

A resistividade das rochas e/ou solo é afetada pela composição mineralógica, porosidade, teor em água e quantidade e natureza dos sais dissolvidos. Estes dois últimos fatores leva a diminuição dos valores de resistividade (TELFORD, Geldart, HERIFF, 1990).

A equação matemática para o cálculo da resistividade (equação 3) segue o princípio da Lei de Ohm que diz “considerando o fluxo de uma corrente contínua ou alternada de muito baixa frequência, que se possa desprezar a corrente de deslocamento em um meio homogêneo, ilimitado e isotrópico” (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2009). Partindo desta lei e com a substituição das relações temos:

$$\vec{J} = \frac{L}{A}; \sigma = \frac{1}{\rho}; \vec{E} = \frac{\Delta V}{L} \Rightarrow \frac{I}{A} \approx \frac{1}{\rho} \frac{\Delta V}{L} \Rightarrow \rho \frac{A}{L} \left(\frac{\Delta V}{I} \right) = k \left(\frac{\Delta V}{I} \right)$$

Onde: L - distância de face a face do cubo, A - área de uma face do cubo, ΔV - diferença de potencial entre as faces do cubo, I - intensidade de corrente que passa através do cubo e k - fator geométrico que depende da disposição dos eletrodos na superfície do terreno.

Assim, obtém-se a resistividade elétrica do semi-espaço homogêneo.

$$\rho = k \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (4)$$

No entanto, esta equação é válida somente para meios homogêneos, o que não acontece com o subsolo, pois este é constituído por n-camadas de n-resistividades e n-espessuras. Sendo assim, a resistividade medida é chamada de resistividade aparente (ρ_a), que não é propriamente a resistividade média, e sim um parâmetro experimental (ORELLANA, 1972), e depende do espaçamento entre os eletrodos posicionados na superfície do terreno, das espessuras e resistividades verdadeiras do pacote rochoso da área em estudo. Portanto, a ρ_a , é numericamente obtida utilizando-se a equação (4), sendo posteriormente estimada utilizando processos de inversão.

2.3 Técnicas de aquisição de dados elétricos

Existem várias técnicas para a prospecção em campo, trataremos aqui somente

da Sondagem Elétrica Vertical (SEV) com configurações do arranjo dos eletrodos na superfície do tipo Schlumberger.

A SEV consiste na análise vertical e pontual da subsuperfície por meio de uma sucessão de medidas de parâmetros físicos (resistividade) feitos a partir da superfície, sendo geralmente empregado o arranjo Schlumberger (KEARY; BROOKS; HILL, 2009)

No arranjo Schlumberger monta-se um circuito fixo na superfície do terreno com quatro eletrodos, estes disposto em linha reta, sendo dois eletrodos de corrente (AB) para o envio da corrente elétrica (I) ao solo e, entre estes, dois eletrodos de potencial (MN) utilizados para medir a diferença de potencial (ΔV) entre eles. Todos distribuídos simetricamente e espaçados em relação a um ponto central da sondagem (eletrodo 0). A distância de MN é sempre menor pelo menos cinco vezes que a de AB ($MN \ll AB/5$) (SOUZA, 2005 e 2010) (Figura 3A).

Neste arranjo a sondagem é executada fazendo-se crescer a separação (2a) entre os eletrodos de corrente mantendo-se os eletrodos de potencial fixados na separação (b), até ser atingido o limite de precisão instrumental. Como comumente não é possível realizar toda a SEV com uma única abertura para MN, em virtude à diminuição do sinal recebido e conseqüente perda de precisão de leitura, procede-se repetir a medida de resistividade em alguns pontos com dois valores de MN, para um mesmo valor de $AB/2$. Este procedimento é conhecido como Embreagem. Este possibilita corrigir efeitos de heterogeneidades superficiais que ocorrem quando há troca na posição dos eletrodos MN e algumas as nuances nas curvas de resistividades que possam vir a ocorrer.

2.4 Meio ambiente (contaminação)

Há inúmeros estudos que tratam do comportamento elétrico de materiais geológicos, por exemplo, Parasnis (1971), Orellana (1972), Kearey, Brooks, Hill (2009) e Braga (2016), que geralmente associam areias e argilas, as leituras resistiva e condutiva, respectivamente. Estas leituras sofrem modificações quando são associadas a contaminantes. A ausência de um tratamento de solo eficiente em lixões e/ou aterros sanitários acarreta na contaminação do meio geológico e dos lençóis freáticos, impactando profundamente na população que se utiliza de água subterrânea.

Os contaminantes produzidos pelos aterros sanitários, destacam-se o chorume (líquido escuro de odor desagradável), composto por substâncias sulfuradas, nitrogenadas e cloradas tóxicas (CHRISTENSEN et al. 2001), formadas devido a decomposição bacteriana dos compostos orgânicos, e movimentadas por conta da umidade. Os períodos chuvosos facilitam a lixiviação do chorume em subsuperfície, percolando entre as rochas porosas e migrando em direção as águas subterrâneas na forma de uma pluma.

Os contaminantes associados ao chorume, reduzem significativamente os valores de resistividade, pois favorecem a condução de corrente elétrica por ser muito

rico em íons (GALLAS et al., 2005; BRAGA, 2007). Isto ocorre devido o chorume ser intensamente poluidor, atacando os metais contidos nos resíduos (cádmio, chumbo, alumínio e mercúrio) liberando íons que se aglomeram aos materiais geológicos (CHRISTENSEN et al. 2001).

Ao lidarmos com a atividade de curtume, os processos de curtimento do couro envolvem grandes quantidades de água, conseqüentemente tem elevada produção de efluentes químicos. Nas distintas fases da modificação do couro, desta forma, são introduzidos vários agentes químicos que são empregados para proporcionar um couro estável e durável. Os passos do beneficiamento da pele animal são: salgamento, pré-remolho, pré-descarte, remolho, caleiro, descarte, divisão, desencalhagem, purga, píquel, curtimento, enxugamento e rebaixamento e por fim os processos de acabamento. Durante estes passos diversos resíduos são produzidos, provenientes de uma solução composta por água; sais de cromo, zircônio, alumínio e ferro; curtentes vegetais; sintéticos; aldeídos e parafinas sulfocloradas (FACHIN et al. 2006; NUNES; LUIZ, 2006; GODECKE et al. 2012; LOPES, 2015; SANTOS et al. 2015).

Trabalhos realizados por Elis e Zuquette (2002), Fachin et al. (2006), Nunes e Luiz (2006) e Pereira e Lima (2007) em áreas de curtume, destacam a anomalia de resistividades extremamente baixas comparadas com os valores de materiais litológicos não contaminados. A explicação para esta disparidade dos valores de ρ_a é atribuído aos agentes químicos empregados no processo de curtimento, como por exemplo, o Cr^{+3} e Cr^{+6} que em contato com a água subterrânea à proporcionam muito condutiva.

3 | METODOLOGIA

O dispositivo de medida é composto de dois eletrodos metálicos de corrente (A e B), ambos conectados por cabos a uma fonte de corrente elétrica contínua ou alternada de baixa frequência disposta em série a um amperímetro, e por dois eletrodos de potencial (M e N) conectados em série a um voltímetro. Os quatro eletrodos são cravados no solo. Em seguida mede-se a diferença de potencial (ΔV) natural/espontâneo do terreno para estabilização do equipamento até zerá-lo completamente. Após estabilização mede-se o valor de resistência (R, medida em Ω) os anotando na ficha de campo, para o cálculo da resistividade aparente (ρ_a) utiliza-se a equação (4) (Figura 3A-B). Ao término deste cálculo são plotados os valores de ρ_a na ficha de campo, configurando o esboço da curva (em escala bi-log) para uma avaliação inicial do comportamento do terreno (camadas resistivas e/ou condutivas).

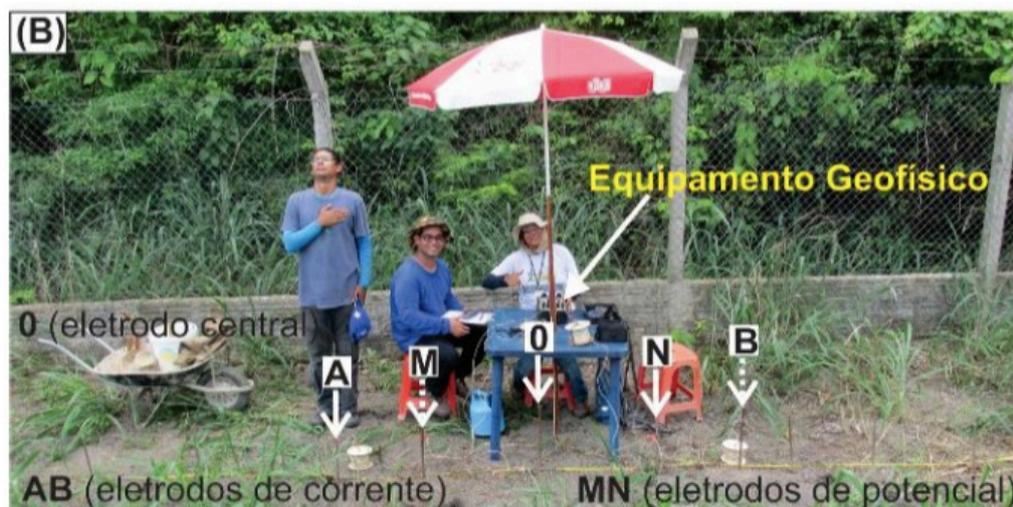
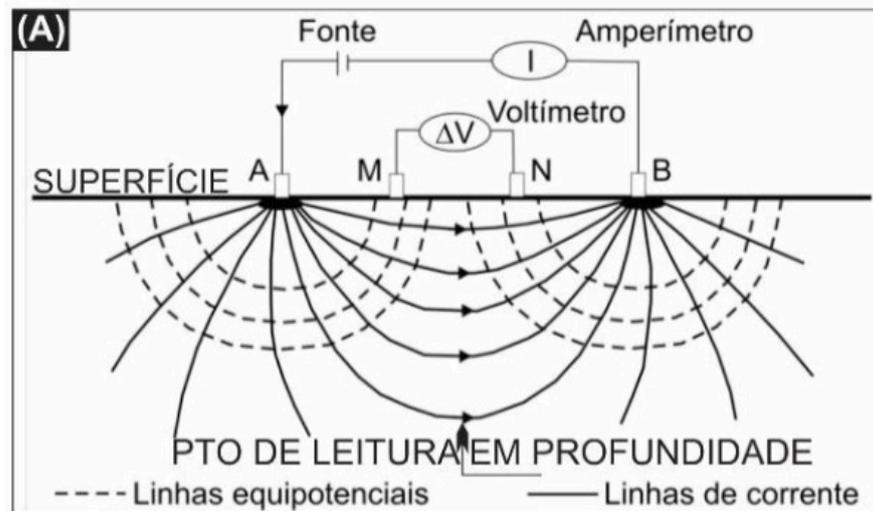


Figura 3. Dispositivo de leitura da sondagem elétrica vertical. (A) Teoria (modificado de SOUZA, 2010). (B) Procedimento em campo. Fonte: Foto: Franklin W. S. Carvalho (2016).

4 | RESULTADOS

4.1 Assinatura elétrica nas áreas do lixão e do curtume

As áreas de estudo estão assentadas sobre a Formação Boa Vista, esta composta por rochas areníticas e argilíticas (REIS et al. 200; RIKER. 2005).

O comportamento elétrico observado nas curvas de sondagem elétrica na área do lixão (SEV's 1, 2, 3 e 4) (Figura 4A), foram realizados com direção paralela as bancadas do lixão, situando-se cerca de 5 a 30 metros próximos das mesmas e sob terrenos superficiais predominantemente compostos por sedimentos areno-argiloso a argilo-arenoso. As baixas resistividades observadas são notórias conforme aumentada a profundidade de investigação, de modo que, em 13 a 24 m nenhuma pa foi superior a 318 Ω .m. As curvas apresentam duas geometrias características:

(a) Ascendente: pa com valores na faixa de 636 a 3.312 Ω .m, as profundidades variam entre 1 a 4,2 m;

(b) Descendente: pa com valores na faixa de 2.757 a 36 Ω .m, as profundidades

variam de 1,3 a 24 m.

A SEV 4 possui dois momentos distintos de retilinearidade em sua curva, separados por um pico com ρ_a 297 Ω .m. Esses caracteres retilíneos ocorrem as profundidades 1-1,8 m e 3,2-18 m, com valores de ρ_a 254-168 Ω .m e 109-61 Ω .m, respectivamente. Nas profundidades superiores a 18 m há uma ascendência de ρ_a 190 Ω .m (Figura 4A).

Segundo Parasnis (1971), Orellana (1972), Kearey, Brooks, Hill (2009), Braga (2016) e Souza e Carvalho (2017) o comportamento elétrico de materiais geológicos, como areias e argilas, estão associadas as leituras resistiva e condutiva, respectivamente. Contudo, estas leituras sofrem modificações quando são associadas a contaminantes. E nas áreas de lixões os contaminantes estão vinculados ao chorume, como este reduz significativamente o valor da resistividade (GALLAS et al. 2005), as curvas do lixão de Boa Vista exibem situações condizentes a esse tipo de contaminação, pois mostram resistividades extremamente baixas de até 36 Ω .m, em materiais predominantemente argilosos.

A geometria das curvas de sondagem elétrica na região do curtume (porção sul do bairro Distrito Industrial), são representadas pelas sondagens SEV 1 e 2 (fundos do Curtume Boa Vista), a primeira com 18 m de profundidade e a segunda com 24 m (Figura 4B). Os valores de ρ_a registrados variam de 5-7.720 Ω .m. As duas curvas são caracterizadas:

(a) Gráfico da SEV 1: as profundidades 1,0-4,2 m mostrou comportamento ascendente com poucas acentuações. Posteriormente, de 4,2-18 m, é visível o decréscimo abrupto muito proeminente, no qual os valores de resistividade chegam a 5 Ω m em 13 e 18 m de profundidades.

(b) Gráfico da SEV 2: apresenta crescimento progressivo nos valores de resistividades as profundidades iniciais, só que de forma mais evidente entre 1,0-3,2 m. Em seguida, de 3,2-24 m, as resistividades tendem a cair até atingir 108 Ω m em 24 m.

Analisando os valores de ρ_a refletidos nos gráficos a variação de 7.720-4.000 Ω m podem estar associados a materiais arenosos, já os que possuem entre 4.000-1.000 Ω m apresentam resistividades características de materiais areno-argilosos a argilo-arenosos. Valores de 1.000-500 Ω m foram correlacionados a materiais argilosos, e as resistividades de 500-200 Ω m podem ser alusivas a influência de contaminação dos compostos metálicos (Cr, Zn, Al e Fe) presentes no processo de curtimento. Por fim, os valores de 200-5 Ω m refletem mais claramente o comportamento anômalo a qualquer tipo de litologia e são semelhantes aos valores destacados nos trabalhos de Fachin et al. (2006), Nunes e Luiz (2006) e Pereira e Lima (2007), sendo regiões com alta condutividade elétrica e que não podem ser associadas a valores normais de um tipo de material litológico como as respectivas resistividades apresentadas dos materiais (arenosos, argilosos ou conglomeráticos laterizados) da Formação Boa Vista (SOUZA; CARVALHO, 2017).

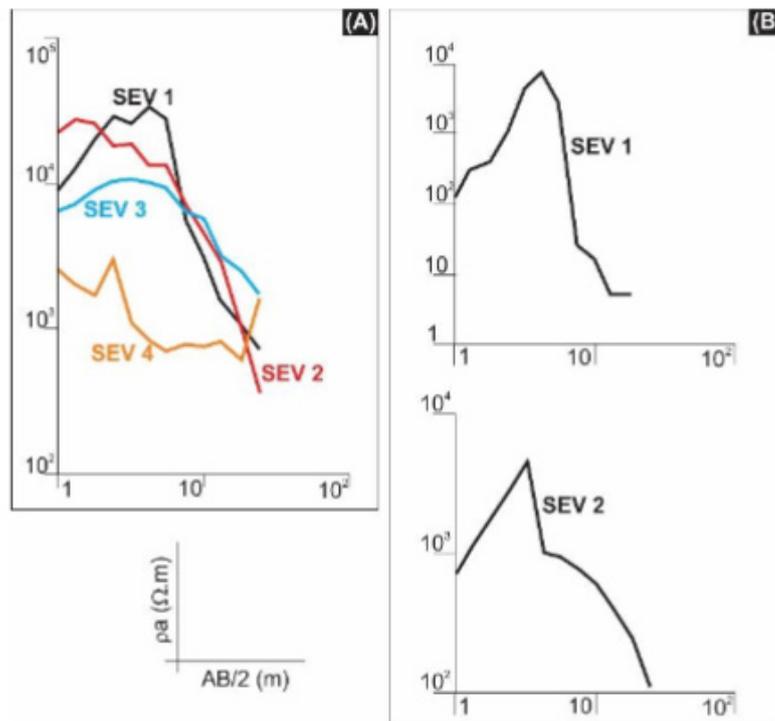


Figura 4. Curvas de sondagem elétrica vertical. (A) Área do lixão do município de Boa Vista/RR (modificado de SOUZA; ANDRANDE, 2018). (B) Área do Curtume Boa Vista (modificado de SOUZA; CARVALHO, 2017).

5 | CONCLUSÃO

A integralização da física à geologia permitiu transformar os parâmetros vetoriais e ρ em escalares, ou seja, quantificar a resistividade elétrica por meio da resistência elétrica, implicando na detecção de possíveis indícios contaminadores nas áreas de lixão e curtume na região metropolitana de Boa Vista/RR.

AGRADECIMENTO

Aos integrantes do grupo de pesquisa Caimbé-Geociências de Roraima.

Referências

- BRAGA, A. C. O. **Geofísica aplicada: métodos geoeletricos em hidrogeologia**. Oficina de Texto, São Paulo, 2016. 159p.
- CHRISTENSEN, T. H. L.; KJELDTSEN, P.; NJERG, P. L.; JENSEN, D. L.; CHRISTENSEN, J. B.; BAUN, A.; ALBRECHSTEN, H.; HERON, G. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. **Applied Geochemistry**, v. 16, p. 659-718, 2001.
- ELIS, V. R.; ZUQUETTE, L. V. Caracterização geofísica de áreas utilizadas para disposição de resíduos sólidos urbanos. **Rev. Bras. Geoc.**, v. 32, n. 1, p. 119-134, 2002.
- FACHIN, S. J. S.; HUBER, F.; SHIRAWAI, S.; BORGES, W. R.; MIGLIORINI, R. B. Aplicação de métodos geofísicos para identificar áreas contaminadas por resíduos de um curtume. **Rev. Bras.**

Geof., v. 24, n. 1, p. 129-138, 2006.

GALLAS, J. D. F.; TAIOLI, F.; SILVA, S. M. C. P. D.; Coelho, O. G. W.; PAIM, P. S. G. Contaminação por choro e sua detecção por resistividade. **Rev. Bras. Geof.**, v. 23, n. 1, p. 51-59, 2005.

GODECKE, M. V.; RODRIGUES, M. A. S.; NAIME, R. H. Resíduos de curtume: estudo das tendências de pesquisa. **Rev. Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1357-1378, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 8ª. Edição, Editora LTC, Rio de Janeiro, v. 2, 2009. 312p.

KEAREY, P.; BROOKS, M.; HILL, I. **Geofísica de Exploração**. 1ª. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, 438p. 2009.

LOPES, R. R. **Cenário sobre os resíduos de curtume no Brasil**. Ponta Grossa. Especialização (Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015, 35p.

NUNES, L. P. M.; LUIZ, J. G. Caracterização geoeletrica de área de curtume localizada no Distrito Industrial de Icoaraci, Belém-Pará. **Rev. Bras. Geof.**, v. 24, n. 4, p. 467-481, 2006.

ORELLANA, E. **Prospeccion geoeletrica en corriente contínua**. Madrid, Paraninfo, 1972. 523p.

PARASNIS, D. S. **Geofísica minera**. Ed. Paraninfo, Madrid, 1971. 375p,

PARASNIS, D. S.; ORELLANA, E. **Principios de geofísica aplicada**. Ed. Paraninfo. Madrid/Espanha, v. 1, 1970. 208p.

PEREIRA, P. A.; LIMA, O. A. L. Estrutura elétrica da contaminação hídrica provocada por fluidos provenientes dos depósitos de lixo urbano e de um curtume no município de Alagoinhas, Bahia. **Rev. Bras. Geof.**, v. 25, p. 5-19, 2007.

REIS, N. J.; FRAGA, L. M., FARIA, M. S. G.; ALMEIDA, M. E. Geologia do Estado de Roraima, Brasil. **Géologie de La France**, v. 2-4, p. 121-134. 2003.

RIKER, S. R. L. . Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2005, 204p.

SOUZA, L. S. B. Evidências tectônicas no leste da Ilha do Marajó: integração de dados morfoestruturais e geofísicos. Tese (Doutorado em Geoquímica e Geotectônica) - Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. 202p.

SOUZA, L. S. B. Mapeamento de aquíferos na Cidade de Manaus (AM) - utilizando Perfilagem Geofísica de Poço e Sondagem Elétrica Vertical. Dissertação (Mestrado em Geofísica) - Centro de Pós-Graduação de Geofísica, Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2005, 84p.

SOUZA, L. S. B.; ANDRANDE, G. G. Resistividade no entorno do aterro sanitário municipal de Boa Vista, Roraima, Brasil: implicações ambientais. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., v. 13, n. 3, p. 435-452, 2018.

SOUZA, L. S. B.; CARVALHO, F. W. S. Comportamento elétrico do Sistema Aquífero Boa Vista na área do bairro Distrito Industrial Governador Aquilino Mota Duarte (Boa Vista/RR). In: ANAIS DO CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 16: 1. Disponível em <http://www.abequa.org/anais2017>. Acesso em: setembro de 2018. 2018a.

SOUZA, L. S. B.; CARVALHO, F. W. S. Contextualização geológica da porção sudoeste do Sistema Aquífero Boa Vista, estado de Roraima, Brasil, a partir de sondagens elétricas verticais rasas. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., v. 12, n. 1, p. 91-107, 2017b.

SOUZA, L. S. B.; VERMA, O. Mapeamento de aquíferos na Cidade de Manaus/AM (zonas norte e leste) através de Perfilagem Geofísica de Poço e Sondagem Elétrica Vertical. Revista de Geologia (Fortaleza), v. 18, n. 2, p. 227-243, 2005.

SOUZA, L. S. B.; ROSSETTI, D. F.; ELIS, V. R. Neotectonics in Marajó Island, state of Pará (Brazil) revealed by vertical electric sounding integrated with remote sensing geological data. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 85, p. 73-86. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0001-37652013000100006>, 2013.

TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; HERIFF, R. E. APPLIED GEOPHYSICS .SEC. EDITION, CAMBRIDGE, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1990. 770P.

SOBRE O ORGANIZADOR

WILLIAN DOUGLAS GUILHERME Pós-Doutor em Educação, Historiador e Pedagogo. Professor Adjunto da Universidade Federal do Tocantins e líder do Grupo de Pesquisa CNPq “Educação e História da Educação Brasileira: Práticas, Fontes e Historiografia”. E-mail: williandouglas@uft.edu.br

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-466-5



9 788572 474665