

Francisco Odécio Sales
Karine Moreira Gomes Sales
(Organizadores)

Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



Atena
Editora
Ano 2021

Francisco Odécio Sales
Karine Moreira Gomes Sales
(Organizadores)

Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



Atena
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Francisco Odécio Sales
Karine Moreira Gomes Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C968 Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra / Organizadores Francisco Odécio Sales, Karine Moreira Gomes Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-756-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.564212012>

1. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Sales, Karine Moreira Gomes (Organizadora). III. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 17 capítulos. Esse 1º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que nos transitam vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais a luz da epistemologia.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins correlatos ao locus cultural.

Temas diversos e interessantes são deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Francisco Odécio Sales
Karine Moreira Gomes Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A SHORT NOTE ON THE ELECTRON-POSITRON PAIR CREATION

Eduardo De Paiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120121>

CAPÍTULO 2..... 9

BREVES COMENTÁRIOS ACERCA DA GEOQUÍMICA DAS TERRAS PRETAS DE ÍNDIO (TPI's) NA AMAZÔNIA

Matheus Cavalcante Silva

Bianca Soares Costa

Fernanda Ravana da Conceição Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120122>

CAPÍTULO 3..... 15

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO CONTEXTO AROMAS: UMA PROPOSTA DE MATERIAL PARADIDÁTICO PARA O ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

Fernando Vasconcelos de Oliveira

Vanessa Candito

Mara Elisa Fortes Braibante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120123>

CAPÍTULO 4..... 27

CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLA DO CAMPO SITUADA NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAURU-MT, ATRAVÉS DE PROJETO SUSTENTÁVEL - CISTERNA

Luiz Cláudio Almeida Martins

Rosiane Alexsandra dos Santos Costa

Solange Aparecida Arrolho da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120124>

CAPÍTULO 5..... 41

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR NO ENTORNO DE FAZENDA MARINHA NA ENSEADA DO BANANAL, ILHA GRANDE, ANGRA DOS REIS, RIO DE JANEIRO

Vanessa de Magalhães Ferreira

Tatiana Ribeiro Briglia

Bruno Saliba Souza Almeida

Gabriel Soares Cruz

Camila de Leon Lousada Borges

Gleici Natali Montanini dos Santos

Marcos Bastos Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120125>

CAPÍTULO 6..... 69

LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS MINERÁRIOS EM ÁREAS

CÁRSTICAS NO MUNICÍPIO DE OUROLÂNDIA NO PERÍODO DE 2007 A 2014

Antonieta Antenora Italia Candia

Arlene Lula Moreira De Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120126>

CAPÍTULO 7..... 81

EVAPOTRANSPIRAÇÃO E OS COEFICIENTES DE CULTURA DO CAUPI NO NORDESTE PARAENSE, BRASIL

Vivian Dielly da Silva Farias

Marcos José Alves de Lima

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

Deborah Luciany Pires Costa

Denis de Pinho Sousa

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Vandeilson Belfort Moura

Sandra Andréa Santos da Silva

José Farias Costa

Maysa Lorrane Medeiros de Araújo

Dayse Drielly Souza Santana Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120127>

CAPÍTULO 8..... 94

DIAGNÓSTICO ENÉRGICO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO NA FATEC FRANCO DA ROCHA

Carlos Eduardo Oliveira Santos

José Eduardo Soares de Almeida

Leonardo Augusto dos Santos

Matheus Lira de Almeida

Silvia Maria Farani Costa

Augusto de Toledo Cruz Junior

Valquiria Pereira Alcantara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120128>

CAPÍTULO 9..... 110

FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE EM GEOGRAFIA: A IMPORTÂNCIA DE SITUAR A ALFABETIZAÇÃO CARTOGRÁFICA NO CONTEXTO DA ALFABETIZAÇÃO ESPACIAL

Ronaldo Goulart Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120129>

CAPÍTULO 10..... 121

MATERIAL DE APOIO PARA ABORDAGEM DAS TRÊS LEIS DE KEPLER NO ENSINO MÉDIO

Gabriel Luiz Nalon Macedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201210>

CAPÍTULO 11..... 130

IMPACTO DO USO DA DINÂMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL NO PROCESSO

ENSINO-APRENDIZAGEM APLICADO À FENÔMENOS DE TRANSPORTE

Vitor Pancieri Pinheiro
Carlos Friedrich Loeffler Neto
Natan Sian das Neves
Roger da Silva Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201211>

CAPÍTULO 12..... 139

METODOLOGÍA SUPERFICIE DE RESPUESTA: TRES APLICACIONES A CONJUNTOS DE DATOS REALES

René Castro Montoya
José Vidal Jiménez Ramírez
Mario Castro Flores
Ana Gabriela Osuna Páez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201212>

CAPÍTULO 13..... 154

PERCEÇÃO DO TURISTA SOBRE HOSPITALIDADE: UM ESTUDO NA ROTA ECOLÓGICA ALAGOANA

Gildo Rafael de Almeida Santanata
Marielle Cristina Silva Mendonça
Ademar da Silva Paulino
Uilliane Faustino de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201213>

CAPÍTULO 14..... 163

REAÇÕES DE CETONAS E POLIÁLCOOIS PARTE 1:AUTO-ALDOLIZAÇÃO E CETALIZAÇÃO PROMOVIDAS PELO CATALIZADOR HIDROFÍLICO E AMORFO $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$, SOB IRRADIAÇÃO DE MICRO-ONDAS

Sandro Luiz Barbosa dos Santos
Stanlei Ivair Klein
Myrlene de Oliveira Ottone
Milton de Souza Freitas
Maria Luiza Pereira e Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201214>

CAPÍTULO 15..... 172

SIMULAÇÃO DE COMPLEXOS FE(III) E CR(III) POR SIDERÓFOROS

Leonardo Konopaski Andreani
Sérgio Ricardo de Lázaro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201215>

CAPÍTULO 16..... 181

PERCEPCIÓN DE LOS SINALOENSES EN LAS ELECCIONES DEL ESTADO DE SINALOA PARA GOBENADOR, DIPUTADOS FEDERALES Y PRESIDENTES MUNICIPALES EN 2015

René Castro Montoya

José Vidal Jiménez Ramírez

Mario Castro Flores

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201216>

CAPÍTULO 17..... 190

TEAM BASED LEARNING: UMA ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO COLABORATIVA

Telma Vinhas Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201217>

SOBRE OS ORGANIZADORES 206

ÍNDICE REMISSIVO..... 207

BREVES COMENTÁRIOS ACERCA DA GEOQUÍMICA DAS TERRAS PRETAS DE ÍNDIO (TPI'S) NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 08/11/2021

Matheus Cavalcante Silva

Instituto de Engenharia e Geociências –
Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9931584436765466>

Bianca Soares Costa

Instituto de Engenharia e Geociências –
Universidade Federal do Oeste do Pará
Laranjal do Jari - Amapá
<http://lattes.cnpq.br/4277352907780751>

Fernanda Ravana da Conceição Silva

Instituto de Engenharia e Geociências –
Universidade Federal do Oeste do Pará
Santarém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/2653037503970608>

RESUMO: Este trabalho apresenta uma discussão sobre aspectos da geoquímica das Terras Pretas de Índio (TPI) no território Amazônico. O objetivo central desse estudo pauta-se na revisão bibliográfica dos fatores de formação e, essencialmente, da constituição geoquímica desses solos. Para a concretização dessa análise de cunho descritivo e de natureza qualitativa, foram utilizadas fontes secundárias para a construção da discussão das bibliografias sobre esta temática. Como resultado, obtiveram-se às seguintes constatações: A origem das Terras Pretas na Amazônia está relacionada à ocupação pré-histórica indígena; os aspectos físicos e morfológicos desses solos podem ser

verificados a partir de técnicas que subsidiam pesquisas Geoarqueológicas; os elevados teores de elementos que garantem a alta fertilidade desses solos devem-se aos depósitos de resíduos orgânicos indígenas, bem como áreas de forrageamento e cultivo. Por fim, aclara-se que a geoquímica possibilita a compreensão dos processos pedogenéticos das Terras Pretas de Índio (TPI) na Amazônia, o que fomenta reflexões e expede a continuação da verificação dos fatores envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Terras Pretas, Geoquímica, Amazônia.

ABSTRACT: This work presents a discussion about the geochemical aspects of the Terras Pretas de Índio (TPI) in the Amazon territory. The main objective of this study is based on a bibliographical review of the formation factors and, essentially, of the geochemical constitution of these soils. To carry out this descriptive and qualitative analysis, secondary sources were used to build the discussion of bibliographies on this topic. As a result, the following findings were obtained: The origin of Terras Pretas in the Amazon is related to prehistoric indigenous occupation; The physical and morphological aspects of these soils can be verified using techniques that support Geoarchaeological research; The high levels of elements that guarantee high fertility in these soils are due to deposits of natural residues, as well as foraging and cultivation areas. Finally, it is clarified that geochemistry makes it possible to understand the pedogenetic processes of the Terras Pretas de Índio (TPI) in the Amazon, which encourages

reflection and speeds up a continuation of the verification of the factors involved.

KEYWORDS: Black Earths, Geochemistry, Amazon.

1 | INTRODUÇÃO

À princípio, deve-se conceber que a origem das terras mulatas está relacionada com a ocupação territorial e com o manejo dos solos, iniciado no Pleistoceno tardio ao Holoceno tardio (ROOSEVELT, 2002 *apud* MADARI *et al.*, 2009). Em segundo plano, enfatiza-se que muitas localidades foram manejadas como depósitos de resíduos que iniciaram a alteração na composição do solo (LEHMANN *et al.*, 2003).

Ao decorrer dos anos, originaram-se manchas de cor negra no solo, as quais foram denominadas por Terra Preta Antropológica (TPA), Terra Preta de Índio (TPI), ou mesmo Arqueo-Antrossolo, cujas características apontam para a presença notória de matéria orgânica, fragmentos de artefatos cerâmicos e material lítico (KERN & KÄMPF, 1989; KÄMPF *et al.*, 2003; KÄMPF & KERN, 2005).

De fato, ocorrem dessemelhantes concepções acerca da origem das Terras Pretas de Índio. Estudos mais recentes e mais aceitos atualmente pelo meio científico, amparados em pesquisas de Gourou (1950) a Kern & Kampf (1989), aclaram que os Arqueo-Antrossolos são antigos assentamentos indígenas, resultantes da ocupação pré-histórica na Amazônia.

As relações geoquímicas tornam-se indispensáveis para a classificação taxonômica das Terras Pretas (TPs). Os elementos Ca, Mg, P, Zn, Cu, Mn e C orgânico (carvão), que, em relação aos solos vizinhos, tornam-se determinantes nessa etapa. De modo geral, ocorrem ainda a saturação de bases elevadas, diversidade microbiológica e dispõem-se de modo estruturado e sobrepostos a várias classes de solos, especialmente os Latossolos. Para tanto, os procedimentos geoarqueológicos possibilitam a interpretação dos processos originários dos solos abordados (MADARI *et al.*, 2009).

Os antrossolos despertam considerável interesse científico multidisciplinar, principalmente em decorrência das peculiaridades geoquímicas desses solos, responsáveis por assegurar a fertilidade. Portanto, esta revisão bibliográfica crítica faz-se necessária para a contribuição de estudos que visam o entendimento geoquímico dos parâmetros que influenciam o desenvolvimento de solos férteis, a fim de assegurar a manutenção e a sustentabilidade dos solos antrópicos no bioma amazônico.

2 | METODOLOGIA

Para obter os resultados acerca da problematização apresentada no trabalho, será executada uma análise de propósito descritivo, cuja finalidade é descrita nos estudos de Gil (1999). A abordagem apresenta natureza qualitativa, de fonte secundária. O estudo foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

Etapa 1 – Levantamento bibliográfico: nessa etapa foram efetuados levantamentos bibliográficos sobre: (1) Técnicas Analíticas em Sítios Arqueológicos; (2) Aspectos Físicos e Morfológicos das Terras Pretas; e (3) Pedogequímica das TPI. Para estruturar a pesquisa foi utilizado um Método de Apoio à Decisão (MAD), proposto por Treinta *et al.* (2012).

Etapa 2 – Análise dos dados e resultados: nesse procedimento foram efetuados os tratamentos de informações obtidas previamente e a sistematização do conteúdo. Para tanto, tais informações qualitativas foram dispostas textualmente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Decerto, muitos procedimentos oriundos das Geociências podem ser aplicados em sítios arqueológicos, sendo subsídios para a subárea da Geoarqueologia. Nesse âmbito as informações geológicas tornam-se indispensáveis para o entendimento da formação das TPIs, para a verificação dos componentes inorgânicos do solo e para a determinação da área fonte de materiais geológicos usados na produção cerâmica. Nesse viés, mencionam-se as seguintes técnicas: microscópio óptico, difratometria de raio-x e a micro difratometria, análises térmicas, espectrometria de infravermelho, Microscópio de Varredura Eletrônica (MEV), análises químicas e análises de fase e microfases (COSTA *et al.*, 2004).

As Terras Pretas de Índio (TPI), são encontradas em diversas classes do solo, mas o maior registro é sobre Latossolos (Oxisols) Argilossolos (Ultisols), que juntos recobrem aproximadamente 70% da Amazônia. Esses solos são profundos, bem drenados, cuja textura varia de média a muito argilosa e com baixa reserva de nutrientes essenciais às plantas (Silva *et al.*, 1970). Os horizontes A das TPIs, que correspondem à camada de ocupação humana apresentam coloração mais escura, podendo variar de preta, cinza muito escuro a bruno escuro (N2/; 2,5YR2/0; 5YR2,5/1; 7,5YR 2/0; 10YR 2/0 a 3/4), textura mais arenosa e melhor estruturada e presença de fragmentos de cerâmica e/ou artefatos líticos, em relação às áreas adjacentes.

Os solos antrópicos estão constantemente associados a elevados teores de Ca, Mg, P, Zn, Mn, Cu e C Orgânico em relação aos solos inalterados da Amazônia, além de pH menos ácido, sendo estes os parâmetros mais avaliados em estudos químicos. Além disso, a realização de análises multielementares destacam elementos que podem ser fundamentais para a reconstrução paleogeográfica e entendimento de possíveis padrões de ocupação, tais como P_2O_5 , MgO, CaO, Ba, Cl, Fe_2O_3 , Na_2O , As, Cd, Co, Cr, F, Ga, Pb e V (Costa *et al.*, 2010), além de Zn, K_2O , Cu, Mn, Sr, Li, Ni (Costa, 2011), SiO_2 , Al_2O_3 e TiO_2

(Costa *et al.*, 2015).

O teor de fósforo representa uma característica diagnóstica do Arqueo-Antrossolo na Amazônia, visto que 90% dos solos desse território apresentam deficiência nesse elemento, o que afeta o desenvolvimento da agricultura (RODRIGUES, 1996). A exemplo disso, pode-se citar o caso de uma TPI analisada no município de Itaituba-Pará (Noroeste Paraense), cujo teor de P atingiu cerca de 7.455 mg kg^{-1} de solo no horizonte A (OLIVEIRA JR *et al.*, 2002).

Ressalta-se ainda a intensa representatividade dos teores de carbono orgânico, que demonstram a gênese advinda de depósitos estáveis de resíduos de origem orgânica. O C orgânico representa cerca de 30% de carbono preto, o possível responsável pelo armazenamento de nutrientes no solo (GLASER *et al.*, 2000).

Ainda em relação à constituição química desses solos, os elementos Mg, Cu e Zn destacam-se por apresentarem elevados teores em relação aos solos adjacentes cujo horizonte A não tenha sido modificado. Nessas mesmas imediações os horizontes B não dispõem diferenças significativas. Tal fato reforça a atuação do manejo desses solos para o aumento da fertilidade (COSTA *et al.*, 2004). De acordo com Kern (1999) os materiais utilizados na construção das habitações indígenas eram periodicamente renovados e, com isso, as coberturas vegetais tornaram-se fontes de Mg, Ca, Zn e K para o solo.

Locais com baixos teores de elementos que indicam as TPIs também foram apontados nesse estudo, podendo ser uma praça de circulação, acesso para a mata e para as principais fontes de água para abastecimento de grupos que ali habitavam, deixado limpo intencionalmente (KERN, 1996; MEIRELES, 2004; COSTA *et al.*, 2013).

Faz-se mister frisar que o manejo do solo provocou importantes alterações no solo, tanto no sentido vertical, quanto no âmbito horizontal (areal), além de ocasionar modificações na distribuição de determinados elementos em relação à profundidade do solo (COSTA *et al.*, 2004).

4 | CONCLUSÕES

Em síntese, o estudo das Terras Pretas Amazônicas está interligado à manutenção do solo exercida pelas populações paleoindígenas. Essa relação solo-homem, marcada por depósitos residuais, possibilitou o enriquecimento de cálcio, magnésio, zinco, manganês, fósforo e carbono no solo, contribuindo de forma direta para fertilização dessas terras. Essa alta fertilização e sustentabilidade do solo pelos caboclos fazem com que esses depósitos de terras pretas sejam estudados para a otimização da produção de alimentos no território amazônico.

Certamente, a geoquímica é fundamental para o levantamento dessas informações, pois visa o entendimento da pedogênese de antrossolos, da área-fonte dos materiais e da composição química. Dessa forma, esse entendimento é fundamental para a compreensão

da constituição, estruturação e sustentabilidade de solos férteis em uma região com solos majoritariamente empobrecidos em nutrientes.

REFERÊNCIAS

Costa FS, Bayer C, Albuquerque JA, Fontoura SMV.2004. **Calagem e as propriedades eletroquímicas e físicas de um latossolo em plantio direto**. *Ciência Rural*, 34, 1: 281-284 p.

Costa JA, Costa ML, Kern DC 2013. **Analysis of the spatial distribution of geochemical signatures for the identification of prehistoric settlement patterns in ADE and TMA sites in the lower Amazon Basin**. *Journal of Archaeological Science*, v. 40, n. 6, p. 2771-2782.

Costa, JA 2011. **Mineralogia e Geoquímica de Terra Preta Arqueológica para identificação de padrão ocupacional pré-histórico no vale do baixo rio Amazonas (Juruti-Pará)**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Pará, Belém.

Costa JÁ, Costa ML, Kern DC, Santo CME 2015. **Pedogênese de solos antrópicos: as Terras Pretas e Terra Mulata do Baixo Amazonas**. *Revista Equador*, v. 04, 440-447p., 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2060.1684>>. Acesso em 11 de maio de 2021.

Gil AC 1999. **Métodos e técnicas de pesquisa social**, 5, São Paulo, Atlas, 28 p.

Glaser B, Haumaier GG. 2000. **Black carbon in density fractions of anthropogenic soils of the brazilian amazon region**. *Organic Geochemistry*, 31, 669-678 p.

Glaser B, Haumaier GG. 2000. **Persistence of soil organic matter in archaeological soils (Terra Preta) of the Braziiian Amazon region**. In: REES, R; AL, E. (Ed.). **Sustainable management of soil organic matter**. Wallingford: CAB International, 190-194 p.

Gourou P.1950. **Observações geográficas na Amazônia**. *Revista Brasileira de Geologia*,5, 1 p. 2, 171 p.

Kämpf N,William I.Woods, Wim Sombroek, Dirse C. Kern, Tony J.F.Cunha. 2003. **Classification of Amazonian Dark Earths and other ancient anthropic soils**.(Ed.). Origin, properties and management. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 77-102 p.

Kämpf N, Kern DC 2005. **O solo como registro da ocupação humana pré-histórica na Amazônia**. In: Vidal-Torrado, P.(Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 277 p.

Kern DC, Kämpf N 1989. **O efeito de antigos assentamentos indígenas na formação de solos com terra preta arqueológica na Região de Oriximiná-P**,13, *Revista Brasileira de Ciências do Solo*,219-25 p.

Kern, DC 1996. **Geoquímica e Pedoquímica de sítios arqueológicos com Terra Preta na floresta Caxiuaná**. Tese de Doutorado – UFPA. Belém – Pará, 124p.

Kern DC.1999. **A influência das palmeiras como fonte de elementos químicos em sítios arqueológicos com Terra Preta.** In: VI Simpósio da Geologia da Amazônia, Manaus, AM.

Lehmann J, JP da Silva,C Steiner, T Nehls, W Zech. 2003. **Nutrient availability and leaching in an archaeological Anthrosol and a Ferralsol of the central Amazon basin: Fertilizer, manure and charcoal amendments,** 249, Plant and Soil, 343 p.

Madari BE, Cunha TJF, Novotny EH, Milori DMBP, Martin Neto L, Benites VM, Coelho MR, Santos GA 2009. **Matéria Orgânica dos Solos Antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): Suas Características e Papel na Sustentabilidade da Fertilidade do Solo.** In: As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas; Teixeira, W. G.; Kern, D. C.; Madari, B. E.; Lima, H. N.; Woods, W., eds.; Embrapa Amazônia Ocidental, 172-189p, 2009.

Meireles ARO 2004. Determinação de P, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn em **Terra preta arqueológica no sítio Ilha de Terra em Caxiuanã.** (2004). Dissertação de Mestrado - Departamento de Química, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

Oliveira JRCD, Corrêa JRV, Rodrigues TE. 2002. **Caracterização dos solos da Folha Itapacurá-Mirim, município de Trairão, Estado do Pará.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental.

Rodrigues TE 1996. Solos da Amazônia. In: Alvarez,V . H. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo,** Cap.60,19 p.

Roosevelt AC. 2002.Arqueologia Amazônica. In: CUNHA, M. C. (Ed.). **História dos índios no Brasil.** São Paulo: Cia. das Letras, 2002, 53-86 p.

Silva BNRD, Araújo JV, Rodrigues TE, Falesi IC,Rêgo RS.1970. **Os solos da área Cacao-Pirêra - Manacapuru.** Belém: IPEAN, (Solos da Amazônia). 2:3

Treinta FT, Filho JRF, Sant'Anna AP, Rabelo LM 2012. **Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão.** Produção, 3: 3.

ÍNDICE REMISSIVO

SÍMBOLOS

1-3 dioxolanas 163

A

Agricultura 12, 48, 66, 93, 108, 122, 149, 172

Alfabetização espacial 5, 110, 111, 115, 117, 118

Alfabetização geográfica 110, 112, 114, 115, 118

Amazônia 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 81, 83, 93

Aprendizagem baseada em problemas; 15

Aromas; 15, 16

Auto-aldolização 6, 163

Avaliação 7, 19, 29, 38, 82, 93, 109, 111, 156, 157, 159, 160, 190, 191, 194, 195, 198, 200, 201, 202, 204, 206

B

B3LYP 172, 174

C

Cetalização 6, 163, 166, 167

Cetonas protonadas 163

Cromo (III) 172

D

Década do oceano 42, 48

Demanda hídrica 82

DFT 172, 173

Diagnóstico energético 94, 96, 97, 98

Dinâmica de fluidos computacional 5, 130

Diseño y análisis de experimentos 139

E

Electron-positron pair 4, 1, 2, 5, 7

Ensino de Física 8, 121, 128, 129, 203

Ensino de química 15, 16, 23, 24, 25

Ensino e aprendizagem 130, 191

Estratificado 181, 184, 185, 187, 189

F

Fenômenos de transporte 6, 130, 131, 138

Ferro (III) 172

G

Geoquímica 4, 9, 12, 13

H

Hidrólise de cetais 163

História da física 121, 127

Hospitalidade 6, 154, 156, 160, 161

I

Iluminação artificial 94, 96

J

Johannes Kepler 121, 122, 124, 125, 128, 129

L

LED 94, 95, 96, 97, 101, 102, 103, 105, 107, 108, 109

Lisímetros 82, 83, 84, 85, 86, 93

M

Malacocultura 42, 43, 45, 46, 47, 49

Meio ambiente 33, 34, 35, 36, 38, 51, 64, 69, 70, 71, 76, 78, 94, 95, 97, 101, 102, 106, 154, 161

Metodología 6, 139, 140, 141, 153, 189

Metodologia ativa 23, 25, 190, 193, 202

Modelos 32, 82, 83, 97, 132, 135, 138, 139, 141

Movimento planetário 121, 123, 124, 125, 126, 127, 129

Muestreo 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 189

O

Oceanografia 41, 42

P

Pair production 1, 2, 3, 6, 7, 8

Pensamento espacial 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119

Piscicultura marinha 42, 44, 47, 49, 63

Planejamento 27, 31, 95, 155, 161, 162, 192, 201, 206

Población 181, 183, 184, 185, 186, 187, 189

Posicionamento estratégico 154, 157

Propostas de aulas 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128

Q

Química computacional 172, 174

S

Sideróforo 172, 173

Sílica sulfonada 163, 165

Superfície de resposta y pruebas de hipótesis 139

Sustentabilidade 10, 12, 13, 14, 27, 33, 34, 35, 38, 40, 42, 47, 48, 102, 155, 157, 159, 160

T

Tamaño de muestra 181, 183, 184, 185, 186, 189

Team based learning 7, 190, 192, 202

Terras pretas 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Triplet pair production 1, 3, 6, 7, 8

U

Uso consciente 35

V

Vigna unguiculata L 82, 87

W

Walp. Penman-monteith 82

Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021