



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 547

**MINERALOGIA E GEOQUÍMICA DE PERFIS LATERÍTICOS
IMATUROS EM ABEL FIGUEIREDO-RONDON DO PARÁ,
AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada por:

DAIVESON SERRÃO ABREU

Orientador: Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa (UFPA)

BELÉM
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A162M Abreu, Daiveson Serrão, 1990-
Mineralogia e geoquímica de perfis lateríticos imaturos em
Abel Figueiredo-Rondon do Pará, Amazônia Oriental / Daiveson
Serrão Abreu. — 2019.
xvi, 112 f. : il. ; 30 cm
Inclui biografias
Orientador(a): Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em
Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade
Federal do Pará, Belém, 2019.
1. Laterita. 2. Degradação. 3. Topsoil. 4. Goethita. 5. Abel
Figueiredo. I. Título.

CDD 552.098115



Universidade Federal do Pará
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**MINERALOGIA E GEOQUÍMICA DE PERFIS LATERÍTICOS
IMATUROS EM ABEL FIGUEIREDO-RONDON DO PARÁ,
AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada por
DAIVESON SERRÃO ABREU

**Como requisito parcial à obtenção de Grau de Mestre em Ciências na Área de GEOQUÍMICA
E PETROLOGIA.**

Data de Aprovação: 29 / 03 / 2019

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa
(Orientador – UFPA)


Prof. Dr.ª Angélica F.D. Chicarino Varajão
(Membro – UFOP)


Prof. Dr.ª Adriana Maria Coimbra Horbe
(Membro – UnB)

À Deus

Por nunca permitir que a minha fé diminuísse perante às dificuldades.
A Maria Elizia Serrão, minha querida mãe e Josiel Abreu, meu pai
Pelo amor, incentivo e apoio incondicional a favor da minha educação.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Marcondes Lima da Costa pelas correções, orientação, paciência, pelos preciosos ensinamentos transmitidos durante a graduação/pós-graduação e por todo esforço despendido para obter os recursos financeiros necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Geologia e Geoquímica (PPGG) da Universidade Federal do Pará (UFPA) pela da infraestrutura laboratorial e pelos recursos financeiros;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo provimento de bolsa de mestrado.

À empresa Votorantim Metais - projeto Alumina Rondon, que possibilitou o suporte de campo para coleta de amostras para realização deste trabalho;

Ao Ms. Geol. Alessandro Leite pelas valiosas orientações durante os trabalhos de campo e ajuda na coleta de amostras;

Aos professores e técnicos do Instituto de Geociências (IG) responsáveis pela Oficina de Preparação de Amostras (Prof. Dr. Cândido Moura); Oficina de Laminação (Prof.^a Ms. Vania Barriga, téc. Joelma Lobo e téc. Bruno Veras); Laboratório de Sedimentologia (Prof. Dr. Afonso Nogueira e téc. Eng. Everaldo Cunha); Laboratório de Microanálises (Prof. Dr. Cláudio Lamarão, téc. Ms. Geol.^a Gisele Marques, téc. Quím.^a Ana Paula e téc. Geol. Bruno Portugal); e Laboratórios de Mineralogia, Geoquímica e Aplicações (Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa);

Aos integrantes do Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada (GMGA) da UFPA, especialmente o Prof. Marcondes Costa, Alessandro Leite, Pablllo Santos, Prof.^a Roseane Norat, Darilena Porfirio, Glayce Jolhy, Igor Barreto, José Diogo, Priscila Gozzi, Rayara Santos, Leonardo Boiadeiro, Aline Cristina, Prof.^a Maria do Socorro Vilhena, Laís Aguiar e Suyanne Flavia pela ajuda mútua e convivência harmoniosa;

Ao meu irmão Anderson Junior Serrão Abreu, pelo incentivo, amizade e ensinamentos de perseverança e superação;

À minha noiva e melhor amiga Nayanne Monteiro, pelo constante amor, carinho, apoio e compreensão.

RESUMO

Perfis lateríticos imaturos são muito frequentes na Amazônia, a exemplo da região sul do estado do Pará. Porém eles são pouco estudados, embora possam ser portadores de importantes mineralizações como Au, Pt, Ni e Mn e mineralizações associadas a minerais resistatos (Sn, Nb-Ta, Y). Na região de Paragominas-Rondon do Pará essas formações por vezes dominam a paisagem local, sejam como depósitos autóctones sejam alóctones. Entender o processo de formação desses perfis para contribuir no entendimento da evolução geológica durante o Cenozóico nas regiões de Abel Figueiredo e Rondon do Pará é o objetivo deste trabalho. Dois perfis autóctones localizados na região Abel Figueiredo, Sudeste do Pará, sendo um deles no km 137 da BR-222 e o outro no km 138 da mesma rodovia foram selecionados para estudo textural, mineralógico e químico, além de caracterizar o conteúdo de minerais pesados e anatásio para permitir exercer discussões sobre a rocha fonte e processos evolutivos. Trabalhos de campo, difração de raios-X, microscopia óptica, eletrônica e análises químicas multielementares totais foram desenvolvidas. Os perfis em geral são equivalentes em termos de sucessão de horizontes, compreendendo da base para o topo por: horizonte argiloso, que está presente apenas no perfil do km 138, é de coloração marrom avermelhado com manchas brancas e aspecto maciço; Crosta ferroaluminosa colunar parcialmente desmantelada, de coloração marrom avermelhado escuro, de estrutura colunar, paralelizada por canais preenchidos por material silto-argiloso; Crosta ferroaluminosa nodular parcialmente desmantelada de coloração marrom avermelhada escura, com tons ocres, de estrutura nodular, microporosa e cavernosa; Horizonte subesferolítico do perfil do km 138 é representado por subesferólitos de coloração marrom avermelhada, envolvidos por matriz argilosa de coloração marrom amarelada, enquanto o equivalente do perfil do km 137 é denominado de horizonte esferolítico a nodular representado por esferólitos e nódulos envolvidos por matriz de cor marrom; *Topsoil*, é de consistência terrosa e homogênea, correlacionável aos latossolos da Amazônia. Esta estruturação a partir crosta ferroaluminosa colunar mostra grau crescente de desagregação bioquímica e física marcada pelo desmantelamento e fragmentação da crosta, pela ocorrência de padrão colunar e nódulos, e a cominuição dos fragmentos nodulares no topo dando lugar aos esferólitos/subesferólitos. Este padrão estrutural expressa um típico processo granodecrescente, culminando com o topsoil, predominantemente silto-argiloso. A mineralogia dos perfis lateríticos e topsoils consistem em hematita, goethita, caulinita, quartzo e como acessórios anatásio e minerais pesados (zircão, rutilo, turmalina, cianita e estauroлита) que descrevem uma clássica sucessão laterítica. Hematita e goethita são os principais minerais portadores de ferro que

captura elementos altamente móveis (V, Cr, As, Se, Mo, Ag, Sb, Hg e Bi) fixados nas crostas e em seus produtos de degradação (nódulos e esferólitos). Caulinita e Al-goethita desempenham menor importância na captura de elementos, porém sustentam que o perfil laterítico foi afetado pelo intemperismo tropical. O zircão, mineral de comportamento residual assim como o anatásio, mostra afinidade com Ta, Nb, Y e ETR e advém de uma única fonte de filiação granítica. A mineralogia e geoquímica indicam uma evolução contínua da crosta ferroaluminosa colunar parcialmente desmantelada para a crosta ferroaluminosa nodular e desta para o horizonte subesferolítico ou horizonte esferolítico a nodular e finalmente para o *topsoil*. A distribuição de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e TiO_2 mostra que as crostas, os nódulos e esferólitos/subesferólitos se assemelham quimicamente entre si. Essa semelhança é também demonstrada pelo mesmo padrão das curvas de distribuição dos elementos traço e ETR. Hematita e goethita se decompõem e formam-se caulinita, Al-goethita, com paralela concentração de quartzo e anatásio residuais, o que se manifesta pelo aumento de SiO_2 e Al_2O_3 e TiO_2 , com consequente perda gradual de Fe_2O_3 . A semelhança mineralógica e química entre a matriz argilosa e o *topsoil* atesta que esta matriz gerada na degradação das crostas é a provável fonte do *topsoil*. O desenvolvimento do perfil laterítico iniciou no Mioceno, quando foi exposto a intensa atividade radicular de floresta tropical que decompõe bioquimicamente as crostas pré-existentes dando origem aos nódulos e esferólitos com geração de matriz argilosa e paralela formação de caulinita e Al-goethita. O *topsoil* se formou no topo dos morros da superfície rebaixada sob clima quente e úmido da Amazônia durante o Pleistoceno.

Palavras-chave: Laterito. Degradação. *Topsoil*. Hematita. Goethita.

ABSTRACT

Immature lateritic profiles are very common in Amazonia, such as in southern region of the state of Pará. However, these profiles are poorly researched their potential for hosting important mineral deposits, such as Au, Pt, Ni, Mn and mineralizations associated the resistate minerals (Sn, Nb-Ta, Y). In the Paragominas-Rondon do Pará region, these formations sometimes dominate the local landscape, both as autochthonous and as allochthonous deposits. To understand the process of formation of these profiles to contribute to the understanding of the geological evolution during the Cenozoic in the regions of Abel Figueiredo and Rondon do Pará is the objective of this work. Two autochthonous profiles located in the Abel Figueiredo region, southeast of Pará, one of them at km 137 of BR-222 and the other at km 138 of the same highway were selected for a textural, mineralogical and geochemical studies, besides characterization of the content heavy minerals and anatase for discussions of the source rock and evolution processes. Fieldwork, X-ray diffraction, optical and scanning electron microscopy and multielementary chemical analyzes were carried out. The profiles generally are equivalent in terms of succession of horizons, comprising from bottom to top by: clayey horizon, which is present only in the profile of km 138, is reddish brown in color with white patches and massive aspect; the partially dismantled columnar iron-aluminous crust, of dark reddish brown coloration, columnar structure, parallelized by channels filled by silt clayey material; partially dismantled nodular iron-aluminous crust of dark reddish brown coloration, with ochre tones, nodular structure, microporous to cavernous appearance; subspherulithic horizon of the profile of km 138 is represented by reddish brown subspheruliths, surrounded by a yellowish-brown clayey matrix, while the equivalent of the profile of km 137 is called the spherulithic to nodular horizon represented by spheruliths and nodules surrounded by matrix of brown color; topsoil, is of earthy consistency and homogeneous, correlated to the latosols of Amazonia. This structuring from the crust ferroaluminosa columnar shows increasing degree of biochemical and physical disaggregation marked by the dismantling and crustal fragmentation, by the occurrence of columnar pattern and nodules, and the comminution of the nodular fragments at the top giving rise to the spherulites /subespherulites. This structural pattern expresses a typical granodecrescent process, culminating with the topsoil, predominantly silty-clayey; The mineralogy of the lateritic profiles and topsoils consist of hematite, goethite, kaolinite, quartz, and as accessory anatase and heavy minerals (zircon, rutile, tourmaline, kyanite and staurolite) that describe a classic lateritic succession. Hematite and

goethite are the main iron-bearing minerals that capture highly mobile elements (V, Cr, As, Se, Mo, Ag, Sb, Hg and Bi) fixed on crusts and their degradation products (nodules, spheroliths and subespheroliths). Caulinite and Al-goethite play less importance in the capture of elements, but they support that the lateritic profile was affected by tropical weathering. Zircon, a mineral of residual behavior as well as the anatase, shows affinity with Ta, Nb, Y and ETR and comes from a single source of granitic filiation. The mineralogy and geochemistry indicate a continuous evolution of the partially dismantled columnar iron-aluminous crust to partially dismantled nodular iron-aluminous crust and this to the subesferolithic horizon or spherolithic to nodular horizon and finally to the topsoil. The distribution of SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and TiO_2 shows that the crusts, nodules and spheroliths are similar chemically. This similarity is also demonstrated by the same pattern of distribution curves of trace elements and REE. Hematite and ferric goethite decompose and form kaolinite, Al-goethite, with parallel residual quartz and residual anatase concentration, which is manifested by the increase of SiO_2 and Al_2O_3 and TiO_2 and the subsequent gradual loss of Fe_2O_3 . The mineralogical and chemical similarity between the clay matrix and the topsoil testifies that this matrix generated by the degradation of crust is the likely source of the topsoil. The lateritic profile began its development from the Miocene, when it was exposed to intense tropical forest root activity that biochemically decomposed the preexisting crusts giving rise to the nodules and spheroliths/ subespheroliths with generation of clay matrix and simultaneously forming kaolinite and Al-goethite. The topsoil was formed at the top of the hills of the lower surface under the warm and humid Amazon climate during the Pleistocene.

Keywords: Laterite. Degradation. Topsoil. Hematite. Goethite.