



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**BAUXITA, HORIZONTE NODULAR E COBERTURA ARGILOSA DA REGIÃO DE
PARAGOMINAS E JURUTI, ESTADO DO PARÁ.**

Dissertação apresentada por:

GILBERTO DA SILVA CRUZ

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

BELÉM

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

C957b Cruz, Gilberto da Silva

Bauxita, horizonte nodular e cobertura argilosa da região de Paragominas e Juruti, estado do Pará / Gilberto da Silva Cruz; Orientador: Marcondes Lima da Costa– 2011
xxi, 93 f.: il.

Dissertação (mestrado em geoquímica) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2011.

1.Bauxita – Paragominas (PA). 2.Bauxita – Juruti (PA). 3.Nódulos. 4. Cobertura argilosa. I. Costa, Marcondes Lima da, *orient.* II.Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22° ed.:549.53098115



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
Programa de Pós-Graduação Em Geologia e Geoquímica

**BAUXITA, HORIZONTE NODULAR E COBERTURA
ARGILOSA DA REGIÃO DE PARAGOMINAS E JURUTI,
ESTADO DO PARÁ**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

GILBERTO DA SILVA C RUZ

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

Data de Aprovação: 20 / 12 / 2011

Banca Examinadora:

Prof. MARCONDES LIMA DA COSTA
(Orientador-UFPA)

Prof.ª SÔNIA MARIA BARROS DE OLIVEIRA
(Membro-USP)

Prof.ª ANGÉLICA F.D. CHICARINO VARAJÃO
(Membro-UFOP)

Aos meus pais José Araújo Cruz e Maria Rose Marie da Silva Cruz, noiva Ingrid da Rosa Borges, irmãs Gheysa da Silva Cruz e Giselle da Silva Cruz e tio Arnaldo Alexandre da Silva Cruz pelo apoio, carinho, incentivo e compreensão durante o meu mestrado.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão da bolsa que possibilitou esta dissertação de mestrado.

Ao Projeto INCT-GEOCIAM/CNPq pelo apoio financeiro durante a elaboração desta dissertação.

As empresas Vale e Alcoa pelo apoio logístico, material, humano e transporte durante a etapa de campo.

Ao Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa pelas valiosas orientações, críticas, incentivos, conselhos, apoio e paciência em todas as fases deste trabalho.

Aos amigos do grupo de Geoquímica e Mineralogia Aplicada em especial a Mônia, Flávia, Gláucia, Jucilene, Sérgio, Jucilene, Marles e Uibirá pelos incentivos, sugestões e ajuda neste trabalho.

À toda turma de geologia de 2004, sobretudo aos amigos de dia-a-dia Ana Tayla, Saney Cecílio, Lívio Corrêa, Williams Pinto, José Diogo, Manoel, Jorge Augusto e Luis Daniel pelos incentivos e amizades.

À secretária Cleida pelo profissionalismo, atenção, disponibilidade e comemoração durante esta etapa em minha vida de mestrando.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica pelas valiosas sugestões, conhecimentos e orientações em especial ao Prof. Dr. Rômulo Simões Angélica, Dr. Werner Truckenbrodt e Dra. Adriana Maria Coimbra Horbe.

Aos técnicos de laboratório Joelma, João Lopez, Natalino e Cristiane pela presteza no atendimento.

Por fim, não menos importante, a minha família em especial aos meus pais José Araújo Cruz e Maria Rose Marie da Silva Cruz, noiva Ingrid da Rosa Borges, irmãs Gheysa da Silva Cruz e Giselle da Silva Cruz e tio Arnaldo Alexandre da Silva Cruz pelo amor,

carinho, atenção, conselhos, apoio e compreensão que foi mim dado, bem como a família, alicerce da minha vida e responsável pelo meu caráter.

Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerce. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar tentando do que errar para se omitir! Não tenha medo dos tropeços da jornada. Não se esqueça de que você, ainda que incompleto, foi o maior aventureiro da história.

Augusto Cury

RESUMO

O clima tropical quente e úmido durante o Cenozóico proporcionou a formação principalmente de laterito-bauxíticos na Amazônia com ocorrência frequente de horizonte concrecionário ou nodulares constituídos ambos de bauxitas e/ou crostas ferro-aluminosas. A relação entre o horizonte concrecionário e/ou nodular com o perfil laterítico e a origem da cobertura argilosa na Amazônia foram os objetivos de estudo neste trabalho, assim foram estudados três perfis lateríticos, sendo dois perfis lateríticos localizados na região de Paragominas (platô Jabuti e PA-256 km 17) derivadas das rochas siliclásticas da Formação Ipixuna e/ou Grupo Itapecuru do Cretáceo Superior, e um perfil na mina de Juruti gerada a partir das rochas siliclásticas da Formação Ater do Chão, todos no estado do Pará. Neste estudo foram aplicadas as técnicas de difração de raios-X, microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura e sistema de energia dispersiva (MEV/SED), além de análises químicas. Os perfis lateríticos da região de Paragominas são constituídos da base para o topo: horizonte saprolítico com estruturas laminares composta essencialmente por caulinita além grãos de quartzo fraturados e corroídos; Horizonte mosqueado de coloração variegada composta por caulinita, hematita e goethita; Horizonte bauxítico de coloração lilás, aspecto maciço, poroso, e cortado por estruturas colunares de aspecto argiloso no platô Jabuti, enquanto na PA-256 o horizonte bauxítico é de coloração rosada, aspecto colunar e poroso; Crosta ferro-aluminosa porosa com núcleos digeridos ou não pela matriz aluminosa; Horizonte concrecionário, composto por uma matriz argilosa de composição caulinitica, formado na base por concreções ferruginosas subsféricas, poroso, zonado, com núcleo avermelhado e bordas goethíticas, enquanto no topo o mesmo para partículas de aspecto porcelanado que exibe um zoneamento difuso sublinhado na parte externa pela cor branca ou rosa, em seguida, uma cor amarela e um núcleo mais ferruginoso de cor vermelha que às vezes tem cor marrom; Cobertura argilosa formada essencialmente por uma matriz caulinitica com nódulos gibbsíticos, grãos de quartzo e fragmentos lateríticos disseminados. Os elementos traços mostram uma relação com os oxi-hidróxidos de ferro (Pb, V, As e Mo), anatásio (Nb, Ta, W, Sn e Sc), zircão (Zr, Hf, Y e U) e gibbsita (Ga), enquanto os elementos terras apresentam o mesmo comportamento ao longo do perfil que demonstra uma grande relação genética entre os horizontes do perfil. O perfil laterítico da mina de Juruti é constituído da base para o topo: Horizonte mosqueado de coloração variegada; Horizonte bauxítico de aspecto sacaroidal formada por grânulos de gibbsita e grãos de quartzo fraturados e corroídos e bauxita com plasma ferruginoso arredondado imerso em matriz aluminosa

gerando um aspecto brechóide; Crosta ferruginosa aspecto maciço, poroso com cavidades preenchidas por cutãs goethíticos e gibbíta, além da ocorrência de grãos de quartzo fraturados e corroídos; Horizonte nodular ferruginoso com nódulos de granulometria decrescente em direção ao topo, aspecto maciço, poroso com cavidades preenchidas por gibbítsita e cutãs goethíticos, grãos de quartzo, sendo imersos em matriz argilosa de composição caulínítica; Horizonte nodular bauxítico com nódulos de granulometria decrescente em direção ao topo, aspecto irregular, porosos com cavidades preenchidas por gibbítsita, já na porção do topo os nódulos são digerido pela matriz aluminosa; Cobertura argilosa de coloração amarelada com nódulos gibbítsicos. Já os elementos traços no perfil da mina de Juruti mostram concentrações mais baixa do que Paragominas e relação química com os oxi-hidróxidos de ferro (Pb, V, As, Cr e Mo), anatásio (Nb, Ta, W, Sn e Sc), zircão (Zr, Hf, Y e U) e gibbítsita (Ga), enquanto que os elementos terras raras ocorrem na forma em V quando normalizados com os condritos pelo enriquecimento dos elementos terras raras leves (La e Ce) como dos elementos terras raras pesados (Yb e Lu) e depressão acentuada no intervalo de Nd, Sm, Eu e Gd, além do paralelismo das curvas de distribuição que demonstra a mesma relação genética entre os perfis como em Paragominas. A evolução dos perfis lateríticos das duas regiões são caracterizados pelas seguintes fases: 1 – formação da crosta a partir das rochas da Formação Alter do Chão para mina de Juruti, enquanto em Paragominas derivada da Formação Ipixuna e/ou Grupo Itapecuru; 2 – bauxitização da crosta; 3 – degradação e desmantelamento parcial da crosta e, possivelmente, seguida de erosão e deposição para partes mais rebaixadas no caso da PA-256; 4 – bauxitização dos nódulos e/ou concreções e, por fim, 5 – formação da cobertura argilosa, denominada Argila de Belterra. As características mineralógicas e químicas dos perfis estudados permitem indicar que estes perfis são formados a partir de uma evolução *in situ* para o horizonte concrecionário e/ou nodular e a cobertura argilosa em relação às crostas lateríticas. As variações climáticas e periódicas ativações tectônicas são as principais responsáveis por esta evolução.

Palavras-chave: Bauxita-Paragominas (PA). Bauxita-Juruti (PA). Nódulos. Cobertura Argilosa.

ABSTRACT

The hot and tropical climate during the Cenozoic resulted in the formation mainly laterite-bauxite in the Amazon with the frequent occurrence of nodular and/or concretionary horizon consisting of both bauxite and/or ferro-aluminous crusts. The relationship between the nodular and/or concretionary horizon with lateritic profile and origin of the clay cover in the Amazon were the objectives of the present study, so did the selection of two lateritic profiles, located in the region of Paragominas (plateau Jabuti and PA-256 km 17) derived from rocks siliciclastics Ipixuna Formation and/or Itapecuru Group the late Cretaceous, and Juruti generated from the rocks siliciclastics of the Alter do Chão Formation, all in the state of Pará. This study applied the techniques of X-ray diffraction, optical microscopy, scanning electron microscopy and energy dispersive system (SEM/EDS), addition to chemical analysis. The lateritic profiles in the region Paragominas consist from bottom to top: Saprolitic horizon with laminar structures composed mainly of kaolinite beyond quartz grains fractured and corroded; Horizon mottled variegated coloration composed of kaolinite, goethite and hematite; bauxite lilac, look massive, porous, and cut by structures of clay columnar aspect in the plateau Jabuti, while in the PA-256 the bauxite is rosy, columnar and porous; Iron-aluminous crust with nucleous digested or no in the aluminous matrix; Concretionary horizon, consisting of a kaolinitic clay matrix, formed the basis for spherulitic ferruginous concretions, porous, zoned, while the top consists particles porcelainized aspect that displays a diffuse zoning outline in the outside by white or pink, then a yellow core and a more nucleous red color that sometimes has brown color; Clay cover formed mainly of kaolinite, gibbsitic nodules, quartz grains and fragments scattered laterite. The trace elements show a relationship with iron oxyhydroxides (Pb, V, As e Mo), anatase (Nb, Ta, W, Sn and Sc), zircon (Zr, Hf, Y and U) and gibbsite (Ga), while the rare earth elements exhibit the same behaviour along the profile which indicates a great genetic relationship between the horizons of the profile. The lateritic profile Juruti consists from bottom to top: Mottled horizon variegated color, Bauxite saccharoidal aspect formed by granules of gibbsite and quartz grains fractured and corroded, further bauxite with rounded ferruginous plasm immersed in aluminous matrix generating a feature breccia; Ferruginous crust massive look massive, porous with cavities filled by goethitic cutas and gibbsite, besides the occurrence of quartz grains fractured and corroded; Ferruginous nodules decreasing grain size toward the top, looks massive porous with cavities filled by goethitic cutas and gibbsite, quartz grains, being immersed in the aluminous matrix of kaolinite; Bauxitic nodules decreasing grain size toward the top, irregular aspect, porous with cavities

filled by gibbsite already in the portion top the nodules are digested by aluminous matrix; Yellowish clay cover with gibbsitic nodules. Since the trace elements in the profile Juruti show concentrations lower than Paragominas and same chemical relationship with iron oxyhydroxides (Pb, V, As e Mo), anatase (Nb, Ta, W, Sn and Sc), zircon (Zr, Hf, Y and U) and gibbsite (Ga), while the rare earth elements occur in the V-shape when normalized to chondrites by enrichment of light rare earth elements (La and Ce) as heavy rareearth elements (Yb and Lu), and marked depression in the range of Nd, Sm, Eu and Gd, and the paralellism of the distribution curves shows that the same genetic relationship between the horizons as Paragominas. The evolutionof lateritic profiles in the two regions are characterized by the following stages: 1 – formation of the crust from the rocks of the Alter do Chão Formation from Juruti, Paragominas derived of the Ipixuna Formation and/or Itapecuru Group; 2 – bauxitization crust; 3 – degradation and partial dismantling of the crust, possibly followed by erosion and deposition for more recessed in the case of PA-256; bauxitization of the nodules and/or concretions and , finally; 5 – formation of Clay cover, called Belterra Clay. The mineralogical and characteristics of the profile studied possibly indicate that these profiles are formed from na evolution *in situ* for the concretionary and/or horizon and clay cover in relation to lateritic crusts. Periodic climatic variations and tectonic activations are mainly responsible for this evolution.

Keywords: Bauxite-Paragominas (PA). Bauxite-Juruti (PA). Nodules. Clay cover.