



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 528

**CONTROLE DE QUALIDADE DE BAUXITA: OTIMIZAÇÃO
DO MÉTODO VIA ÚMIDA PARA R_xSiO_2 E MÉTODO
ALTERNATIVO VIA WDXRF PARA $A_vAl_2O_3$**

Dissertação apresentada por:

BRUNA SERRÃO GOMES

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Simone Patrícia Aranha da Paz (UFPA)

**BELÉM
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Gomes, Bruna Serrão, 1993-

Controle de qualidade de bauxita: otimização do método via úmida para $RxSiO_2$ e método alternativo via WDXRF para $AvAl_2O_3$ / Bruna Serrão Gomes. – 2018

xv, 71 f. : il. ; 53 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Simone Patrícia Aranha da Paz

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2018.

1. Bauxita - Indústria - Controle de qualidade. 2. Ácidos - Dissolução.
I. Título.

CDD 22. ed.: 549.53

Elaborada por
Hélio Braga Martins
CRB-2/698



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

**CONTROLE DE QUALIDADE DE BAUXITA: OTIMIZAÇÃO
DO MÉTODO VIA ÚMIDA PARA $RxSiO_2$ E MÉTODO
ALTERNATIVO VIA WDXRF PARA $AvAl_2O_3$**

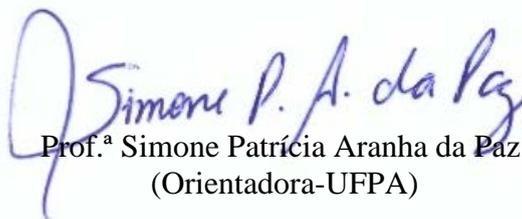
DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR:

BRUNA SERRÃO GOMES

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

Data de Aprovação: 09 / 07 / 2018

Banca Examinadora:


Prof.ª Simone Patrícia Aranha da Paz
(Orientadora-UFPA)


Prof. José Augusto Martins Corrêa
(Membro-UFPA)


Prof.ª Marta Helena Tavares Pinheiro
(Membro-UFPA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, toda a minha gratidão pela dádiva de viver essa experiência tão preciosa, colocar anjos durante essa trajetória tão árdua e me permitir realizar mais um sonho.

Aos meus pais, em especial minha mãe Joana, pelos esforços, exemplo e amor que me direcionaram a acreditar que a educação é o melhor caminho.

À Ray (*in memoriam*), por me ensinar a ler, incentivar e torcer incansavelmente por mim.

Ao meu namorado Leandro Ferreira, pela parceria e amor ao longo desses 8 anos.

À minha tia de coração e alma Elizangela Gomes (Parenta), pelas orações, torcida e as vidrarias lavadas durante uma noite de experimentos.

Ao meu Tio Querido Jorge Gomes, pelo investimento, incentivo e carinho durante minha formação como profissional e pessoa.

À minha família querida por toda torcida, carinho e incentivo. Por sempre se alegrarem com minhas vitórias e acreditarem indubitavelmente em mim. Em especial a Brenda, Ellen Medeiros e Tio Regi.

À Professora Simone Paz, minha eterna gratidão e admiração. Pela oportunidade de aprendizado, paciência e incentivo ao longo deste trabalho.

Ao Professor Rômulo Angélica, pela oportunidade de trabalho e confiança durante esses 3 anos de trabalho que foram essenciais para meu crescimento profissional.

À Andréia Oliveira, amiga de longa data e de trabalho por toda ajuda e apoio possíveis a mim atribuídos. Ajuda a qual, boa parte desse trabalho se tornou possível.

Ao Alan Albuquerque, pela amizade, troca de ideias, risadas e parceria sem igual.

Ao Alexandre Máximo, pela parceria sem igual em momentos difíceis e igualmente hilários.

Ao Marcos Eduardo e Igo Leal, pelo preparo de amostras para FRX.

Ao Paulo Victor, Caio Melo, Evandro, Giulliana, Higor, Bruna Sena e Renata, pela ajuda no laboratório, conversas e principalmente na lavagem das infinitas vidrarias.

A todos os colegas de trabalho do Laboratório de caracterização mineral que contribuíram de alguma forma na elaboração desse trabalho.

Ao Laboratório de análises químicas do Instituto de Geociências, sob a coordenação do Professor José Augusto Martins. Em especial ao Seu Natalino pela paciência, ensinamentos e pela ajuda em mais de 200 análises.

Ao Professor Marcondes Lima e à Darilena Porfírio, pela disponibilidade em guardar minhas amostras quando precisei.

À Iza, técnica do Laboratório ParaIso, por socorrer-me quando precisei.

A CDM – VALE pela concessão das amostras de lama vermelha.

À CAPES pela concessão a bolsa de estudos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho.

“Assim, os últimos serão os primeiros, e os primeiros serão os últimos, porque há muitos chamados e poucos escolhidos”. (São Mateus cap. XX, v. de 1 a 16)

RESUMO

Na indústria da bauxita metalúrgica o controle de qualidade do minério é realizado por dois parâmetros químicos, a saber: alumina aproveitável ($AvAl_2O_3$) e sílica reativa ($RxSiO_2$), determinados segundo um procedimento que simula a digestão Bayer em escala laboratorial. São parâmetros de controle prospectivo, da lavra, do beneficiamento e da alimentação do minério no processo Bayer. Para bauxitas gibbsíticas, que são as de interesse nesse trabalho, $AvAl_2O_3$ está associada ao mineral-minério gibbsita e $RxSiO_2$ ao mineral deletério caulinita, esse é indesejado e controlado no processo Bayer porque reage com NaOH (agente lixiviante) formando sodalita Bayer, causando perdas irreversíveis de NaOH - o que significa aumento considerável do custo de produção da alumina. A sodalita Bayer é um aluminossilicato de sódio, insolúvel nas condições de digestão Bayer e por isso descartada junto com os demais minerais de ganga insolúveis na lama vermelha (resíduo sólido insolúvel do processo Bayer). Nesse contexto, buscou-se nesse trabalho: (1) otimizar o método Alcan visando economia de ácido propondo novas condições de dissolução ácida variando tipo de ácido (HCl, H_2SO_4 e HNO_3), volume do ácido (20, 25 e 30 mL) e quantidade de sodalita (1,52; 2,28 e 3,8 g), uma das etapas para a determinação de $RxSiO_2$ e (2) propor um método alternativo para determinação de $AvAl_2O_3$ por WDXRF (Espectrometria de Fluorescência de Raios X por Comprimento de Onda Dispersivo) através de balanço de massas na digestão. Os padrões secundários de lama vermelha foram devidamente caracterizados (XRD, DTA e XRF) e as curvas analíticas de bauxita e lama vermelha calibradas com resposta ótima quanto a linearidade e reprodutibilidade. O estudo da dissolução ácida da sodalita Bayer mostrou potencial de economia quanto ao volume de ácido para 25 mL de HCl para minérios com até 45% $RxSiO_2$ e 20 mL para minérios com até 9% de $RxSiO_2$. Os HNO_3 e H_2SO_4 apresentaram discrepâncias entre os teores dissolvidos em diferentes teores de $RxSiO_2$, que teve como principal influência, o sal utilizado para o efeito do íon comum, uma vez que o NaCl é utilizado no método Alcan para o HCl. Portanto é necessário investigar o melhor sal para ensaios de dissolução com esses ácidos. O balanço de massas por estimativa mineralógica mostrou-se mais eficiente para o futuro desenvolvimento da proposta alternativa para determinação de $AvAl_2O_3$ estudada neste trabalho.

Palavras-chave: controle de qualidade; dissolução ácida; WDXRF; bauxita.

ABSTRACT

In the metallurgical bauxite industry the quality control of the ore is performed by two chemical parameters, namely: available alumina (AvAl_2O_3) and reactive silica (RxSiO_2), determined according to a procedure that simulates Bayer digestion in laboratory scale. They are parameters for prospective control, mining, processing and ore feeding in the Bayer process. For gibbsite bauxites, which are of interest in this work, AvAl_2O_3 is associated with the mineral-gibbsite and RxSiO_2 to the mineral kaolinite, which is undesired and controlled in the Bayer process because it reacts with NaOH (leaching agent) to form Bayer sodalite, causing irreversible losses of NaOH - which means a considerable increase in the production cost of alumina. Bayer sodalite is a sodium aluminosilicate, insoluble in Bayer digestion conditions and therefore discarded along with the other insoluble bargain minerals in the red mud (insoluble solid residue of the Bayer process). In this context, we sought to: (1) optimize the Alcan method, aiming acid economy by proposing new acid dissolution conditions varying acid type (HCl, H_2SO_4 and HNO_3), acid volume (20, 25 and 30 mL) and (2, 2.28 and 3.8 g), one of the steps for the determination of RxSiO_2 and (2) proposing an alternative method for the determination of AvAl_2O_3 by WDXRF (X-Ray Fluorescence Spectrometry by Length of Dispersive Wave) through mass balance in digestion. Secondary patterns of red mud were properly characterized (XRD, DTA and XRF) and calibrated bauxite and red mud analytical curves with optimal response for linearity and reproducibility. The acid dissolution study of sodalite Bayer showed potential savings in the volume of acid for 25 mL of HCl for ores with up to 45% RxSiO_2 and 20 mL for ores with up to 9% of RxSiO_2 . The HNO_3 and H_2SO_4 presented discrepancies between the contents dissolved in different contents of RxSiO_2 , whose main influence was the salt used for the effect of the common ion, since NaCl is used in the Alcan method for HCl. Therefore it is necessary to investigate the best salt for dissolution tests with these acids. The mass balance by mineralogical estimation proved more efficient for the future development of the alternative proposal for AvAl_2O_3 determination studied in this work.

Keywords: quality control; acid dissolution; WDXRF; bauxite.