



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DO RESERVATÓRIO DA USINA  
HIDRELÉTRICA DE COARACY NUNES-AMAPÁ**

Dissertação apresentada por:

**CLAUBER DOS SANTOS BEZERRA**

Orientador: Prof. Dr. José Augusto Martins Correa (UFPA)

BELÉM – PA

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

B574c Bezerra, Clauber dos Santos

Caracterização hidrogeoquímica do reservatório da Usina Hidrelétrica de Coaracy Nunes-Amapá / Clauber dos Santos Bezerra; Orientador: José Augusto Martins Correa– 2012  
xiii, 82 f.: il.

Dissertação (mestrado em geoquímica e petrologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2012.

1. Geoquímica – Amapá. 2. Hidroquímica. 3. Química da água.  
I. Corrêa, José Augusto Martins, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.

CDD 22° ed.: 551.9098116

---



**Universidade Federal do Pará**

**Instituto de Geociências**

**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DO RESERVATÓRIO DA  
USINA HIDRELÉTRICA DE COARACY NUNES-AMAPÁ**

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR**

**CLAUBER DOS SANTOS BEZERRA**

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

**Data de Aprovação: 03 / 07 / 2012**

**Banca Examinadora:**

---

Prof. JOSÉ AUGUSTO MARTINS CORRÊA  
(Orientador-UFPA)

---

Prof. MARIA DE LOURDES SOUZA SANTOS  
(Membro-UFPA)

---

Prof. SILVIA KEIKO KAWAKAMI  
(Membro-UFPA)

## **AGRADECIMENTO**

À Deus.

À minha mãe e irmã.

À empresa CENTRAIS ELÉTRICAS DO NORTE DO BRASIL (ELETRONORTE), pelo apoio financeiro e tecnológico para realização da pesquisa.

## RESUMO

O trabalho caracterizou quimicamente a água do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Coaracy Nunes, localizada no estado do Amapá, cerca de 20 km da cidade Ferreira Gomes e 150 Km da cidade de Macapá. As amostragens foram feitas em quatro campanhas trimestrais durante o ano, no período de outubro de 2008 a setembro de 2009, o trabalho teve por objetivo caracterizar o comportamento espacial e sazonal dos parâmetros químicos e físico-químicos da água do Reservatório da usina hidrelétrica de Coaracy Nunes. No estado do Amapá o clima predominante é o Equatorial, nos meses das campanhas, dezembro a maio foi o período que apresentou maior índice de precipitações, e os meses de menores precipitações foi compreendido de agosto a novembro. No total foram amostrados 13 pontos em cada campanha, distribuídos a montante do reservatório de forma a representar todos os ambientes do reservatório. Em cada ponto foram coletadas amostras de água em quatro profundidades (superfície, dobro do secchi, meio e fundo). Nas amostras coletadas foram medidos os parâmetros físico-químicos como pH, temperatura, condutividade, íon amônio, STS,  $\text{HCO}_3^-$ , Dureza e OD. Os elementos químicos (Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sr, V, Zn) foram analisados por espectrometria de massa com fonte de plasma de argônio induzido (ICP-MS). Nas avaliações preliminares não evidenciamos estratificação no reservatório. as concentrações de alumínio, ferro e manganês se destacam nesse contexto, apresentam concentrações elevadas, uma vez que comparadas com as características químicas das águas da região amazônica. O reservatório apresentou as seguintes características químicas e físico-químicas, valores médios obtidos no período estiagem em ( $\mu\text{g/L}$ ) : Al (487,44), Ca (604,12), Fe (458,78), K (798,05), Mg (625,40), Mn (123,42), Na (1903,719), Pb (3,86), pH (6,50), Cond. ( $\mu\text{s/cm}$ ) (33,20), Temperatura  $^{\circ}\text{C}$  (29,57), Dureza  $\text{mg/L}$  (5,61),  $\text{HCO}_3^-$ (10,8). O reservatório apresentou as seguintes características químicas e físico-químicas, valores médios obtidos no período chuvoso em ( $\mu\text{g/L}$ ) : Al (430,48), Ca (527,74), Fe (511,57), K (700,97), Mg (485,67), Mn (84,06), Na (1899,18), Pb (5,25), pH (6,52), Cond. ( $\mu\text{s/cm}$ ) (18,56), Temperatura  $^{\circ}\text{C}$  (27,1), Dureza  $\text{mg/L}$  (6,09),  $\text{HCO}_3^-$ (9,00). O reservatório de Coaracy Nunes apresentou uma tendência a estratificação nas estações de coletas mais profundas, indicados pelos pontos MCN 02, MCN 03 e MCN 04, nos demais pontos essa tendência é menos marcada, pois os outros pontos possuem uma profundidade menor. Ao longo do eixo longitudinal do reservatório não

observamos nenhuma tendência do reservatório atuar como um sistema de retenção de substância em relação às que afluem a ele. Nos pontos amostrais de maior profundidade, o reservatório apresentou diminuição da concentração de oxigênio dissolvido com o aumento da profundidade, gerando zonas anoxidas no fundo do reservatório, favorecendo a liberação de elementos químicos como Fe e Al, que se encontram incorporados à partículas em suspensão, através de processos anaeróbicos.

Palavras - chave: Geoquímica – Amapá. Hidroquímica. Química da água

## ABSTRACT

This study characterized chemically the water of the reservoir of the hydroelectric power plant of Coaracy Nunes, located in the Amapá state, about 20 km from the city Ferreira Gomes and 150 km from the city of Macapa. Samples were collected in four quarterly campaigns during the year, in the period October 2008 to September 2009, the study aimed to characterize the spatial and seasonal behavior of chemical parameters, and physical-chemicals of the water in the reservoir of the hydroelectric power plant of Coaracy Nunes. In the Amapá state, the predominant climate is equatorial, in the months of the campaigns, from December to May was the period with the high estrate of rainfalls, and the months of lowest rainfalls was understood from August to November. In the total 13 point were sampled in each campaign, distributed upstream of the reservoir in order to represent all environments of the reservoir. At each point, samples were collected from water at four depths (surface, double the secchi, middle and bottom). In the collected samples were measured physicochemical parameters such as pH, temperature, conductivity, ammonium ion, STS,  $\text{HCO}_3^-$ , hardness and OD. The chemical elements (Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Se, Sr, V, Zn) were analyzed by mass spectrometry of a source for inductively coupled argon plasma. (ICP-MS). In preliminary assessments none showed evidence stratification in the reservoir. The concentrations of aluminum, iron and manganese are highlighted within this context, and have high concentrations, once compared with the chemical characteristics of waters of the Amazon region. The reservoir had the following chemical and physical-chemical particulars average values obtained during dry periods in ( $\mu\text{g/L}$ ) : Al (487,44), Ca (604,12), Fe (458,78), K (798,05), Mg (625,40), Mn (123,42), Na (1903,719), Pb (3,86), pH (6,50), Cond. ( $\mu\text{s/cm}$ ) (33,20), temperature  $^{\circ}\text{C}$  (27,1), hardness  $\text{mg/L}$  (6,09),  $\text{HCO}_3^-$  (9,00). The reservoir of Coaracy Nunes presented a tendency to stratification in the deepest collection stations indicated by the points MCN 02, MCN 03 e MCN 04, in other points this trend is less marked, because the other points have less depth. Throughout the longitudinal axis of the reservoir we did not observe any tendency of the reservoir act as a retention system of substance in relation to that flock to it. Sampling points in greater depth, the reservoir has decreased the concentration of dissolved oxygen with increasing depth, creating anoxic zones in the reservoir bottom, favoring the release of chemical elements as Fe and Al which are incorporated to the particles in suspension, through the anaerobic processes.

Key words: Geochemical – Amapá. Hydrochemistry. Chemistry of the water.