



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

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA AMBIENTAL DE ÁREA
SELECIONADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MARACANÃ (NORDESTE DO PARÁ)**

Dissertação apresentada por:

FABÍOLA FERNANDES COSTA

**BELÉM
2004**

RESUMO

A área fisiográfica selecionada para este estudo pertence à bacia do rio Maracanã, situada na mesorregião Nordeste do Pará e ocupa extensão aproximada de 3500 km². Por suas características geoambientais, representa importante pólo de desenvolvimento regional. Por esse motivo, buscou-se, neste trabalho, o formalismo geoquímico para a interpretação de resultados analíticos relacionados com as águas subterrâneas e superficiais, na procura de aspectos relevantes sobre a sustentabilidade dos recursos hídricos.

A área selecionada pode ser subdividida em áreas de nascentes, de topografia algo mais elevada (cotas pouco acima de 40m) com vegetação típica de hiléia e capoeira sustentadas principalmente por material do Pós-Barreiras; em áreas estuarinas, sob forte domínio da dinâmica de marés, resultantes da mistura de águas fluviais e oceânicas, aparecendo notadamente os sedimentos holocênicos (manguezais) nas margens do rio principal e na baía; áreas de transição, sob influência mínima ou já perceptível de marés, onde esta influência se manifesta de modo lento, gradual, misturando-se os três tipos de vegetação já mencionados.

Os resultados de todos os parâmetros aqui selecionados, sobretudo no que diz respeito às análises físico-químicas e químicas para as águas subterrâneas, permitiram uma avaliação referente à sua composição química e a possível inter-relação com o material geológico. Nas águas superficiais foram selecionados os mesmos parâmetros ambientais e análise de clorofila-a, buscando caracterização do ambiente segundo tendências da localização geográfica, da sazonalidade e da dinâmica de marés.

As interpretações geoquímicas dos resultados analíticos confirmam as características particulares de cada aquífero estudado, como águas pobres em eletrólitos e valores baixos de pH, oriundos de terrenos lixiviados do aquífero livre do Pós-Barreiras ou semi-confinado do Barreiras, predominando águas cloretadas sódicas. Em contraste, os aquíferos de Pirabas apresentam valores elevados de condutividade e alcalinidade (434 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ de CaCO_3 , respectivamente), ratificando a influência dos sedimentos de carbonato da Formação Pirabas, predominando águas bicarbonatadas cálcicas. Os resultados de diagrama de estabilidade mostram domínio de terrenos caulíníticos, fato coerente com as “regiões geoquímicas” da Amazônia.

A caracterização geoquímica e observações de campo evidenciaram a disponibilidade hídrica apreciável, manifestada por abundantes áreas de recarga e qualidade química para essas águas. No entanto, detectaram-se problemas relacionados com intrusão salina (máximo observado em torno de 33 mg.L^{-1} de Cl^-) e a vulnerabilidade de aquíferos à ação antrópica (Vila Nova $13,42 \text{ mg.L}^{-1} \text{ NO}_3^-$ e Maracanã - poço Jango, com 20; Bocal com 39; e hotel Atlanta, com $56,51$ expressos em $\text{mg.L}^{-1} \text{ NO}_3^-$).

Para as águas superficiais a caracterização hidrogeoquímica é discutida por sub-áreas da bacia do rio Maracanã tais como áreas de nascentes, onde a estiagem provoca um aumento de eletrólitos, enquanto que no período chuvoso há incremento de coloração (máximo de 165 UC) compatível com o aumento da acidez (pH diminui para 4,8), diminuição de oxigênio dissolvido ($4 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$) e aportes de matéria orgânica (máximo em $5,8 \text{ mg.L}^{-1}$), predominantemente húmica.

Nas áreas de transição, percebe-se nitidamente a mudança entre os valores. Destaque-se a elevada acidez e baixa condutividade (com mínimos em pH 4,8 e $21,2 \mu\text{S.cm}^{-1}$, respectivamente) nos pontos sem influência de maré, no período chuvoso, enquanto que no rio Peixe-Boi a condutividade aumenta para $52,4 \mu\text{S.cm}^{-1}$, já sob influência de maré, no mesmo período sazonal.

Nas áreas estuarinas, deve-se levar em conta a dinâmica das marés. Esse efeito é bem exemplificado no rio Maracanã, sob influência de águas oceânicas, onde a condutividade elétrica chega ao máximo de $3130 \mu\text{S.cm}^{-1}$, $7,4 \text{ mg.L}^{-1}$ para matéria orgânica e $49,3 \text{ mg.m}^{-3}$ de clorofila-a na localidade de Penha (nordeste da baía). Já à montante da baía (Santarém Novo), a condutividade, a matéria orgânica (tanto de origem fluvial como estuarina) e a clorofila-a decrescem para $34,4 \mu\text{S.cm}^{-1}$, $6,5 \text{ mg.L}^{-1}$ e $3,0 \text{ mg.m}^{-3}$ respectivamente.

A importância do ciclo hidrológico, das variações sazonais, a presença do manguezal, a ciclagem de nutrientes, a energia do ambiente como um todo permitem dentro desse contexto práticas de sustentabilidade, aqui exemplificadas por atividades de captura de pescado, em diferentes períodos, com predominância diferenciada para a fauna aquática, notadamente peixe, camarão e caranguejo. Um planejamento estratégico para a sustentabilidade deve levar em conta as variáveis aqui discutidas.

ABSTRACT

The basin of the Maracanã River, located in the Northeastern portion of the State of Pará, represents an important pole of regional development. For this reason, the selected area (3500 km²) was chosen, in order to obtain the geochemical formalism for the interpretation of analytic results related to the groundwater and surficial waters, in the search for relevant aspects on the sustainability of hydric resources.

The selected region can be subdivided into three areas. First, an area of springs, characterized by higher topography (share above 40m) with vegetation of hiléia-like and capoeira-like sustained mainly by material of the Pós-Barreiras; estuarine area, under strong domain of the tides dynamics, resulting from the mixture of fluvial and oceanic waters being colonized by mangrove at the main river margins and in the bay area appearing Holocenic sediments; and transition area, under minimum influence or some marked influence of tides, itself in a slow and gradual way, mixing the three types of vegetation mentioned above.

The results of all studied parameters, physical, physical-chemical and chemical groundwater analyses permitted an evaluation regarding chemical composition and a possible interrelation with geological material. For the surficial waters, the same environmental parameters and analyses of chlorophyll-a were selected, trying to better characterize the environment according to the geographical location, seasonality and the dynamics of tides.

The geochemical interpretations of the analytic results confirms the peculiar characteristics of each studied aquifer as poor in electrolytes and low values of pH, which are originating from much leached profile characteristic of aquifer of Pós-Barreiras and or semi-confined of the Barreiras prevailing waters sodium chloride-rich. In contrast, the aquifers of Pirabas high values of conductivity and alkalinity (434 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ and 200 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ of CaCO_3 , respectively), ratifying the influence of the limestone in the Formation Pirabas prevailing waters calcium bicarbonate-rich. The results of diagram of stability show domain of kaolinitic's soils, coherent fact with the Amazon geochemical areas.

Geochemical interpretations and field observations suggest appreciable hydric availability, shown by abundant recharge area and chemical quality for these waters.

However, it has been detected some problems related to saline intrusion (maximum observed around 33 mg.L^{-1} of Cl^-) and to the vulnerability of aquifer from anthropogenic activities (Nova Vila $13,42 \text{ mg.L}^{-1} \text{ NO}_3^-$ and Maracanã - well Jango, with 20; Bocal with 39; and hotel Atlanta, with 56,51 expressed in $\text{mg.L}^{-1} \text{ NO}_3^-$).

Surficial waters, hidrogeochemical characterization is discussed by sub-areas, such as spring areas, become more enriched in electrolytes during the dry season, whereas in the rainy season there is an increase in turbidity, color (maximum of 165 UC) and in organic matter (maximum in $5,8 \text{ mg.L}^{-1}$) of a predominantly humic nature and a decrease of dissolved oxygen ($4 \text{ mg.L}^{-1} \text{ O}_2$) and in acidity (pH decreases to 4,8).

In the transition areas changes in the values of the selected parameters are clearly observed. During the rainy season, one points out, the high acidity and low conductivity (with minimum in pH 4,8 and $21,2 \mu\text{S.Cm}^{-1}$, respectively) in places without any influence of tides; whereas in Peixe-Boi River the conductivity can reach $52,4 \mu\text{S.cm}^{-1}$.

In the estuarine areas, it should be taken into account the dynamics of the tides. That effect is exemplified in the Maracanã River, under influence of oceanic waters, the electric conductivity reaches the maximum of $3130 \mu\text{S.cm}^{-1}$, $7,4 \text{ mg.L}^{-1}$ for organic matter and chlorophyll-a evaluation maximum of $49,3 \text{ mg.m}^{-3}$ in Penha (Northeastern bay). However, up stream bay (Santarém Novo) the conductivity, the organic matter (such from fluvial as from estuarine origin) and the chlorophyll-a decreases to $34,4 \mu\text{S.cm}^{-1}$, $6,5 \text{ mg.L}^{-1}$ and $3,0 \text{ mg.m}^{-3}$ respectively.

The importance of the hydrologic cycle, the seasonal variations, the presence of mangroves, the cycling of nutrients, energy of the environment as a whole, permit in this context activities of sustainability, as fishing practices in different seasons, with differentiated predominance for fish, shrimps and crabs are good examples. A strategic planning for sustainability must take into account the variables discussed here.