

LEVANTAMENTOS PRELIMINARES DA SAÚDE COLETIVA COM BASE NA GEOQUÍMICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ENTORNO DAS ILHAS MUTUM E PORTO RICO, ALTO RIO PARANÁ (PR – BRASIL)

Gonçalves, E.F.¹, Vasconcellos, J.M.¹, Pinese, J.P.P.¹, Correa, G.T.¹, França, V.¹, Souza Filho, E.E.².

1 - Universidade Estadual de Londrina – Departamento de Geociências.

2 - Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia.

RESUMO

A área investigada encontra-se representada pela planície fluvial da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraná, que está localizada entre os Estados do Mato Grosso do Sul e Paraná, Brasil. As ilhas Mutum e Porto Rico estão localizadas entre a foz do rio Paranapanema e a foz do rio Ivinheima, próximas aos municípios de Porto Rico e São Pedro do Paraná. Neste trecho, o rio Paraná apresenta largura média de 1 km e o arquipélago Mutum/Porto Rico apresenta extensão longitudinal de aproximadamente 14 km.

O objetivo principal deste trabalho concentrou-se na caracterização hidrogeoquímica dos elementos Cálcio (Ca) e Silício (Si) na área de entorno das ilhas, na tentativa de contribuir para a avaliação de impacto à saúde humana da população local, visto que, atualmente, estas anseiam por uma melhor qualidade de vida ligada às condições ambientais e de prevenção de saúde.

O Cálcio e o Silício têm sua inserção no meio aquático ligado a fatores tecnogênicos e/ou antrópicos e geogênicos. O primeiro está relacionado, principalmente, com o lançamento de efluentes provenientes da agricultura, indústrias e de grandes cidades. Enquanto que o segundo fator está relacionado aos processos intempéricos naturais, que por meio da lixiviação agrega diversos minerais em solução provenientes das rochas por onde percolou, bem como da matéria orgânica e mineral drenada para o rio através das vertentes.

Os dados obtidos para Cálcio mostram variação entre 3,21 e 4,05mg/L, enquanto para Silício a variação é de 3,18 a 3,44mg/L. Nenhum dos valores ultrapassa os índices naturais anteriormente assinalados na bibliografia. Por outro lado, anomalias hidrogeoquímicas para os dois elementos são registrados na região, as quais podem ter origem antrópica ou simplesmente tratar-se de um processo natural, mas que podem ser indicativas de diversas alterações na organização espacial de uma dada sociedade, principalmente no que se refere à saúde coletiva da população local.

Palavras-chave: Hidrogeoquímica, Silício, Cálcio, Rio Paraná, Saúde Coletiva.

INTRODUÇÃO

O rio Paraná é o décimo rio no mundo em relação à descarga de água, sendo o principal rio da segunda maior bacia de drenagem da América do Sul, a Bacia do rio da Prata. De sua nascente, na confluência dos rios Grande e Paranaíba, até sua foz, no estuário

do rio da Prata, o rio Paraná percorre cerca de 3.800 km, drenando uma área de 2.800.000km². No seu alto curso, o rio Paraná alaga uma área de aproximadamente 600.000 km², somente no Brasil.

A área de estudo abrange a região do município de Porto Rico, situada no trecho fluvial compreendido entre a foz do rio Parapanema e a foz do Rio Ivinheima, na parte média do alto rio Paraná. Esta região se mostra bastante singular, pois se encontra no único trecho do rio a correr livre, não obstante sofra os efeitos de três usinas hidrelétricas que estão à jusante e à montante.

O histórico climatológico da região de Porto Rico na classificação de Köppen é o de clima Cfa, com temperatura média anual de 19°C e pluviosidade de 1.400 mm anuais. No entanto o histórico pluviométrico da região apresenta características tropicais, com os meses de julho e agosto mais secos e o período de chuvas compreendido entre novembro até março (MENDES et al., 2006).

O objetivo principal deste trabalho concentrou-se na caracterização hidrogeoquímica dos elementos Cálcio (Ca) e Silício (Si) na área de entorno das ilhas Mutum e Porto Rico, na tentativa de contribuir para a avaliação de impacto à saúde humana da população local, visto que, atualmente, estas anseiam por uma melhor qualidade de vida ligada às condições ambientais e de prevenção de saúde.

ASPECTOS DO MEIO FÍSICO DO RIO PARANÁ

Por apresentar padrão multicanal, com braços separados por extensas ilhas, o rio Paraná foi classificado como anastomosado, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1990). Porém a estabilidade marginal, a relação largura/profundidade, o gradiente, a carga sedimentar e a tipologia das barras não permitem tal classificação.

A bacia hidrográfica apresenta como substrato geológico, em seu alto curso, constituição basáltica da Formação Serra Geral (JKsg) e arenítica das formações Santo Anastácio e Caiuá, do Grupo Bauru (K) (VAZZOLER et al., 1997) e atualmente designado como Grupo Caiuá (Fernandes et al., 2007). Os diferentes substratos rochosos impõem características distintas a partes diversas do rio, nas áreas de ocorrência do basalto o vale é mais fechado, com corredeiras e saltos. Na área de ocorrência do arenito não há corredeiras e o vale é bastante aberto.

A configuração da bacia hidrográfica formada pelo rio Paraná se deve ao soerguimento das serras do Mar, da Mantiqueira, da Canastra, do Caiapó e de Maracajú (VAZZOLER et al., 1997). Dessa forma, o rio Paraná ocupa a faixa de junção de dois homoclinais formados pelas rochas da parte superior da bacia sedimentar do Paraná. Os rios Grande e Paranaíba ocupam um terceiro homoclinal, situado a norte, e uma quarta ascensão ocorre ao sul, a partir da região de Guairá. Esta última possui a menor taxa de ascensão entre as quatro áreas mencionadas, fato que justifica o fluxo do rio Paraná ser no sentido norte/sul e também a preservação dos arenitos do Grupo Bauru, sobre os quais o rio corre por mais de 450 km.

Estas estruturas geológicas também exercem importante papel no controle da distribuição dos depósitos aluvionares. Apesar de tais depósitos ocorrerem no trecho entre Três Lagoas e Guaíra, controlados pelas rochas do Grupo Bauru ou Caiuá e pelo posicionamento do nível base proporcionado pelo salto de Sete Quedas, sua disposição ao

longo da calha é fruto dos movimentos recentes sofridos pelos blocos compartimentados pelos alinhamentos estruturais.

A distribuição dos depósitos sedimentares é dividida em três compartimentos (Figura 1), a saber: compartimento lagoa São Paulo, Rio Baía e Ilha Grande. O primeiro é constituído por depósitos em terraço baixo, cortados por canais ativos e semi-ativos da planície de inundação. O segundo é composto pelos três grupos de depósitos: os de terraço médio, baixo e os de planície fluvial. O compartimento Ilha Grande os depósitos dominantes são de planície e ocorrem principalmente na forma de extensas ilhas, sendo que os sedimentos estão assentados sobre a Formação Caiuá (Formação Rio Paraná) na maior parte do trecho, mas estão colocados sobre a Formação Serra Geral na parte baixa do compartimento (VAZZOLER et al., 1997).

O relevo da bacia do alto rio Paraná é acidentado na parte leste e sudeste graças à ocorrência de rochas cristalinas e à taxa de ascensão mais elevada. Nas demais áreas dominam formas tabulares onduladas, com inclinação suave em direção ao rio Paraná, interrompidas localmente por escarpas das cuestas da Serra Geral. A parte central desse segundo conjunto é denominada de Planalto Central da Bacia do Paraná. A área ribeirinha à calha do rio Paraná foi designada pelo IBGE (1990) como Planície do Rio Paraná.

Segundo Vazzoler et al. (1997) o planalto central da Bacia do Paraná é caracterizado por colinas alongadas com topos abaulados ou tabulares. Os planaltos residuais cuestasiformes, como também é conhecido este planalto, são resquícios de uma fase de aplanamento generalizado, desenvolvida em clima seco durante o Terciário, antes da definição da atual bacia de drenagem. Essa fase teria originado uma feição designada como “Superfície Sul-Americana” que seria entalhada pela introdução de clima úmido. A ascensão das áreas de entorno e a alternância de climas secos e úmidos durante o terciário teriam levado à formação dos demais níveis e ao estabelecimento da atual rede de drenagem.

Os trabalhos realizados sobre classificação de solos na região do alto rio Paraná ainda se encontram em fase inicial. Os dados já obtidos mostram uma clara associação entre os principais tipos de solos e as Unidades Geomorfológicas.

Na área de ocorrência da Unidade Geomorfológica Nova Andradina é dominada por Latossolos vermelho amarelo e vermelho escuros, arenosos. Na Unidade Geomorfológica Taquaraçú predominam areias quartzozas brancas e amarelas. Os solos das Unidades Geomorfológicas Fazenda Boa Vista e Rio Paraná são aluviais, e há variação de tipo conforme o elemento morfológico dentro da unidade (VAZZOLER et al., 1997).

Esta região apresenta potencial de recursos minerais para cascalho, areia, argila e turfa, que ocorrem associados aos sedimentos inconsolidados. O canal fluvial é a principal área potencial para cascalho e areia, e vem sendo alvo prioritário para este tipo de exploração. No entanto a inexistência de grandes centros urbanos nas proximidades dificulta a instalação de atividade minerária intensa (VAZZOLER et al., 1997).

A planície do rio Paraná, no conceito do IBGE (1990), é uma ampla área de acumulação que ocupa toda a calha do rio no segmento compreendido entre Três Lagoas e Guaíra. Essa designação abrange uma área que apresenta duas feições distintas: o Terraço Baixo e a Planície Fluvial (Figura 1).

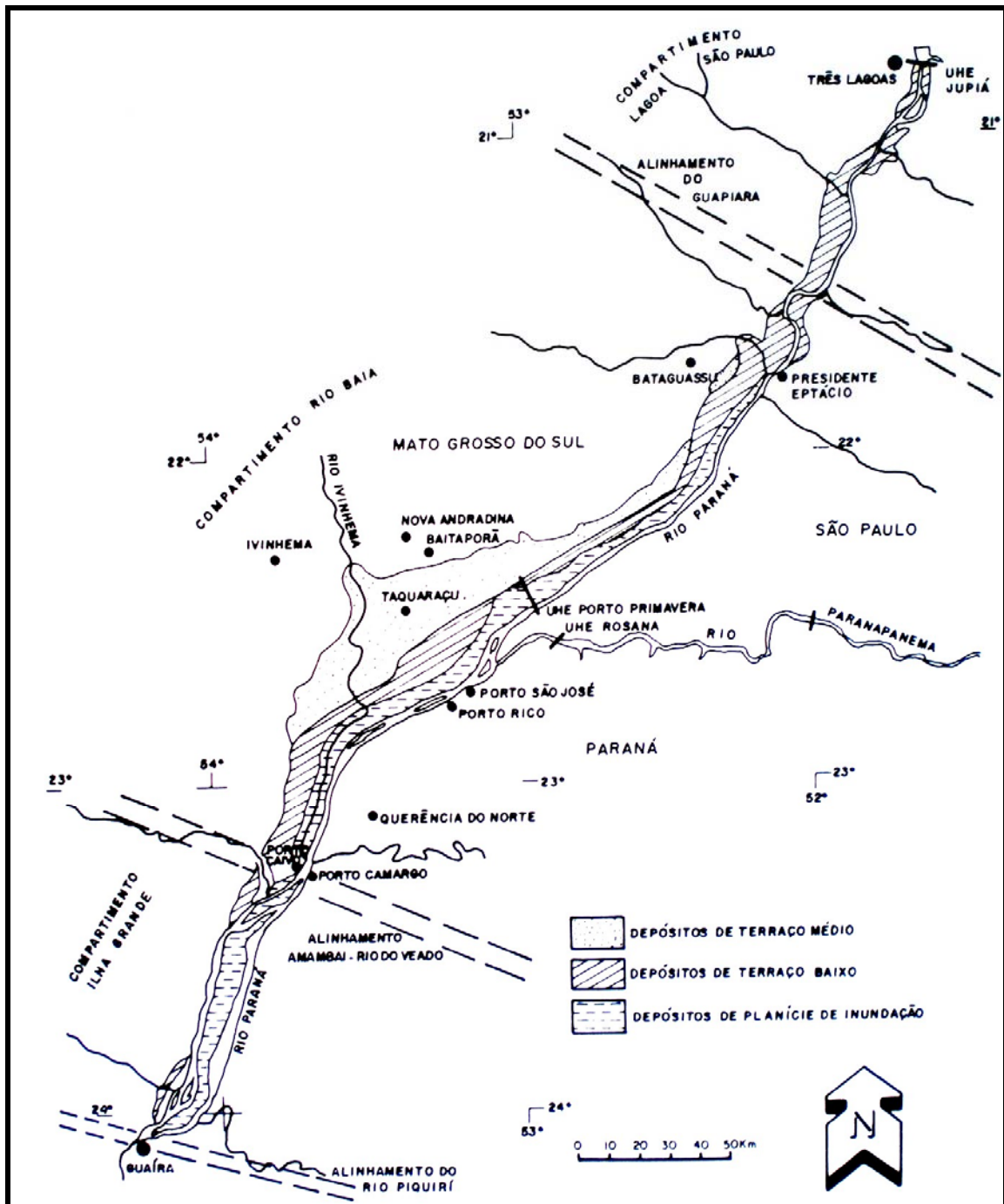


Figura 1 – Distribuição dos Depósitos Sedimentares do Alto Rio Paraná (Extraído de Souza Filho & Stevaux, 1997).

O Terraço Baixo ocorre nos compartimentos lagoa São Paulo e rio Baía. Essa feição é uma forma erosiva, escavada no terraço Médio durante o processo de escavação da planície fluvial, tendo sido abandonada em face da migração dos canais (STEVAUX apud VAZZOLER et al., 1997). No compartimento rio Baía esses canais encontram-se cobertos por depósitos de leques aluviais. No compartimento lagoa São Paulo o terraço tem porções mais baixas, permitindo que alguns canais sejam ativados em algumas cheias.

A Planície Fluvial encontra-se presente ao longo de toda planície do rio Paraná. Embora seja relativamente plana, possui diferentes níveis topográficos. As áreas altas são

representadas por diques marginais, por leques de 'crevasse' e formas de paleobarras, inundáveis em cheias.

A morfologia predominante da rede de drenagem da planície de inundação do rio Paraná é composta, principalmente por: canais ativos, semi-ativos ou inativos, diques marginais, leques de rompimento, barras transversais ou laterais e paleobarras.

O rio Paraná apresenta diferentes padrões de canal ao longo do segmento em que se encontra a planície. No trecho a montante, o canal passa de estreito e profundo, com margens estáveis, para largo e raso, com mudança marginal localizada, sempre com poucas ilhas. Em sua parte média, o número e o tamanho das ilhas aumentam a jusante, subdividindo o canal em dois braços, e em canais de menor ordem. O trecho inferior tem dois canais definidos, separados por largas ilhas (dos Bandeirantes e Grande) (VAZZOLER et al., 1997).

A superfície da planície fluvial é o resultado da evolução de um sistema anastomosado que esteve ativo antes da implantação do atual padrão de canal. As formas originadas por estes canais anastomosados antigos são diques marginais, os canais, os leques de rompimento de diques, e as partes baixas e baixios da bacia de inundação (VAZZOLER et al., 1997).

Segundo Souza Filho e Stevaux (1997), a caracterização das associações da Planície Fluvial está relacionada com mudanças paleo-hidrológicas do rio. O regime hidrológico do rio condiciona os processos erosivos e deposicionais, que são influenciados também pela ocorrência ou não de vegetação ciliar.

As ilhas de Porto Rico e Mutum são constituídas por depósitos tabulares argilosos e por cordões arenosos. Sua superfície situa-se entre dois e cinco metros acima do nível médio do rio, sendo inundadas em períodos de grandes cheias (SOUZA FILHO *apud* MENDES, 2006).

A vegetação predominante nesta área pode ser subdividida de acordo com o relevo em que se encontra: as áreas altas possuem vegetação arbórea, as médias são cobertas por arbustos, as baixas por campos, e os baixios por formas higrófilas (MAACK, 1958).

Na região compreendida entre a foz do rio Ivinheima e a foz do rio Paranapanema, o rio Paraná apresenta canal único e com talvegue principal situado junto à margem esquerda. A rede de drenagem na região é constituída pelo canal do rio Paraná, por canais secundários, e pelos seus afluentes. Especialmente na região de Porto Rico, o canal do rio Paraná encontra-se dividido pelas ilhas Mutum e Porto Rico, sendo que o canal esquerdo é o mais largo e profundo. À jusante o rio encontra-se subdivido por extensos arquipélagos até as proximidades da segunda foz do rio Ivinheima, onde apresenta um canal único.

De acordo com Itaipu-Binacional (1990), a descarga sólida do rio Paraná, medida no período de 1986 a 1988, foi de 30 milhões de toneladas por ano, e desse total dez por cento é referente à carga de fundo, dominada por areia fina e média. É possível que essa relação de transporte de carga suspensa e de carga de fundo fossem bem diferentes antes da construção dos inúmeros reservatórios que afetam o rio Paraná, pois essas barragens retêm toda a quantidade de carga de fundo e grande parte do material em suspensão. Dessa forma, é provável que a quantidade de areia transportada antes da década de 60 fosse bem maior.

INDICATIVOS HIDROGEOQUÍMICOS NO CONTEXTO DA GEOGRAFIA DA SAÚDE

A água, como a maioria conhece, não existe na natureza, sendo somente encontrada em laboratórios avançados. A água é uma substância quimicamente muito ativa, que tem grande facilidade de dissolver e reagir com outras substâncias orgânicas ou inorgânicas.

Portanto as águas naturais atingem suas características químicas por resultado de reações químicas com sólidos, líquidos e gases com os quais tenham mantido contato durante as diferentes etapas do ciclo hidrológico.

A água, ao lixiviar os solos e as rochas, enriquecem-se em sais minerais em solução, proveniente da dissolução dos seus minerais. O processo de dissolução é influenciado pelo pH, pela temperatura e pelo grau de saturação de cada elemento (FEITOSA & FILHO, 1997).

As águas de rio somam frações das águas subterrâneas, e águas de chuva que são introduzidas no sistema de drenagem. A concentração das espécies nas águas de drenagem, influenciadas pelas interações com os minerais e a vegetação, determina a composição das águas do rio. As concentrações de sólidos dissolvidos em águas de rio tendem a ser inversamente correlacionada com o fluxo do rio.

As características químicas das águas refletem os meios por onde circulam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos das atividades humanas adquiridos ao longo de seu trajeto. Em áreas industrializadas encontra-se uma forte marca das atividades humanas na qualidade química das águas. Nas proximidades dos grandes centros urbanos temos problemas associados às seguintes descargas de poluentes: efluentes líquidos industriais e domésticos, vazamentos de depósitos de combustíveis, chorumes provenientes de depósitos de lixo doméstico, descargas gasosas e de material particulado lançado na atmosfera pelas indústrias e veículos. Nas áreas onde se desenvolve algum tipo de agricultura, a química da água pode estar fortemente influenciada pelos produtos químicos utilizados: inseticidas, herbicidas, adubos químicos, calcário, entre outros. O fluxo de elementos químicos dos constituintes reflete a extensão da poluição e de muitos outros processos atuantes na área de drenagem. Informações geológicas, composição de águas pluviais, uso do solo, densidade populacional e de animais domésticos, podem oferecer subsídios para identificar os vários processos associados ao fluxo de elementos. A poluição está associada ao fluxo de materiais que dependem diretamente da densidade populacional, estilo de vida e atividades culturais (FEITOSA & FILHO, 1997).

Existem padrões muito bem conhecidos de relacionamento entre a incidência de moléstias no homem e nos animais, com a abundância ou deficiência de elementos. Contudo, os relacionamentos entre o teor dos elementos e substâncias químicas, e a saúde do homem e dos animais podem ser dificultados por questões relativas à mobilidade e à dispersão destes elementos e substâncias, governadas pelos princípios da geoquímica e da dinâmica das águas superficiais e subterrâneas. Fatores como o pH, tipo e abundância de argilo-minerais, teor de matéria orgânica, reatividade química, gradientes hidráulicos, porosidade e permeabilidade necessitam ser considerados nestes tipos de estudo. Muitas vezes os efeitos tóxicos de uma substância se manifestam distante de sua introdução no meio ambiente, podendo se dar em áreas pontuais ou ao longo de estruturas geológicas lineares, como falhas. Em alguns casos, o produto da degradação de uma substância é mais tóxico e mais persistente no solo do que a substância original (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Assim a aplicabilidade do conhecimento geográfico juntamente com as técnicas de investigação e prevenção da saúde, permitem tratar os problemas inerentes à saúde coletiva a

partir de uma visão holística. Dessa forma são inseridos na investigação, desde as forças motrizes relacionados ao modelo de desenvolvimento econômico, social e tecnológico, até as pressões que esse desenvolvimento gera sobre o meio ambiente, alterando o estado de sua qualidade e gerando exposições ambientais que resultam em efeitos diretos e indiretos sobre a saúde humana.

Portanto, a partir do conhecimento acerca dos fatores que influenciam o comportamento geoquímico de um determinado elemento em um ambiente aquático, pode-se mensurar as causas e efeitos deste sobre a saúde humana.

Caracterização Geoquímica do Cálcio

O cálcio (Ca) é o quinto elemento mais abundante nas rochas da crosta continental, constituindo cerca de 3.5% do seu peso. É um metal alcalino-terroso, que ocorre na natureza no estado de oxidação +2. Forma um grande número de silicatos, carbonatos e fosfatos e é um constituinte dos plagioclásios e de muitos anfibólios e piroxênios. Nas redes cristalinas, o cálcio é parcialmente substituído por sódio, manganês, estrôncio, ítrio e elementos terras raras, de modo que seu comportamento geoquímico controla a ocorrência de vários elementos-traço nas rochas. O maior volume de cálcio é fixado no primeiro estágio de cristalização e é um elemento característico das rochas máficas, pobres em sílica (MINEROPAR, 2001).

Naturalmente o cálcio ocorre principalmente nos minerais calcita, aragonita e dolomita, em rochas calcárias, sendo o plagioclásio e a apatita as maiores fontes em rochas ígneas (MINEROPAR, 2001).

A concentração média de cálcio nas rochas se mostra da seguinte forma: 7,4% nos gabros e 0,9% nos granitos. Nas rochas sedimentares a concentração de cálcio reflete a abundância de calcita ou dolomita, e em alguns sedimentos detríticos, os plagioclásios são os principais hospedeiros de cálcio (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Os sais de cálcio possuem de moderada a elevada solubilidade, sendo muito comum precipitar como carbonato de cálcio (CaCO_3). Este composto é bastante presente na água, sendo o principal responsável pela dureza da água. Dessa forma a solubilidade do carbonato de cálcio aumenta em águas alcalinas, mas dissolve rapidamente em ambientes moderadamente ácidos (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Sendo a presença do cálcio de grande importância na determinação da dureza água, esta propriedade iônica se configura como uma grande aliada no estudo geoquímico e de saúde coletiva. Pois, metais tornam-se mais tóxicos em águas pouco duras, com menos de 75mg/L Ca+Mg, provavelmente devido ao fato de que baixas concentrações de cálcio aumentam a permeabilidade da membrana celular para os outros cátions.

O cálcio desempenha importante função na fisiologia humana, estando presente no corpo humano com uma quantia média de 1kg. Assim o cálcio é um nutriente essencial para a saúde humana, sendo o constituinte mais importante das paredes celulares, fluidos do corpo, ossos e dentes, além de desempenhar papel fundamental na coagulação sanguínea.

Os efeitos adversos relacionados ao cálcio ocorrem necessariamente quando sua proporção no corpo humano aumenta ou diminui além dos limites. O seu excesso pode provocar dores musculares, fraqueza e pedra nos rins, enquanto que sua carência pode ocasionar raquitismo e osteoporose.

Caracterização Geoquímica do Silício

Fisicamente, o silício (Si) é um metalóide de cor cinza-escura, de brilho metálico e estrutura cristalina semelhante à do diamante. É o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, representando cerca de 60% de seu peso, sendo mais comumente encontrado na natureza sob a forma de óxidos, em minerais como, por exemplo, areia, quartzo, ágata, opala, ametista e, em minerais como granito, argila, mica, feldspatos, etc.

É utilizado comercialmente por seus componentes químicos e elétricos nas indústrias de vidro, cimentos, porcelanas, silicones, cerâmica, materiais de construção civil, eletrônicas, farmacêuticas, siderúrgicas e médicas. Há compostos de silício de grande poder absorvente, sendo usados como anti-sépticos e secantes em ataduras para curativos. Usa-se também para imobilizar soluções de bromo, ácido sulfúrico e nitroglicerina.

De acordo com Lima Filho, Lima e Tsai (1999), solos sujeitos à intemperização e lixiviação, com cultivos excessivos, baixo pH e alto teor de Al apresentam baixos níveis de Si trocável. Eles afirmam também que, o ácido silícico presente na solução do solo, nas águas fluviais e nos oceanos, quando interage com espécies aquosas de Alumínio, pode reduzir sua toxicidade em animais e seres humanos.

Segundo Lima Filho (2007), o silício é o terceiro elemento traço essencial mais abundante do corpo humano, depois do Ferro e Zinco. É encontrado principalmente nos tecidos conjuntivos ou conectivos, como aorta, traquéias, tendões e pele, além de ser responsável pelas ligações entre outros tecidos e preenchimento dos órgãos, promove a biossíntese de colágeno e a formação e calcificação dos tecidos ósseos, o qual está relacionado à idade. Seus efeitos nas plantas são similares ao dos animais, pois estão relacionados à nutrição, resistência a estresses causados por fatores físicos, climáticos e biológicos, redução dos efeitos tóxicos de metais pesados e crescimento. Quando usado como fertilizante, pode melhorar as propriedades químicas do solo, regular a transpiração das plantas e reduzir os danos da geada.

A deficiência de silício no organismo pode aumentar os riscos a doenças como artrite degenerativa, arteriosclerose, enfraquecimento das unhas e envelhecimento precoce (LIMA FILHO, 2007).

Em animais, a deficiência do elemento produz deformidades do esqueleto e ossos periféricos, com articulações malformadas e conteúdo reduzido de cartilagem articular (ARAÚJO, 2006).

Apesar dos valores nutricionais do silício para uma ingestão adequada ainda não terem sido estipulados, estima-se que uma dieta humana diária deva conter entre 20 e 30mg de dióxido de Silício ou Sílica (SiO_2) (LIMA FILHO, 2007).

A disponibilidade do silício nas águas do rio Paraná está possivelmente relacionada com as atividades econômicas realizadas na região de Porto Rico, que são a agricultura, pelo uso de insumos, e a construção civil e extração de areia, que são responsáveis pela grande movimentação de poeira e despejo de entulhos contendo sílica, além de transportes fluviais através dos afluentes e da formação geomorfológica das ilhas, que são compostas por areia e argila, as quais contêm sílica.

O comportamento hidrogeoquímico de um elemento pode ser estabelecido com os valores referentes à temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez e alcalinidade por amostra de água.

As variações de temperatura podem estar relacionadas com o lançamento de efluentes, remoção da vegetação marginal, aumento do florescimento de plantas aquáticas, matéria orgânica em suspensão e turbidez da água. Os valores de potencial hidrogeniônico (pH) variam em função das cargas de elementos que recebem no processo de intemperização das rochas, lançamento de efluentes industriais e domésticos, acúmulo de lixo nas localidades, absorção das características dos solos e influência das atividades agrícolas do entorno. A condutividade elétrica é vista como indicador de pureza ou da carga solúvel das águas. Seus níveis variam com a temperatura do clima local, quantidade de carga de solutos e sedimentos provenientes do lançamento de efluentes e de outros rios e, variação dos valores de pH (ARAUJO, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se um levantamento/pesquisa bibliográfica em livros, periódicos, atlas e internet. Utilizando-se esta base, foram realizados trabalhos de campo para o município de Porto Rico (PR) para coleta de amostras de água nas proximidades das ilhas Mutum e Porto Rico, no Rio Paraná.

Para realização das coletas, foram utilizados: garrafas de polietileno de 1 (um) litro, um aparelho de GPS para registro dos pontos de coleta, um condutivímetro (para determinação da condutividade elétrica da água) e um peagâmetro (para verificação do pH). Para a determinação da concentração de cálcio e silício existente em cada amostra, foi utilizado da técnica laboratorial de ICP-AES (Espectrometria de Emissão Atômica com fonte de plasma de Argônio indutivamente acoplado), que identifica a presença do elemento químico e a medida de sua concentração (teor do elemento na água). O princípio fundamental da Espectrometria de Emissão Atômica consiste na ionização dos elementos a serem analisados pelo plasma indutivo de argônio.

A digitalização da área de estudo foi feita a partir de imagens de Satélite (imagens do sensor ETM+, bandas 1, 2 e 3 do satélite Landsat 7) utilizando-se o software Spring. Na elaboração da análise espacial de dados regionalizados foi utilizado o software Surfer 8.0, que trabalha com o método geoestatístico de Krigagem ordinária como padrão de análise (plotagem espacial dos resultados amostrais).

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Após a espacialização dos pontos de coleta (Figura 2) realizada nas proximidades das ilhas Mutum e Porto Rico, foi elaborado o quadro de dados obtidos das amostras de água (Quadro 1).

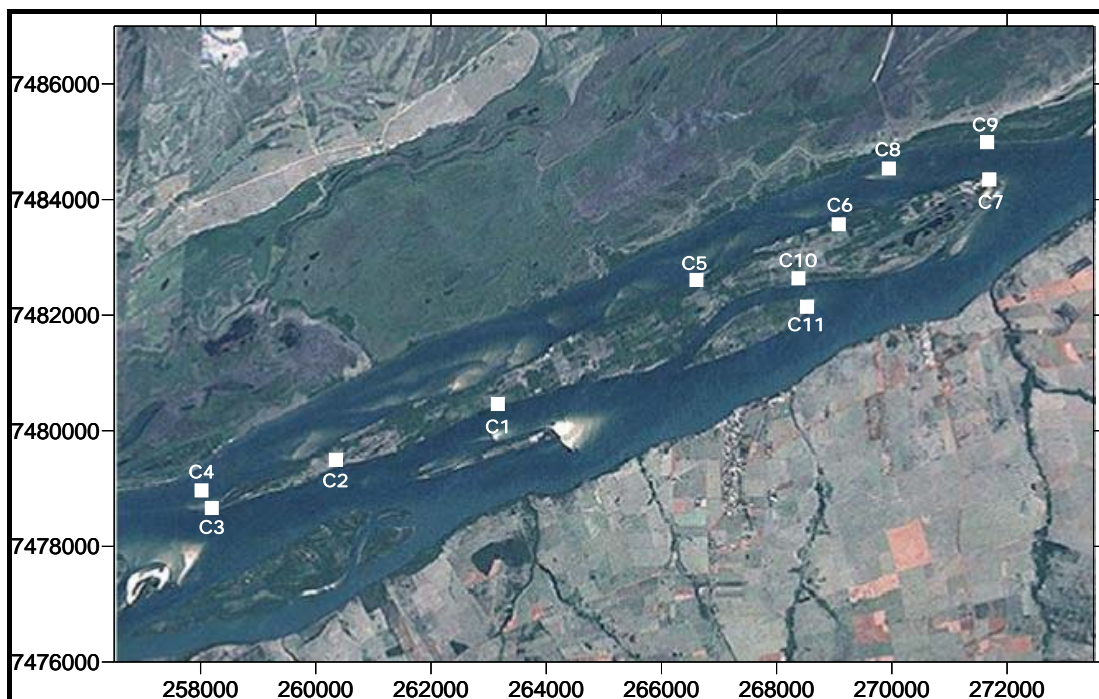


Figura 2. Pontos de coleta no entorno das Ilhas Mutum e Porto Rico.

Quadro 1. Dados obtidos das amostras coletadas.

Coletas	UTM (norte-sul)	UTM (oeste-leste)	Cálcio (mg/L)	Silício (mg/L)	PH	Temperatura (°C)	Condutividade Elétrica (uS/cm)
C1	263159	7480464	3.73	3,31	7.4	28,5	0.02
C2	260349	7479496	4.05	3,18	6.7	28,5	0.10
C3	258194	7478662	3.55	3,32	7.2	28,5	0.04
C4	258017	7478967	3.39	3,40	7.8	28,5	0.01
C5	266608	7482610	3.43	3,39	7.4	28,5	0.12
C6	269077	7483571	-	3,25	7,3	28,5	0,08
C7	271691	7482610	3.43	3,44	7.5	29,5	0.01
C8	269947	7484538	3.32	3,43	7.5	29,5	0.01
C9	271653	7484994	3.21	3,35	7.4	29,5	0.02
C10	268377	7482637	3.47	3,38	7.4	29,5	0.01
C11	268527	7482147	3.49	3,38	7.5	29,5	0.01

Potencial Hidrogeniônico

O pH (Potencial Hidrogeniônico) é a expressão numérica da acidez ou alcalinidade relativa de um sistema aquoso e refere-se à atividade do H⁺ e do OH⁻, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes (MINEROPAR, 2001).

O uso do solo pode ter um efeito importante sobre o pH das águas superficiais, em áreas cultivadas o uso do calcário e fertilizantes básicos pode contribuir para aumentá-lo (tornando-o alcalino).

De acordo com a Resolução N° 357 do CONAMA o pH de corpos de água onde haja pesca deve estar entre 6.0 e 9.0, ou seja, nas amostras coletadas registrou-se um pH variando entre 6.7 a 7.8, caracterizando um pH dentro das normas ambientais (Figura 3).

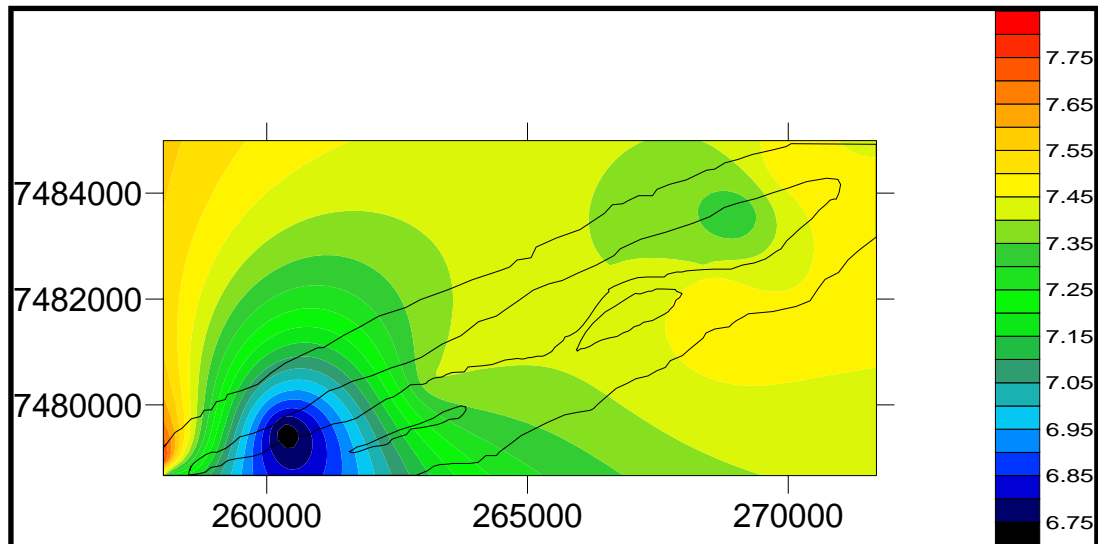


Figura 3. Representação espacial do pH nas Ilhas Mutum e Porto Rico.

De qualquer modo, observa-se uma diminuição do pH na parte sudoeste do arquipélago Mutum/Porto Rico, isto pode estar relacionado a concentração de matéria orgânica em decomposição nas pequenas áreas alagadas da região, aumentando a acidez da água. Em contra-partida, neste mesmo ponto, observa-se uma diminuição da concentração de silício e um aumento significativo nos teores de cálcio (Figura 5 e 6).

Condutividade Elétrica

Condutividade elétrica é a expressão numérica da capacidade da água em transmitir a corrente elétrica.

É medida em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e sua determinação demonstra a quantidade de sólidos de uma amostra (SEMA apud ARAUJO, 2006).

Geralmente a condutividade é medida com a água na temperatura de 25°C, pois a o valor aumenta com a elevação da temperatura, por isso é necessário anotar a temperatura de referência da água amostrada.

Nas amostras coletadas os valores obtidos variaram de 0,01 a 0,10 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 4).

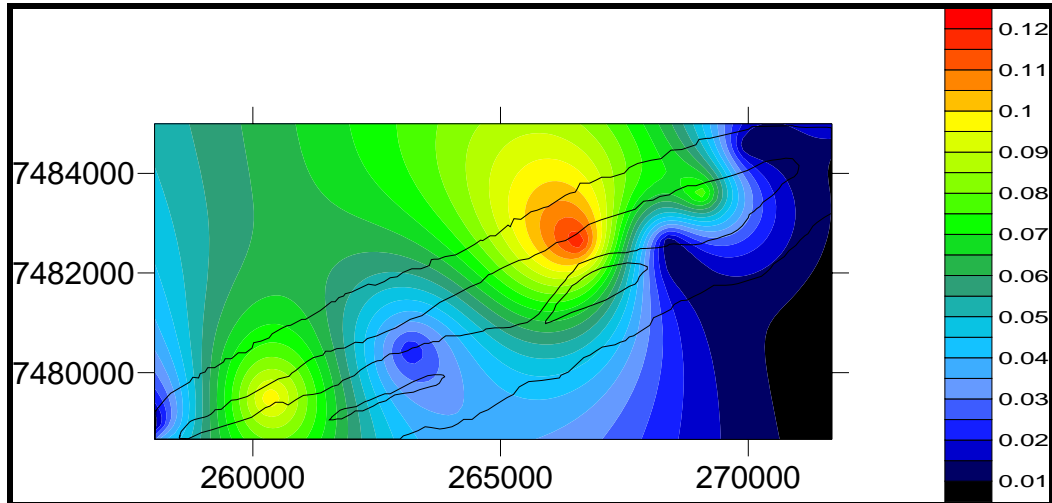


Figura 4. Representação espacial da condutividade elétrica nas Ilhas Mutum e Porto Rico, em uS/cm.

Em geral, níveis superiores a 100 uS/cm indicam ambientes altamente impactados, valor que não se enquadra na realidade da região de Porto Rico. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

Concentração de Cálcio (Ca)

Os resultados da distribuição do cálcio (Quadro 1 e Figura 5) se mostraram heterogêneos, variando de 3.2 a 4.05 mg/l, no entanto apresentando baixas concentrações. Os valores aumentam de nordeste para sudoeste, ou seja, a montante do arquipélago os níveis de cálcio são menores, enquanto à jusante os valores se elevam.

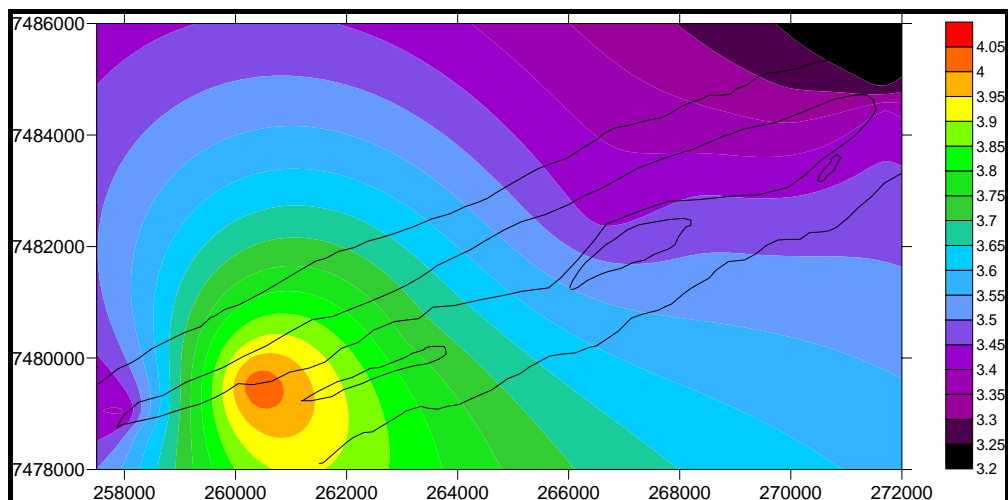


Figura 5. Representação Espacial da Concentração de Cálcio nas Ilhas Mutum e Porto Rico, em mg/L.

Concentração de Silício

Os teores obtidos para o Silício estão entre 3,18 e 3,44 mg/L. Porém, nenhuma legislação determinando os valores de toxicidade do silício em corpos d'água foi encontrada, o que está provavelmente relacionado com a ausência ou menor possibilidade de reação tóxica do elemento em ambiente aquático.

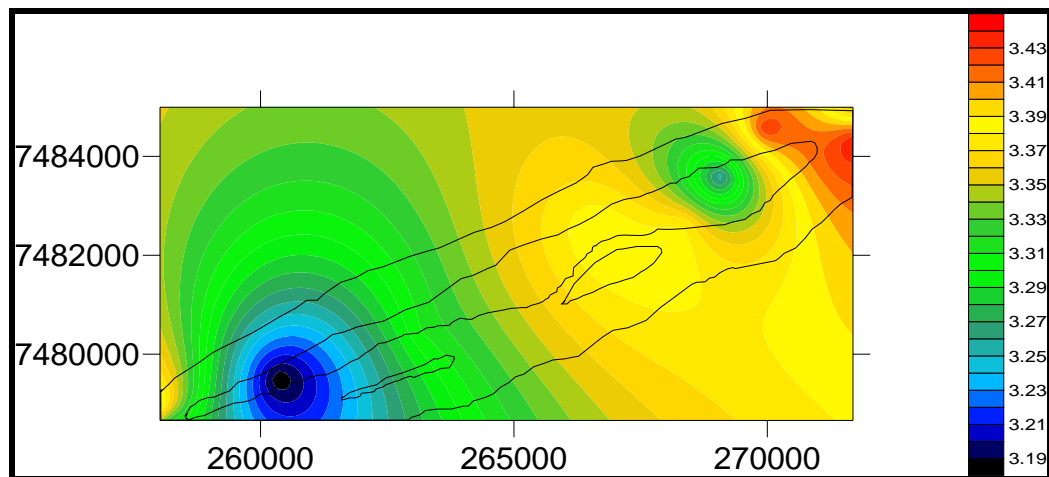


Figura 6 - Representação Espacial da Concentração de Silício nas Ilhas Mutum e Porto Rico, em mg/L.

Os valores das concentrações de Silício obtidos apresentam anomalia positiva no extremo leste da ilha Mutum e uma concentração crescente em toda ilha de Porto Rico. Na região oeste e nordeste da ilha Mutum, ocorrem anomalias negativas decorrentes de sua baixa disponibilidade nessas regiões.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através dos estudos do comportamento hidrogeoquímico do Silício e Cálcio nas águas do rio Paraná, nas localidades das ilhas de Porto Rico e Mutum, auxiliaram na avaliação de impacto à saúde coletiva sobre a população local, a qual não se apresenta diretamente influenciada pelas concentrações dos elementos na água, pois a grande maioria da população urbana da região consome água tratada ou proveniente de poços tubulares.

Com o crescimento da poluição decorrente da urbanização e industrialização acelerada e, também da possível relação existente com as usinas hidroelétricas da região, a água do rio sofreu modificações em sua composição, aumentando as propriedades físico-químicas maléficas à saúde humana e diminuído a qualidade de vida dos moradores da região.

Nota-se que a intensa atividade turística e pesqueira praticadas na região expõem de forma indireta, a comunidade local às águas do rio contendo anomalias geoquímicas citadas anteriormente.

Portanto verifica-se, a necessidade de estudos mais aprofundados a fim de caracterizar

as doenças registradas no município e região, respaldadas nas informações dos sistemas de saúde pública, contribuindo para uma ação política na área de saúde coletiva, principalmente através das Unidades Básicas de Saúde (UBS) com o intuito de realizarem trabalhos de conscientização e até mesmo de cuidados a serem tomados com relação à água do rio.

Devido à variedade de fontes naturais e artificiais dos elementos, por exemplo, em diversos tipos de alimentos e até na poeira, onde pode-se encontrar as causas de diferentes doenças como pneumonia, problemas cardíacos e ósseos, relacionadas ao silício.

Por motivo da ausência de legislação, que determina a concentração máxima permitida de um determinado elemento em um corpo d'água (Resolução 357 do CONAMA, 2005), pode-se concluir que o Silício e o Cálcio no ambiente aquático da região de Porto Rico, embora não sejam diretamente tóxicos, devem propiciar efeitos maléficos à saúde humana, como por exemplo, a baixa ingestão de cálcio na alimentação tende a promover a absorção de Cádmiu pelo organismo, gerando alguns tipos de danos à saúde.

Em síntese, embora as concentrações de cálcio (Ca) e silício (Si) não representem efeitos diretos sobre a população local, as barragens operantes influenciam significativamente os ecossistemas aquáticos e terrestres, alterando profundamente no processo de espacialização das atividades humanas na região de Porto Rico, a conformação do processo geoquímico observado nesta localidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura (Nupélia) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), e ao suporte financeiro propiciado pela Fundação Araucária do Estado do Paraná através dos projetos 9527/2006 e 13015/2008.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, P. R. de. **Interação hidrogeoquímica e geografia da saúde na bacia hidrográfica do Ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina – PR**. Dissertação de mestrado. Londrina. 2006. UEL.
- AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A.A.M. **Metais: Gerenciamento da toxicidade**. São Paulo, Editora Atheneu, 2003.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano1.cfm?codlegitipo=3&ano=2005>. Acesso em: 13/01/2008.
- FEITOSA, Fernando A. C.; FILHO, João Manoel. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Ed.: Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1997
- LIMA FILHO, O. F. de . **Silício na agricultura e saúde humana**. Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.cpa0.embrapa.br/Noticias/artigos/artigo1.html>. Acesso em: 17/11/2008.
- LIMA FILHO, O. F. de.; LIMA, M. T. G.; TSAI, S. M. **O Silício na agricultura**. Kp potafos – encarte técnico – informações agronômicas. nº 87. set./1999. Disponível em:

<[www.ipni.org.br/.../87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/\\$FILE/Enc1-7-87.pdf](http://www.ipni.org.br/.../87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/7759ddc6878ca7eb83256d05004c6dd1/$FILE/Enc1-7-87.pdf)>. Acesso em 19/11/07.

IBGE. **Geografia do Brasil**. v.2: Região Sul. Rio de Janeiro, 1990.

ITAIPU BINACIONAL. Estudo sobre carga suspensa na bacia do rio Paraná no período 1986 – 1988. 2v (Relatório interno). 1990. In: VAZZOLER, A.E.A de.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. (EDS.). **A Planície de inundação do alto rio Paraná**. Maringá: EDUEM: NUPÉLIA. p.3-46. 1997.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná**. 2a ed., Rio de Janeiro. José Olympio. 1958.

MENDES, Tatiana F. ; PINESE, José. P. P. ; FRANCA, Valmir De. ; SOUZA FILHO, Edvard. E. ; CORREA, G. T. . **Aspectos hidroclimáticos preliminares das ilhas mutum e porto rico no alto rio paraná**. IV Seminário Latinoamericano de Geografia Física - Geografia Física: Novos Paradigmas e Políticas Ambientais. Maringá, 2006.

MINEROPAR, **Atlas Geoquímico do Estado do Paraná**. Curitiba: Mineropar, 2001.

OMS. **Elementos traço para nutrição e saúde humanas**. Tradução Andréa Favano. São Paulo: Ed. Roca, 1998.

PINESE, J.P.P; STIPP, N.A.F.; OLIVEIRA, J. A geologia e os recursos minerais no curso inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi–PR. In: STIPP, N.A.F. (org.). **Sociedade, Natureza e Meio Ambiente no Norte do Paraná: A porção inferior da Bacia Hidrográfica do rio Tibagi**. Londrina: UEL, 2000.

SOUZA FILHO, E. E.; STEVAUX, J. C. **Geologia e geomorfologia do complexo Rio Baía, Curutuba, Ivinheima**. 1997. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997.

VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S. **A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM: Nupélia, 1997.