



INDICATIVOS PRELIMINARES DA GEOGRAFIA DA SAÚDE, AUXILIADA PELA GEOQUÍMICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DO ENTORNO DAS ILHAS MUTUM E PORTO RICO, ALTO RIO PARANÁ PR – BRASIL

Jacqueline Mahnic de Vasconcellos

jac_vasconcellos@hotmail.com

Eduardo Furuta Gonçalves

furuta.eduardo@gmail.com

José Paulo Peccinini Pinese

Geraldo Terceiro Correa

Valmir de França

Universidade Estadual de Londrina

Departamento de Geociências

Edvard Elias de Souza Filho

Universidade Estadual de Maringá

Departamento de Geografia

RESUMO

A área estudada encontra-se representada pela planície fluvial da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraná, que está localizada entre os Estados do Mato Grosso do Sul (MS) e Paraná (PR) - 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), Bismuto (Bi), Silício (Si), Ferro (Fe) e Estanho (Sn) 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. Os elementos químicos investigados têm sua inserção no meio aquático ligado a fatores tecnogenéticos e/ou antrópicos e geogenéticos. 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. Foram coletadas 11 amostras de água do rio Paraná nas proximidades das ilhas Mutum e Porto Rico, cujas concentrações se apresentam dentro dos valores máximos permitidos estabelecidos pela Resolução nº357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Discute-se ainda de modo tentativo, possíveis relações entre endemias cotidianas e a hidrogeoquímica local.

Palavras-Chaves: Porto Rico, Rio Paraná, Geografia da Saúde.

INTRODUÇÃO

No contexto mundial atual, verifica-se uma intensa busca por melhor qualidade de vida, tanto com relação à saúde fisiológica quanto ao ambiente onde se vive. No entanto, a adoção de um modelo de desenvolvimento baseado no consumismo acarretou transformações drásticas na relação entre homem e meio, onde se intensificaram as atividades extrativistas, industriais e agrícolas, alterando o modo de uso e ocupação do espaço.

Assim este trabalho tem como objetivo principal investigar a interrelação existente entre o ambiente aquático da região do município de Porto Rico e as condições de saúde

apresentados nesta cidade. Para tanto realizaram-se análises dos dados de concentrações dos elementos químicos Cálcio (Ca), Bismuto (Bi), Silício (Si), Ferro (Fe) e Estanho (Sn) presentes na água do rio Paraná, no seu alto curso, buscando tentativamente correlacionar com levantamentos sobre as doenças registradas no município.

A área de estudos abrange a região do município de Porto Rico juntamente com as ilhas Mutum e Porto Rico, situadas no trecho fluvial compreendido entre a foz do rio Paranapanema e a foz do Rio Ivinheima, na parte média do alto rio Paraná (Figura 1). Esta região se mostra bastante singular, pois se encontra no único trecho do rio a correr livre de barramentos, não obstante deva sofrer os efeitos de três usinas hidrelétricas que estão à jusante e à montante.

Espera-se que, ao levantar informações sobre as doenças registradas no município de Porto Rico e confrontá-las com os resultados das análises de água da área de estudo, possa-se constatar correlações entre a distribuição das anomalias hidrogeoquímicas, positivas e negativas, encontradas nas águas do alto curso do rio Paraná, e a saúde da população que ocupa esta parcela do espaço geográfico.

ASPECTOS DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO

A região investigada, é denominada como sub-unidade morfoestrutural Planalto de Paranaíba (Minerais do Paraná S.A – MINEROPAR, 2006), que situa-se no Terceiro Planalto Paranaense, inicialmente classificado por Maack (1968). Esta região ocupa uma área de aproximadamente 6.673,54 km², predominando na maior parte declividade inferior a 6%. Em relação ao relevo, apresenta um gradiente de 340 metros com altitudes variando entre 240 e 580 metros. As formas predominantes são topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V” aberto, modeladas em rochas do Grupo Caiuá, Formação Rio Paraná (FERNANDES et al., 2007).

Os principais rios desta região são o Paraná e o Paranapanema, onde este deságua no primeiro. O rio Paraná é um dos objetos de estudo desta investigação e dessa forma convém caracterizá-lo situando-o dentro de sua bacia hidrográfica. Este 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 2.800.000 km². No seu alto curso, o rio Paraná alaga uma área de aproximadamente 600.000 km² somente no Brasil (VAZOLLER et al. 1997).

Segundo Mendes et al (2006), o histórico climatológico da região de Porto Rico, seguindo a classificação de Köppen, se apresenta como 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.

A bacia hidrográfica apresenta como substrato geológico, em seu alto curso, constituição basáltica da Formação Serra Geral (JK) e arenítica das Formações Santo Anastácio e Caiuá, do Grupo Bauru (K) (VAZZOLLER et al. 1997). Atualmente, Fernandes et al. (2007) designa os arenitos da Formação Rio Paraná, do Grupo Caiuá. 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.

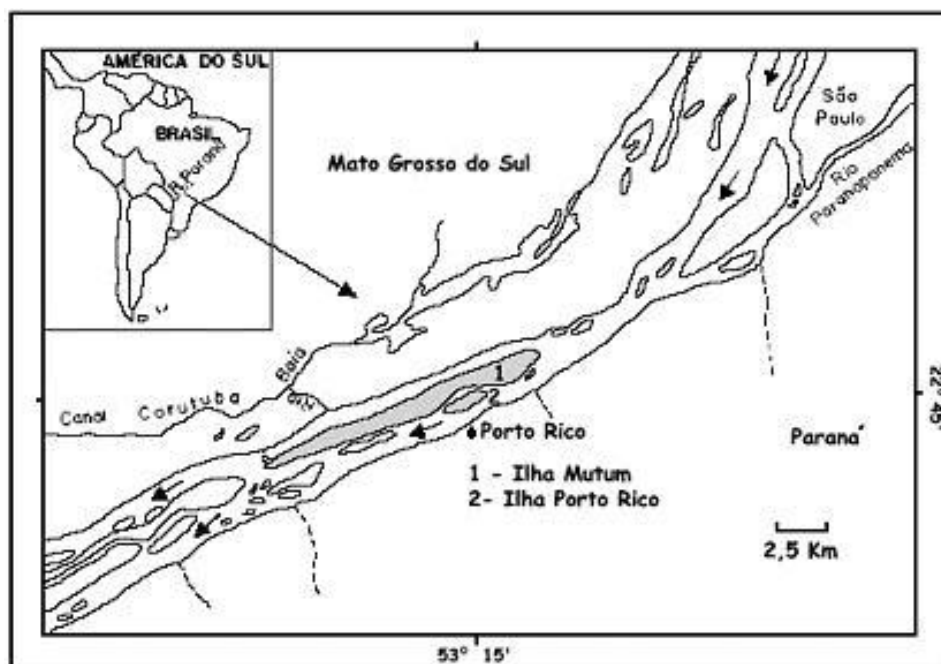


Figura 1 - Ilhas Mutum e Porto Rico, defronte a sede do Município de Porto Rico (PR).

Fonte: CORREA, (1998, p. 03)

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

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.

CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DOS ELEMENTOS

Cálcio (Ca)

O cálcio (Ca) ocorre principalmente nos minerais calcita, aragonita e dolomita, em rochas calcárias, sendo o plagioclásio e a apatita as maiores fontes de cálcio das 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 Ca reflete a abundância de calcita ou dolomita, e em alguns sedimentos detríticos, os plagioclásios são os principais hospedeiros de cálcio (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

O cálcio é um dos principais elementos para se definir a dureza da água, que é expressa em mg/L de CaCO_3 . Esta propriedade iônica é definida como a capacidade da água neutralizar o sabão pelo efeito do cálcio e alguns elementos como Fe, Mn, Cu, Ba, etc. No entanto a água dura pode ser bastante útil em alguns tipos de indústrias, como na produção de cerveja e de conservas alimentícias.

No corpo humano o cálcio é o mais importante constituinte dos ossos, paredes celulares e fluidos do corpo. Além de atuar no mecanismo de coagulação do sangue, controlar os impulsos nervosos e as contrações musculares. Sua carência provoca raquitismo e osteoporose e seu excesso provoca dores musculares, fraqueza, sede, desidratação, enjôo e pedras nos rins. Segundo os médicos ortomusculares, sua ingestão em demasia pode causar o envelhecimento da célula (MINEROPAR, 2001).

O cálcio é empregado como agente redutor nos processos industriais de obtenção de metais como tório, urânio e zircônio. Os compostos de cálcio são usados na fabricação de uma

enorme variedade de produtos que vai de tintas a fertilizantes. Em processos industriais como na curtição de couros e no refino do petróleo, utiliza-se o óxido de cálcio (CaO), sendo este último preparado pela decomposição térmica do carbonato de cálcio (CaCO₃).

O cálcio é benéfico à agricultura sendo essencial para o crescimento dos vegetais e a sua abundância em águas para irrigação tende a favorecer a redução dos perigos da alta concentração de sódio no solo.

Bismuto (Bi)

O Bismuto (Bi) é um metal considerado raro na crosta terrestre, sendo encontrado naturalmente no estado sólido. O bismuto é o menos tóxicos dos metais pesados, embora alguns estudiosos não concordem que este elemento seja mesmo inserido nesta categoria, devido a sua baixa emissão de radiação.

Segundo Winter apud Mineropar (2005), a abundância natural do bismuto, em ppb, é de 25 nas rochas crustais e 0,02 na água do mar. O bismuto é encontrado geralmente associado a outros compostos tais como a Bismita (Bi₂O₃), Bismutinita (Bi₂S₃), Bismutita (BiO₂CO₃), Emblectita (CuBiS₂) e mais raramente em estado nativo. A abundância do Bismuto em rochas sedimentares reflete principalmente a presença de detritos graníticos e matéria orgânica.

Artificialmente o bismuto é produzido principalmente como subproduto do refino do cobre e chumbo. O bismuto pode ser usado na produção de ferros maleáveis, como catalisador na fabricação de fibras acrílicas, na produção de cosméticos, e na detecção de fogo devido ao seu baixo ponto de fusão. Na medicina, as aplicações do bismuto vão desde o tratamento de úlceras estomacais, sífilis, espasmos gástricos e dispepsias até seu uso como antidiarréico (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Quanto a sua toxicidade o Bismuto é um dos metais pesados menos tóxicos da natureza e não apresenta função biológica conhecida. Apesar disto há a possibilidade de ocorrerem intoxicações através de altas dosagens de Bismuto, podendo provocar alterações renais e ocasionar lesões tubulares. Também pode atingir a pele e as mucosas, onde pode produzir eritema e pigmentação. Altas concentrações de bismuto no organismo também podem deslocar o chumbo do organismo para as vias de circulação sanguínea, causando os sintomas de intoxicação aguda por este metal (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Silício (Si)

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 (FILHO, 2007).

Segundo Filho (2007), o Si 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.

Os riscos à doenças como artrite degenerativa, arteriosclerose, enfraquecimento das unhas e envelhecimento precoce podem aumentar devido à deficiência de Si no organismo (FILHO, 2007).

A deficiência do elemento nos animais produz deformidades do esqueleto e ossos periféricos, com articulações malformadas e conteúdo reduzido de cartilagem articular (ARAUJO, 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 (SiO₂) (FILHO, 2007).

Ferro (Fe)

Segundo Azevedo e Chasin (2003, p. 100), o Ferro puro é um metal branco-prateado, maleável, muito reativo e facilmente oxidável, sendo dificilmente comercializado nesta forma. O Ferro em pó é uma substância cinzenta e brilhante.

Depósitos de minérios de Ferro foram formados naturalmente por diferentes processos geológicos, intempéricos, hidrotérmicos, químicos e de sedimentação no decorrer do tempo. Os principais minérios de Ferro de ocorrência natural são hematita, limonita, magnetita e siderita, que aparecem ocasionalmente contaminados com silicatos complexos de Ferro. Aparecem também nas formas de sulfetos, óxidos, hidróxidos, carbonatos e silicatos (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 103).

O Ferro é utilizado principalmente nas indústrias metalúrgica, siderúrgica e automobilística, na fabricação de barras de aço, maquinário agrícola e implementos, aços inoxidáveis, de ligas metálicas, de ímãs, tintas, pigmentos, abrasivos, compostos para polimentos, na soldagem de metais e, como pó, atuando como catalisador em reações químicas. Dentre os produtos de aço derivados do ferro estão concreto armado, arames, vergalhões, telas, treliças alambrados etc. (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 106).

Azevedo e Chasin (2003, p. 108) apontam que as alterações nas variáveis físico-químicas como pH, salinidade e temperatura, tanto do meio aquático quanto terrestre, podem influenciar na composição do metal e modificar sua disponibilidade à absorção. Por isso, diferentes espécies vegetais e animais de hábitos aquáticos estão sendo estudados devido à sua importância como bioacumuladores de metais na redução desses elementos em rios, lagos e mares, revelando suas funções na cadeia alimentar.

No entanto, o Ferro é essencial para o desenvolvimento de plantas e animais, inclusive o homem, os quais estão suscetíveis à exposição do elemento, seja ela de origem ambiental, alimentar ou ocupacional.

Muitos alimentos e bebidas contêm Ferro, representando o principal meio de exposição ao homem. Para se estabelecer uma estimativa da necessidade mínima diária do elemento para uma pessoa são levados em conta fatores como idade, sexo, estado fisiológico e disponibilidade do metal no alimento, que varia de 10 a 50mg/dia (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 114).

Para adultos, é recomendada uma ingestão diária de 10-20mg de Fe e, no período de gravidez, de 30mg. Contudo, em períodos de maior necessidade de Fe (na infância, gravidez ou hemorragia) sua absorção é aumentada (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 116).

A absorção do ferro no organismo se dá principalmente nas mitocôndrias, nas células mucosas, nas porções superiores do intestino delgado, na hemoglobina, mioglobina, enzimas, fígado, baço, medula óssea etc., sendo responsável pela manutenção da homeostase celular, auxilia no transporte de oxigênio aos tecidos, entre outras funções (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 119).

O acúmulo demasiado de Fe no organismo pode ser atribuído à ingestão excessiva de alimentos e bebidas que contêm o elemento, ocasionando uma intoxicação aguda, geralmente de curto prazo e acidental, mas que acarreta vômitos sanguinolentos, ulceração gastrintestinal, danos hepáticos, falência renal e cirrose hepática, além de distúrbios endócrinos e cardiovasculares.

Tanto o excesso quanto a deficiência de Ferro podem levar à disfunção do sistema imunológico, com alterações nos órgãos linfóides.

A deficiência de Ferro pode causar anemia hipocrômica microcítica, alteração do metabolismo muscular, etc (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 120).

As fontes naturais de contaminação ambiental do Ferro são o desgaste natural das rochas contendo minérios de ferro, meteoritos e o escoamento superficial do metal. As fontes antropogênicas são as emissões pelas atividades de mineração, fundição, soldagem, polimento de metais, efluentes de esgotos municipais e industriais, uso de fertilizantes agrícolas etc. (AZEVEDO e CHASIN, 2003, p. 110).

Segundo Azevedo e Chasin (2003, p. 113), a presença de Ferro em águas que entram no sistema de captação e que são destinadas ao consumo humano, não está relacionada diretamente aos motivos de saúde. O que se observa é que a presença de microorganismos filamentosos que utilizam compostos de Ferro na obtenção de energia para seu crescimento nessas águas, está relacionada à alterações no padrão da água potável, que inclui aumento da turbidez, modificação de paladar, odor, presença de espuma, aparecimento de ferrugem em instalações sanitárias e nas roupas lavadas e obstrução nas canalizações, bem como pode modificar a cor e o gosto de produtos laticínios e bebidas.

Estanho (Sn)

Segundo Winter (apud Mineropar, 2005), o Estanho é um metal de estrutura cristalina sólida, de cor branca, apresenta bastante flexibilidade e leveza. Resiste ao ataque de água do mar, porém é atacado por álcalis, ácidos e sais ácidos.

De acordo com a OMS (1998, p.198), o Estanho não tem função bioquímica conhecida. Porém, Schwarz e cols. (apud OMS, 1998, p.198), descreveram propriedades diversas do Estanho que sugerem uma possibilidade de importância funcional na estrutura terciária de proteínas e bio substâncias.

É utilizado comercialmente na composição de ligas metálicas, incluindo solda, peltre, cobre, metais fusíveis e bronze, além de servir de revestimento de latas de bebidas e alimentos em conserva, prevenindo a corrosão do aço comum e na fabricação de tintas antiferrugem usadas nos cascos de navios. Quando pulverizado sobre vidros na forma de sal, produz películas condutoras de eletricidade usadas em painéis luminosos (MINEROPAR, 2005).

A inalação, ingestão ou contato com a pele de alguns compostos orgânicos de Sn podem interferir no funcionamento do cérebro e do sistema nervoso, causar efeitos adversos nos pulmões, dores de estômago, anemia e problemas nos rins e fígado (ATSDR apud MINEROPAR, 2005).

Segundo Winter (apud Mineropar, 2005), altas concentrações de Sn podem causar câncer e talvez mutações.

De acordo com Silva *et.al.* (2006, p. 9), a função e essencialidade do estanho sobre a saúde humana ainda é controversa, pois faltam estudos a respeito de sua deficiência, além de sua suposta participação no hormônio gastrina.

Mattos (2009) cita alguns efeitos decorrentes da exposição ao Sn, como pneumoconiose não fibrogênica, irritação severa e queimação da pele, danos renais e hepáticos, além de efeitos gastrointestinais, neuro, hemato e imunológicos. Pode também ser genotóxico e inibir a síntese do heme oxigenase.

Figueiredo (apud Araújo, 2006, p. 64), defende que o Estanho é necessário em nível de ultratraços e auxilia o crescimento.

Para os animais, sua deficiência provoca falta de crescimento, alopecia, resposta deprimida ao som, mudança nas concentrações minerais em órgãos variados. Seu excesso causa depressão, anemia e ataca o sistema nervoso central (ARAÚJO, 2006, p. 64).

As conseqüências da deficiência de Estanho em seres humanos precisam ser estudadas. No entanto, os exemplos de intoxicação do elemento após a ingestão oral são normalmente associados ao excesso de ingestão de alimentos contaminados por corrosão de latas revestidas de Sn (OMS, 1998, p. 198).

Devido à falta de estudos relacionados ao Estanho e seu comportamento sobre a saúde humana, não se pode avaliar as necessidades médias e normativas e estabelecer uma variação segura de ingestão do elemento para a população (OMS, 1998, p. 199).

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se, inicialmente, uma pesquisa bibliográfica em livros, periódicos, atlas e internet. A partir disso, 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 Alto Rio Paraná e juntamente com isso foram efetuados os registros de informações referentes às doenças registradas neste município através dos dados das Unidades Básicas de Saúde (UBS). Os dados de saúde foram cedidos pela Secretaria de Saúde do Município de Porto Rico, os quais encontram-se agrupados em planilha do software Excel.

Foram utilizados para a realização das coletas: garrafas de polietileno de 1 (um) litro, um aparelho 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 dos elementos existente em cada amostra, foi realizada uma análise em laboratório pela técnica de ICP-AES (Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma de Argônio Indutivamente Acoplado), a qual identifica a presença do elemento químico e a medida de sua concentração (teor do elemento na água).

A área de estudo foi digitalizada a partir de imagens de satélite (imagens TM, bandas 3, 4 e 5 dos satélites Landsat 5 e Landsat 7) através do software Spring 4.3. O software utilizado na análise espacial de dados regionalizados foi o 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 definição dos pontos de amostragem (Figura 2), foi elaborada um quadro com os dados analíticos das amostras de água (Quadro 1).

Amostras	UTM (norte-sul)	UTM (oeste-leste)	Cálcio (mg/L)	Bismuto (mg/L)	Silício (mg/L)	Ferro (mg/L)	Estanho (mg/L)
C1	263159	7480464	3.73	0.46	3,31	0.04	0.07
C2	260349	7479496	4.05	0.46	3,18	x	x
C3	258194	7478662	3.55	0.46	3,32	x	x
C4	258017	7478967	3.39	0.45	3,4	x	0.06
C5	266608	7482610	3.43	0.46	3,39	x	0.06
C6	269077	7483571	x	0.45	3,25	x	x
C7	271691	7482610	3.43	0.46	3,44	0.04	0.08
C8	269947	7484538	3.32	0.46	3,43	x	0.06
C9	271653	7484994	3.21	0.40	3,35	x	0.07
C10	268377	7482637	3.47	0.46	3,38	0.01	0.07
C11	268527	7482147	3.49	0.46	3,38	0.02	0.08

Quadro 1 – Dados obtidos das amostras coletadas. X= não detectado.

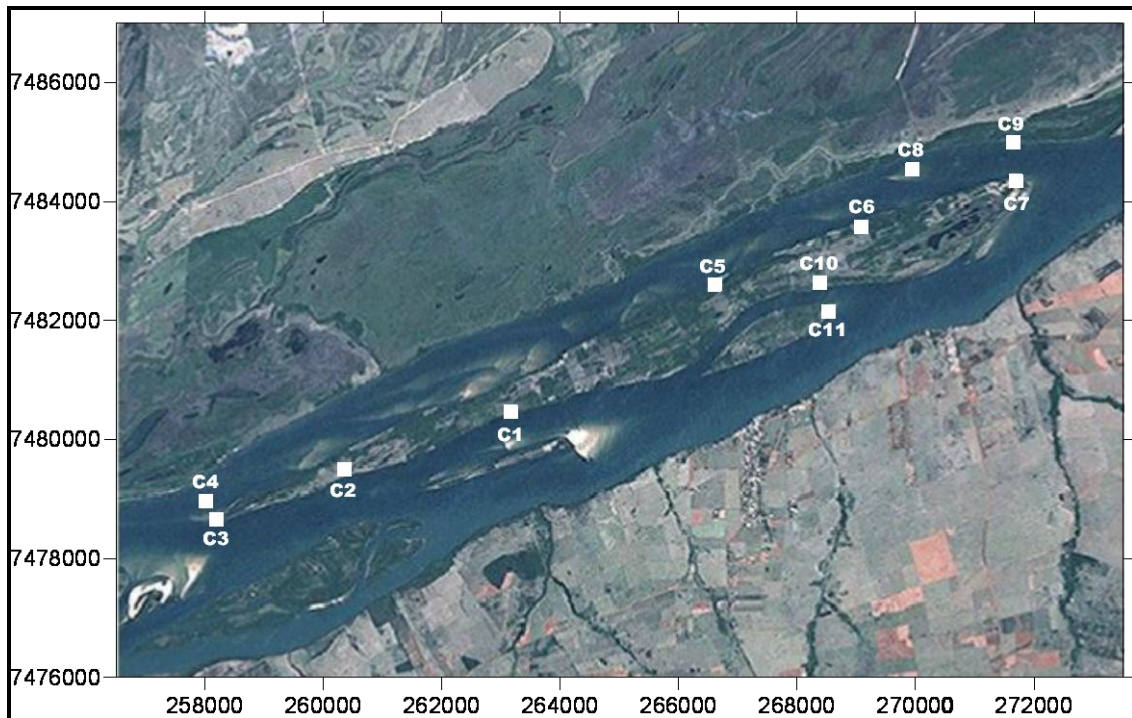


Figura 2 - Pontos de amostragem no Rio Paraná, nas proximidades das ilhas Mutum e Porto Rico – PR.

Os resultados da distribuição do cálcio (Figura 3) se mostrou bastante heterogêneo, variando de 3.2 a 4.05 mg/l, no entanto apresentando baixas concentrações, com média de 3,5 mg/L por amostra. 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. Verifica-se claramente uma queda abrupta na concentração de Cálcio na porção sudoeste do arquipélago, evidenciando uma anomalia hidrogeoquímica positiva.

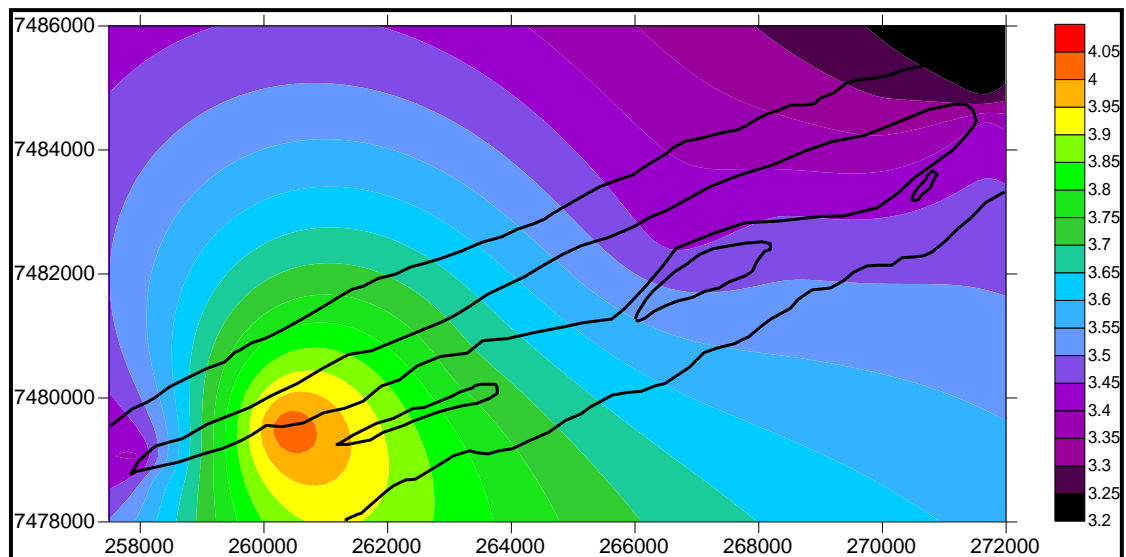


Figura 3 – Espacialização dos teores de Cálcio nas ilhas Porto Rico e Mutum – PR (em mg/L).

A partir da análise entre o quadro de dados (Quadro 1) e a representação da distribuição espacial da concentração de bismuto (Figura 4) verifica-se que os resultados obtidos de concentração de bismuto se apresentaram bastante baixos, permanecendo entre 0,40 e 0,46 mg/L, tendo uma variação de apenas 0,06 mg/L entre as onze amostras. No entanto

verificou-se uma abrupta diminuição da concentração de Bismuto, caracterizando uma anomalia hidrogeoquímica negativa, na porção nordeste do arquipélago. As concentrações de bismuto apresentaram uma média de 0,452 mg/L.

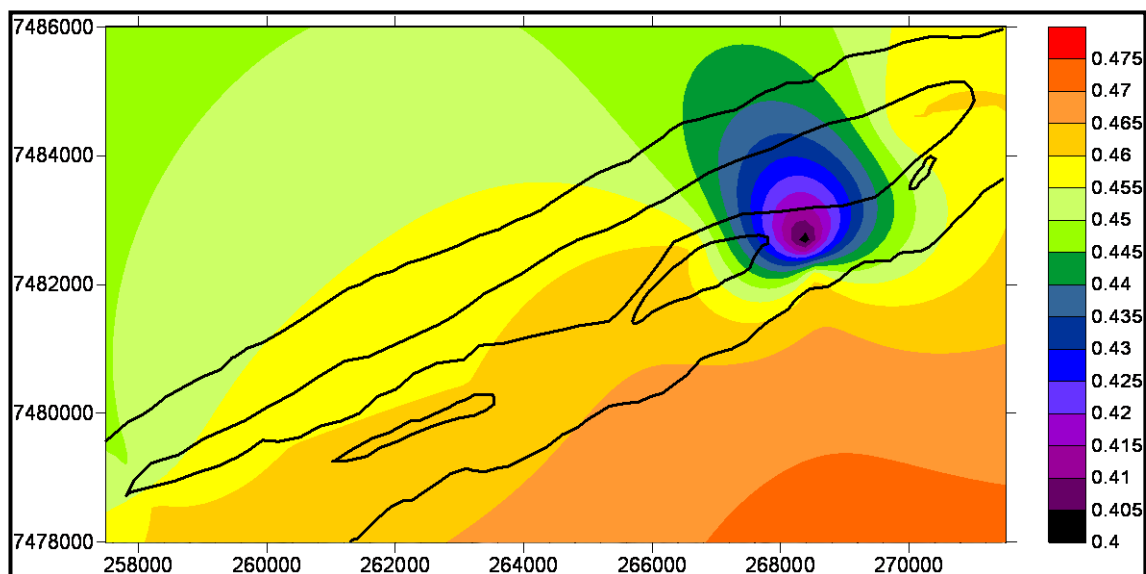


Figura 4 – Espacialização dos teores de Bismuto nas ilhas Porto Rico e Mutum – PR (em mg/L).

No entanto a falta de parâmetros legais ou oficiais, como a Resolução nº 357 (CONAMA, 2005), impossibilitou que esses dados fossem confrontados com os níveis máximos propostos para este tipo de situação.

Figura 5 - Espacialização dos teores de Ferro nas ilhas Porto Rico e Mutum – PR (em mg/L).

Os resultados mensurados dos teores do Ferro apresentaram-se entre 0,01 e 0,04mg/L. O mapa da distribuição geográfica do Ferro (Figura 5) denota uma anomalia negativa na margem esquerda da Ilha Mutum, valor que se mostra crescente ao se aproximar das extremidades das ilhas, tanto à montante quanto à jusante.

Segundo a Resolução 357 (CONAMA, 2005), os valores máximos para o Ferro solúvel em águas doces de classes especial, 1 e 2, destinadas ao abastecimento doméstico, recreação de contato primário e irrigação de culturas, é de 0,3mg/L.

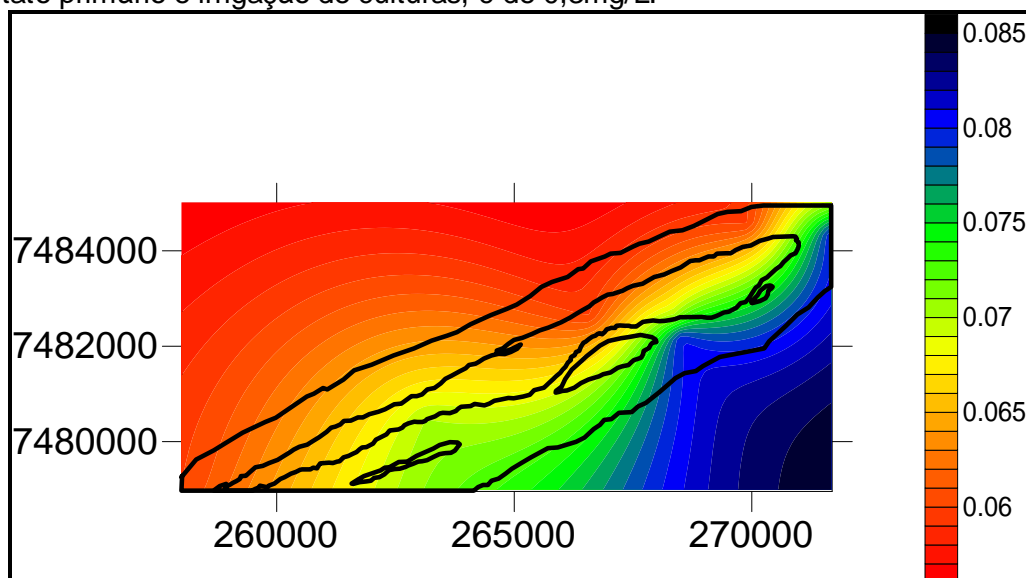


Figura 6 - Espacialização dos teores de Estanho nas ilhas Porto Rico e Mutum – PR (em mg/L).

No mapa das concentrações de Estanho (Figura 6), os teores que se apresentam entre 0,06 e 0,08mg/L, decrescem da margem esquerda para a margem direita das ilhas, apresentando uma variação dos mesmos por toda a extensão destas.

O CONAMA (2005) não determina nenhum valor para o elemento Sn em qualquer classe de águas doces, salinas ou salobras. Contudo, estabeleceu o valor máximo de 4,0mg/L de Sn total como padrão de lançamento de efluentes (CONAMA, 2005).

De acordo com a Compilação de Padrões Ambientais (CETESB apud SANTOS, 1997, p.100) o valor determinado para o elemento Estanho nas águas de classes 1, 2, 3 e 5 é de 2,0mg/L.

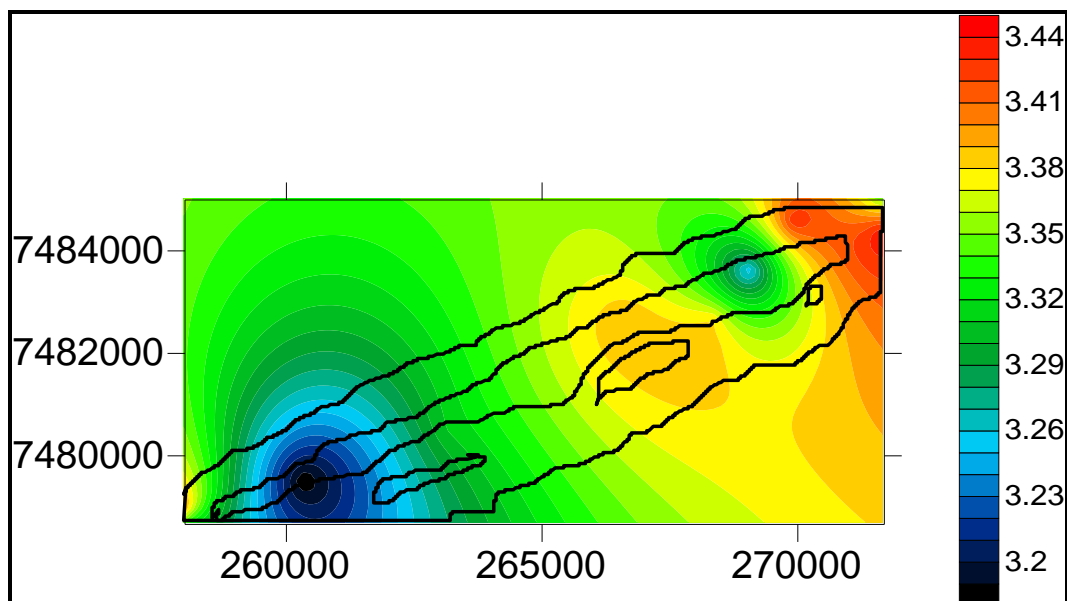


Figura 7 - Mapa das concentrações de Silício nas ilhas de Porto Rico e Mutum – PR (em mg/L).

Os valores obtidos para o Silício estão entre 3,18 e 3,44 mg/L (Figura 7). 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.

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. Por outro lado, na região oeste e nordeste da ilha Mutum, ocorrem anomalias negativas decorrentes de sua baixa disponibilidade nessas regiões.

Os dados da UBS, organizadas no quadro das principais enfermidades/internamentos do município de Porto Rico (Quadro 2), no período de 2001 a 2007, apontaram como as causas mais frequentes dos internamentos doenças como calcrose renal, diarreia, entre outras. O quadro abaixo foi extraído de uma tabela geral que estão presentes todas as 42 enfermidades/internamentos registrados em Porto Rico no período estudado, no entanto apenas 9 casos representaram mais de 60% das enfermidades levantadas no município, verificando-se uma predominância de algumas enfermidades.

Sabe-se que elementos como o Fe, Sn e Bi, em algumas ocasiões, podem acarretar danos renais, hepáticos, cardíacos ou gastrointestinais devido à ingestão excessiva ou deficiente. Porém, não se pode afirmar que, no caso de Porto Rico, os elementos tenham alguma relação com as doenças verificadas no quadro, pois não se conhece as causas da origem das enfermidades.

Enfermidades/Internamentos Porto Rico - PR	Total por Ano								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total	Percentual
Diarréia e gastroenterite origem infec. presumível	28	0	19	5	22	3	0	77	7,86%
DPOC (doença pulmonar obst. crônica)	34	0	6	1	0	0	7	48	4,90%
Hérnia inguinal unilateral ou não especificado	14	3	6	0	12	0	0	35	3,57%
Insuficiência cardíaca	30	0	12	0	2	0	4	48	4,90%
Parto Espontâneo (normal)	80	0	30	2	26	7	4	149	15,20%
Pneumonia bacteriana	41	10	2	1	15	9	1	79	8,06%
Trat. doenças crônicas vias aéreas inferiores (estado de mal asmático)	43	11	9	1	0	9	3	76	7,76%
Tratamento da pielonefrite (Pielonefrite obstrutiva crônica)	9	1	3	1	3	11	3	31	3,16%
Tratamento de calculose renal	30	4	4	0	14	4	1	57	5,82%
Total Parcial								600	61,23%

Quadro 2 – Principais enfermidades/internamentos do Município de Porto Rico (PR) no período de 2001 a 2007.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciaram a presença dos elementos químicos analisados nas águas da região de Porto Rico, embora alguns não tenham apresentado resultados em todos os pontos coletados, como o caso do Ferro, Estanho e Cálcio.

Ainda que alguns destes elementos não representem graves repercussões à saúde humana, como o Cálcio, Bismuto e Silício, sabe-se que a exposição, contato prolongado e altas ingestões pode provocar algumas alterações no organismo humano, mostrando sua relação com as questões de saúde da população local.

Contudo verificou-se que as concentrações de todos os elementos nas águas superficiais no entorno das ilhas Mutum e Porto Rico não atingiram níveis exorbitantes que possam representar riscos à saúde da população local. Visto que na Resolução Nº 357 do CONAMA de 2005 não dispõe dos níveis ou dados sobre a concentração de alguns dos elementos estudados, como o Bismuto, Cálcio e Silício.

Neste sentido, o quadro das doenças assinaladas mostram certa normalidade, exceto nos casos de doenças relacionadas aos rins, como a pielonefrite e cálculo renal, e aos pulmões, como a pneumonia e a DPOC. As doenças renais podem estar ligadas a possíveis relações com os elementos Fe, Sn e Bi, porém há uma necessidade de estudos mais aprofundados que possam revelar as relações entre as causas das doenças registradas no município e as alterações hidrogeoquímicas encontradas no alto curso do Rio Paraná.

Por fim, embora a concentração dos elementos não representem efeitos significativos sobre a população local devido ao consumo de água proveniente de poços tubulares, releva-se o contato dermal decorrentes das atividades turísticas da região, além da presença das barragens operantes que influenciam diretamente os ecossistemas aquáticos e terrestres, alterando profundamente no processo de espacialização das atividades humanas na região de Porto Rico, que servem de indícios para a necessidade de realização de estudos mais aprofundados no local.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pelo financiamento através do projeto nº 9.527/2006 e 13015/2008. Ao PROIC/PIBIC/CNPq/UEL, Departamento de Geografia e NUPÉLIA da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

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.

FERNANDES, Luiz Alberto; CASTRO, Alice Bonatto de; BASILICI, Giorgio. Seismites in continental sand sea deposits of the Late Cretaceous Caiuá Desert, Bauru Basin, Brazil. **Sedimentary Geology**, v. 199, p. 51 – 64, 2007.

FILHO, O. F. L.; 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 19/11/2007.

FILHO, O. F. L. **O silício é um fortificante e antiestressante natural para as plantas.** Disponível em: <<http://www.cpa0.embrapa.br/Noticias/artigos/artigo1.html>>. Acesso em: 17/11/2007.

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

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná.** 2a ed., Rio de Janeiro. José Olympio. 1968.

MATTOS, R.C.O.C. **Avaliação da exposição a estanho da população ribeirinha do rio Jamari, RO.** Disponível em: <<http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/pesquisa/projeto/index.php?id=1937>>. Acesso em: 27 jan 2009.

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. Minerais do Paraná S.A. **Geoquímica de solo – horizonte B:** Relatório final de prometo. Curitiba: Mineropar, 2005. v.2. p.185-188; 197-201.

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

_____. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.** Curitiba: Mineropar, 2006.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Elementos traço na nutrição e saúde humanas.** São Paulo: Roca, 1998. Trad. Andréa Favano.

SILVA, C.R. et.al. Geologia Médica no Brasil. In: SILVA, C. R. da. et.al. **Geologia médica no Brasil:** efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006. p. 6-14.

VAZZOLER, A.E.A.M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S.. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.** Ed.Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.