



## VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

### III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

#### HIDROGEOQUÍMICA APLICADA A SAÚDE: O USO DE DADOS HIDROGEOQUÍMICOS NO APOIO AOS ESTUDOS DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Naibi Souza Jayme ([naibisi@gmail.com](mailto:naibisi@gmail.com)) - UEL  
Heitor Matos da Silveira ([heitormsilvera@gmail.com](mailto:heitormsilvera@gmail.com)) - UEL  
Ângela Golono de Deus ([angelagolono@gmail.com](mailto:angelagolono@gmail.com)) - UEL

#### Eixo 01: Dimensões Teóricas e Metodológicas da Geografia da Saúde

##### RESUMO

As primeiras impressões e considerações de uma Geografia Médica são datadas das escritas de Hipócrates, considerado o pai da Medicina, em sua obra “*Dos Ares, Das Águas e dos Lugares*” onde ele visava estudar as ocorrências de doenças relacionadas ao meio no qual elas se manifestavam. Doravante, autores como Sorre, Lacaz, Pessoa, Ivo das Chagas contribuíram para o desenvolvimento dessa área da Geografia Humana. A Geografia da Saúde consiste na espacialização das doenças e nos estudos das ocorrências das mesmas, em apoio a órgãos de Saúde. A Hidrogeoquímica se pauta nos estudos da ocorrência de elementos químicos nas águas, sejam elas superficiais, sub-superficiais e subterrâneas, onde, em altas concentrações de alguns elementos, podem viabilizar doenças nas pessoas que consomem dessas águas, onde um clássico exemplo está nos estudos elaborados por Dissanayake e Chandrajith com a detecção de altas concentrações de arsênio nos aquíferos que abasteciam a região. Neste sentido, o presente trabalho versa numa abordagem teórica e metodológica das contribuições da Hidrogeoquímica nos estudos de Geografia da Saúde, onde os estudos se basearão em revisões bibliográficas e discussões teóricas, visando uma contribuição a essa área geográfica.

**Palavras-Chave:** Geografia; Geografia Médica; Geografia da Saúde; Hidrogeoquímica.

##### ABSTRACT

The first impressions and considerations about Medical Geography are dated from the written of Hippocrates, considered the father of medicine, in his work “*From Air, From Water and from places*” where he aimed to study the occurrence of diseases related to the environment where they bred. Hereinafter, authors like Sorre, Lacaz, Pessoa and Ivo das Chagas contributed for the development of this Human Geography area. Health Geography consists in the spatialization of the diseases and in the studies of their occurrence, in support for health government agencies. The Hydrogeochemistry is guided in the studies of the occurrence of chemistry elements in water, whether surface, sub-surface and groundwater, where, in high concentrations of some elements, can provide diseases in the population that consumes that water, which is a classic example the studies of Dissanayake and Chandrajith with the detection of high concentrations of arsenic in the aquifers that supplied the region. In this, the present paper aims a theoretical and methodological approach from the contributions of Hydrogeochemistry in the studies of Health Geography, where the studies will be based on literature reviews and theoretical discussions, aiming for a contribution for this geographic area.

**Keywords:** Geography; Medical Geography; Health Geography; Hydrogeochemistry



## 1. INTRODUÇÃO

Á água é considerada, por muitos, como o composto químico mais abundante e essencial à vida. Constituída quimicamente por duas moléculas de Hidrogênio (H) e uma molécula de Oxigênio (O), no caso,  $H_2O$ , ela está presente em todas as funções biológicas do corpo, tendo como principal responsabilidade a hidratação do corpo para seu melhor funcionamento. Com isso, desde o processo de evolução das sociedades antigas, os nômades procuravam os leitos dos rios para obter alimento (peixe) e para estarem próximas de terras férteis (período de cheias, a rio fertilizava o solo), como já fora exposta por Lewis Mumford, na sua obra *“Cidade na História”*. Neste sentido, temos a importância da água para a vida humana. Todavia, a água que ingerimos não é pura quimicamente, ou seja, em sua composição química, não se tem apenas  $H_2O$ ; temos a presença também de outros minerais que, dependendo de sua concentração podem ou não ser benéficos à saúde dos seres vivos.

As formas de ocorrência de águas na terra não são exclusivas de rios e lagos; temos águas em suas demais formas, como sólidas (geleiras) e gasosa (vapor d'água) e também, em diferentes mananciais, como rios e lagos (superficiais), lençóis freáticos (águas de subsuperfície) e águas subterrâneas (aquíferos subterrâneos). Dessa forma, os estudos das ocorrências dessas águas no espaço são realizados tanto pela Hidrografia, Hidrologia, Hidrogeologia e pela Geoquímica, mais precisamente, na Hidrogeoquímica.

No que tange a Hidrogeoquímica, o foco deste trabalho, tem que a mesma estuda a ocorrência de minerais e/ou elementos químicos na água subterrânea e se sua presença está vinculada ao tipo de rocha na qual as águas dos aquíferos estão confinadas. Como já exposto, concentrações elevadas de elementos químicos nas águas podem acarretar problemas diretos na saúde humana que consome dessa água, com isso, os estudos de Geologia Médica estão vinculados a isso, procurando entender os processos de contaminação dessas águas e fazer articulações com doenças na sociedade.

Historicamente, os estudos de Geografia Médica eram pautados apenas na espacialização das doenças (cartografia médica), a fim de se verificar como essas doenças se manifestam no espaço geográfico, tendo como primeiro teórico Hipócrates, que em sua obra *“Dos ares, das águas e dos lugares”* já considerava e apontava que era necessário fazer relações entre natureza e sociedade e da forma na qual a sociedade interage com a natureza, e vice-versa. Com as revoluções das ciências e a necessidade de se avançar nos estudos, há uma evolução na Geografia Médica, onde autores como Dutra (2011) e Akhtar (1991) consideram mudanças de uma Geografia Médica Ecológica para uma Geografia Médica Contemporânea, verificado por eles como Geografia da Saúde, que tem como seu



## VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

### III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

*São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.*

principal foco utilizar esses estudos das doenças e epidemias em apoio aos órgãos de saúde e condicionar melhores tomadas de decisões em planejamentos de saúde, onde um exemplo disso é o SUS. Todavia, há de se considerar que não apenas doenças são mapeadas e estudadas atualmente por geógrafos da saúde; pesquisadores como Márcia Siqueira de Carvalho, da UEL – Universidade Estadual de Londrina, realizam pesquisas relacionadas ao mapeamento e estudos da criminalidade e violência urbana, considerando que tais estudos servirão de apoio a órgãos de saúde, de polícia, melhorando a qualidade de vida na cidade.

Corroborando o exposto acima, o presente trabalho versa apontar considerações teóricas e metodológicas acerca das contribuições que os estudos hidrogeoquímicos podem proporcionar para a Geografia da Saúde, considerando aqui sua posição de auxílio no planejamento da saúde e melhores estudos a respeito das águas subterrâneas que, atualmente, tem sido utilizada como uma das, se não a, principal fonte de abastecimento público de água.

## **2. METODOLOGIA DE TRABALHO**

Por este trabalho se pautar em uma discussão teórica a respeito das contribuições que os estudos hidrogeoquímicos podem proporcionar para projetos de planejamento em saúde, destaca-se os materiais utilizados durante a pesquisa, na qual foram abordadas referências internacionais e nacionais que abordam discussões sobre Geologia Médica, Geografia Médica e Geografia da Saúde, assim como trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações e teses que possuem discussões teóricas concretas. Como métodos, consideraremos a leitura dessas referências para construção de uma discussão teórica acerca da temática, para fomentar as colocações e aplicações de dados hidrogeoquímicos para o planejamento em saúde.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Geologia Médica, Geografia Médica e Geografia da Saúde**

A Geologia Médica, de uma forma geral, tem como norte o estudo das anomalias geogenéticas nas águas, solos e etc., correlacionando as doenças provocadas por determinadas concentrações anômalas de elementos químicos, como Flúor, Arsênio, Bário, Nitratos e outros, tanto em águas superficiais, sub-superficiais e subterrâneas e em outros meios no qual existam concentrações de elementos químicos que possam vir a condicionar doenças na sociedade. De forma mais completa, de acordo com Silva, Figueiredo e De



## VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

### III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

Capitani (2013, p. 7), a Geologia Médica é “o estudo do impacto dos materiais e processos geológicos na saúde pública”. Ainda, os mesmo autores elucidam de forma bem clara que a Geologia Médica inclui

a identificação e caracterização das fontes naturais e antrópicas de materiais nocivos no ambiente, buscando prever o movimento e alteração dos agentes químicos, infecciosos e outros causadores de doenças ao longo do tempo e espaço, bem como compreender como as pessoas estão expostas a tais materiais e que pode ser feito para minimizar ou evitar tal exposição (SILVA, FIGUEIREDO, DE CAPITANI, 2013, p. 7).

A partir disso, podemos inferir que os estudos de Geologia Médica são pautados apenas na identificação dos impactos de processos geológicos e dos materiais deles na saúde pública, todavia, sem uma visibilidade mais completa da questão de saúde; por essa visibilidade, aponto aqui a questão do planejamento em saúde, o que, por muito tempo, foi uma das formas de estudo que foram concentradas pela Geografia Médica.

A Geografia Médica, de acordo com estudos de diversos autores, teve sua primeira prospecção com estudos de Hipócrates, na obra “Dos ares, das águas e dos lugares”, que, de acordo com Souza e Sant’Anna Neto (2008, p. 119) atribui-se a Hipócrates

a primeira tentativa de eliminar as causas sobrenaturais sob as doenças, atribuindo, assim, uma causa natural. A saúde resultaria de equilíbrios de elementos da natureza, que, na época, era contemplada por meio da combinação de quatro elementos – a terra, a água, o fogo e o ar – delineando suas propriedades: seco, úmido, quente e frio. Segundo o teórico, a doenças dever-se-ia ao desequilíbrio dos mesmos elementos.

Por muito tempo, essa máxima perdurou, sem alterações pertinentes nos estudos de Geografia Médica, conforme denotado por Pessôa (1960, p. 14). Todavia, como sempre acontece com as ciências, existem os períodos de dominação dos paradigmas, no qual os mesmos entram em processos de crise até uma possível revolução; com os estudos hipocráticos não foi diferente. Por um determinado tempo da história, as questões desenvolvidas por Hipócrates foram esquecidas com os trabalhos de Pasteur, onde, segundo Santos (2010, p. 45) “o argumento de Hipócrates da influência do meio físico sobre o homem e as doenças de que eles eram acometidos foram de certa forma esquecidas”. Ainda, Santos (2010, p. 46) denota que a importância da Geografia no estudo das enfermidades é notória, todavia, a produção bibliográfica estava mais voltada para a Medicina do que para Geografia, uma vez que, se seguirmos as definições de Lacaz, Baruzzi e Siqueira Júnior (1972, p.1), temos que

na Geografia Médica, o estudo do enfermo é inseparável do seu ambiente, do biótopo onde se desenvolvem os fenômenos de ecologia associadas com a comunidade a qual ele pertence. Quando se estuda uma doença, principalmente metaxênica, sob o ângulo da Geografia Médica, devemos considerar, ao lado do agente etiológico, do vector, do reservatório, do hospedeiro intermediário e do homem suscetível, os fatores geográficos



# VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

## III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

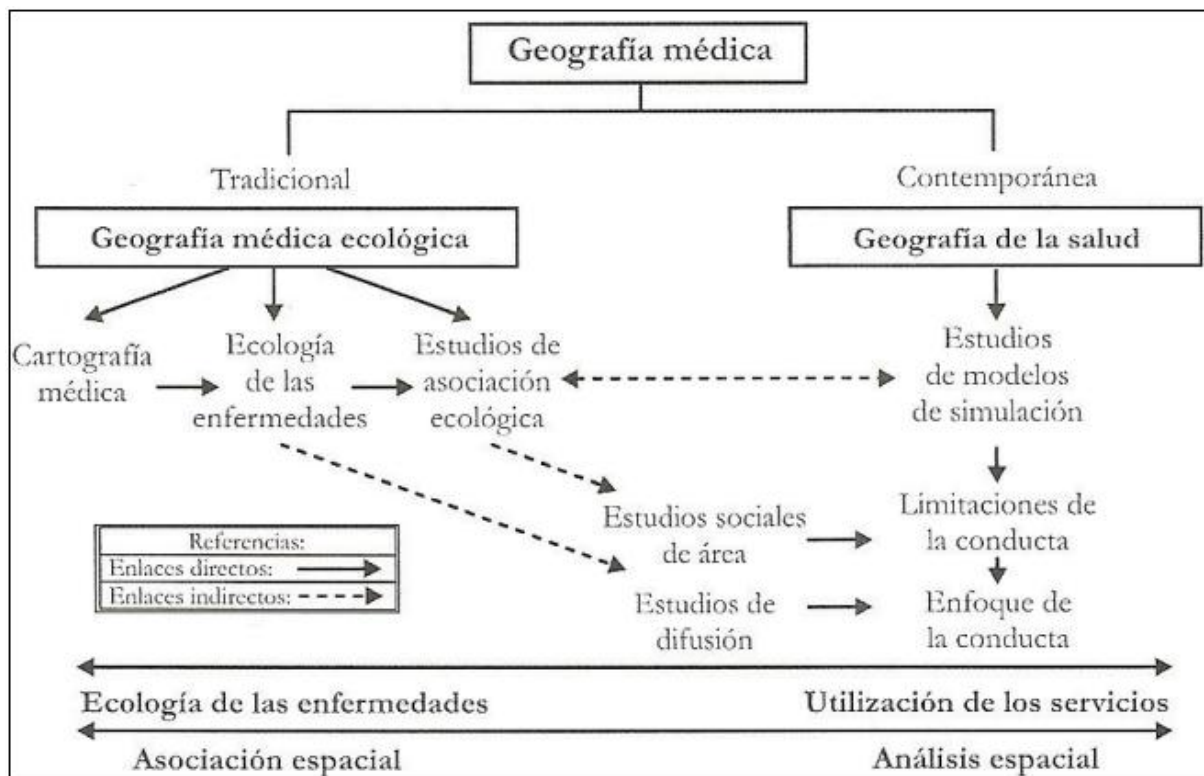
Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

representados pelos fatores físicos (clima, relevo, solos, hidrografia, etc.), fatores humanos ou sociais (distribuição e densidade da população, padrão de vida, costume religioso, superstições, meios de comunicação) e os fatores biológicos (vida vegetal e animal, parasitismo humano e animal, doenças predominantes, grupo sanguíneo da população, etc.). (grifo nosso)

Doravante, os estudos das ocorrências das doenças no espaço geográfico foram se aprimorando, onde foram implantadas técnicas cartográficas (aqui denominada de cartografia médica) que visavam a espacialização das doenças para poder se compreender como essas se manifestavam no espaço, este geográfico.

A partir dessas, os estudos de Geografia da Saúde nascem visando o suporte às instituições de saúde pública. Com isso, Dutra (2011, p. 71), o esquema criado por Akhtar (2001), Figura 1, aborda as semelhanças e os enfoques individuais da Geografia Médica Ecológica, considerada a tradicional e a Geografia da Saúde, considerada a Geografia Médica contemporânea.



**Figura 1** - Esquema elaborado por Akhtar (1991), mostrando semelhanças e enfoques ímpares da Geografia Médica e Geografia da Saúde. **Fonte:** Dutra (2011)

Dutra (2011, p. 72) define, a partir desse esquema de Akhtar (2001) que a

Geografia Médica Ecológica, neste caso, se encarregaria dos estudos relativos, a cartografia médica, ecologia das doenças e estudos de





## VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

### III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

*São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.*

associação ecológica com as doenças, marcada por uma forte cartografia médica herdada de antigas interrelações entre médicos e geógrafos.

No seguinte, Dutra (2011, p. 72) verifica que a Geografia Médica Contemporânea tem como base a

a análise espacial e geografia aplicada à utilização e acesso aos serviços de saúde, combinando o uso de modelos para melhor entender a ação humana. Em alguns casos, os estudos sociais e o enfoque dos processos de difusão vinculam a ciência tradicional à contemporânea.

A partir dessas colocações e das diferenciações dos objetos de estudo da Geologia Médica, Geografia Médica e Geografia da Saúde, podemos considerar que essas áreas de suas respectivas ciências (Geologia para Geologia Médica e Geografia para Geografia Médica e Geografia da Saúde), podemos inferir que apenas os estudos das ocorrências de doenças e das suas implicações na saúde não se faz de forma total, ou seja, não é completa. Consideraremos estudos completos, o ato de identificação, espacialização e contribuição de forma direta e/ou indireta para os estudos e planejamentos territoriais de saúde, de forma que os casos dessas doenças sejam amenizados a partir de políticas públicas mais concretas.

### **3.2 As concentrações anômalas de elementos químicos e suas implicações na saúde coletiva**

Nos últimos anos a hidrogeoquímica tem se introduzido de forma categórica nos estudos voltados a Geografia da saúde atuando como um instrumento de auxílio no planejamento e gestão da saúde pública. Trabalhos realizados em âmbito nacional e internacional tem destacado a importância do zoneamento hidrogeoquímico na identificação de áreas contaminadas e de possível risco a saúde humana.

A exemplo disso pode-se destacar os estudos realizados em Bangladesh onde a população sofrendo com os problemas de cólera nos anos de 1960 devido a contaminação das águas superficiais, recebeu financiamento de organizações não governamentais para realizarem a perfuração de poços em toda região, o que mais posteriormente trouxe graves danos a saúde da população tendo em vista que os poços foram perfurados em áreas de altíssimas concentrações de Arsênio que existe em estado natural nos solos e torna-se perigos quando presente em concentrações elevadas (DISSANAYAKE; CHANDRAJITH, 1999).

Levantamentos hidrogeoquímicos constataram que a gênese esta associada a própria estrutura geológica da área, aliada à atividades antrópicas, relacionadas a extração mineral e agricultura (SMEDLEY; KINNIBURGH, 2001). Cerca de cerca de 30 - 35 milhões de pessoas tiveram contato com os recursos hídricos subterrâneos contendo teores de



arsênio acima de 50 mg/L. Em algumas áreas do país, 90% dos poços utilizados para o abastecimento público, contem quantidades elevadas deste elemento químico. O que levou em meados da década de 1990 o diagnóstico de cerca de 200 mil pessoas com doenças de pele, incluindo hipopigmentação, queratose pilar e câncer de pele, ilustrada pela Figura 2, devido à ingestão de arsênio no país (SMEDLEY; KINNIBURGH, 2001).



Figura 2 - Ocorrência de câncer na população bangladeshiana por contaminação de Arsênio (As)

### 3.2.1 O caso do Flúor e a ocorrência de Fluorose Dentária e Fluorose Esquelética

A ocorrência de flúor em águas de abastecimento público tem chamado atenção de pesquisadores nos últimos anos. A inserção de flúor em produtos de higiene bucal, bem como no tratamento de águas utilizadas para o abastecimento público, tem sido praticada na intenção de promover melhorias significativas na saúde bucal. Contudo, diversos estudos tem apontado a ocorrência de sinais clínicos adversos associados à ingestão de teores elevados flúor (BURT, 1995; CANGASSU ET AL, 2002).

A população está exposta constantemente ao fluoreto, através dos próprios aspectos do meio físico. Entretanto a água caracteriza-se como a principal via de conexão entre os flúor e saúde humana. Este elemento ocorre geralmente em pequenas quantidades nas águas naturais, porém ocasionalmente devido algumas anomalias de origem geogenéticas, ou mesmo o aporte a partir de fontes antropogênicas podem aumentar substancialmente essa concentração (MARIMON, 2006).

A adição de flúor, pelos órgãos responsáveis pelo gerenciamento de água de abastecimento público, em recursos hídricos que já contenham quantidades elevadas de fluoretos naturais, devido à ausência de análises, pode ocasionar patologias associadas ao consumo elevado de flúor. A Organização Mundial da Saúde- OMS (1984) definiu em 0,79 mg/L o teor de flúor considerado como ideal na água potável para países tropicais. Segundo Pinese et. al. (2001) concentrações acima da recomendada nas águas ou nos alimentos podem causar patologias como a fluorose dentaria e esquelética.



## VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

### III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

A fluorose dentária se manifesta principalmente em crianças, durante a formação da arcada dentária, e caracteriza-se por alterações na cor do esmalte dos dentes, variando desde uma tonalidade esbranquiçada até manchas ou linhas opacas. Nos casos mais graves ocorrem manchas mais escuras, podendo haver uma perda estrutural, o que torna os dentes mais suscetíveis à erosões, que prejudicam a estética, causam dores, atrapalham na mastigação, propiciando também, em alguns casos a proliferação de cáries, podendo haver até mesmo a perda dos dentes (MARIMON, 2006). A Figura 3 ilustra uma série de manifestação da fluorose nos humanos.



**Figura 3** - Processos de fluorose dentária, indo dos dentes saudáveis até casos severos. **Fonte:** OdontoOnline

O quadro clínico da fluorose esquelética varia desde dores nas costas, no pescoço e pode até causar deformações irreversíveis nos ossos, como a calcificação dos ligamentos e a hiper-densidade óssea, gerando invalidez, sendo que doses excessivas podem ocasionar a morte. (GUIMARÃES, 2006). A Figura 4 ilustra um casos de fluorose esquelética



**Figura 4** - Ocorrência de Fluorose Esquelética. **Fonte:** Rotary International

Segundo destaca Cangassu (2002) os estudos epidemiológicos realizados em âmbito global, durante a década de 90 demonstram diferenças na prevalência da fluorose





dentária, que variam desde a quase ausência da doença até proporções maiores que 90%, em alguns países. Conforme pode ser observado na tabela 1, no Brasil, não foram encontrados na literatura, estudos que descrevem mudanças no perfil epidemiológico da fluorose dentária. Nos trabalhos publicados sobre a doença, têm-se prevalências entre zero até 97,6%, com grande variabilidade de acordo com as regiões (CANGASSU, 2002).

### 3.3 Hidrogeoquímica e suas contribuições à Geografia da Saúde

Como fora exposto acima, um estudo completo de Geografia da Saúde tem como finalidade a contribuição aos órgãos de saúde pública. Com isso, não é antiga estudos hidrogeoquímicos aplicados à saúde. A água em seu ciclo hidrológico percorre um longo caminho na qual passa por diversas etapas desde a evaporação dos oceanos, lagos e rios, precipitando e desaguando na superfície terrestre até atingir os mananciais subterrâneos, onde seu extenso percurso o condiciona a exposição aos efeitos de diversos meios de poluição e contaminação por ações antropogênicas ou até mesmo no próprio contato com a composição química da rocha e do solo que encontradas em quantidades superiores às permitidas para o consumo humano e animal pode causar sérios danos à saúde da população.

Conforme exposto por Cortecci (2006, p.11), os elementos geoquímicos estão presentes no meio ambiente em suas diferentes formas e composições onde as águas superficiais e subterrâneas representam um importante meio de conexão entre os elementos químicos das rochas e do solo em consonância com a fisiologia dos seres humanos evidenciando assim a importância dos estudos relacionados à hidrogeoquímica, “tendo em vista que a água é o portadora tanto de substância químicas úteis como prejudiciais a saúde onde são facilmente absorvidas nas células do corpo humano” (LIN, et al., 2004, p.4).

Dentro deste contexto os estudos relacionados à qualidade da água são fundamentais nos processos geoquímicos supergênicos<sup>1</sup> e como também no metabolismo e nas funções humanas (LIN, et. al., 2004 apud MENDES, 2012, p. 28), onde grande parte dos elementos geoquímicos presentes na água mostram-se essenciais para o desenvolvimento dos seres vivos (Tabela 1). Todavia, há de se considerar que tais elementos podem se tornar prejudiciais a saúde da população se levarmos em consideração o nível de concentração, composição e propriedades, além do tempo de exposição das substâncias químicas em contato com os seres vivos.

---

<sup>1</sup> Conforme Licht, (2001) o ambiente supergênico também denominado de superficial caracteriza-se pro baixas pressões e temperaturas, movimentos livre de soluções pela maior ou menor quantidade de oxigênio livre, água e CO<sub>2</sub>. Fazem parte desse ambiente os processos de erosão, intemperismo, sedimentação e diagênese precoce, dissolução, hidrólise e oxidação.



Tabela 1 - Alguns elementos considerados essenciais ao homem.

FUNÇÃO DOS ELEMENTOS CONSIDERADOS ESSENCIAIS AOS HUMANOS	
<b>Ca</b>	É o metal mais abundante no corpo humano na forma de fosfato de cálcio nos ossos e dentes. Participa da coagulação sanguínea, divisão celular e liberação de hormônios (Qtdd total média no corpo = 1.200 g)
<b>Cl</b>	Manutenção do equilíbrio hídrico e eletrolítico e secreções do corpo; digestão dos alimentos como ácido clorídrico no estômago (Qtdd total no corpo =95 g).
<b>K</b>	Manutenção do equilíbrio dos fluidos em nível intracelular (concentra-se dentro das células), participando da contração muscular e condução nervosa (Qtdd total no corpo =110-140 g).
<b>S</b>	Faz parte da estrutura da queratina, principal constituinte dos cabelos, unhas e camada externa da pele. Faz parte de várias enzimas essenciais ao metabolismo normal e da vitamina B1 (Qtdd total no corpo = 140 g).
<b>Co</b>	Constituinte da vitamina B12 envolvida na manutenção da integridade do sistema nervoso e na produção de glóbulos vermelhos.
<b>Cr</b>	Essencial para o metabolismo da glicose. Apesar de sua provável relação com desenvolvimento de diabetes no adulto, casos clínicos de deficiência humana desse elemento não foram ainda descritos.
<b>I</b>	Essencial ao funcionamento normal da tireóide, pois é constituinte dos hormônios tireoidianos, tiroxina e triiodotironina. A deficiência nutricional de hormônio é bastante conhecida como produtora de déficit de crescimento normal e sérios distúrbios mentais cognitivos.

Fonte: Silva et. al. (2006)

Os benefícios e malefícios dos elementos químicos no corpo humano estão associados à quantidade, ou melhor, a dosagem que determinado elemento representa para cada indivíduo e o efeito ou resposta que esta dosagem pode gerar. Como pode ser observado na figura 3 através da curva dose-resposta que representa a relação entre a dose e proporção da população que responde sobre a dose de um determinado elemento químico, mostrando que tanto a deficiência quanto o excesso destes elementos podem ser prejudiciais aos seres vivos (SCARPELLI, 2003).

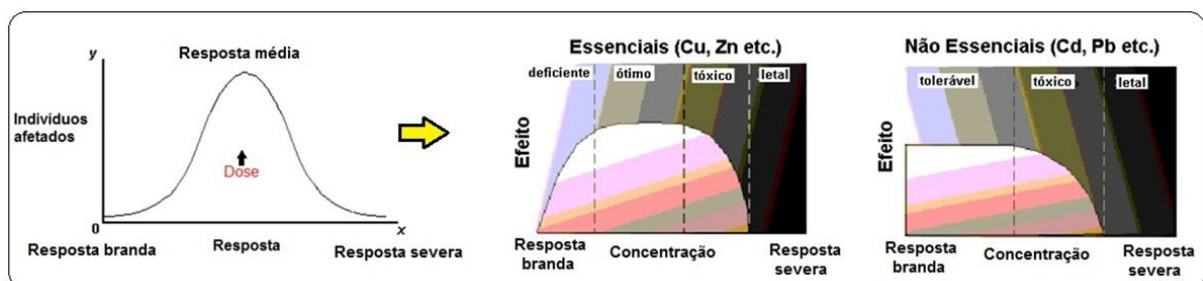


Figura 5 - Curva dose-resposta. Fonte: Cortecchi (2006)

Nas últimas décadas a exploração predatória dos recursos hídricos em demanda ao crescimento populacional levou os pesquisadores a incorporar as técnicas da



hidrogeoquímica como ferramenta de auxílio aos estudos da saúde, tendo em vista que água pode apresentar naturalmente concentrações de substâncias químicas

Sendo assim, a hidrogeoquímica possui ferramentas capazes de discriminar, nos vários sistemas, as contribuições químicas de origem natural das de origem antrópicas, contribuindo para o reconhecimento dos mecanismos de transferência dos elementos essenciais e dos tóxicos da geosfera (CORTECCI, 2006, p. 7), bem como identificar e quantificar as principais propriedades e constituintes químicos das águas superficiais e subterrâneas, procurando estabelecer uma relação com o meio físico (SANTOS, 1997).

#### 4. CONCLUSÕES

Conforme explicitado por meio de aporte teórico, a Geografia da saúde é um ramo que tem contribuído na espacialização, identificação e na busca das causas socioambientais de patologias. Para tanto possui um cunho interdisciplinar, valendo-se de conhecimentos e ferramentas de diferentes áreas do conhecimento que podem contribuir na melhoria das condições de saúde da população e auxiliar no planejamento e gestão dos órgãos de saúde pública.

A hidrogeoquímica tem sido uma importante ferramenta neste contexto, pois possibilita a identificação e quantificação de elementos e substâncias presentes nos recursos hídricos utilizados para o abastecimento público, e os possíveis prejuízos que tais concentrações podem causar à saúde coletiva. Por meio dos exemplos mencionados neste trabalho evidencia-se a necessidade de análises hidrogeoquímicas para verificar a qualidade físico-química dos recursos hídricos, antes de disponibiliza-los para a população.

Diante de tais constatações, conclui-se que a hidrogeoquímica tem muito a contribuir aos estudos da Geografia da saúde, principalmente no que concerne a identificação de áreas de risco a saúde humana e animal, orientando, conforme demonstrado, de forma efetiva os órgãos públicos do município de Itambaracá a pensar em políticas que visem à fiscalização e o monitoramento das águas de abastecimento público.

#### REFERÊNCIAS

CORTECCI, G. **Geologia e Saúde**. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/geosaude.pdf>> Acesso em: 20 maio 2013

DISSANAYAKE, C.B.; CHANDRAJITH, R. **Medical geochemistry of Tropical Environments**. Earth Science Reviews (Elsevier), n. 4, 1999.

DUTRA, D.A. **Geografia da Saúde no Brasil**: Arcabouço teórico-epistemológicos, temáticas e desafios. 2011. Tese (Doutorado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.



## VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA DA SAÚDE

### III FÓRUM INTERNACIONAL DE GEOGRAFIA DAÚDE

Geografia da Saúde: desigualdades socioambientais e promoção da qualidade de vida

São Luís (MA), 21 a 24 de outubro de 2013.

- GUIMARÃES, S.M. **Investigação da ocorrência de fluorose associada ao consumo de água subterrânea na região nordeste do estado de Goiás utilizando Sistema de Informações Geográficas**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Geoprocessamento) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás, Goiás.
- LACAZ, C.S.; BARUZZI, R.G.; SIQUEIRA JR, W. **Introdução à Geografia Médica no Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.
- MACEDO, J.S.R.; PORTELA, M.G.T. Doenças de Veiculação Hídrica: Estudo do tema na escola. In: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica, 2009, Belém. **Anais...** Belém, 2009
- MARIMON, M.P.C. **O flúor nas águas subterrâneas da formação Santa Cruz do Sul e Venâncio Aires, RS, Brasil**. 2006. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- MENDES, T.F. **A distribuição espacial das mortalidades no contexto da Geografia da Saúde e a Hidrogeoquímica do Aquífero Serra Seral, na Regional de Saúde de Cornélio Procópio (PR)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Centro de Ciências Exatas Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- PINESE, J.P.P.; ALVES, J.C.; LICHT, O.A.B. Anomalias Hidrogeoquímicas no município de Itambaracá (PR): Resultados preliminares. In: VIII Congresso Brasileiro de Geoquímica/I Simpósio de Geoquímica dos Países do Mercosul, 2001, Curitiba. **Boletim de Resumos do VIII Congresso de Geoquímica**. Curitiba, 2001, p. 88-88.
- PINESE, J.P.P.; ALVES, J.C.; LICHT, O.A.B.; PIRES, E.O.; MARAFON, E. Características geoquímicas naturais de águas de abastecimento público na porção extremo norte do Estado do Paraná, Brasil. In: XLI Congresso Brasileiro de Geologia, 2002, João Pessoa. **Anais...**, João Pessoa, 2002. p. 249-250
- PIRES, E.O. **Geografia da Saúde e Geologia Médica como instrumentos de planejamento e gestão em saúde ambiental: o caso das anomalias de flúor e da fluorose dentária em Itambaracá-Pr**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- SABESP. **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**. SABESP Ensina. Disponível em: <[www.sabesp.com.br/sabesp\\_ensina/basico/subterranea/default.htm](http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/basico/subterranea/default.htm)>. Acesso em: 16 maio 2013.
- SANTOS, A.C. Noções de hidrogeoquímica. In: FEITOSA, F.A.C.; MANOEL-FILHO, J (coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, 1997.
- SANTOS, F.O. Geografia médica ou Geografia da saúde? Uma reflexão. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 32, v. 1, p. 41-51, jan/jun. 2010.
- SCARPELLI, W. **Introdução à Geologia Médica**. São Paulo: I FENAG, IG USP, 2003. Disponível em: <[www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.html](http://www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.html)>. Acesso em: 30 abr. 2013.
- SILVA, C.R.; FIGUEIREDO, B.R.; DE CAPITANI, E.M. **Geologia Médica no Brasil**. Disponível em: < [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo\\_med2.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med2.pdf)> Acesso em: 20 maio 2013.
- SOUZA, C.G.; SANT'ANNA NETO, J.L. Geografia da Saúde e Climatologia Médica: Ensaio sobre a relação clima e vulnerabilidade. **Hygeia**, v. 3, n. 6, p. 116-126, jun/2008.