



RELAÇÃO ÁGUA E SAÚDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MARACANÃ, SÃO LUÍS-MA

Kerline Castro Amorim (kerlineamorim@hotmail.com) - UFMA

Jorge Hamilton Souza dos Santos (notlimah21@bol.com.br) - UFMA

Eixo 6: Riscos, Vulnerabilidades Ambientais e Geografia da Saúde

RESUMO

Com a globalização, a vida nas cidades está cada vez mais complexa, sem infraestrutura urbana adequada os problemas ambientais resultantes da degradação da água e do solo, tem impactado significativamente a saúde humana. Diante dessa problemática este trabalho tem por objetivo compreender as relações entre a qualidade da água e a saúde da população na bacia do rio Maracanã, através da análise e mapeamento das principais fontes de contaminação das águas subterrâneas visando subsidiar políticas de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Os procedimentos metodológicos constaram de: levantamentos bibliográficos, visitas de campo, amostragem das águas dos poços, interpretação e análise das imagens dos satélites IKONOS e SPOT – 5 do ano de 2008, para elaboração da carta temática das prováveis fontes de contaminação das águas subterrâneas. Foram amostrados cinco poços ao longo do percurso do rio Maracanã, sendo três poços na margem esquerda e dois na margem direita, os critérios adotados para seleção destes baseou-se no risco de contaminação em relação a provável fonte poluidora. As principais fontes encontradas na bacia do Maracanã foram: fossas negras, efluentes industriais, esgoto doméstico a céu aberto, postos de combustíveis, lixões e cemitério. Dentre os resultados encontrados observou-se a presença de águas contaminadas, indicando risco a saúde da população na bacia em análise. Foi encontrado elevado número de coliformes totais, em 4 poços coletados e a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em dois poços amostrados. Tal fato deve-se provavelmente à deficitária condição de saneamento básico do bairro ou a forma inadequada de construção e/ou manutenção dos poços.

Palavras-Chave: Água e Saúde. Poços cacimbas e tubulares. Fontes de contaminação. Bacia do Rio Maracanã.

ABSTRACT

With globalization, city life is increasingly complex, adequate without infrastructure urban environmental problems resulting from the degradation of water and soil, has significantly impacted human health. Faced with this problematic this paper aims to understand the relationship between water quality and health of the population in the Basin of Maracanã River, through the analysis and mapping of the main sources of groundwater contamination aiming subsidize policy of planning and management of water resources. The methodological procedures consisted of: literature surveys, field visits, sampling water of wells, interpretation and analysis of satellite images IKONOS and SPOT - 5 in 2008, for elaboration of thematic preliminary letter of the probable contamination sources of underground water. We sampled five wells along the route of the river Maracanã, three wells on the left and two on the right bank, the criteria adopted for selection of these was based on the risk of contamination in relation to the pollution source. The main sources found in the Basin of Maracanã were: black cesspools, industrial effluents, domestic sewage in the open, gas stations, dumps and cemetery. Among the findings found it was observed the presence of contaminated water, indicating risk the health of the population in analysis basin. Found high numbers of coliforms total in four wells



samples collected and the presence of fecal coliform and *Escherichia coli* in two wells sampled. This fact is probably due to deficient sanitation condition of the neighborhood or inadequate shape of construction and / or maintenance of the wells.

Keywords: Water and health. Wells Cacimba and tubular. Sources of contamination. Basin of Maracanã River.

1 INTRODUÇÃO

No limiar do século XXI a preocupação com as reservas hídricas de abastecimento público tornaram-se constante, afinal a degradação dos mananciais tem aumentado paulatinamente durante os anos, ocasionando escassez e má qualidade das águas. No entanto, a água é um bem importante, indispensável para a sobrevivência dos seres vivos e participa das funções que regulam os ecossistemas da terra. Desta forma, faz-se necessário a preservação e conservação dos mananciais em prol das atuais e futuras gerações, uma vez que a água constitui um recurso natural essencial ao desenvolvimento socioeconômico das diferentes nações.

De acordo com Brasil (2006), atualmente em nosso país, cerca de vinte mil crianças menores de cinco anos morrem de diarreias, vômitos e desnutrição, doenças que são causadas pelo consumo de água contaminada. As principais causas desse elevado número de vítimas encontra-se relacionado a falta de saneamento básico em aproximadamente 54% das residências.

Os despejos de resíduos industriais e domésticos nos recursos hídricos são as fontes principais de contaminação, acarretando a proliferação de agentes etiológicos de caráter infeccioso ou parasitário, sendo responsáveis pela alta incidência de doenças que afetam a população (principalmente crianças com enterites e diarreias), todavia esses agentes são veiculados pela água e podem ser de natureza biológica (vírus, bactérias e parasitas) ou química, ou seja, são derivados de poluentes químicos (NASCIMENTO; MOUCHREK FILHO, 1995).

As doenças de veiculação hídrica são causadas por microrganismos patogênicos que são transmitidos basicamente pela via fecal-oral (são excretados pelas fezes dos indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado). A ocorrência dessas doenças no meio rural é alto, devido principalmente à captação em poços velhos, rasos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e pastos de animais (Stukel et al, 1990). Por isso é imprescindível à avaliação da qualidade microbiológica da água, em virtude dela ser um importante meio de locomoção de doenças diarreicas infecciosas (Isaac-Marquez et al, 1994).



Nesta perspectiva, a bacia hidrográfica do rio Maracanã está passando por diversos problemas relacionados à poluição dos seus mananciais e aterros de suas nascentes em função da crescente ocupação desordenada. Tal fato vem contribuindo para a redução do volume das águas superficiais e subterrâneas, assim como para o aumento dos riscos de contaminação da mesma.

Diante dessa problemática, surgiu a necessidade de se realizar uma espacialização das fontes de contaminação das águas subterrâneas na bacia do rio maracanã, alertando para os riscos de contaminação e o impacto dessa contaminação nas águas de abastecimento da população. A partir da referida investigação pretende-se subsidiar estudos relacionados à qualidade das águas e a sua correlação com as doenças de veiculação hídrica na bacia hidrográfica em questão.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 Atividade de Gabinete

Inicialmente realizou-se o levantamento e análise do material bibliográfico e documental (fontes primárias e secundárias) onde foram consultados livros, artigos, científicos, dissertações, teses, e relatórios técnicos, portais eletrônicos, para subsidiar a execução da referida pesquisa. Posteriormente, realizou-se o levantamento e seleção do material cartográfico e das imagens de satélites de alta resolução da área de estudo. As referidas imagens foram importantes na determinação dos trabalhos de campo, na identificação das áreas a serem investigadas e na espacialização das fontes de poluição na bacia do Maracanã.

2.2 Trabalhos de campo

Para a realização da pesquisa, foram realizados trabalhos de campo para complementação dos dados e/ou informações relacionadas ao uso e ocupação do solo na bacia do Rio Maracanã. Realizou-se também o levantamento fotográfico dos aspectos considerados relevantes, coleta das águas dos poços e entrevistas não estruturadas. Os trabalhos de campo foram imprescindíveis para a obtenção das coordenadas geográficas objetivando o georreferenciamento das imagens de satélites, bem como a localização e plotagem dos poços amostrados e das prováveis fontes de poluição.

2.3 Atividades em Laboratório

2.3.1 Elaboração das cartas temáticas

A obtenção das coordenadas em campo dos poços e dos aspectos de interesse possibilitou a elaboração da carta temática, no laboratório de Geoprocessamento e Estudos Costeiros, das possíveis fontes de poluição das águas subterrâneas da bacia do Maracanã. A referida carta digital foi elaborada utilizando-se um mosaico composto pelas imagens de



satélite de alta resolução (IKONOS e SPOT-5) do ano de 2008. Nesta etapa utilizou-se o software ArcGis (versão 9.2). A identificação e delimitação das fontes de poluição foram realizadas através da interpretação do mosaico com a criação de *shapefile* do tipo *polygon* (digitalização manual na edição vetorial), onde foram plotados os pontos de coletas (*shapefile* do tipo *point*).

A partir do material selecionado e dos dados e informações obtidos durante os trabalhos de campo, realizou-se o mapeamento dos principais tipos de uso e cobertura do solo (postos de gasolina, oficina mecânica, cemitérios, lixões, agricultura, área residencial, desmatamentos, etc.) visando subsidiar a identificação das prováveis fontes de poluição e/ou contaminação que afetam a qualidade das águas subterrâneas na bacia do rio Maracanã.

2.3.2 Análise de água

Para determinação da qualidade das águas subterrâneas na bacia do rio Maracanã optou-se pela realização da coleta de águas dos poços distribuídos na bacia, levando em consideração os parâmetros microbiológicos (coliformes totais e coliformes termotolerantes), dentro dos critérios de potabilidade de acordo com a Portaria Nº 2914/11 do Ministério da Saúde, e das especificações dos padrões de qualidade da água subterrânea previsto na Resolução CONAMA nº 396/2008.

As amostras de águas foram coletadas em cinco poços distribuídos na bacia do Rio Maracanã ao longo do percurso do rio, sendo três poços na margem esquerda e dois na margem direita. O critério adotado de seleção dos poços baseou-se na vulnerabilidade a poluição apresentada. A partir destas análises, tornou-se possível começar a compreender as relações existentes entre os tipos de uso do solo na bacia e a qualidade das águas subterrâneas existentes.

A metodologia das análises bacteriológicas baseou-se na técnica convencional de Colilert e Tubos múltiplos, seguindo o padrão recomendado pelas normas descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1992).

A qualidade da água foi avaliada comparando os resultados obtidos das análises microbiológica com os valores máximos estabelecidos na Resolução CONAMA nº 396/2008 (BRASIL, 2008) e os critérios de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade conforme as Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).



Foto 1- Poço individual.
Fonte: Amorim e Santos, 2011.



Foto 2 – Poço coletivo.
Fonte: Amorim e Santos, 2011.

Com o aumento do número de habitantes a demanda por água tornou-se maior e as maneiras de apropriação deste recurso, muitas das vezes, não satisfazem os princípios básicos de proteção e conservação das águas superficiais e/ou subterrâneas. Desta maneira, vem ocorrendo em alguns casos o negligenciamento sobre os locais apropriados para construção dos referidos poços.

Em sua maioria, os poços são perfurados próximos as residências, que por sua vez, não possuem rede coletora de esgoto. Sabe-se então, que a concentração desse material no solo pode percolar até o lençol freático aumentando o nível de partículas, bactérias patogênicas, substâncias e gases dissolvidos responsáveis pela sua contaminação das águas.

Além disso, os poços construídos no quintal das residências (Foto 3) não apresentam o distanciamento mínimo de 30 m das fossas negras (Foto 4) e/ou banheiros improvisados (AMORIM; SANTOS, 2011), provocando a injeção de dejetos diretamente no solo. É de suma importância frisar que o aquífero da bacia do Maracanã é formado pela Formação Barreiras e Itapecuru, este primeiro caracteriza-se como raso, constituído por areia de granulometria fina a média, com intercalações de silte e argila do terciário, com espessura variável de 15 a 38 metros (PEREIRA, 2006). Portanto, bastante susceptível a contaminação.



Foto 3- Poço com caixa d'água ao lado de Banheiros.

Fonte: Amorim e Santos, 2012.



Foto 4 – Fossa negra.

Fonte: Amorim, 2012.

Apesar do uso de poços tubulares nas comunidades do Maracanã, ainda resiste os poços denominados de cacimbas e cacimbões com diâmetro de 1 a 2 m (AMORIM; SANTOS, 2011). A maioria destes possui revestimento de anéis de concreto. Porém ainda existem os poços sem revestimento, estes por sua vez, são mais propensos a ocorrência dos desmoronamentos, inundações e infiltração de águas contaminadas, principalmente quando localizados nas proximidades da planície de inundação do rio Maracanã.

Com a elaboração da carta das fontes de contaminação (Figura 2) evidencia-se a preocupação quanto a disposição de efluentes domésticos (uso generalizado de fossas sépticas ou negras e despejos de esgoto *in natura*) no solo e nas águas do rio Maracanã, uma vez que a citada bacia não possui sistema de drenagem em toda sua área, somente ao longo das principais vias de acesso do bairro Maracanã. Esse material lançado de forma irregular pode atingir as águas subterrâneas, contaminando as águas de abastecimento da população, que se utiliza do lençol freático raso, devido a sua disponibilidade e menor custo de captação.

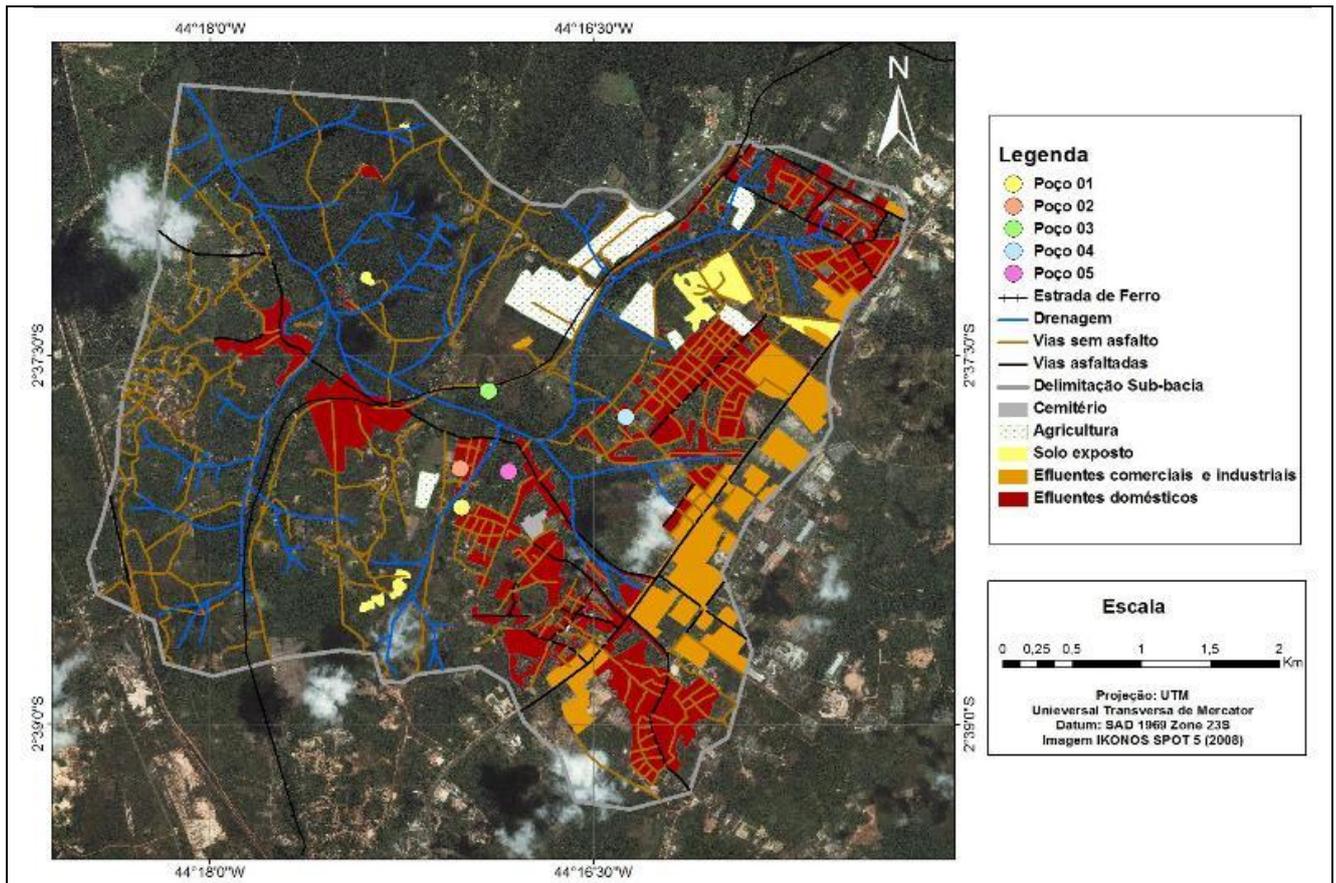


Figura 2 - Carta das prováveis fontes de poluição das águas subterrâneas da bacia do Rio Maracanã.

Fonte: Amorim e Santos, 2012.

Segundo Hirata (1994 apud Santos 2004) as instalações sépticas, quando bem construídas, manejadas e dispostas em locais adequados, são alternativas eficientes e de baixo custo. Mas, quando carecendo destes preceitos, poderão contaminar as águas subterrâneas com bactérias e/ou vírus patogênicos.

Outra problemática marcante visualizada na carta das fontes de poluição, diz respeito a crescente concentração de indústrias ao longo da BR- 135 a qual atravessa parte da referida bacia hidrográfica, na área limítrofe com o Distrito Industrial de São Luís.

Algumas destas indústrias, devido a acidentes e/ou falhas de operação podem lançar pelos esgotos reagentes químicos, produtos tóxicos e demais contaminantes responsáveis pela poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas da bacia Maracanã. É notório que as águas residuais dos processos industriais são ricas em substâncias químicas que podem alterar a DBO e a temperatura da água, causando mortandade e desequilíbrio na biota e consequentemente, diminuição da qualidade de vida da população local.

Conforme explicado por Carlos et al (2005) os efeitos dos resíduos sólidos industriais na saúde humana dependem de seu nível de exposição a diferentes substâncias



químicas, quantidade, o tipo de substância e a via de exposição. Sendo que as doenças mais comuns associadas a rejeitos industriais são lesões hepáticas, câncer, efeitos na reprodução, imunodeficiências, efeitos neurais, cardiopatias, doenças pulmonares e respiratórias, dentre outras.

Apesar da agricultura não possuir tanta representação na carta temática está também se potencializa como atividade impactante no solo e nas águas do Maracanã, pois os processos agropecuários geram resíduos que impactam os recursos hídricos e o solo; além de comprometer o abastecimento dos recursos superficiais e subterrâneos. Além disso, encontra-se na bacia do Maracanã, os cemitérios que são fontes difusas de contaminação por necrochorume e os resíduos sólidos, dispostos em lixões, que contaminam o solo através do chorume (líquido rico em micro-organismos e bactérias) e contribui para atração dos micro e macro vetores responsáveis pela proliferação de doenças.

Nas análises microbiológicas dos cinco poços da bacia do Maracanã, destinadas ao consumo humano foi possível identificar valores para coliformes totais que apresentaram resultados variados, desde baixo (P 02) a elevados (P 01 e P 03). Para os valores de coliformes termotolerantes (indicadores da contaminação de origem humana) os resultados deram positivos nos poços 01 e 02, e negativos nos poços 02, 03 e 04 (AMORIM; SANTOS, 2011). Todavia, nos poços 01 e 04 foi detectada a presença de *Escherichia coli* (AMORIM, 2012). Isto demonstra que alguns poços da área em análise já apresentam indícios de contaminação das águas destinadas ao consumo humano (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados das análises microbiológicas das amostras de água.

| Microrganismos | Poços | | | | |
|---|-------|-----|-----|-----|-----|
| | P 1 | P 2 | P 3 | P 4 | P 5 |
| Coliformes totais (NMP/100mL) | 93 | 9,1 | 93 | 75 | 43 |
| Coliformes termotolerantes (NMP/100mL) | + | - | - | - | + |
| Escherichia coli (NMP/100mL) | + | - | - | - | + |

NMP/100 mL: Número mais provável por 100 mL; + : positivo; - : negativo



Fonte: Adaptada de Amorim e Santos, 2011.

4 CONCLUSÕES

A bacia do Rio Maracanã constitui um importante recurso natural que nos últimos anos tem sofrido alterações na quantidade e qualidade de suas águas. São inúmeras as causas que provocam alterações nos recursos hídricos, mas uma das principais são as atividades humanas no tocante ao uso e ocupação do solo que contribuem diretamente para alterações no regime e qualidade das águas superficiais e conseqüentemente subterrâneas.

A contaminação das águas geralmente ocorre pela ocupação inadequada de áreas onde não são avaliados devidamente os riscos de contaminação dos aquíferos para a tomada de decisões no tocante a prevenção deste importantíssimo recurso natural.

Na bacia do Rio Maracanã pode-se observar que as principais fontes de poluição estão identificadas e mapeadas, e que os resultados preliminares das análises sobre a qualidade das águas subterrâneas, ainda não são suficientes, para determinar se há contaminação no local. Todavia, os resultados obtidos até o momento são preocupantes.

De uma maneira genérica, as análises microbiológicas das águas dos poços nesta pesquisa indicaram elevado número de coliformes totais em 4 amostras coletadas e a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em dois poços amostrados. A *E.coli* quando encontrada nas águas reflete contaminação das mesmas conforme disposto na Portaria Nº 2914/11 do Ministério da Saúde. Tal fato deve-se à deficitária condição de saneamento básico do bairro ou a forma inadequada de manuseio, construção e/ou manutenção dos poços.

Em síntese, para se alcançar a melhoria dos indicadores relacionados à saúde da população da bacia do Maracanã, faz-se necessário a solução dos problemas gerados pela falta do saneamento ambiental pelo poder público, bem como, uma maior sensibilização e colaboração, por parte dos moradores, no que se refere à redução significativa dos desmatamentos e do lançamento de resíduos sólidos nas proximidades dos recursos hídricos e nas áreas de recarga dos aquíferos.

REFERÊNCIAS

AMORIM, K. C. e SANTOS, J. H. S. dos. **Levantamento das áreas de risco de contaminação das águas subterrâneas na sub-bacia do Maracanã.** Cadernos de Pesquisas: UFMA. V.19. p.14-23. 2012.



AMORIM, K. C. e SANTOS, J. H. S. dos. **Levantamento das áreas de risco de contaminação das águas subterrâneas na sub-bacia do rio Maracanã**. Relatório final de Iniciação Científica (PIBIC/FAPEMA) – Curso de Geografia: UFMA. São Luís, 2011.

AMORIM, K. C. Análise **Preliminar das águas subterrâneas na sub-bacia do Rio Maracanã, São Luís - MA**. São Luís. Monografia de Graduação em Geografia, UFMA. 2012.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 16th ed. New York; 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n.2914 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, DF.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. **Resolução nº 396 de 03 abr. 2008**. Diário Oficial da União nº 066, 07 abr. 2008, seção 1, pag 64-68.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

CARLOS, G. A. M; CONSENZA, H. J. S. R; CONSENZA, O. N. Impacto Causado por Resíduos Sólidos Industriais – Baía de Guanabara. **Anais**. XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 2005.

CYSNE, A. L. N. e SANTOS, J. H. S. dos. **Caracterização das feições geomorfológicas, hidrológicas e de uso e cobertura do solo da bacia do rio Maracanã**. Relatório final de Iniciação Científica (PIBIC/FAPEMA) – Curso de Geografia: UFMA. São Luís, 2010.

ISSAC-MARQUEZ, A. P; LEZAMA-DAVILA, C. M; Ku-Pech R. P; TAMAY-SEGOVIA P. **Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche**. Salud Pública Méx 1994;36:655-61.

MORAIS, M. C. P. **Diagnóstico dos problemas ambientais do bairro Maracanã em São Luís – MA**: estudo de caso no Rio Pontilhão. São Luís: UFMA, 2000. (Monografia).

NASCIMENTO, A. R.; MOUCHREK FILHO, V. E. **Análise físico-química e bacteriológica da água**. Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água – PCQA, 2005.

PEREIRA, E. D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e aquífero do reservatório do Batatã – São Luís (MA)**. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2006.



SANTOS, M. G. dos. **Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas dos sistemas aquíferos sedimentares da região de Campos dos Goytacazes – RJ.** 2004. Dissertação (Mestrado em Metalogênese) – Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 2004.

STUKEL, T. A; GREENBERG E. R; DAIN, B.J; REED, F.C; JACOBS, N. J. **A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies.** Environ Sci Technol, 1990;24:571-5.