



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

Investigação Preliminar da Potencialidade de Contaminação nas Unidades Aquíferas da Bacia Hidrográfica do rio Almada (BA).

*Reinaldo Lorandi¹; Cláudio Jorge Cançado²; Adeilan Rocha Oliveira³ & Maria Eugênia Bruck de
Moraes⁴*

RESUMO – A investigação sobre a potencialidade de contaminação de aquíferos se apresenta fundamental para o planejamento de uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas, particularmente no que tange à expansão urbana. A produção de uma carta de unidades aquíferas é etapa fundamental neste processo de investigação. O presente trabalho teve por objetivo elaborar a carta de unidades aquíferas na bacia hidrográfica do rio Almada, escala 1:50.000. A bacia possui uma área de 1.560,7 km², abrangendo vários municípios. A produção da carta englobou a delimitação da bacia a partir das cartas topográficas, vetorização do mapa de substrato rochoso e sua reclassificação em unidades aquíferas. A carta de unidades aquíferas contém duas classes de aquíferos: granular (Formação Sergi; Formação Itaparica; Formação Candeias; Grupo Barreiras; Depósitos Aluvionares; Depósitos Flúvio-Lagunares e Terraços Marinhos); fraturados (Complexo Almandina; Complexo Ibicaraí; Complexo São José; Granitóide Ibirapitanga-Ubaitaba; Rochas Metabásicas; Suíte Intrusiva Itabuna); e aquíclodo (Grupo Ilhas e Formação Urucutuca).

ABSTRACT– The Aquifer potential contamination investigation is a crucial data base for land uses planning in watershed basins considering urban expansion. Defining aquifer units is a fundamental step in this process of investigation. In the present work, we produce an aquifer units chart for Rio Almada basin at 1:50.000 scale. This water basin encompasses 1,560.7 km² area, involving many municipalities. Aquifer units chart production involves delineation of Rio Almada watershed from topographic maps, vectorization of bedrock map of the basin and your reclassify for generating

1) Geólogo; Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos; São Carlos (SP); e-mail: lorandi@ufscar.br.

2) Engenheiro civil e sanitário; Instituto de Geoinformação e Tecnologia – IGTEC/MG e Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG; Belo Horizonte (MG); e-mail: claudiocancado@gmail.com.

3) Bacharel em Geografia pela UESC; Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) do Estado da Bahia, Salvador (BA); e-mail: adeilanrocha@gmail.com.

4) Bacharel em Ecologia; Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual de Santa Cruz; Ilhéus (BA); e-mail: eugeniabrick@hotmail.com

aquifer units. The resulting 1:50.000-scale aquifer unit chart exhibit two groups of aquifers: granular (Formação Sergi; Formação Itaparica; Formação Candeias; Grupo Barreiras; Depósitos Aluvionares; Depósitos Flúvio-Lagunares e Terraços Marinhos); fractured (Complexo Almandina; Complexo Ibicaraí; Complexo São José; Granitóide Ibirapitanga-Ubaitaba; Rochas Metabásicas; Suíte Intrusiva Itabuna); and aquiclude (Grupo Ilhas e Formação Urucutuca).

Palavras-Chave – Bacia Hidrográfica, Unidades Aquíferas e Potencial de Contaminação

1 – INTRODUÇÃO

A preocupação com a disponibilidade da água e com a sua qualidade para atender às necessidades antrópicas tem se mostrado cada vez mais premente nos últimos anos. Com o aumento da população mundial e com o consequente aumento das necessidades humanas por bens e serviços, o uso da água para subsistência e como insumo para milhares de produtos se intensificou. Advindo deste uso, a geração de efluentes líquidos domésticos e industriais, os quais têm sido descartados comumente no solo ou nos corpos d'água, tem gerado a contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos. Segundo Franco (2010), as interferências antrópicas no meio físico tem sido motivo de apreensão nas últimas décadas, sendo crescente a preocupação com o sistema ambiental, principalmente o hídrico. Logo, enfatiza o autor op.cit., “as alterações nos diferentes componentes do ambiente, podem resultar na alteração da qualidade da água e da funcionalidade do sistema, alterando o seu estado de equilíbrio dinâmico, sendo esta intervenção maior ou menor em função das características intrínsecas do ambiente, ou seja, da fragilidade ambiental”.

Assim, conservar os recursos hídricos se mostra de suma importância para a sociedade, pois a água se mostra como elemento essencial para a sustentação da vida e das mais diversas atividades humanas. Todo o manancial disponível, seja ele superficial ou subterrâneo, deveria ser preservado para a garantia da existência de água em quantidade e qualidade. Entretanto, o que se tem observado é exatamente a visão oposta, isto é, os mananciais superficiais existentes têm sido sistematicamente contaminados, além dos mananciais subterrâneos, devido a um processo de uso e ocupação do solo sem planejamento e controle por parte do Poder Público, mesmo com toda o arcabouço ambiental existente.

Logo, desde 1997, em função da Política Nacional de Recursos Hídricos, buscou-se ampliar o planejamento e gestão dos recursos hídricos definindo-se a bacia hidrográfica como elemento básico deste processo. Para tal empreitada, o conhecimento do ciclo hidrológico e do balanço hídrico se apresentam fundamentais, além do controle da quantidade e da qualidade da água.

Portanto, o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas, com base na definição estabelecida por Tucci (1993) apud Lorandi & Cançado (2005), devem: a) incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o hídrico; b) adotar uma abordagem de

integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase nos primeiros; c) incluir os objetivos de qualidade ambiental para utilização dos recursos, procurando aumentar a produtividade dos mesmos e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem.

Dentro da bacia hidrográfica, além dos mananciais superficiais, tem-se a água subterrânea, a qual percola o subsolo, que além de ser a fonte essencial de suprimento de umidade do solo e desempenhar importante papel na regularização dos fluxos fluviais, isto é, na manutenção da perenidade dos rios durante as estiagens mais prolongadas, pode formar grandes reservatórios subterrâneos de água (aquíferos) também considerados mananciais para as diversas necessidades antrópicas.

Analisando-se este potencial como manancial e como mantenedora dos mananciais superficiais, tem-se que, segundo Rebouças (1997), a reserva brasileira de água subterrânea, estimada em 112.000km³ de água doce, apresenta-se em três contextos hidrogeológicos distintos: a) áreas de rochas cristalinas recobertas por espesso manto de intemperismo; b) áreas de rochas cristalinas com delgado manto de intemperismo; c) áreas de rochas sedimentares. Assim, a compreensão de como estas reservas se formam e se distribuem, mostram-se fundamentais para o planejamento e gestão das bacias hidrográficas.

Logo, o mapeamento das unidades aquíferas em bacias hidrográficas pode ser de grande valia no processo de compreensão do sistema hídrico e com base para um processo de tomada de decisão sobre o planejamento e gestão de bacias hidrográficas. Assim, o presente trabalho busca desenvolver o mapeamento das unidades aquíferas da Bacia do Rio Almada, visando auxiliar no controle e ocupação do solo, nesta importante bacia hidrográfica, no intuito de se buscar a preservação das áreas de recarga dos aquíferos, além da não progressão dos processos de contaminação e consequente inservibilidade do uso de suas águas subterrâneas.

2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo do presente trabalho corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Almada (BHRA), parte integrante da Bacia do Atlântico Leste, que abrange uma área de 1560,7 km², possui um perímetro de 332,4 km, é classificada como de 3ª ordem e está inserida total ou parcialmente nos municípios de Almadina, Coaraci, Ibicaraí, Barro Preto, Itajuípe, Itabuna, Ilhéus e Uruçuca, todos usuários, completamente ou em parte, da água desta bacia.

O clima da área de estudo, segundo a classificação de Köppen, apresenta três (3) domínios climáticos, distribuídos na parte costeira (Af – clima tropical superúmido, com precipitação do mês mais seco superior a 60mm, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e precipitação média anual de 1813mm), na parte central (Am – clima de monção, sendo úmido com precipitação

do mês mais seco inferior a 60 mm, com temperatura média do mês frio superior a 18°C, precipitação média anual de 1595 mm) e na parte oeste (Aw – clima tropical com estação seca de inverno, com precipitação superior a 750 mm anuais, caracterizados por apresentar um inverno seco e precipitação média anual de 1041 mm).

O clima da área de estudo, segundo a classificação de Köppen, apresenta três (3) domínios climáticos, distribuídos na parte costeira (Af – clima tropical superúmido, com precipitação do mês mais seco superior a 60mm, com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C e precipitação média anual de 1813mm), na parte central (Am – clima de monção, sendo úmido com precipitação do mês mais seco inferior a 60 mm, com temperatura média do mês frio superior a 18°C, precipitação média anual de 1595 mm) e na parte oeste (Aw – clima tropical com estação seca de inverno, com precipitação superior a 750 mm anuais, caracterizados por apresentar um inverno seco e precipitação média anual de 1041 mm).

A rede de drenagem que compõem a BHRA - com densidade de drenagem em torno de 1,56km/km², se diferencia em pelo menos dois setores, em função da estruturação do substrato rochoso. Na porção oeste, ocorre o predomínio do padrão em treliça e no restante da bacia ocorre, preferencialmente, o padrão dendrítico. O rio Almada possui 138 km de extensão e os principais afluentes da margem direita são o rio do Braço, o ribeirão do Boqueirão e o riacho Sete Voltas, enquanto na margem esquerda encontram-se o rio São José e os ribeirões de Jussara e Braço Norte.

Com relação a qualidade das águas em trechos do rio Almada, Franco (2010) e Souza (2013) concordam que: a) este apresenta variação espacial e temporal nas características físicas, químicas e microbiológica destas ao longo de seu percurso e que a diferenciação entre os trechos nessas variáveis dá-se, possivelmente, em virtude das atividades antrópicas e também às condições climáticas da bacia; b) os usos da água encontrados no rio Almada são preponderantes na alteração da qualidade de suas águas, uma vez que as populações utilizam o manancial como destino final para seus dejetos e atividades de lavagem de roupa, utensílios domésticos, entre outros.

De acordo com trabalho realizado por Gomes *et. al.* (2010), as cotas altimétricas distribuem-se entre 0 e 370 metros, com acentuado desnível entre a baixada litorânea (0 a 80 m) e as serras do Pereira e do Chuchu (180 a 370 m), localizadas na parte oeste da bacia; sendo que os topos de morros chegam a atingir 1050 m. Ainda segundo Gomes *et. al.* (2010), os domínios geomorfológicos da BHRA apresentam as seguintes áreas e porcentagens de distribuição espacial: Domínio das Serras e Maciços Pré-Litorâneos (588,0 km²; 36,3%), Domínio dos Tabuleiros Pré-Litorâneos (122,0 km²; 7,5%), Domínio dos Tabuleiros Pré-Litorâneos da Bacia Sedimentar do Almada (64,0 km²; 4,0%), Domínio da Depressão Itabuna-Itapetinga (724,0 km²; 44,7%) e Domínio Geomorfológico dos Depósitos Sedimentares Quaternários (122,0 km²; 7,5%).

Segundo Franco (2010), relatando os resultados da pesquisa pioneira de Almeida (1977), a

BHRA está inserida na unidade geotectônica denominada de Cráton São Francisco, de idade Proterozóica e pertencente ao Domínio geotectônico/geocronológico do Escudo Oriental da Bahia e, em menor extensão, à Província Costeira e Margem Continental. As unidades pré-cambrianas, agrupadas por Arcanjo *et al.* (1992), no chamada Domínio Coaraci-Itabuna, compreendem: a) Complexo Ibicaraí (conjunto de rochas gnáissicas granulitizadas Arqueanas; b) Suíte Intrusiva Itabuna (corpo batólito intrusivo, constituído essencialmente de rochas de composição sienítica; c) Granitóides Ibirapitanga-Ubaitaba (constituído de monzonito, quartzo-Monzonito, sienito, monzodiorito e gabrodiorito); d) Complexo São José (conjunto de rochas magmáticas granulitizadas representadas por metatonalitos, metagabros, metabasaltose metadioritos); e) Rochas Metabásicas (corpos tabulares de metagabros/anfibolitos; f) Complexo Almadina (formados por granulitos alumino-magnesianos, quartzitos e bandas metabásicas intercaladas). Quanto as Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, estas englobam: I) Sedimentos Mesozoicos (Cretáceo) da Bacia Sedimentar do Rio Almada, constituídos por: a) Fm. Sergi (arenitos finos a conglomeráticos de coloração parda); b) Fm. Itaparica (folhelhos, arenitos e siltitos); c) Fm. Candeias (folhelhos e siltitos, com finas intercalações de calcários, dolomitos e espessos corpos de arenitos maciços); d) Gr. Ilhas (arenitos finos a siltíticos e folhelhos); e) Fm. Urucutuca [segundo NETTO *et al.*, (1995)], constituída por folhelhos negros e siltíticos]; II) Sedimentos Terciários do Gr. Barreiras (predominantemente arenoso); III) Planícies Quaternárias, constituídos de: a) Terraços Marinhos; b) Depósitos Flúvio-Lagunares (materiais argilo-siltosos); c) Depósitos Aluvionares (areias e cascalhos).

As unidades de solos, identificadas por Franco (2010), são: ARGISSOLOS (48,73%), LATOSSOLOS (31,24%), LUVISSOLOS (8,56%), CAMBISSOLOS (7,79%), ESPODOSSOLOS (1,86%), NEOSSOLOS (0,8%), ORGANOSSOLOS (0,67%) e GLEISSOLOS (0,35%).

As principais classes de uso e cobertura do solo mapeadas foram: área urbana, solo exposto, corpos d'água, pastagem, cabruca, restinga, manguezal, mata ciliar e floresta nativa. Num estudo mais aprofundado, Moraes *et. al* (2012) mapearam os remanescentes da Floresta Ombrófila Densa e da Floresta Estacional Semidecidual existentes na BHRA com base nas métricas da paisagem, obtendo os seguintes resultados: que a BHRA ainda abriga fragmentos bastante representativos, visto que dos 58 fragmentos identificados, 8 têm área acima de 300 ha, 20 entre 100 e 300 ha, 21 entre 30 e 100 ha e 9 entre 3 e 30 ha. Com relação ao formato dos fragmentos, constatou-se que apenas 10% dos mesmos apresentam forma circular, indicando que os 90% restantes encontram-se susceptíveis ao efeito de borda, sendo que os mais alongados estão localizados no interior da bacia, provavelmente em função do avanço da pecuária extensiva nessa direção. Já quanto ao isolamento dos fragmentos, a análise da conectividade com borda expandida, através de simulações, permitiu identificar que a partir da distância de 200 m, 31 dos fragmentos poderiam ser conectados.

Com base em cartogramas na escala 1:2.500.000 [MENTE (2008a)], essa bacia hidrográfica apresenta porções territoriais na Província Hidrogeológica Escudo Oriental (subprovíncia Nordeste), caracterizada por apresentar valores de vazão média entre 1 e 3 m³/h.m⁻¹ e na Província Costeira (subprovíncia Recôncavo, Tucano e Jatobá), representada pelo aquífero Barreiras que apresenta muita alta a média favorabilidade hidrogeológica (vazão de 8,7 m³/h, capacidade específica de 3,16 m³/h.m⁻¹).

Em uma versão mais detalhada da distribuição das águas subterrâneas no Estado da Bahia (escala 1:1.000.000), nota-se, em estudos publicados por OLIVEIRA *et al* (2007) e MAIA *et al* (2009), que na bacia hidrográfica objeto de estudo encontra-se as seguintes características, do ponto de vista hidrogeológico: abrange áreas das classes aquíferas granular (porosidade intergranular) e cristalino (porosidade fissural); predomínio dos domínios hidrogeológicos Costeiro Atlântico e Salvador/Itabuna e qualidade da água considerada Boa, com base nos valores do IQNAS (Índice de Qualidade Natural das Águas Subterrâneas) e na escala adotada.

3 – METODOLOGIA - ELABORAÇÃO DA CARTA DE UNIDADES AQUÍFERAS

Os planos de informação georreferenciados utilizados no trabalho foram elaborados utilizando o software ArcGIS® 10.2. Após a articulação das cartas topográficas no citado software, realizou-se a delimitação da bacia do rio Almada, partindo-se da foz do manancial, seguindo-se perpendicularmente às curvas de nível e passando-se pelos pontos cotados. Na sequência, realizou-se a vetorização da rede hidrográfica.

A Carta de Unidades Aquíferas foi gerada a partir da análise dos perfis geológicos dos poços profundos perfurados na área de estudo, do Mapa de Substrato Rochoso (Figura 1) da bacia hidrográfica na escala de 1:100.000 (Oliveira & Moraes, 2014) e das cartas topográficas SD-24-Y-B-III (Ubaitaba), SD-24-Y-B-V (Ibicaraí) e SD-24-Y-B-VI (Itabuna), publicadas por Brasil-IBGE (1985).

Durante a etapa final da elaboração da Carta de Unidades Aquíferas, efetuou-se a reclassificação do Mapa de Substrato Rochoso, atribuindo a cada formação sua respectiva unidade aquífera ou aquícludo. A caracterização de cada uma das diferentes classes de unidades aquíferas, teve como base as definições contidas em IRITANI E EZAKI (2008), enquanto que a legenda seguiu as padronização contida em MENTE (2008b). No caso dos aquíferos fraturados, fatores como a alta ruptibilidade das rochas, a abertura de fissuras e a interconectividade, foram levados em consideração para classificar esse tipo de aquífero, com ou sem silicificação dos espaços planares e a plasticidade das rochas.

Para o cálculo das percentagens referentes a cada uma das unidades aquíferas em relação à área total da bacia hidrográfica do rio Almada, utilizou-se o módulo de cálculo de área do software

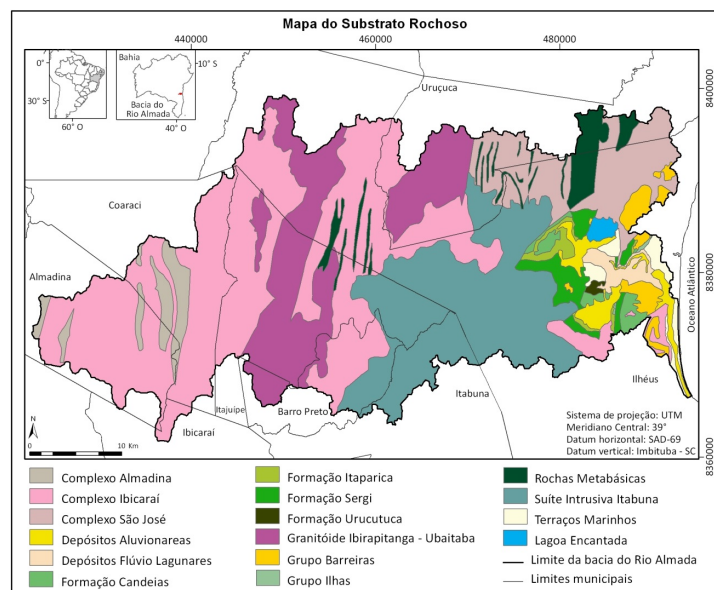


Figura 1 – Mapa de Substrato Rochoso da bacia hidrográfica do Rio Almada (BA).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do trabalho, obteve-se a carta de unidades aquíferas da bacia hidrográfica do rio Almada, na escala de 1:100.000 (Figura 2). Esta carta reúne dois grupos de aquíferos (aquíferos sedimentares – apresentam porosidade intergranular; aquíferos fraturados – apresentam porosidade fissural) e um grupo de aquícludos.

Na área em questão, ocorrem 2 (duas) classes aquíferas (granular e cristalinas) e 1 (um) aquícludo. Em função da porosidade, tem-se as seguintes unidades aquíferas: a) com porosidade granular (Formação Sergi; Formação Itaparica; Formação Candeias; Grupo Barreiras; Depósitos Aluvionares; Depósitos Flúvio-Lagunares e Terraços Marinhos); b) com porosidade fissural (Complexo Almadina; Complexo Ibicarai; Complexo São José; Granitóide Ibirapitanga-Ubaitaba; Rochas Metabásicas; Suíte Intrusiva Itabuna). Por outro lado, a classe aquícludo é representada pelo Grupo Ilhas e Formação Urucutuca, constituída de materiais muito finos e compactos e com distribuição espacial de 3,2 km² (0,3%) da área da BHRA.

Os aquíferos fraturados desta bacia hidrográfica, representados pelas unidades aquíferas anteriormente nomeadas e inseridas no chamado Domínio do Embasamento Cristalino (OLIVEIRA et al, 2007), caracterizam-se, em função das respectivas litologias, reduzida potencialidade hídrica, afetada, também, pela relação entre precipitação e evaporação.

No tocante aos aquíferos granulares, distribuídos em parte do território da bacia, estes fazem parte do Domínio das Bacias Sedimentares (OLIVEIRA et al, op. cit) e a produtividade de cada unidade aquífera depende da caracterização de cada unidade litológica. Assim, os grupos/formações geológicas constituídas por arenitos finos a grosseiros, como àqueles do Gr. Barreiras, Fm. Sergi e

Terraços Marrinhos, apresentam intrinsicamente uma potencialidade hidrogeológica maior que os formações/depósitos, recente ou não, que apresentam camadas com textura mais fina intercaladas com arenitos também finos (Fm. Itaparica, Fm. Candeias, Depósitos Flúvio-Lagunares e Depósitos Aluvionares).

As distribuição espacial, em área e percentagem, referentes a cada grupo de unidades aquíferas em relação à área total da bacia hidrográfica do rio Almada são: Unidades Aquíferas Cristalinas (1.396,0 km²; 89,4%), Unidades Aquíferas Granulares (161,5 km²; 10,3%).

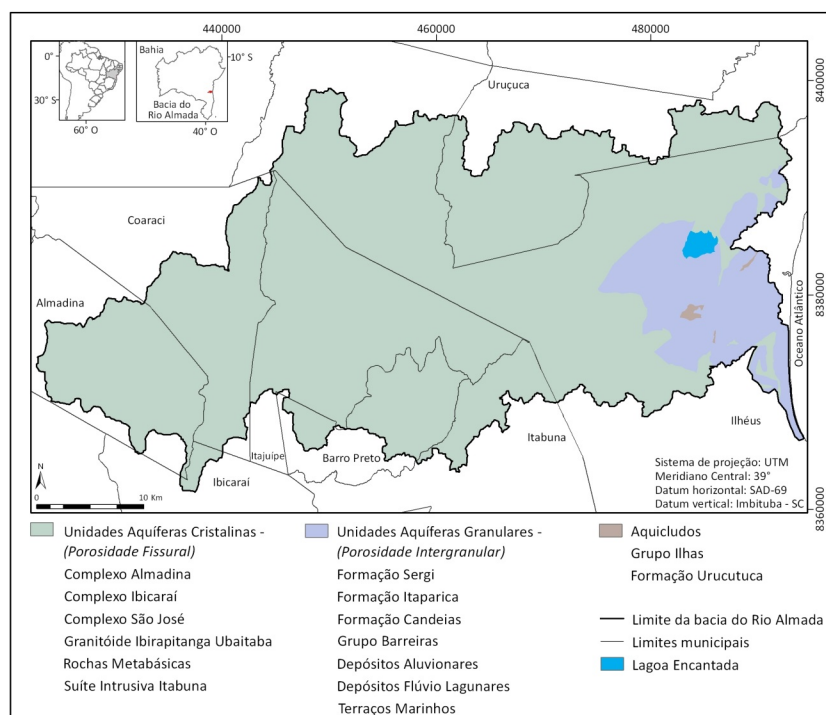


Figura 2 – Mapa das Unidades Aquíferas da bacia hidrográfica do Rio Almada (BA).

5 – CONCLUSÕES

Várias informações advindas de estudos diversos vêm alertando que os aquíferos vêm sofrendo um processo difuso de contaminação por diversas fontes (poluição industrial, poluição por hidrocarbonetos, poluição por aterramento, entre outros) em suas áreas de afloramento, culminando em alterações significativas na qualidade da água reservada. Trabalhos como o de Cançado & Lorandi (2008), relatam que o Aquífero Guarani vem sofrendo um processo difuso de contaminação em sua área de afloramento no Estado de São Paulo, em função, principalmente, do avanço do uso da terra para as atividades agrícolas que utilizam agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, herbicidas, fungicidas, nematicidas, acaricidas e formicidas – compostos que apresentam grande mobilidade na água subterrânea), como, por exemplo, cana de açúcar, café, cítricos e milho, enfatizando a sua vulnerabilidade à contaminação, a qual varia de média a alta, o que acarreta na necessidade de monitoramento e controle contínuo do uso e da ocupação do solo.

Logo, estudos como o presente trabalho, os quais buscam apresentar instrumentos de auxílio

ao controle do uso e ocupação do solo visando a preservação das áreas de recargas dos aquíferos, devem ser cada vez mais incentivados, além de medidas capazes de assegurar a não progressão dos processos difusos de contaminação e a consequente inservibilidade das águas subterrâneas, provenientes das diferentes unidades aquíferas para fins humanos diversificados, dentre as quais se destacam: caracterização detalhada do perigo de contaminação dos aquíferos; instrumentos de planejamento do uso e ocupação do solo que regulem o uso do espaço e salvaguardem as áreas de recarga; implantação e manutenção de áreas de vegetação no entorno e ao longo de áreas de recarga, as quais atuam como um filtro natural na retenção de poluentes e contaminantes; e, por fim, mapeamentos sistemáticos que visem fornecer informações técnicas para a tomada de decisão acerca do planejamento de políticas públicas em bacias hidrográficas.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. (1997). *“O cráton do São Francisco”*. Revista Brasileira de Geociências 7 (4), pp. 349-364.
- ARCANJO, J.B.A.; BARBOSA, J.S.F.; OLIVEIRA, J.E. (1992) *“Caracterização petrográfica e metamórfica dos granulitos do Arqueano/Proterozóico Inferior da Região de Itabuna – Bahia”*. Revista Brasileira de Geociências 22(1), pp.47-55.
- BRASIL-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1985). Folhas topográficas de Ubaitaba (SD-24-Y-B-III), Ibicaraí (SD-24-Y-B-V), Itabuna (SD-24-Y-B-VI). Org. por IBGE – Diretoria de Geodésia e Cartografia. Escala 1:100.000.
- CANÇADO, C. J.; LORANDI, R.; MENDES, R. M.; MORAES, M. E. B. (2008). *“Estudo da vulnerabilidade de contaminação de aquíferos por pesticidas no município de Descalvado (Brasil)”* in Anais do 11º. Congresso Nacional de Geotecnia, Coimbra (Portugal), 4, p.277-284.
- FRANCO,G.B. (2010). *“Fragilidade Ambiental e qualidade da água na bacia do rio Almada-Bahia”*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Viçosa - MG. 344p.
- GOMES, R.L.; MORAES, M.E.B.; RANGEL, M.C.; MOREAU, A.M.S.S.; TEIXEIRA, N.N.; VALADARES, J.O.; MARCELO, C. (2010). *“Implantação do laboratório análise e planejamento ambiental da UESC: projeto piloto – avaliação da qualidade ambiental da bacia do rio Almada e área costeira adjacente”*. ed. UESC, Ilhéus - BA). Relatório Final. FAPESB: 056/2006.
- IRITANI,M.A.; EZAKI,S. (2008). *“As águas subterrâneas do Estado de São Paulo”*. Ed. Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo – S.P. 104p.
- LORANDI,R.; CANÇADO,C.J. (2005). *“Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas, in Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações”*. Org. por Schiavetti,A. e Camargo,A.F.M. (Eds), ed. Editus, Ilhéus – BA, pp. 37-66.
- MAIA, P. H. P.; CRUZ, M. J. M. SAMPAIO, M. C. (2009). *“Zoneamento dos aquíferos do estado*

da Bahia”. Braz. J. Aquat. Sci. Technol. 13(1), pp. 45-52.

MENTE,A. (2008a). “A água subterrânea no Brasil in Hidrogeologia: conceitos e aplicações”. Org. Feitosa,F.A.C. et al. 3ª. Ed. rev. e ampl, ed. CPRM: LABHID Rio de Janeiro – R.J, pp.709-723

MENTE,A. (2008b). “Cartografia Hidrogeológica in Hidrogeologia: conceitos e aplicações”. Org. Feitosa,F.A.C. et al. 3ª. Ed. rev. e ampl, ed. CPRM: LABHID Rio de Janeiro – R.J, pp.709-723.

MORAES,M.E.B.; GOMES,R.L.; THÉVENIN, J.M.R.; SILVA, G.S.; VIANA, W.R.C.C. (2012). “Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Almada (BA) com base na fragmentação da vegetação”. Caminhos de Geografia. 13(41), pp. 159–169.

NETTO, A.S.T; WANDERLEY FILHO,J.R.; FEIJÓ,F.J. (1995). “Bacias de Jacuípe, Camamu e Almada”. Boletim de Geociências Petrobrás 8(11), pp. 173-184.

OLIVEIRA,I.B.; NEGRÃO,F.I.; SILVA,A.G.L.S. (2007). “Mapeamento dos aquíferos do estado da bahia utilizando o índice de qualidade natural das águas subterrâneas – IQNAS”. Águas Subterrâneas, 21(1), pp.123-137.

OLIVEIRA, A. R. ; MORAES, M. E. B. (2014). *Análise do potencial à expansão urbana da bacia hidrográfica do rio Almada (Bahia)*. Caminhos de Geografia 15, pp. 14-16.

REBOUÇAS,A.C. (1997). “Panorama de Águas Doces no Brasil, in Panoramas de degradação do mar, da água doce e da terra no Brasil”. Org. por REBOUÇAS,A.C.. ed IEA-USP, São Paulo-SP; Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro-RJ. pp. 59-107.

SOUZA,J.R. (2013). *Avaliação da qualidade da água em trechos do rio Almada (Sul da Bahia) e seus usos múltiplos*. Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Ilhéus - BA, 90p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de recursos financeiros aportados ao Processo n^o 2006/056 (Implantação do laboratório de análise e planejamento ambiental da UESC: projeto piloto-avaliação da qualidade ambiental da bacia do rio Almada e área costeira adjacente), os quais possibilitaram a geração de resultados laboratoriais essenciais na elaboração deste trabalho. Agradecem também ao geógrafo Carlos Wilmer Costa (doutorando do PPG-Ciências Ambientais/UFSCar), pela normalização cartográfica das figuras do texto.