

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NOS MUNICÍPIOS DE IRECÊ E LAPÃO-BA.

Tereza Cristina Bittencourt Nossa¹; Joana Angélica Guimarães da Luz²

Resumo - Este trabalho avalia, de forma preliminar, a qualidade das águas subterrâneas nos aquíferos cársticos situados nos municípios de Irecê e Lapão, localizados na porção central do Estado da Bahia. Nesta região, a população depende necessariamente das águas subterrâneas para consumo humano, dessedentação animal e irrigação, devido à pluviosidade irregular e à carência de mananciais superficiais. As principais fontes de contaminação reais e potenciais são as concentrações urbanas e os defensivos e fertilizantes agrícolas. Foram utilizados dados de análises físico-químicas de amostras de água de poços do banco de dados SIAGAS da CPRM. De posse destes resultados, alguns componentes tais como: Ca, Mg, Cl, CO₃, HCO₃, NO₃, NO₂, SO₄, F, Fe, pH, dureza e sólidos totais foram utilizados para compor a caracterização hidroquímica das águas subterrâneas na área.

Abstract - This work evaluates, of preliminary form, the groundwater quality of the karst aquifers located in the municipalities of Irecê and Lapão, in the central part of Bahia state. In this region, the population depends necessarily on groundwater supply for the human and animal use and irrigation, due to low amount of rain and the lack of superficial flowings. The principals sources of the real and potential contaminations are the urban areas and the agricultural defensives and fertilizers. Elements of physical-chemical water sample analysis of the wells from SIAGAS/CPRM data base were used. With these results some components, like: Ca, Mg, Cl, CO₃, HCO₃, NO₃, NO₂, SO₄, F, Fe, pH, hardness and total solids were analyzed to compose the hydrochemical characterization of groundwater at the site.

Palavras-chave – Monitoring of contaminants, karst aquifer.

¹Geóloga MSc. da CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e Doutoranda da UFBA. Av. Ulisses Guimarães, 2862, Sussuarana – CAB, CEP: 41.213-000, Salvador, BA. Fone (71)3230-9977. Fax: (71)3371-4005. E-mail: tbittencourt@sa.cprm.gov.br

²Geóloga Dra. Profa. do Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável – UFBA. Rua Prof. José Seabra, s/n, Barreiras – Bahia, CEP: 47.805-100. Fone (77)3614-3500. Fax: (77)3612-0363. E-mail: jgluz@ufba.br

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo da água subterrânea no processo de desenvolvimento social e econômico tem exigido o controle sistemático da sua qualidade. A água subterrânea ocorre em condições hidrogeológicas distintas, que impõem características particulares de interação física, química e bioquímica com o meio onde circula. Segundo Mestrinho (2006), ainda é escasso o conhecimento destas interações, especialmente, quando se considera a evolução hidroquímica natural e o risco de contaminação.

Nas últimas décadas diversos estudos e técnicas têm sido desenvolvidos para avaliação e monitoramento da qualidade da água de superfície. Entretanto, programas de monitoramento da qualidade da água subterrânea apresentam aspectos particulares, que devem ser levados em consideração. A avaliação e detecção confiáveis de impactos relativos à contaminação da água subterrânea necessitam de um conhecimento detalhado das condições hidrogeológicas e geoquímicas, além da necessidade de se fazer uma amostragem com o mínimo de perturbação nas condições naturais do aquífero (Klammler *et al.* 2006).

O monitoramento das águas subterrâneas é importante, segundo Foster & Hirata (1991), tanto em relação aos aspectos de quantidade, quanto de qualidade. O quantitativo serve para detectar os rebaixamentos de nível da água nos aquíferos, identificar problemas de superexploração, coletar novos dados para melhorar a sua modelagem conceitual e numérica, confirmar a efetividade das medidas de proteção com estabelecimento de vazões máximas explotáveis. Em relação ao qualitativo, busca a compreensão da qualidade natural da água, a coleta de novos dados para melhorar a sua modelagem conceitual e numérica, a avaliação de risco de contaminação e a aferição da efetividade das medidas de proteção da qualidade dessas águas.

Em meios cársticos, o monitoramento das águas subterrâneas está condicionado a fatores geológicos (fraturamento), químicos (dissolução das rochas), geográficos (relevo) e climáticos (temperatura e pluviosidade). Os fatores climáticos são variáveis ou cíclicos, o que provoca uma intermitência na circulação hídrica através das rochas, e conseqüentemente, uma ação descontínua nas transformações do meio cárstico.

Neste trabalho são apresentados dados preliminares de estudos hidrogeológicos em curso, em uma área formada por parte dos municípios de Irecê e Lapão, no Estado da Bahia. Esta área é constituída por rochas essencialmente carbonáticas (calcilutitos, calcissiltitos, lamitos algais, margas, calcarenitos e dolomitos) da Formação Salitre de idade Neoproterozóica, caracterizada como paleoambiente deposicional continental e marinho de águas rasas (Bomfim *et al.*, 1985). Apresenta feições cársticas bem desenvolvidas, que juntamente com zonas de fraturamento, constituem os reservatórios de maior expressividade do ponto de vista de recepção e

armazenamento de águas subterrâneas, formando um sistema misto. As fendas, dutos e fraturas controlam as propriedades de permeabilidade e a mobilidade no reservatório, mas volumetricamente as feições de dissolução nos carbonatos adquirem maior importância. Diferentemente dos reservatórios constituídos predominantemente de clásticos, com propriedades de permo-porosidade relativamente isotrópicas ao longo de grandes extensões, os reservatórios em relevos cársticos são caracterizados pela anisotropia da permo-porosidade, com grande variação em escala de apenas dezenas a centenas de metros e em diferentes direções.

Segundo Guerra (1986), os aquíferos na área apresentam uma hidrodinâmica que permite caracterizá-los como sendo de grande capacidade de recarga e de elevada velocidade de fluxo subterrâneo. A pouca profundidade e a sistemática de recarga através de formas de absorção abertas como sumidouros, dolinas e fendas, em que as águas passam diretamente da zona não saturada para a zona saturada sem sofrer os efeitos da filtração natural, predominantes em terrenos sedimentares terrígenos, os tornam extremamente vulneráveis aos contaminantes químicos e biológicos. Dessa forma, nestas áreas a entrada e a difusão dos poluentes em subsuperfície ocorrem de modo rápido e em sentido linear, acompanhando a forma de circulação das águas, preferencialmente através de canais de dissolução e fendas.

A implantação indiscriminada de projetos de irrigação na área, a partir de águas subterrâneas, segundo BASTOS LEAL & SILVA *et. al.* (2004), tem causado sérios problemas de superexploração dos aquíferos, gerando redução dos níveis de vazão, rebaixamento dos níveis hidrostáticos e colapso na oferta de água para os sistemas de abastecimento e projetos de irrigação.

A escolha do tema na área em questão deve-se ao fato de ser um ambiente em que os aquíferos apresentam um elevado potencial de risco de contaminação, em função de fatores como a intensa atividade agrícola e o uso sistêmico de agrotóxicos, aliado à falta de saneamento básico e à disposição inadequada dos resíduos sólidos fazendo-se necessário, portanto, o desenvolvimento de uma metodologia que vise detectar as possíveis fontes de contaminação, bem como monitorar e analisar o comportamento dos contaminantes em subsuperfície, de forma a viabilizar a sustentabilidade ambiental. Esses contaminantes podem ser oriundos de fontes diversas, como: lixiviados de chorume provenientes de lixões, resíduos de agrotóxicos ou hidrocarbonetos originados de vazamentos em postos de combustíveis. Além da ação antrópica, a composição química das águas na área é influenciada pela dissolução química das rochas carbonáticas, resultando por vezes em águas salobras, restringindo-as dessa forma para alguns usos.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo localiza-se na microrregião da Bacia de Irecê, situada na região central do Estado da Bahia, compreendendo um polígono formado por parte dos municípios de Irecê e Lapão, inserida na seqüência carbonática do Grupo Una, Formação Salitre. Perfaz uma área total de 215 km², estando delimitada pelas coordenadas 41°47'00 a 41°54'00 de longitude Oeste e 11°16'30'' a 11°25'30'' de latitude Sul (Figura 1).

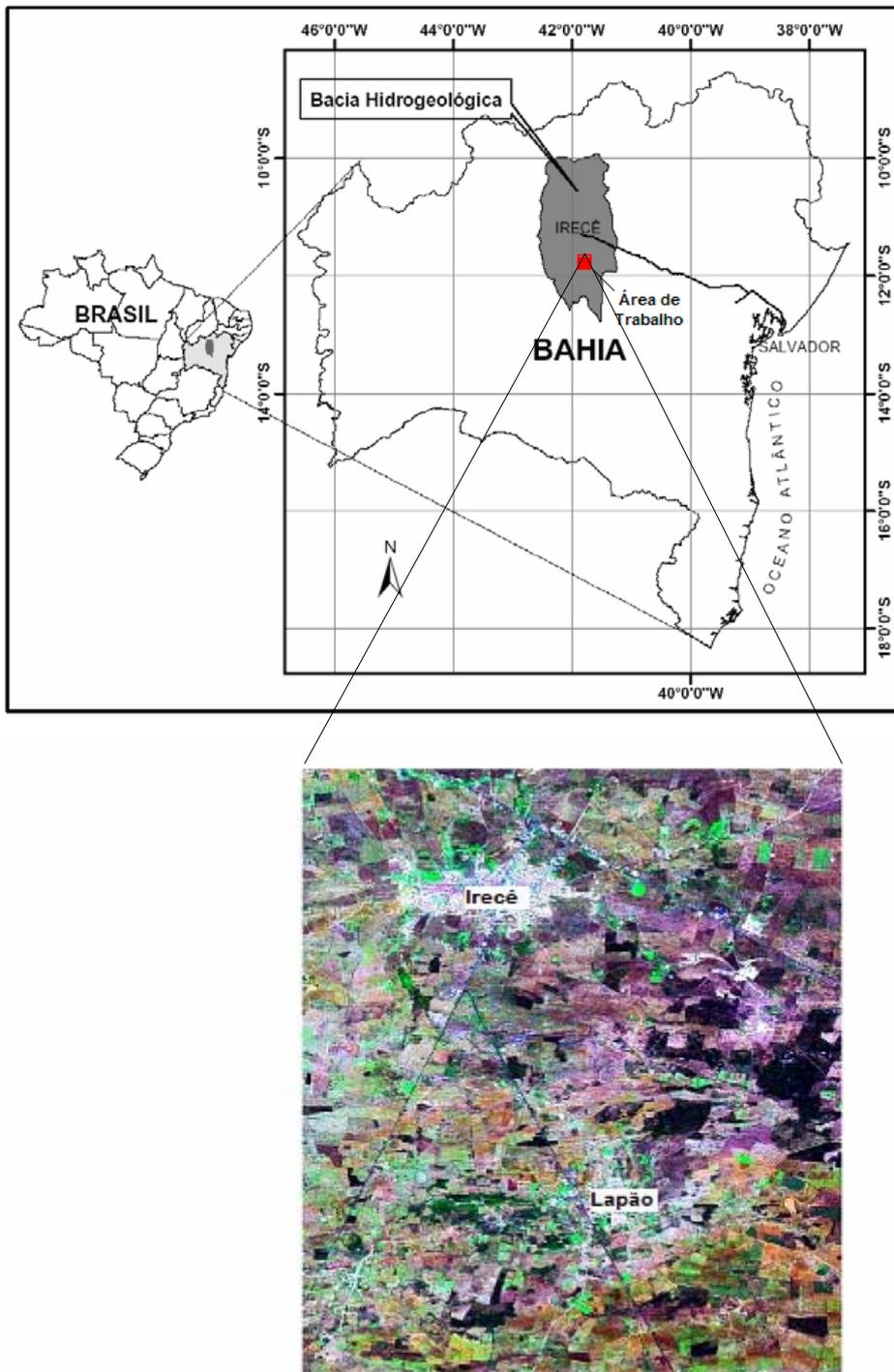


Figura 1: Mapa de localização com imagem geocover da área de estudo.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A estratégia de monitoramento baseia-se em uma seqüência de atividades integralizadas, que se iniciam com a definição das informações necessárias (etapa de pré-campo), seguida da criação de uma rede de amostragem propriamente dita (etapa de campo), e termina com a análise das informações (etapa de pós-campo). Assim, há uma harmonização de procedimentos no estabelecimento e operação de atividades envolvendo a pesquisa.

O trabalho encontra-se na etapa de pré-campo e consistiu inicialmente na seleção da área de trabalho, com posterior levantamento das informações disponíveis, tanto bibliográficas, como cartográficas. Em seguida, foi realizado o procedimento de fotointerpretação na escala de trabalho, ou seja, 1:25.000 utilizando-se fotografias aéreas monocromáticas do INCRA (1982).

O levantamento de dados é uma etapa crítica para o desenvolvimento de um projeto de monitoramento, pois é quando se definem quais são as informações necessárias que servirão de base para as etapas posteriores, como a criação da rede de amostragem e os procedimentos de análise de dados. Ainda neste componente são estudadas as variáveis e/ou indicadores, critérios de avaliação, formato e apresentação dos dados, tempo de resposta das informações e a precisão requerida. As informações necessárias serão reavaliadas constantemente a fim de adequá-las ao projeto.

Após o procedimento de fotointerpretação e coleta de informações, foi construído um fotomosaico georreferenciado da área (Figura 2), através do georreferenciamento de fotografias aéreas utilizando-se pontos de controle e uma imagem GEOCOVER do GIS_Brasil fornecida pela CPRM, com posterior mosaicagem das fotografias aéreas utilizando-se o ARCGIS versão 9.2. e elaboração do referido layout.

Foram utilizados dados de análise química de água de 65 poços dos municípios de Irecê e Lapão entre os anos de 1988 e 2002, pertencentes ao banco de dados SIAGAS, fornecidos pela CPRM e perfurados pela CERB. Posteriormente, esses poços foram recadastrados pelo convênio UFBA/SRH nos anos de 2003 e 2004 de forma a atualizar alguns dados. De posse destes resultados, foram construídos os gráficos constantes nesse trabalho dos seguintes componentes: Cl, NO₃, NO₂, SO₄, Fe, F, Ca, Mg, CO₃, HCO₃, dureza, pH e SDT; utilizados para compor o quadro geral preliminar de caracterização hidroquímica das águas subterrâneas na área.

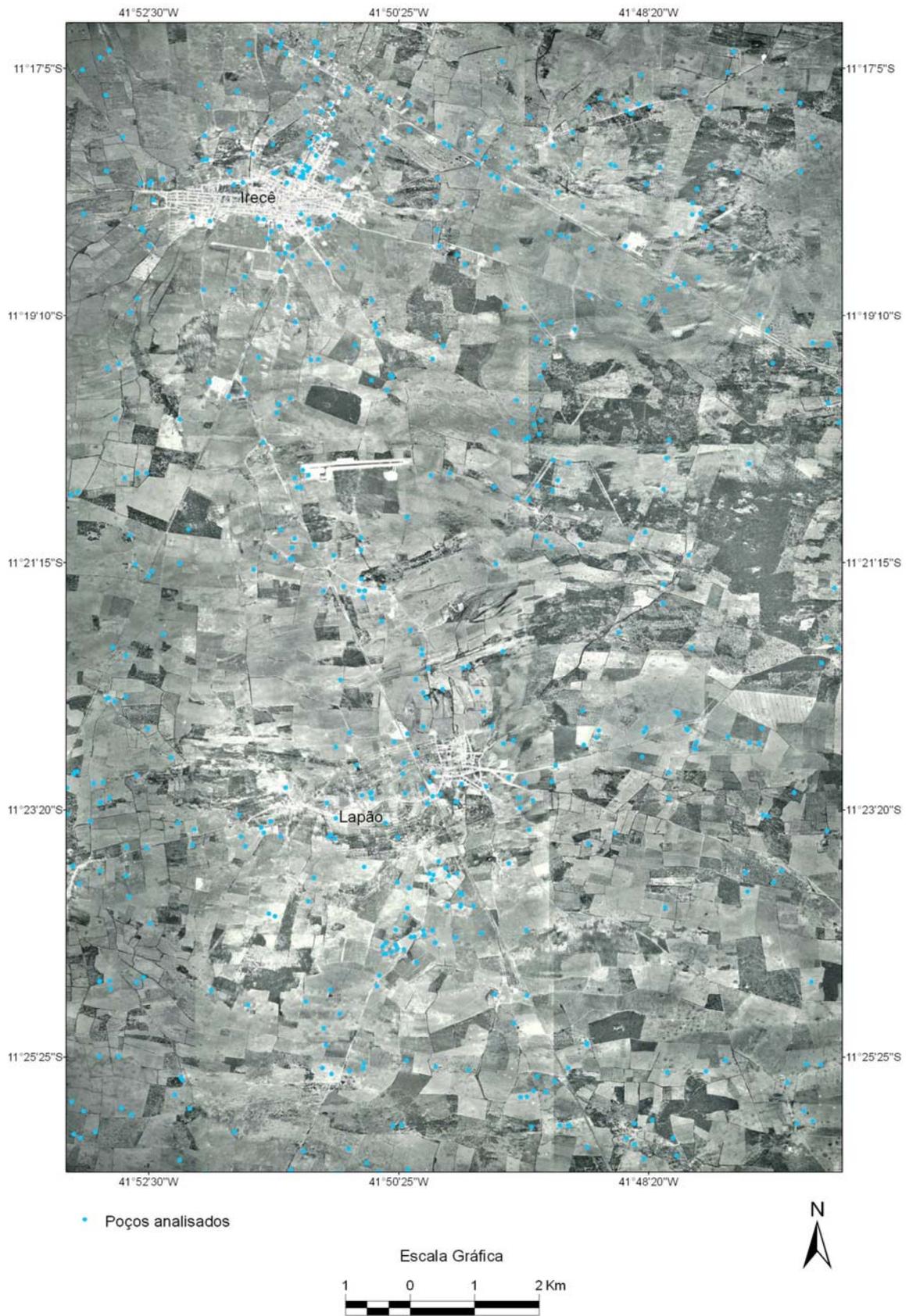
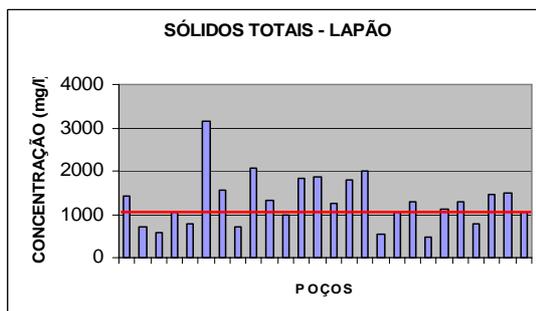
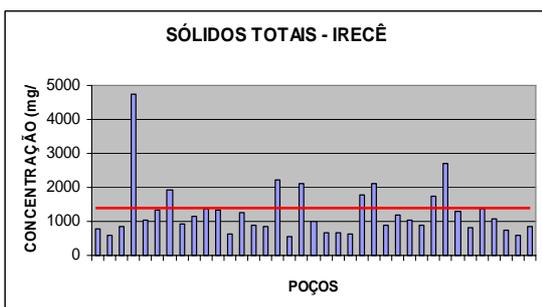
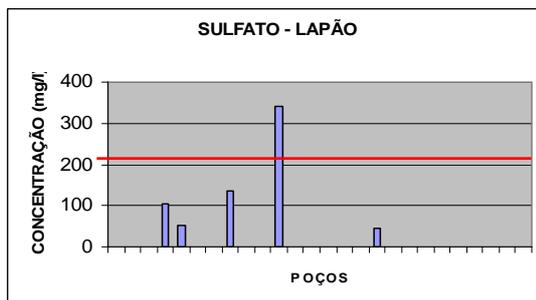
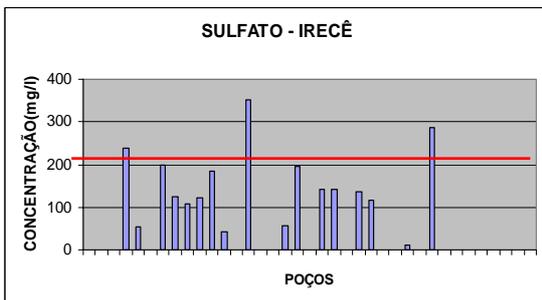
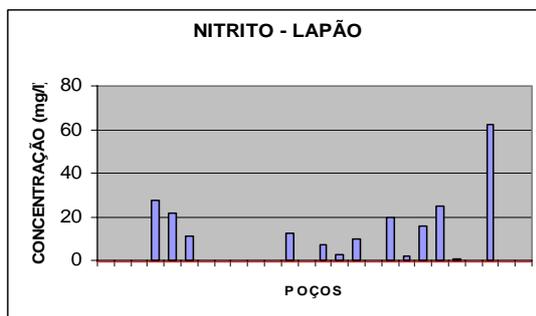
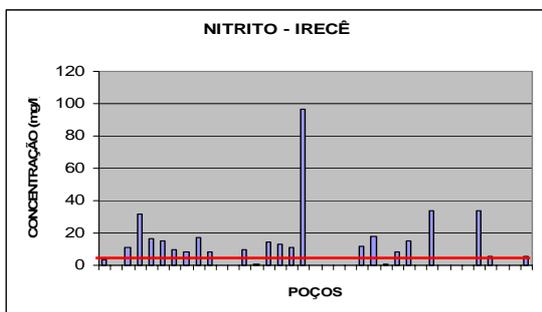
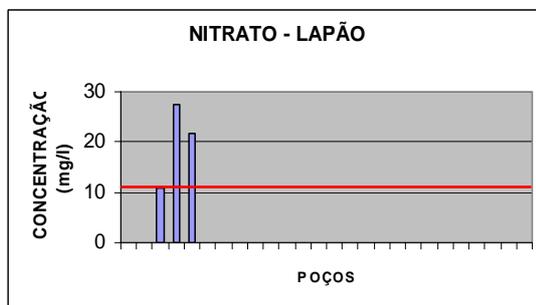
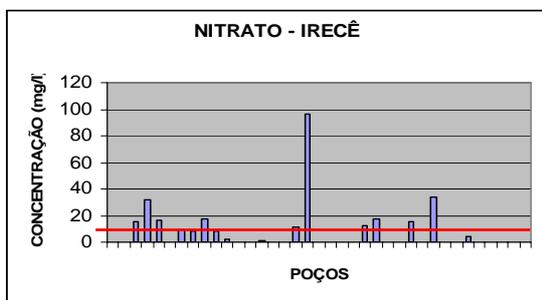
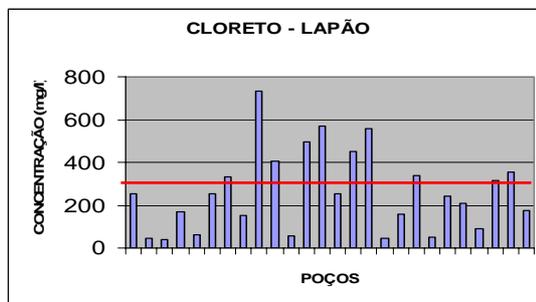
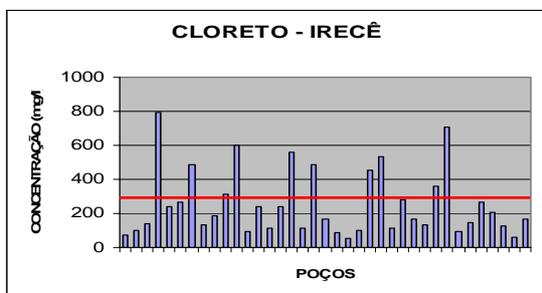
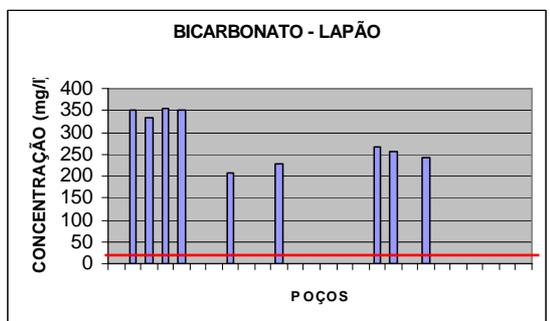
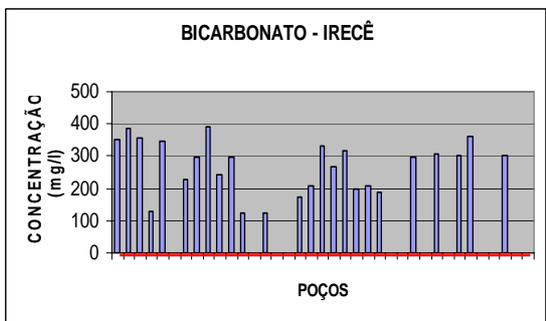
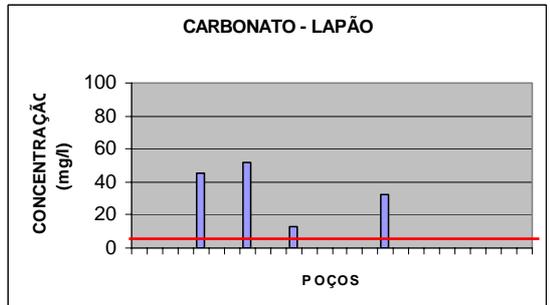
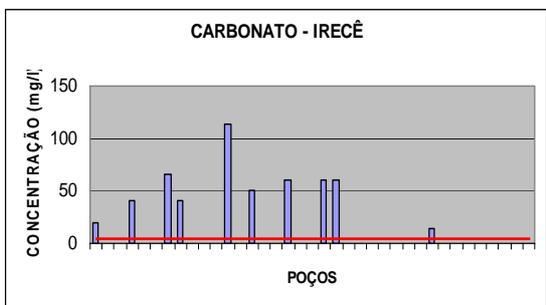
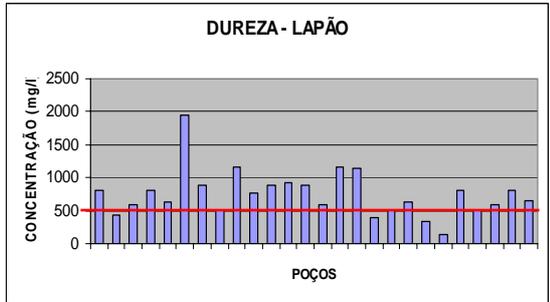
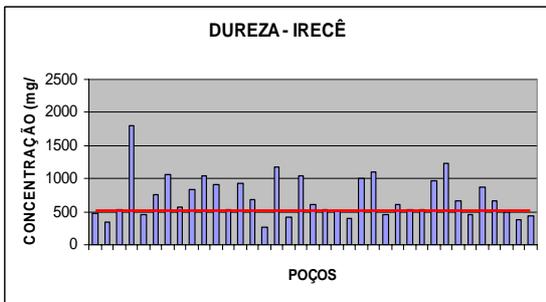
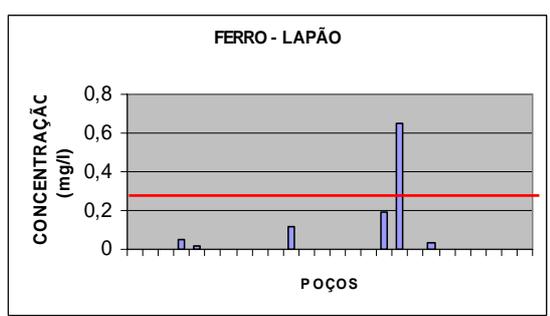
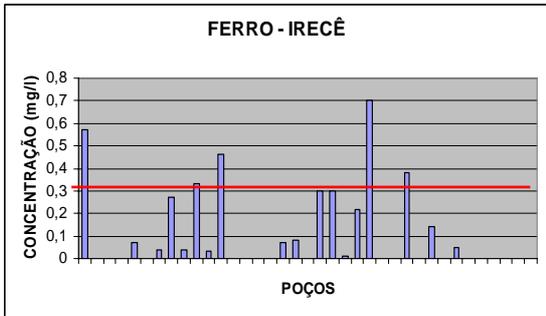
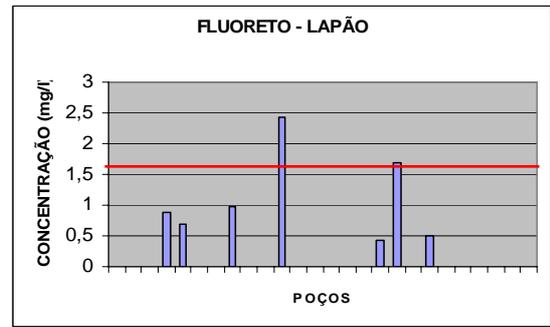
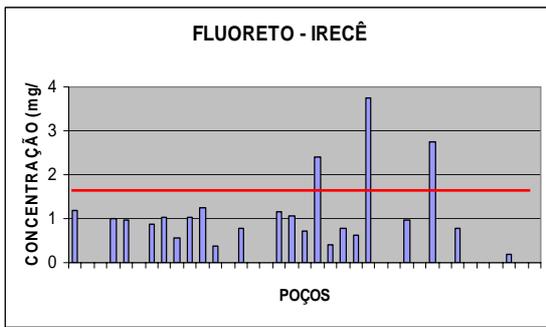


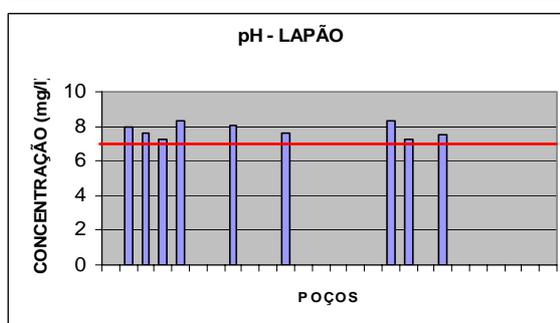
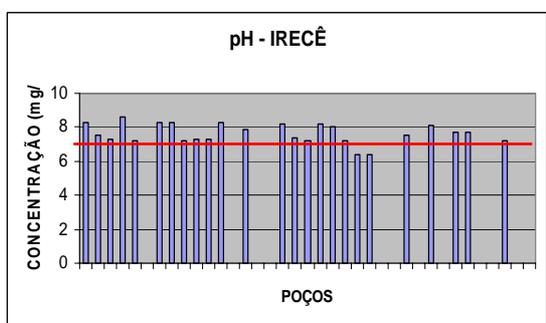
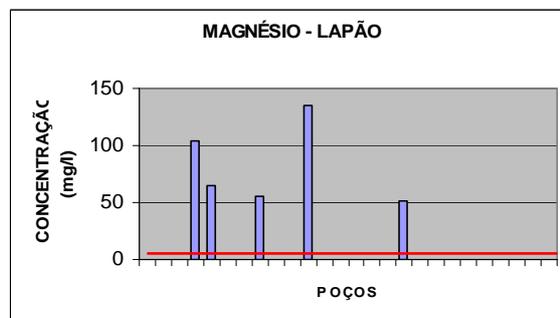
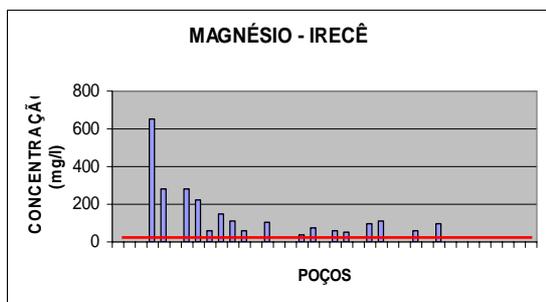
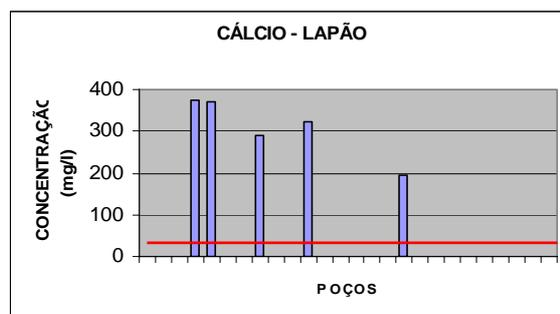
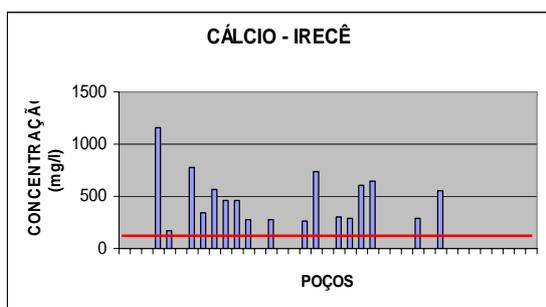
Figura 2: Fotomosaico georreferenciado da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos resultados, representada nos gráficos abaixo, foi feita mediante a utilização dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria n° 518 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004) e pela Resolução CONAMA n° 357/05 (Brasil, 2005).







As águas subterrâneas da área, segundo Negrão (1987), apresentam características químicas condicionadas primeiramente pelo mecanismo de mineralização, e secundariamente, pela ação do clima. Dessa forma, diante dos elementos analisados verifica-se que:

❖ Cloreto

A principal fonte de cloreto nas águas subterrâneas da área provavelmente são as próprias precipitações pluviométricas, devido ao fato de que as rochas que a constituem são eminentemente carbonáticas (calcarenitos, calcilutitos, calcissiltitos, laminitos algais e dolomitos) pertencentes à Formação Salitre Neoproterozóica do Grupo Una. Observa-se pelos gráficos que 40% dos 65 poços analisados apresentam concentrações acima de 250 mg/l, valor padrão de potabilidade.

❖ **Nitrato e Nitrito**

A presença de nitrogênio nas águas subterrâneas é um importante indicador de poluição antrópica. Os compostos nitrogenados existentes no solo podem oxidar-se para nitrito, e em seguida, passar para nitrato que é a fase final e estável do nitrogênio, normalmente encontrado com concentrações elevadas em águas subterrâneas poluídas.

Nas 23 amostras analisadas para o nitrato, 56% estavam acima de 10 mg/l, e nas 58 análises feitas para o nitrito, 62% encontravam-se acima de 1mg/l, sendo ambos valores padrões de potabilidade.

Segundo Negrão (1987), a presença invariável de nitritos nestas águas demonstra poluição por matéria orgânica, bem como denuncia a elevada vulnerabilidade do aquífero cárstico na área, uma vez que os materiais de superfície são carreados para o mesmo e infiltram com elevada velocidade.

As principais fontes de contaminação na área são de origem antrópica difusa, representadas pela aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados, utilização de fossas negras, vazamentos de redes coletoras de esgoto e influência de rios contaminados nas zonas de captação de poços.

❖ **Sulfato**

A principal fonte deste elemento nas águas subterrâneas da área é a presença da Unidade A₁, constituída de calcilutitos maciços e calcários oolíticos e pisolíticos que se caracterizam por apresentarem forte odor de SO₂, quando percutidos com o martelo (Misi, 1979). Segundo Negrão (op. cit.), alguns bolsões de pirita e calcopirita são encontrados disseminados nos calcários, bem como zonas mineralizadas com sulfetos que são muitas vezes atravessados por poços tubulares profundos.

Das 22 análises efetuadas para o sulfato, 14% encontravam-se acima de 250 mg/l, valor padrão de potabilidade.

❖ **Sólidos Dissolvidos Totais**

Os elevados teores de sólidos totais, normalmente estão relacionados à dissolução das rochas calcárias. São obtidos pela soma dos teores de todos os constituintes minerais presentes na água.

Dos 65 poços analisados na área, 65% encontravam-se acima de 1.000 mg/l, valor limite de potabilidade, o que condiz com a característica litológica da área, formada eminentemente por rochas carbonáticas.

❖ Fluoreto

Segundo Menegasse *et al.*, (2004), a origem desse elemento é atribuída à dissolução do mineral fluorita presente nos calcários. No aquífero cárstico-fraturado, o fluxo das águas infiltradas é facilitado ao longo das fraturas abertas. Assim, as fraturas distensivas propiciam maior vazão aos poços que às interceptam, com menores teores de fluoreto dissolvido, ao passo que as fraturas compressivas, como as de cisalhamento, propiciam baixas vazões aos poços que às interceptam e maior teor de flúor a essas águas.

A Unidade B₁ dos calcários Bambuí ocorre de modo descontínuo, porém está amplamente representada na área. É constituída de dololutitos silicosos, com níveis frequentemente individualizados de sílex e tem como característica marcante e intrínseca a presença de fluorita nos dolomitos (Misi, 1979).

Dos 30 poços analisados, apenas 17% apresentaram teores acima de 1,5mg/l, valor padrão de potabilidade.

❖ Ferro

Segundo Battalha & Parlato (1977), a ocorrência de ferro em estado reduzido é mais freqüente nas águas subterrâneas que nas superficiais, devido à presença de oxigênio nas águas superficiais resultando na sua oxidação para óxido de ferro hidratado, que é menos solúvel.

Das 25 análises efetuadas, apenas 24% ficaram acima de 0,3 mg/l, valor padrão permitido para a potabilidade.

❖ Dureza

A dureza total, segundo Battalha & Parlato (op. cit.), é definida como a soma dos cátions polivalentes expressos numa quantidade equivalente de CaCO₃, sendo a maioria de cálcio e magnésio. Em geral, esses íons metálicos não causam prejuízos à saúde quando estão presentes nos mananciais, porém existem algumas evidências de que podem influenciar no efeito de outros íons metálicos.

Dos 65 poços analisados, 83% apresentaram valores acima de 500 mg/l, valor limite de potabilidade. Esse valor elevado correspondente a águas duras, é esperado na área, devido às características litológicas do aquífero cárstico.

❖ Carbonato e Bicarbonato

O carbonato e o bicarbonato presentes nas águas subterrâneas em ambiente cárstico estão relacionados ao próprio processo de carstificação que envolve a dissolução das rochas carbonáticas. Dessa forma, os valores obtidos acima do padrão de potabilidade para todos os poços analisados é condizente com a litologia carbonática da área.

❖ Cálcio e Magnésio

Em aquíferos cársticos a presença desses elementos é comum e ocorrem normalmente em grande quantidade, em função das características litológicas das rochas carbonáticas presentes. Dessa forma, os valores encontrados na área, para esses elementos em todos os poços analisados foram superiores ao estabelecido como padrão de potabilidade.

As principais fontes de cálcio são os plagioclásios cálcicos, calcita, dolomita, apatita, entre outros. O cálcio ocorre nas águas na forma de bicarbonato e sua solubilidade varia em função da quantidade de gás carbônico dissolvido, que por sua vez depende da temperatura e da pressão. O magnésio é um elemento cujo comportamento geoquímico é muito parecido com o do cálcio e, desta forma, tende a acompanhar este elemento (Batalha & Parlattore, 1977).

❖ Potencial Hidrogeniônico (pH)

A oscilação do pH estaria ligada a maior ou menor presença dos bicarbonatos e dos nitratos nas águas. Em áreas onde o nitrato está mais presente, os valores de pH diminuem para níveis abaixo do permitido pela legislação brasileira. Em setores da área onde o bicarbonato está mais presente, principalmente nas águas do tipo cloretadas-bicarbonatadas e bicarbonatadas, o pH aumenta, chegando a valores neutros e alcalinos. Na região cárstica do Bambuí as águas são bicarbonatadas cálcicas e/ou magnesianas, com predomínio dos tipos cálcicos e apresentam caráter levemente alcalino, indicado pelo pH médio de 7,5 (Batalha & Parlattore, op. cit.). A análise efetuada para todos os poços apresenta um pH que varia de 7,5 a 8,0 na área, corroborando o contexto regional para este elemento.

CONCLUSÕES

A qualidade da água subterrânea é influenciada pela interação entre a mesma e a rocha na qual o aquífero está inserido, bem como pelo tempo decorrido entre a entrada e a saída da água no sistema e pela ação climática. Desta forma, a sua qualidade poderá ser alterada não apenas por ação antrópica, como também pela evolução do processo intempérico. O tempo envolvido depende, fundamentalmente, da taxa de recarga e do tipo de aquífero considerado.

A área de trabalho é formada essencialmente por aquíferos cársticos, cujas águas são condicionadas primeiramente pelos mecanismos de mineralização, e secundariamente, por ação do clima. A mineralização dos carbonatos é propiciada pela elevada solubilidade dos calcários e por ação do clima através da evapo-concentração, que eleva os teores salinos em zonas de baixa pluviosidade.

A caracterização hidrogeoquímica preliminar da área demonstrou que os elementos e compostos analisados apresentam os seguintes valores percentuais acima do padrão estabelecido por Brasil (2004): Cl: 40%, NO₃: 56%, NO₂: 62%, SO₄: 14%, Fe: 24%, F: 17%, SDT: 65%. Para os valores de Ca, Mg, CO₃, HCO₃ em todas as análises efetuadas os valores excederam o valor padrão de potabilidade, indicando um processo de contaminação natural, em função da solubilidade do carste. O pH das águas analisadas situa-se entre 7,5 e 8,0 demonstrando o caráter cálcico dessas águas.

As elevadas concentrações de nitrato encontrados indicam que as principais fontes de contaminação são de origem antrópica difusa, representadas pela aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados, utilização de fossas negras, vazamentos de redes coletoras de esgoto e influência de rios contaminados nas zonas de captação dos poços.

Esses resultados apontam para a necessidade de viabilizar medidas de preservação e conservação dos recursos hídricos com adequado manejo, de forma a reduzir os riscos de contaminação dos solos e das águas na área, permitindo assim a sustentabilidade ambiental da região.

AGRADECIMENTOS

Ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) pela disponibilização dos dados de análise química de água dos 65 poços selecionados no banco SIAGAS para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS LEAL, L. R., SILVA, H. P. da. (Org.), 2004. Modelização da dinâmica hidrológica e instrumentos para a gestão do sistema aquífero-rio das bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré – região semi-árida do Estado da Bahia. Relatório técnico final do convênio de cooperação técnico-científica celebrado entre SRH-BA e UFBA. 435p.
- BATALHA, B. L. & PARLATTORE, A. C., 1977. Controle da Qualidade da água para consumo humano: bases Conceituais e Operacionais. São Paulo, CETESB. 198p.
- BOMFIM, L. F. C., PEDREIRA, A. J., ROCHA, A. J. D., MORAIS FILHO, J. C., GUIMARÃES, J. T., TESCH, N. A., 1985. Projeto Bacia de Irecê I: Relatório final. Salvador, CPRM.
- BRASIL, 2004. Portaria nº 518, do Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. 34p.
- BRASIL, 2005. Resolução CONAMA Nº 357, do Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 23p.
- FOSTER, S., HIRATA, R., 1991. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas: una metodología basada en datos existentes. CEPIS, 81p.
- GUERRA, A. M., 1986. Processos de carstificação e Hidrogeologia do Grupo Bambuí na Região de Irecê – Bahia. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. USP. 132p.
- KLAMMER, H., LUZ, J. A. G., LIMA, O. A. L., HATFIELD, K., ANNABLE, 2006. M. Medições de fluxos de água e contaminantes em aquíferos através do uso do fluxímetro. Anais: XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterráneas. Curitiba.
- MENEGASSE, L.N.; COSTA, W.D.; FANTINEL, L.M.; UHLEIN, A.; FERREIRA, E.F.; CASTILHO, L.S., 2004. Controle estrutural do fluoreto no aquífero cárstico do município de São Francisco-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13, Cuiabá: ABAS, 2004. Ética Ambiental. 2 ed. Campinas-SP: Millenium Editora Ltda. 420p.
- MESTRINHO, S. S. P., 2006. Monitoramento das águas subterráneas em diferentes ambientes hidrogeoquímicos. Anais: I Simpósio Latino-Americano de Monitoramento das Águas Subterráneas. Belo Horizonte.
- MISI, A., 1979. O Grupo Bambuí no Estado da Bahia. In: SME/SGM. Geologia de Recursos Minerais do Estado da Bahia. Textos Básicos. V. 1. 120-154p.
- NEGRÃO, F.I., 1988. Caracterização Hidrogeoquímica e Vulnerabilidade do Sistema Hidrogeológico Cárstico da Região de Irecê - Bahia. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. 86p.