

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COLETADAS NO MUNICÍPIO DE AMÉRICA DOURADA-BA

Souza Júnior, L. M. de¹; Silva, A. J. P. da²; Santos. J. S.³

¹Colégio Modelo Luis Eduardo Magalhães-Ba; ²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano; ³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano

RESUMO: Entre o período chuvoso e o período de estiagem no ano de 2015, foram coletadas amostras de água de dois poços tubulares no município de América Dourada-Ba, um no distrito de Ipanema e um outro no distrito de Soares, e verificou-se que em ambos, os teores de nitrato estavam acima do limite permitido pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que é de 10 mg L⁻¹ para consumo humano. Resultados revelam que as águas desses poços encontram-se contaminadas por nitrato e, por se tratar de comunidades de intensas atividades agrícolas, esse agente químico, em excesso, pode contaminar o solo, as águas superficiais e subterrâneas da região, bem como trazer riscos à saúde da população. A água do poço de Ipanema é utilizada apenas para a irrigação e, de acordo com resultados analíticos, mostrou uma concentração de nitrato variando entre $27,9 \pm 4,2$ mg L⁻¹ e $16,2 \pm 2,4$ mg L⁻¹ nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Entretanto, a água do poço de Soares que abastece os seus habitantes mostra que o teor de nitrato variou de $56,4 \pm 8,5$ mg L⁻¹ no período chuvoso e $60,2 \pm 9,0$ mg L⁻¹ no período seco. Resultados das análises das águas coletadas nas residências do distrito de Soares no período de estiagem identificaram que 58,82% dessas residências apresentaram uma concentração média do teor de nitrato entre $43,4 \pm 2,2$ mg L⁻¹; portanto, bem acima do limite estabelecido pelo Ministério da Saúde, apontando, assim, que a comunidade está consumindo água contaminada, ou seja, o manancial subterrâneo dessa localidade representa um risco à saúde da população. A água subterrânea dos dois distritos estudados em América Dourada-Ba apresentou concentrações de nitrato acima do que preconiza a legislação quando se trata de potabilidade. Todavia, as concentrações dos teores de nitrato em Soares foram maiores que em Ipanema, tanto no período de estiagem quanto no período chuvoso. Novos estudos devem ser realizados na região estudada para caracterizar a fonte de contaminação do nitrato, bem como realizar periodicamente um monitoramento da concentração desse elemento tanto no poço quanto nas residências de Soares, para garantir a saúde da população que consome dessa água, haja vista

que, ainda, não há nenhuma tecnologia capaz de diminuir essa concentração nas águas subterrâneas. Ainda com relação a Soares, o poder público deve atuar com mais rigor na fiscalização do uso de produtos agroquímicos utilizado na agricultura irrigada, bem como fazer um reordenamento sobre o uso do solo na região. Com relação à água do poço tubular de Ipanema, a mesma pode ser utilizada apenas na agricultura irrigada; contudo, não pode ser consumida pela comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: QUALIDADE DA ÁGUA. CONCENTRAÇÃO DE NITRATO. POÇO TUBULAR.

NITRATE CONCENTRATION OF ASSESSMENT GROUNDWATER COLLECTED IN AMERICA DOURADA – BA MUNICIPALITY

ABSTRACT: Among the rainy season and the dry season in 2015, water samples from two wells were collected in the town of America Dourada - BA, one in the Ipanema district and another in Soares district and found that in both the nitrate levels were above the limit allowed by decree No. 2,914 / 2011 of the Ministry of Health which is 10 mg L⁻¹ for human consumption. Results reveal that the waters of these wells are contaminated by nitrates, and it is of intense agriculture communities, this chemical agent, in excess, can contaminate soil, surface and groundwater in the region and bring risks health. The water Ipanema well is only used for irrigation and in accordance with analytical results showed a nitrate concentration varying between $27,9 \pm 4,2 \text{ mg L}^{-1}$ and $16,2 \pm 2,4 \text{ mg L}^{-1}$ in the rainy and dry, respectively. However, water Soares well that supplies its inhabitants, shows that the nitrate content ranged from $56,4 \pm 8,5 \text{ mg L}^{-1}$ in the rainy season and $60,2 \pm 9,0 \text{ mg L}^{-1}$ in the dry season. Results of the analysis of water collected in Soares district residences in the dry season, found that 58.82% of these households, showed an average concentration of nitrate content between $43,4 \pm 2,2 \text{ mg L}^{-1}$, therefore, well above the limit set by the Ministry of health, suggesting then that the community is consuming contaminated water, or underground source that location is a risk to health. Groundwater of the two districts studied in America Dourada - BA showed nitrate concentrations above which advocates legislation when it comes to potability. However, the concentrations of Soares in nitrate levels were higher than in Ipanema, both in the dry season, as the rainy season. Further studies should be conducted in the study area to characterize the source of nitrate contamination, and periodically conduct a monitoring of the concentration of this element in both the well and in the Soares homes, to ensure the health of people who consume this water, given that , there is still no technology able to reduce this concentration in groundwater. Also with respect to Soares, the government should act more rigorous supervision of the use of agrochemicals used in irrigated agriculture, as well as making a reordering of land use in the region. Regarding the water from tube well Ipanema, it can be used only in irrigated agriculture, but can not be consumed by the community.

KEYWORDS: Water quality. Nitrate concentration. Tubular well.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a procura por água subterrânea tem crescido substancialmente, devido à escassez de água doce superficial, associada às necessidades de sobrevivência do ser humano, seja pelo desenvolvimento industrial, seja pelo crescimento da agricultura irrigada em todo o mundo, inclusive no Brasil.

Silva (2005) retrata que a própria ONU alerta aos povos e países da necessidade de conservação dos recursos hídricos, através de informações sobre as características da água, sua disponibilidade e escassez.

A água é de fundamental importância para a humanidade, mas tornou-se motivo de preocupação para a manutenção da vida em várias regiões, e, em especial no Brasil, nas regiões semiáridas, que sofrem com os longos períodos de estiagem. Haja vista que muitas comunidades dessas regiões, como as comunidades de Soares e Ipanema, distritos do município de América Dourada-BA, sobrevivem da agricultura irrigada, destacando-se principalmente pelas plantações do feijão, milho, cebola, tomate, dentre outras. Nesta região, é perceptível o uso intensivo de produtos agroquímicos na agricultura, principalmente fertilizantes à base de nitrogênio, bem como a falta de saneamento básico adequado para os seus munícipes. Contudo, esses fatores por si só, podem comprometer de certa forma a qualidade das águas subterrâneas e superficiais desse município.

Esse município com seus 5.627 domicílios e uma população estimada de 15.961 habitantes (IBGE, 2010) beneficiada pela intensa atividade agrícola, é uma região que se utiliza de poços tubulares para captação de água do subsolo para a irrigação, mas também se utiliza de poços para abastecimento público.

Um monitoramento da qualidade da água nessa região deve ser constante e periódico, pois é importante observar que agentes químicos, como o nitrato,

independente da fonte, é um potencial contaminante para águas subterrâneas, podendo trazer sérios riscos à saúde da população quanto à presença desse elemento, tomando como referência o limite estabelecido pela portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Em pessoas adultas, a presença do nitrato pode apresentar deficiência de enzimas e, em crianças menores de um ano, a metemoglobinemia, conhecida também com “síndrome do bebê azul” (BROTTO; SILVA, 2014).

Em vista disso, tornou-se necessária uma avaliação das águas de dois poços tubulares desse município com relação à concentração do teor de nitrato, um no distrito de Ipanema e um outro no distrito de Soares. Nesse contexto, foi avaliado também o teor de nitrato nas águas das residências da comunidade de Soares, haja vista que essa, é abastecida por água subterrânea, sendo a Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.(EMBASA) o órgão responsável pela administração e distribuição dessa água.

No entanto, a avaliação do teor de nitrato não foi realizada nos domicílios de Ipanema porque a água subterrânea é utilizada apenas para irrigação.

Neste sentido, realizou-se uma pesquisa de campo nas comunidades de Soares e Ipanema, nos períodos de chuva e de estiagem, com os seguintes objetivos: (i) comparar o nível de concentração de nitrato do poço tubular de Soares que abastece a população, com o teor de nitrato do poço tubular de Ipanema, que é utilizada apenas para uso na irrigação, levando em consideração os períodos em que as amostras foram coletadas; (ii) verificar a concentração de nitrato da água consumida pela comunidade de Soares.

1. NITRATO EM ÁGUA DE REGIÕES COM AGRICULTURA IRRIGADA

A água é a substância mais abundante na matéria viva e a sua qualidade está relacionada aos fenômenos naturais e à ação direta do homem (VON SPERLING, 2005). A água é vital aos seres vivos e Lima retrata sobre essa questão:

A importância da água para a existência de vida na Terra é indiscutível. Além disso, esse recurso natural é fundamental para o desenvolvimento de diversas atividades antrópicas, tais como a produção de alimentos, de energia, de bens de consumo, de transporte e de lazer, assim como para a manutenção e o equilíbrio ambiental dos ecossistemas terrestres (LIMA, 2011, p. 7).

A utilização de água subterrânea tem crescido em todo o mundo, inclusive no Brasil. Isso decorre da ocupação de áreas que não dispõem de água de superfície (ex.: regiões semiáridas), para a irrigação e para consumo mas também, devido à procura por água de boa qualidade em regiões que já se encontram poluídas (RESENDE, 2002).

A água exerce uma influência direta na qualidade e no desenvolvimento de sua vida, no entanto para o seu consumo os aspectos físicos devem ser agradáveis e as substâncias nocivas, inexistentes acima dos valores permitidos (CUNICO et al, 2011).

No Brasil, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, dispõe sobre os valores permitidos para qualidade da água para consumo humano, bem como o seu padrão de potabilidade, e, de acordo com ela, a água potável é aquela que atende ao padrão de potabilidade e que não oferece riscos à saúde (BRASIL, 2011).

O excesso de fertilizantes na agricultura cada vez mais vem ameaçando os aquíferos do mundo inteiro, inclusive no Brasil. Países como Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos já identificaram concentrações de nitrato superiores aos limites

permissíveis para a água potável. Em regiões onde há fluxo vertical, o nitrato pode por lixiviação atingir e contaminar as águas subterrâneas. (FEITOSA; FILHO, 1997).

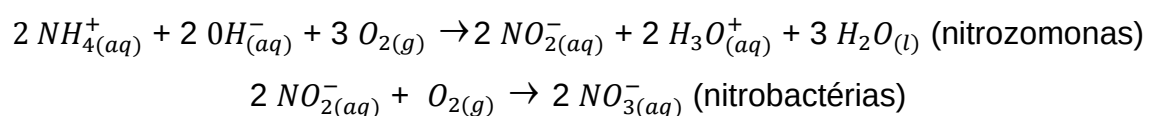
As formas de contaminação das águas subterrâneas são diversas; porém, Resende enfatiza sobre um aspecto importante na atividade agrícola:

O nitrato é a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. Isso ocorre pelo fato de que o ânion nitrato, caracterizado por ser fracamente retido nas cargas positivas dos colóides, tende a permanecer mais em solução, principalmente, nas camadas superficiais do solo, nas quais a matéria orgânica acentua o caráter eletronegativo da fase sólida (repelindo o nitrato). Na solução do solo, o nitrato fica muito propenso ao processo de lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável incremento nos teores de nitrato nas águas profundas (RESENDE, 2002, p. 14).

A intensidade do processo de contaminação depende, principalmente, das quantidades de nitrato presentes ou adicionadas ao solo, da permeabilidade do solo, das condições climáticas (pluviosidade), de manejo da irrigação e da profundidade do lençol freático ou aquífero (BHUMBLA, 2001).

Filho (2008) aborda que, além do nitrato ter origem de fontes diretas, como por exemplo, fertilizantes e esgotos, ele também pode ser de fontes indiretas, que ocorre através de dois processos: por amonificação, onde o nitrogênio orgânico é convertido em amônio (NH_4^+), e por nitrificação, ou seja, o amônio transforma-se em nitrito (NO_2^-) e este, em nitrato (NO_3^-) na etapa final.

Segundo Cavalcanti (1996), o nitrato é o resultado da ação microbiana que atua nas substâncias orgânicas nitrogenadas, transformando essas substâncias em íons amônio NH_4^+ , através do processo de nitrificação em meio aquoso. Na primeira etapa da nitrificação, a amônia oxida-se para nitrito pela ação das nitrozomonas, e, em seguida, com o auxílio das nitrobactérias, o nitrito é oxidado a nitrato:



Conforme Baird & Cann (apud BROTTTO & SILVA, 2014), o nitrato em águas subterrâneas origina-se da aplicação de fertilizantes com nitrogênio em plantações, esgoto humano depositado em sistemas sépticos, cultivo do solo e deposição atmosférica. ALMEIDA (2013), no entanto, diz que, o aquífero cárstico da região de Irecê-Ba, onde a área em estudo se encontra, é vulnerável, e por isso tem sido objeto de pesquisa a respeito da qualidade e da hidroquímica das águas subterrâneas dessa região. Ainda segundo ALMEIDA (2013), a presença do nitrato nessas águas está relacionada, principalmente, com dejetos expelidos dos esgotos e pelo uso de fertilizantes nitratados.

Oliveira et. al (2008) utilizando-se dos dados de análises químicas de poços perfurados entre 1964 e 2006 na região, concluiu que dos 748 poços perfurados, 56% apresentaram teores de nitratos acima de 10 mg L^{-1} , ou seja, valores fora do padrão de potabilidade para consumo humano.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2007), as águas subterrâneas apresentam como indicador de contaminação o parâmetro nitrato, devido a sua mobilidade e persistência.

O íon nitrato, acima de 10 mg L^{-1} , é perigoso à saúde, uma vez que pode resultar em sérios riscos ao ser humano, como por exemplo, a metemoglobinemia ou "síndrome do bebê azul" em recém-nascidos, bem como em adultos que apresentam deficiência de enzimas no organismo. A patologia se desenvolve no estômago do bebê ou em recipientes de alimentos que não passaram por uma esterilização. Pela ação das bactérias parte do íon nitrato é reduzido a íon nitrito, como segue: $\text{NO}_3^- + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$. Assim, na presença do nitrito o íon Fe^{2+} na hemoglobina no sangue, oxida-se para Fe^{3+} , não permitindo a absorção e nem a transferência do oxigênio para as células do bebê. A falta de oxigênio faz o bebê adquirir uma cor azul

e a sua respiração torna-se mais difícil. Nota-se, porém, que na pessoa adulta a hemoglobina oxidada é reduzida à sua forma de transporte de oxigênio e novamente o nitrito é oxidado para nitrato, em processo muito rápido, enquanto que nos bebês isso ocorre de forma lenta (BROTTO; SILVA, 2014).

Para Gonçalves (2004, p. 4), *“a metahemoglobinemia é resultado da inabilidade do sangue em distribuir uma quantidade satisfatória de oxigênio para o corpo, devido à presença do nitrato”*.

O desenvolvimento da metahemoglobinemia a partir do nitrato nas águas potáveis depende da sua conversão para nitrito, por bactérias, durante a digestão, o que pode ocorrer na saliva e no trato gastrointestinal. As crianças, principalmente as menores de três meses de idade, são bastante susceptíveis ao desenvolvimento desta doença devido às condições mais alcalinas do seu sistema gastrointestinal, fato também observado em pessoas adultas que apresentam gastroenterites, anemia, porções do estômago cirurgicamente removidas e mulheres grávidas (FERNÍCOLA; AZEVEDO apud SANTOS, 2007, p. 12).

Resultados de amostra da água subterrânea, coletadas em abril/2015 (período chuvoso), mostrou uma concentração no teor de nitrato de 56,4 mg L⁻¹ no distrito de Soares e 27,9 mg L⁻¹ no distrito de Ipanema, índices relativamente muito alto para os padrões de potabilidade, conforme portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, que é de 10 mg L⁻¹. Os índices de concentração encontrados nessas duas comunidades impossibilita o uso da água para abastecimento público.

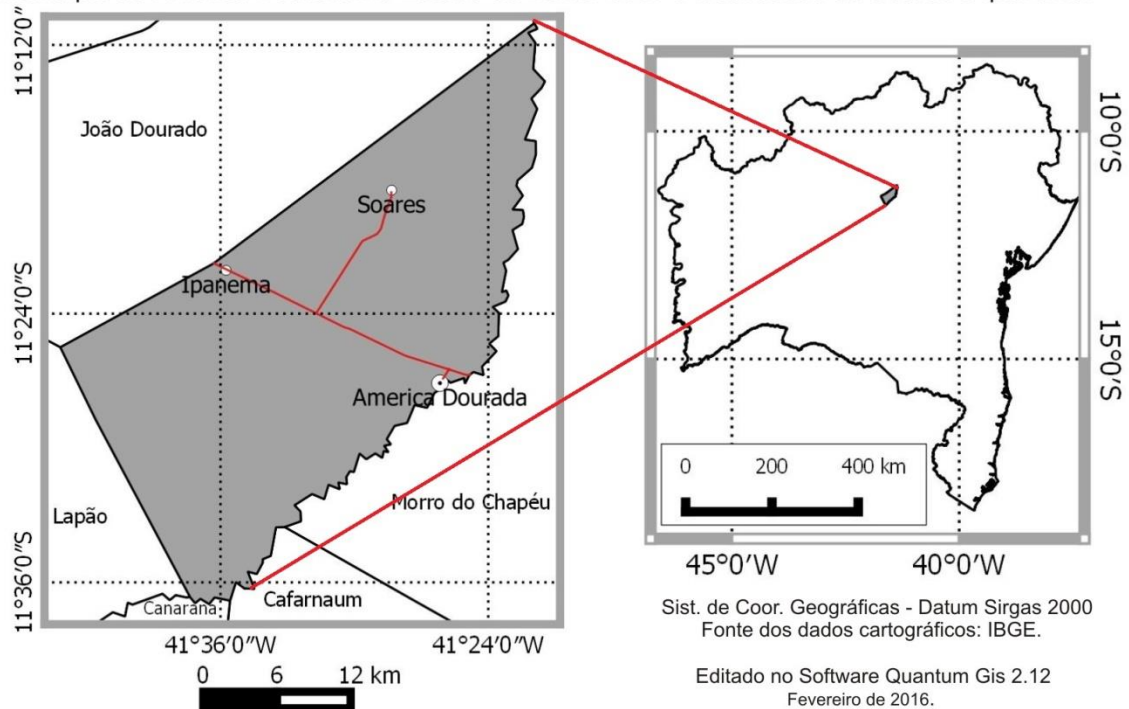
Segundo Gonçalves (2004), na microrregião de Irecê, onde a área em estudo está inserida, tanto o solo como a água são de uso intensivo nas atividades agrícolas irrigadas, e o uso de produtos químicos, como os fertilizantes ricos em nitratos, por exemplo, é bastante utilizado na região.

2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

2.1 Localização e acesso da área estudada

O município de América Dourada (FIGURA 1) localiza-se na Chapada Diamantina e é parte integrante da microrregião de Irecê, e encontra-se aproximadamente a 430 km da capital baiana.

Município de América Dourada no Estado da Bahia: sede e localidades de Soares e Ipanema.



Fonte: IBGE, adaptado por Márcio Lima, 2016.

FIGURA 1: Mapa de localização da área estudada

2.2 Aspectos climáticos da região

A área estudada encontra-se em uma região chamada polígono das secas, e apresenta grande variação espacial e temporal das chuvas (Lima, 2009). De acordo com o Balanço Hídrico do Estado da Bahia (1999), o período chuvoso compreende de novembro a abril e o período de estiagem de maio a outubro, sendo de 630 mm a precipitação média anual.

2.3 Aspectos da Geologia Regional

A região estudada está localizada no centro-norte do estado da Bahia, dentro da bacia hidrográfica do rio São Francisco. É caracterizada por uma litologia de rochas essencialmente carbonáticas (calcilutitos, calcissiltitos, calcarenitos, dolomitos, lamitos algais e margas) da Formação Salitre de idade Neoproterozóica, denominada como paleoambiente deposicional continental e marinho de águas rasas (Pedreira et al., 1987), com feições cársticas bem desenvolvidas, que juntamente com zonas de fraturamento, constituem os reservatórios de grande expressividade do ponto de vista de recepção, armazenamento e circulação de águas subterrâneas (Villanueva, T.C.B et al, 2014).

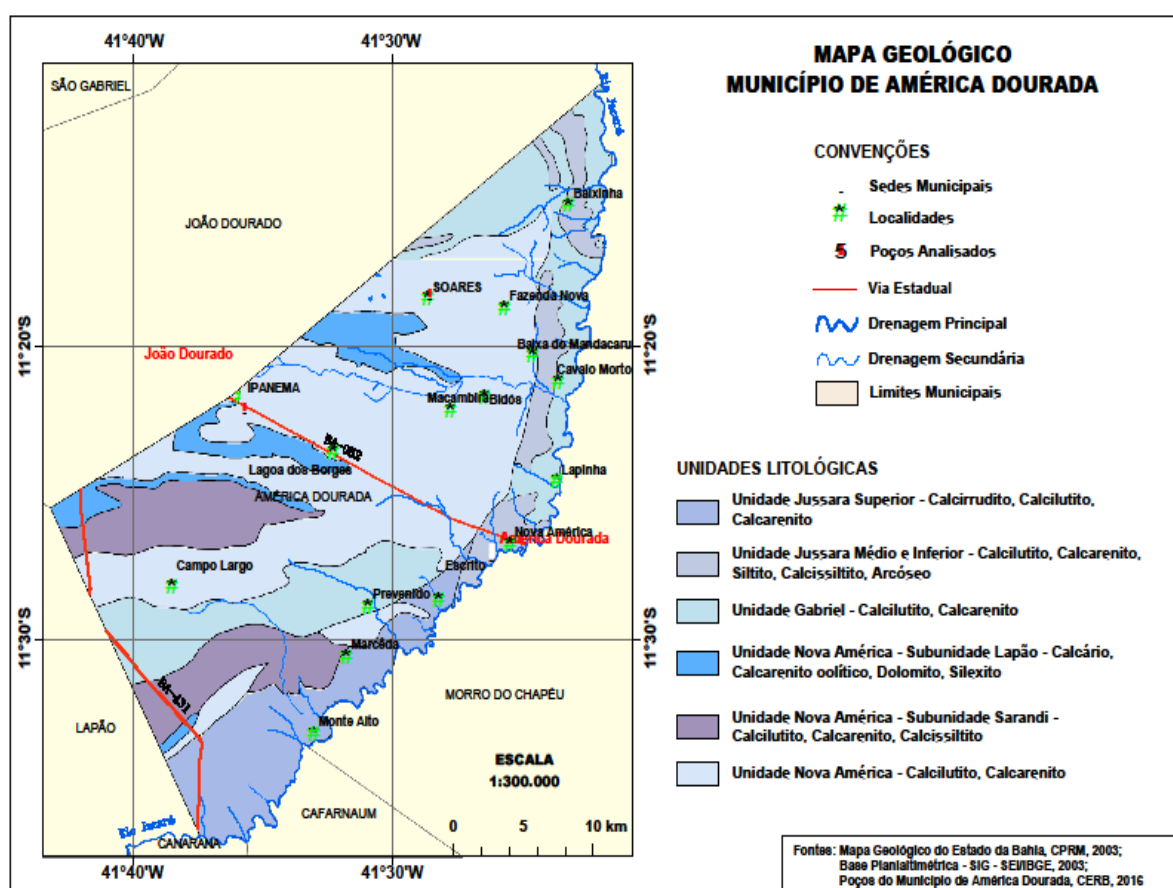


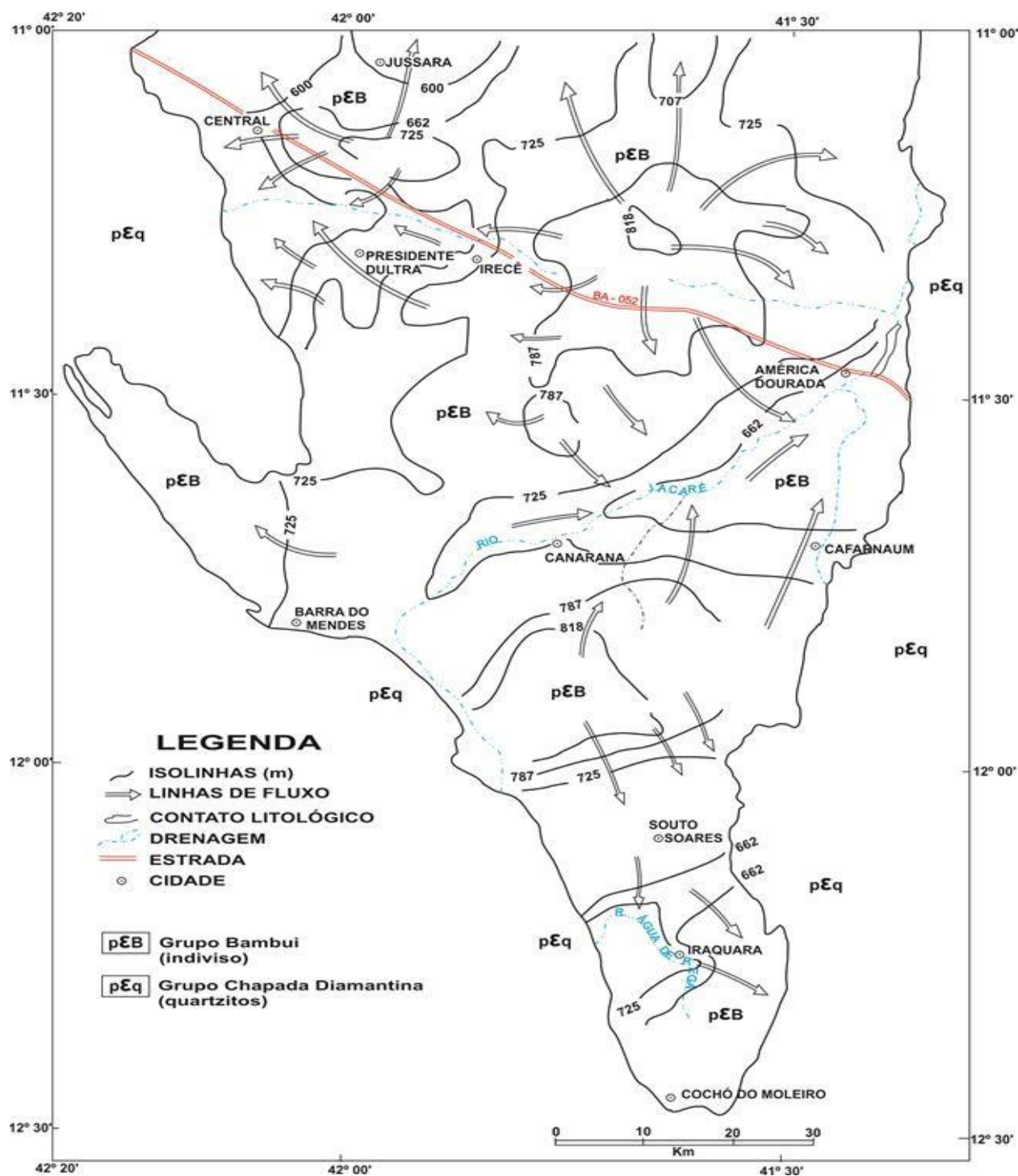
FIGURA 2: Mapa Geológico do Município de América Dourada-Ba

2.4 Aspectos Hidrogeológicos

O aquífero da microrregião de Irecê compreende os carbonatos do grupo Una, representados geologicamente pelos calcários da formação Salitre (ALMEIDA, 2013).

Sendo um aquífero de grande extensão e fazendo parte de um ambiente cárstico, o seu funcionamento hidrogeológico envolve alguns fatores, tais como, a conformidade estrutural da bacia sedimentar, vazão e nível estático dos poços, bem como a compreensão do fluxo d'água, pois trata-se de um ambiente extremamente fraturado (SILVA, 2005).

Guerra (1996), localizou através de mapas potenciométricos (FIGURA 3) que o principal divisor de água da região é na cidade de João Dourado e a principal zona de descarga encontra-se na Cidade de América Dourada, bem como as principais direções de fluxo.



Fonte: Adaptado de Guerra (1996).

FIGURA 3: Mapa Potenciométrico da Bacia de Irecê

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida nos povoados de Ipanema e Soares, distritos-membros do território do município de América Dourada-Ba, durante o ano de 2015

nos meses de abril (período chuvoso) e dezembro (período seco). Apesar do mês de dezembro fazer parte do período chuvoso, o ano de 2015 foi um ano atípico, pois nesse mês não houve precipitação.

Inicialmente foi feito uma pesquisa bibliográfica de trabalhos anteriores sobre a problemática da contaminação das águas superficiais e subterrâneas por agentes químicos e por ação antrópica na região, sendo que para isso foram necessários consultar artigos científicos, teses de mestrados e teses de doutorados que enfatizassem sobre o tema, dando assim um aporte teórico para o desenvolvimento do presente trabalho científico. Concomitantemente, ocorreu a pesquisa de campo que foi realizada através da coleta das amostras de água nas duas comunidades.

As coletas de amostras de água nos poços de Ipanema e de Soares, foram realizadas no período chuvoso e no período seco, sendo que as de água tratada só ocorreram apenas na comunidade de Soares no período de estiagem (dez/2015) de forma aleatória. Contudo, o procedimento de coleta seguiu-se a orientação do Laboratório Bioagri Ambiental LTDA (“Merieux NutriSciences”) que avaliou também o índice de nitrato utilizando para essa análise o método da APHA (2012).

Os frascos para a coleta das amostras foram fornecidos pelo próprio laboratório Bioagri Ambiental, sendo todos eles plásticos e estéreis com capacidade de 1000 ml cada um.

Para a análise da qualidade da água desses poços com relação à concentração dos teores de nitrato, para consumo humano, tomou-se como comparação o valor máximo permitido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde que é de 10 mg L⁻¹ (BRASIL, 2011). A partir da análise dos dados da pesquisa foram plotados em três (3) gráficos de colunas as respectivas concentrações de nitrato do poço de Ipanema

e de Soares, bem como o teor de nitrato das amostras coletadas nas residências do distrito de Soares

Foram também adquiridas informações sobre o número de poços tubulares em todo o município de América Dourada junto a Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB), que em seus registros contabiliza 241 poços, sendo 109 perfurados pela própria CERB e 132 perfurados por outras empresas.

3.1 Coleta das Amostras das águas subterrâneas

Inicialmente realizaram-se duas coletas de água de poço, uma em Ipanema e a outra em Soares - na estação chuvosa (abril/2015) e na estação de estiagem (dez/2015), para uma comparação do teor de nitrato entre essas duas comunidades.

O procedimento de coleta em Ipanema (FIGURA 4) se deu através das seguintes ações: ligou-se a bomba do poço e deixou-se escorar a água por três minutos para eliminar possíveis interferentes provenientes da tubulação, pois a mesma estava turva, barrenta. Após essa etapa, as amostras foram coletadas em frascos plásticos estéreis de 1000 mL, etiquetados com o número da amostra, cadastrados na ficha com as informações dos pontos de coleta, em seguida foram acondicionadas em caixa de isopor com bastante gelo, sendo essa bem lacrada por fita adesiva para que as amostras fossem preservadas e posteriormente transportadas, seguindo-se as recomendações do laboratório Bioagri Ambiental LTDA ("Merieux NutriSciences"), localizado no município de Lauro de Freitas-Ba. Todo o procedimento de coleta, seguiu-se as orientações do próprio laboratório.



Fonte: Arquivo do autor, 2015.

FIGURA 4: Poço tubular em Ipanema de uso exclusivo para a irrigação

A coleta da amostra de água do poço tubular de Soares que abastece a essa comunidade, foi realizada através de uma torneira que recebe água bruta do próprio poço. Durante os três minutos de escoramento da água, a mesma encontrava-se limpa e cristalina. Sendo assim, após esse período, o procedimento de coleta da água e o seu acondicionamento seguiu o mesmo padrão utilizado para a coleta de água em Ipanema.

Salienta-se que o poço que abastece a população de Soares encontra-se instalado dentro da comunidade (FIGURA 5) e a água desse poço é direcionada para uma caixa reservatório, situada em uma das praças, para em seguida ser distribuída em regime de rodízio para a população.



Fonte: Arquivo do autor, 2015.

FIGURA 5: Poço tubular de Soares

3.2 Coleta das Amostras da Água Tratada em Soares

Nos domicílios, a coleta foi realizada através de torneiras que recebiam água diretamente da distribuidora (EMBASA), antes de serem levadas para os seus reservatórios, e o procedimento se deu através das seguintes ações: antes da coleta deixou-se escorar a água da torneira por três minutos para eliminar as impurezas da tubulação. Em seguida, as amostras foram coletadas em frascos plásticos estéreis de 1000 mL, etiquetados com o número da amostra, cadastrados em uma ficha com as informações dos pontos de coleta (coordenadas geográficas, data e hora da coleta). O acondicionamento das amostras e o seu transporte, ocorreram da mesma forma como no procedimento em Soares e Ipanema.

3.3 Procedimento laboratorial

Todas as análises das amostras de água, tanto dos poços tubulares, quanto da rede de distribuição de abastecimento de Soares, foram realizadas pelo laboratório Bioagri Ambiental LTDA (“Merieux NutriSciences”) seguindo o procedimento POP PA 124 rev.08 – determinação de N como nitrato por espectrofotometria, utilizando Kit Hach.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Concentração de nitrato nos poços tubulares de Ipanema e Soares

Entre o período chuvoso e o período de estiagem no ano de 2015, foram coletadas duas amostras em cada um dos dois poços em estudo. Verificou-se que em ambos os poços para os dois períodos de avaliação, os teores de nitrato estavam acima do limite permitido pela portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde que é de 10 mg L⁻¹ para consumo humano.

Os resultados revelam que as águas dos poços da região estudada encontram-se contaminadas por nitrato, e por se tratar de comunidades de intensas atividades agrícolas, esse agente químico, em excesso, pode contaminar o solo e as águas superficiais e subterrâneas da região.

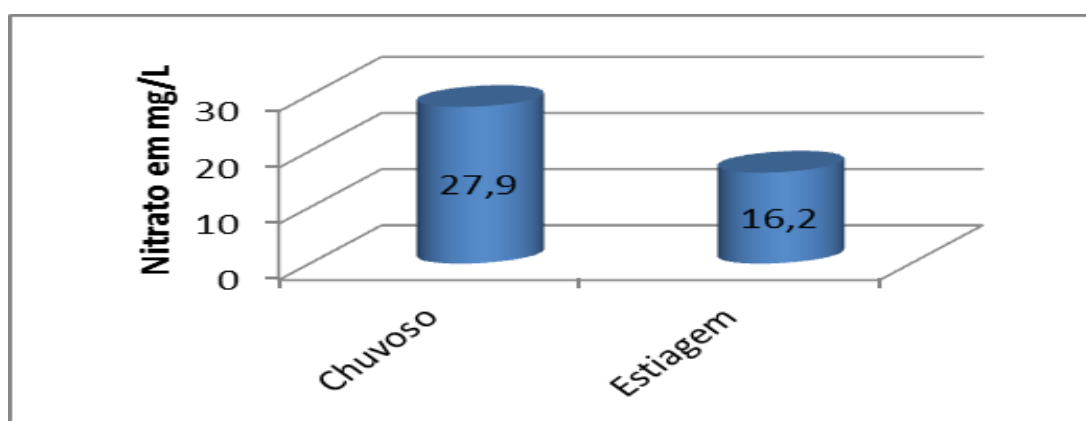
As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de nitrato no intervalo de 0,1 a 10 mg L⁻¹, porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1000 mg L⁻¹ (BAIRD, 2002).

Conforme Ayers & Westcot (apud ALMEIDA, 2010) os valores de indicação para o grau de restrição de uso de água com teores de nitrato para a irrigação são:

Ligeiro ($0 - 5,0 \text{ mg L}^{-1}$ de NO_3^-) , Moderado ($5,0 - 30,0 \text{ mg L}^{-1}$ de NO_3^-) e severo ($> 30,0 \text{ mg L}^{-1}$ de NO_3^-).

O poço de Ipanema, por exemplo, mostra que o teor de nitrato para a água de irrigação está num limite aceitável, ou seja, o grau de restrição de uso de água desse poço é considerado moderado, pois a concentração de nitrato variou de $27,9 \text{ mg L}^{-1}$ e $16,2 \text{ mg L}^{-1}$ nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, com valor médio de $22,05 \text{ mg L}^{-1}$ (FIGURA 6). Observa-se que a concentração do teor de nitrato foi maior que o permitido pela legislação para consumo humano. Entretanto, em se tratando de uma água utilizada para a irrigação, o teor de nitrato pode ser aceitável para a agricultura. Contudo, essa água não pode ser utilizada para consumo humano.

Ressalta-se que esse poço, aparentemente, mostra estar livre de contaminação por efluentes domésticos e de lixões, pois o mesmo encontra-se afastado de residências e localizado em uma propriedade agrícola.



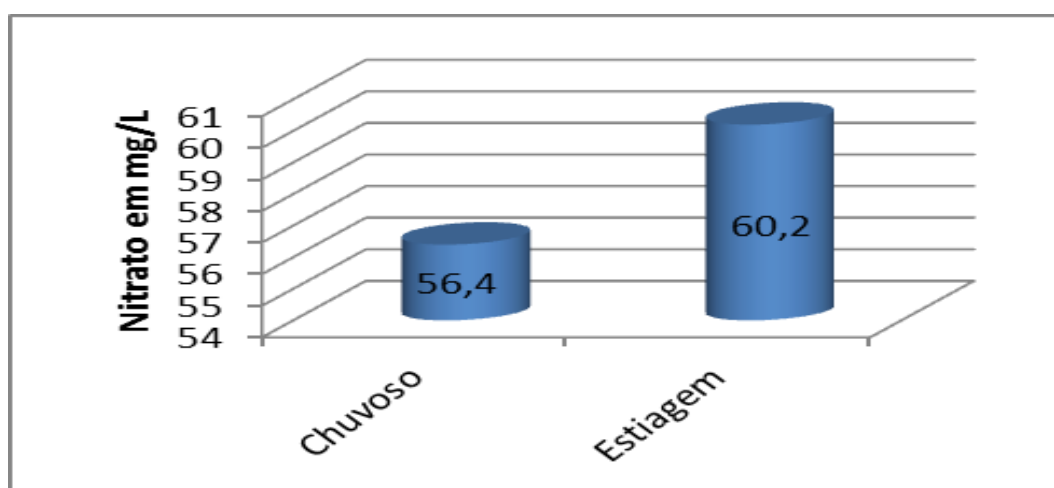
Fonte: O autor, 2016.

FIGURA 6: Valor da concentração de nitrato no poço de Ipanema em cada amostra

Em Soares a água do poço apresentou uma concentração de nitrato de $56,4 \text{ mg L}^{-1}$ no período chuvoso e $60,2 \text{ mg L}^{-1}$ no período seco, apresentando valor médio de $58,3 \text{ mg L}^{-1}$ entre os dois períodos (FIGURA 7). Nota-se que, o teor de nitrato também foi muito elevado com relação ao limite estabelecido pela legislação, o que

impossibilita sua utilização para consumo humano. A diferença de concentração do teor de nitrato entre os dois períodos foi de 3,8 mg L⁻¹. Esses valores não são estatisticamente significativos, ou seja, não houve significância entre as concentrações de nitrato do período chuvoso e do período de estiagem, em um nível de confiança de 95%. As concentrações de nitrato permaneceram, praticamente, inalteradas no ano de 2015 nos dois períodos de coleta.

Esse poço, por estar localizado em uma região de atividade agrícola e encontrar-se instalado dentro da comunidade, próximo a várias residências, pode estar sendo contaminado pela ação do uso de agroquímicos à base de nitrogênio aplicados nas áreas de agricultura irrigadas, através do processo de lixiviação, onde o nitrato em contato com a água se dilui e percola pelo solo, atravessando fendas até atingir o lençol freático. Porém outro fator pode estar contribuindo também para a contaminação da água subterrânea, que é a ação antrópica, devido à ineficiência do sistema de coleta e do tratamento sanitário dos efluentes domésticos desse povoado.



Fonte: O autor, 2016.

FIGURA 7: Valor da concentração de nitrato no poço de Soares em cada amostra

4.2 Concentração de nitrato nas águas tratadas do distrito de Soares

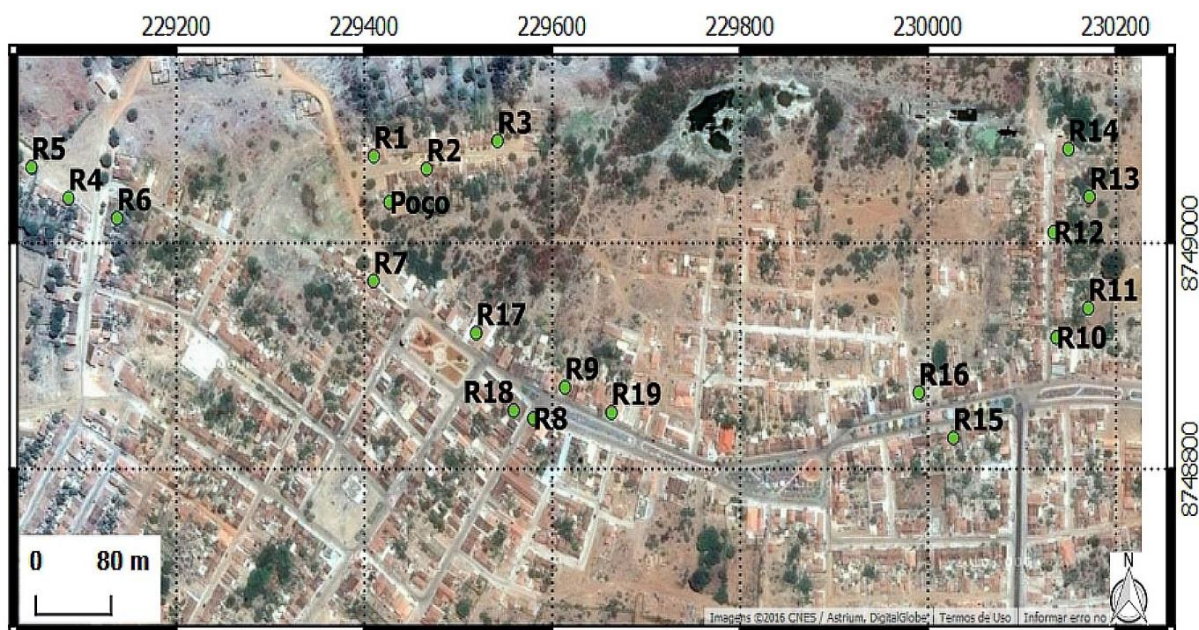
Após a primeira análise da água subterrânea de Soares durante o período chuvoso, observou-se que o teor de nitrato foi muito alto ($56,4 \text{ mg L}^{-1}$) em relação aos padrões de potabilidade estabelecido pela legislação vigente, daí o foco da pesquisa ser direcionado também, para analisar a sua concentração nas águas tratadas, ou seja, a água consumida pelos habitantes.

No mapa (FIGURA 8) pode ser visto a distribuição dos pontos de coleta das 18 amostras (17 em domicílios e 1 em poço tubular) de água coletadas no período de estiagem no povoado de Soares.

As coletas foram realizadas em residências ao entorno do poço que abastece a população e também, em residências afastadas, sendo que a mais próxima encontra-se a 13 m desse poço, aproximadamente. Essas coletas estão representados, no mapa, pelos pontos R1 a R17.

O procedimento dessa coleta, ocorreu no dia 16/12/2015, com início às 08:20 h pelo poço da comunidade administrado pela EMBASA e término às 10:50 h nas residências. No início da coleta nos domicílios, do ponto R1 ao ponto R7, a rede de distribuição encontrava-se em manutenção e boa parte da comunidade estava sem abastecimento de água. Provavelmente, após a redistribuição da água, amostras de alguns pontos de coleta pode ter sofrido alguma alteração, variando assim a concentração de nitrato nesses pontos.

Distribuição dos Pontos de Coleta de Água em Residências (R) na Localidade de Soares

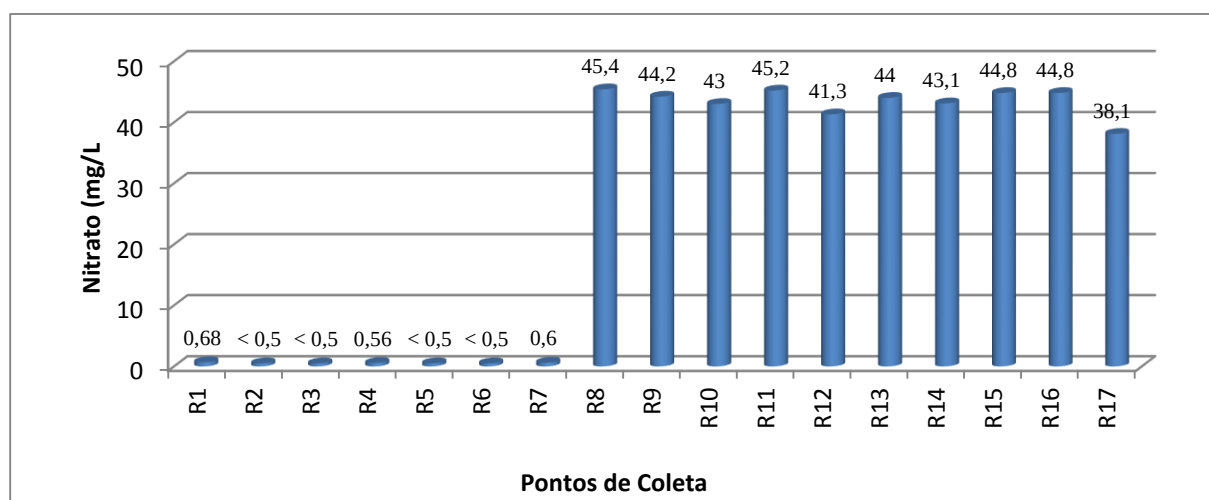


Escala de visualização da imagem: 1:8.000 (outubro de 2013). Sistema de Coorenadas UTM - Zona 24 Sul. Datum: Sirgas 2000.
 Fonte dos dados Cartográficos: Imagem Extraída do Software Google Earth; Atividade de Campo com GPS de Navegação.

Fonte: Adaptado do Google por Márcio Lima, 2016.

FIGURA 8: Pontos de Coleta nas residências de Soares

O gráfico de colunas na Figura 9, mostra o resultado das amostras de água das residências do povoado de Soares, com relação aos teores de nitrato.



Fonte: O autor, 2016.

FIGURA 9: Teores de nitrato na água tratada de Soares no período de estiagem

A análise desse gráfico mostra que dos 17 domicílios residenciais escolhidos para se fazer a coleta, 10 deles, apresentaram uma concentração de nitrato entre 38,1 e 45,4 mg L⁻¹, ou seja, 58,82% das residências visitadas tiveram índices de nitrato bem acima quando comparados com o limite estabelecido pela legislação que é de 10 mg L⁻¹ para consumo.

Observa-se que, os pontos R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, representam residências, também visitadas, e mostra que os resultados analíticos apresentaram teores de nitrato bem inferiores ao limite estabelecido pela lei em vigor. Compreendem valores menores que 0,5 mg L⁻¹ até 2,01 mg L⁻¹ para o nitrato.

Entretanto, nota-se que a média do teor de nitrato entre as residências que apresentaram maiores concentrações foi de 43,4 mg L⁻¹, e de acordo a portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde essa água está contaminada pelo nitrato, portanto, é imprópria para o consumo humano.

4.3 Análise comparativa entre os poços de Ipanema e Soares

Nos dois poços tubulares estudados a captação da água é feita por bomba submersa, acionada por energia elétrica. De acordo com resultados analíticos entre os dois períodos de coleta, os valores das concentrações de nitrato em Soares foram bem superiores do que as concentrações em Ipanema. No entanto, a contaminação por nitrato, nesses poços pode ter sido:

1º - Como se trata de uma região de rochas cársticas e de fácil dissolução, o nitrato dissolve com a água, percola pelo solo atingindo o lençol freático das águas subterrâneas;

2º - Como o município de América Dourada, onde se encontra Soares e Ipanema, é uma zona de descarga, ou seja, as principais linhas de fluxo estão direcionadas para

esse município (GUERRA, 1996), o aumento na concentração do teor de nitrato torna-se mais fácil.

3° - Por deposição aérea, isto é, durante a aplicação de agentes químicos, como os fertilizantes nitrogenados, o vento pode deslocar parte desse contaminante que se encontra em suspensão e em seguida o depositar o nitrato no solo, que através do processo de lixiviação pode contaminar as águas do aquífero da região

4° - Como o poço de Soares encontra-se dentro da comunidade, a concentração de nitrato foi maior que em Ipanema, provavelmente devido à falta de saneamento básico para tratamento dos esgotos e dos efluentes domésticos no distrito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No município de América Dourada-Ba, a água subterrânea dos dois distritos estudados, apresentaram concentrações de nitrato acima do que preconiza a legislação quando se trata de potabilidade.

A avaliação dos resultados obtidos nos poços tubulares mostrou que ocorreu variação na concentração de nitrato entre os períodos de estiagem e chuvoso na água do poço de Ipanema, enquanto que na água do poço de Soares não houve alteração da concentração desse contaminante. Todavia, as concentrações dos teores de nitrato em Soares foram maiores que em Ipanema, tanto no período de estiagem, quanto no período chuvoso.

Com relação a água consumida pelos moradores da comunidade de Soares, os resultados analíticos mostram que as concentrações dos teores de nitrato estão acima do limite estabelecido pela portaria nº 2914/11 do ministério da saúde, para consumo humano, ou seja, o manancial subterrâneo dessa localidade representa um risco à saúde da população.

A comparação entre a concentração de nitrato obtida para a água do poço de Soares ($58,3 \pm 8,75 \text{ mg L}^{-1}$) e a média da concentração das amostras de água coletadas nas residências também de Soares ($43,4 \pm 2,2 \text{ mg L}^{-1}$), mostra que entre 68,09% da água do poço está sendo distribuída para a população.

Novos estudos devem ser realizados na região estudada para caracterizar a fonte de contaminação do nitrato, bem como realizar periodicamente um monitoramento da concentração do teor de nitrato tanto no poço, quanto nas residências de Soares, para garantir a saúde da população que consome essa água, haja vista que ainda não há nenhuma tecnologia capaz de diminuir essa concentração nas águas subterrâneas.

É necessário uma política mais atuante por parte do gestor municipal de América Dourada, através de parcerias com os governos estadual e federal, para que seja viabilizado um planejamento de saneamento básico mais eficiente, uma infraestrutura urbana mais adequada, bem como, procurar novos mananciais hídricos livres de agentes contaminantes para que a população possa ter também água de boa qualidade, melhorando assim não só a vida dos moradores da comunidade de Soares, mas de todo o seu território.

Ainda com relação a Soares, o poder público deve também, além de fazer um monitoramento constante sobre a qualidade da água que é consumida pelos seus munícipes, atuar com mais rigor na fiscalização do uso de produtos agroquímicos utilizado na agricultura irrigada, bem como fazer um reordenamento sobre o uso do solo na região.

Entretanto, com relação à água do poço tubular de Ipanema, a mesma pode ser utilizada apenas na agricultura irrigada, contudo não pode ser consumida pela comunidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. S. de. **Correlação entre nitrato e outros parâmetros hidroquímicos com as entradas de água da região de Irecê-Ba**. 2013. 50 f. Monografia - Curso de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2013.

ALMEIDA, O. A. de. **Qualidade da água de irrigação**. Cruz das Almas, BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26783/1/livro-qualidade-agua.pdf>> Acesso em: 27 mar. 2016.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 22nd ed. Washington DC, 2012.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Porto Alegre: Bockman, 2002.

BHUMBLA, D. K. **Agriculture practices and nitrate pollution of water**. Disponível em: < [http:// www .caf. wvu.edu/ ~ forage/nitratepollu tion/nitrate.htm](http://www.caf.wvu.edu/~forage/nitratepollution/nitrate.htm) > . Acesso em: 21 fev. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 28 dez. 2015.

CAVALCANTI, M.A.M.P. **Impacto dos sistemas de saneamento "in situ" nas águas subterrâneas no bairro de Piratininga**, Niterói-RJ, 1996. Dissertação (mestrado), São Paulo-SP. 1996.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). 2007. **Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo: 2004-2006**. CETESB, São Paulo: 199 p. (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente).

CUNICO, P.; EBLING, F.; MAGDALENA, C. P.; SANTOS, C. L. **Potabilidade da Água para Consumo em Bertioga/SP**. Universidade Santa Cecília, São Paulo. 2011. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1995.

FEITOSA, A. C. & MANOEL FILHO, J. (Coordenadores). 1997. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Laboratório de Hidrogeologia da Universidade Federal de Pernambuco (LABHID-UFPE), Fortaleza, Brasil: 412 p.

FERNÍCOLA, N. G. G. de; AZEVEDO, F. A. de. **Metemoglobinemia e nitrato nas águas**. Rev. Saúde pública, S. Paulo, v. 15, p. 242-248, 1981.

FILHO, J. M. Contaminação das águas subterrâneas. **Hidrogeologia: Conceitos e aplicações**. CPRM – Serviço geológico do Brasil, 812 p, 3ª ed, p. 381 – 402, 2008, Rio de Janeiro (LABHID).

GONÇALVES, M. **Avaliação de risco de contaminação do aquífero fissural cárstico da região de Irecê-Ba**. 2004. 109 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências Pós-graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2004.

GUERRA, A. M. **Processos de carstificação e hidrogeologia do Grupo Bambuí na região de Irecê – Bahia**. 1968. 132 f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. – 2011. Sinopse do censo demográfico 2010. IBGE, Rio de Janeiro, 261 p. (texto e CD-ROM).

LIMA, J. E. W. **Recursos Hídricos no Brasil e no Mundo**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em: <https://www.google.com.br/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Recursos+H%C3%ADricos+no+Brasil+e+no+Mundo> Acesso em: 01 nov. 2015.

LIMA, Moisés Silva. **Hidrogeologia do aquífero cárstico da região de Irecê, Bahia**. 2009. 56f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto de Geociências, Colegiado de Geologia - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

OLIVEIRA, I. B., SILVA S. C. e CRUZ, F. S. Avaliação Temporal da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea do Recôncavo Baiano: Período 1985 – 1998. **Anais da 53ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, (CD), 13 – 18 de julho, Salvador, Bahia, 2008.

PEDREIRA, A. J.; ROCHA, A. J. D.; COSTA, I. V. G. da; MORAIS FILHO, J. C. Projeto Bacia de Irecê-II: Relatório Final. Salvador, CPRM. 1987.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina, DF. Embrapa Cerrados, 2002.

SANTOS, J. S. **Desenvolvimento e otimização de metodologias para a determinação de nitrogênio**. 2007. 84f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SILVA, H. M. **Sistema de informações geográficas do aquífero cárstico da micro-região de Irecê - Bahia**: subsídio para a gestão integrada dos recursos hídricos das bacias dos rios verde e jacaré. 2005. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências Pós-graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2005.

SILVA, L. C. M; BROTTTO, M. E. Nitrato em água: ocorrência e consequência, São Paulo, **Escola Superior de Química**, Faculdades Oswaldo Cruz, 2014. Disponível em: http://www.creasp.org.br/biblioteca/teses_e_artigos/nitrato-em-agua-ocorrencia-e-consequencias/ . Acesso em: 19 dez. 2015.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI. **Balanço Hídrico do Estado da Bahia**. Salvador: Série Estudos e Pesquisas, dezembro de 1999. nº 45.

VILLANUEVA, T. C. B; LEAL, L. R. B; ZUCCHI, M. R; AZEVEDO, E. G. de; VILLANUEVA, P. R. **Diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas e elaboração do mapa de uso e ocupação dos solos na região de Irecê-Ba**. 2015. ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, p. 30 – 41.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª ed. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG, v. 1, 452 p, (livro: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias) p. 15 - 2005.