

# EVOLUÇÃO DOS TEORES DE NITRATO NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO CÁRSTE BAMBUÍ, NA REGIÃO DE IRECÊ, ESTADO DA BAHIA: ANOS 1964 - 2006.

Iara Brandão de Oliveira <sup>1</sup>; Francisco Inácio Negrão <sup>2</sup> Magda Beretta <sup>3</sup> & Neuma Rúbia Figueiredo Santana <sup>4</sup>

**Resumo** – Este trabalho investigou a evolução dos teores de nitrato na água subterrânea da região de Irecê, tradicional produtora de feijão do Estado, período 1964-2006, utilizando dados de poços perfurados pela Companhia de Engenharia Rural da Bahia - CERB. Foram avaliados dez municípios da região: América Dourada, Central, Ibititá, Irecê, João Dourado, Jussara, Lapão, Presidente Dutra, São Gabriel, e Uibaí. O nitrato é altamente solúvel e facilmente carregado para os aquíferos, trazendo riscos à saúde humana. Pode causar a metemoglobinemia, uma alteração nas hemácias que ficam incapacitadas de transportar oxigênio. O maior efeito será sobre as crianças, devido ao consumo de água por peso corporal ser muito superior aos adultos. A concentração máxima permitida de nitrato na água potável é de 10 mgL<sup>-1</sup>. Teores superiores a esse, podem também causar câncer de estômago em humanos. A avaliação dos dados de nitrato na Região de Irecê mostrou que, dos 748 poços perfurados na região, 56% apresentam teores maiores que o padrão de potabilidade. O crescimento populacional da região de Irecê, sem o correspondente crescimento do saneamento urbano e, a expansão da agricultura irrigada usando fertilizantes, devem responder pelo incremento do nitrato nos aquíferos, apresentando teores maiores que 180 mgL<sup>-1</sup>.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Bahia: Rua Aristides Novis, 02, Federação, 41210-630, Salvador, BA, (71) 3283-9795, (71) 3283-9780, oliveira@ufba.br.

<sup>2</sup> Companhia de Engenharia Rural da Bahia: Av. Luiz Viana Filho, 300, CAB, 41745-000, Salvador, BA, (71) 3115-8049, fnegrao@cerb.ba.gov.br.

<sup>3</sup> Universidade Federal da Bahia: Rua Aristides Novis, 02, Federação, 41210-630, Salvador, BA, (71) 3283-9453, (71) 3283-9780, mberetta@ufba.br.

<sup>4</sup> Universidade Federal da Bahia: Rua Aristides Novis, 02, Federação, 41210-630, Salvador, BA, (71) 3283-9795, (71) 3283-9780, rubiafs@gmail.com.

**Abstract** – This work investigated the evolution of nitrate concentration in groundwater of Irecê's Region, traditional bean producer, period 1964-2006, using data from wells drilled by the Companhia de Engenharia Rural da Bahia - CERB. Were evaluated ten municipalities of Irecê's Region: América Dourada, Central, Ibititá, Irecê, João Dourado, Jussara, Lapão, Presidente Dutra, São Gabriel, and Uibaí. Nitrate is highly soluble in water and easily carried to aquifers, with serious risks to human health. It can cause methemoglobinemia, a hemoglobin alteration which gets incapable to carry oxygen. Children are the major victims because the consumption of water by body weight is larger than for adults. The maximum nitrate concentration allowed in drinking water is  $10,0 \text{ mgL}^{-1}$ . Nitrate concentration larger than that can also cause stomach cancer in humans. The evaluation of nitrate data in Irecê's Region showed that from 748 wells, 56% presents concentrations larger than the permitted value in drinking water. The population increase in Irecê's Region, without a correspondent increase in urban sanitation, and, the increase of irrigated agriculture using fertilizers, should answer for the nitrate concentration increment in groundwater, presenting values greater than,  $180 \text{ mgL}^{-1}$ .

**Palavras-Chave** – Nitrato, Água Subterrânea, Cárste de Irecê.

## 1. INTRODUÇÃO

A região do cárste de Irecê possui 26.155,4 km<sup>2</sup>, representando 4,6% da área total do estado da Bahia. Dentre os municípios que compõem a região, foram estudados os seguintes: América Dourada, Central, Ibititá, Irecê, João Dourado, Jussara, Lapão, Presidente Dutra, São Gabriel, e Uibaí, mostrados na Figura 1.

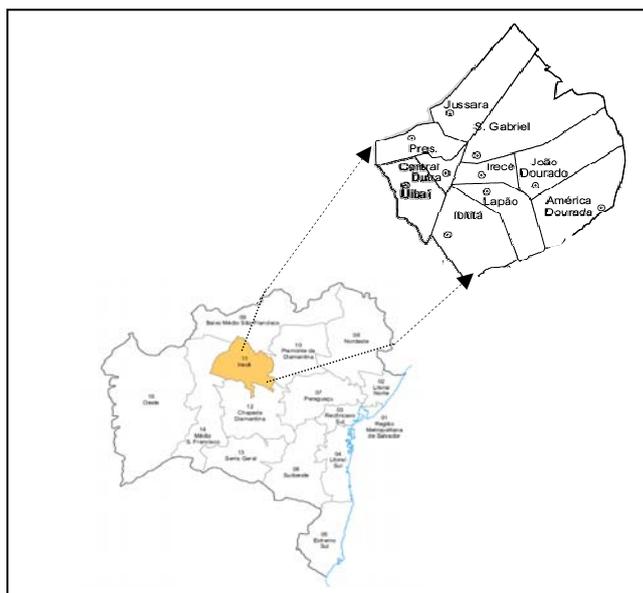


Figura 1. Mapa da região de Irecê e municípios estudados. Fonte: SEI, 1999

A principal via de acesso é a rodovia BA-052, que liga as cidades de Feira de Santana à Xique-Xique, cortando completamente a região no sentido Leste-Oeste.

Na região de Irecê os solos são formados pela alteração de rochas carbonáticas, em geral, latossolos, cambissolos e neossolos, muito suscetíveis à dissolução. Quanto aos aquíferos cársticos da região de Irecê, são formados em rochas carbonáticas e, devido ao processo de dissolução, podem ocorrer grandes aberturas, em subsuperfície, criando, nestes casos, verdadeiros rios subterrâneos. As principais fontes de poluições dessas águas são os efluentes domésticos, os resíduos sólidos e os produtos químicos utilizados na agricultura. Todos estes fatores são conhecidos por contribuírem para a proliferação de doenças e comprometem a sustentabilidade do ecossistema subterrâneo (Ferreira et al., 2007).

Estudos anteriores na região de Irecê, sobre a contaminação dos aquíferos, desenvolvidos por Gonçalves (2004), mostraram teores de nitrato de 66,88 mgL<sup>-1</sup> em Uibaí em 1975; 87,49 mgL<sup>-1</sup> em Presidente Dutra em 1983 e, 87,49 mgL<sup>-1</sup> em São Gabriel, em 1994. Também Silva e Araújo (2004)

encontrou teores de nitrato entre 0,49 – 21 mgL<sup>-1</sup> em seu estudo da contaminação da água subterrânea a partir dos resíduos sólidos depositados no lixão da cidade de Irecê.

O nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) tem sido considerado um dos principais poluentes químicos inorgânicos das águas subterrâneas. O mesmo pode ocorrer naturalmente em solos e água, como produtos da mineralização de matéria orgânica oriunda de plantas e animais, entretanto, grandes concentrações destes íons são encontradas quando há lançamento de efluente doméstico ou, resultante da aplicação de fertilizante (Matos et al., 2004).

A concentração de nitrato recomendada para consumo humano pela Portaria do Ministério da Saúde 518/2004, bem como o valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 e a nova Resolução CONAMA 396/2008, específica para águas subterrâneas, é de 10 mgL<sup>-1</sup>. Acima deste valor é possível ocorrer a doença infantil metamoglobinemia, ou a doença do “bebê azul”, bem como câncer em adultos (Wolfe & Patz, 2002). O estudo de Interliche e Bassi (2003) aponta que não há registro de casos de metamoglobinemia, onde a água contém menos de 10 mgL<sup>-1</sup> de nitrato.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Os dados referentes aos teores de nitrato das águas subterrâneas dos municípios em estudo, foram obtidos do Banco de Dados da CERB – Companhia de Engenharia Rural da Bahia. Os registros estão organizados em planilha eletrônica com as seguintes informações: código para identificação do poço, município, localidade, data da coleta e análise, laboratório responsável pela análise e teores dos elementos químicos. Foram obtidas informações de 748 poços, perfurados no período 1964-2006, traçando um perfil de 42 anos. Os 748 poços representam cerca de 7,4% do total de 10.150 amostras do Banco de Dados.

Os dados foram sistematizados, resumidos em tabela e, apresentados de três formas distintas: gráficos dos teores por município; gráficos dos teores de nitrato por década, para as últimas cinco décadas (1960, 1970, 1980, 1990, 2000), e mapas de isoconcentração de nitrato, construído com auxílio do software ARCGIS (ESRI, 2006), pelo método de triangulação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a distribuição dos poços analisados por município, bem como o percentual de poços com teor de nitrato acima, ou abaixo, do padrão de potabilidade, 10 mgL<sup>-1</sup>.

Tabela 2: Municípios da região, período, número de poços e percentual por teor de nitrato.

Municípios	Intervalo de tempo (anos)	Quantidade de poços perfurados	Percentual de poços acima, ou abaixo, do padrão de potabilidade.	
			≤ que 10 mgL <sup>-1</sup>	> que 10 mgL <sup>-1</sup>
América Dourada	1964-2006	88	31%	69%
Central	1972-2006	107	40%	60%
Ibititá	1972-2005	82	44%	56%
Irecê	1971-2005	66	52%	48%
João Dourado	1964-2005	74	43%	57%
Jussara	1973-2006	57	46%	54%
Lapão	1971-2006	98	49%	51%
Presidente Dutra	1964-2006	60	48%	52%
São Gabriel	1964-2006	73	42%	57%
Uibaí	1975-2006	43	47%	53%
Total		748	44%	56%

Conforme Tabela 2, dentre os municípios, valores de nitrato acima do padrão de potabilidade foram encontrados em: Central e América Dourada, 60 e 69% dos poços, respectivamente; Irecê, 48% dos poços; e demais municípios, mais que 50% dos poços apresentaram teores acima do padrão.

Foram elaborados dez gráficos dos teores de nitrato em função da data da análise, para os dez municípios da região, mostrados na Figura 2. Esses gráficos mostram teores de nitrato com tendência geral ascendente, ao longo do tempo, embora variem ponto a ponto, na área de cada município, que se reflete no gráfico como um comportamento oscilante.

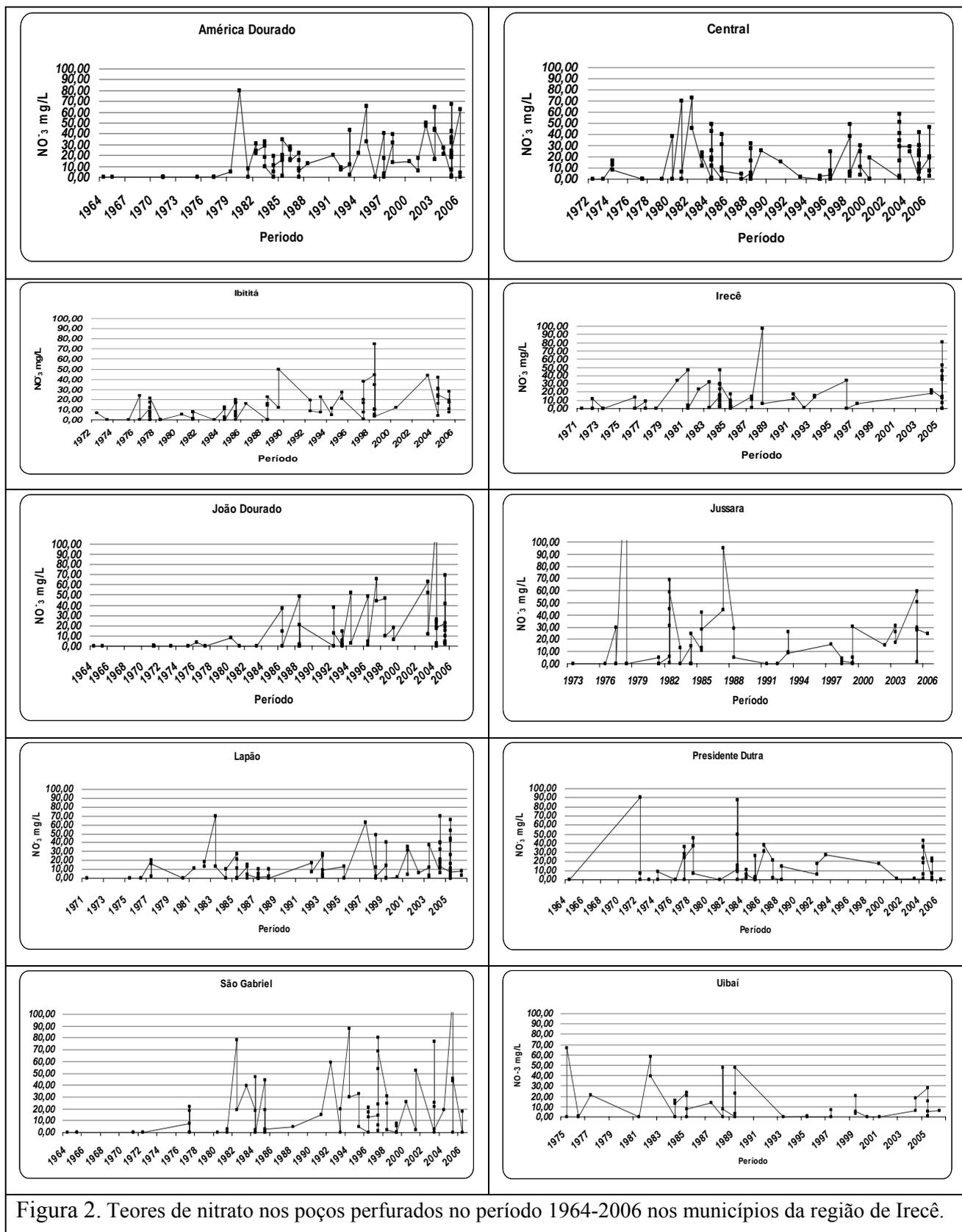


Figura 2. Teores de nitrato nos poços perfurados no período 1964-2006 nos municípios da região de Irecê.

Em América Dourada, de 1964-1979, os valores de nitrato estão entre 0,0-5,0 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se em 1980 a maior concentração, 80 mgL<sup>-1</sup>. Em Central, de 1972-1980 os valores estão em torno de 12 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se nos anos 80 o maior valor de 72,9 mgL<sup>-1</sup>. Em Ibititá, de 1972-

1985, os valores estão entre 3,95-24,00 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se nos anos 90 o maior valor de 74,99 mgL<sup>-1</sup>. Em Irecê, de 1971-1979 os valores estão pouco acima de 10 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se nos anos 80 o maior valor de 96,74 mgL<sup>-1</sup>. Em João Dourado, de 1964-1984, os valores estão abaixo de 10,0 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se em 2004, pico superior a 100,0 mgL<sup>-1</sup>. Em Jussara, em 1978, registrou-se o maior teor de nitrato entre todos os municípios em estudo, 187,50 mgL<sup>-1</sup>. Em Lapão, até 1977, os valores estão em torno de 0,01 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se em 2004 o maior valor de 70,20 mgL<sup>-1</sup>. Em Presidente Dutra, em 1964, apresenta teor de 0,01 mgL<sup>-1</sup>, registrando-se nos anos 70 o maior valor de 90,00 mgL<sup>-1</sup>. Em São Gabriel, até 1972, os valores são de 0,01 mgL<sup>-1</sup>, em 2005 registrou-se valor maior que 100,0 mgL<sup>-1</sup>. Em Uibaí, em 1975, o registro de nitrato é de 0,22 mgL<sup>-1</sup>, e em 1976 registrou o maior valor de 66,88 mgL<sup>-1</sup>.

A figura 3 apresenta o percentual de poços na região estudada, dentro de intervalo de teores de nitrato, nas décadas de 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000.

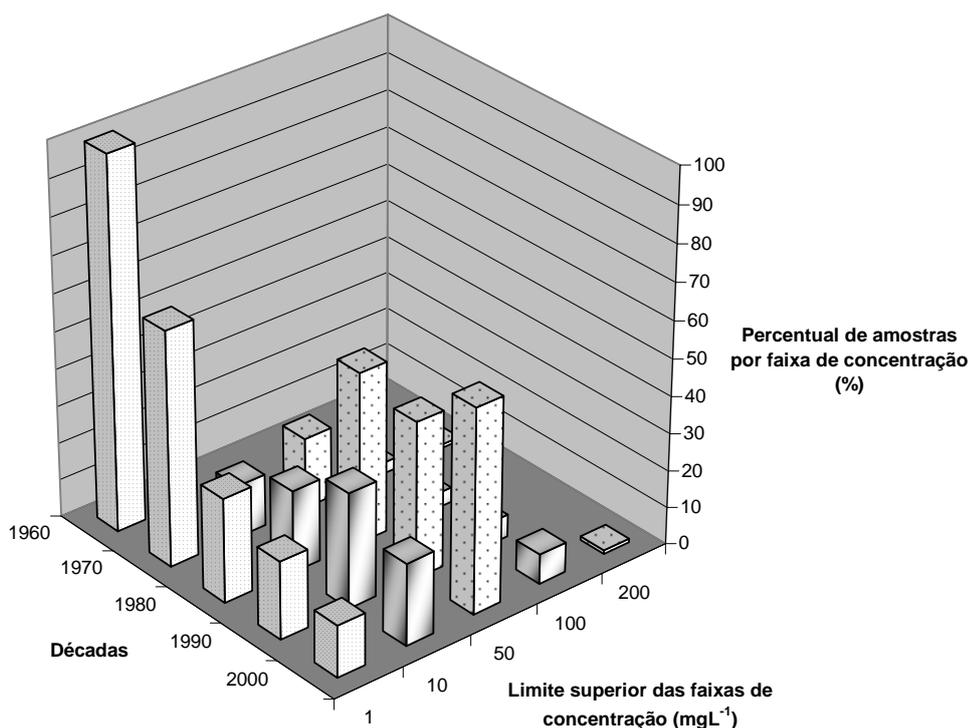
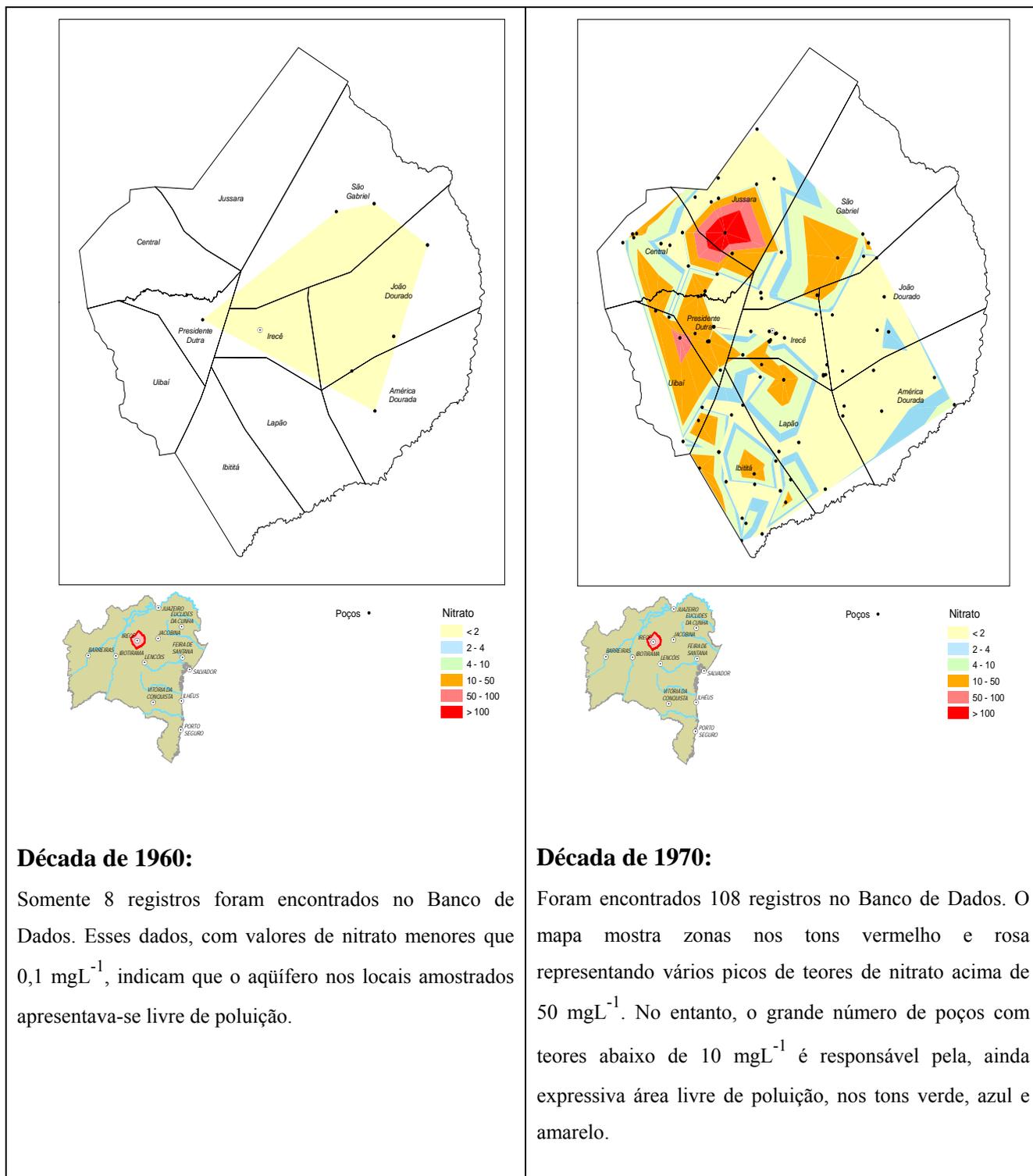
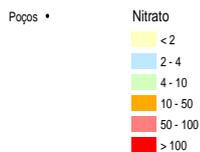
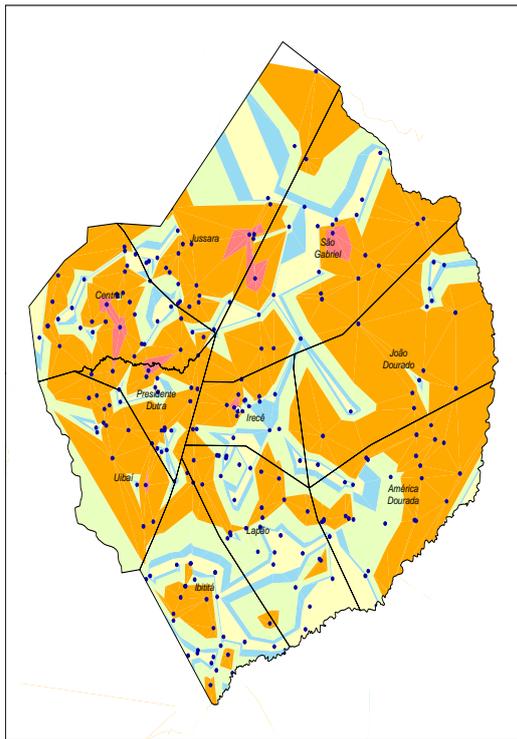


Figura 3. Percentual de poços na região estudada, dentro de intervalo de teores de nitrato.

O gráfico mostra que nas décadas de 1960 e 1970, a predominância das amostras está na faixa de teores de nitrato de 1,0-10,0 mgL<sup>-1</sup>. A partir da década de 1980, verifica-se um deslocamento da frequência para as faixas de 10-50 mgL<sup>-1</sup>. Já na década de 2000, a predominância ocorre no intervalo de 50,0-100,0 mgL<sup>-1</sup>, com número significativo de amostras acima de 100,0 mgL<sup>-1</sup>.

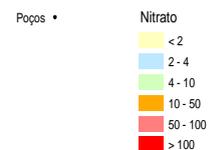
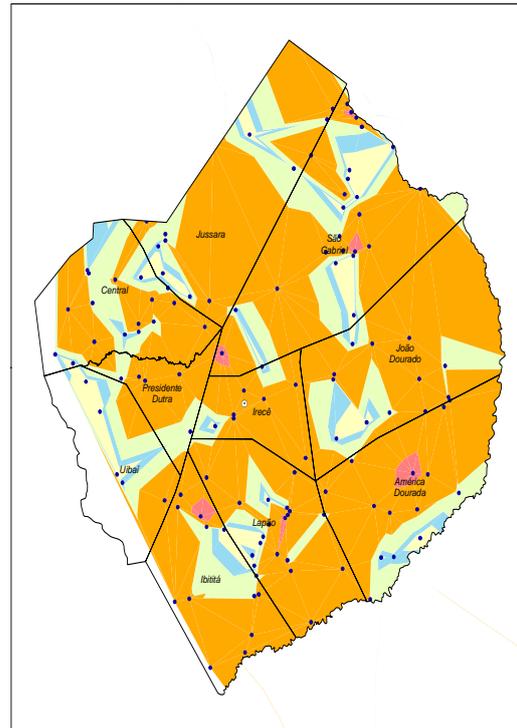
Os mapas abaixo mostram a evolução dos teores de nitrato na região estudada para as décadas de 1960, 1970, 1980, 1990 e 2000.





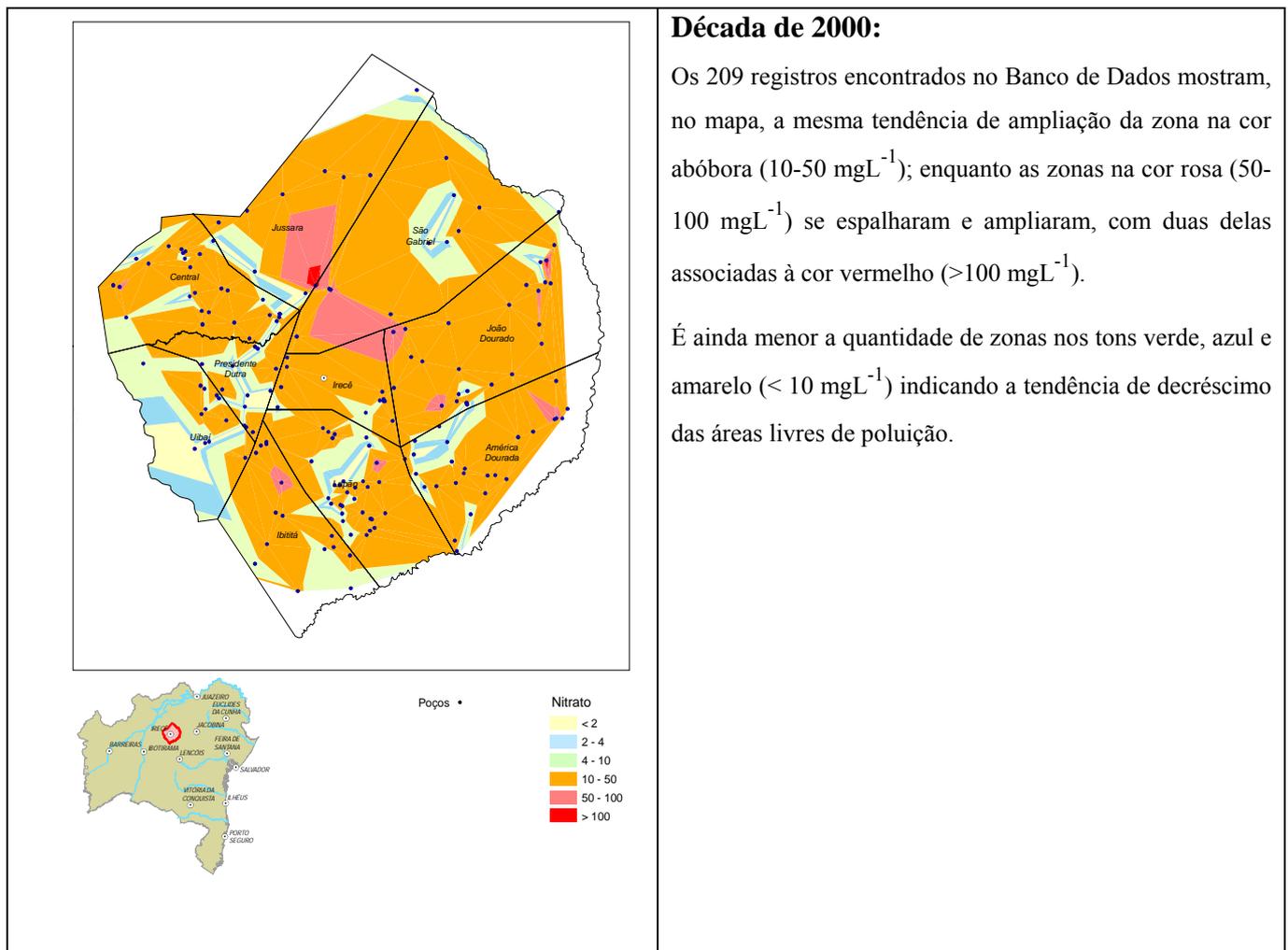
### Década de 1980:

Foram encontrados 255 registros no Banco de Dados. O aumento de teores de nitrato no intervalo  $10-50 \text{ mgL}^{-1}$ , está representado no mapa pela grande zona na cor abóbora. Os poços com teores acima de  $50 \text{ mgL}^{-1}$  refletem no mapa (cor rosa) que houve um espalhamento da poluição. Menor quantidade de poços com teor de nitrato abaixo de  $10 \text{ mgL}^{-1}$  reflete-se no mapa, pelo decréscimo das áreas livres de poluição, nos tons verde, azul e amarelo.



### Década de 1990:

Foram encontrados 167 registros no Banco de Dados. Observa-se no mapa o aumento da zona na cor abóbora ( $10-50 \text{ mgL}^{-1}$ ); maior espalhamento das zonas na cor rosa ( $50-100 \text{ mgL}^{-1}$ ); e menor quantidade de zonas nos tons verde, azul e amarelo, para teor de nitrato abaixo de  $10 \text{ mgL}^{-1}$ , refletindo no mapa o contínuo decréscimo das áreas livres de poluição.



#### 4 - CONCLUSÕES

A avaliação dos dados de nitrato na Região de Irecê, feita para dez municípios da região, mostrou que, de 748 poços perfurados na região, 56% apresentam teores de nitrato maior 10 mgL<sup>-1</sup>, valor máximo aceitável para potabilidade. Tendo em vista que ao longo das décadas avaliadas, 1960-2000, maiores percentuais de poços vão sendo encontrados com teores de nitrato na faixa de 10,0-50,0 mgL<sup>-1</sup>, os quais vão ficando cada vez mais espalhados, conforme mostraram os mapas, conclui-se que de um modo geral, a água dos poços da Região de Irecê está imprópria para consumo humano. Neste caso, se houver população usuária dessas águas subterrâneas, a mesma está sob risco de doenças tais como metemoglobinemia infantil (doença do bebê azul), bem como câncer de estômago.

#### 5 - AGRADECIMENTOS

À CERB, pela seção dos dados dos poços, ao CNPq, pelo apoio financeiro à pesquisa.

## 6. REFERENCIAS

BRASIL, Resolução CONAMA 357/2005 Classificação dos corpos d'água e diretrizes para o seu enquadramento e condições e padrões de lançamento de efluentes. <acesso em 03 de março de 2006> <http://www.mma.gov.br/port/CONAMA/>

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004. Estabelece normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, v. 59, p. 266-270, 26 mar. 2004,

COMPANHIA DE ENGENHARIA RURAL DA BAHIA – CERB. Cadastro de Poços Tubulares da Companhia de Engenharia Rural da Bahia. Salvador: 2007.

ESRI. 2006. Using ArcGIS 9. 380, New York Street – Redlands, CA.

GONÇALVES, M. J. Avaliação de risco de contaminação do aquífero fissural cárstico da região de Irecê – Bahia. Salvador: Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, 2004.

INTERLICHE, P. H; BASSI, L. Relatório marco zero da qualidade da água da microbacia água da FACA, município de Piratininga, Governo do estado de São Paulo, Projeto: Land Management III – Gerenciamento das terras III, Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas, SP. 2003.

MATOS, A. T; LEMOS. A. F; BARROS, F. M. Mobilidade de nitrato em solos de rampas de tratamento de águas residuárias por escoamento superficial. *Revista Engenharia na Agricultura*, 12(1):57-65, 2004

SILVA, R C. A. e ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciênc. Saúde Coletiva*, 2003, vol.8, no.4, p.1019-1028. ISSN 1413-8123.

WOLFE A. H and PATZ J. A. Reactive nitrogen and human health: Acute and long-term implications. *Ambio* 31(2):120 125, 2002.