



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

# INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

1 PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOQUÍMICA E MEIO AMBIENTE

## AVALIAÇÃO DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO FISSURAL CÁRSTICO DA REGIÃO DE IRECÊ - BAHIA

*Dissertação de Mestrado*

*Mestrando:* **MÁRIO JORGE DE SOUZA GONÇALVES**

*Orientador:* **PROF. DR. HERALDO PEIXOTO DA SILVA**

2004

## **Resumo**

A presente dissertação teve o objetivo de realizar um diagnóstico sobre os impactos da agricultura intensiva irrigada sobre os recursos hídricos da Bacia dos rios Verde/Jacaré, na Bacia Sedimentar de Irecê – BA, uma vez que os recursos naturais, solo e água, são utilizados de forma muito intensiva para as atividades agrícolas. Destacando-se o crescente aumento de irrigação com pivô central, aspersão convencional, micro aspersão, uso de fertilizantes, agrotóxicos e mecanização intensa, os quais podem alterar as condições naturais dos solos e das águas superficiais e subterrâneas da região. Foram utilizados para este diagnóstico análise de concentrações de cloretos, nitratos e resíduos de pesticidas. Os resultados obtidos permitem inferir que existe risco evidente de contaminação das águas da bacia dos rios verde/Jacaré por nitratos e pesticidas.

Palavras Chave: Pesticida, Cloretos, Nitratos, Irecê, Recursos hídricos.

## **Summary**

The objective of this dissertation was to evaluate the impacts of intensive irrigated agriculture on the water resources of the Verde/Jacaré Basin in the Sedimentary Basin of Irecê - BA, since natural resources, soil and water are used in a very intensive way for agricultural activities. Particularly noteworthy is the increasing irrigation with central pivot irrigation, conventional spraying, micro spraying, fertilizer use, agrochemicals and intense mechanization, which can alter the natural conditions of the soil and surface and groundwater of the region. Analysis of chlorine, nitrate and pesticide residue concentrations was used for this diagnosis. The results show that there is an obvious risk of contamination of the waters of the Verde/Jacaré river basin with nitrates and pesticides.

Keywords: Pesticide, Chlorides, Nitrates, Irecê, Water resources.

**AVALIAÇÃO DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO  
FISSURAL CÁRSTICO DA REGIÃO DE IRECÊ – BAHIA**

por

**MÁRIO JORGE DE SOUZA GONÇALVES**

(Geólogo, Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, 1007, Salvador – BA)

Orientador: *Prof. Dr. Heraldo Peixoto da Silva*

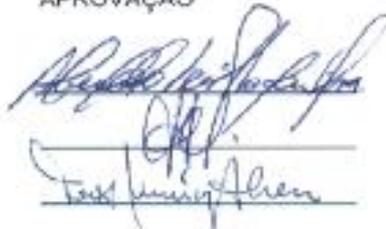
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

Submetida em satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM GEOQUÍMICA E MEIO AMBIENTE**

À Câmara de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal da Bahia

APROVAÇÃO



BANCA EXAMINADORA

*Prof. Dr. Heraldo Peixoto da Silva*

*Prof. Dr. Ronaldo Montenegro Barbosa*

*Dra. Teresa Lúcia Muricy de Abreu*

Data da Defesa Pública: 01/06/2004

SALVADOR-BAHIA  
JUNHO/2004

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA PESQUISADA.....	17
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PESQUISADA.....	19
3.1	CLIMA.....	19
3.2	GEOMORFOLOGIA.....	20
3.3	SOLOS.....	23
3.4	GEOLOGIA .....	23
3.5	HIDROLOGIA.....	25
4	ANTECEDENTES.....	28
5	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	81
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
	ANEXOS.....	92

## ÍNDICE DAS FIGURAS

1 - Foto de pivô central instalado na área de estudo (município de América Dourada).....	2
2 – Mapa de situação da área de estudo no estado da Bahia.....	6
3 - Gráfico do Balanço Hídrico Normal Mensal da Área de Estudo - Thornthwaite & Mather (1955). Fonte: Balanço Hídrico do Estado da Bahia – 1999.....	7
4 - Coluna estratigráfica da Bacia sedimentar de Irecê-BA (SOUZA et al., 1993).	12
5- Comparação entre precipitação e vazão para a estação fluviométrica 47236000 (Rio Verde).....	14
6 - Comparação entre precipitação e vazão para a estação fluviométrica 47249000 (Rio Verde).....	14
7 - Mapa de Domínios Hidrogeológicos do Estado da Bahia, destacando a área objeto de estudo.....	15
8 - Mapa da distribuição dos poços amostrados na área objeto de estudo, perfurados no período de 1962 a 1999.....	21
9 - Mapa de localização dos sítios de coleta de amostras de água analisadas para resíduos de pesticidas.....	23
10 – Fotos: 1) Detergente neutro LKT, 2) Frasco cor âmbar, 3) Ecolit, 4) Amostradores tipo <i>Baller</i> .....	24
11 - Fazenda Baixa da Pedra, Município de João Dourado.....	25

12 - Fazenda Curral Velho, Município de América Dourada.....	<b>25</b>
13 - Fazenda Água Fria, Município de Morro do Chapéu.....	<b>25</b>
14 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 62-71.....	<b>28</b>
15 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 72-73.....	<b>29</b>
16 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 74-75.....	<b>30</b>
17 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 76-77.....	<b>31</b>
18 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 79-79.....	<b>32</b>
19 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 80-81.....	<b>33</b>
20 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 82-83.....	<b>34</b>
21 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 84-85.....	<b>35</b>
22 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 86-87.....	<b>36</b>
23 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 88-89.....	<b>37</b>

24 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 90-91.....	<b>38</b>
25 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 92-93.....	<b>39</b>
26 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 94-95.....	<b>40</b>
27 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 96-97.....	<b>41</b>
28 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 98-99.....	<b>42</b>
29 - Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 62-99.....	<b>43</b>
30 - Gráfico de tendência de concentração de cloretos nas águas subterrâneas do aquífero cárstico de Irecê – BA.....	<b>44</b>
31 - Gráfico de tendência de concentração de nitratos nas águas subterrâneas do aquífero cárstico de Irecê – BA.....	<b>44</b>
32 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 62-71.....	<b>47</b>
33 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 62-71.....	<b>47</b>

34 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 72-73.....	<b>48</b>
35 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 72-73.....	<b>48</b>
36 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 74-75.....	<b>49</b>
37 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 74-75.....	<b>49</b>
38 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 76-77.....	<b>50</b>
39 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 76-77.....	<b>50</b>
40 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 78-79.....	<b>51</b>
41 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 78-79.....	<b>51</b>
42 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 80-81.....	<b>52</b>
43 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 80-81.....	<b>52</b>
44 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 82-83.....	<b>53</b>

45 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 82-83.....	<b>53</b>
46 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 84-85.....	<b>54</b>
47 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 84-85.....	<b>54</b>
48 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 86-87.....	<b>55</b>
49 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 86-87.....	<b>55</b>
50 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 88-89.....	<b>56</b>
51 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 88-89.....	<b>56</b>
52 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 90-91.....	<b>57</b>
53 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 90-91.....	<b>57</b>
54 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 92-93.....	<b>58</b>

55 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 92-93.....	<b>58</b>
56 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 94-95.....	<b>59</b>
57 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 94-95.....	<b>59</b>
58 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 96-97.....	<b>60</b>
59 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 96-97.....	<b>60</b>
60 - Mapa de isotores de cloretos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 98-99.....	<b>61</b>
61 - Mapa de isotores de nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê-Bahia, período 98-99.....	<b>61</b>
62 - Gráfico da Intensidade de nitrificação em função do pH do solo (BOYLER, 1985).....	<b>64</b>
63 - Resultados das análises de resíduos de pesticidas e outros parâmetros de qualidade.....	<b>66</b>
64 - Legislação e valores orientadores limites no Brasil, para os parâmetros de qualidade de água analisados em campo.....	<b>67</b>
65 - Foto de embalagens de agrotóxicos, à esquerda, descartados sem nenhum critério nas proximidades de um poço, à direita.....	<b>68</b>

66 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 62/71.....	<b>81</b>
67 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 72-73.....	<b>82</b>
68 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 74-75.....	<b>83</b>
69 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 76-77.....	<b>84 e 85</b>
70 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 78-79.....	<b>86</b>
71 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 80-81.....	<b>87 e 88</b>
72 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 82-83.....	<b>89 e 90</b>
73 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 84-85.....	<b>91 a 95</b>
74 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 86-87.....	<b>96</b>

75 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 88-89.....	<b>97 e 98</b>
76 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 90-91.....	<b>99</b>
77 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 92-93.....	<b>100 e 101</b>
78 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 94-95.....	<b>102</b>
79 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 96-97.....	<b>103 e 104</b>
80 - Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da Bacia de Irecê em mg/L, período 98-99.....	<b>105 a 107</b>
81 - Mapa de isolinhas de densidade de área coberta por feições cársticas superficiais (%). Fonte: GUERRA – 1986.....	<b>108</b>
82 - Mapa de freqüência de fraturas. Fonte GUERRA – 1986.....	<b>109</b>

## 2 INTRODUÇÃO

Este trabalho constitui uma dissertação de mestrado desenvolvida como requisito à obtenção do grau de mestre junto a Pós-Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente da Universidade Federal da Bahia e integra o subprojeto 1.5., denominado “Impactos da Agricultura nos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Verde/Jacaré”, pertencente ao Projeto de Gerenciamento Integrado para a Bacia do Rio São Francisco<sup>1</sup>. O objetivo desse estudo foi realizar diagnóstico preliminar de análise de riscos de contaminação para orientar um sistema de monitoramento sistemático dos teores de contaminantes, que permita compreender a dinâmica deste sistema e mitigar os impactos negativos da agricultura intensiva irrigada sobre os recursos hídricos da Bacia dos rios Verde/Jacaré.

Na Bacia Sedimentar de Irecê, os recursos naturais, solo e água, são utilizados de forma muito intensiva para as atividades agrícolas de sequeiro e irrigada. Os usuários destes recursos naturais, tentando aumentar a produtividade e a produção agrícolas, vêm adotando várias inovações tecnológicas, destacando-se o crescente aumento de irrigação com pivô central (Figura 1), aspersão convencional, micro aspersão, uso de fertilizantes, agrotóxicos e mecanização intensa, os quais podem alterar as condições naturais dos solos e das águas superficiais e subterrâneas.

---

<sup>1</sup> Este trabalho foi apoiado por: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - SRH-MMA; Fundo Mundial para o Meio Ambiente - GEF; Organização dos Estados Americanos - OEA; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA.

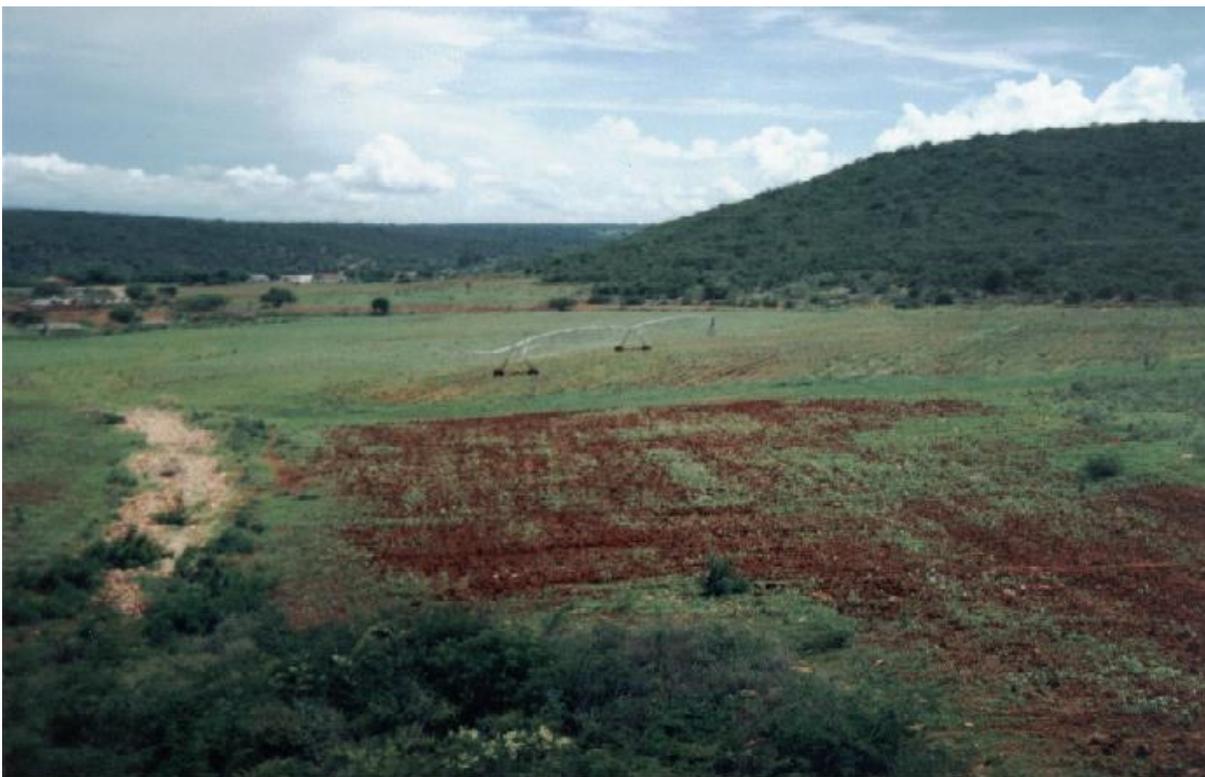


Figura 1: Foto de pivô central instalado na área de estudo (Município de América Dourada).

O objetivo deste trabalho foi analisar riscos e rastrear resíduos de contaminantes na água do aquífero cárstico e do rio Jacaré e em áreas onde a agricultura intensiva irrigada está instalada no Platô de Irecê; a investigação dos impactos ambientais negativos causados pelo uso de agrotóxicos e adubação química sobre as águas superficiais e subterrâneas na Bacia Sedimentar de Irecê. Para tanto, foi feita uma análise da evolução dos teores de nitratos e cloretos nas águas subterrâneas e uma amostragem pontual de águas superficiais e subterrâneas, com a finalidade de investigar a presença de resíduos de pesticida.

Para se avaliar os riscos de contaminação em uma área agrícola é necessário investigar e caracterizar o uso de insumos e defensivos agrícolas (fertilizantes e agrotóxicos) e pesquisar as análises químicas eventualmente já realizadas, com a

finalidade de se detectar os teores de cloretos, nitratos e agrotóxicos que seja possível fonte de contaminação das águas. A qualidade das águas pode ser comprometida uma vez que os efluentes, de lixões ou dos compostos químicos mencionados podem ser lixiviados dos solos e/ou via escoamento superficial, atingir os rios e mananciais subterrâneos. Os cloretos presentes nas águas podem causar salinização no solo, quando as mesmas forem excessivamente utilizadas na irrigação, enquanto os nitratos podem indicar uma superdosagem de fertilizantes nitrogenados e/ou efluentes com grande carga orgânica. Os agrotóxicos são produtos industriais, em geral, utilizados em larga escala na agricultura para o combate e/ou prevenção de pragas e doenças. Sua aplicação deve sempre ser monitorada para evitar que eles provoquem contaminação do ar, do solo, das águas e do resto do ambiente, nas áreas em que são aplicados de forma intensiva.

Os impactos causados pelo uso abusivo de nitratos, cloretos e pesticidas sobre a saúde humana e o meio ambiente, vêm preocupando cada vez mais, pesquisadores interessados na resolução dos problemas de saúde pública que podem ser ocasionados. Os pesticidas utilizados em culturas, por exemplo, além de poderem provocar intoxicações e câncer, reduzem significativamente a quantidade de bactérias e outros microrganismos presentes nos solos. Solos permeáveis, com reduzida quantidade de microrganismos, favorecem a mobilização do nitrato até o aquífero. Elevados consumos de nitratos pelas mulheres e recém-nascidos, concentração de 45 mg/L de  $\text{NO}_3^{-2}$  (10 mg/L N de  $\text{NO}_3^{-2}$ ), provoca a methimoglobinemia ou síndrome da criança azul, que resulta na inabilidade do sangue em distribuir uma quantidade satisfatória de oxigênio para o corpo, devido a presença do nitrato. O nitrato também contribui para disfunção hormonal e

endócrina, pois causa danos à tireóide e pode causar câncer de estômago e esôfago, a partir da síntese de nitrosaminas cancerígenas a partir de nitritos deles derivados.

## **2 LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA PESQUISADA**

A área objeto do estudo está localizada na margem direita do rio São Francisco, abrangendo o Platô e Baixio de Irecê, numa área de aproximadamente 20.000 km<sup>2</sup> de superfície. Conforme a Figura 2, a área está situada na parte central do Estado da Bahia, dentro das coordenadas -10°30'S e -12°30'S de latitude e -41°00'W e -42°45'W de longitude abrangendo os municípios de América Dourada, Barra do Mendes, Brotas de Macaúbas, Gentio do Ouro, Ibipeba, Ibititá, Ipupiara, Itaguaçu da Bahia, João Dourado, Jussara, Lapão, São Gabriel, Xique-Xique, Barro Alto, Cafarnaun, Canarana, Central, Irecê, Presidente Dutra, Morro do Chapéu e Uibaí, os quais estão total ou parcialmente inseridos nas Bacias dos Rios Verde e Jacaré.

O acesso até a área de estudo, pode ser feito a partir de Salvador, seguindo-se pela rodovia BR-324 até Feira de Santana e pela rodovia BA-052 (Estrada do Feijão), até Irecê.

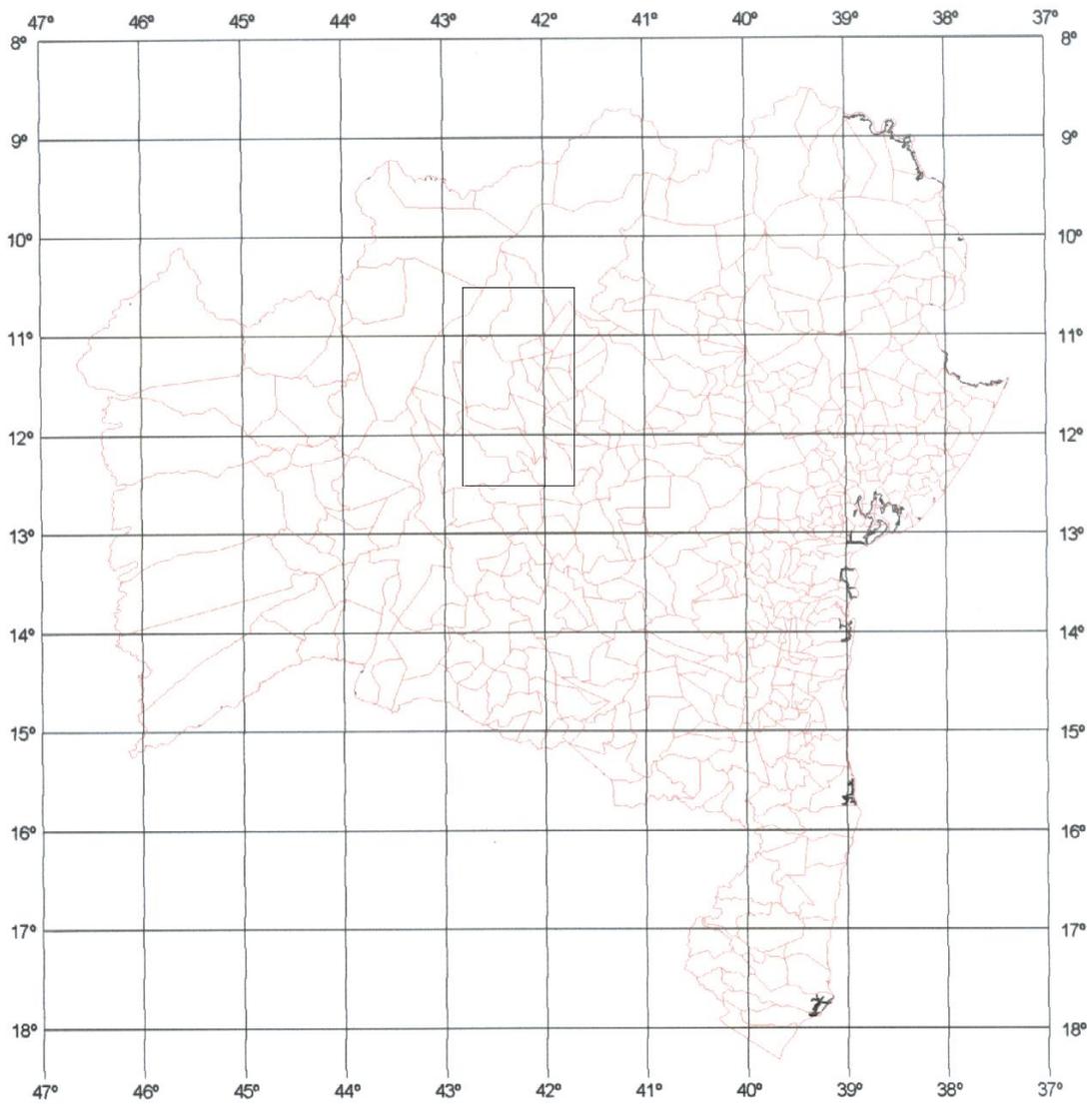


Figura 2: Mapa de situação (fonte: Mapa geológico digital do Estado da Bahia, 2000)

 Delimitação da área de estudo no estado da Bahia.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA PESQUISADA

#### 3.1 CLIMA

De acordo com o Balanço Hídrico do Estado da Bahia (1999), o clima da área é classificado por Köppen como sendo do tipo BSw<sub>h</sub>, semi-árido, com temperaturas médias anuais de 24°C. A precipitação média anual é da ordem de 630 mm, distribuídos em um período chuvoso (novembro a abril) e outro seco (maio a outubro). A evapotranspiração potencial anual é aproximadamente de 1.147 mm. A Figura 3 mostra o comportamento anual da precipitação, da evapotranspiração potencial (ETP) e da evapotranspiração real (ETR).

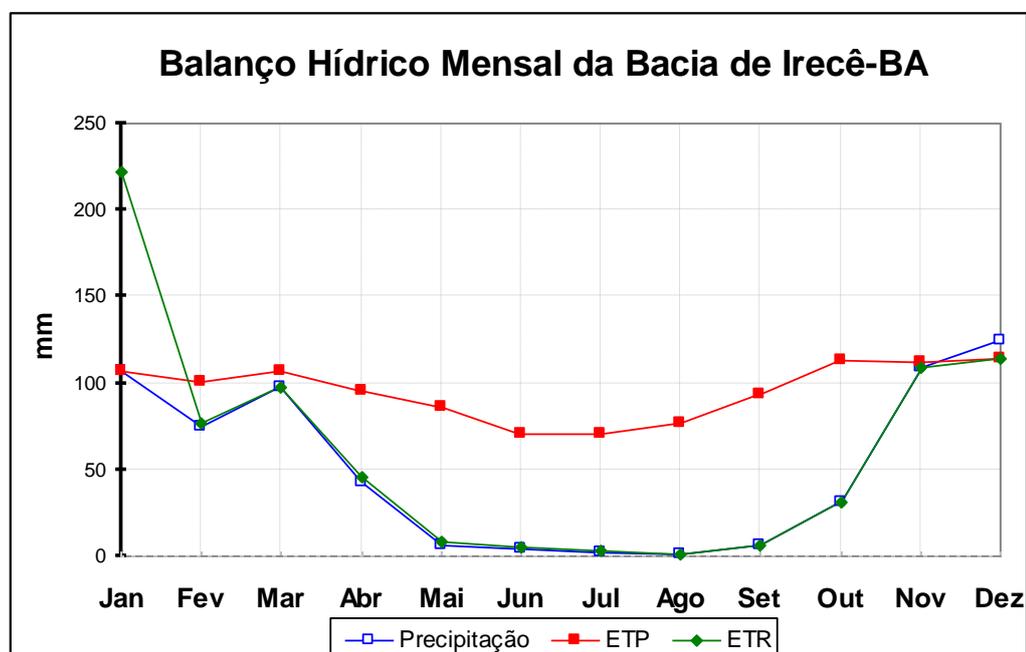


Figura 3: Gráfico do Balanço Hídrico Normal Mensal da Área de Estudo - Thornthwaite & Mather (1955). Fonte dos dados: Balanço Hídrico do Estado da Bahia – 1999.

### **3.2 GEOMORFOLOGIA**

A geomorfologia da Bacia Sedimentar de Irecê apresenta um modelado compreendido por uma região serrana, com altitude de até 1.200 m e um platô ou pediplano, com topografia variando de 400 a 800 m. A parte mais elevada, ao sul, possui um caimento geral em patamares para Norte e Noroeste, em direção ao rio São Francisco, resultando em cinco regiões com características morfológicas diferentes, a Área Central Deprimida, Chapada de Irecê, Baixadas do Médio Curso do Rio Verde, Campos da Margem Direita de Sobradinho e Áreas Elevadas do Planalto da Chapada Diamantina (bordas da Bacia) (PDRH - Rio Verde e Jacaré, 1995). A área objeto de estudo abrange as três primeiras regiões: a Área Central Deprimida, Chapada de Irecê e as Baixadas do Médio Curso do Rio Verde. A descrição das cinco regiões geomorfológicas pode ser observada a seguir:

#### **Área Central Deprimida**

Compreende uma região plana, com topografia monótona, situada entre as elevações da Chapada Diamantina, correspondendo às áreas de afloramento das litologias do Grupo Una ao sul e Grupo Una, parcialmente ou totalmente recobertos por sedimentos cenozóicos, mais ao norte. É representada por planos com um caimento regional para norte e noroeste, em direção ao vale do São Francisco, chegando até às margens do lago de Sobradinho. São áreas situadas em altimetrias que variam de 800 metros, na parte mais ao sul, próximo às bordas da Chapada, a 400 metros ao norte, nas proximidades do lago da barragem de Sobradinho. Nesta região rede de drenagem é pouco densa, principalmente na área onde o carste assume um caráter de maturidade, com formas mais evoluídas.

## **Chapada de Irecê**

Região dominante na porção sul da área, esta unidade representa o reverso setentrional dos Planaltos da Chapada Diamantina. Constitui uma Chapada descontínua com altitudes que variam de 600 a 800 metros, coincidente com as áreas de afloramento dos Calcários do Grupo Una, principalmente da Formação Salitre. Caracteriza-se por uma topografia levemente ondulada, com elevações suaves e sem a formação de escarpas, apesar de localmente apresentar amplitudes consideráveis de variação altimétrica entre o topo e a base.

## **Baixadas do Médio Curso dos Rios Verde e Jacaré**

Unidade que domina a região do médio curso dos rios Verde e Jacaré, a partir do paralelo de 11° que passa próximo à cidade de Jussara, prolongando-se para o norte em direção ao Vale do São Francisco, até os terraços mais elevados deste rio. A área é constituída por uma topografia monótona formada por planos inclinados, com caimento geral para o vale do São Francisco e altimetria variando entre 600m, mais ao sul, chegando a 450 metros no seu limite norte. A drenagem da área é feita pelos médios cursos dos rios Verde e Jacaré e, secundariamente, pelo riacho do Mari, riacho Ferreira e Vereda das Lages.

## **Campos da Margem Direita de Sobradinho**

Esta unidade é representada no baixo curso dos rios Verde e Jacaré, a partir da cidade de Itaguaçu, prolongando-se até as margens do lago da barragem de Sobradinho. Constitui um modelado de acumulação, apresentando planos inclinados, com cotas altimétricas variando entre 400 e 500 metros, sobre as brechas calcárias da Formação Caatinga, sedimentos detríticos areno-argilosos, de idade Tércio-Quaternário e depósitos aluviais Quaternários que resultaram da convergência dos leques aluviais arenosos do Rio São Francisco com os leques dos Rios Verde e Jacaré.

## **Áreas Elevadas do Planalto da Diamantina**

Região com relevo elevado, apresentando altitudes que variam de 750 a 1.850 metros, com médias em torno de 1.000 e 1.200 metros. Compõem-se de importantes estruturas dobradas em metassedimentos do Proterozóico Médio (Grupo Chapada Diamantina), representados por anticlinais escavados e sinclinais suspensos e vastas áreas intermediárias aplanadas.

### **3.3 SOLOS**

A cobertura pedológica da Bacia Sedimentar de Irecê é constituída principalmente por latossolos, cambissolos e neossolos. Os primeiros são oriundos da alteração de rochas carbonáticas, pertencentes às Formações Salitre e Bebedouro do Grupo Una (Proterozóico Superior). Os neossolos são constituídos por areias quartzosas provenientes da alteração de rochas quartzíticas das partes mais altas que bordejam a Bacia, as quais pertencem ao Grupo Chapada Diamantina (Proterozóico Médio). O eutrofismo dos solos é variável, sendo fértil na maioria das vezes e o pH tende a neutralidade.

### **3.4 GEOLOGIA REGIONAL**

A geologia regional da área é caracterizada por um padrão estrutural do tipo aulacógeno (SOUZA et al, 1993), representado na área, pelo afloramento das rochas pertencentes ao Complexo Xique-Xique do Proterozóico Inferior, ao Supergrupo Espinhaço do Proterozóico Médio e ao Supergrupo São Francisco do Proterozóico Superior; recobrimdo parcialmente tais formações, encontram-se coberturas Tércio-quadernárias (Figura 4).

IDADE / AGE	LITOESTRATIGRAFIA / LITHOSTRATIGR.	ROCHA / ROCK	AMBIENTE DEPOSICIONAL / DEPOSITIONAL ENVIRONMENT	
FANEROZÓICO / PHANEROZOIC	CENOZÓICO	ALUVIÃO / TALUS / ALLUVIUM / TALUS	Escarpas / Escarpments	
		FM. VAZANTE	Rios / Rivers	
PROTEROZÓICO / PROTEROZOIC	SUPERIOR / UPPER	FM. CAATINGA	Terraços fluviais / River terraces	
			Dunas eólicas / Eolian dunes	
			Depósitos residuais / Residual deposits	
			Ciclos Velhas e Sulamericano / Velhas and Sulamericano Cycles	
			Marinho: talude, sub/inter/a supramaré (T)	
			Marinho: submaré rasa a supramaré (R)	
	MÉDIO / MIDDLE	FM. SALITRE		Marinho: submaré e talude (T)
				Marinho: intermaré, sub-maré rasa, supramaré (R)
				Marinho (?) glaciogênico / Glaciogenic: marine (?)
		FM. BEBEDOURO		Deltaico (?) / Deltaic (?)
		FM. MO. DO CHAPÉU		Marinho: supra e submaré / Marine: supra and subtidal
		FM. CABOCLO		Fluvial e eólico / Fluvial and eolian
INFERIOR / LOWER	FM. TOMBADOR		Marinho (?) / Marine (?)	
	GR. PARAGUAÇU		?	
	CPLX XIQUE - XIQUE		?	

SEM ESCALA / NOT TO SCALE

LEGENDA / EXPLANATION

 Siltito, argilito / Siltite, argillite	 Calcarenito / Calcarenite	 Óólito, pelóide / oolite, peloid
 Arenito / Sandstone	 Calcissiltito / Calcisiltite	 Estromatólito colunar / Columnar stromatolite
 Conglomerado / Conglomerate	 Dolomito / Dolomite	 Tepee
 Diamictito / Diamictite	 Laminito algal / Algal laminite	 Intraclasto / Intraclast
 Itabirito / Itabirite	 Talus / Talus	 Interdigitação / Interfingering
 Sílex / Chert		 Discordância / Unconformity
		 Facies transgressiva / Transgressive facies
		 Facies regressiva / Regressive facies

Figura 4: Coluna estratigráfica da Bacia sedimentar de Irecê-BA (SOUZA et al., 1993).

### 3.5 HIDROLOGIA

GONÇALVES et al. (2002) observou que na bacia hidrográfica do rio Verde os meses com altas médias pluviométricas possuíam pequenas vazões médias registradas na estação, citando como exemplo o mês de novembro com uma precipitação média histórica de 133,86 mm e uma vazão média histórica de 0,53 m<sup>3</sup>/s, na estação fluviométrica de número 47236000. Subtraindo-se o escoamento superficial do rio Verde (95.936.659 m<sup>3</sup>/ano) do volume de água precipitada (6.173.604.775 m<sup>3</sup>/ano), obtém-se o valor de 6.077.668.116 m<sup>3</sup>/ano, que representa uma estimativa do volume de recarga anual da bacia hidrográfica do rio Verde.

GONÇALVES (2002-b) calculou a precipitação média da bacia hidrográfica do rio Verde, usando vários métodos, encontrando os seguintes valores: 687,55 mm/ano (métodos da **Soma das Médias Mensais Históricas** e da **Média dos Totais Anuais Médios**); 713,83 mm/ano (método de **Thiessen**); 686,79 mm/ano (método da **Média Aritmética**); 679 mm/ano (método das **Isoietas**) e 701,19 mm/ano (método dos **Dois Eixos**).

Os rios Verde e Jacaré constituem os recursos superficiais mais importantes da região estudada; são afluentes da margem direita do rio São Francisco e possuem regime temporário, permanecendo com reduzida vazão durante quase todo o ano. Nas Figuras 5 e 6, foram comparadas as maiores médias mensais das vazões fluviométricas registradas nas estações 47236000 e 47249000, respectivamente, com as maiores médias mensais das precipitações das estações pluviométricas que estão nas áreas de influência daquelas estações fluviométricas, mostrando que

existe um retardo de aproximadamente quatro meses entre a precipitação e o fluxo superficial. A principal fonte de recursos hídricos da região é a água subterrânea, armazenada nas rochas do Grupo Una (pertencente ao Supergrupo São Francisco), as quais constituem um aquífero de natureza fissural-cárstica (Figura 7).

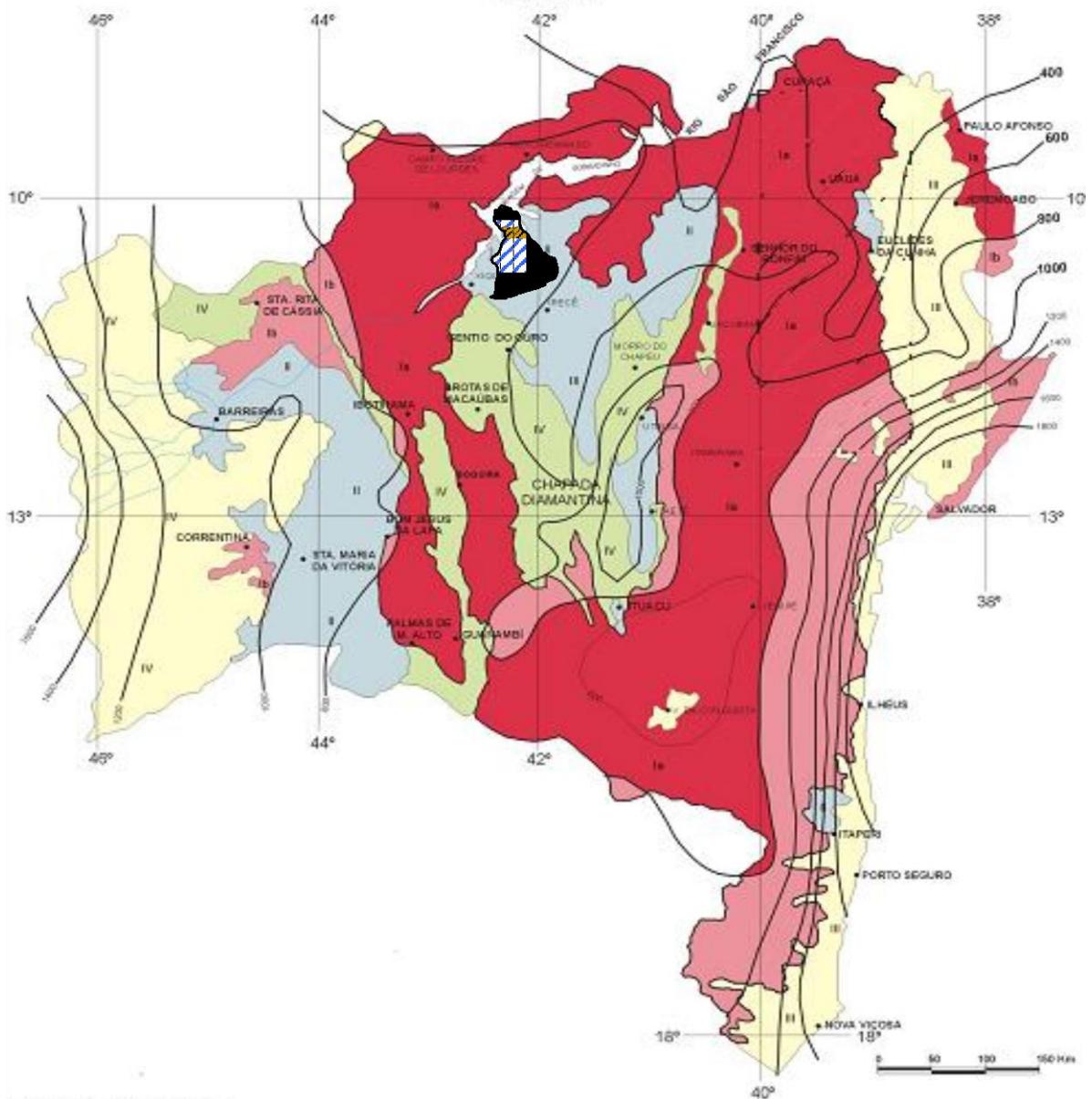
ÁREA DE INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO 47236000: S = 2.556 km <sup>2</sup> (montante)			
Mês	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)	Mês	VAZÃO MÉDIA MENSAL NA ESTAÇÃO 47236000 (m <sup>3</sup> /s)
NOV	133,86	FEV	7,354
DEZ	115,53	MAR	3,065
JAN	116,44	ABR	2,787
FEV	85,25	MAI	1,237
MAR	94,79	JUN	0,838
ABR	61,66	JUL	0,903
MAI	10,59	AGO	0,905
JUN	3,74	SET	0,928
JUL	3,61	OUT	0,812
AGO	1,64	NOV	0,530
SET	10,38	DEZ	1,350
OUT	47,75	JAN	2,194

**Figura 5: Comparação entre precipitação e vazão para a estação fluviométrica 47236000 (rio Verde)** (Fonte: GONÇALVES et al., 2001)

ÁREA DE INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO 47249000: S = 7.470 km <sup>2</sup> (jusante)			
Mês	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)	Mês	VAZÃO MÉDIA MENSAL NA ESTAÇÃO 47249000 (m <sup>3</sup> /s)
NOV	132,61	FEV	12,072
DEZ	111,28	MAR	5,185
JAN	125,09	ABR	4,312
FEV	94,93	MAI	2,122
MAR	99,41	JUN	1,302
ABR	63,78	JUL	0,831
MAI	11,14	AGO	0,708
JUN	3,66	SET	0,901
JUL	2,91	OUT	0,835
AGO	1,38	NOV	0,910
SET	10,29	DEZ	4,106
OUT	47,94	JAN	3,872

**Figura 6: Comparação entre precipitação e vazão para a estação fluviométrica 47249000 (rio Verde)** Fonte: GONÇALVES et al., 2001

## MAPA DE DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS DO ESTADO DA BAHIA



Fonte: Guerra & Negrão, 1996.

DOMÍNIOS AQUIFEROS	DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS	PROF. MÉDIA (m)	VAZÃO MÉDIA (m <sup>3</sup> /h)	SALINIDADE MÉDIA (mg/l)
Ia < 800	EMBASAMENTO CRISTALINO	66,00	2,97	6.127,00
Ib > 800				
II	METASSEDIMENTO	63,60	4,49	2.717,00
III	CALCÁRIOS	74,00	6,71	633,00
IV	BACIAS SEDIMENTARES E COBERTURA	74,00	9,12	1.246,00
ISOIETAS ANUAIS EM mm				
ÁREA DE ESTUDO				

Figura 7: Mapa de Domínios Hidrogeológicos do Estado da Bahia, destacando a área objeto de estudo.

## 4 ANTECEDENTES

A área estudada tem sido de interesse de vários pesquisadores. Os primeiros trabalhos realizados foram os de DERBY (1905) que descreveu, pela primeira vez, os metassedimentos da Chapada Diamantina e fez referência aos calcários dos Rios Una e Utinga. Vários outros pesquisadores trabalharam na área, a exemplo de BRANNER (1910), que estudou as escarpas da Formação Tombador; KEGEL (1959), fez estudos geológicos na zona central da Bahia e BRITO NEVES (1965, 1967 e 1972) fez, através da SUDENE, os primeiros estudos hidrogeológicos na região central do Estado da Bahia, os quais serão adiante comentados. A partir do início da década de setenta, muitos outros trabalhos geológicos e geofísicos foram desenvolvidos nas bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré. No entanto, existe notória necessidade de pesquisas sobre hidrogeoquímica, focadas na qualidade da água.

BRITO NEVES (1965), analisando 29 amostras de água coletadas em poços da região de Irecê, determinou teores de resíduos secos variando entre 500 e 1.000 mg/L; teores de nitrito menores que 10 mg/L, assim como presença da bactéria *Aerobaecter Aerógenes* e ausência de *Escherichia Feundie*.

BRITO NEVES (1967), estudando o arcabouço hidrogeológico, concluiu que o aquífero da Bacia Sedimentar de Irecê é livre e anisotrópico, apresenta juntas e fendilhamentos e possui transmissividade variável. Observou também que os rios

da região são influentes no período das chuvas e efluentes no período das estiagens.

FRANGIPANI (1972), utilizando a fórmula de Turc, calculou a recarga anual média do aquífero inserido nas bacias hidrográficas dos rios Verde e Jacaré, obtendo-se um valor da ordem de  $6,3 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{ano}$ . O seu estudo mostrou também que 65% das águas da bacia de Irecê são bicarbonatadas cálcicas ou calco-magnesianas, devido a presença predominante de rochas calcárias nessa bacia e 35% são cloretadas devido a presença de bolsões de sais nesse calcário. Os estudos de Frangipani apontaram ainda as seguintes informações: 60% das amostras de água analisadas, possuem resíduo seco abaixo de 1.000 mg/L, caracterizando uma qualidade boa para irrigação; observou que o nível piezométrico possui uma variação média anual de 2,3 metros, entre os períodos chuvoso e seco; profundidade máxima de carstificação é igual a 60 m.

MARINHO (1977), usando método geofísico, determinou que a espessura do Grupo Bambuí na Bahia (atualmente Grupo Una) é variável, acompanhando as calhas existentes sobre o Grupo Chapada Diamantina. Determinou ainda que a espessura máxima desse grupo ocorre na sua porção oeste, onde o mesmo atinge valores da ordem de 7 km.

A Agência de Informação Frei Tito para a América Latina (2002), informa a cada ano que, nos campos agrícolas dos Estados Unidos, morrem cerca de 300 crianças e mil diaristas mexicanos devido ao uso de toneladas de agro-químicos na fertilização de

cultivos, denunciou Xóchitl Castañeda, integrante do “México California Health Initiative”.

A Comunidade Econômica Européia (C.E.E) (2002), no relatório da Comissão, de 17 de julho de 2002, sobre a aplicação da Diretiva 91/676/CEE do Conselho (Relatório – COM (2002) 407 final), discute sobre a proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. Todos os Estados-membros transpuseram a diretiva, criaram uma rede de controle, instituíram um código de boas práticas e designaram as suas zonas vulneráveis (à exceção da Irlanda). As redes de controle mostram que mais de 20% das águas subterrâneas da União Européia-UE e entre 30 a 40% dos lagos e rios, têm concentrações de nitratos excessivas. O azoto de origem agrícola é responsável por 50 a 80% das descargas totais de nitratos nas águas européias.

VAN HEIJST concluiu que metahemoglobinemia ocorre quando a hemoglobina é oxidada em uma velocidade maior que a capacidade enzimática normal para a redução da hemoglobina onde numerosos agentes podem ser responsáveis por esta oxidação. Entre os agentes mais freqüentemente encontrados, estão os Nitratos, Nitritos e Nitrofenol. A metahemoglobinemia normalmente se manifesta em mulheres, quando as concentrações de nitratos, em água de consumo, são superiores a 45 mg/L de  $\text{NO}_3^{-2}$ .

LEMOS (2001) afirma que em 1995, o Conselho de Administração do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) aprovou uma lista com doze nomes de poluentes orgânicos persistentes (POP's) e liderou a formulação e aprovação de uma Convenção Internacional para a redução ou eliminação da produção, venda e

uso destes poluentes. A Convenção foi assinada em maio de 2001, em Estocolmo, Suécia. Os doze POP's listados são: a) pesticidas (DDT, Aldrin, Chlordano, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Mirex e Toxafeno); b) produtos industriais (bifenilas policloradas (PCBs) e hexaclorobenzeno (que também é pesticida)); c) subprodutos de processos industriais e queima incompleta (produção não intencional) de dioxinas e furanos.

DORES e DE-LAMONICA-FREIRE (2001) concluiu que dentre os pesticidas usados em áreas agrícolas próximas à cidade de Primavera do Leste, no Mato Grosso, aqueles que possuem maior mobilidade no ambiente são: metomil, triadimefon, atrazina, metribuzina, simazina, clorimuron etil, imazetapir, flumetsulan, fomesafen, glifosato e metolaclor. Quanto à persistência no solo o clorpirifós etil, endosulfan, lambdacialotrina, tiofanate metil, atrazina, metribuzina, simazina, fomasafen, imazetapir e trifluralina apresentam meia-vida de um mês a mais de seis meses. Dentre estes, atrazina e seus metabólitos, desetil atrazina desipropil atrazina, simazina, metribuzina e metolaclor são os princípios ativos que foram detectados mais freqüentemente em águas superficiais e subterrâneas, em diversos países.

BOMFIM (2002), analisando amostras de solo e de água da zona não saturada, coletadas nas fazendas Baixa da Pedra (João Dourado), Curral Velho (América Dourada) e Água Fria (Morro do Chapéu) da região de Irecê, detectou a presença, na água coletada na zona não saturada do aquífero, de **carbendazim** (C<sub>9</sub>H<sub>9</sub>N<sub>3</sub>O<sub>2</sub>). Os teores encontrados para esse produto foram 0,40 µg/L para a profundidade de 15 cm e 0,92 µg/L para 35 cm, o que revela um aumento de concentrações da ordem de 130% entre as duas profundidades, com indícios de que a difusão do contaminante pode atingir o aquífero.

## 5 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento metodológico adotado, para a avaliação dos teores de cloretos e nitratos, utilizou os diagnósticos sobre o uso do solo e da água, caracterização do sistema de produção agrícola realizados por COUTINHO (2000) e BONFIM (2001), informações hidrogeológicas e caracterização físico-química das águas a partir do inventário de dados de cadastros de poços, adquiridos na empresa Companhia de Engenharia Rural da Bahia (CERB, 1999) e na Tese de Doutorado de FRANGIPANI (1972). Deste inventário, uma amostragem de 743 poços foram utilizadas por possuírem dados completos (coordenadas, análises químicas, data da perfuração e da análise) (Figura 5). Os poços utilizados foram perfurados nas zonas urbanas e rurais e em rochas calcárias e são classificadas como carbonatadas cálcicas, magnesianas ou bi-carbonatadas cálcio-magnesianas (NEGRÃO, 1987). Para tratamento dos dados utilizou-se o programa Excel 97, no ambiente Windows 98. Na avaliação das concentrações de nitratos e cloretos, os dados foram organizados considerando os seguintes períodos: 62/71 (Figura 66, em anexo); 72/73 (Figura 67, em anexo); 74/75 (Figura 68, em anexo); 76/77 (Figura 69, em anexo); 78/79 (Figura 70, em anexo); 80/81 (Figura 71, em anexo); 82/83 (Figura 72, em anexo); 84/85 (Figura 73, em anexo); 86/87 (Figura 74, em anexo); 88/89 (Figura 75, em anexo); 90/91 (Figura 76, em anexo); 92/93 (Figura 77, em anexo); 94/95 (Figura 78, em anexo); 96/97 (Figura 79, em anexo); 98/99 (Figura 80, em anexo). Utilizando o programa Surfer (Surfer, Win 32, versão 8.0, Golden Software, Inc), foi possível confeccionar mapas e visualizar a dispersão espacial e temporal das concentrações de cloretos e nitratos.

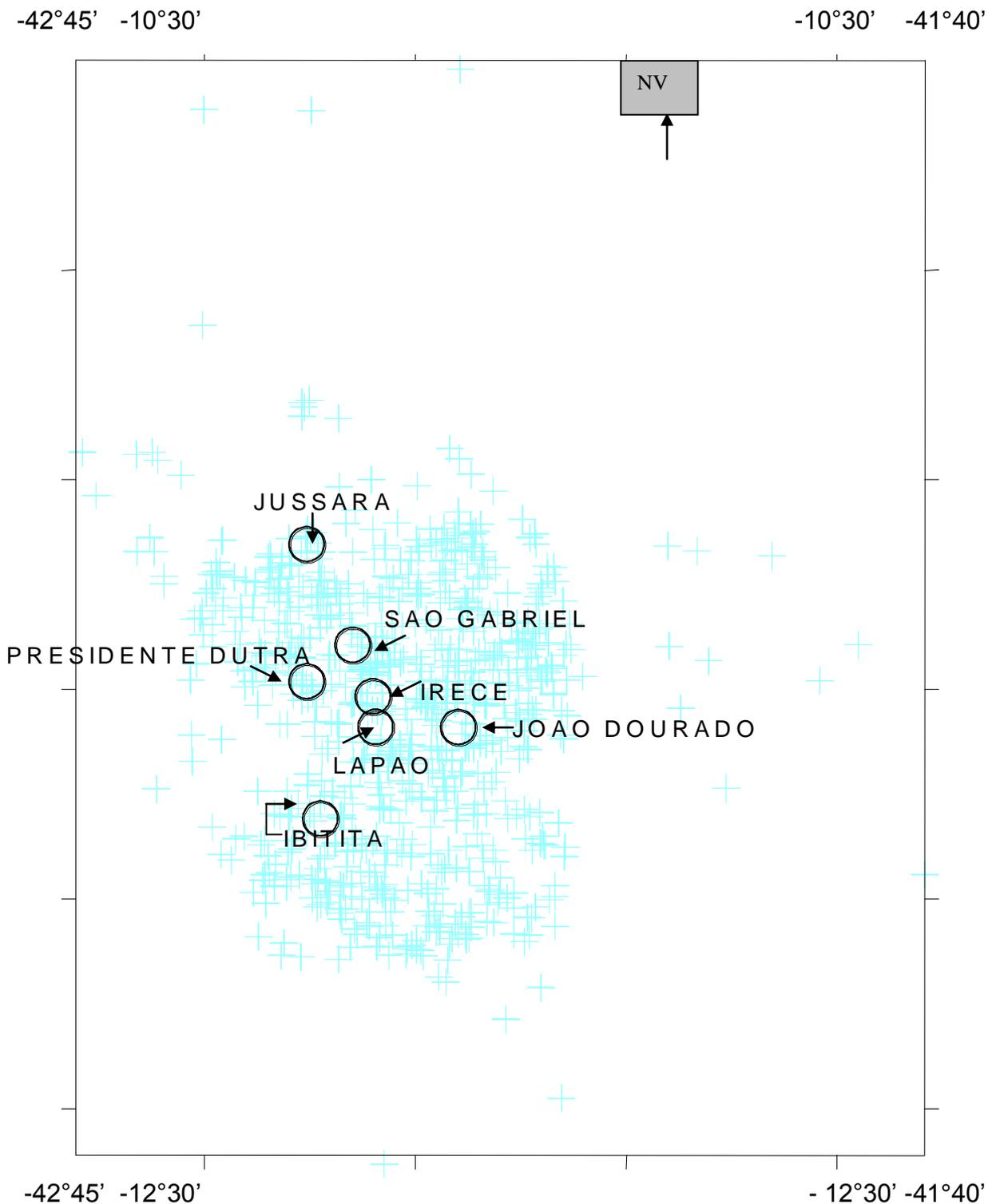


Figura 8: Mapa da distribuição dos poços amostrados na área objeto de estudo, perfurados no período de 1962 a 1999

A avaliação dos teores de pesticidas foi realizada em três pontos de amostragem, os mesmos utilizados por BOMFIM (2002) (Figura 9), buscando uma correlação com resultados encontrados de pesticidas difundidos em zona não saturadas. A

amostragem foi realizada segundo as recomendações das Normas Brasileiras NBR9897 (Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores) e NBR9898 (Preservação e Técnicas de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores); adotou-se o uso de vasilhames de vidro cor âmbar (Figura 10) lavados com detergente neutro LKT (Figura 10) e águas destilada e deionizada, com resfriamento da amostra sem congelamento (4 °C) até a hora da análise. A coleta das amostras para análise de pesticidas, seguiram dois procedimentos distintos, um para amostragem da água de poço situado na Fazenda Baixa da Pedra (município de João Dourado, Figura 11) e outro para a amostragem de água do Rio Jacaré, nas imediações das Fazendas Curral Velho (município de América Dourada, Figura 12) e Água Fria (município de Morro do Chápeu, Figura 13). Na amostragem de água do rio o frasco de coleta foi introduzido a uma profundidade de 0,5 a 1,0 m da superfície da água, com a abertura voltada contra a correnteza. O frasco permanece fechado e a tampa é aberta no ponto da coleta. Na amostragem em água de poço, utilizou-se amostrador de 500 ml, tipo *Baller* descartável (Figura 10), suspenso com o auxílio de linha de nylon para pescaria (Figura 10). O lacre do amostrador foi retirado no local da coleta e logo após, foi higienizado com água deionizada. As duas primeiras coletas de amostras foram descartadas, enquanto que as subsequentes foram imediatamente transpostas para frasco tipo âmbar, armazenadas a 4°C e enviadas imediatamente para análise.

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS ANALISADAS PARA PESTICIDAS

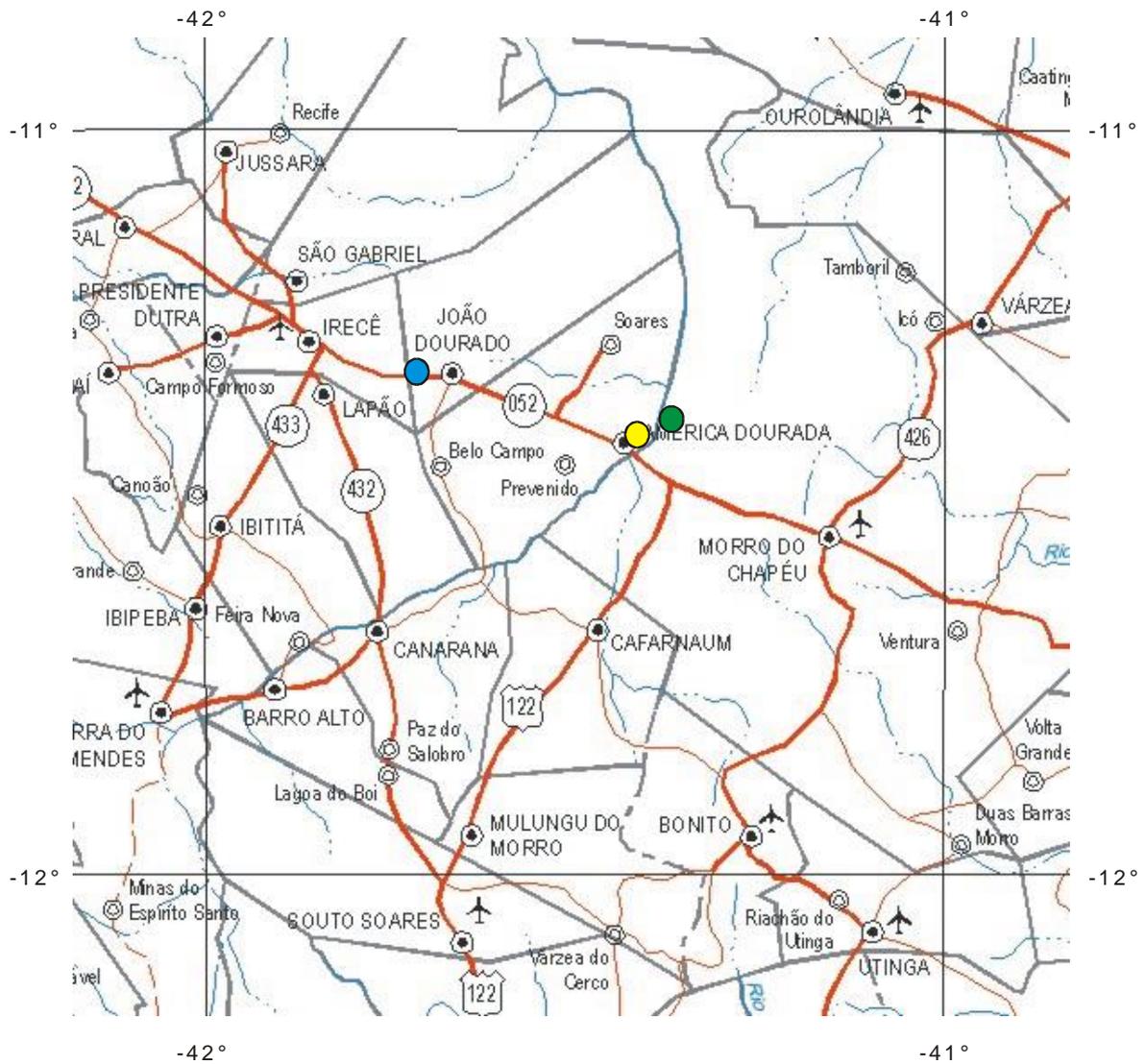


Figura 9: Mapa de localização dos sítios de coleta de amostras de água analisadas para resíduos de pesticidas.

As determinações de análises de campo, colorimetria de pH, Amônio, Cloro, Ferro, Ortofosfato, Cloreto, Oxigênio Dissolvido e Turbidez, foram realizadas com auxílio do ECOKIT da Alfa Tecnoquímica (Figura 10). Este kit foi desenvolvido em parceria com o projeto Eco Água, através do convênio 009/2001 realizado entre a Agência Nacional da Água – ANA, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – SRH/MMA e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (EMBRAPA Meio Ambiente).



Figura 10: 1) Detergente neutro LKT, 2) Frasco cor âmbar, 3) Ecokit, 4) Amostradores tipo *Baller*.



Figura 11: Fazenda Baixa da Pedra, Município de João Dourado.



Figura 12: Fazenda Curral Velho, Município de América Dourada.



Figura 13: Fazenda Água Fria, Município de Morro do Chapéu.

As análises de pesticidas foram realizadas na Universidade Federal de Sergipe - UFS, tendo como método analítico o EPA 8270C (*Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry – GC/MS*) e para extração líquido – líquido, utilizou-se funil de separação EPA 3510 (*Semivolatile and Nonvolatile Organic*). As amostras foram condicionadas em refrigerador a 4°C, com 10 ml de diclorometano, sendo posteriormente transferidas para funil de separação, no qual foi adicionada a 50 g de MgSO<sub>4</sub> e 60ml de hexano/diclorometano (70/30) e agitadas para separação das fases. A extração foi repetida e a fase orgânica foi passada em coluna para *clean up*, com 5,0 g de sulfato de sódio anidro (seco a 180 °C por quatro horas) e lã de vidro silanizada. A fase orgânica resultante foi evaporada em rota- evaporador, sob vácuo, a temperatura de 35°C e rotação de 60 rpm. O extrato final foi avolumado para 1,0 ml em diclorometano. As análises foram realizadas num cromatógrafo em fase gasosa de alta resolução com detector de massas (*Capillary Gas Chromatography – Mass Spectrometry detector – CGC/MSD*), modelo QP 5050A, Shimadzu, operado no modo SIM (*Single Ion Monitoring*), equipado com injetor tipo *split/splintless*, usado no modo *splintless*, coluna capilar DB-5 (30m x 0,25mm x 0,25µm) e gerenciado pelo *software Class 5K*. As temperaturas do injetor e da interface foram 250°C e 280°C, respectivamente. O volume de injeção foi de 1 µL e o gás de arraste foi o Hélio.

Os pesticidas analisados nas amostras, foram identificados pelo tempo de retenção e pelo íon selecionado de cada composto, no espectro de massas e sua quantificação foi realizada através de padrão externo, tendo sido obtida curva com coeficientes  $R^2 > 0,90$ .

O limite de detecção foi estabelecido segundo a fórmula,  $CD = 3.C.R.F/h$  e o limite de quantificação pela fórmula  $LQ = 10.CRF/h$ , onde C = Concentração do padrão de pesticida, que dá um pico cerca de 3 vezes maior que a altura do ruído; R = Altura do ruído (mm); F = Fator de enriquecimento (volume final / volume da amostra); h = altura do pico (mm).

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os dados relativos às concentrações de nitratos e cloretos foram analisados nos períodos de 62/71(Figura 14), 72/73 (Figura 15), 74/75 (Figura 16), 76/77 (Figura 17), 78/79 (Figura 18), 80/81(Figura 19), 82/83 (Figura 20), 84/85 (Figura 21), 86/87 (Figura 22), 88/89 (Figura 23), 90/91 (Figura 24), 92/93 (Figura 25), 94/95 (Figura 26), 96/97 (Figura 27), 98/99 (Figura 28) e 62/99 (Figura 29), plotados em dezesseis gráficos com escala de 0 a 4800 mg/L Cl de cloretos no eixo X e de 0 a 100 mg/L N de nitratos no eixo Y. Os gráficos permitem uma análise de correlação da evolução das concentrações ao longo do tempo e do risco de contaminação, definindo tendências.

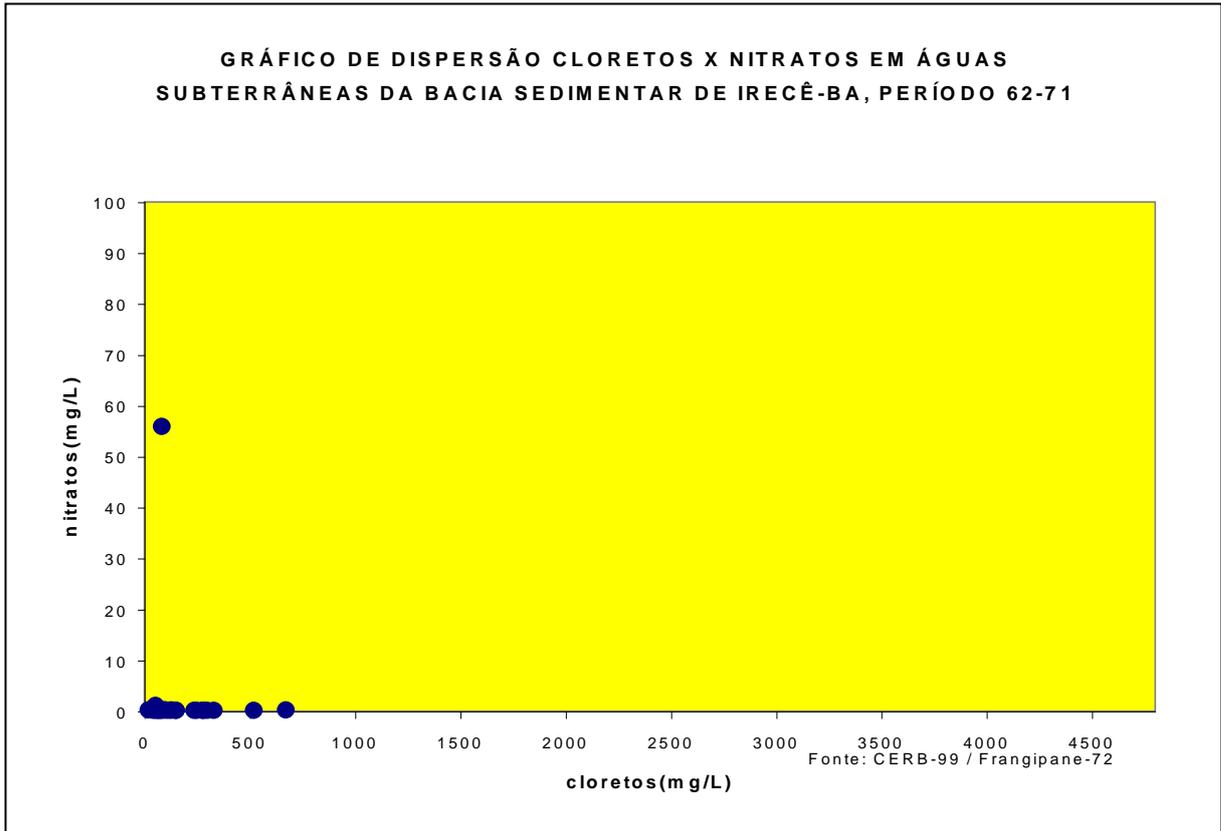


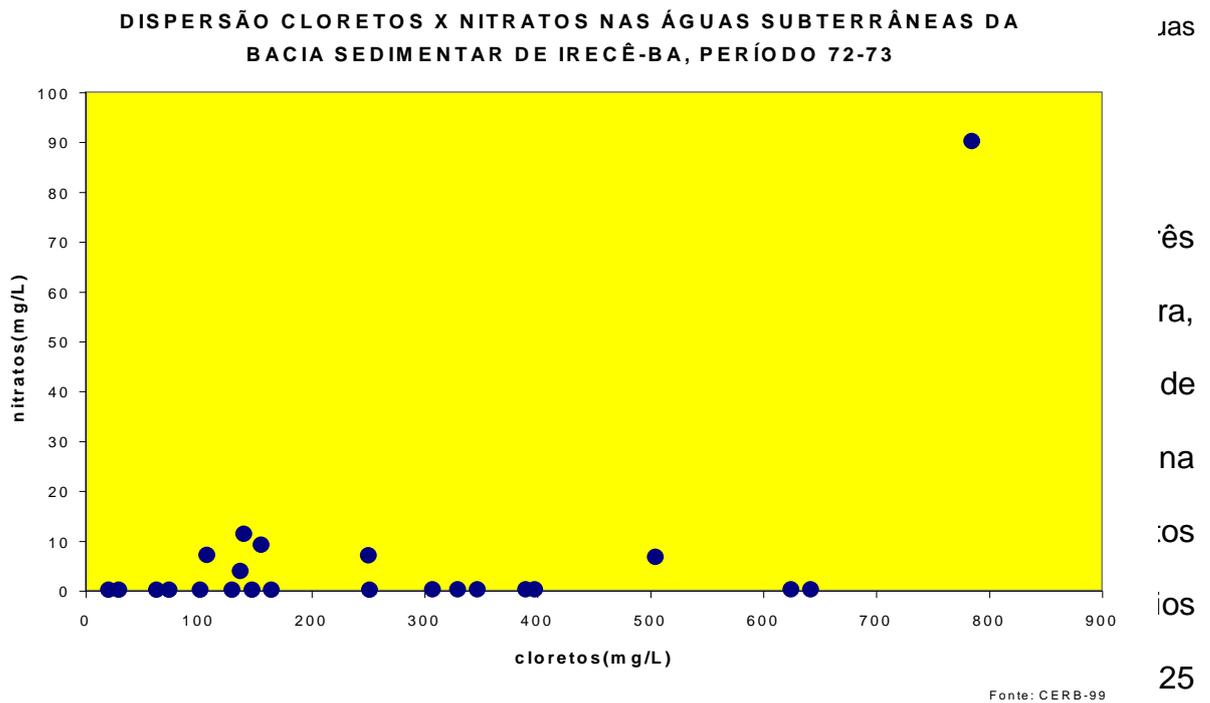
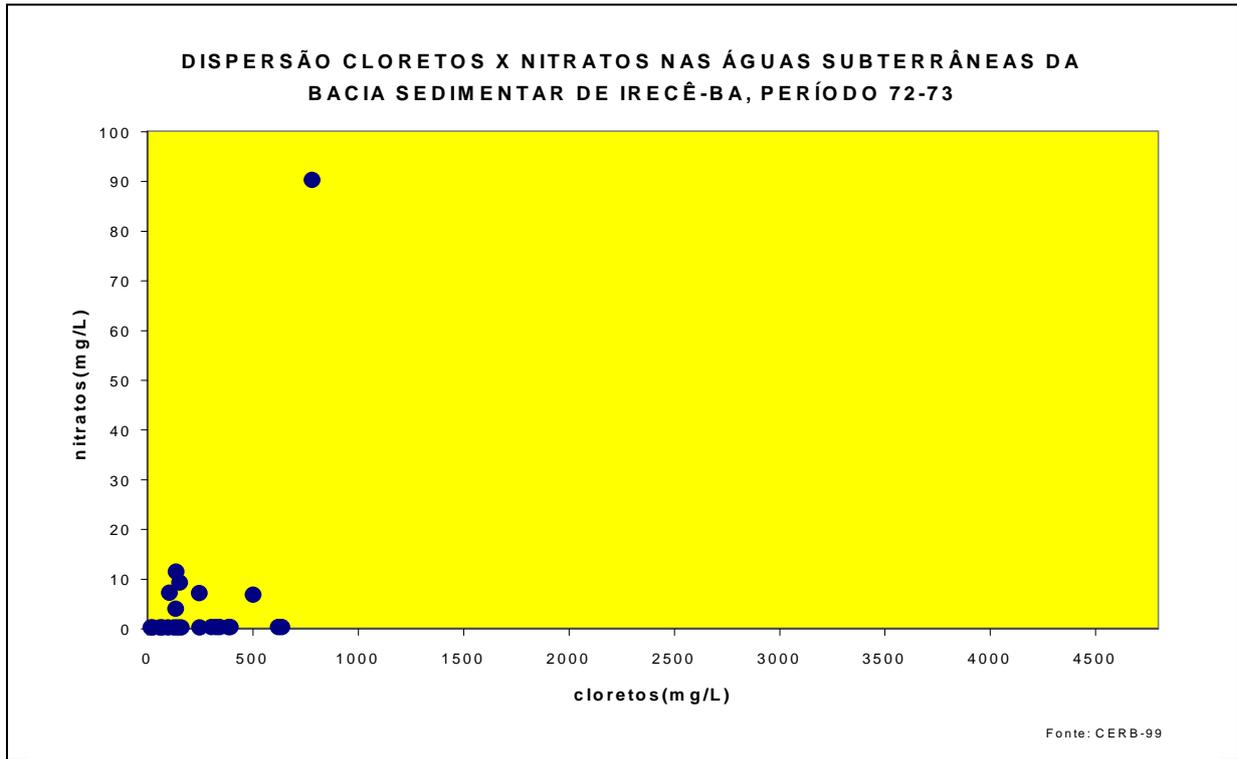
Figura 14: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 62-71.



O gráfico de 62 a 71, Canarana visualizar sua maior que as 100 um valor extremo de 55,8 mg/L no município de América Dourada no ano de 1971, o qual pode representar o primeiro registro da concentração de nitratos no aquífero.

A disposição dos poços pode ser observadas nas Figuras 32 e 33.





mg/L e 90 mg/L no ano de 1972. A disposição dos poços pode ser observadas nas Figuras 34 e 35.

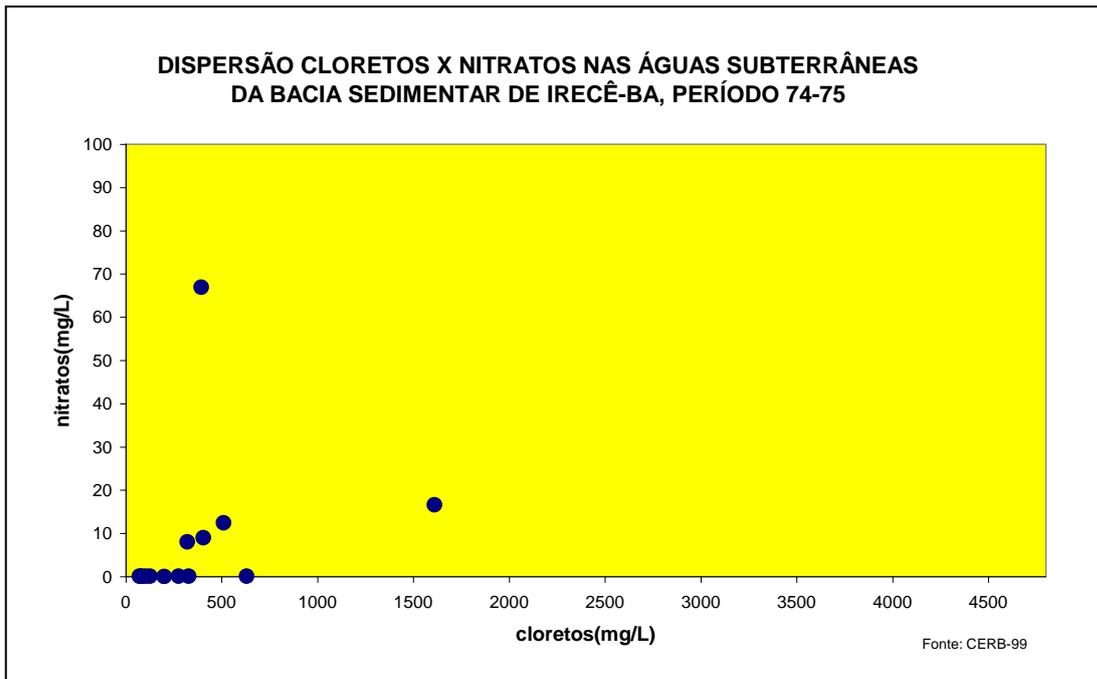


Figura 16: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 74-75

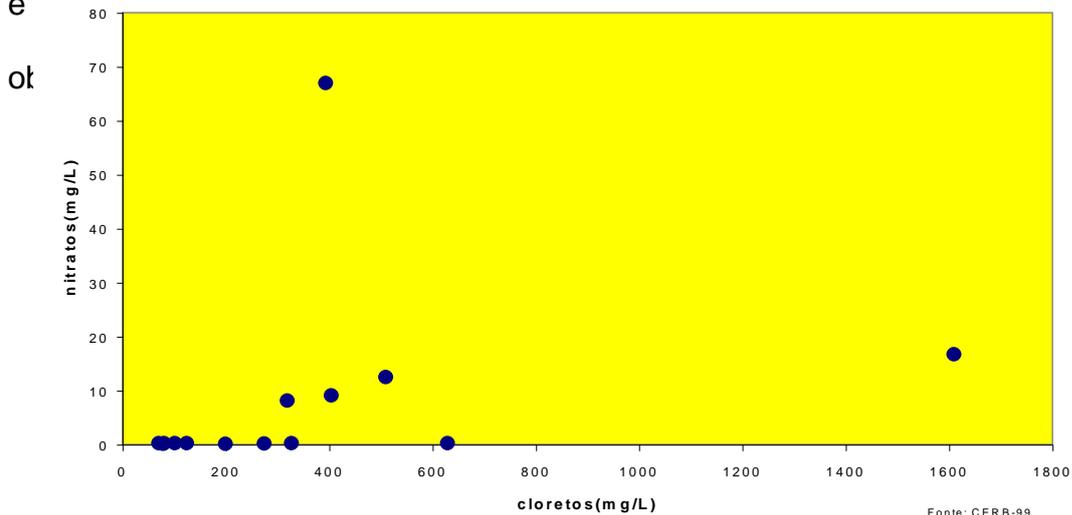
A Figura 16 apresenta os dados de concentração de cloretos e nitratos em 14 pontos de amostragem. Os dados são os seguintes:

Ponto	Cloretos (mg/L)	Nitratos (mg/L)
1	100	1
2	150	1
3	200	1
4	250	1
5	300	1
6	350	1
7	400	1
8	450	1
9	500	1
10	600	1
11	100	8
12	150	9
13	200	10
14	300	12
15	400	13
16	500	14
17	1600	17
18	400	68

Fonte: CERB-99

m s de 12,4

e pode ser



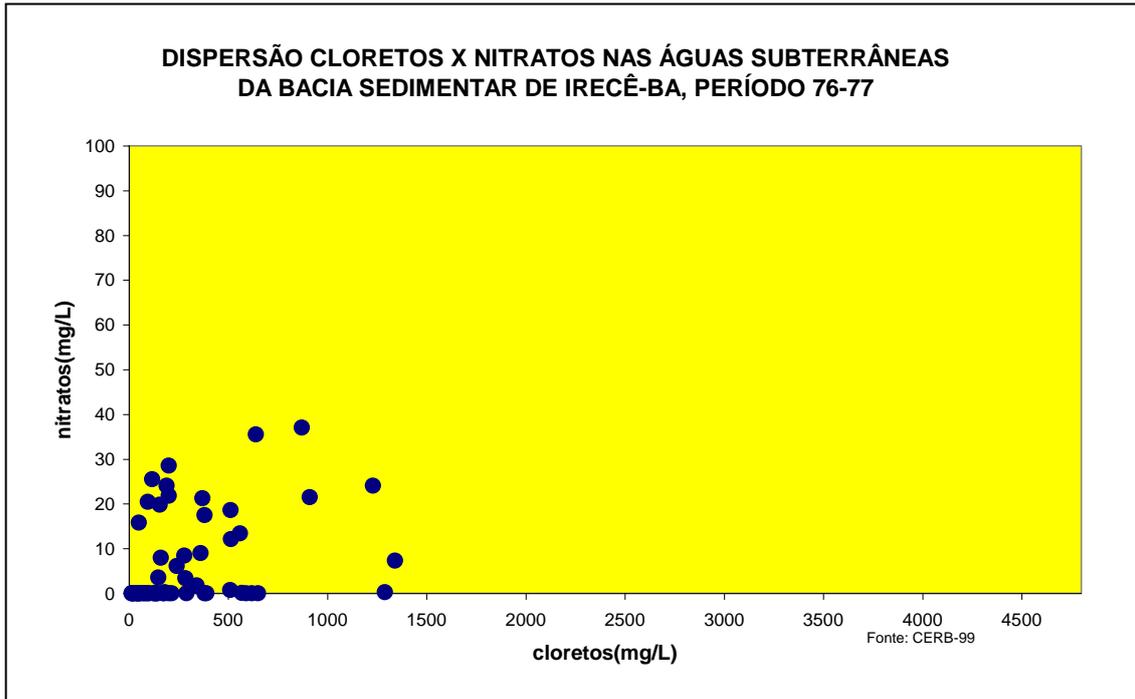
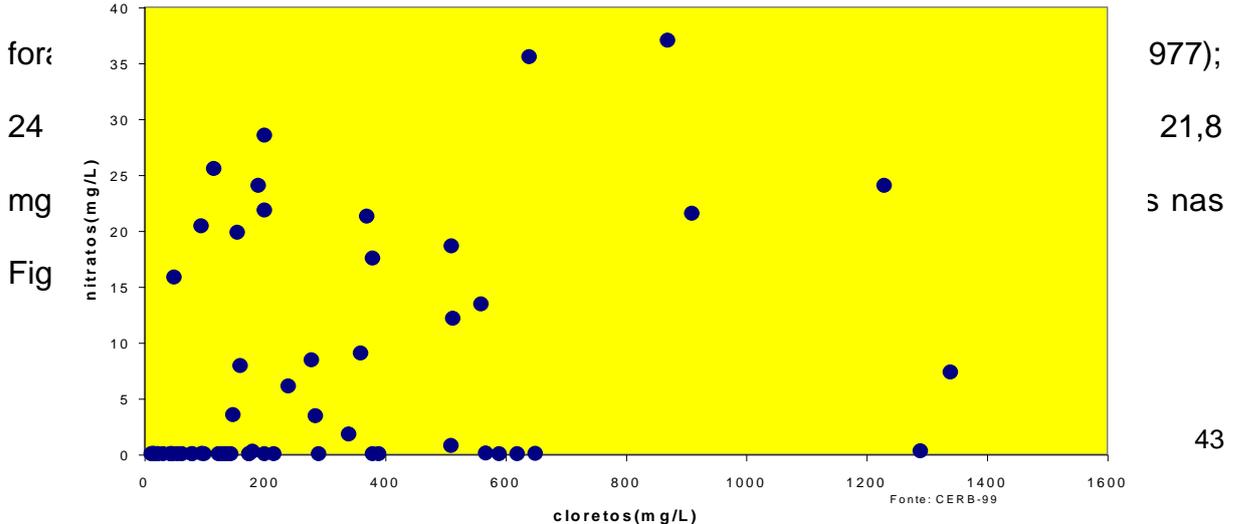


Figura 17: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 76-77

O gráfico mostra a dispersão de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 76-77. O eixo vertical representa a concentração de nitratos em mg/L, variando de 0 a 40. O eixo horizontal representa a concentração de cloretos em mg/L, variando de 0 a 4500. A maioria dos pontos está situada na faixa compreendida entre 50 – 650 mg/L de cloretos e 0 a 20 mg/L de nitratos. Há alguns pontos com concentrações mais elevadas de nitratos, chegando a aproximadamente 38 mg/L, associados a concentrações de cloretos entre 500 e 1000 mg/L.

Figura 18: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 76-77. O eixo vertical representa a concentração de nitratos em mg/L, variando de 0 a 40. O eixo horizontal representa a concentração de cloretos em mg/L, variando de 0 a 1600. A maioria dos pontos está situada na faixa compreendida entre 50 – 650 mg/L de cloretos e 0 a 20 mg/L de nitratos. Há alguns pontos com concentrações mais elevadas de nitratos, chegando a aproximadamente 38 mg/L, associados a concentrações de cloretos entre 500 e 1000 mg/L.



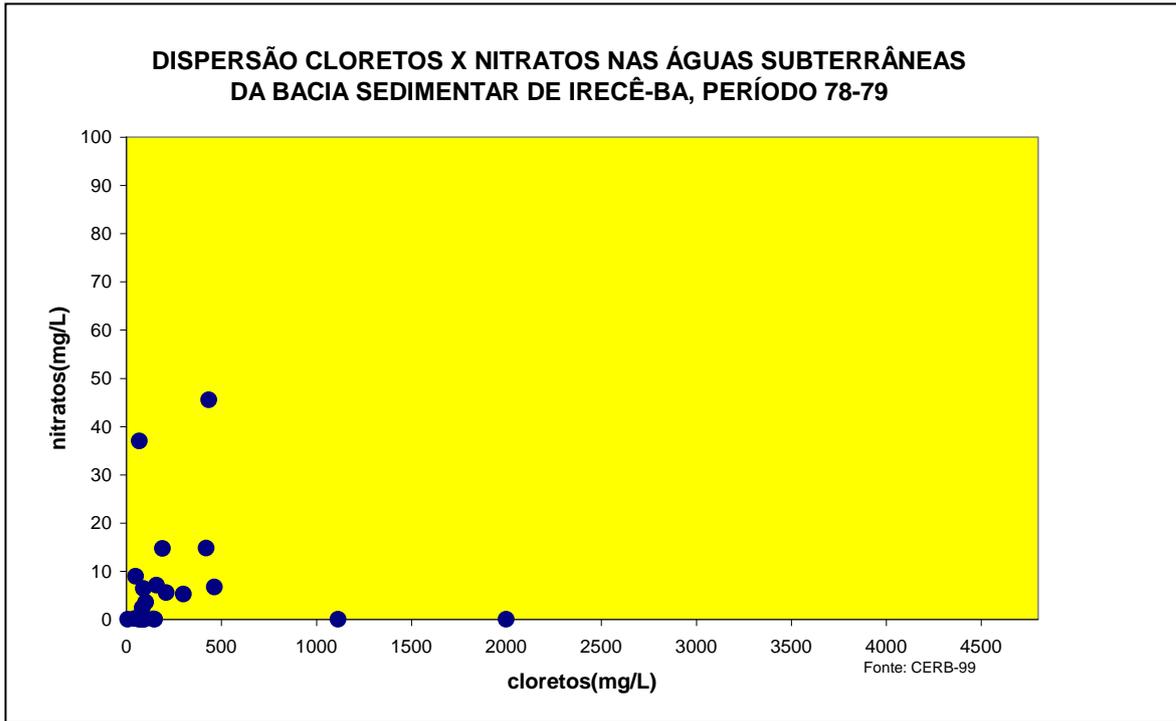
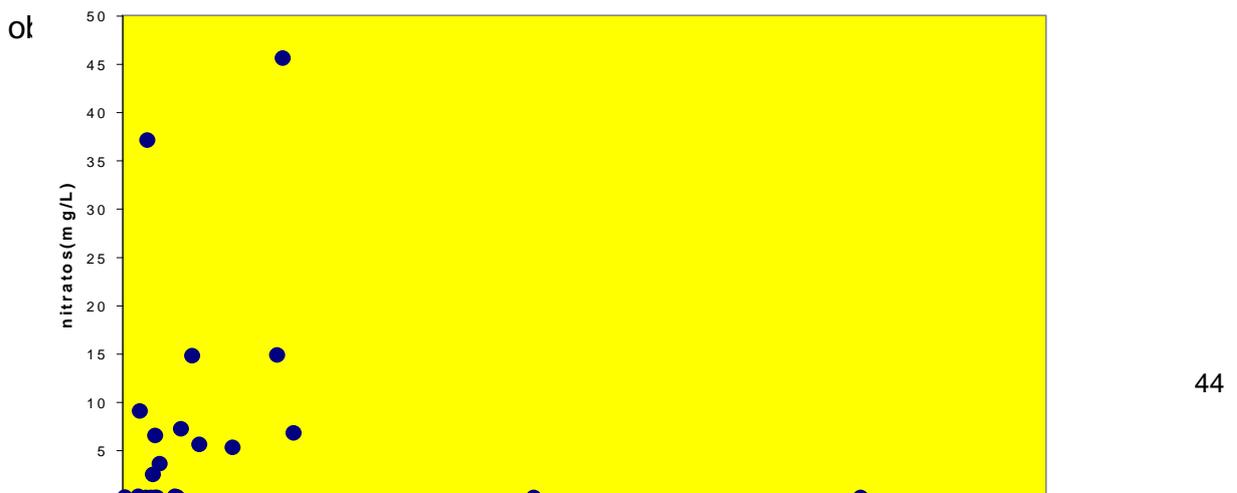


Figura 18: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 78-79.

O gráfico mostra a dispersão de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 78-79. O eixo horizontal representa a concentração de Cloretos em mg/L, variando de 0 a 4500. O eixo vertical representa a concentração de Nitratos em mg/L, variando de 0 a 50. A maioria dos pontos está localizada na região inferior esquerda do gráfico, indicando baixas concentrações de ambos os parâmetros. Há uma única exceção notável no município de Presidente Dutra, onde a concentração de Cloretos é alta (cerca de 2000 mg/L) e a de Nitratos é moderada (cerca de 45 mg/L). Outros pontos com nitratos elevados (até 45 mg/L) estão presentes em municípios como Ibipitanga, Fátima e Alto, embora com baixas concentrações de cloretos. As concentrações de nitratos apresentaram, em sua maioria, valores abaixo de 15 mg/L. Apenas no município de Presidente Dutra foram

DISPERSÃO CLORETOS X NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA SEDIMENTAR DE IRECÊ-BA, PERÍODO 78-79



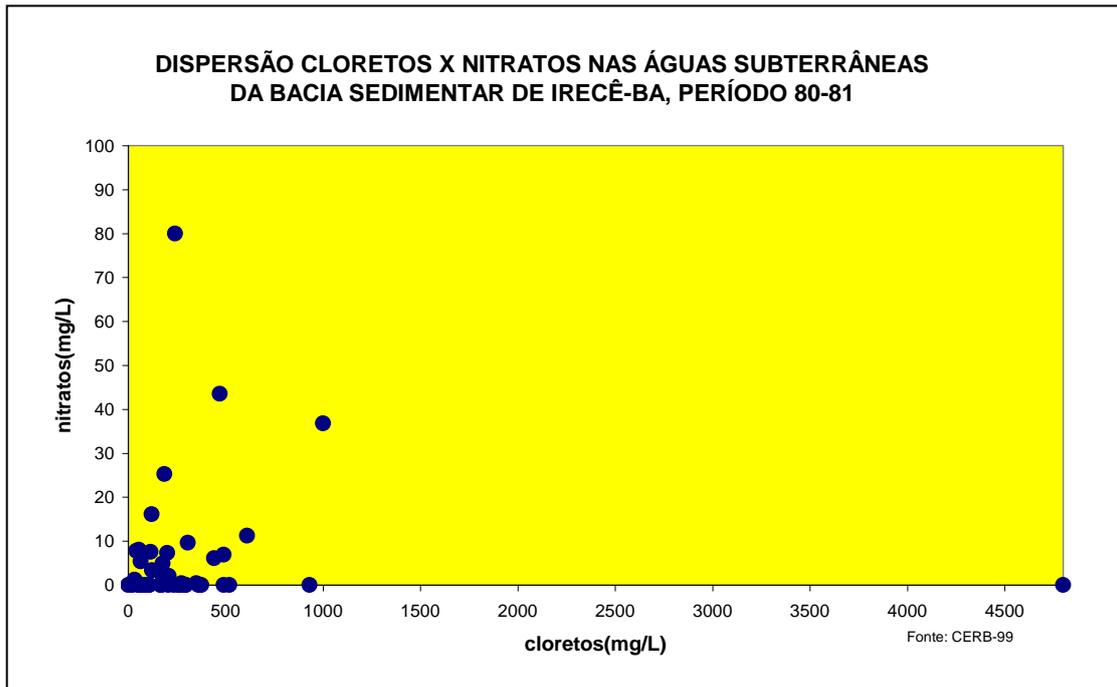
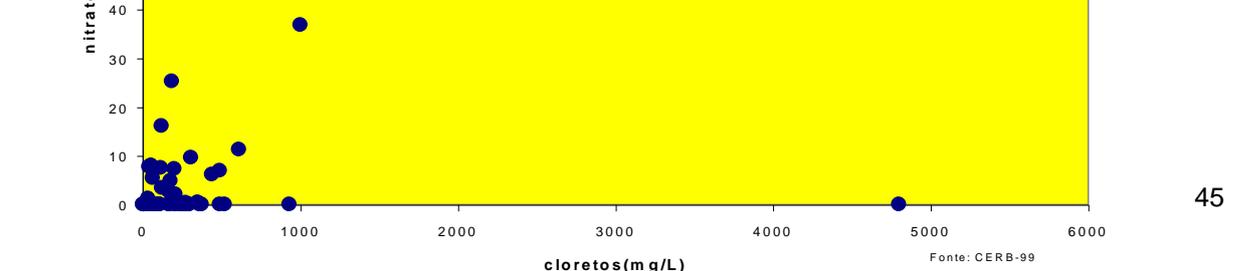


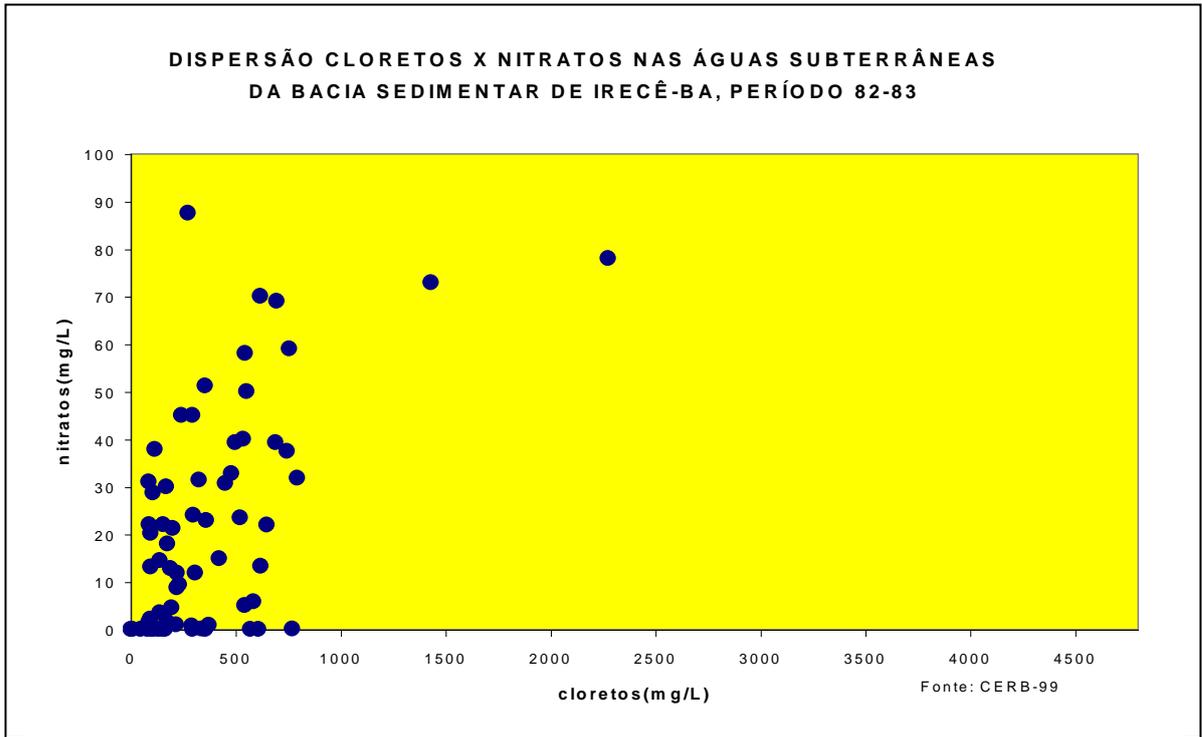
Figura 19: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 80-81

O gráfico apresenta a dispersão de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 80-81. A maioria dos pontos está situada na faixa compreendida entre 50 – 1.000 mg/L de Cloretos e 0 – 80 mg/L de Nitratos.

Os pontos de maior concentração de Nitratos (até 80 mg/L) estão associados a concentrações de Cloretos inferiores a 1.000 mg/L.

Observa-se que a maioria dos pontos está situada na faixa compreendida entre 50 – 1.000 mg/L de Cloretos e 0 – 80 mg/L de Nitratos.

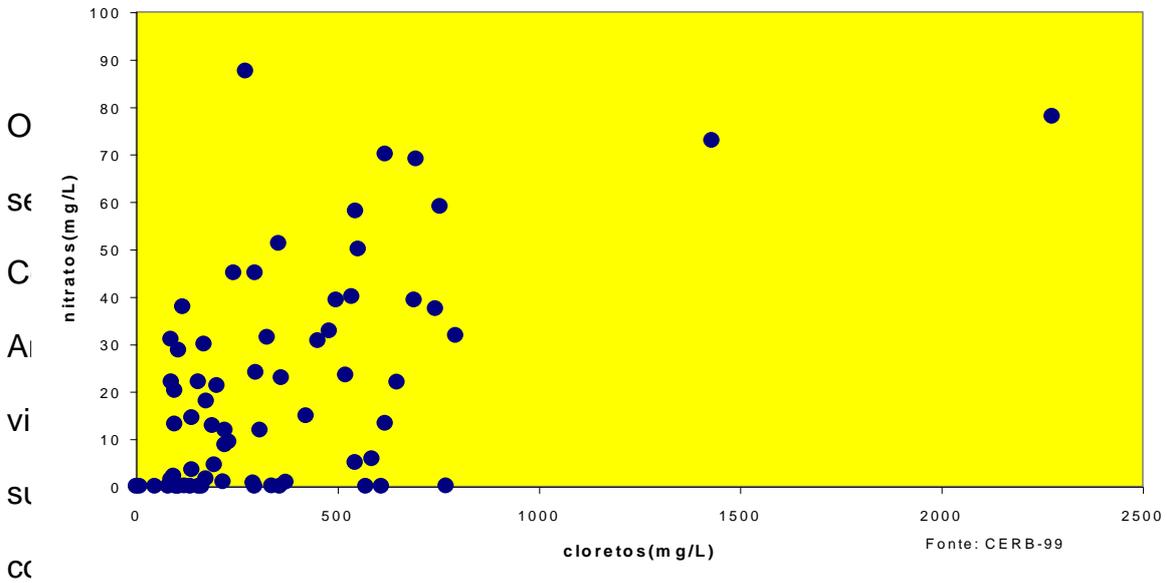




Fi  
SU

**DISPERSÃO CLORETOS X NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA SEDIMENTAR DE IRECÊ-BA, PERÍODO 82-83**

ias



O

Sé

C

Al

vi

st

cc

am

cê,

ra,

ite

na

As

g/L

(concentrações consideradas elevadas). Nos municípios de Central, Presidente Dutra, Jussara, São Gabriel e Lapão, foram encontrados, respectivamente, valores de 72,9 mg/L (1982); 87,49 mg/L (1983); 69 mg/L (1982); 78 mg/L (1982) e 70 mg/L (1983). A disposição dos poços pode ser observadas nas Figuras 44 e 45.

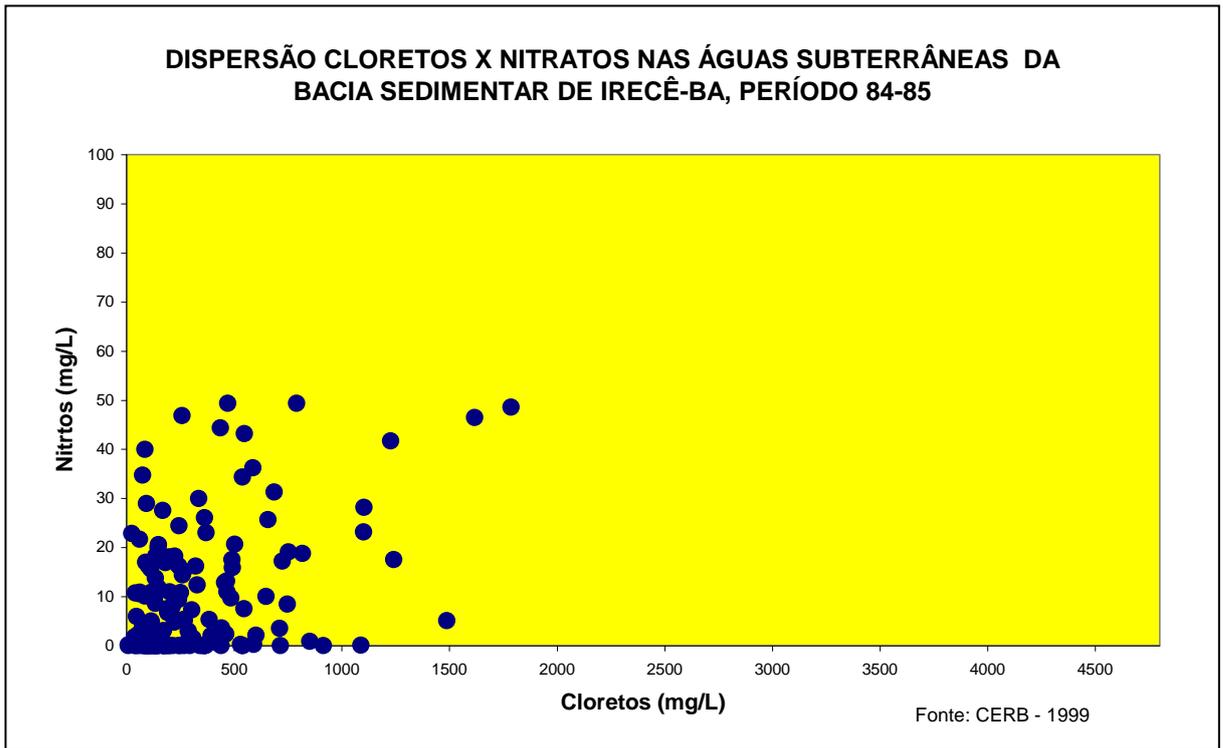
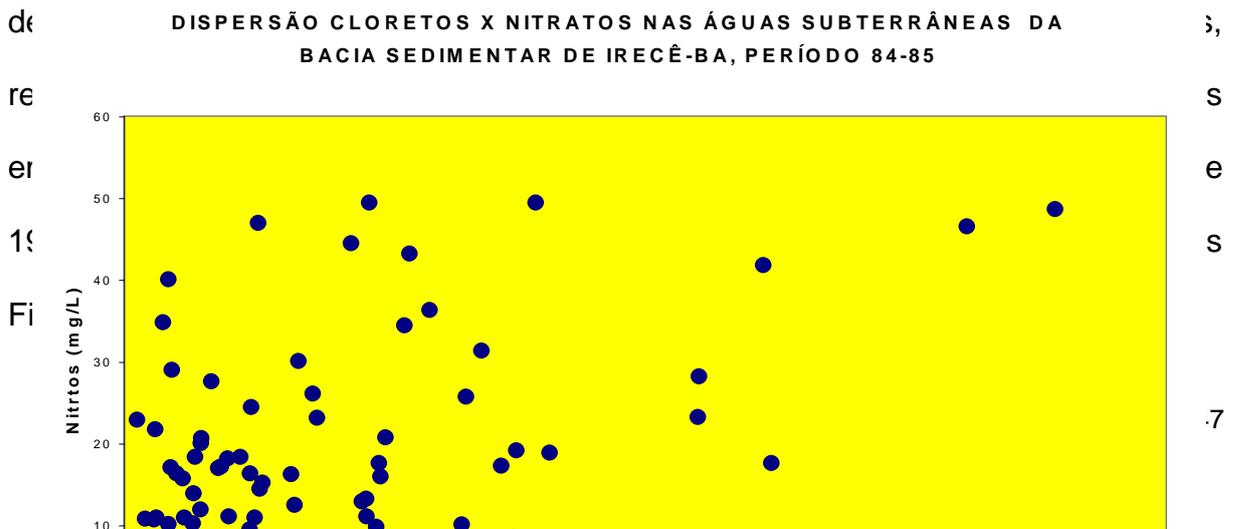
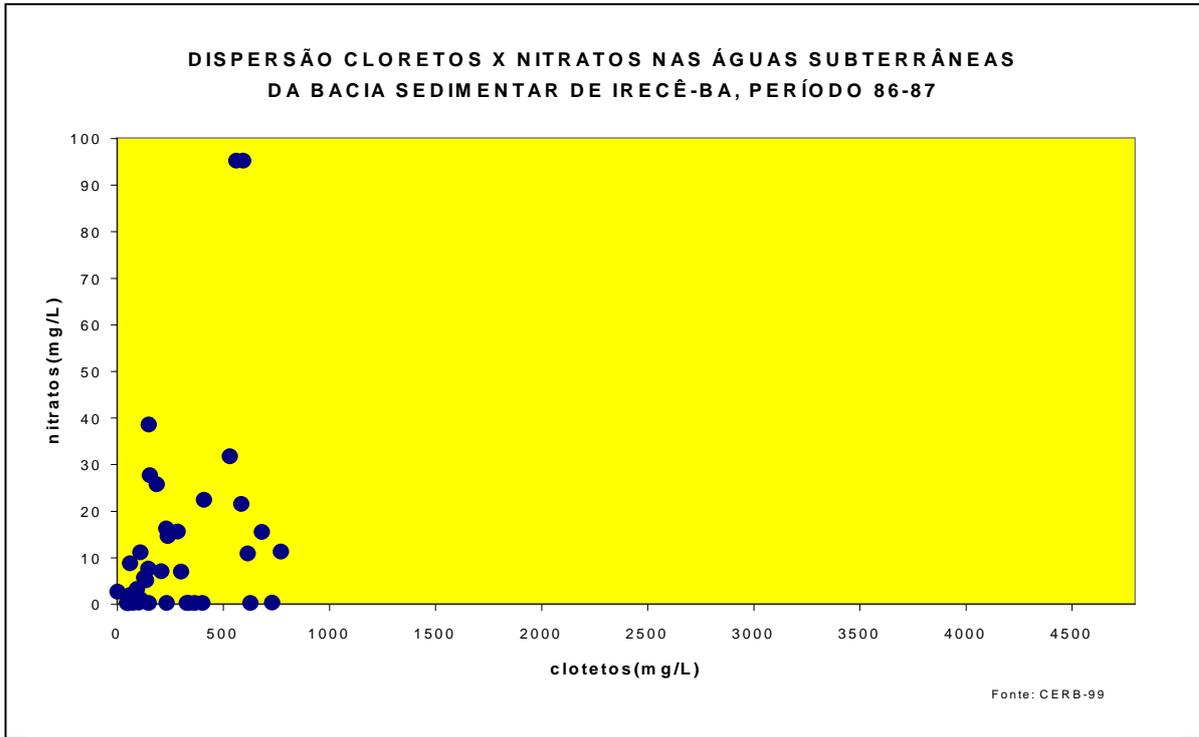


Figura 21: Gráfico de dispersão de Cloretos e Nitritos nas águas subterrâneas da Bacia Sedimentar de Irecê-BA, em águas subterrâneas para o período 84-85.

O gráfico de dispersão mostra a relação entre a concentração de Cloretos (mg/L) no eixo horizontal e a concentração de Nitritos (mg/L) no eixo vertical. O eixo horizontal varia de 0 a 4500 mg/L, e o eixo vertical varia de 0 a 60 mg/L. A maioria dos pontos está agrupada na região inferior esquerda, com Cloretos abaixo de 1000 mg/L e Nitritos abaixo de 20 mg/L. Há uma tendência geral de aumento na concentração de Nitritos à medida que a concentração de Cloretos aumenta, embora com uma dispersão significativa. Alguns pontos isolados mostram concentrações elevadas de Nitritos (até 50 mg/L) mesmo com concentrações moderadas de Cloretos (entre 1000 e 2000 mg/L).

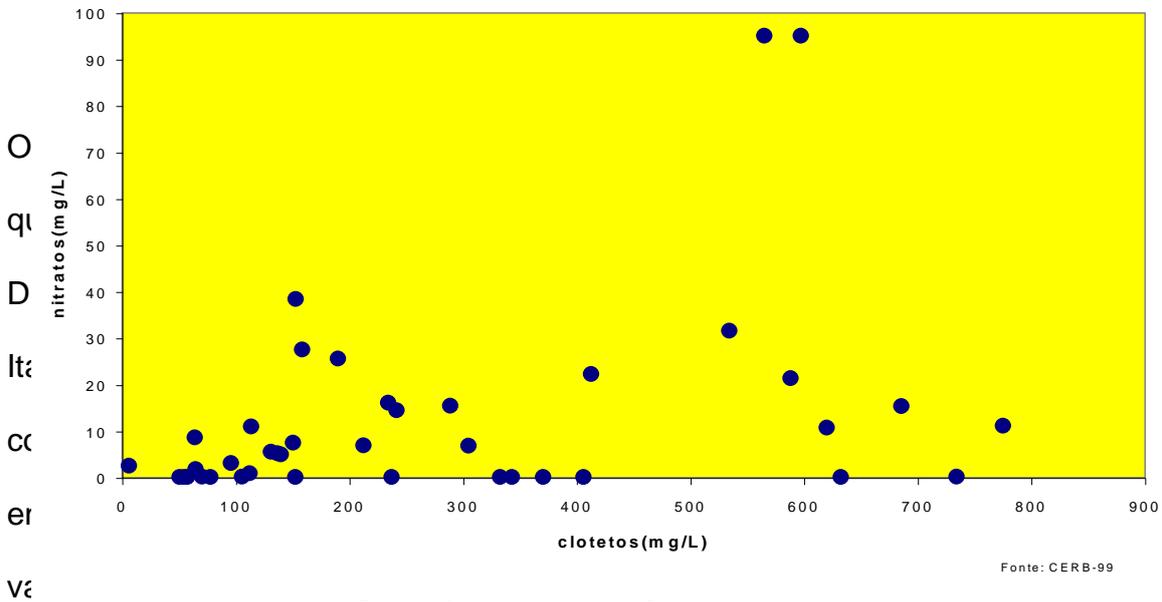




Fi  
SU

**DISPERSÃO CLORETOS X NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS  
DA BACIA SEDIMENTAR DE IRECÊ-BA, PERÍODO 86-87**

ias



O  
qi  
D  
ltã  
cc  
er  
Vã

em  
ite  
e  
As  
da  
ia,  
ãS.

No município de Presidente Dutra foram encontrados valores de 38,32 e 31,48 mg/L (ambos no ano de 1986) e no município de Jussara, valores de 94,98 em dois período do ano de 1987. A disposição dos poços pode ser observadas nas Figuras 48 e 49.

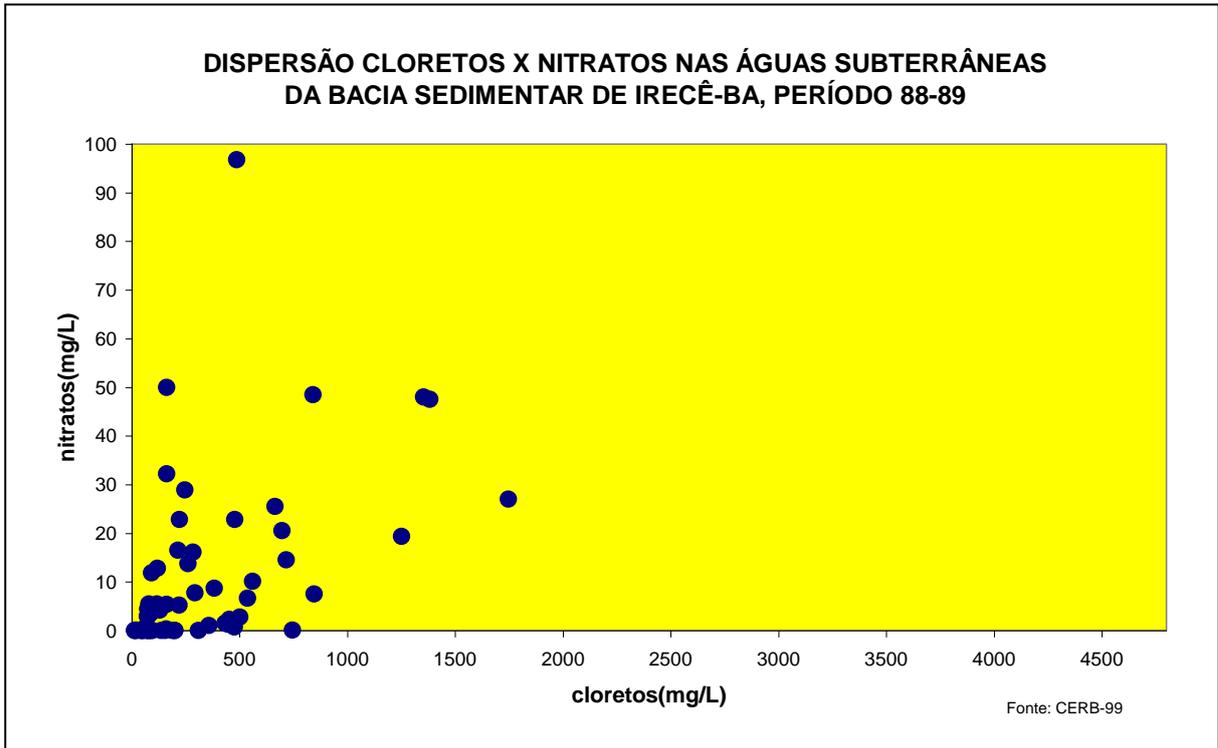
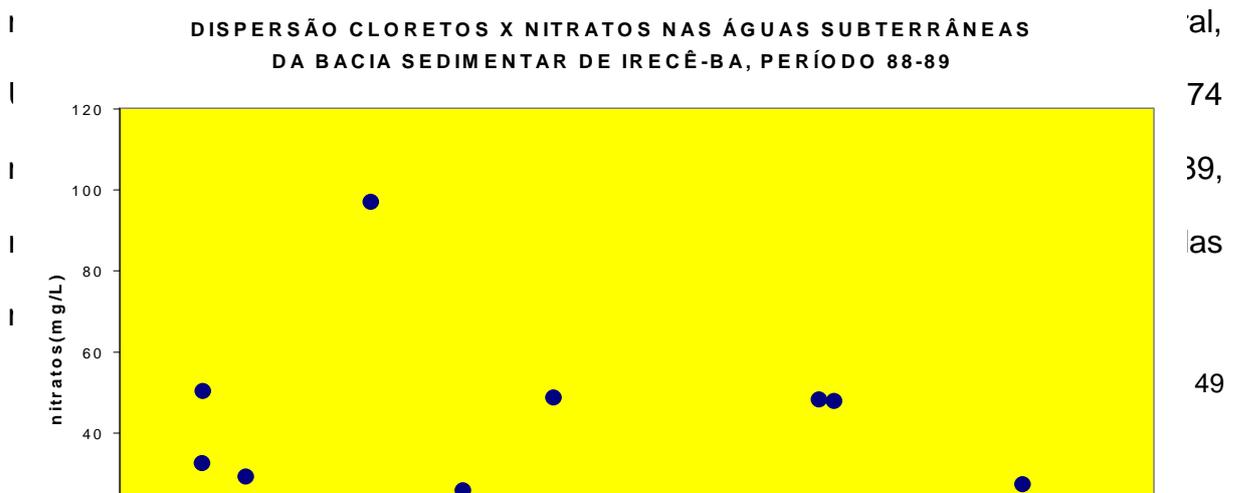


Figura 23: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 88-89

O gráfico em central, Ibipeba, érica Dourada (hia), permite s de cloretos, na sua maioria, estão situadas na faixa compreendida entre 50 = 800 mg/L. As concentrações de nitratos apresentaram, em sua maioria, valores abaixo de 30



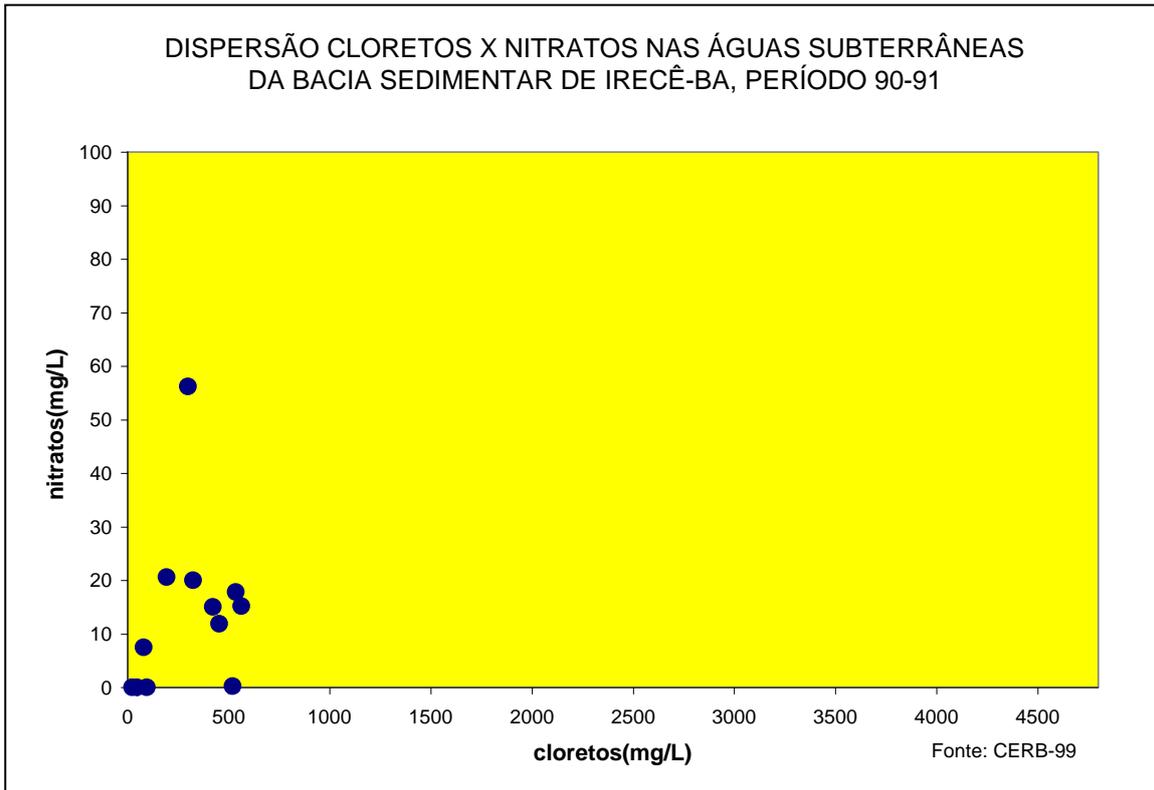
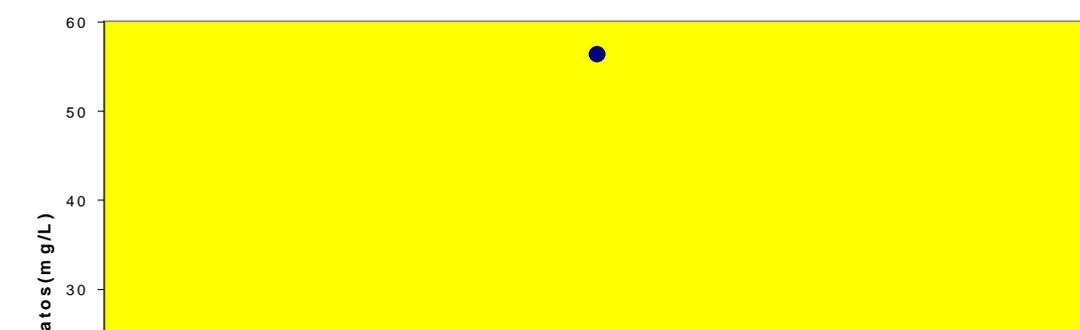


Figura 24: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 90-91.



O gráfico em treze poços, Jussara, América, realizar as concentrações de a maioria, estão em concentrações de nitratos 10 mg/L, ainda consideradas elevadas. Nos municípios de América Dourada e Barro Alto, foram encontrados respectivamente valores de 20,61 mg/l e 56,2 mg/l, ambos no ano de

DISPERSÃO CLORETOS X NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA SEDIMENTAR DE IRECÊ-BA, PERÍODO 90-91



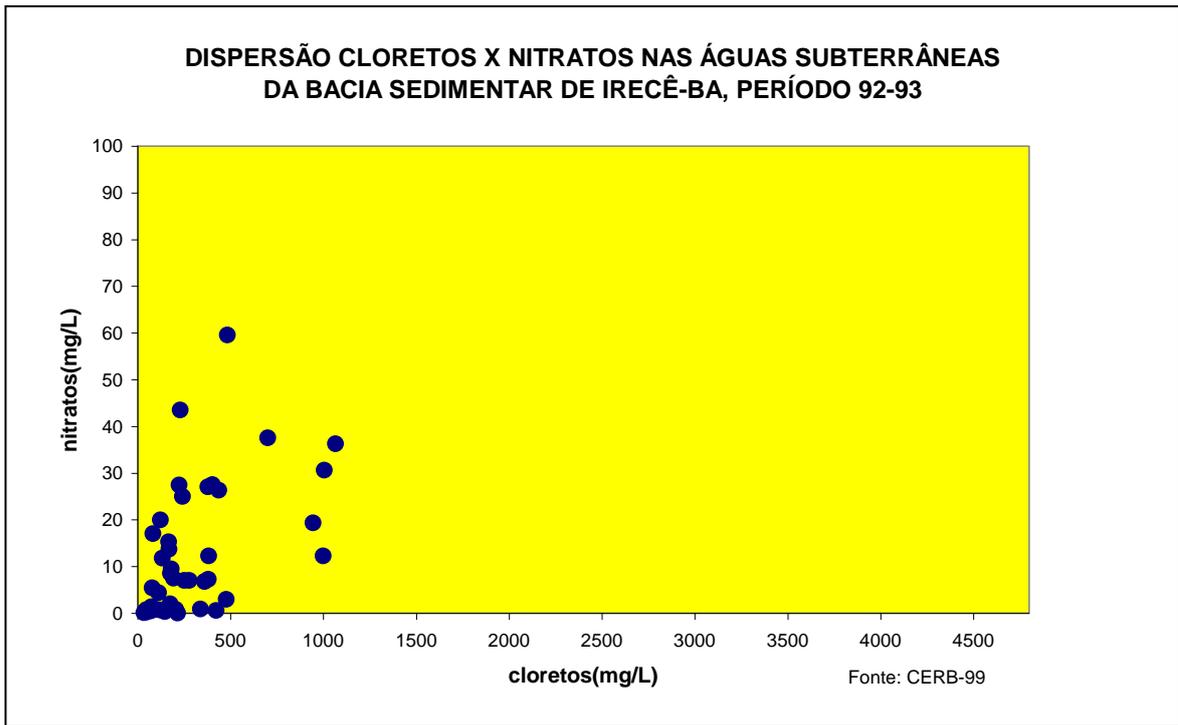
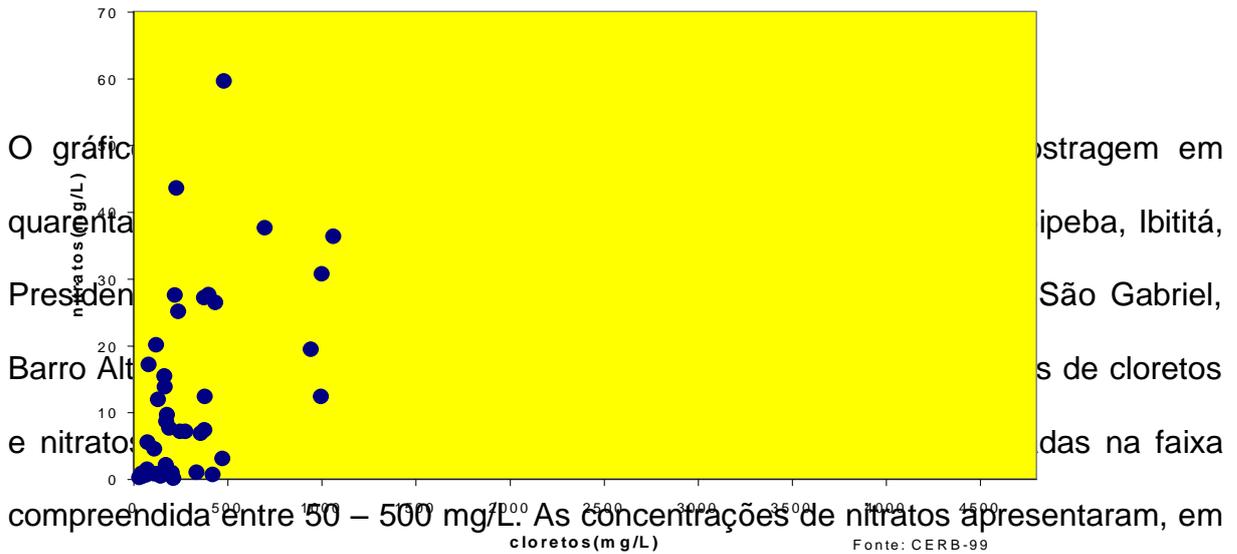
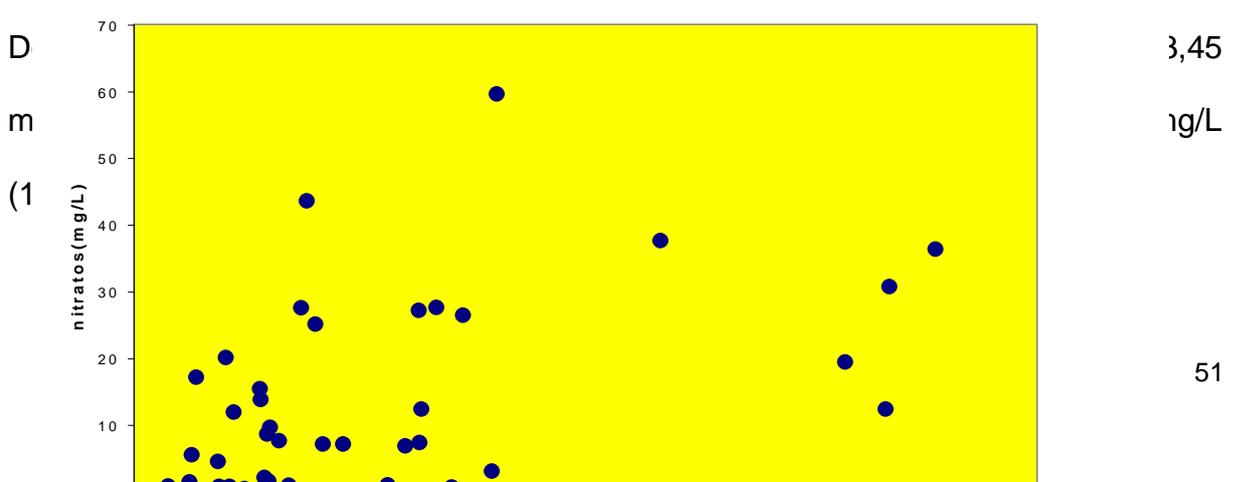


Figura 25: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 92-93.



O gráfico mostra a dispersão de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 92-93. O gráfico mostra a dispersão de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 92-93.



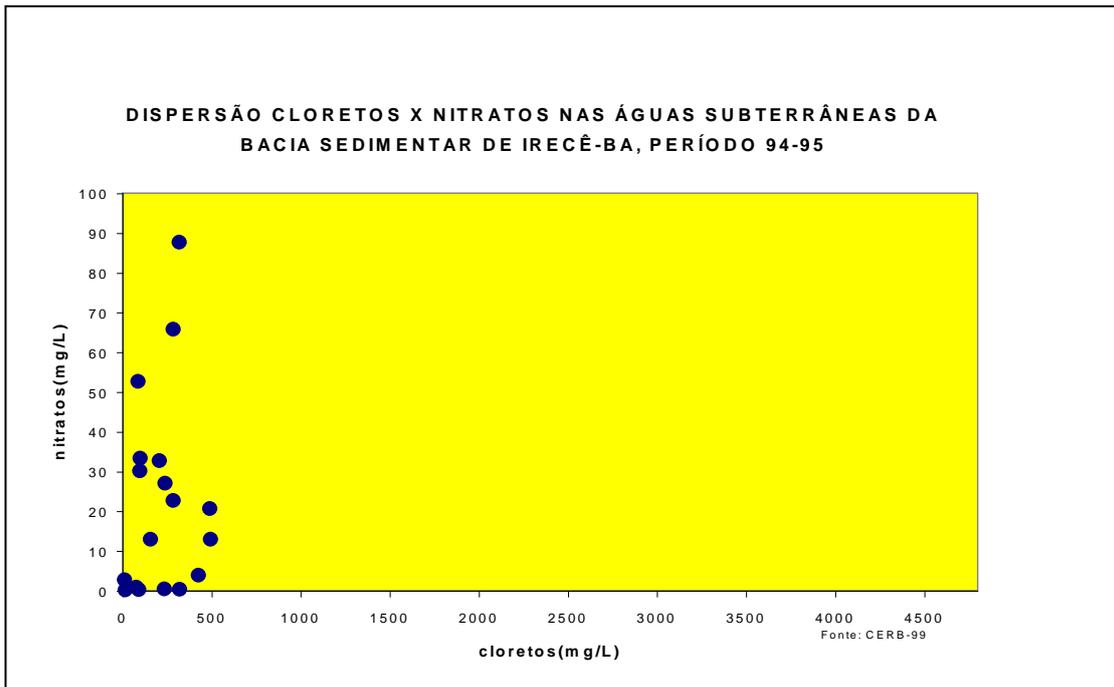
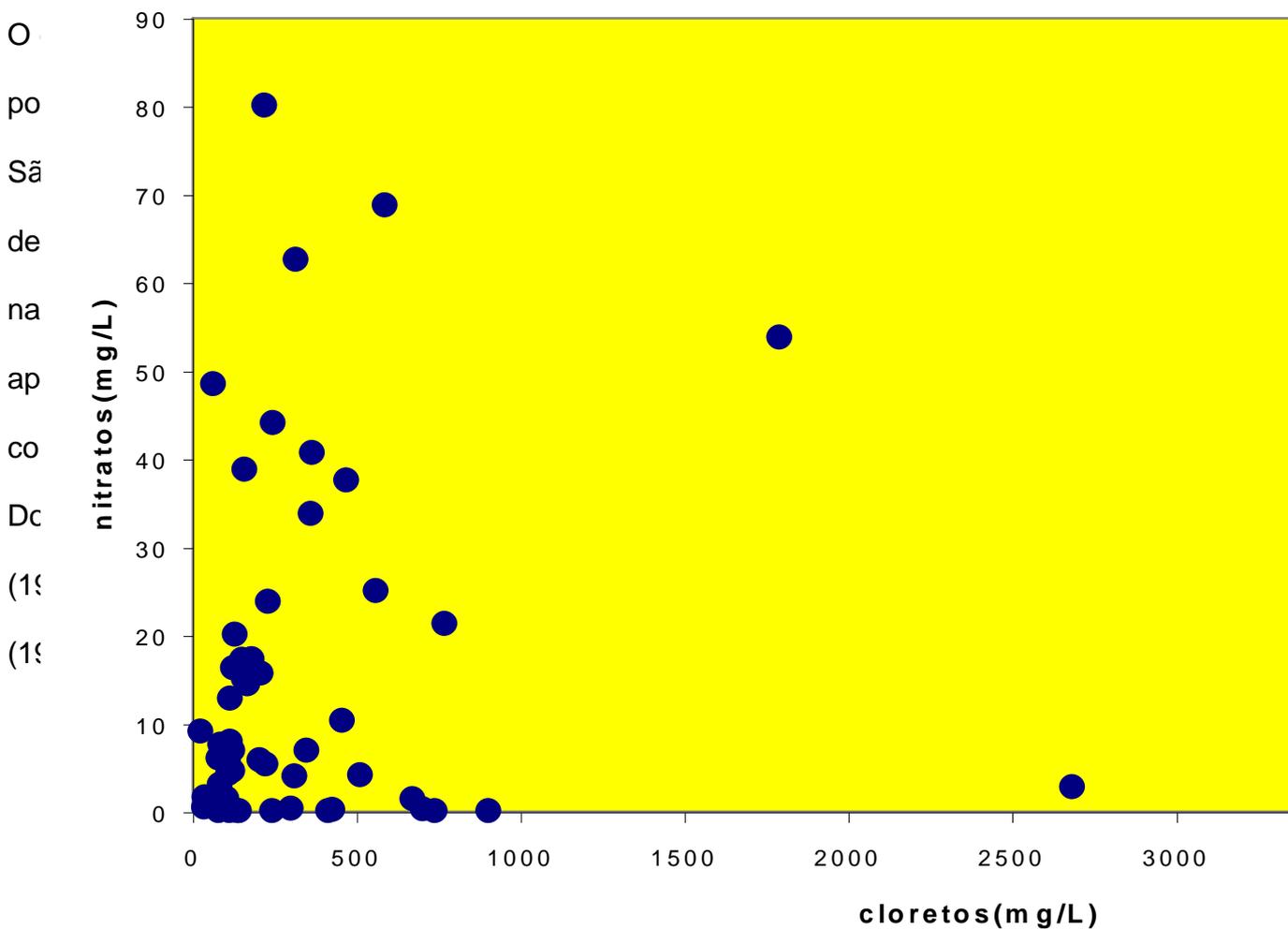


Figura 26: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas da Bacia Sedimentar de Irecê-BA, período 94-95

**GRÁFICO DE DISPERSÃO CLORETOS X NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA SEDIMENTAR DE IRECÊ-BA, PERÍODO 94-95**



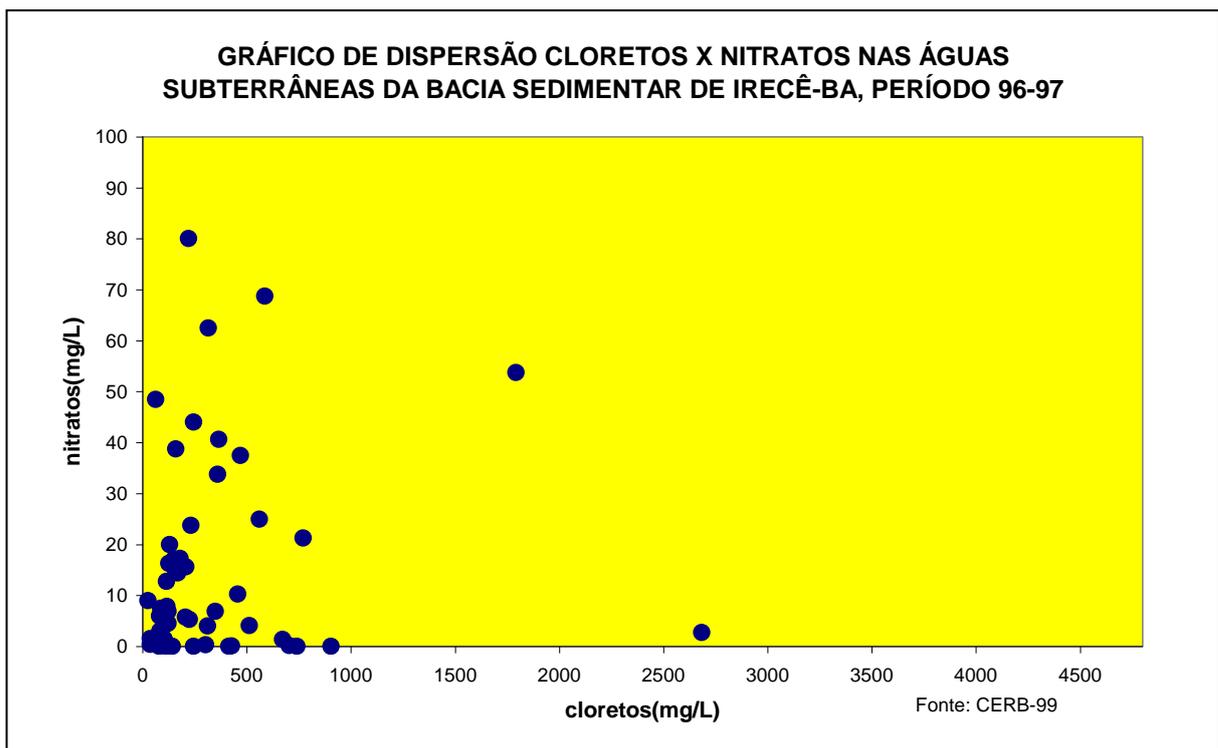


Figura 27: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 96-97.

O gráfico acima que representa o biênio 96-97, resultado da amostragem em cinquenta e dois poços (abrangendo os municípios de Barra do Mendes, Irecê, Central, Uibaí, Ibititá, Cafarnaum, Canarana, Jussara, América Dourada, São Gabriel, Barro Alto, João Dourado, Lapão e Itaguaçu da Bahia), permite visualizar as concentrações de cloretos e nitratos. As concentrações de cloretos, na sua maioria, estão situadas na faixa compreendida entre 80 – 900 mg/L. As concentrações de nitratos apresentaram, em sua maioria, valores abaixo de 40 mg/L (concentrações ainda consideradas elevadas). Nos municípios de América Dourada, São Gabriel, João Dourado e Lapão, foram encontrados, respectivamente, valores de 40,61 mg/L (1997); 79,99, 53,7 e 68,73 mg/L (todos no ano de 1997); 48,42 e 44,03 mg/L (nos anos de 1996 e 1997, respectivamente) e 62,49 mg/L (1997). A disposição dos poços pode ser observadas nas Figuras 58 e 59.

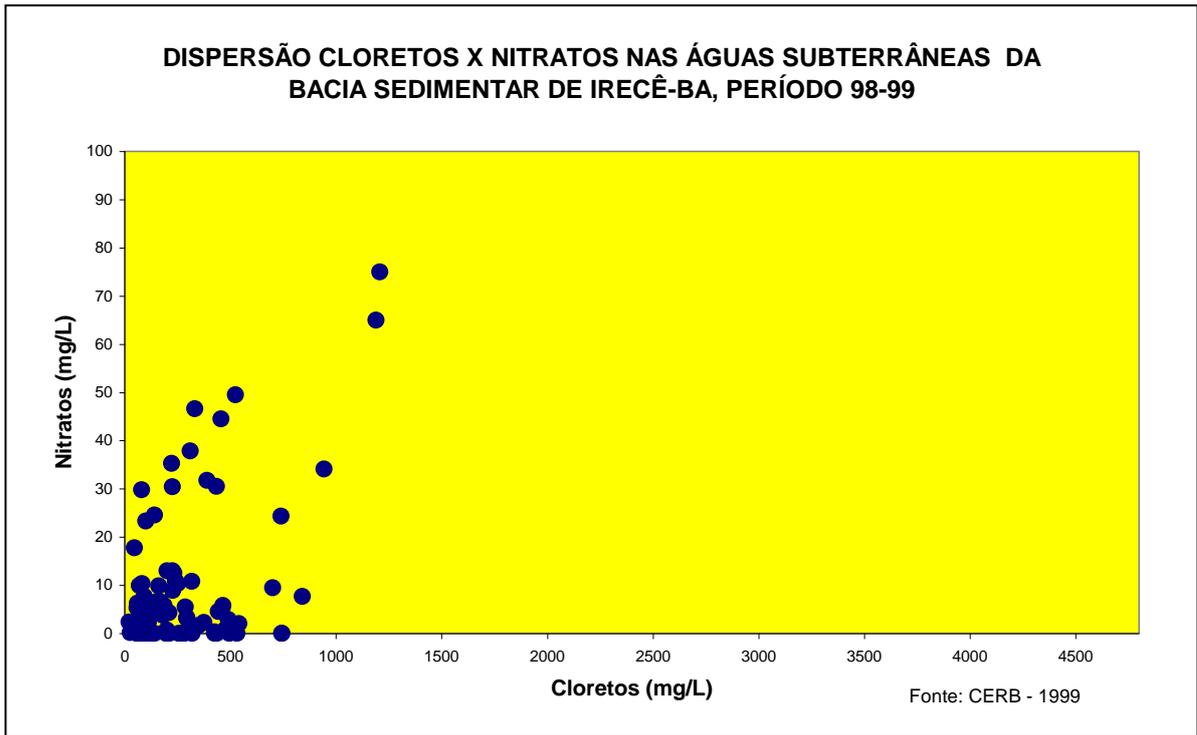
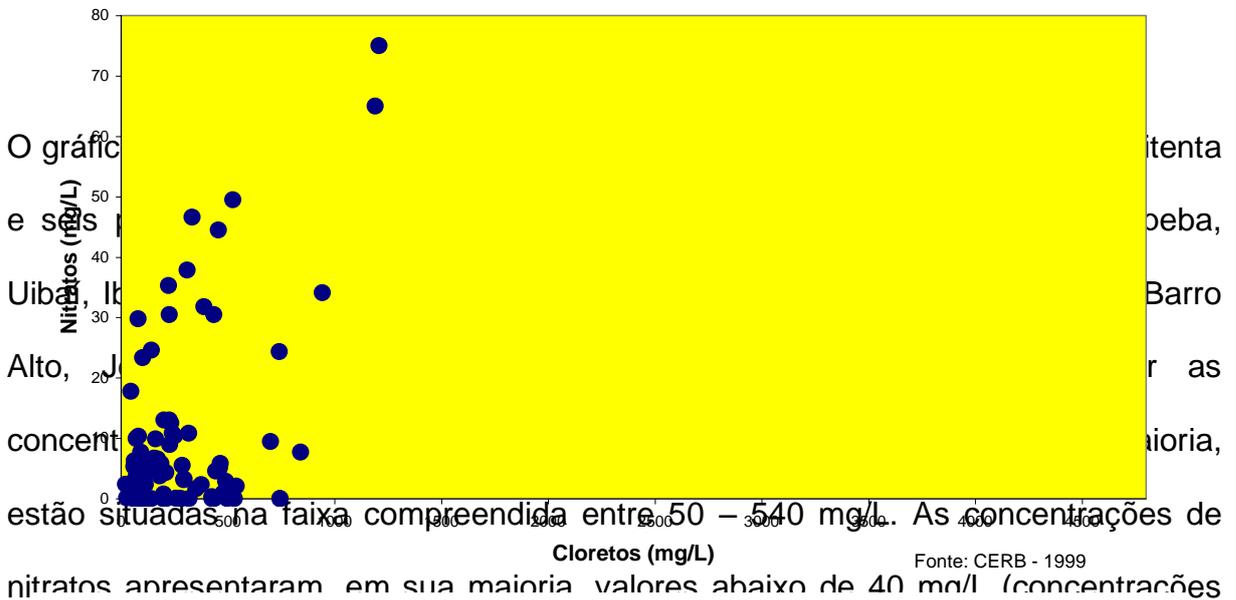
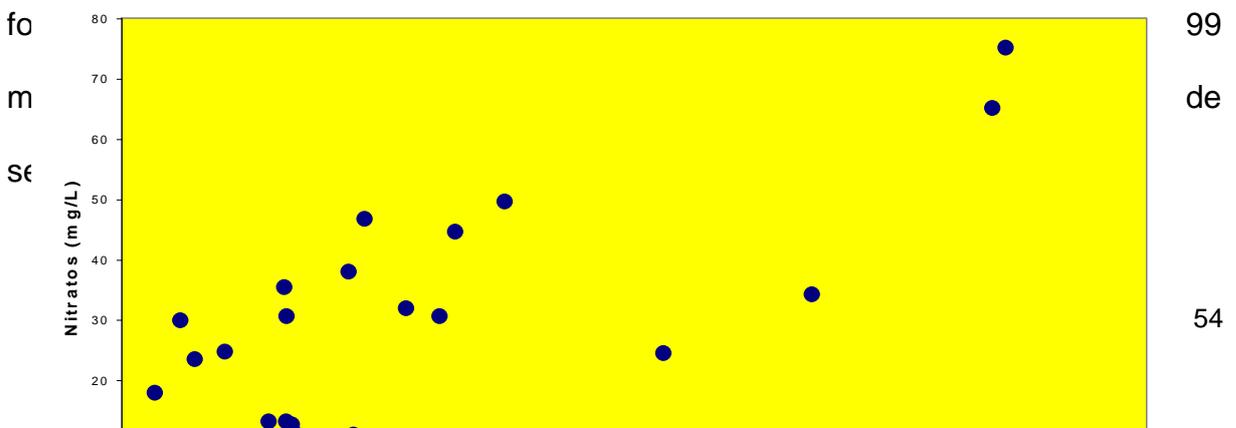


Figura 27: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 98-99.



ai



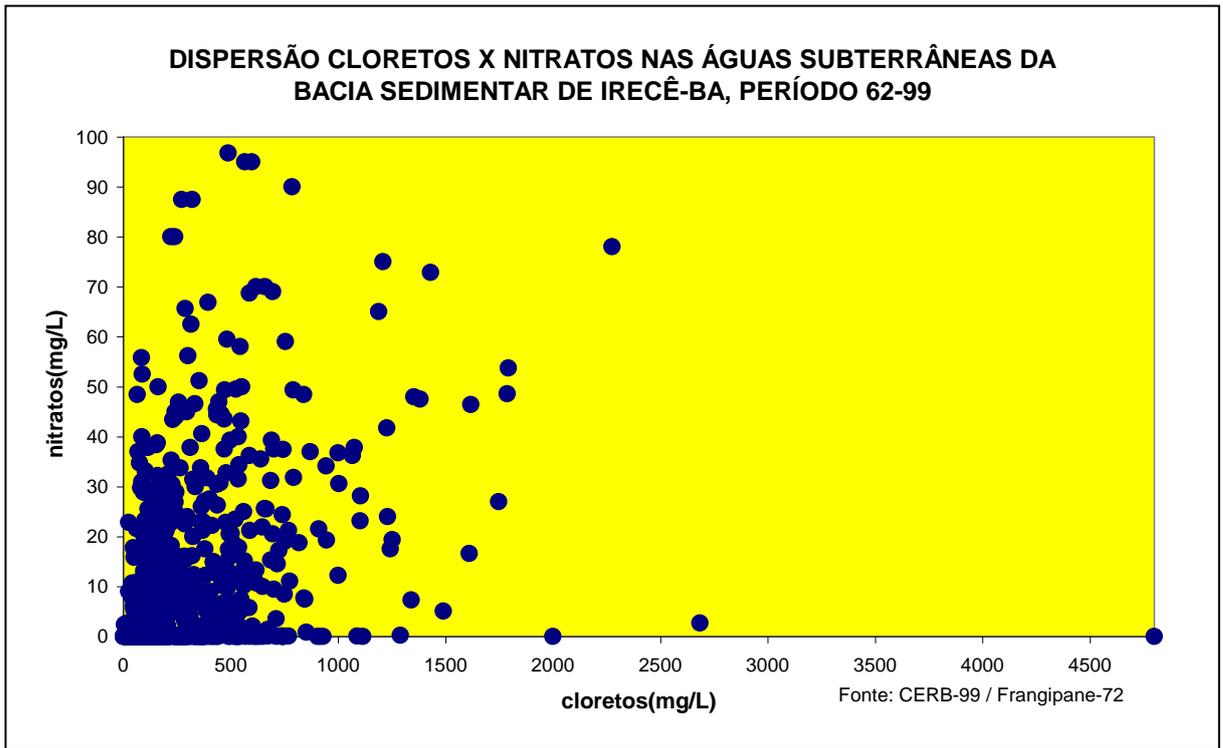


Figura 29: Gráfico de pontos georreferenciados de concentrações de Cloretos e Nitratos, em águas subterrâneas para o período 62-99.

O gráfico em setecentas, Irecê, Jussara da Bahia concentra-se entre 20 – 2.000 mg/L. As concentrações de nitratos apresentaram, em sua maioria,

Vê m fo re m S l, }, 9 ;5

**DISPERSÃO CLORETOS X NITRATOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA SEDIMENTAR DE IRECÊ-BA, PERÍODO 62-99**

A partir dos teores, médios anuais de cloretos e nitratos encontrados, foram confeccionados gráficos de dispersão visando avaliar a tendência na evolução das concentrações destes compostos no período de 1962 a 1999 (Figuras 30 e 31).

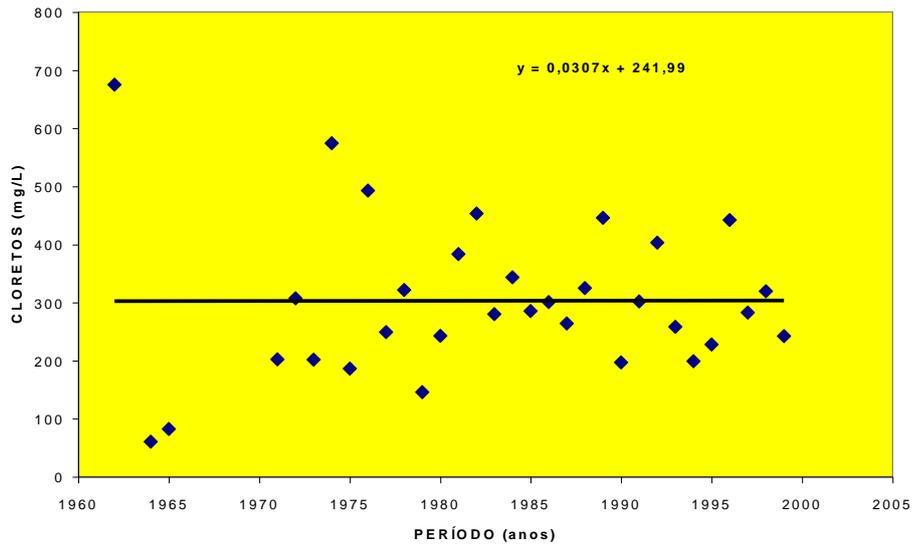


Figura 30: Gráfico de tendência de concentração de cloretos nas águas subterrâneas do aquífero cárstico de Irecê - BA.

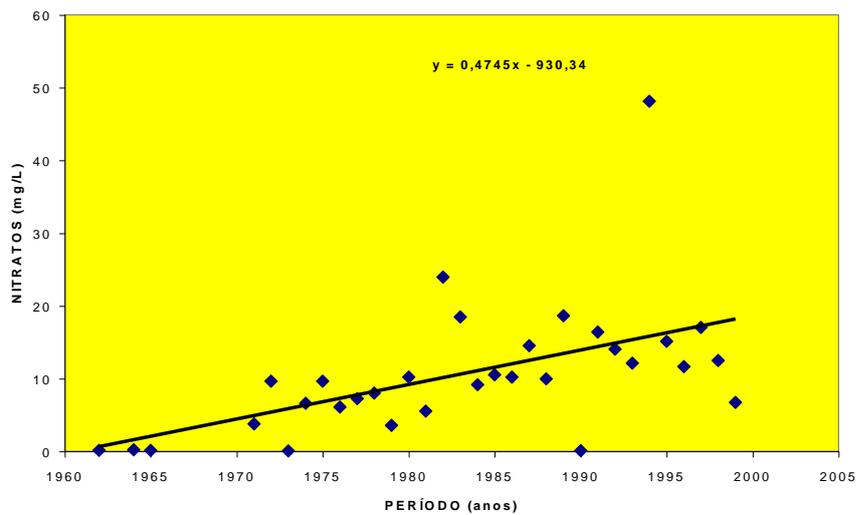


Figura 31: Gráfico de tendência de concentração de nitratos nas águas subterrâneas do aquífero cárstico de Irecê - BA.

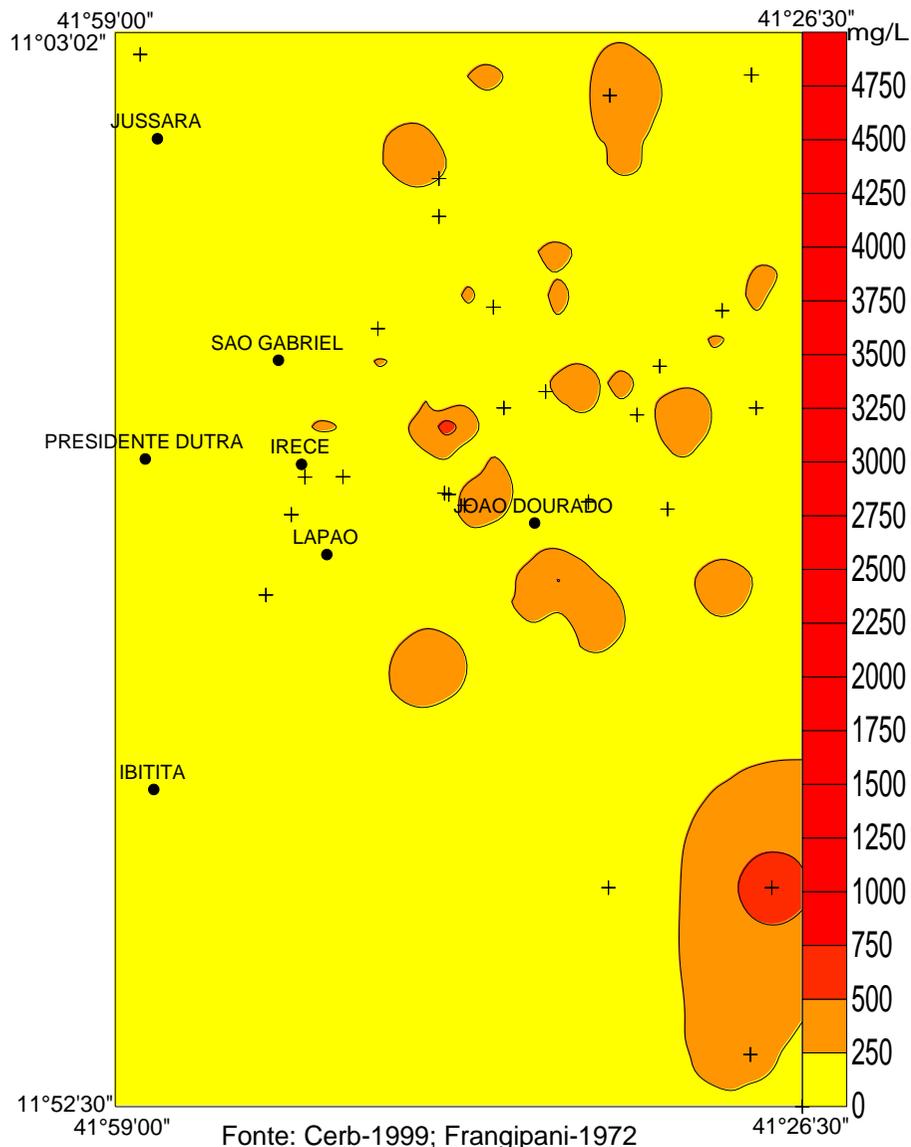
A Figura 30 indica que numa correlação linear as concentrações anuais de cloretos se mantêm praticamente constantes enquanto que a Figura 31 demonstra que numa correlação linear as concentrações anuais de nitratos possuem forte tendência de crescimento.

Foram confeccionados, com o programa Surfer, um total de trinta mapas, quinze mapas de dispersão de cloretos e quinze de dispersão de nitratos na Bacia Sedimentar de Irecê. Os mapas foram confeccionados para os períodos de: 62/71 (Figuras 32 e 33), 72/73 (Figuras 34 e 35), 74/75 (Figuras 36 e 37), 76/77 (Figuras 38 e 39), 78/79 (Figuras 40 e 41), 80/81 (Figuras 42 e 43), 82/83 (Figuras 44 e 45), 84/85 (Figuras 46 e 47), 86/87 (Figuras 48 e 49), 88/89 (Figuras 50 e 51), 90/91 (Figuras 52 e 53), 92/93 (Figuras 54 e 55), 94/95 (Figuras 56 e 57), 96/97 (Figuras 58 e 59) e 98/99 (Figuras 60 e 61). Para facilitar os trabalhos de correlação os mapas, de dispersão de cloretos e de nitratos para um mesmo período, foram plotados na mesma página.

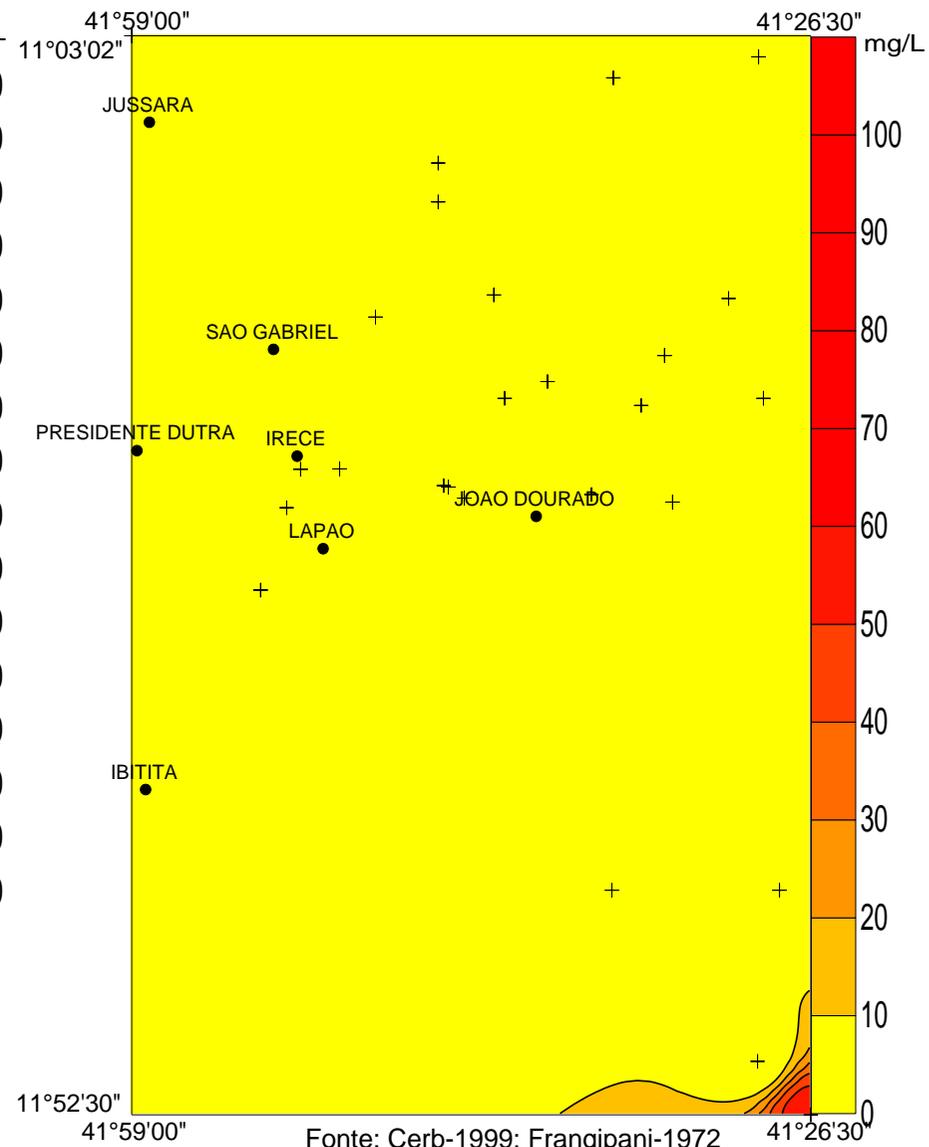
O controle do traçado das curvas de dispersão foi realizado comparando o mapa topográfico do município de América Dourada (SUDENE, 1977), com um mapa topográfico confeccionado, usando pontos cotados da mesma área.

Nos estudos realizados foram plotados mapas utilizando o inverso da distancia, inverso do quadrado e outros inversos até a vigésima potencia, e além destes outros modelos como a Krigagem, porém em alguns casos a pouca disponibilidade de dados resultaram em mapas com uma qualidade muito baixa e por este motivo, os mapas foram interpolados pelo inverso da distância ao cubo, pois entre todos os outros métodos utilizados foi o que apresentou melhores resultados.

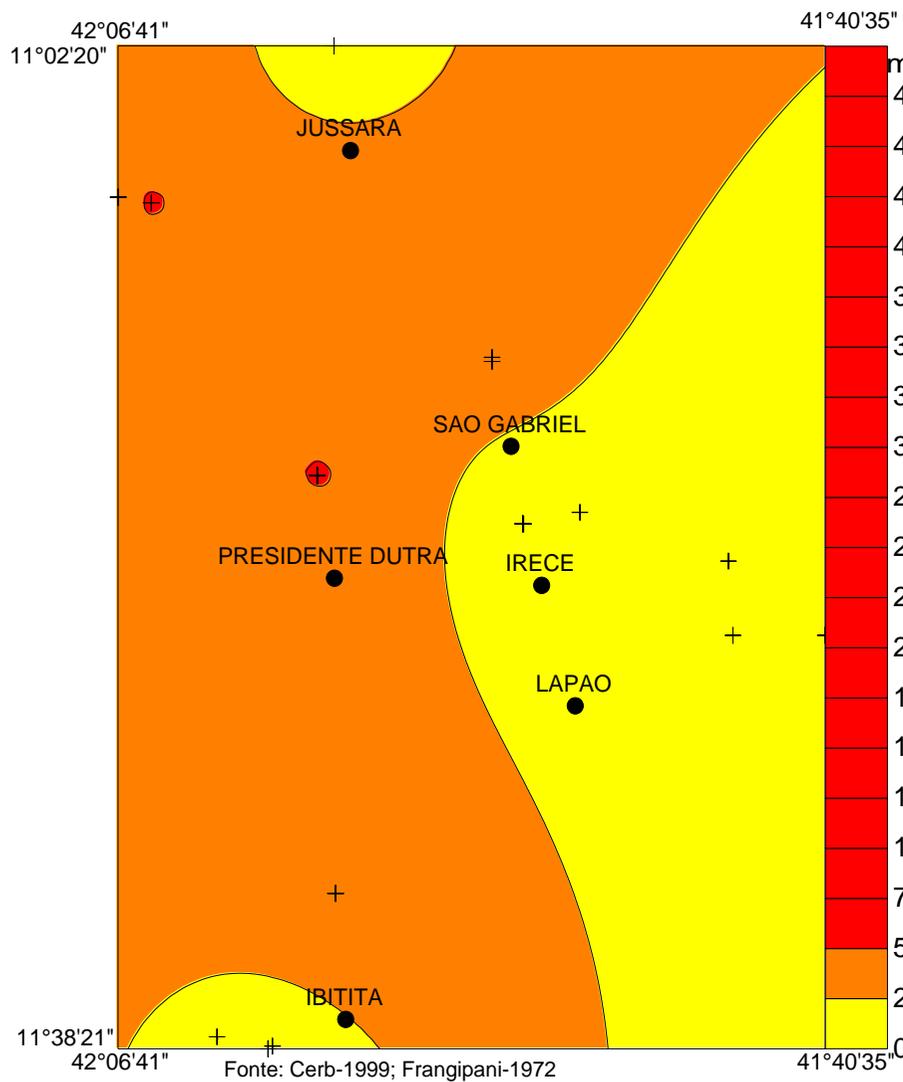
A escala de valores dos teores foi elaborada utilizando como referência os valores da resolução CONAMA 20/86.



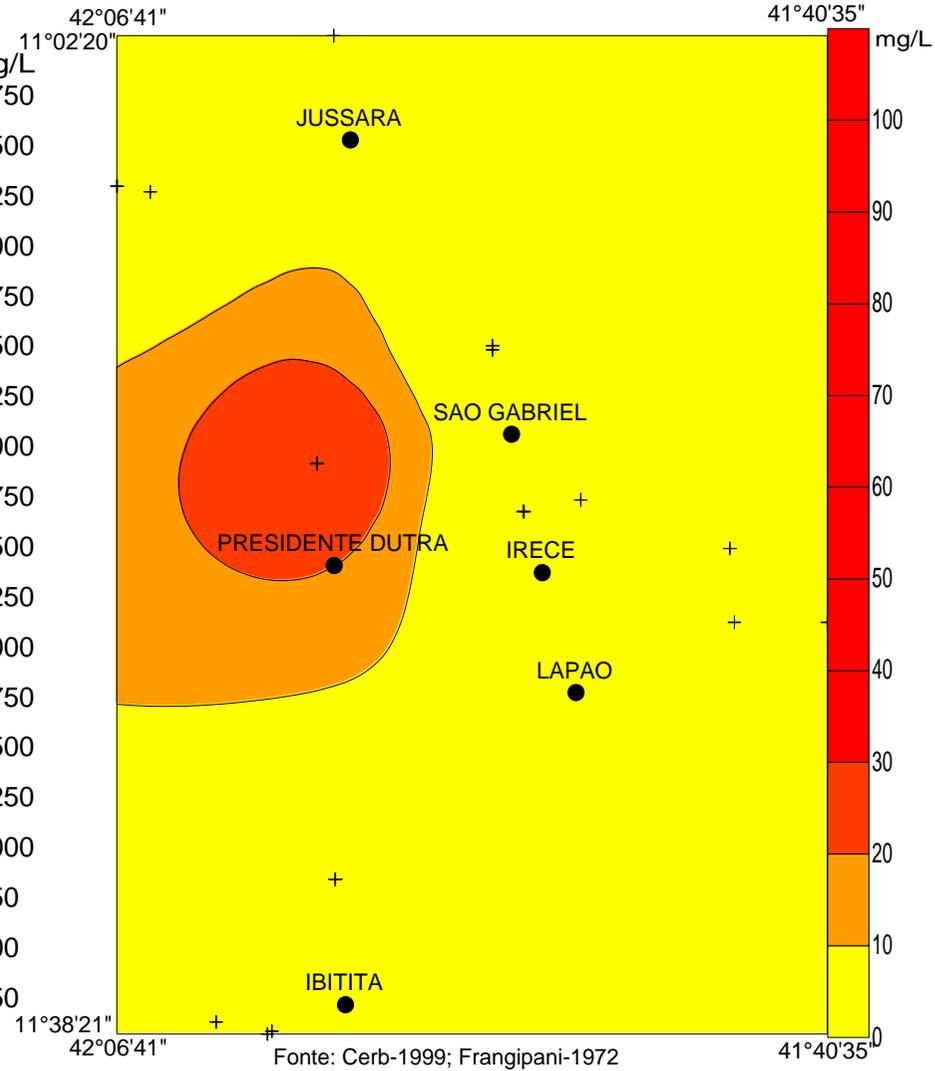
**FIGURA 32 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 62 - 71.**



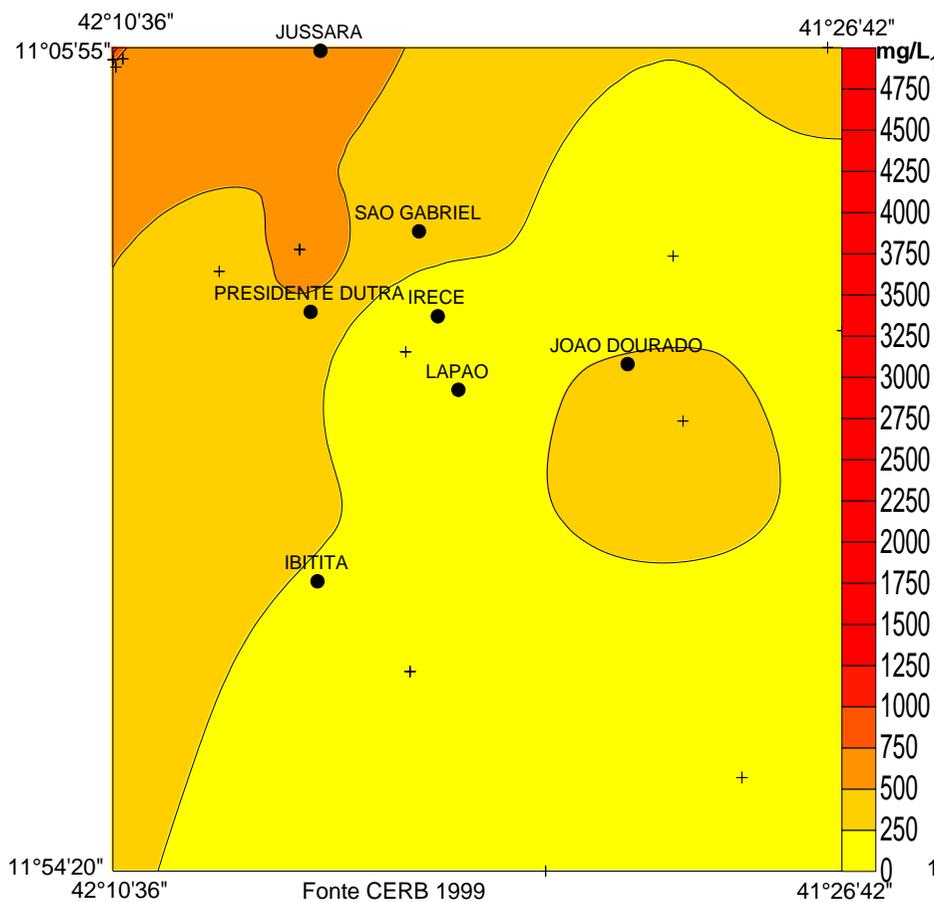
**FIGURA 33 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 62 - 71.**



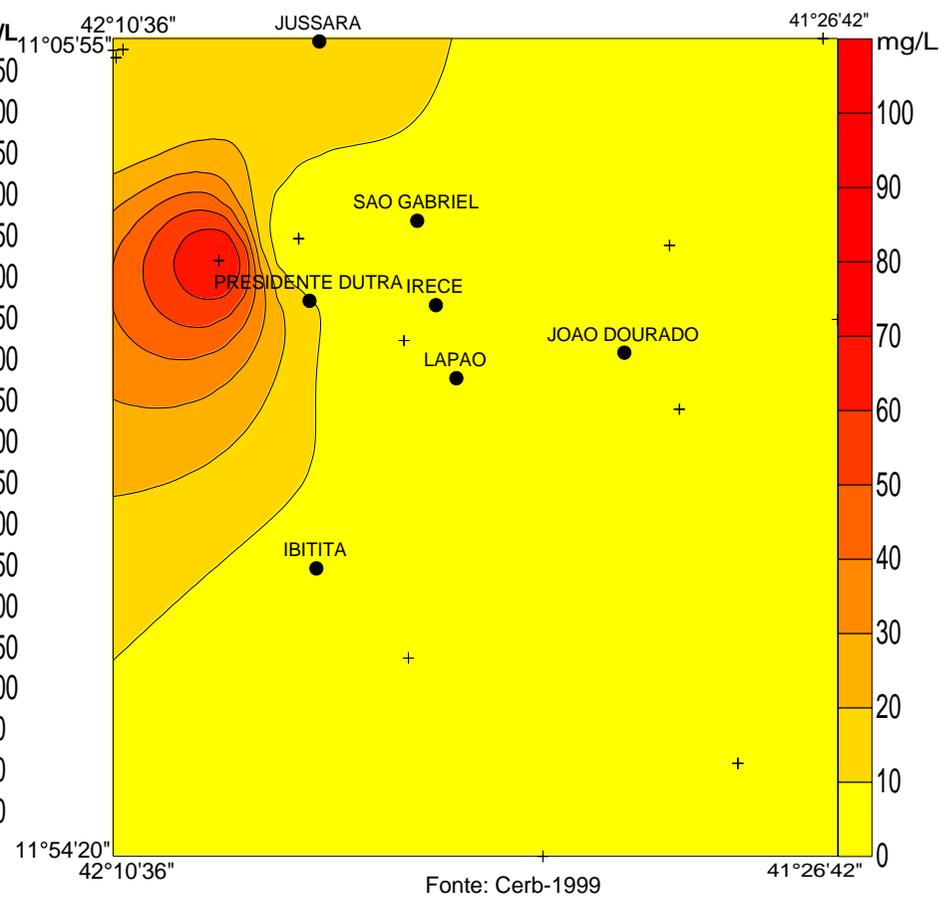
**FIGURA 34- MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 72 - 73.**



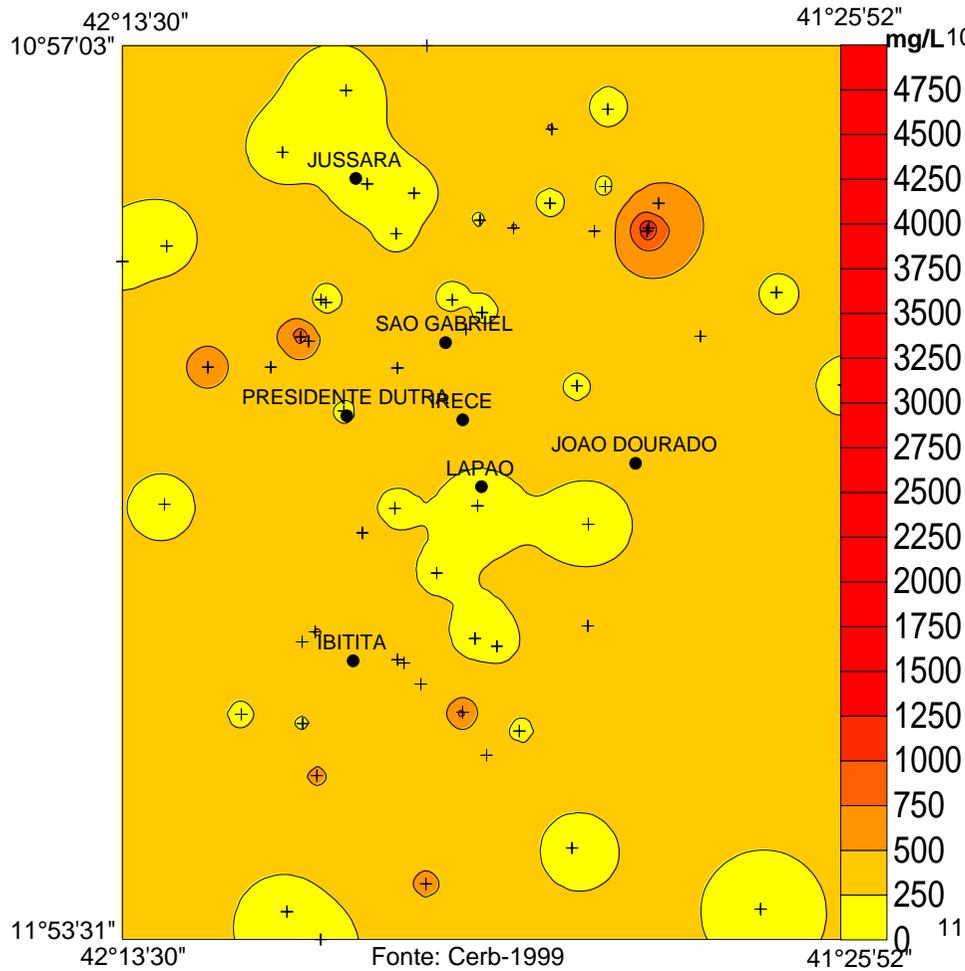
**FIGURA 35 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 72 - 73.**



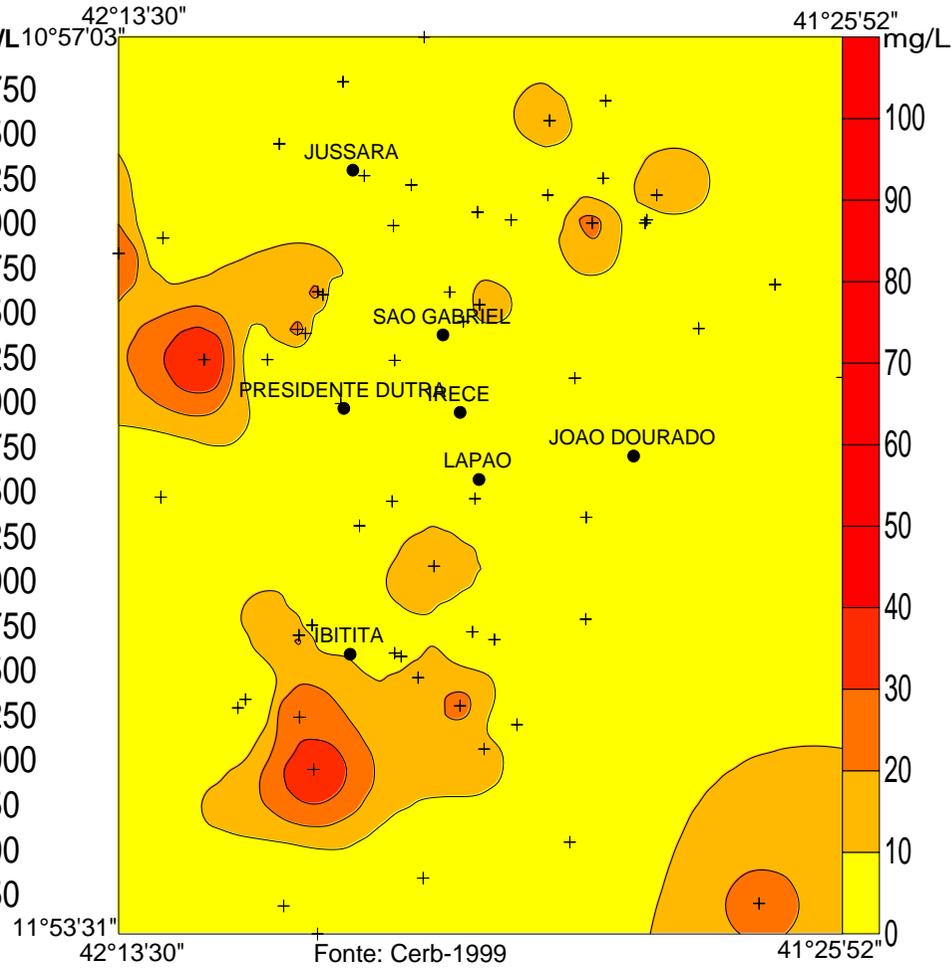
**FIGURA 36 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 74-75.**



**FIGURA 37 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 74 - 75.**



**FIGURA 38 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 76-77.**



**FIGURA 39 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 76 - 77.**

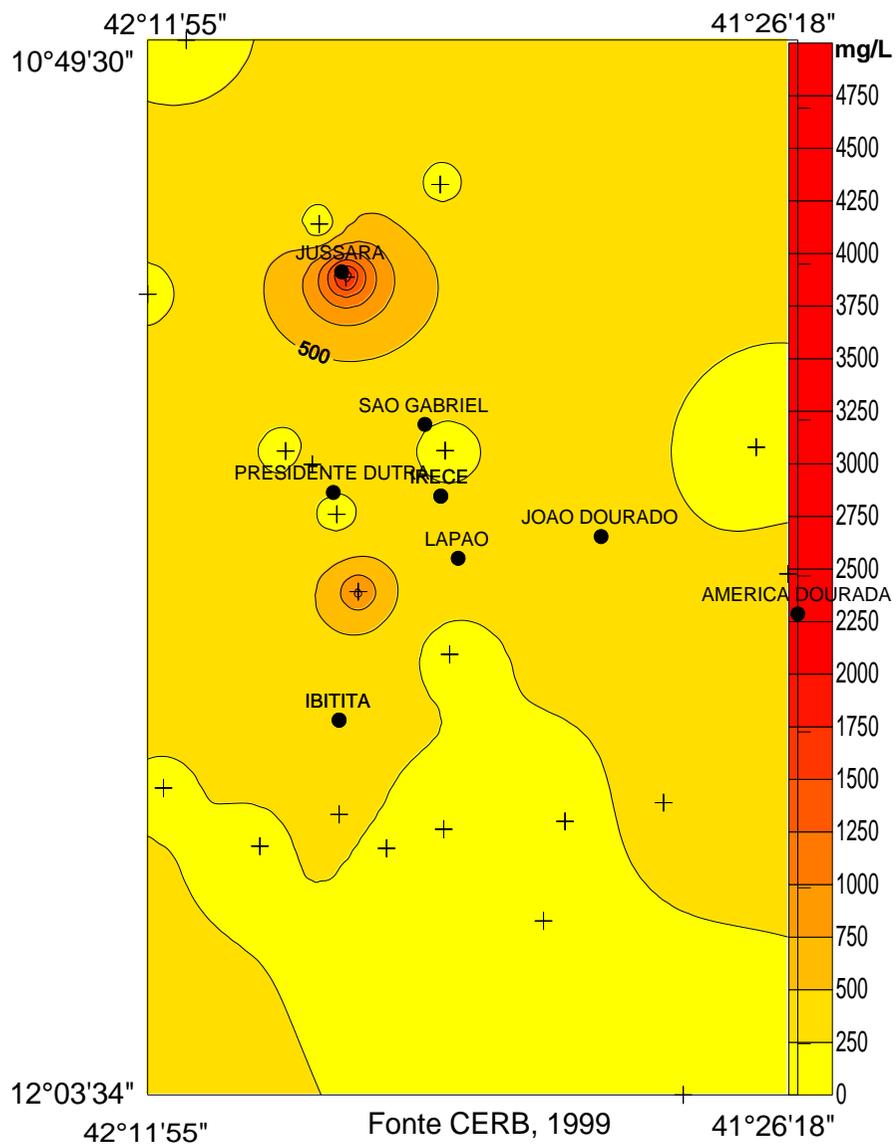


FIGURA 40 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUIFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 78-79.

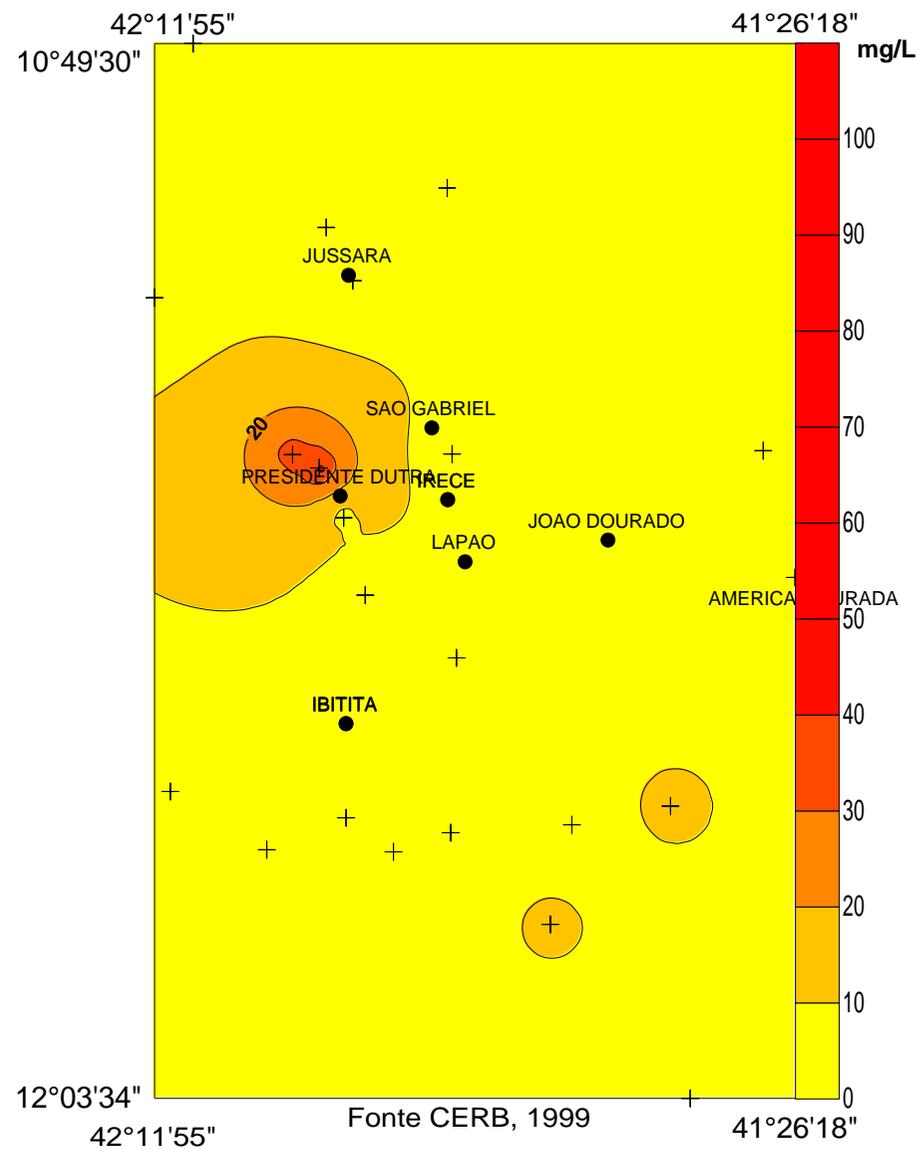
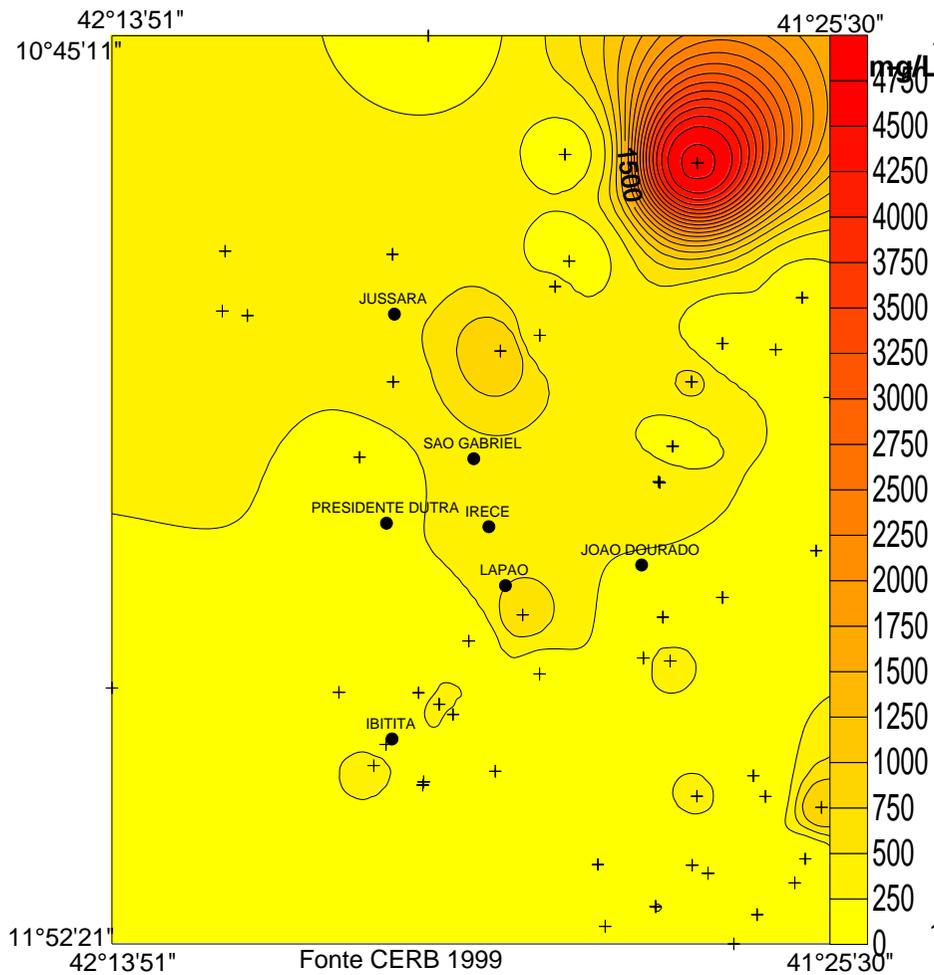
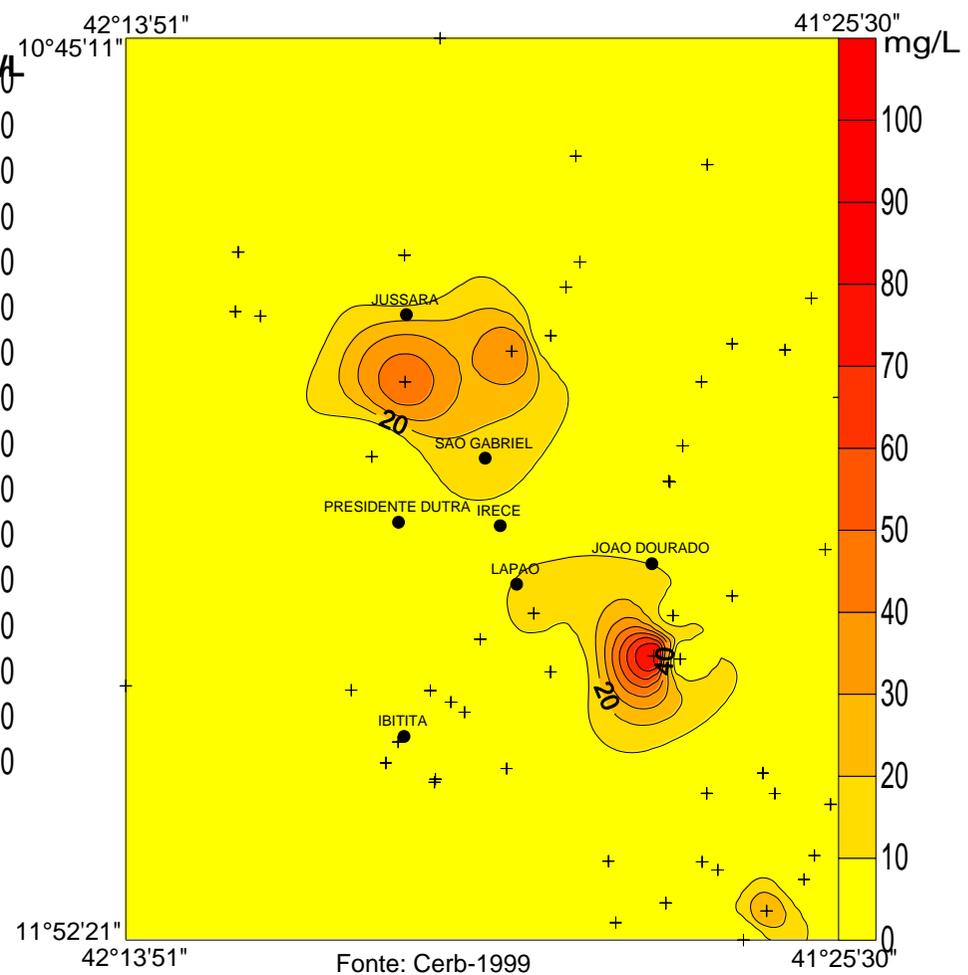


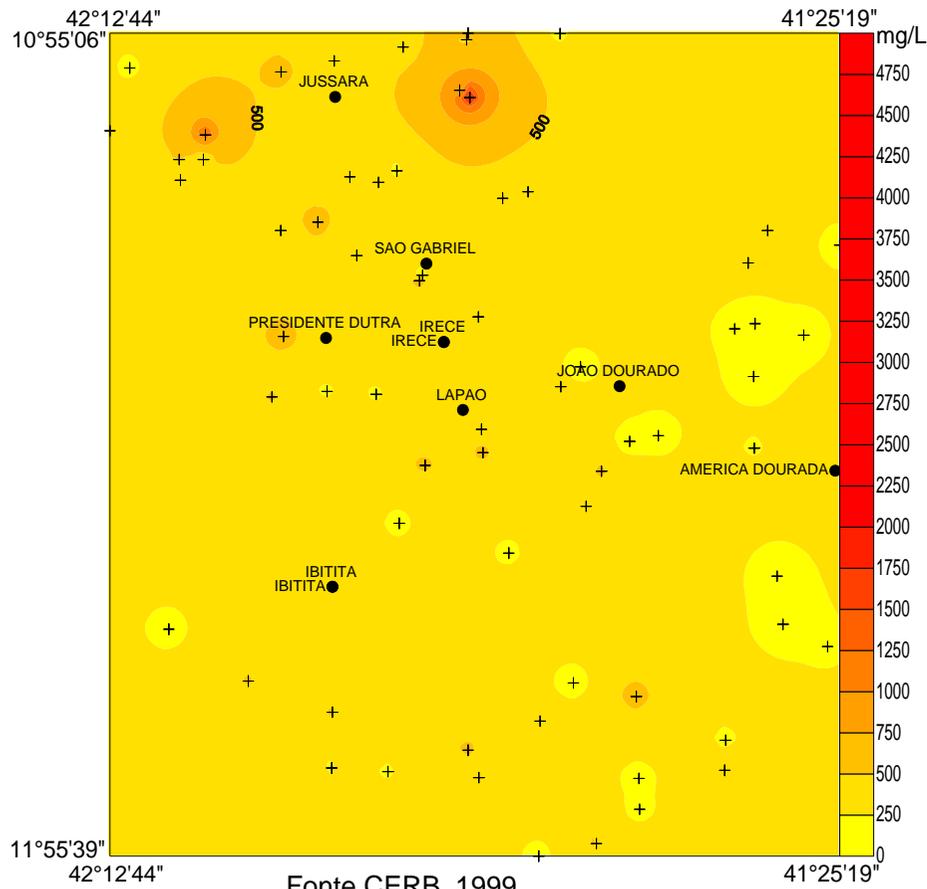
FIGURA 41 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUIFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 78 - 79.



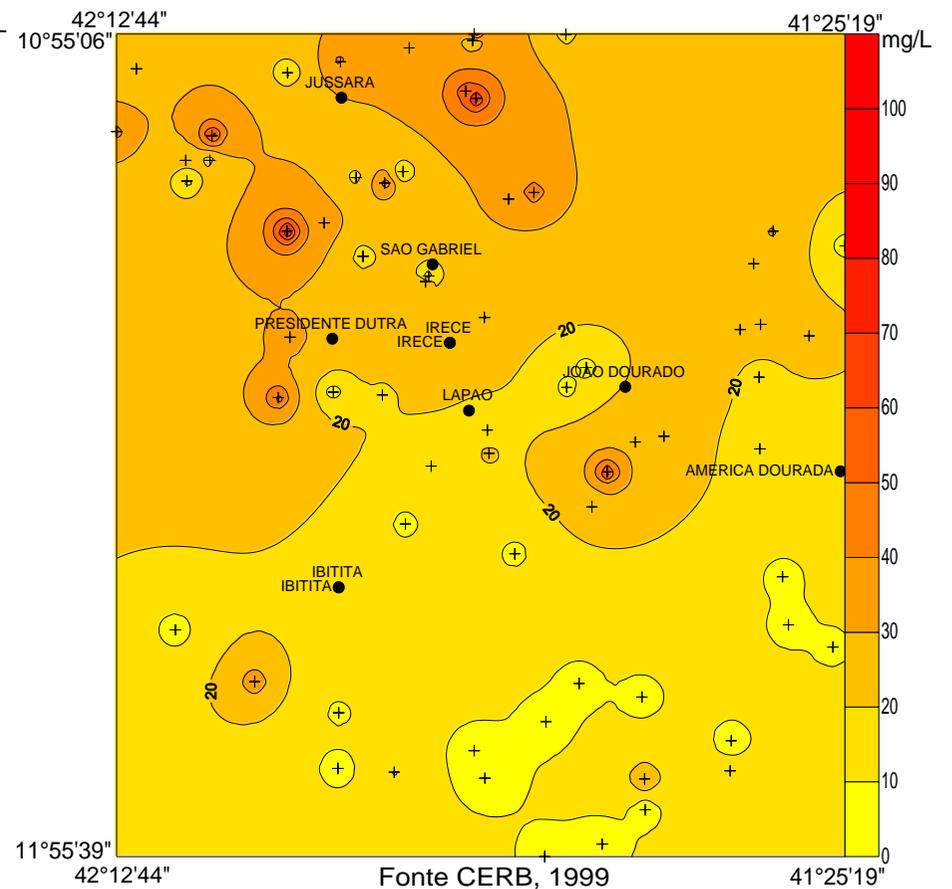
**FIGURA 42 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 80 - 81.**



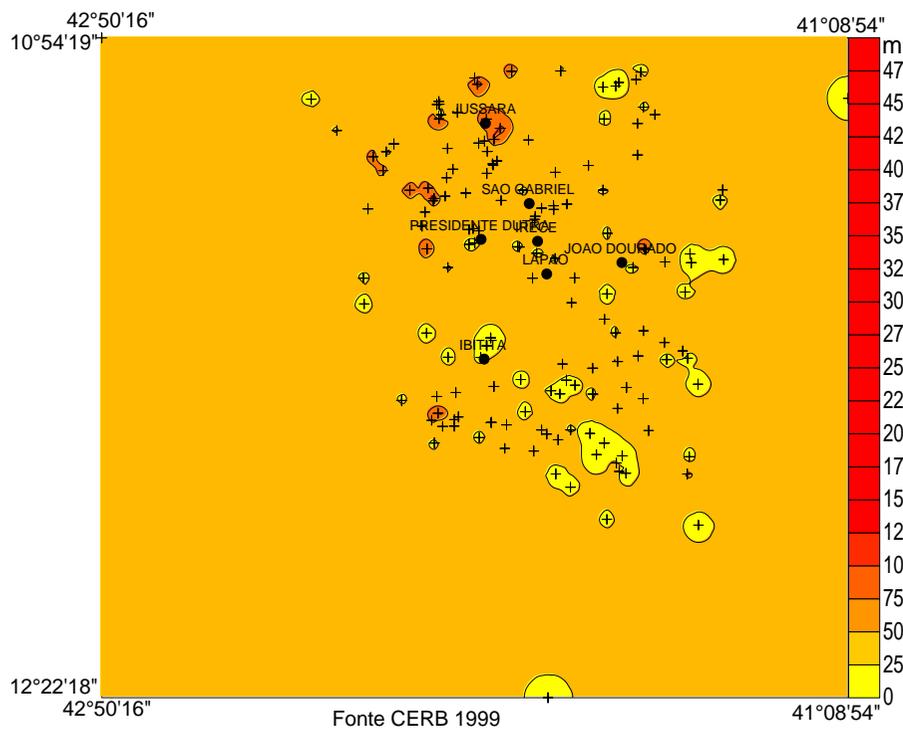
**FIGURA 43 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 80 - 81.**



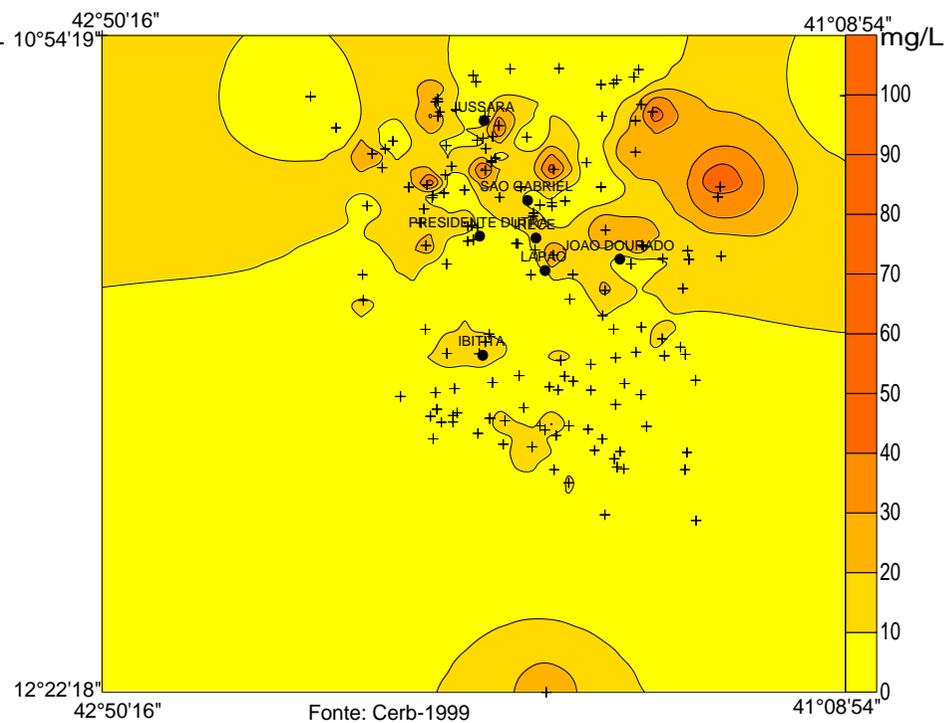
Fonte CERB, 1999  
**FIGURA 44 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 82 - 83.**



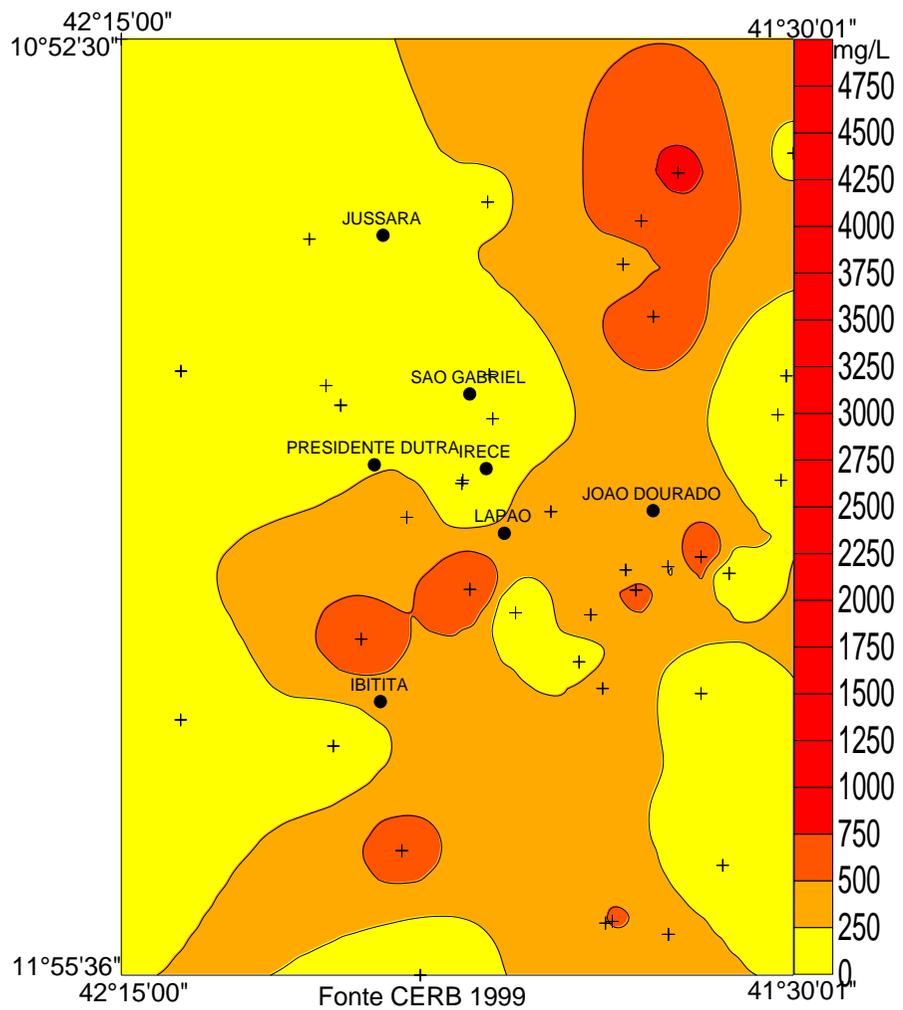
Fonte CERB, 1999  
**FIGURA 45- MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 82 - 83.**



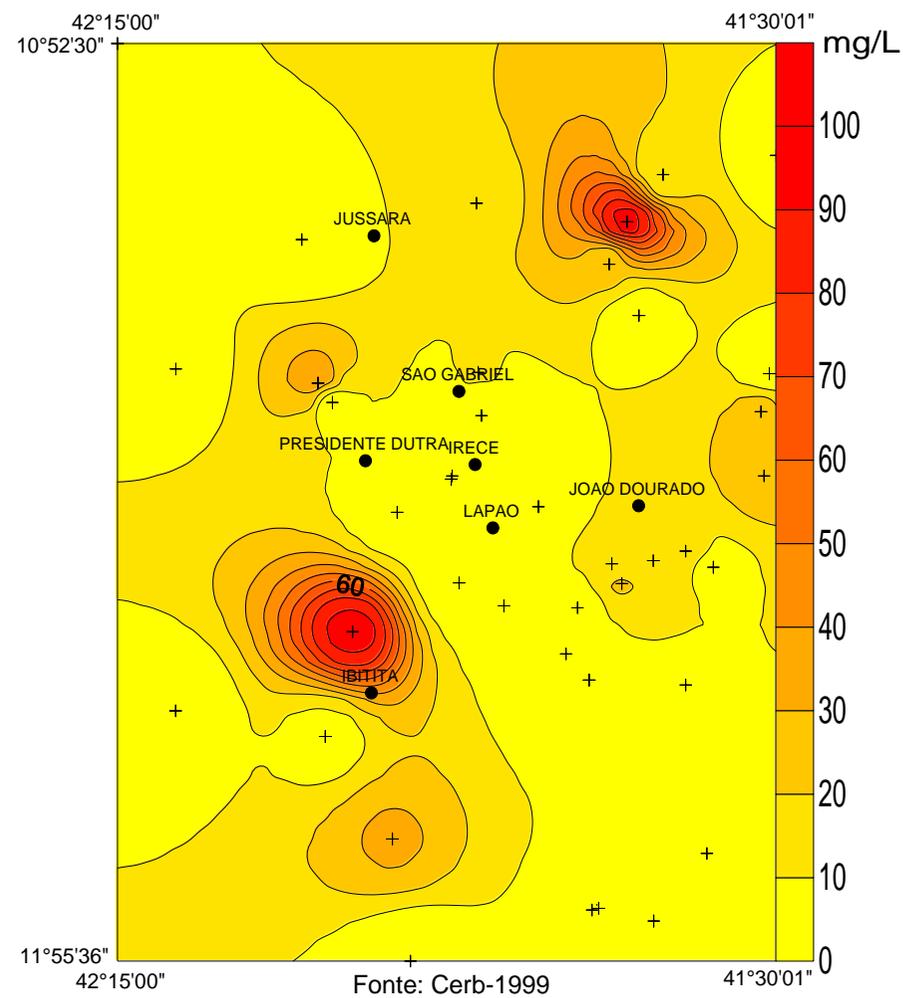
**FIGURA 46- MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUIFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 84 - 85.**



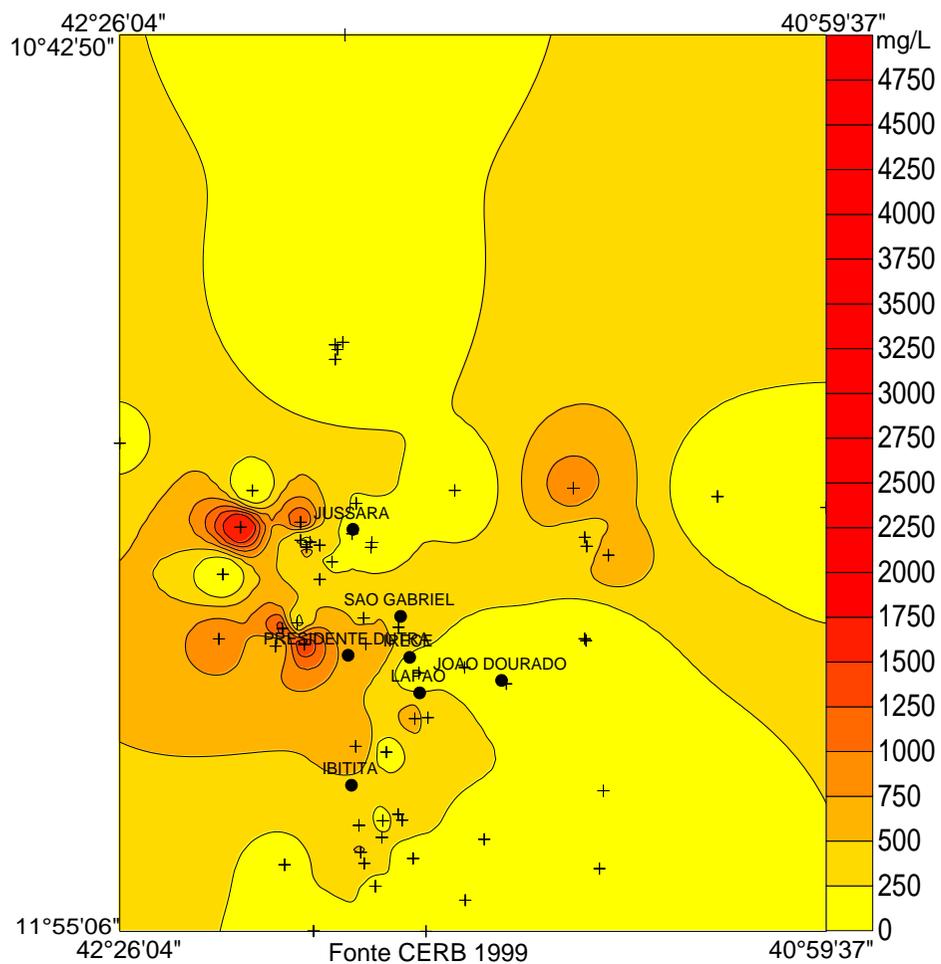
**FIGURA 47 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUIFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 84 - 85.**



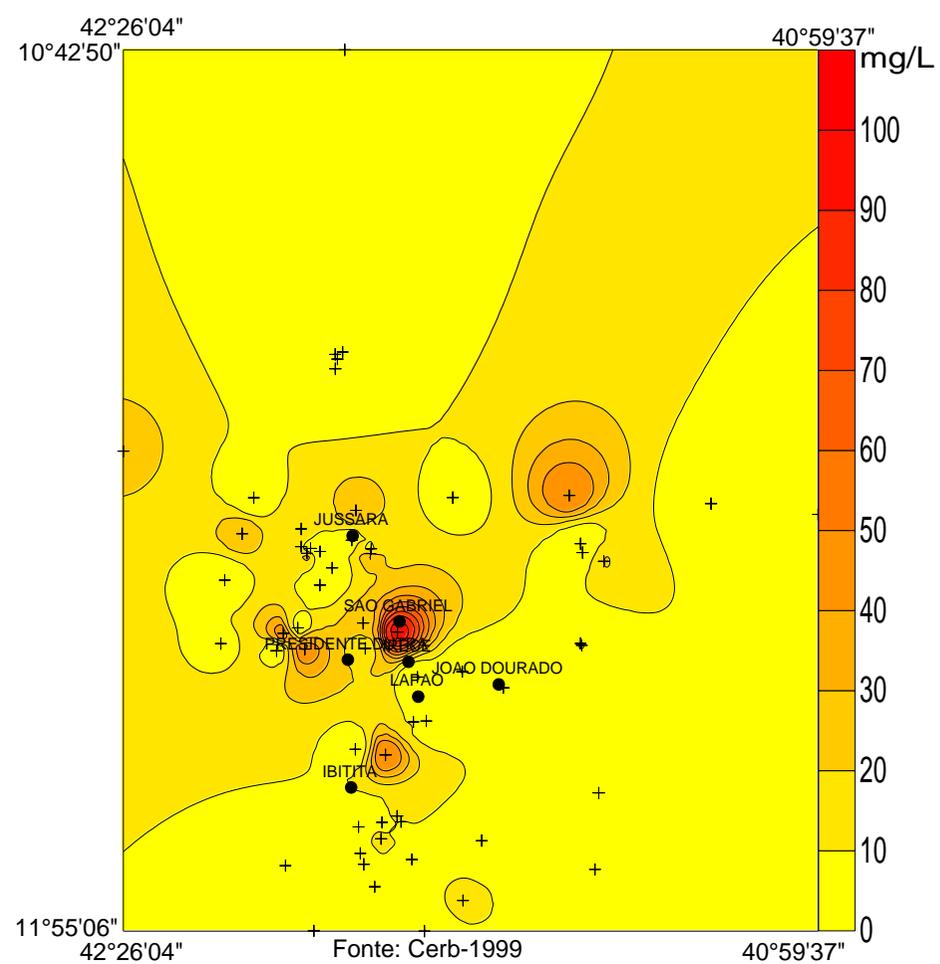
**FIGURA 48 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 86 - 87.**



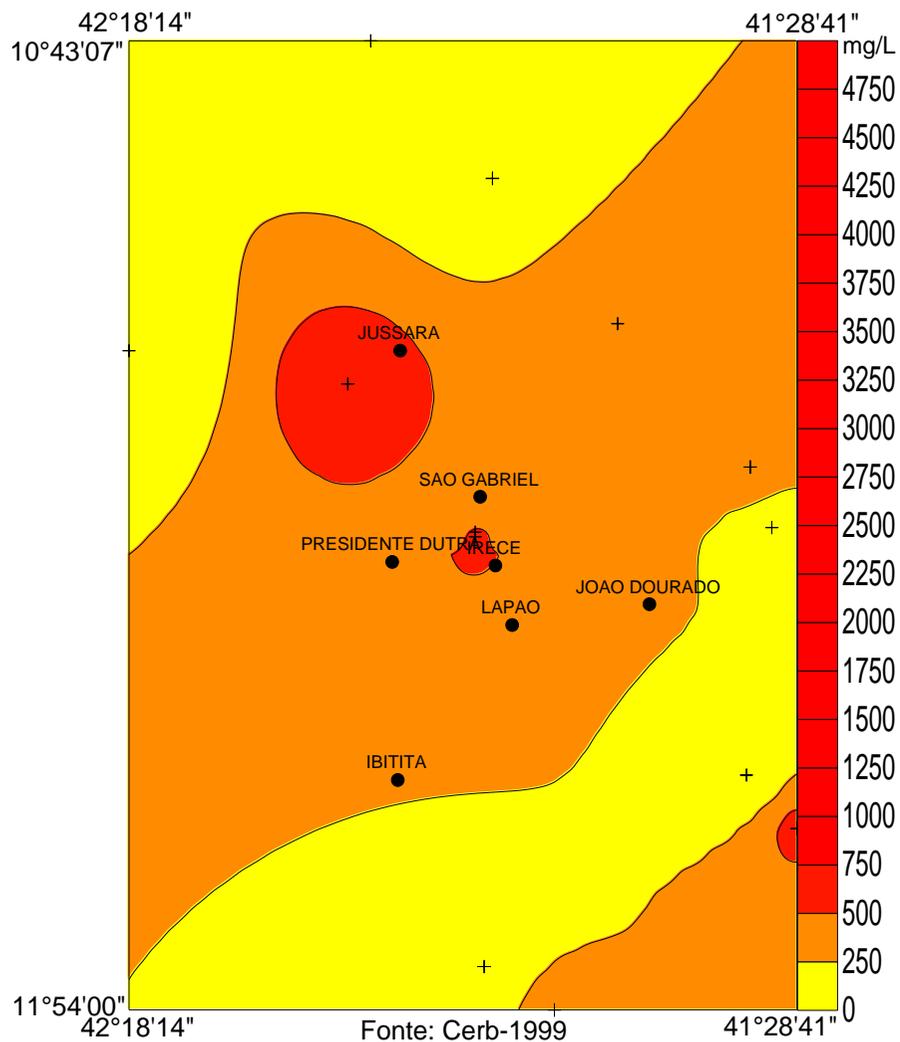
**FIGURA 49 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 86 - 87.**



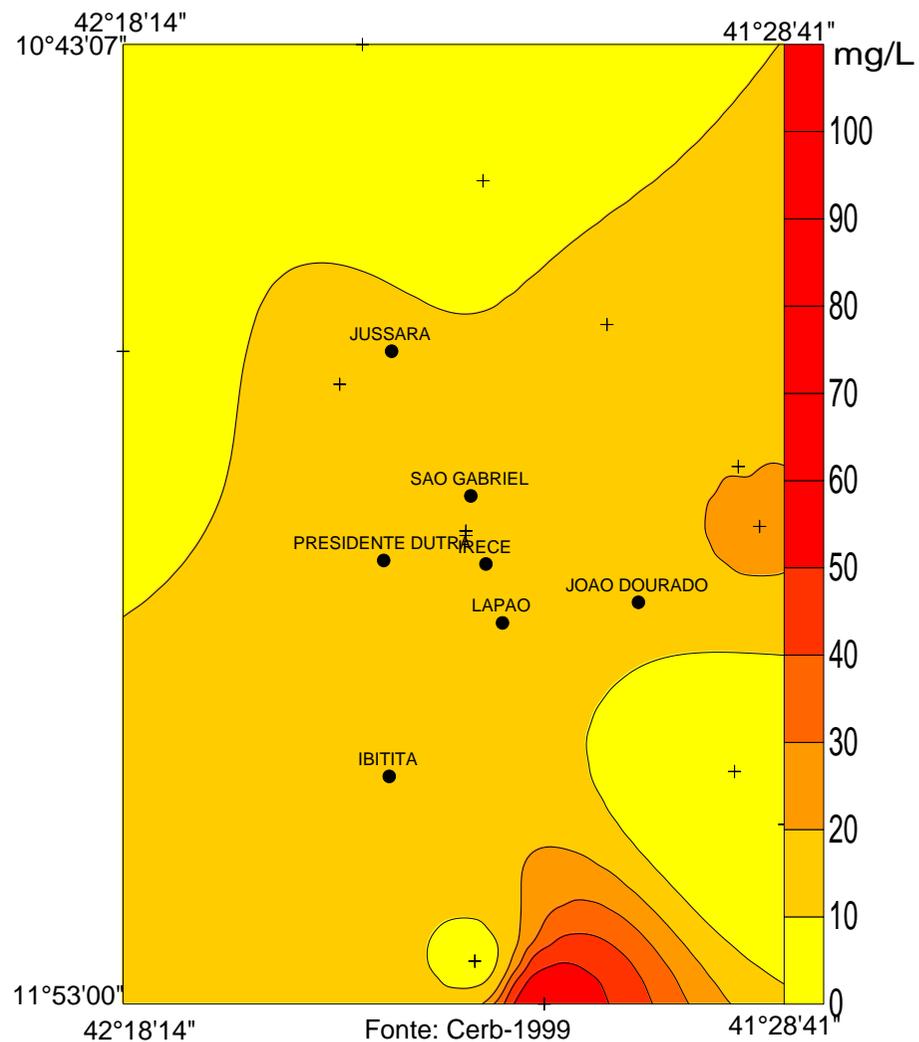
**FIGURA 50 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 88 - 89.**



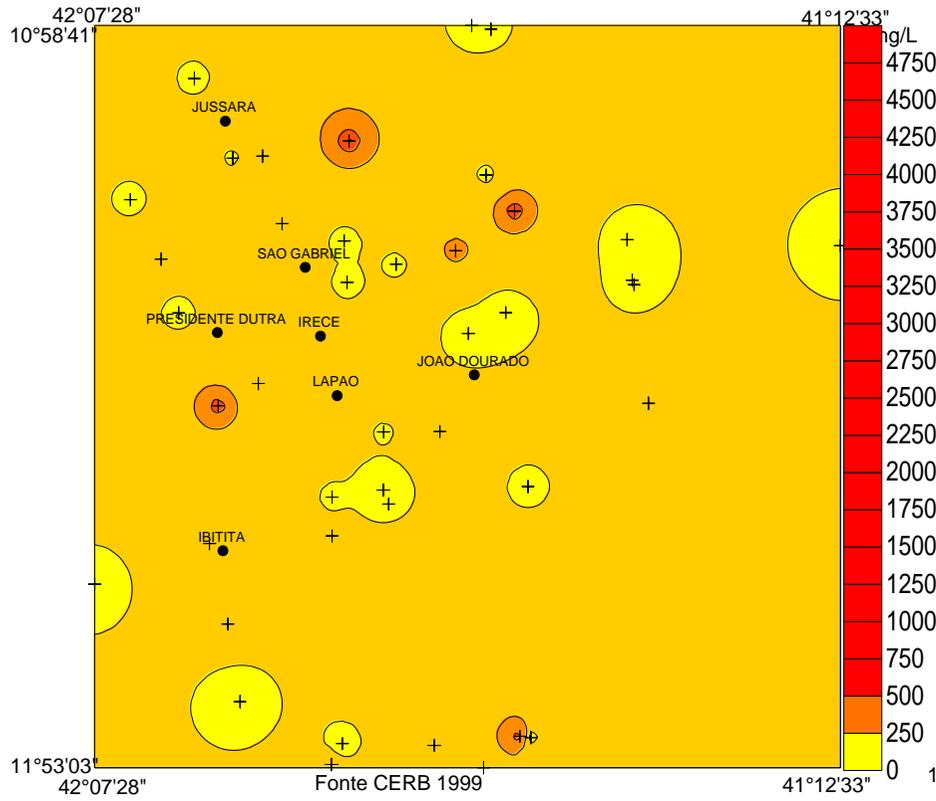
**FIGURA 51- MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 88 - 89.**



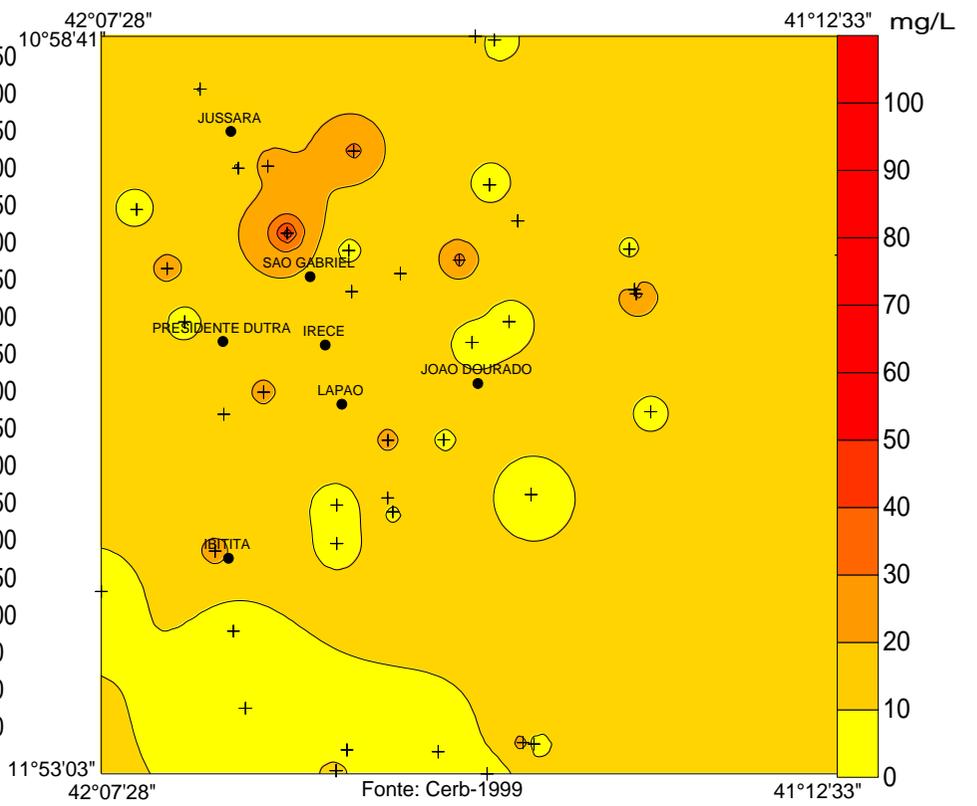
**FIGURA 52 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 90 - 91.**



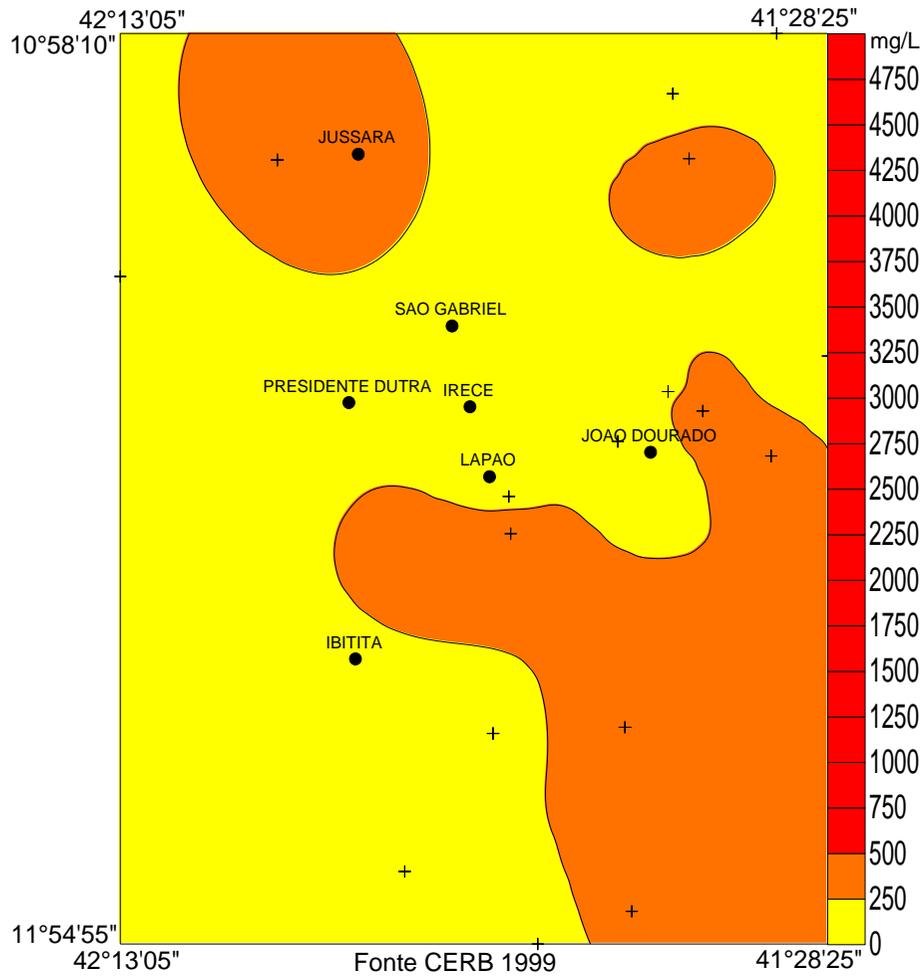
**FIGURA 53 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 90 - 91.**



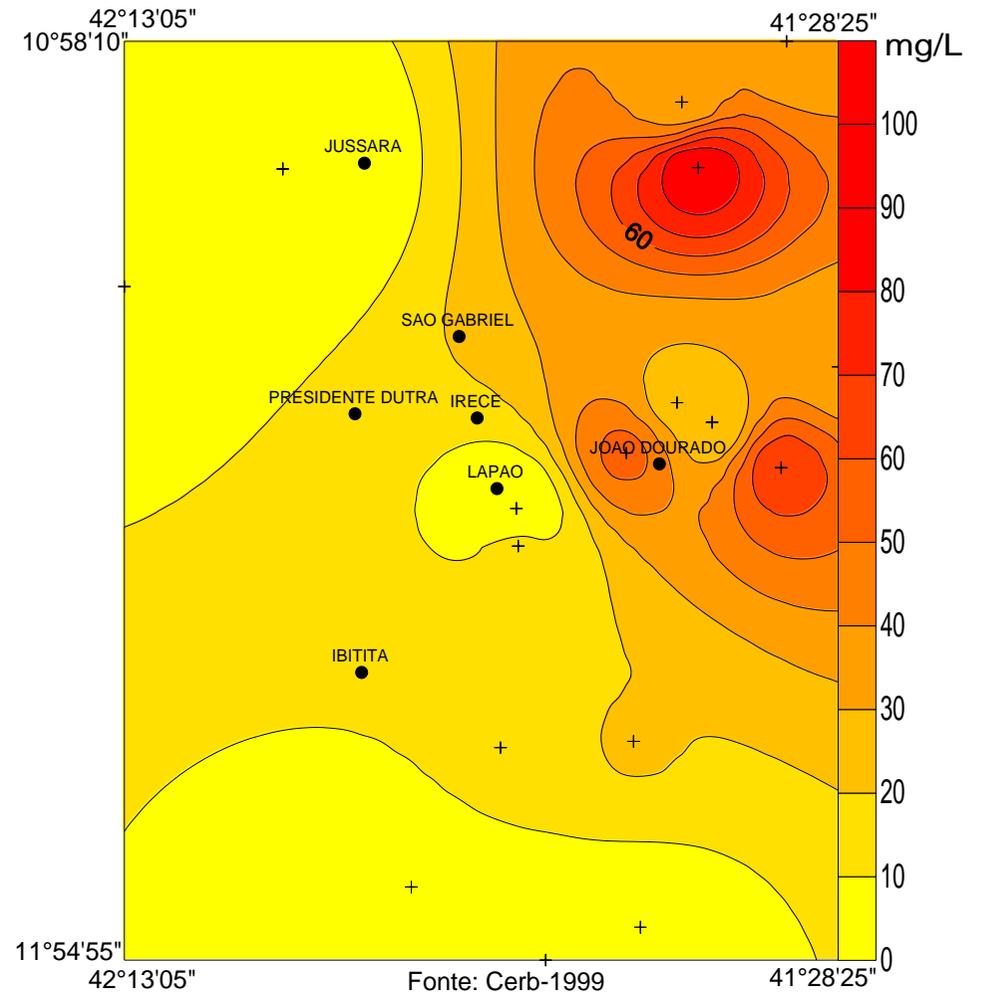
**FIGURA 54- MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 92 - 93.**



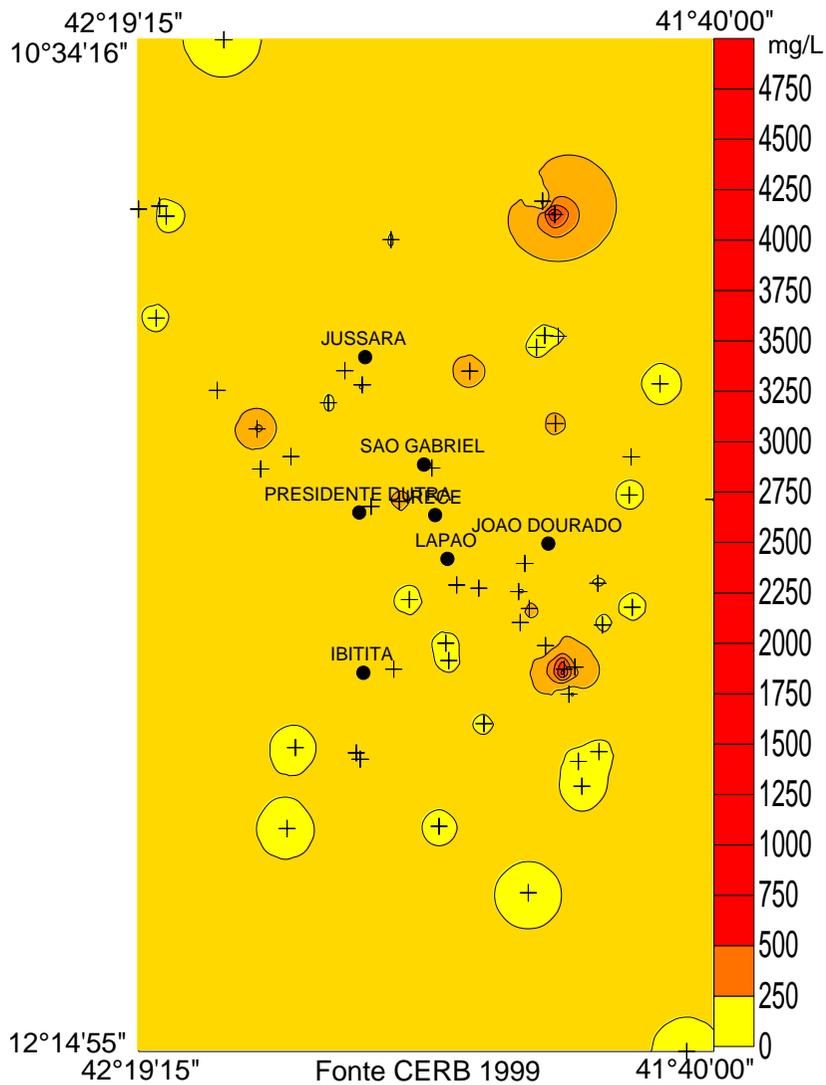
**FIGURA 55 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 92 - 93.**



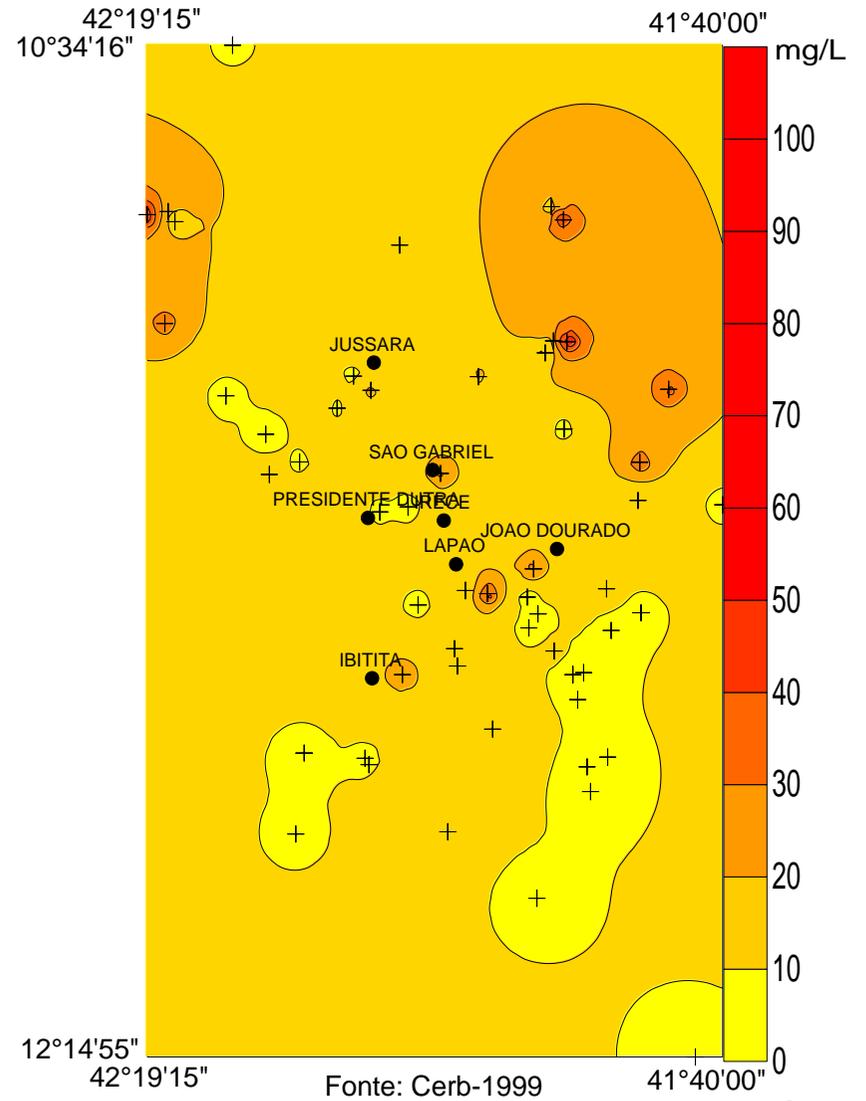
**FIGURA 56 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUIFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 94 - 95.**



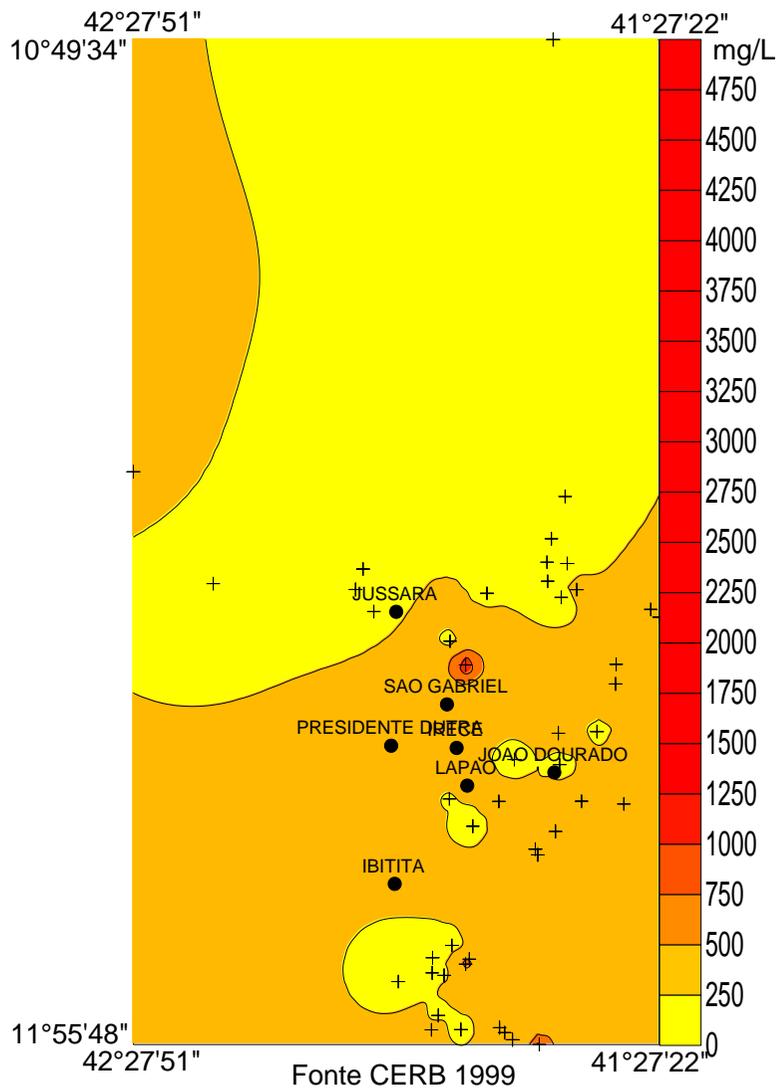
**FIGURA 57 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUIFERO CÂRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 94 - 95.**



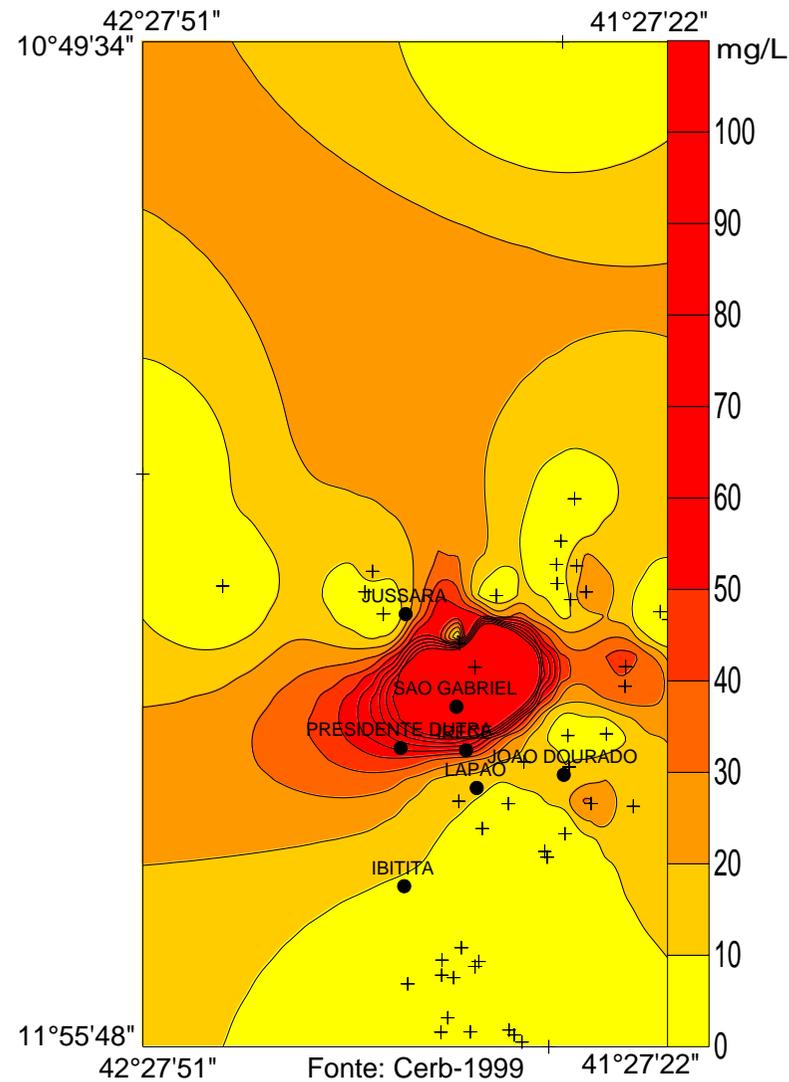
**FIGURA 58 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 96 - 97.**



**FIGURA 59 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 96 - 97.**



**FIGURA 60 - MAPA DE ISOTEORES DE CLORETOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 98 - 99.**



**FIGURA 61 - MAPA DE ISOTEORES DE NITRATOS NO AQUÍFERO CÁRSTICO DA BACIA DE IRECÊ-BAHIA, PERÍODO 98 - 99.**

Analisando os mapas de isotores de cloretos e nitratos no aquífero cárstico da Bacia de Irecê, podemos observar que: a) no período de 62-71 toda a área estava livre de nitratos com exceção de um único ponto, na parte sudeste do mapa, o qual pode representar o início de utilização da adubação química na área (1971), enquanto que os cloretos, no mesmo período, já apresentavam teores acima de 600 mg/L; b) na comparação entre os mapas dos períodos 62-71 e 98/99 os teores de nitratos e sua dispersão na área aumentaram; c) de um modo geral, nas regiões em que se tem uma maior concentração de cloretos, temos uma menor concentração de nitratos; d) existem áreas com teores menores que o limite de 10 mg/L de N de nitratos, porém podem ser encontrados também teores acima deste limite.

Os teores de nitratos encontrados nos poços podem ser oriundos de processos hidrogeoquímicos, associados a adubação com uréia e outros fertilizantes nitrogenados, bem como oriundo de chorumes de aterros sanitários e lixões. Estes teores chegaram a 66,88 mg/L N de nitrato em Uibaí (1975), 45,5 mg/L N em Dutra Presidente (1978), 59 mg/L N e 69 mg/L N em Jussara (1982), 87,49 mg/L N em Presidente Dutra (1983), 49,37 mg/L N em Central (1984), 94,98 mg/L N em Jussara (1987), 48,44 mg/L N em João Dourado (1988), 43,45 mg/L N em América Dourada (1993), 87,49 mg/L N em São Gabriel (1994), 65,61 mg/L N em América Dourada (1995), 48,42 mg/L N em João Dourado (1996), 68,72 mg/L N em São Gabriel (1997), 35,26 mg/L N em João Dourado (1999) (CERB, 1999), quando o teor máximo para nitratos é de 10 mg/L N, segundo a Portaria Nº 36 do Ministério da Saúde de 1990.

Em escala regional, a contaminação por nitratos abrange significativamente a parte Centro-Sul da Bacia Sedimentar de Irecê, onde a atividade agrícola intensiva e irrigada está instalada. A região localizada ao Norte possui a maior concentração de cloretos da Bacia, isso se deve provavelmente a sete fatores associados: a) menor densidade de feições cársticas (Figura 56, em anexo); b) menor precipitação da Bacia; c) maior temperatura média anual; d) maior evapotranspiração potencial; e) pequena quantidade de fraturas nesta área (Figura 57, em anexo); f) distância da principal região de recarga (Sul da Bacia) e g) topografia suavemente ondulada.

Os teores de cloretos encontrados nos poços podem ser oriundos de processos hidrogeoquímicos, associados a adubações com KCl chegando a 2.000 mg/L Cl em Jussara (1978), 4.800 mg/L Cl em São Gabriel (1981), 1.102,05 mg/L Cl em Uibaí (1985), 1.227,38 mg/L Cl em Jussara (1985), 1.747,32 mg/L Cl em Central (1988) (CERB, 1999), quando o teor máximo para cloretos é de 250 mg/L Cl, segundo a Portaria Nº 36 do Ministério da Saúde de 1990. Alguns desses pontos podem ser atribuídos a existência de bolsões salinos ou a áreas pouco fraturadas distantes das regiões de recarga e, por consequência, onde a água tem pouca circulação, ficando mais tempo em contato com a rocha.

O nitrito é um composto menos estável do que o nitrato, nas condições normais atmosféricas e se decompõe liberando nitrogênio para a atmosfera. As temperaturas médias anuais elevadas (24°C) e o fato do solo na área possuir pH na faixa alcalina, favorecem a nitrificação do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) que resulta no nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) (Figura 62).

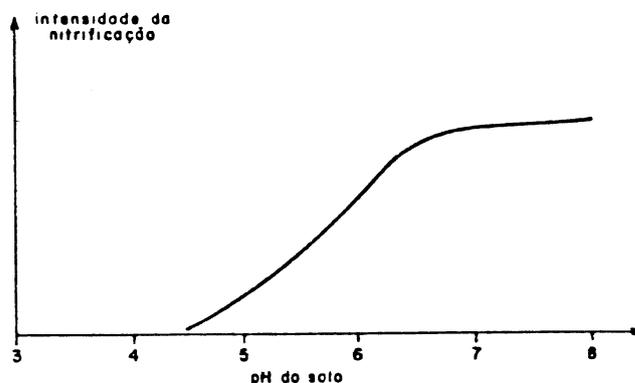


Figura 62: Gráfico da Intensidade de nitrificação em função do pH do solo (BOYLER, 1985).

Na Figura 63, temos os valores orientadores limites, com níveis de tolerância, para os pesticidas detectados. Esta Figura apresenta-se como referência de comparação da legislação brasileira e concentrações máximas permitidas (CMP) internacionais e considera as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA – 20/86), Ministério da Saúde (MS), Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB), Organização Mundial da Saúde (OMS) e Comunidade Econômica Européia (CEE) e Canadá.

As amostras de água em duplicata coletadas, apresentaram pesticidas **organoclorados** e **piretróides**: amostras 1 e 2 coletadas no município de João Dourado, apresentaram  **$\beta$ -Endosulfan** (1,47  $\mu\text{g/L}$ ) e **cipermetrina-trans** (1,20  $\mu\text{g/L}$ ), respectivamente; amostras 3 e 4 coletadas no município de América Dourada, apresentaram **Aldrin** (0,84 e 0,85  $\mu\text{g/L}$ ) e  **$\beta$ -Endosulfan** (1,30 e 1,17  $\mu\text{g/L}$ ); as amostras 5 e 6 coletadas no município de Morro do Chapéu, apresentaram  **$\beta$ -Endosulfan** (1,15  $\mu\text{g/L}$ ) e **cipermetrina-cis** (1,06  $\mu\text{g/L}$ ). Dos demais parâmetros de potabilidade analisados por colorimetria, utilizando o ECOKIT, apenas os valores de

dureza e concentrações de cloretos apresentaram magnitudes acima dos valores permitidos (Figura 64).

Baseado na resolução do CONAMA 20/86, as análises feitas para detecção de pesticidas **organoclorados** e **piretróides**, revelam que a amostra 2 coletada no município de João Dourado, apresentou concentração de  **$\beta$ -Endosulfan** 26 vezes maior do que o permitido; as amostras, do município de América Dourada, apresentaram concentrações de **Aldrin** 84 e 85 vezes maiores do que o permitido e concentrações de  **$\beta$ -Endosulfan**, 23,2 e 20,8 vezes; a amostra coletada no município de Morro do Chapéu, apresentou concentrações de  **$\beta$ -Endosulfan**, 20,5 vezes maior do que o permitido.

Vale salientar que o **aldrin** (cianeto de níquel), encontrado nas amostras de água, coletadas no município de América Dourada, está entre os doze POP's que foram indicados para que sua produção seja reduzida, em alguns casos eliminada e em outros, que a sua venda seja proibida, segundo a Convenção que foi assinada em maio de 2001, em Estocolmo, na Suécia. Os resíduos deste pesticida encontrados em amostras de água indicam sério risco para a saúde pública, pois o **Aldrin** ataca o sistema nervoso central e o fígado além de serem carcinogênicos para os seres humanos, e o meio ambiente, uma vez que este agrotóxico é bioacumulativo em animais mamíferos e podem causar a morte de aves.

Dados da Amostragem	Fazenda Baixa da Pedra – 1	Fazenda Baixa da Pedra - 2	Fazenda Curral Velho - 3	Fazenda Curral Velho - 4	Fazenda Água Fria - 5	Fazenda Água Fria - 6
Município	João Dourado	João Dourado	América Dourada	América Dourada	Morro do Chapéu	Morro do Chapéu
Manancial	Subterrâneo - Poço Tubular	Subterrâneo - Poço Tubular	Rio Jacaré	Rio Jacaré	Rio Jacaré	Rio Jacaré
Data de Amostragem	18/07/2002	18/07/2002	18/07/2002	18/07/2002	19/07/2002	19/07/2002
Coordenadas, Datum Córrego Alegre	-11° 20' 34,4"S -41° 42' 25,2"W	-11° 20' 34,4"S -41° 42' 25,2"W	-11° 26' 25,8"S -41° 24' 16,9"W	-11° 26' 25,8"S -41° 24' 16,9"W	-11° 25' 28,2"S -41° 23' 40,7"W	-11° 25' 28,2"S -41° 23' 40,7"W
Monocrotófos	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Dimethoate	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Diazinon	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Propanil	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Parathion-methyl	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Malathion	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Aldrin	Nd	Nd	<b>0,84 µg/L</b>	<b>0,85 µg/L</b>	Nd	Nd
β-Endosulfan	Nd	<b>1,47 µg/L</b>	<b>1,30 µg/L</b>	<b>1,17 µg/L</b>	<b>1,15 µg/L</b>	Nd
Cypermethrin-cis	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	<b>1,06 µg/L</b>
Cypermethrin-trans	<b>1,20 µg/L</b>	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Deltametrina	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
	<b>CONAMA 20/86</b>	<b>MS<sup>2</sup> 36, 1990</b>	<b>MS 1469, 2000</b>	<b>CETESB<sup>3</sup>, 2001</b>	<b>OMS<sup>4</sup></b>	<b>CANADA</b>
Aldrin	0,01* e 0,003**	0,03	0,03	0,00125	0,03	0,7
Endosulfan	0,056	ne	20	ne	ne	ne
Cypermethrin	Ne***	ne	ne	ne	ne	ne

Figura 63: Resultados das análises de resíduos de pesticidas e outros parâmetros de qualidade.

Nd = não detectado;

Obs: 1) a Comunidade Comum Européia e efluentes da CONAMA 20/86, não possuem valor especificado para as substâncias analisadas.

2) \*Teores para águas de classe 1; \*\*Teores para águas salinas; ne\*\*\* não especificados.

A resolução CONAMA Nº 20/86 e do Ministério da Saúde Nº 36/90, prevêm os seguintes valores expostos para os parâmetros analisados no campo, conforme a Figura 64:

Parâmetro	Faz. Baixa da Pedra - 1	Faz. Baixa da Pedra - 2	Faz. Curral Velho - 1	Faz. Curral Velho - 2	Faz. Água Fria - 1	Faz. Água Fria - 2	CONAMA <sup>1</sup> 20/86 (Classe 1) (Qualidade de Água Superficial)	MS 36, 1990* (Potabilidade)
Município	João Dourado	João Dourado	América Dourada	América Dourada	Morro do Chapéu	Morro do Chapéu	-	-
Manancial	Subterrâneo - Poço Tubular	Subterrâneo - Poço Tubular	Rio Jacaré	Rio Jacaré	Rio Jacaré	Rio Jacaré	-	-
Coordenadas Córrego Alegre	-11° 20' 34,4"S -41° 42' 25,2"W	-11° 20' 34,4"S -41° 42' 25,2"W	-11° 26' 25,8"S -41° 24' 16,9"W	-11° 26' 25,8"S -41° 24' 16,9"W	-11° 25' 28,2"S -41° 23' 40,7"W	-11° 25' 28,2"S -41° 23' 40,7"W	-	-
Data de Amostragem	18/07/2002	18/07/2002	18/07/2002	18/07/2002	19/07/2002	19/07/2002	-	-
Turbidez	5,0 UNT	< 100 UNT	1 UNT					
Oxigênio Dissolvido	5,0	5,0	9,0	9,0	5,0	5,0	>5 mg/L	-
pH	6,5	6,5	8,0	8,0	6,5	6,5	Entre 6,0 e 9,0	Entre 6,5 a 8,5
Amônia	<b>6,0 mg/L</b>	<b>6,0 mg/L</b>	<b>0,5 mg/L</b>	<b>0,5 mg/L</b>	<b>0,5 mg/L</b>	<b>0,5 mg/L</b>	0,02 mg/L NH <sub>3</sub>	-
Cloro	<b>0,5 ppm Cl</b>	<b>0,5 ppm Cl</b>	0,1 ppm Cl	0,1 ppm Cl	0,1 ppm Cl	0,1 ppm Cl	0,01 mg/L Cl	0,2 mg/L Cl
Ferro	0,25 ppm	0,25 ppm	0,1 ppm	0,1 ppm	0,1 ppm	0,1 ppm	0,3 mg/L Fe	0,3 mg/L Fe
Ortofosfato	0,1 ml/L	-	-					
Cloreto	<b>660 mg/L Cl</b>	<b>660 mg/L Cl</b>	200 mg/L Cl	200 mg/L Cl	<b>310 mg/L Cl</b>	<b>310 mg/L Cl</b>	-	-
Dureza total	<b>1.460 mg/CaCO<sub>3</sub></b>	<b>1.460 mg/CaCO<sub>3</sub></b>	<b>700 mg/CaCO<sub>3</sub></b>	<b>700 mg/CaCO<sub>3</sub></b>	<b>1.000 mg/CaCO<sub>3</sub></b>	<b>1.000 mg/CaCO<sub>3</sub></b>	250 mg/L Cl	250 mg/L Cl
Amônia não ionizável	na***	na	na	na	na	na	0,02 mg/L NH <sub>3</sub>	-
Fosfato total	na	na	na	na	na	na	0,025 mg/L P	-
Nitrato	na	na	na	na	na	na	10 mg/L N**	10 mg/L N**

Figura 64: Legislação e valores orientadores limites no Brasil, para os parâmetros de qualidade de água analisados em campo.

\*Valores Máximos Permissíveis; \*\*1 mg/L N de nitrato é igual a 4,428 mg/L NO<sub>3</sub>; \*\*\*na: não analisado.

Outro problema encontrado na área de estudo além do uso intenso de pesticidas e herbicidas, de forma sistemática durante o ciclo de cultivos irrigados, é o descarte de embalagens de agrotóxicos no ambiente próximo a poços, como pode ser observado na Figura 65.



EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS, DESCARTADAS NO AMBIENTE.

POÇO

Figura 65: Foto de embalagens de agrotóxicos, à esquerda, descartados sem nenhum critério nas proximidades de um poço, à direita.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos com a análise da amostragem de água e os dados de poços analisados permitem as seguintes conclusões e recomendações:

### 7.1 Conclusões

- Existe contaminação do aquífero por nitratos, cloretos e resíduos de pesticidas;
  
- As concentrações de nitratos, nas águas de poços, apresentam marcada tendência de aumento, quando se compara valores encontrados em poços perfurados no período de 1962 a 1999.
  
- As concentrações de cloretos podem está regulada pelo aporte de cloreto de potássio oriundo de adubações químicas e segundo Frangipani (1973) pelo processo de dissolução da rocha sedimentar cuja origem é marinha;
  
- Foram detectados resíduos de pesticidas em concentrações acima das admissíveis em água para consumo humano, tanto em amostras do aquífero como do rio Jacaré (Vereda Romão Gramacho), implicando em riscos para a saúde pública e o meio ambiente;

Dentre os parâmetros de qualidade analisados por colorimetria com uso do ECOKIT, as concentrações de cloretos e a dureza apresentaram valores que extrapolam os admissíveis em água para consumo humano;

Os teores de **carbendazim** ( $C_9H_9N_3O_2$ ), detectados em solo por BOMFIM (2002), aumentam sua concentração em profundidade, estes teores podem ser explicados pelo fato do **carbendazim** ser um composto nitrogenado, que como o nitrato possui tendência para perder nitrogênio, por nitrificação, na parte superior do perfil em razão das temperaturas superiores a 24°C e pH=8, existentes na Bacia (Figura 64).

## 7.2 Recomendações

Devido às evidências de contaminação do aquífero em zonas rurais, onde comunidades são abastecidas, recomenda-se que sejam identificadas as populações de usuários de água de poços e uma campanha de amostragens seja realizada com todos os parâmetros de qualidade, considerados de acordo com as resoluções do CONAMA-20/86 para fins de enquadramento das águas dos Rios Verde e Jacaré, e de potabilidade, para as águas de abastecimento de acordo com a Portaria Nº 36/1990 do Ministério da Saúde;

No que diz respeito às campanhas de amostragem, que seja considerado o fator sazonalidade em termos de volumes de água no aquífero;

Recomenda-se que seja realizado diagnóstico de enfermidades relacionadas com veiculação hídrica das águas contaminadas por nitratos e pesticidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência de Informação Frei Tito para a América Latina (2002) <<http://www.adital.org.br/asp2/noticia.asp?idioma=PT&noticia=3971>>. Acesso em: 14 jul. 2003.

BARBOSA, D. V. N. **Os impactos da seca de 1993 no semi-árido baiano - O caso de Irecê. Salvador:** 1998. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1998.

BARBOSA, J.S.F.; DOMINGUEZ, J.M.L. **Texto Explicativo do Mapa Geológico do Estado da Bahia.** Salvador: SGM/UFBA, 1996. Inclui mapa geológico.

BOMFIM, R. B. **Ajuste Metodológico para o Estudo da Dinâmica de Difusão de Pesticidas no Perfil de Cambissolos da Microregião de Irecê - Bahia.** Salvador: 2001. Originalmente apresentada como dissertação, Universidade Federal da Bahia, 2001.

BOYER, J. L. **Propriedades dos solos e fertilidade.** Tradução Célia Peixoto Motti e Pascal Motti. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1971, 196 p. il.

BOYER, J. L. **Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos.** Edição: Ilson Guimarães Carvalho. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 1985, 311p. il.

BRANNER, J.C. The Tombador Escarpment in the State of Bahia, Brasil. **American Journal Science**, 1910.

BRITO NEVES, B.B. **Notas Preliminares da Geologia e Hidrogeologia da Série Bambuí na Região Central da Bahia**. Recife: SUDENE/ CONESP, Relatório Técnico, 1965. nº 13.

BRITO NEVES, B.B. **Água Subterrânea na Região Central da Bahia - Condicionamento e Demanda**. Recife: SUDENE / CONESP, Relatório Técnico, 1967. nº 21.

BRITO NEVES, B.B. **Inventário hidrogeológico básico do Nordeste**. Recife: SUDENE, 1972. Folha SD-24 / Aracaju.

CABRAL, F. C. F. **O uso dos isótopos do carbono no estudo das águas subterrâneas do calcário Bambuí - região central da Bahia**. Salvador: 1978. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1978.

CENTRO DE PLANEJAMENTO E ESTUDOS – CPE. **A compatibilização dos usos do solo e a qualidade ambiental na região central da Bahia**. Salvador: Série Recursos Naturais, 1981. nº5, 87p.

COMPANHIA DE ENGENHARIA RURAL DA BAHIA – CERB. **Cadastro de poços tubulares da companhia de engenharia rural da Bahia**. Salvador: 1999.

Relatório - COM(2002) 407 final, COMUNIDADE ECONÔMICA EUROPÉIA – C.E.E.  
<<http://europa.eu.int/scadplus/printversion/pt/lvb/l28013.htm>> . Acesso em 10 out.  
2002.

COUTINHO, M. R. de A. **Avaliação de impactos da agricultura intensiva irrigada sobre as propriedades físicas e químicas de solo da microregião de Irecê-BA.** Salvador: 2000. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 2000.

CRUZ JR., F. W. **Aspectos geomorfológicos e geoespeleologia do carste da região de Iraquara, centro-norte da Chapada Diamantina, Estado da Bahia.** São Paulo: 1998. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 1998.

DERBY, O. A. **Lavras Diamantinas.** Salvador: Revista Instituto Geográfico e Histórico da Bahia, 1905.

DORES, E. F. G. de C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. **Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Este, Mato Grosso – Análise preliminar (2001).** <<http://www.s bq.org.br/publicacoes/quimicanova/qnol/2001/vol24n1/06.pdf>> Acesso em 11 jul. 2003.

EVANGELISTA, I. M. (Ed.). **Investigación en Zona no Saturada.** Castelló: Publicacions de la Universitat Jaume I, Espanha, 164 p., 1994.

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. (Coord). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM / LABHID-UFPE, 1997, 412p, il.

FENZL, N. **Introdução à hidrogeoquímica**. Belém: Universidade Federal do Pará, 1986, 189p. il.

FERRARI, J. A. **Interpretação de feições cársticas na região de Iraquara - Bahia**. Salvador: 1990. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1990.

FERREIRA, C. et al. A radioatividade natural da região de Irecê – BA. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 22, p. 167-174, junho de 1992.

FERREIRA, M. L. **Estudo de Latossolos de Altitudes derivados das Formações Cabloco e Tombador - Chapada Diamantina - Regiões de Seabra e Utinga. Salvador, BA**. Salvador: 1985. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1985, 1985.

FRANGIPANI, A. **Contribuição aos Estudos Hidrogeológicos das Bacias dos Rios Verde e Jacaré (Bahia)**. São Paulo: 1972. Originalmente apresentada como tese de doutoramento, Universidade de São Paulo, 1972.

GONÇALVES, M. J. DE S. **Glossário de Hidrologia**. Salvador: Gráfica Santa Helena, 2002, 427p. il.

\_\_\_\_\_ **Determinação da precipitação histórica média da Bacia do rio Verde – Bahia – Brasil.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CYTED – XVII, II, 2002, Salvador. **Anais . . .** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2002.

GONÇALVES, M. J, de S. et al. **Determinação do tempo de retardo das precipitações e de resposta das vazões nas estações fluviométricas na calha do rio Verde – Bahia – Brasil.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CYTED – XVII, II, 2002, Salvador. **Anais . . .** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2002.

\_\_\_\_\_ **Características físicas da Bacia do rio Verde-BA, relacionáveis ao processo de outorga d'água.** Salvador: 2001. Originalmente apresentada como monografia de especialização, Universidade Federal da Bahia, 2001.

GONÇALVES, M. J. DE S.; MARQUES, E. C. DE L.. **Determinação da recarga anual média pela precipitação pluviométrica do aquífero inserido na Bacia Hidrográfica do rio Verde – Bahia – Brasil.** SEMINÁRIO INTERNACIONAL CYTED – XVII, II, 2002, Salvador. **Anais . . .** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2002.

\_\_\_\_\_ **Análise dos teores de cloretos e nitratos resultantes da ação antrópica do uso do solo para agricultura irrigada, no aquífero fissural cárstico da Bacia Sedimentar de Irecê, Bahia, Brasil.** In: Reunião da SBPC, 53<sup>a</sup> , 2001, Salvador. **Anais . . .** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2001. 1 CD-ROM,

GOMES, M. V. F. **Aplicação dos isótopos do urânio como traçadores de água subterrânea do Bambuí - Bahia.** Salvador: 1978. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1978.

GUERRA, A. M. **Processos de carstificação e hidrogeologia do Grupo Bambuí na região de Irecê, Bahia.** São Paulo: 1986. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 1986.

INDA, H. A. V.; BARBOSA, U.F. **Texto explicativo do mapa geológico do Estado da Bahia.** Salvador: SME/CPM, 1978. Inclui mapa geológico.

KEGEL, W. **Estudos geológicos da Zona Central da Bahia.** Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1959, Boletim nº198,.

LAUREANO, F. V. **O registro sedimentar clástico associado aos sistemas de cavernas Lapa Doce e Torrinha, Município de Iraquara, Chapada Diamantina-BA.** São Paulo: 1998. 102 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 1998.

LEMOS, H. de M. **Poluentes orgânicos persistentes – A intoxicação química do planeta.** Informativo nº 60 JUN/JUL/2001. <<http://www.arvore.com.br.htm>>. Acesso 6 nov. 2002.

**MAPA geológico digital do Estado da Bahia.** 1 mapa, color. Escala indefinida. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral – CBPM, Salvador, 2000. 1 CD ROM.

MAPA plani-altimétrico do município de América Dourada. SUDENE, 1977. 1 mapa.  
Escala 1: 100.000.

MARINHO, J. M. L. **Reconhecimento geofísico da região de Irecê - Bahia.** Salvador: 1977, Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1977.

MELO JÚNIOR, G. **Estatística Aplicada ao Monitoramento Ambiental.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE NA BAHIA, I, 1998, Feira de Santana. **Apostilas.** . . Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 1998.

MELO JÚNIOR, G. **Variabilidade de Amostragem e analítica: Aplicação à Prospecção Geoquímica e ao Monitoramento Ambiental.** In: Congresso Brasileiro de Geoquímica, VI, 1997, Salvador. **Apostilas** .. Salvador: 1997

PEDREIRA, A. J. **Projeto Bahia - Geologia da Chapada Diamantina.** Salvador: DNPM/CPRM, Relatório Final, 1985, vol. I.

PEREIRA, R. G. F. de A. **Caracterização geomorfológica e geoespeleológica do carste da Bacia do rio Una, borda leste da Chapada Diamantina (Município de Itaetê, Estado da Bahia).** São Paulo: 1998, 95p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 1998.

**PROJETO MAPAS MUNICIPAIS: município de Morro do Chapéu (BA). Informações básicas para o planejamento e administração do meio físico.** Salvador: CPRM, textos (v. I) e mapas (v. II e III), 1995.

SIQUEIRA, A. F. **O uso dos dados isotópicos e químicos como indicadores de origem das águas e sais dissolvidos no aquífero calcário Bambuí, Irecê - Bahia.** Salvador: 1978. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1978.

SOUZA, S. L. de et al. **Estratigrafia, sedimentologia e recursos minerais da Formação Salitre na Bacia de Irecê, Bahia.** Salvador: CBPM, Série Arquivos Abertos, 1993. 24p. Inclui mapa geológico.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA - SEI. **Atributos climáticos do estado da Bahia.** Salvador: Série Estudos e Pesquisas, dezembro de 1998. nº 38.

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

TAVARES, G. A. **Estudos isotópicos e hidroquímicos em águas na Bacia do rio Verde, Bahia.** Salvador: 1983. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia, 1983.

VERA, F. L. **Contaminación de las Aguas Subterráneas**. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicações, 1990. 78p., il..

VAN HEIJST, N. P. **Metahemoglobinemia**.

<<http://www.intox.org/pagesource/treatment/portugese/metahemoglobinemia.htm>>,

Acesso 12 jul. 2003.

VIANNA, M.R., **Hidráulica aplicada às estações de tratamento de água**. Belo Horizonte: Imprimatur, 3ªed, 1997, 576p, il.

# ANEXOS

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Irecê	415135	111920	71	250,5	0
Irecê	414903	111512	71	60	0
P.Dutra	415900	111700	64	56	1
Cafarnaum	412800	114200	62	675	0,1
Cafarnaum	413437	115000	65	130	0,1
Canarana	414720	115230	64	46	0
A.Dourada	413330	111900	65	80	0,1
A.Dourada	413601	112758	64	88,8	0
A.Dourada	412903	112351	71	301,2	0
A.Dourada	412630	111900	71	84,6	55,8
A.Dourada	412846	111813	71	70	0
S.Gabriel	415250	111420	71	239,1	0
S.Gabriel	413607	110302	64	96	0,1
S.Gabriel	414109	110401	65	100	0,1
J.Dourado	413906	112309	64	53	0,1
J.Dourado	413026	110949	64	21	0,1
J.Dourado	412900	110800	65	66	0,1
J.Dourado	413557	111410	71	521,5	0
J.Dourado	414351	112219	71	77,9	0
J.Dourado	414420	112330	71	153,2	0
J.Dourado	414420	112340	71	282,2	0
J.Dourado	414140	112305	71	111,6	0
J.Dourado	415055	111835	71	128,4	0
J.Dourado	413700	110930	71	152,8	0
J.Dourado	414305	111620	71	277,8	0
Lapão	414404	113713	71	332,2	0

Figura 66: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/L, período 62/71 (Fonte dos dados: FRANGIPANI (1972) e CERB (1999) ).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Irecê	415146	111930	72	148	0
Irecê	415145	111930	72	102	0
Irecê	415147	111930	72	140,5	11,25
Irecê	415147	111929	73	165	0
Irecê	414410	112050	73	30	0
Irecê	414940	111905	73	130	0
Central	420640	110746	72	108	7
Central	420641	110746	72	390	0,1
Central	420527	110758	73	625	0,1
Ibipeba	420049	113821	72	137,5	3,76
Ibipeba	420039	113815	72	156	9
Ibipeba	420042	113755	72	252	0
Ibititá	415843	113246	72	505	6,62
Ibititá	415842	113246	73	307,5	0,1
P.Dutra	415923	111746	72	785	90
P.Dutra	415924	111746	72	251	6,87
P.Dutra	415923	111745	72	642,5	0,1
P.Dutra	415923	111747	73	398	0,1
Jussara	415846	110220	73	63,5	0
S.Gabriel	415255	111340	72	347,5	0,1
S.Gabriel	415255	111341	72	330	0,1
J.Dourado	414035	112330	73	21	0,004
J.Dourado	414400	112330	73	74,5	0,001

Figura 67: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 72/73 (Fonte dos dados: FRANGIPANI (1972) e CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Central	421025	110703	74	320	8
Central	421036	110637	74	1610	16,6
Central	421000	110634	74	510	12,4
Uibaí	420404	111904	75	394	66,88
Ibititá	415245	114236	75	200	0
P.Dutra	415924	111747	74	630	0,12
P.Dutra	415925	111746	74	405	9
Cafarnaum	413245	114850	74	80	0,008
Canarana	414435	115420	75	102,3	0,1
A.Dourada	412642	112233	75	81	0,1
A.Dourada	413618	112752	75	328	0,1
J. Dourado	412735	110555	74	275	0,048
J. Dourado	413654	111810	75	125	0,1
Lapão	415301	112348	75	71	0,1

Figura 68: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 74/75 (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Irecê	414511	111357	76	560	13,4
Irecê	415418	111818	77	135	0
Irecê	415524	112108	77	278	8,4
Irecê	415146	111818	76	100	0
Central	420754	110424	76	870	37
Central	415857	111128	77	144	0
Central	420343	110627	77	380	0
Central	420254	111028	77	140	0
Central	421330	110940	77	116	25,5
Ibipeba	415724	115519	77	80	0
Ibipeba	421016	114055	77	56	0
Ibipeba	415529	114045	77	175	0
Ibipeba	420004	114012	77	48	0
Uibaí	420534	111637	76	180	0,225
Uibaí	420724	111551	77	910	21,5
Uibaí	420100	112726	76	510	0,74
Ibititá	420130	112901	76	1230	24
Ibititá	415052	113351	76	620	0
Ibititá	415534	114324	77	148	3,5
Ibititá	415743	113621	77	290	0
Ibititá	415016	113726	77	12	0
Ibititá	414930	113848	77	513	12,1
Ibititá	414849	113604	77	160	7,9
Ibititá	415458	114121	77	240	6,05
Ibititá	415351	113525	77	380	17,5
Ibititá	420121	113443	77	370	21,25
P.Dutra	420132	111407	77	200	28,5
P.Dutra	420042	111356	76	590	0
P.Dutra	420036	111328	77	640	35,5
P.Dutra	420006	111927	77	22,5	0,002
P.Dutra	420016	111930	77	190	24
Cafarnaum	413019	114924	77	96	0,032
Cafarnaum	412552	113502	77	130	0,016

Figura 69: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 76/77 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Canarana	414331	114150	76	174	0
Canarana	414351	115143	77	45	0
Canarana	414248	115331	77	360	9
Canarana	414720	114933	77	124	0
Jussara	415331	110039	76	650	0,03
Jussara	420242	110137	76	63	0,007
Jussara	415327	105703	77	390	0,002
Jussara	415848	105956	77	45	0
A.Dourada	414129	112716	77	23	0,001
S. Gabriel	413807	110742	77	511	18,6
S. Gabriel	414222	110930	77	200	21,8
S. Gabriel	415006	110848	77	32	0
S. Gabriel	414518	111618	77	44	0
S. Gabriel	413853	110637	77	1340	7,3
B. Alto	414956	115321	77	200	0
J. dourado	413846	110918	77	1290	0,264
J. dourado	413521	111821	76	285	3,4
J. dourado	414139	112828	77	80	0
J. dourado	413122	111446	77	95	20,4
Lapão	414743	113137	76	568	0,072
Lapão	415524	112710	77	340	1,77
Lapão	414246	113448	77	15	0,038
Lapão	414948	112407	77	50	15,8
Lapão	415248	112218	77	155	19,8
ItaguaçuB	421049	110203	77	17	0

Figura 69: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 76/77 (conclusão) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B.Mendes	420331	114604	78	160	7,1
Irecê	415046	111832	78	95	0,005
Central	421155	110739	79	144	0,1
Ibipeba	421027	114201	78	210	5,5
Ibipeba	415820	114351	78	465	6,7
Ibititá	415658	112821	78	1115	0
Ibititá	415027	113243	78	66	0
P.Dutra	420158	111834	78	69	37
P.Dutra	415830	112258	78	90	6,4
P.Dutra	420003	111930	78	435	45,5
Cafarnaum	413511	114302	78	420	14,75
Cafarnaum	413448	120334	79	90	0,01
Canarana	414345	115116	78	190	14,7
Canarana	414213	114420	78	84	2,4
Canarana	415052	114453	78	79	0
Jussara	415751	110628	78	2000	0
Jussara	415107	110001	78	150	0,022
Jussara	415945	110246	78	8	0,029
A.Dourada	412618	112707	79	300	5,2
A.Dourada	412834	111818	79	49	8,95
B. Alto	415457	114613	78	102,5	3,5
ItaguaçuB	423303	104930	78	45	0,13

Figura 70: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 78/79 (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B.Mendes	421351	114904	81	16	0
B.Mendes	420513	114548	80	51	5,15
B.Mendes	420652	114121	80	68,5	0
B.Mendes	420549	114826	80	268	0
B.Mendes	420456	114755	81	430	14
Irecê	415628	112253	80	264	33,75
Irecê	415119	111649	81	445	47
Irecê	412849	110436	81	96	0,456
Irecê	414744	112007	81	73,5	3,75
Central	420520	110734	80	1075	37,81
Central	420457	111036	81	660	70
Central	420807	111104	81	289	0,1
Central	421059	110552	81	490	6,9
Central	415815	111104	80	470	43,5
Central	420906	110612	80	375	0
Central	421049	110128	81	440	6,1
Ibipeba	415942	113915	80	306	9,6
Ibipeba	415847	113742	80	114	7,5
Ibipeba	415558	114027	80	122	3,4
Ibipeba	415602	114041	81	260	0,031
Uibaí	420130	113333	81	15,5	0,1
Ibititá	413530	114130	81	272,5	0,375
Ibititá	415621	113354	80	63,5	5,4
Ibititá	415235	113006	81	55	8
Ibititá	420158	113352	81	200	7,3
Ibititá	415036	113940	81	170	0
Ibititá	415346	113530	81	200	1,36
Ibititá	415448	113445	81	370	0
P.Dutra	420036	111636	81	77	0
Cafarnaum	412723	114606	81	21,5	0
Cafarnaum	413116	114000	80	68,5	0,005
Cafarnaum	413022	114131	81	33	1,225
Cafarnaum	413440	114710	80	65,5	0,002
Cafarnaum	413059	115012	80	185	25,25
Cafarnaum	412610	114219	81	930	0,002
Cafarnaum	413244	115221	80	108	0,001
Cafarnaum	412810	114752	80	166	0,034

Figura 71: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 80/81 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Canarana	414255	114631	80	86	0
Canarana	413836	114936	80	120	16,08
Canarana	413551	114634	80	52,5	0
Canarana	414222	115104	80	208	2,1
Canarana	413835	114937	81	350	0,438
Jussara	415503	104511	81	106	0,003
Jussara	414451	105354	81	176	4,85
Jussara	415818	110142	81	360	0,032
A.Dourada	413803	112821	81	41,5	7,75
A.Dourada	413335	112654	81	66	0,1
A.Dourada	413930	113121	80	240	80
A.Dourada	413730	113134	81	280	0
A.Dourada	412531	111213	80	206	0
A.Dourada	412634	112328	81	55	0
S. Gabriel	414716	110739	80	296	0
S. Gabriel	412737	110453	81	167,5	2,7
S. Gabriel	415013	110848	80	1000	36,75
S. Gabriel	413458	105432	81	4800	0
S. Gabriel	414607	110404	80	296	0
S. Gabriel	414504	110212	80	70	0
J.Dourado	413817	111828	81	259,92	0
J.Dourado	412936	110842	80	235	0,006
J.Dourado	413822	111824	81	490	0,0025
J.Dourado	413325	110815	80	0	0
J.Dourado	413719	111548	81	105	0
J.Dourado	413554	111104	80	520	0
Lapão	414717	113231	80	172	0,02
Lapão	414833	112811	81	610	11,25

Figura 71: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 80/81 (conclusão) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B.Mendes	415823	114850	82	215,31	0,92
B.Mendes	420322	114318	82	535	40
Irecê	415408	111048	83	85,64	1,41
Irecê	414536	111208	83	353,8	51,22
Irecê	415240	111748	83	793,12	31,814
Irecê	414149	113210	82	360	22,9
Central	420812	111005	83	520,49	23,44
Central	420631	110831	82	1430	72,9
Central	421244	110815	83	295	45
Central	421129	110415	83	95,17	20,22
Central	420807	111124	83	290	0,7
Central	420638	111005	83	307,33	11,826
Ibipeba	415820	114517	83	543,23	4,982
Ibipeba	420835	114000	83	79,31	0
Uibaí	420201	112512	82	545	58
Uibaí	420118	112121	82	690	39,3
Ibititá	415359	113315	83	99,13	0
P.Dutra	415841	112451	83	162,59	0
P.Dutra	420040	111519	83	38,55	1,73
P.Dutra	415645	111612	83	220,09	8,708
P.Dutra	420142	111436	83	271,64	87,494
P.Dutra	415712	112404	83	220,09	11,865
P.Dutra	415520	111132	83	551,16	49,996
P.Dutra	415917	111404	83	743,48	37,45
Cafarnaum	412923	113637	83	105,08	0
Cafarnaum	413248	114859	83	421,3	14,86
Cafarnaum	413244	114704	83	172,75	1,56
Cafarnaum	412900	113941	83	92,96	2,12
Cafarnaum	412606	114106	82	194	4,5
Canarana	413833	114417	82	770	0,04
Canarana	413820	115128	83	154,64	0
Canarana	414239	114325	82	46,7	0
Canarana	413823	114930	82	115	37,8
Canarana	414449	114551	82	337	0,04
Jussara	415813	110348	82	242	45
Jussara	415644	110255	82	325	31,4

Figura 72: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 82/83 (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Jussara	414930	110202	82	695	69
Jussara	414936	110227	82	372	0,9
Jussara	420138	110430	82	585	5,8
Jussara	415003	110204	82	755	59
Jussara	414331	105506	83	95,16	13,122
A.Dourada	413209	112052	83	168,52	29,99
A.Dourada	413000	111436	83	479,56	32,78
A.Dourada	413707	112740	83	105,21	28,72
A.Dourada	412519	111532	82	120	0,046
A.Dourada	413859	112802	82	86	31
A.Dourada	413052	112828	83	229,98	9,37
A.Dourada	413049	112032	82	87	22
A.Dourada	412739	112116	82	154	22
A.Dourada	413116	111640	82	297	24
A.Dourada	413055	112354	82	138	14,5
S. Gabriel	414715	111233	83	496,69	39,26
S. Gabriel	414923	110608	82	2275	78
S. Gabriel	415228	111727	83	0	0
B. Alto	414930	114742	82	609	0
B. Alto	415443	114904	83	200,24	21,25
B. Alto	414109	115539	83	570	0
B. Alto	414454	115427	82	138	3,5
B. Alto	414848	114927	83	294,05	0,006
J.Dourado	414211	112317	83	8,81	0
J.Dourado	414328	112433	82	356,24	0
Lapão	414832	112845	82	647,36	21,9
Lapão	414850	112006	82	450,95	30,71
Lapão	415529	112508	82	174,37	18
Lapão	414651	113509	82	134,41	0
Lapão	414049	112956	83	618,05	70
Lapão	415218	112934	82	618,55	13,31
Lapão	414838	112716	83	189,36	12,8

Figura 72: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 82/83 (conclusão) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B Mendes	420500	114524	85	591,66	0,27
B Mendes	420155	114610	84	541,08	0
B Mendes	420122	114457	84	442,79	3,59
B Mendes	420408	114428	84	1489,2	5,11
B Mendes	420245	114143	84	440,78	0
B Mendes	420330	114612	85	61,14	0
B Mendes	420436	114824	85	85,99	0
B Mendes	420155	114518	84	648,99	9,97
Irecê	415602	111618	84	266,87	15,12
Irecê	413102	112825	84	134,42	13,77
Irecê	413642	113333	84	393,36	2,01
Irecê	415124	111824	84	484,85	9,69
Irecê	413730	111017	84	335,97	29,97
Irecê	413347	112426	84	269,36	5,11
Irecê	415347	112225	84	135,17	8,6
Irecê	413730	110607	84	371,23	23,02
Irecê	414855	111700	84	242,92	16,24
Irecê	414853	111729	85	530,75	0,25
Irecê	414003	110041	85	94,26	1,87
Irecê	414706	111647	84	309,3	1,45
Irecê	414159	113201	85	242,19	9,38
Irecê	413635	112239	84	1618,51	46,44
Irecê	413624	112250	84	116,63	4,62
Irecê	414135	112039	84	92,93	28,89
Irecê	414410	111140	84	462,2	2,34
Irecê	415129	111848	85	186,86	17,09
Irecê	415334	112228	85	213,55	7,94
Irecê	415032	111719	85	602,45	2,08
Central	420458	111603	84	1242,91	17,49
Central	421318	111030	84	657,24	25,62
Central	421318	111030	85	687,33	31,24
Central	421155	111221	84	724,83	17,18
Central	420316	110925	85	304,39	7,24
Central	421205	110951	85	9,82	0
Central	420227	111210	85	86,41	10,05
Central	415707	111137	85	490,35	17,48

Figura 73: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 84/85 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Central	420548	111440	84	790,72	49,37
Central	415636	111104	84	285,52	0,86
Central	415712	111128	85	539,38	34,36
Central	420427	110312	85	86,3	39,99
Central	415905	110842	84	147,12	0
Central	415755	110949	84	147,51	11,84
Central	410854	110247	84	23,8	0,197
Central	420424	110530	84	1787,59	48,54
Central	420816	111457	84	817,88	18,75
Central	420408	110457	84	118,52	0
Central	421030	110849	84	171,11	0
Central	415758	111243	84	548,52	43,12
Central	420424	110334	84	94,1	0
Ibipeba	415518	114600	84	321,23	16,16
Ibipeba	420251	113703	85	90,33	17
Ibipeba	420549	113351	84	46,25	0
Ibipeba	420907	114246	84	109,91	1,4
Ibipeba	420420	114215	84	106,75	0
Ibipeba	415724	114542	84	109,21	3,43
Ibipeba	421428	112635	85	118,22	0
Ibipeba	415720	114540	84	466,62	10,98
Ibipeba	415900	114741	85	100,44	0
Ibipeba	421420	113000	84	63,34	10,85
Uibaí	420300	112510	85	196,14	0
Uibaí	420504	111621	84	215,47	0
Uibaí	420634	111942	85	502,61	20,62
Uibaí	420833	111709	84	493,21	15,87
Uibaí	420504	111621	84	215,47	0
Uibaí	421356	111725	85	547,41	7,47
Uibaí	420611	111750	84	465,31	13,13
Uibaí	420551	112242	85	1102,05	23,12
Ibititá	414600	114045	85	171,83	3,07
Ibititá	415758	113532	85	148,27	19,96
Ibititá	414710	114005	84	144,9	0,81
Ibititá	415322	114000	85	115,86	4,99
Ibititá	415245	114416	84	77,69	1,13
Ibititá	415708	114055	84	270,44	0

Figura 73: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 84/85 (continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Ibititá	414742	113757	84	457,14	12,79
Ibititá	415848	113705	85	181,65	16,88
Ibititá	415727	113430	84	58,58	10,59
Ibititá	415727	113429	84	119,59	2,35
P.Dutra	420010	112207	84	47,4	5,94
P.Dutra	420328	111544	84	199,84	0
P.Dutra	415950	112002	85	178,49	0
P.Dutra	420318	111318	84	116,63	10,84
P.Dutra	415936	112156	85	123,72	3,32
P.Dutra	415903	112009	84	242,45	0
P.Dutra	420010	112009	85	363,3	26
Cafarnaum	413029	115013	84	103,74	1,82
Cafarnaum	413342	113711	84	102,26	0
Cafarnaum	412933	113722	84	39,54	0
Cafarnaum	413814	115916	85	74,62	3,68
Cafarnaum	412918	114037	84	85,61	0,005
Cafarnaum	413045	115230	84	748,71	8,43
Cafarnaum	413122	113613	85	341,22	0,004
Canarana	414335	114156	84	174,35	0,4
Canarana	414358	114708	84	50,93	0,89
Canarana	414950	114713	84	587,76	36,22
Canarana	413936	115006	84	91,92	1,43
Canarana	413726	113653	85	147,29	0
Canarana	414013	114350	84	538,78	0
Canarana	414202	114825	84	9,8	0,18
Canarana	413645	114232	84	416,98	0,62
Canarana	413900	114103	84	140,66	0
Canarana	413905	115224	85	78,75	0
Canarana	414915	114129	85	204,73	6,99
Canarana	413600	114645	85	265,51	5,29
Canarana	414305	114956	85	90,67	2,38
Canarana	414000	115210	85	385,09	5,34
Canarana	414803	114154	85	132,59	0
Canarana	414023	115103	85	287,6	3
Canarana	415032	114640	84	223,35	4,75
Canarana	415136	114928	85	224,23	18,25

Figura 73: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 84/85 (continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Canarana	414635	114640	85	191,67	6,75
Canarana	414013	113737	84	852,17	0,87
Canarana	414836	115230	85	74,09	3,42
Jussara	425016	105419	84	261,11	14,35
Jussara	415903	105937	85	294,21	0,002
Jussara	415817	110826	85	328,53	12,38
Jussara	420155	110440	84	130,27	0
Jussara	415609	110645	85	1227,38	41,7
Jussara	455402	105845	84	715,04	0,004
Jussara	415659	110842	85	1104,64	28,12
Jussara	415802	110813	84	915,83	0,015
Jussara	415915	110532	85	1088,58	0,08
Jussara	420446	110056	84	244,9	24,36
Jussara	414756	105842	84	172,39	0,015
A.Dourada	412616	111615	85	76,04	34,73
A.Dourada	412557	111454	85	471,85	49,36
A.Dourada	412549	112407	85	101,88	16,24
A.Dourada	414029	113350	84	133,63	0,04
A.Dourada	413013	112433	85	149,07	20,54
A.Dourada	413013	112432	85	137,3	18,23
A.Dourada	413351	113506	84	753,66	19,04
A.Dourada	413807	112510	85	36,24	0,65
A.Dourada	413023	112323	85	113,4	15,62
S. Gabriel	414203	110531	85	103,73	0
S. Gabriel	414028	110109	85	101,58	2,84
S. Gabriel	413642	110357	84	199,55	18,05
S. Gabriel	414343	105930	84	98,88	1,98
S. Gabriel	415308	111456	85	41,24	10,71
S. Gabriel	414212	110118	84	109,7	0,2
S. Gabriel	414212	110118	84	109,7	0,2
S. Gabriel	413704	105851	84	137,13	0
S. Gabriel	414840	111235	85	436,84	44,36
S. Gabriel	415219	110818	85	370,46	0,064
S. Gabriel	413509	110456	84	258,13	46,87
B. Alto	414818	114748	85	711,88	3,55
B. Alto	414140	115830	85	198,49	0,08

Figura 73: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 84/85 (continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B. Alto	415532	114907	85	191,08	7,5
B. Alto	414637	115415	85	201,88	10,97
j. Dourado	414139	112840	84	25,7	22,8
Lapão	414940	122218	85	61,13	21,62
Lapão	415146	112635	85	364,86	0
Lapão	413742	110016	85	355,84	0,004
Lapão	414628	112950	85	364,86	0
Lapão	415112	112317	84	133,21	10,11
Lapão	414336	113830	84	252,04	0
Lapão	414603	112633	85	251,95	10,82
Lapão	414842	112358	85	168,49	27,5
ItagaçuBA	422149	110254	85	51,05	2,15
ItagaçuBA	421820	110703	85	182,63	0

Figura 73: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 84/85 (continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Irecê	415038	111723	87	112,62	0,83
Irecê	415052	111822	87	113,91	10,88
Irecê	415059	111525	87	241,96	14,36
Central	420310	110352	87	50,92	0
Central	420130	110621	87	140,04	4,88
Ibipeba	420103	114016	86	70,62	0,08
Ibipeba	421138	113831	86	96,12	2,99
P.Dutra	420155	111511	86	153	38,32
P.Dutra	420054	111609	87	65,02	1,71
P.Dutra	415652	111728	86	534,54	31,48
Cafarnaum	413452	114716	87	6,27	2,41
Cafarnaum	413536	114815	86	77,99	0
Canarana	414226	115536	87	620,41	10,67
Canarana	413835	115200	87	305,01	6,75
Canarana	414254	115252	87	212,55	6,85
Canarana	413756	115207	87	775,24	11,07
Jussara	414027	110155	87	597,38	94,98
Jussara	415939	110508	87	565,54	94,98
Jussara	413621	113307	87	150,81	7,38
A.Dourada	414321	112737	86	686	15,28
A.Dourada	413105	111806	86	190,28	25,49
A.Dourada	413425	112843	87	131,23	5,4
A.Dourada	413837	112816	86	234,41	15,98
A.Dourada	414049	112950	86	588,48	21,24
A.Dourada	414142	110802	87	413,11	22,18
A.Dourada	414131	112829	87	289,18	15,37
A.Dourada	413052	112229	86	158,89	27,45
J.Dourado	413030	111530	86	54,92	0,019
J.Dourado	413001	110036	86	237,55	0,014
J.Dourado	413937	111132	86	632,62	0,014
Lapão	415241	112229	87	152,77	0
Lapão	414639	112435	86	343,28	0,003
Lapão	415632	112458	86	370,74	0,009
Lapão	414443	113438	86	137,1	5,1
Lapão	415212	112947	86	734,47	0,057
Lapão	414904	113121	86	105,76	0,057
Lapão	414355	113129	87	332,96	0,003
Lapão	414306	113625	87	406,23	0,019
Lapão	415245	112242	87	57,64	0,003
ItaguaçuBA	421500	105230	87	64,36	8,5

Figura 74: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 86/87 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B.Mendes	420229	115504	88	89,52	0
B.Mendes	420611	114659	88	198,94	0
Irecê	415188	111802	88	487,45	96,74
Central	420324	110739	88	41,76	0
Central	415554	110818	88	161,16	32,19
Central	415548	110742	88	116,12	5,45
Central	421205	110550	88	1747,32	26,98
Central	420437	110514	88	1251,88	19,36
Central	420436	110726	88	212,89	16,5
Central	420351	110816	89	664,82	25,49
Central	420212	110802	88	432,74	1,5
Central	421414	111135	88	21,88	0
Central	411248	110206	88	76,6	0,007
Central	420210	111212	88	447,89	1,29
Ibipeba	415745	114528	88	536,36	6,6
Ibipeba	415611	114649	88	293,44	7,75
Ibipeba	415724	114211	88	358,09	1,04
Uibaí	420651	111927	88	845,5	7,48
Uibaí	420455	111730	89	155,17	0
Uibaí	420645	111811	89	1353,72	47,97
Uibaí	420400	112008	88	1382,38	47,5
Uibaí	420735	112020	89	501,02	2,78
Uibaí	420738	111654	89	476,93	22,8
Ibititá	415826	113233	88	745,38	0,046
Ibititá	415359	113315	89	162,14	49,98
Ibititá	415426	114137	88	189,11	0
Ibititá	415433	114339	88	260,99	13,72
Ibititá	415231	114050	88	284,22	16,07
P.Dutra	420039	111004	88	159,25	0,31
P.Dutra	415633	112003	88	716,26	14,49
Cafarnaum	412727	114727	88	13,27	0
Cafarnaum	412658	113758	88	129,31	4,15
Canarana	414410	115118	88	91,51	11,87
Canarana	415039	114613	88	82,94	3,35
Canarana	414148	114353	88	72,99	4,44
Jussara	415815	110638	88	161,46	5,38
Jussara	415744	110256	88	245,51	28,91
A.Dourada	412917	111926	89	51,72	0

Figura 75: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 88/89 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
A.Dourada	412907	111940	88	119,38	12,75
S. Gabriel	414528	110121	88	77,41	4,45
B. Alto	415521	114936	88	218,97	5,23
B. Alto	415201	114133	88	383,19	8,68
B. Alto	414903	115506	88	137,13	0
J. Dourado	413042	110105	88	840,48	48,44
J. Dourado	414415	112256	88	68,56	0
J. Dourado	413903	112456	88	19,9	0,08
J. Dourado	405937	110326	89	199,93	0
J. Dourado	412620	110915	88	696,36	20,5
J. Dourado	412902	110810	88	309,65	0,007
J. Dourado	412917	110704	88	475,54	0,705
Lapão	414956	112336	88	47,74	0
Lapão	414849	112903	88	452,99	2,3
Lapão	415027	112910	88	559,52	10,12
ItaguaçuBA	422604	105608	88	220,84	22,79
ItaguaçuB	421039	110122	88	13,93	0
ItaguaçuB	415834	104458	88	79,58	5,48
ItaguaçuB	415930	104343	88	79,62	0
ItaguaçuB	415946	104455	88	94,87	0
ItaguaçuB	415850	104250	88	68,57	0,87
ItaguaçuB	415947	104308	88	71,62	2,94

Figura 75: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 88/89 continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Irecê	415235	111917	91	452,82	11,86
Irecê	415235	111937	91	536,5	17,8
Central	420158	110831	91	563,08	15,14
Cafarnaum	413226	113656	90	23,12	0
Cafarnaum	412841	114049	90	520,3	0,22
Jussara	415045	105307	91	95,49	0
A.Dourada	413033	111857	91	193,25	20,61
S. Gabriel	414200	110408	91	420,57	14,99
B. Alto	415155	115051	91	80,72	7,48
B. Alto	414642	115400	91	301,23	56,2
J. Dourado	413209	111433	91	324,85	19,99
ItaguaçuBA	421814	110606	91	48,24	0
ItaguaçuBA	415946	104307	90	46,25	0

Figura 76: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 90/91 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Irecê	414906	111748	93	168,07	15,29
Irecê	414527	111629	93	169,09	13,68
Irecê	414919	111448	92	114,13	0,68
Central	420506	111148	93	174,44	1,99
Ibipeba	415758	114237	93	338,18	0,89
Ibipeba	415920	113646	93	402,44	27,49
Ibipeba	420728	113943	93	72,25	0,48
Ibititá	415841	112646	92	945,55	19,32
Ibititá	415013	113613	93	278,61	6,99
P.Dutra	420125	112001	93	127,99	0,64
P.Dutra	420246	111607	93	379,18	27,02
Cafarnaum	413615	115046	93	1004,3	30,62
Cafarnaum	413526	115052	93	49,55	0,26
Canarana	413857	115303	93	476,53	2,93
Canarana	414237	115126	92	423,14	0,57
Jussara	415736	110847	92	193,86	7,5
Jussara	415523	110838	93	438	26,32
Jussara	420026	110300	93	181,67	9,49
A.Dourada	412754	111739	92	177,71	8,49
A.Dourada	412133	111508	93	133,22	11,8
A.Dourada	412641	112635	92	361,11	6,74
A.Dourada	412746	111758	93	230,58	43,45
A.Dourada	413539	113238	93	179,6	1,45
S. Gabriel	413950	105841	93	122,98	19,99
S. Gabriel	414857	110732	93	1065,79	36,23
S. Gabriel	415356	111332	92	482,9	59,5
S. Gabriel	413824	105857	93	215,21	0,01
B. Alto	414927	115118	93	112,51	4,4
B. Alto	415016	115249	92	382,53	12,25
B. Alto	415704	114815	93	46,12	0,7
J.Dourado	413846	111000	92	147,66	0,35
J.Dourado	413639	111238	92	999,63	12,24
J.Dourado	414102	111530	92	700,52	37,49

Figura 77: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 92/93 (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
J.Dourado	414212	112838	92	380,12	7,24
J.Dourado	412817	111442	93	77,88	5,4
J.Dourado	413718	112000	93	33,82	0,091
J.Dourado	414005	112131	93	74,81	1,34
Lapão	415542	112509	93	241,85	24,98
Lapão	415013	113324	93	206,44	0,83
Lapão	414601	113354	92	251,78	7
Lapão	414624	113253	92	83,58	17
Lapão	414623	112840	93	222,96	27,45

Figura 77: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 92/93 (conclusão) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Central	420314	110627	95	236,76	0,23
Central	420313	110627	95	324,03	0,177
Central	421305	111339	95	14,04	2,598
Ibititá	414116	114131	95	493,22	20,496
Canarana	414937	114154	95	159,42	12,747
A.Dourada	413620	112158	94	286,64	22,498
A.Dourada	413200	112445	95	287,83	65,618
A.Dourada	412825	111834	95	102,61	33,124
S. Gabriel	413110	105810	95	209,88	32,5
S. Gabriel	413814	110221	94	98,84	29,993
S. Gabriel	413712	110622	94	321,23	87,49
B. Alto	414050	115254	95	428,02	3,743
B. Alto	414647	115455	95	79,93	0,721
B. Alto	415513	115026	95	17,28	0,019
J. Dourado	414143	112351	94	88,96	52,495
J. Dourado	413832	112046	95	241,94	26,872
Lapão	414830	112933	95	495,77	12,748
Lapão	414837	112715	95	92,89	0,063

Figura 78: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 94/95 (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B.Mendes	420445	114441	97	82,48	0,16
B.Mendes	420529	115241	96	110,37	4,191
B.Mendes	415839	114550	97	457,88	10,249
B.Mendes	415903	114512	99	224,1	5,284
Irecê	415442	112021	96	703,93	0,175
Irecê	415125	111703	96	361,11	33,737
Irecê	415733	112051	97	206,57	5,746
Central	420857	111311	97	904,23	0
Central	421226	110513	96	302,27	0,275
Central	420008	110726	96	312,21	3,961
Central	420146	111036	96	123,29	6,875
Central	415905	110850	96	560,78	24,959
Uibaí	420530	111555	97	350,05	6,863
Ibititá	415341	113003	97	36,8	0,388
Ibititá	415000	113422	97	86,51	7,498
Ibititá	414854	113937	96	512,06	4,101
Ibititá	414609	112819	97	130,39	20
Ibititá	415516	114256	97	470,76	37,49
Ibititá	414942	113605	97	125,74	16,24
Cafarnaum	413615	114830	97	104,47	1,4
Cafarnaum	413431	114505	97	123,47	4,55
Canarana	413802	113656	96	2684,61	2,71
Canarana	413733	113924	97	26,12	8,997
Canarana	413636	114603	97	116,35	7,873
Jussara	415459	105401	97	208,95	15,62
A.Dourada	412610	121455	96	143,18	0
A.Dourada	413438	112827	97	181,06	17,226
A.Dourada	414201	112629	97	366,15	40,613
A.Dourada	413109	113049	97	80,22	0,009
A.Dourada	413127	111943	97	110,41	5,481
A.Dourada	413657	113644	96	427,55	0,105
A.Dourada	412254	112009	97	244,56	0
A.Dourada	413410	113234	97	84,23	2,979
A.Dourada	414134	113056	97	741,114	0
S. Gabriel	414050	110508	96	138,96	0
S. Gabriel	414015	113436	97	168,84	14,375
S. Gabriel	414000	110357	96	151,75	17,13

Figura 79: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 96/97 (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
S. Gabriel	413838	110402	97	221,3	79,998
S. Gabriel	413932	105013	96	115,35	12,75
S. Gabriel	413829	105132	97	1792,51	53,707
S. Gabriel	414735	110729	96	770,07	21,25
S. Gabriel	414111	105042	97	231,6	23,75
S. Gabriel	414151	105142	97	81,48	5,987
S. Gabriel	413904	105100	97	587,44	68,723
B. Alto	414140	115902	96	83,52	0,048
B. Alto	415041	115228	97	157,9	14,989
J. Dourado	412821	110844	96	63,99	48,42
J. Dourado	413855	111240	96	672,15	1,346
J. Dourado	413116	111557	97	245,44	44,039
Lapão	414640	112856	97	315,79	62,499
Lapão	414238	112916	97	113,472	0
Lapão	414229	113219	97	414,82	0
ItaguaçuB	421915	110214	96	159,09	38,75
ItaguaçuB	421131	103416	97	37,99	1,537

Figura 79: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 96/97 (conclusão) (Fonte dos dados: CERB (1999))

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
B.Mendes	420345	115251	99	444,27	4,566
Central	420611	110640	99	240,19	10,836
Central	420914	110604	98	155,77	6,667
Central	420328	111133	98	294,52	3,147
Central	420837	111228	99	740,59	24,345
Central	420849	110850	98	186,52	5,799
Central	420331	111048	98	310,87	37,831
Central	415554	111105	99	81,06	29,768
Central	420923	110547	99	182,15	3,729
Central	421136	110926	98	524,21	49,488
Ibipeba	415547	114634	99	461,54	5,076
Ibipeba	415852	113850	99	81,06	0,604
Uibaí	420233	112719	98	78,01	0
Ibititá	415900	112756	98	162,56	9,87
Ibititá	415031	113953	98	456,27	44,49
Ibititá	414005	113341	98	943,62	34,108
Ibititá	415741	113629	98	317,55	10,824
Ibititá	415028	113226	98	295,58	3,254
Ibititá	415542	112947	98	287,57	5,479
Ibititá	415623	112848	98	1208,18	74,992
Ibititá	420032	112858	98	212,76	0
Cafarnaum	413551	114833	98	61,91	6,248
Cafarnaum	413409	114817	99	101,02	3,362
Cafarnaum	413321	113429	98	251,62	10,357
Cafarnaum	412825	114303	98	100,86	23,323
Canarana	414048	115548	98	479,33	0,923
Canarana	413820	113707	98	465,3	5,806
Canarana	414600	114435	98	67,4	3,334
Canarana	414622	114504	99	69,09	4,787
Canarana	413653	113633	99	700,56	9,45
Canarana	414328	114212	99	274,82	0
Jussara	420417	105730	98	111,31	0,014
Jussara	415801	110145	98	84	0
Jussara	415847	110228	98	269,49	0
Jussara	415306	105936	98	744,66	0
Jussara	420012	110632	99	108,09	5,375

Figura 80: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 98/99 (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
Jussara	415737	110814	99	125,1	0,022
Jussara	414341	105502	99	226,18	30,44
Jussara	414540	105617	98	134,37	4,556
Jussara	420026	110224	99	60,05	5,347
Jussara	420043	110604	99	200,16	0,738
Jussara	420115	110332	98	21,81	2,368
A.Dourada	413627	112749	98	389,41	31,753
A.Dourada	413130	112808	98	225,68	13,009
S.Gabriel	413928	105715	99	27,02	0,139
S.Gabriel	413916	105625	99	57,05	0
S.Gabriel	413701	110333	98	435,35	30,454
S.Gabriel	413752	105224	99	144,12	5,555
S.Gabriel	413808	110033	98	141,79	24,565
S.Gabriel	415002	111211	98	1190	65
S.Gabriel	415151	110928	98	113,85	2,321
S.Gabriel	414732	110358	98	198,57	0
S.Gabriel	413850	110426	99	94,02	0,06
S.Gabriel	414025	110235	99	93,07	7,694
S.Gabriel	413959	105956	99	198,94	0,005
B. Alto	414640	115402	99	540,43	2,052
B. Alto	414527	115421	98	256,63	0,037
B. Alto	415755	114830	99	61,67	1,095
B. Alto	414124	115543	99	840,67	7,679
B. Alto	415357	114730	99	228,18	8,927
B. Alto	415314	115223	99	120,02	4,659
B. Alto	415354	114546	99	82,06	10,31
B. Alto	415138	114421	99	75,06	1,089
B. Alto	415233	114747	98	210,13	4,303
B. Alto	414432	115510	98	141,84	0
B. Alto	414936	114556	98	283,68	0
B. Alto	414603	115347	99	490,39	2,865
B. Alto	415035	115400	99	60,05	1,655
B. Alto	415002	114630	99	744,66	0
J.Dourado	413901	112337	98	70,9	9,968
J.Dourado	413439	111905	99	171,07	6,558
J.Dourado	413224	111207	98	332,93	46,587
J.Dourado	414419	112320	99	46,04	17,75
J.Dourado	412821	110549	98	436	0

Figura 80: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 98/99 (continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

<b>Local</b>	<b>Longitude</b>	<b>Latitude</b>	<b>Ano</b>	<b>Cloretos</b>	<b>Nitratos</b>
ItaguaçuB	421933	110252	99	43,03	2,38
ItaguaçuB	420236	110111	98	201,72	12,996
ItaguaçuB	422751	104934	99	350,28	1,65
J.Dourado	413910	112001	98	531,9	0
J.Dourado	412722	110643	98	319,14	0
J.Dourado	413228	111422	99	222,81	35,26
Lapão	414930	113117	99	426,8	0,325
Lapão	414608	112750	98	375,47	2,289
Lapão	415156	112733	98	233,67	12,531
Lapão	414911	113041	98	79,89	0,479
Lapão	414135	113358	98	496,4	0
Lapão	414152	113319	98	425,52	0

Figura 80: Valores de cloretos e nitratos nas águas subterrâneas da bacia de Irecê em mg/l, período 98/99 (continuação) (Fonte dos dados: CERB (1999)).

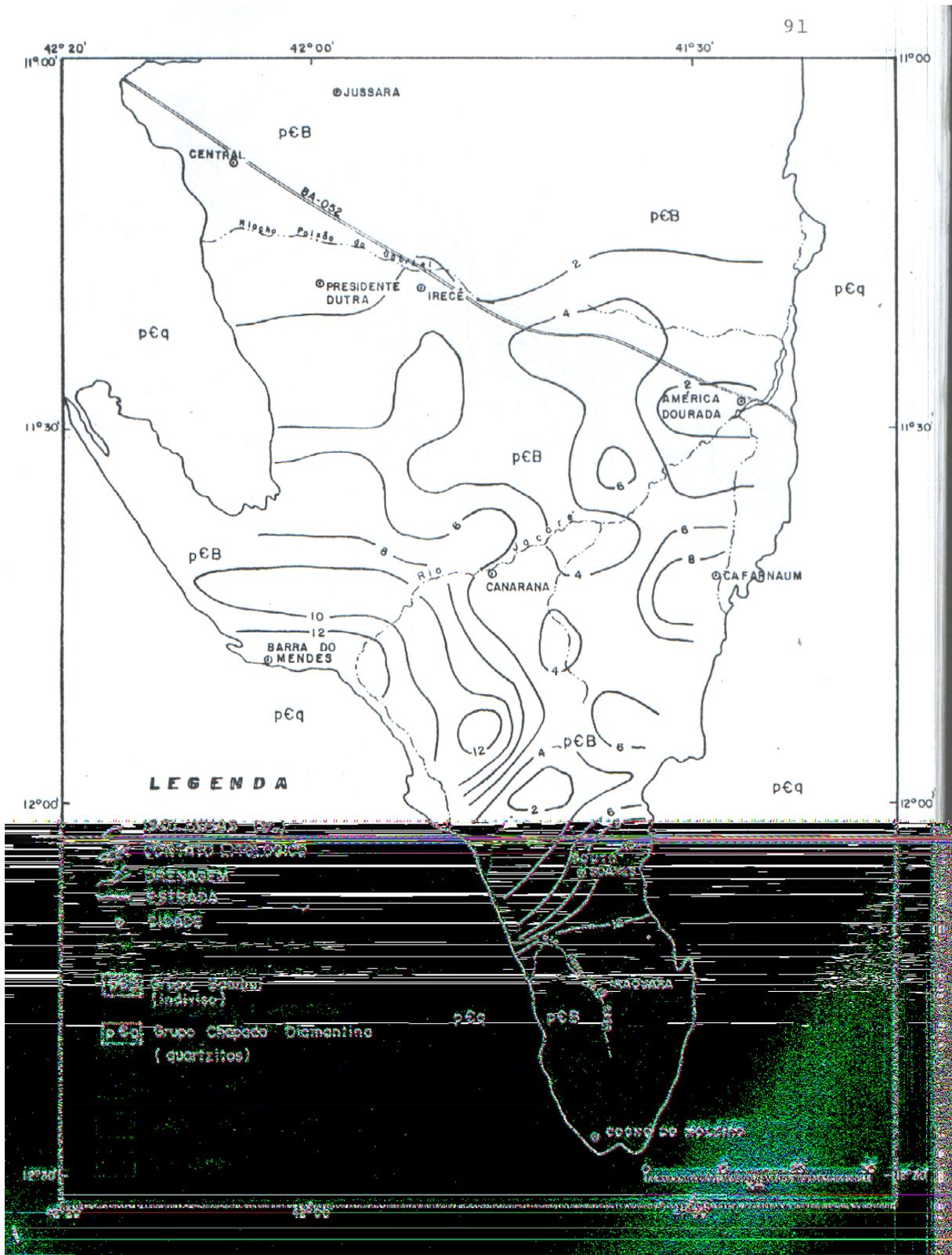


Figura 81: Mapa de isolinhas de densidade de área coberta por feições cársticas superficiais (%).  
 Fonte: GUERRA – 1986.

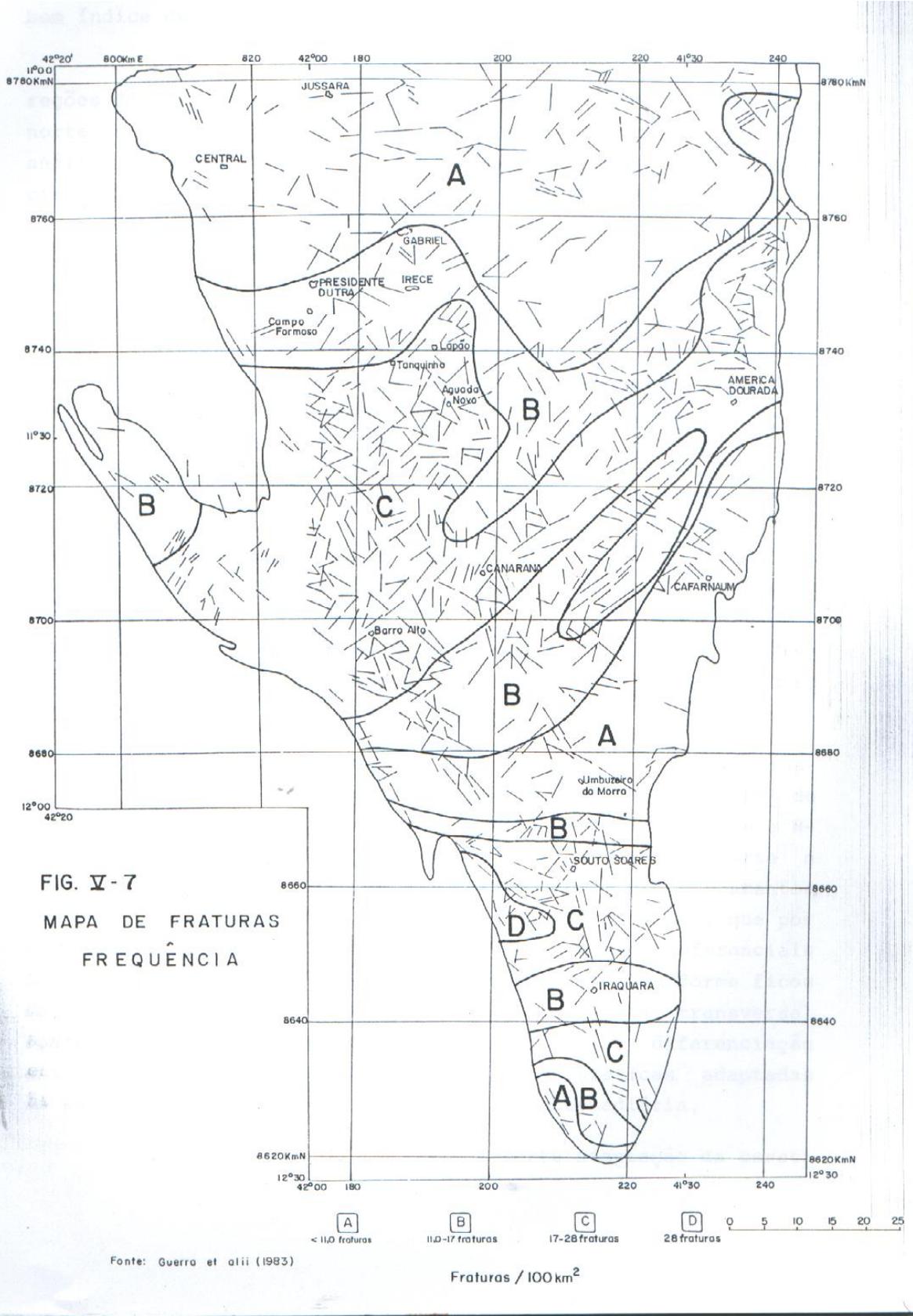


Figura 82: Mapa de freqüência de fraturas. Fonte GUERRA – 1986.