



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**EWERTON DE OLIVEIRA PIRES**

**GEOGRAFIA DA SAÚDE E GEOLOGIA MÉDICA COMO  
INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO EM  
SAÚDE AMBIENTAL:  
O CASO DAS ANOMALIAS DE FLÚOR E DA FLUOROSE DENTÁRIA  
EM ITAMBARACÁ-PR**

---

Londrina  
2008

**EWERTON DE OLIVEIRA PIRES**

**GEOGRAFIA DA SAÚDE E GEOLOGIA MÉDICA COMO  
INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO EM  
SAÚDE AMBIENTAL:  
O CASO DAS ANOMALIAS DE FLÚOR E DA FLUOROSE DENTÁRIA  
EM ITAMBARACÁ-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação, em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese

Londrina  
2008

**EWERTON DE OLIVEIRA PIRES**

**GEOGRAFIA DA SAÚDE E GEOLOGIA MÉDICA COMO  
INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO EM  
SAÚDE AMBIENTAL:  
O CASO DAS ANOMALIAS DE FLÚOR E DA FLUOROSE DENTÁRIA  
EM ITAMBARACÁ-PR**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Paulo P. Pinese

---

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça

---

Profa. Dra. Márcia Siqueira de Carvalho

Londrina, 19 de Agosto de 2008.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
por terem, sempre, proporcionado as melhores  
condições possíveis para que eu pudesse me  
desenvolver.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, à DEUS, por ter até aqui me guiado e me sustentado.

Ao meu professor, orientador e amigo, Prof. Dr. José Paulo Peccinini Pinese, pelo apoio, incentivo e compreensão ao longo destes anos de pesquisas.

Ao Professor Doutor João Carlos Alves, do Departamento de Química Analítica da Universidade Estadual de Londrina, pela colaboração nas análises químicas.

À Professora Doutora Maria Celeste Morita, pela iniciativa e coordenação do Projeto de Pesquisa que possibilitou a obtenção dos dados.

Aos professores da banca de qualificação e da defesa da dissertação, pelo aceite e valiosas contribuições.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao CNPq que, através do projeto 521015/99-5 e à Pró- Reitoria de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Londrina financiaram as pesquisas.

Aos meus pais, Jairo e Walderez, pelo indispensável auxílio e amor de todas as horas.

Aos meus irmãos, Jackson e Damarys, pelo amor e amizade insuperáveis.

À todos meus familiares, pelo carinho de sempre.

À minha noiva, Renata, pelo amor, compreensão, companheirismo, incentivo ... enfim, por tudo e por sempre, muito obrigado!!!

**NÃO SE GERENCIA O QUE NÃO SE MEDE, NÃO SE MEDE O QUE NÃO SE DEFINE, NÃO SE DEFINE O QUE NÃO SE ENTENDE, NÃO HÁ SUCESSO NO QUE NÃO SE GERENCIA.**

***WILLIAM EDWARD DEMING***

**TUDO É VENENO, NADA É VENENO. A QUESTÃO É A DOSAGEM.**

***PARACELSO***

PIRES, Ewerton de Oliveira. **Geografia da saúde e geologia médica como instrumentos de planejamento e gestão em saúde ambiental: o caso das anomalias de flúor e da fluorose dentária em Itambaracá – PR.** 2008. 124f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

## RESUMO

Diversas são as interações entre o meio ambiente e o homem, o que certamente reflete-se na saúde. Basta considerar que os elementos básicos à nossa sobrevivência nada mais são do que o meio ambiente adaptado ao nosso consumo, como a água e os alimentos, bem como o ar, o qual deveria ser consumido por nós livre de interferência humana, inalterado em suas características naturais. Dessa forma, o presente trabalho pretende em um primeiro momento trazer uma revisão bibliográfica acerca do tema Saúde Ambiental, tendo a água como foco principal, abarcando a questão legal, bem como a importância do uso de geoindicadores como instrumentos de planejamento. Em um segundo momento, apresenta-se o caso do município de Itambaracá-PR, o qual se situa em área de anomalias geoquímicas relacionadas à problemas de saúde coletiva na região, com séria prevalência de fluorose dentária, apresentando além das características socioeconômicas e ambientais, um levantamento geoquímico das águas superficiais e subterrâneas, proposto como instrumento qualitativo de planejamento e gestão de ações no campo de Saúde Ambiental.

**Palavras-chave:** Geografia da saúde. Geoindicadores. Hidrogeoquímica. Saúde ambiental. Itambaracá-PR.

PIRES, Ewerton de Oliveira. **Health geography and medical geology as instruments of planning and management in environmental health: the case of the fluorine anomalies and the dental fluorosis in Itambaracá-PR.** 2008. 124p. Dissertation (Master's degree in Geography, Environment and Development) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

### **ABSTRACT**

Diverse are the interactions between the environment and the man, what certainly it is reflected in the health. It is enough to consider that the basic elements to our survival nothing more are of that the suitable environment to our consumption, as the water and foods, as well as air, which would have to be consumed by us free of interference human being, unchanged in its natural characteristics. Of this form, the present work intends at a first moment to bring a bibliographical revision concerning the subject Ambient Health, having the water as main focus, accumulating of stocks the legal question, as well as the importance of the use of geoindicators as planning instruments. At as a moment, the case of the city of Itambaracá-PR is presented, which if points out in area of related geochemistry anomalies to the problems of collective health in the region, with serious dental prevalence of fluorose, presenting beyond the socials and ambient characteristics, a geochemistry survey of superficial and underground waters, considered as qualitative instrument of planning and management of action in the field of Ambient Health.

**Keywords:** Health geography. Geoindicators. Geochemistry. Environmental health. Itambaracá-PR.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Padrão de resposta biológica (curva dose-resposta) à elementos essenciais e não essenciais .....	38
<b>Figura 2</b> – Fluorose dentária em estágio inicial.....	41
<b>Figura 3</b> – Estágio intermediário da fluorose dentária.....	41
<b>Figura 4</b> – Fluorose dentária severa .....	41
<b>Figura 5</b> – Fluorose esquelética deformante.....	42
<b>Figura 6</b> – Efeitos do Flúor nos ossos.....	42
<b>Figura 7</b> – Índice de Qualidade das Águas no Paraná.....	49
<b>Figura 8</b> – Localização da área de estudo .....	50
<b>Figura 9</b> – Estrutura etária da população em Itambaracá-PR .....	53
<b>Figura 10</b> – Mapa geológico da área de estudo.....	56
<b>Figura 11</b> – Mapa geomorfológico da área de estudo.....	60
<b>Figura 12</b> – Bacias hidrográficas do Estado do Paraná .....	62
<b>Figura 13</b> – Hidrografia da área de estudos.....	63
<b>Figura 14</b> – Precipitação na área de estudos.....	65
<b>Figura 15</b> – Temperaturas médias anuais.....	66
<b>Figura 16</b> – Classificação climática do Paraná .....	68
<b>Figura 17</b> – Distribuição dos pontos de amostragem de águas superficiais em drenagens no Município de Itambaracá-PR .....	70
<b>Figura 18</b> – Distribuição dos valores de pH em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	72
<b>Figura 19</b> – Representação tridimensional dos valores de pH em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	73
<b>Figura 20</b> – Distribuição das concentrações de Cálcio (mg/L) em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	74
<b>Figura 21</b> – Representação tridimensional das concentrações de Cálcio em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	74
<b>Figura 22</b> – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	75
<b>Figura 23</b> – Representação tridimensional das concentrações de Flúor em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	76

<b>Figura 24</b> – Concentrações (mg/L) de Fosfato nas águas superficiais no Município de Itambaracá .....	77
<b>Figura 25</b> – Representação das concentrações de Fosfato em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	77
<b>Figura 26</b> – Concentrações de Magnésio (mg/L) em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	78
<b>Figura 27</b> – Bloco-diagrama das concentrações de Magnésio em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	79
<b>Figura 28</b> – Concentrações (mg/L) de Potássio em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	80
<b>Figura 29</b> – Representação das concentrações de Potássio em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	81
<b>Figura 30</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	83
<b>Figura 31</b> – Bloco diagrama das concentrações de Sódio em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	83
<b>Figura 32</b> – Pontos de coleta de águas subterrâneas (poços cacimba – Aquífero Freático – e poços tubulares profundos – Aquífero Serra Geral) em Itambaracá-PR .....	84
<b>Figura 33</b> – Correlação entre Flúor e Cálcio .....	86
<b>Figura 34</b> – Concentrações (mg/L) de Cálcio em águas subterrâneas (Aquífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.....	87
<b>Figura 35</b> – Representação das concentrações de Cálcio em águas subterrâneas (Aquífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	87
<b>Figura 36</b> – Concentrações (mg/L) de Cálcio em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itambaracá.....	88
<b>Figura 37</b> – Representação das concentrações de Cálcio em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itambaracá.....	88
<b>Figura 38</b> – Concentrações (mg/L) de Cálcio em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	89
<b>Figura 39</b> – Representação das concentrações de Cálcio em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	89

<b>Figura 40</b> – Condutividade Elétrica em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.....	90
<b>Figura 41</b> – Representação tridimensional dos valores de Condutividade Elétrica em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	91
<b>Figura 42</b> – Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá .....	91
<b>Figura 43</b> – Representação dos valores de Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá .....	92
<b>Figura 44</b> – Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá.....	92
<b>Figura 45</b> – Representação dos valores de Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	93
<b>Figura 46</b> – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	94
<b>Figura 47</b> – Bloco diagrama das concentrações de Flúor em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	94
<b>Figura 48</b> – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.....	95
<b>Figura 49</b> – Representação das concentrações de Flúor em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.....	95
<b>Figura 50</b> – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	96
<b>Figura 51</b> – Representação das concentrações de Flúor em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	96
<b>Figura 52</b> – Valores de pH em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	97

<b>Figura 53</b> – Representação tridimensional dos valores de pH em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	98
<b>Figura 54</b> – Valores de pH em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá .....	98
<b>Figura 55</b> – Representação tridimensional dos valores de pH em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.....	99
<b>Figura 56</b> – Valores de pH em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	99
<b>Figura 57</b> – Representação tridimensional dos valores de pH em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	100
<b>Figura 58</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Potássio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	101
<b>Figura 59</b> – Bloco diagrama ilustrando as concentrações de Potássio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	101
<b>Figura 60</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Potássio em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá....	102
<b>Figura 61</b> – Bloco diagrama ilustrando as concentrações de Potássio em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá .....	102
<b>Figura 62</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Potássio em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	103
<b>Figura 63</b> – Bloco diagrama ilustrando as concentrações de Potássio em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	103
<b>Figura 64</b> – Correlação entre Flúor e Sódio .....	104
<b>Figura 65</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	105

<b>Figura 66</b> – Representação tridimensional das concentrações de Sódio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.....	105
<b>Figura 67</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá....	106
<b>Figura 68</b> – Representação tridimensional das concentrações de Sódio em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá .....	106
<b>Figura 69</b> – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	107
<b>Figura 70</b> – Representação tridimensional das concentrações de Sódio em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá .....	107

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Resultados analíticos e coordenadas geográficas dos pontos de coleta em águas superficiais no Município de Itambaracá .....	71
<b>Tabela 2</b> – Resultados analíticos e coordenadas geográficas dos pontos de coleta em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá .....	85
<b>Tabela 3</b> – Distribuição das internações por causa e faixa etária em Itambaracá-PR, 2006.....	109
<b>Tabela 4</b> – Índices de mortalidade em Itambaracá-PR, em 2005.....	110
<b>Tabela 5</b> – Coeficiente de mortalidade para algumas causas selecionadas em Itambaracá-PR, 2006.....	111

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Efeitos do elemento Flúor em água sobre a saúde humana.....	39
<b>Quadro 2</b> – População por situação de domicílio em 1991 e 2000 Itambaracá-PR .....	52
<b>Quadro 3</b> – Nível educacional da população jovem, 1991 e 2000 em Itambaracá-PR .....	53
<b>Quadro 4</b> – Nível educacional da população adulta em 1991 e 2000 – Itambaracá-PR .....	54
<b>Quadro 5</b> – Indicadores de renda, pobreza e desigualdade em 1991 e 2000 – Itambaracá-PR .....	54
<b>Quadro 6</b> – Vulnerabilidade familiar em 1991 e 2000 em Itambaracá- PR.....	55
<b>Quadro 7</b> – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal em Itambaracá- PR.....	55

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>1 OBJETIVOS</b> .....	19
1.1 OBJETIVO GERAL .....	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	20
<b>3 ARCABOUÇO LEGAL SOBRE AMBIENTE E SAÚDE NO BRASIL E NO ESTADO DO PARANÁ</b> .....	22
<b>4 CONCEITOS SOBRE SAÚDE</b> .....	29
<b>5 RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE E SAÚDE</b> .....	32
5.1 CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA .....	34
5.2 CONTRIBUIÇÕES DA GEOLOGIA .....	36
5.2.1 Água, Flúor e Saúde .....	37
<b>6 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUAS</b> .....	44
6.1 OS GEOINDICADORES .....	44
6.1.1 Qualidade das Águas Superficiais .....	46
6.1.2 Qualidade das Águas Subterrâneas .....	47
6.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....	48
<b>7 O CASO DE ITAMBARACÁ-PR</b> .....	50
7.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E HISTÓRICOS .....	50
7.2 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO .....	56
7.2.1 Características Geológicas da Região .....	56
7.2.2 Hidrogeologia .....	58
7.2.3 Solos .....	58
7.2.4 Geomorfologia Regional .....	60
7.2.5 Hidrografia .....	62

7.2.6	Clima .....	64
7.2.7	Vegetação .....	68
7.3	HIDROGEOQUÍMICA COMO GEOINDICADOR DE QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS.....	69
7.3.1	Águas Superficiais.....	69
7.3.2	Águas Subterrâneas.....	84
7.4	ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS, DE MORBIDADE E MORTALIDADE.....	108
<b>8</b>	<b>RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES AOS GESTORES PÚBLICOS .....</b>	<b>112</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>113</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>116</b>

## INTRODUÇÃO

Diversas são as interações entre o meio ambiente e o homem, o que certamente reflete-se na saúde. Basta considerar que os elementos básicos à nossa sobrevivência nada mais são do que o meio ambiente adaptado ao nosso consumo, como a água e os alimentos, bem como o ar, o qual deveria ser consumido por nós livre de interferência humana, inalterado em suas características naturais.

Com o desenvolvimento industrial, assinalam-se inúmeras alterações no quadro ambiental, sendo que é grande o contexto de degradação da água, do ar, dos solos, o que se reflete em doenças à população, sobretudo à de baixa renda, à qual não têm acesso à locais privilegiados de moradia, nem à produtos de alta qualidade, com menores possibilidades de contaminações.

Exemplos deste contexto são os grandes impactos ambientais globais, como o efeito estufa adventício, o aquecimento global, o buraco na camada de ozônio, a poluição e escassez de água para abastecimento das populações, dentre outros.

Desta forma, torna-se clara a necessidade da emergência de novos paradigmas de produção e consumo, buscando-se assim frear o vigente consumismo, minimizando a demanda por recursos naturais e a geração de resíduos, promovendo, ao mesmo tempo, um manejo mais adequado do meio ambiente e melhores condições de saúde.

Porém, existem interferências negativas do meio ambiente sobre a saúde que ocorrem em decorrência de características naturais, independentemente da ação antrópica (também denominada tecnogenética).

Paralelamente àquelas questões ambientais com implicações à saúde em escala global, há que se pensar a escala local, na qual a relação entre o ambiente e a saúde é de extrema importância. Ilustra tal situação o caso das populações rurais ou até mesmo urbanas que consomem água sem tratamento ou com deficiências no mesmo, como é o caso de Itambaracá-PR.

Dessa forma, o presente trabalho pretende em um primeiro momento trazer uma revisão bibliográfica acerca do tema Saúde Ambiental, tendo a água como foco principal, abarcando a questão legal, bem como a importância do uso de geoindicadores como instrumentos de planejamento.

Em um segundo momento, apresenta-se o caso do município de Itambaracá-PR, o qual se situa em área de anomalias geoquímicas relacionadas à problemas de saúde coletiva na região, com séria prevalência de fluorose dentária (PINESE et al., 2002; CARDOSO, 2002), apresentando além das características socioeconômicas e ambientais, um levantamento geoquímico das águas superficiais e subterrâneas, proposto como instrumento qualitativo de planejamento e gestão de ações no campo de Saúde Ambiental.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GERAL**

Evidenciar a colaboração da Geografia da Saúde e Geologia Médica como base para ações de compreensão das relações entre ambiente e saúde, buscando assim a minimização dos riscos de impactos sobre a saúde humana, como o ocorrido em Itambaracá-PR.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apresentar a importância do uso de geoindicadores, sobretudo qualidade de águas superficiais e subterrâneas como instrumento de planejamento;
- Discutir as relações entre ambiente e saúde;
- Mensurar características geoquímicas de qualidade de água em Itambaracá-PR;
- Analisar as relações entre água - sobretudo no que diz respeito ao Flúor em águas subterrâneas - e saúde em Itambaracá-PR.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho, primeiramente buscou-se efetuar uma revisão bibliográfica acerca da temática, tanto nas áreas da Geografia como na Geologia, Medicina e Odontologia.

A segunda etapa consistiu na coleta das amostras de águas superficiais, as quais seguiram as recomendações técnicas, a saber, uso de frasco de polietileno, enxaguado por no mínimo seis vezes com a água a ser analisada (para evitar interferências nos resultados). Após a coleta, foi realizado o georreferenciamento dos pontos de amostragem, possibilitando o futuro mapeamento dos pontos de coleta.

As análises químicas foram efetuadas no laboratório de química analítica da Universidade Estadual de Londrina. Na determinação de íons Fluoreto utilizou-se o método da potenciometria direta, no qual são necessários dois tipos de eletrodos, o eletrodo seletivo a íons Fluoreto e um eletrodo de referência de calomelano. Para determinar a concentração do íon Fluoreto nas amostras, calibrou-se primeiro o aparelho com cinco padrões de concentrações variáveis e depois construiu-se o gráfico de calibração para obter as concentrações de íons Fluoreto nas amostras de água (FERNANDES et al., 2001).

Sódio e Potássio foram determinados pelo método da fotometria de chama, e as concentrações de Sódio e Potássio nas amostras foram calculadas através do gráfico de calibração. A obtenção dos valores de Cálcio se deu através da técnica de absorção atômica, de acordo com a metodologia proposta em Standart Methods (2005).

Através do software SPRING®, utilizando-se de uma mesa digitalizadora realizou-se, em um primeiro momento a digitalização do mapa do Município de Itambaracá, com escala base 1:50 000. Após a digitalização, com base nas análises químicas e nas anotações de campo das coordenadas geográficas foram confeccionados os mapas com o monitoramento geoquímico das águas superficiais e subterrâneas, através de software específico de interpolação geoestatística, sendo também produzidos blocos diagramas em 3D, possibilitando assim uma maior e mais fácil compreensão do comportamento de tais anomalias.

No que se refere aos dados epidemiológicos, de morbidade e

mortalidade, em razão da não disponibilidade de dados georreferenciados, utilizou-se a base de dados do DATASUS, mantido pelo Ministério da Saúde, o que não permitiu a análise espacializada de tais parâmetros.

Em termos metodológicos, pelas características do trabalho, não houve o enquadramento em alguma teoria ou opção pré- estabelecida, visto a possibilidade de tal procedimento poder acarretar limitações em termos de resultados.

Deste modo, utilizou-se de ferramentas prospectivas e analíticas difusas, objetivando o levantamento e a compilação de dados do meio físico local e de saúde da população na área de estudos, os quais possibilitaram a correlação e compreensão das relações entre o ambiente e a saúde, especialmente no que se refere ao Flúor e Fluorose Dentária em Itambaracá-PR.

### **3 ARCABOUÇO LEGAL SOBRE AMBIENTE E SAÚDE NO BRASIL E NO ESTADO DO PARANÁ**

Visando contextualizar a discussão das relações entre ambiente e saúde, apresenta-se de forma simplificada os principais aspectos legais sobre a temática.

O Brasil apresenta complexo arcabouço legal sobre a temática ambiental. A Constituição Federal, em seu artigo 225, estabelece que:

todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presente e as futuras gerações.

O texto constitucional traz importantes conceitos em relação ao ambiente: ele é visto como um direito e dever de todos, estando diretamente relacionado com a Saúde Pública.

Dentre os diversos aspectos ambientais, os recursos hídricos são objetos de extensas normas.

A implementação do Código de Águas (Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934) ficou a cargo de órgãos federais, no que diz respeito às águas de domínio da União, e de órgãos estaduais, nas de domínio dos Estados. Na órbita federal, essa competência era do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, compartilhada com o Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS nas áreas sujeitas à ocorrência das secas. Os Estados também constituíram órgãos para aplicar o Código de Águas, e seus atos mais importantes eram as autorizações para a derivação de águas e as concessões para o aproveitamento de energia hidroelétrica.

A gestão das águas limitava-se à gestão de sua quantidade, sem preocupação com sua qualidade. A isso acresce que a gestão de quantidade estava basicamente condicionada às concessões para aproveitamento hidroelétrico, tanto nas águas federais quanto nas estaduais. Na década de 1970 surge a preocupação com a poluição em geral e, particularmente, das águas. Os Estados mais

industrializados, especialmente São Paulo e Rio de Janeiro, passaram a legislar sobre o controle da poluição das águas, do ar e do solo. Vieram, assim, a controlar a poluição em todas as águas existentes em seus territórios, sem limitações quanto ao seu domínio.

A Lei 6.938/81, dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, integrado por Órgãos Federais, Estaduais e Municipais, responsáveis pela proteção ambiental. O órgão superior desse Sistema é o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, ao qual compete, entre outras atribuições, “estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos”. Note-se a ênfase dada aos recursos hídricos entre os demais recursos ambientais. Aliás, a mesma lei também enfatiza as águas ao definir os recursos ambientais como: “A atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora”.

No exercício de sua competência, o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente - editou a Resolução 020, de 18.06.1986, que inaugura no âmbito nacional, a gestão da qualidade das águas e que, por sua importância e seus reflexos na Política Nacional de Recursos Hídricos, merece consideração muito especial, classificando as águas doces, salobras e salinas do território nacional, definindo os padrões de qualidade de cada uma dessas classes, segundo os usos preponderantes que se quer dar-lhes. Tal resolução foi posteriormente revogada e substituída pela resolução CONAMA 357 de 17/03/2005, a qual trata do enquadramento dos corpos hídricos superficiais para captação (mananciais de abastecimento) e regulamenta parâmetros para lançamento de efluentes.

A Lei 9.433/97 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, vinculando a gestão de recursos hídricos com a gestão do meio ambiente, definida no texto legal, aumentando a responsabilidade dos diversos atores sociais, envolvendo a crescente participação das comunidades, em particular na área das bacias hidrográficas.

Dentre os elementos de gestão e controle dos recursos hídricos, destaca-se a outorga do direito de uso da água, a qual é definida por Granziera (2001, p.180) como sendo “o instrumento pelo qual o Poder Público atribui ao interessado, público ou privado, o direito de utilizar privativamente o recurso hídrico”.

O regime de outorga de direitos de uso dos Recursos Hídricos tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Pires (2006, p.122) destaca que “é importante salientar que a outorga é ato de autoridade competente do Poder Público e não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas no simples direito de seu uso”.

A base legal para o mecanismo de outorgas já é bastante antigo, embora sua aplicação ainda não esteja contemplando todos os pressupostos legais, visto existirem diversos usuários não outorgados que se utilizam cotidianamente de Recursos Hídricos.

O Decreto 24.643/34, ao definir o regime das outorgas, referia-se às figuras de concessão administrativa, para os casos de utilidade pública, e da autorização administrativa, para outras finalidades (art.43). A Lei 9.433/97 não alterou essa regra, mas a Lei 9.984/2000, que criou a Agência Nacional das Águas (ANA), estabeleceu que a outorga será feita por meio da autorização (PIRES, 2006).

Conforme Meirelles (1993, p. 520),

a outorga será expedida por meio de autorização, que é ato administrativo discricionário e precário pelo qual o Poder Público torna possível ao pretendente a realização de certa atividade ou utilização especial de um bem público. Não obstante, a Lei instituiu uma nova forma de autorização, porque ela será expedida com prazo determinado, que pode ir até 35 anos, prorrogável.

O artigo 12 da Lei 9.433/97 elenca os seguintes usos de Recursos Hídricos que estão necessariamente sujeitos à outorga pelo Poder Público:

Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

I – derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;

II – extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III – lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.

IV – aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Como destaca Pires (2006), a disposição legal exige o ato de outorga para o lançamento de águas residuárias e efluentes em geral, o que não era previsto no Código das Águas. O lançamento deve ser feito na conformidade da Legislação Ambiental, notadamente da Resolução CONAMA 357/2005, para manter o corpo receptor nos padrões de qualidade de sua classe.

Por se tratar de bem vital e social, a Lei 9.433/97 prevê as seguintes isenções de outorga para uso de Recursos Hídricos:

§ 1º. Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos habitacionais, distribuídos no meio rural;

II – as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;

III – as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

A outorga do direito de uso dos Recursos Hídricos é competência da União, nas águas de seu domínio, através da Agência Nacional das Águas, e dos Estados, através de seus órgãos competentes, no caso paranaense, da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA).

No plano qualitativo, destaca-se a Portaria n. 518, de 25 de março de 2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a qual estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

No art. 4 da referida Portaria define-se água potável como “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”.

Entretanto, destaca-se que no texto não há valores para todos os parâmetros que deveriam ser considerados para a potabilidade, bem como alguns valores que deveriam sofrer revisão, como no caso do Flúor, aceito com concentrações de até 1,5 mg/L, o qual pode ser considerado muito elevado, sendo que para países de Clima Tropical, o ideal seriam concentrações da ordem de 0,7 mg/L, como demonstram diversos trabalhos (CARDOSO, 2002; MORITA et al., 1998; PINESE et al., 2001; PINESE et al., 2002; PIRES, 2005).

No âmbito do Estado do Paraná, a Lei n. 12.276, de 26 de novembro de 1999, institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, a qual baseia-se nos seguintes pressupostos:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A análise da Lei Estadual citada permite concluir que a mesma encontra-se em consonância com a Legislação Federal, primando o uso múltiplo e esclarecendo se tratar de recurso finito e com valor econômico.

Os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos são:

- I - o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- II - o Plano de Bacia Hidrográfica;
- III - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- IV - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

V - a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos;

VI - o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

No Estado do Paraná, as atividades poluidoras, potencialmente poluidoras e/ou usuárias de Recursos Naturais dependem de Licenciamento Ambiental, o qual fica à cargo do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). A base legal estadual para o Licenciamento ambiental encontra-se na Resolução SEMA 031, de 24 de agosto de 1998, a qual dispõe sobre o licenciamento ambiental, autorização ambiental, autorização florestal e anuência prévia para desmembramento e parcelamento de gleba rural.

Percebe-se, assim, que a gestão racional e moderna dos recursos hídricos e naturais de forma geral é indissociável das práticas do desenvolvimento sustentável. Trata-se de um requisito essencial para a sobrevivência do ecossistema planetário, que tem já o seu ciclo hidrológico seriamente afetado, trazendo sérios reflexos à saúde humana.

No que se refere à saúde, a Constituição Federal destina uma seção no capítulo acerca da Seguridade Social, configurando a saúde como um direito de todos e um dever do Estado, sob a garantia de políticas econômicas e sociais dirigidas tanto para a redução dos riscos de doença e outros danos à saúde, quanto para o acesso universal e igualitário às ações e serviços de promoção, proteção e recuperação da saúde em um sistema único, como descrito no Artigo 196 da Constituição Federal.

Rodriguez Neto (2003, p. 96) aponta que:

No relativo ao dever, não só está referido o dever do Estado quanto à execução das ações de promoção, proteção e recuperação da Saúde, como algo sem efeitos práticos imediatos, mas de grande impacto político, que é o dever de executar políticas econômicas e sociais que visem à *redução do risco de doenças e outros agravos*<sup>1</sup>.

No que se refere ao sistema único, trata-se do Sistema Único de Saúde (SUS), o qual abarca todos os serviços públicos de saúde, seja na esfera federal, estadual ou municipal, bem como os serviços privados credenciados através

---

<sup>1</sup> Grifo nosso.

de convênios e/ou contratos.

Vasta é a produção bibliográfica acerca da organização, funcionamento, conquistas e problemas do SUS, destacando-se Carvalho et al.(2001), Vasconcelos e Pasche (2006), Paim (2006), Lucchese (2006), Cohen et al. (2006); Rodriguez Neto (2003) e Lima et. al. (2005).

Regulamentando e complementando o texto constitucional, constam na base legal da Saúde no Brasil as Leis 8080/90 e 8142/90, chamadas de Leis Orgânicas da Saúde, bem como o Decreto 99438/90 e as denominadas Normas operacionais Básicas (NOB).

Atualmente, além das questões ligadas à prevenção e recuperação da saúde, há que se considerarem os aspectos ligados aos fatores que influenciam a saúde, dentre os quais é destacado o meio ambiente.

Visando abarcar tal aspecto, através da Lei n. 8.080, de 19 de setembro de 1990, que dispõe sobre as condições para promoção, proteção e recuperação da saúde, implementa-se a Vigilância Ambiental.

Vários são os instrumentos legais que compõem as bases da Vigilância Ambiental, destacando-se a Portaria MS n. 1.399, de 15 de dezembro de 1990, a qual dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes.

Através do Decreto n. 3450 de 09 de maio de 2000, aprova-se o estatuto da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), a qual tem como competência a gestão do Sistema de Vigilância Epidemiológica e Ambiental em Saúde.

## 4 CONCEITOS SOBRE SAÚDE

Os estudos da evolução histórica de um determinado campo de conhecimento permitem uma melhor compreensão das questões a ele correlatas, contribuindo para o desenvolvimento de um senso de análise mais crítico. Desta forma, será traçado um breve panorama das diferentes concepções e conceitos sobre a saúde.

Desde os primórdios da humanidade, podemos imaginar que a pergunta “o que é ter saúde” habitava no imaginário das pessoas.

A princípio, quando os homens viviam em pequenos grupos e eram nômades, ao ocorrer a escassez de determinado elemento, como comida, água ou abrigo, deslocavam-se para garantir a sobrevivência. Como demonstram Gutierrez e Oberdieck (2001), o que acontecia com os seres humanos era até então explicado do ponto de vista mágico, religioso e sobrenatural. Assim,

a chegada do outono ou inverno que trazia a falta de determinados frutos ou caça, ou pesca, era atribuída aos deuses que sopravam o vento frio, causador da falta destes elementos, porque estavam irados por determinados comportamentos ou atitudes dos homens. Caso alguém morresse de frio, por falta de alimento ou por doença, essa era a vontade desses deuses que se cumpria (GUTIERREZ; OBERDIECK, 2001, p. 1-2).

Com o passar do tempo o homem foi se distribuindo espacialmente, se diversificando e se especializando, o que lhe permitiu o domínio de técnicas, ainda que rudimentares, de cultivo da terra, possibilitando a sua fixação espacial, bem como a criação e disseminação de distintas culturas e tradições para lidar com a questão da saúde.

Cerca de 3000 a. C., conforme Gutierrez e Oberdieck (2001), Egito, Índia e China já haviam estruturado sistemas teóricos empiristas para tratar a questão da saúde, fundamentados em complexas filosofias, relegando-se ao segundo plano os elementos mágico-religiosos. A saúde é vista então como

um estado de isonomia, ou seja, de harmonia perfeita entre os quatro elementos que compõem o corpo humano: terra, ar, água e fogo. A doença aparece como consequência da ação de fatores externos que provocam, no organismo, uma disonomia entre os elementos (p.4).

Entre os séculos VI e IV a. C., viu-se emergir a civilização que mais nos influenciaria: trata-se da Grécia, que teve sua cultura difundida por todo o Ocidente pelo Império Romano.

Os gregos, de acordo com os já citados autores,

concluem que a observação empírica, como a importância do ambiente, a sazonalidade, o trabalho, a posição social do indivíduo, dentre outros, são entendidos como fundamentais para o surgimento das doenças (GUTIERREZ; OBERDIECK, 2001, p.4).

A partir dessa visão, destaca-se Hipócrates como seu grande expoente, o qual é considerado o “pai” da Medicina Moderna. A linha hipocrática buscava valorizar mais o prognóstico, sendo as doenças vistas dentro do quadro de cada indivíduo. Ressalta-se que a ênfase é dada no prognóstico, como é o modelo clássico da medicina ocidental.

Na Idade Média, houve uma espécie de regressão no pensamento acerca da saúde, já que a ocorrência das doenças tinham basicamente duas interpretações: para os pagãos eram devidas à possessão do diabo ou feitiçarias, enquanto que para os cristãos eram vistas como sinais de purificação e expiação dos pecados.

Ao despontar a Idade Moderna, através do Renascimento, praticamente todas as concepções ideológicas e científicas foram revistas, sendo que com a saúde não ocorreu de forma diferente, o que resultou em grandes e significativos avanços, advindos dessa época a base da medicina até hoje vigente.

Existem atualmente diversas definições para o conceito de saúde. Para a Associação Médica Americana (apud CAMPOS et al., 1987, p.8), a saúde depende:

do funcionamento normal dos tecidos e órgãos do corpo; da compreensão prática dos princípios básicos de maneira saudável de viver; e do ajuste harmônico ao ambiente físico e psicológico; contribuindo tudo isso para uma vida mais rica e mais útil à humanidade.

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), a saúde é conceituada como “estado de perfeito bem estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doença ou enfermidade” (apud CAMPOS et al., 1987, p.8).

Além dos citados, existem inúmeros conceitos de saúde. Apesar dessa multiplicidade de definições, ela é garantida a todos pela Declaração Universal dos Direitos do Homem, aprovada em 1948 pela Organização da Nações Unidas (ONU). Assim diz o artigo XXV: “Toda pessoa tem direito a um nível de vida suficiente para assegurar a sua saúde, seu bem estar e o de sua família [...]”.

Porém, nos moldes atuais do capitalismo neoliberal globalizado, “a capitalização da medicina orientou o tratamento da saúde mais para a cura da enfermidade do que para a prevenção, chegando a perverter a ética médica” (LEFF, 2001, p. 310).

Visando minimizar esse quadro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) incluiu em sua pauta de discussões a questão da saúde. O documento final desse encontro, a Agenda 21, dá ênfase na atenção primária à saúde, sobretudo em áreas rurais, bem como na prevenção antes que na correção e tratamento das doenças e na redução dos riscos para a saúde, derivado da contaminação e dos perigos ambientais:

os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito à uma vida saudável e produtiva em harmonia com a natureza” (AGENDA 21, apud LEFF, 2001, p. 313).

Essa concepção abre caminho e mostra a importância de pesquisas interdisciplinares para analisar os efeitos conjuntos das exposições a diferentes riscos ambientais e acerca da exposição e contato de populações com substâncias contaminadoras e/ou tóxicas.

## 5 RELAÇÕES ENTRE AMBIENTE E SAÚDE

As relações entre ambiente e a saúde humana se dão sobretudo através da corrente alimentar, as quais são controladas por fatores de ordem geográfica, geológica (litologia e mineralogia das rochas, o tempo, o clima) e processos geoquímicos relevantes, controladores da transferência dos elementos ao solo, às plantas, à água e aos homens, considerando a passagem “intermediária” pelos animais, sendo que as águas superficiais e subterrâneas representam o mais importante meio de conexão entre a geoquímica das rochas, o solo e a fisiologia humana.

Tais concepções, praticamente irrefutáveis nos dias atuais, tiveram gênese na Antiguidade, com os estudos e postulados de Hipócrates, considerado “pai” da Medicina Moderna, com extensa e importante produção.

Entre as obras mais importantes do chamado *Corpus hippocraticum* está o *Tratado dos ares, das águas e dos lugares* (século V a.C.) que, ao invés de atribuir uma origem divina às doenças, discute suas causas ambientais.

Considerações tais como o clima de região, a água ou a situação da população em lugar em que os ventos sejam favoráveis são elementos que podem ajudar ao médico a avaliar a saúde geral de seus habitantes (CAIRUS, 2005).

A partir da compreensão de que a saúde humana é influenciada pelo ambiente, torna-se de vital importância que seja controlada a relação entre o ambiente externo e o corpo. Para a manutenção dos processos vitais humanos, é essencial que, através da alimentação, sejam ingeridos os chamados macronutrientes, a saber, Ca, Cl, Mg, P, K, Na, S, O, H e S; bem como os micronutrientes, As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, No, Se, Va, Zn, F, I e Si, os quais também possuem importância, porém, há que se ressaltar que, no caso dos micronutrientes, sua assimilação em excesso traz prejuízos à saúde, podendo ser fatal em alguns casos, devendo-se, portanto, ter extrema cautela nas definições de necessidades e toxicidade.

No que se refere à água, depara-se com uma questão essencial para a compreensão das relações entre ambiente e saúde.

Além do uso para consumo e manutenção das funções vitais, é utilizada para uma infinidade de tarefas, como a higienização corporal, lavagem de

roupas, louças e calçadas, combate a incêndios, produção industrial e transporte de dejetos.

Assim, sobretudo nos dois últimos casos, a água pode se transformar no veículo de toda sorte de impurezas, seja na forma de substâncias tóxicas ou de microorganismos patogênicos.

Como demonstra Branco (2002), ao entrar em contato com o corpo humano interno ou externo, essa água contaminada pela ação tecnogenética pode transmitir-nos uma série de estados mórbidos, o que, obviamente é indesejável.

Camdessus et al. (2005) demonstram que, por falta de acesso (problema quantitativo) ou por deficiências qualitativas, anualmente morrem 8 milhões de pessoas no mundo, um número alarmante, que coloca a água como uma das principais *causa mortis* da atualidade.

Visando neutralizar os efeitos nocivos da contaminação das águas, as mesmas passam, ou ao menos deveriam passar, por um processo de eliminação de microorganismos patogênicos, sendo utilizada em larga escala a filtração e a cloração antes da distribuição desta água, denominada potável.

Dentre as doenças que são transmitidas pela água contaminada por microorganismos, destacam-se as infecções entéricas, muito graves em regiões onde o saneamento é insuficiente, como áreas do Norte e Nordeste brasileiro, bem como nas periferias das grandes cidades de todo o país, onde essa má qualidade da água de abastecimento se reflete nos elevados índices de mortalidade infantil, uma vez que as crianças são mais susceptíveis às infecções desse tipo.

Entretanto, além das contaminações que o homem pode causar à água (contaminações antrópicas ou tecnogenéticas), a água pode apresentar-se contaminada naturalmente (impacto geogenético).

Trata-se de regiões onde existem anomalias geoquímicas, ou seja, pela composição litológica natural, elementos químicos são disponibilizados, sobretudo na água em concentrações elevadas, acima das que o organismo humano necessita, o que pode causar doenças. Nesse caso, citamos, de acordo com Martins Jr e Pinese (2003), a contaminação por Arsênio de uma população rural de Bangladesh, a qual resultou em conseqüências gravíssimas à saúde. Outro exemplo de anomalia geoquímica resultando em problemas para a saúde da população, é o caso da anomalia multielementar do Norte do Paraná, a qual destacamos a do Flúor em Itambaracá (PINESE et al., 2002).

## 5.1 CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA

Há tempos, a análise das distribuições espaço-temporais das condições de vida, de saúde e doença das diversas populações vem sendo realizada por pesquisadores que extrapolam os limites do saber médico, havendo contribuições da Geografia, Geologia, Epidemiologia, Odontologia, Toxicologia, dentre outras.

A Geografia, ciência preocupada com as relações entre a sociedade e a natureza, tem, por conseguinte, muito a oferecer aos estudos ligados à saúde e ao ambiente, através da chamada Geografia da Saúde, visto que, conforme Ribeiro (2005, p.65),

constata-se que há uma enorme variação na incidência e na prevalência das mais diferentes doenças e de padrões de saúde, sobre a superfície terrestre, nas mais variadas escalas, tanto em nível mundial quanto meso e microrregional.

Conforme Rojas (2003, p. 13), a Geografia da Saúde é

qualificada como uma antiga perspectiva e uma nova especialização, se distinguindo por localizar-se nas fronteiras da geografia, da medicina, da biologia, das ciências sociais, físicas e biológicas, e por ser essencialmente interdisciplinar.

Ao longo da história da Geografia diversos autores aproximam o saber geográfico aos estudos ambientais e de saúde.

As aproximações entre Geografia e Saúde podem ser divididas em três fases. A primeira, chamada de histórica ou tradicional, foi desenvolvida por médicos interessados pela distribuição e classificação das doenças, sobretudo as infecciosas. A segunda é marcada pela incorporação de conhecimentos mais avançados da Geografia por médicos nos fundamentos metodológicos de suas investigações. A terceira é a que ainda de forma tímida e insipiente abordam os geógrafos, buscando trazer contribuições à compreensão espacial dos fenômenos saúde-doença (ROJAS; BARCELLOS, 2003).

De acordo com Guimarães (2001, p.161), Max Sorre foi quem mais contribuiu para a aproximação entre os estudos geográficos e a saúde, no caso, da temática higienista.

A obra de Max Sorre permitiu a apreensão da doença em termos de um fenômeno localizável, passível de delimitação em termos de área. Inspirado em rumos já delineados por La blache, Demangeon, Jean brunhes e De Martonne, entre outros [...]

Uma das principais contribuições de Sorre foi a formulação de um dinâmico conceito, de *complexo patogênico*, o qual associa perfis epidemiológicos à condições de vida, nas esferas sociais, econômicas e políticas.

Para Sorre (1955, p. 279),

a constituição dos complexos patogênicos depende, em grande parte, do gênero de vida dos grupos humanos e dos costumes que este gênero de vida exerce sobre o vestuário, alimentação e condição de moradia.

No Brasil, correspondem aos estudos da desta primeira fase as obras importantes obras de Castro (2002), Lacaz et al. (1972) e Pessoa (1949), as quais lançaram as bases aos estudos geográficos da saúde no Brasil.

Atualmente, as pesquisas e trabalhos em Geografia da Saúde no Brasil tendem a buscar compreender as relações entre ambiente e saúde, bem como atuar no processo de gestão e melhoria dos sistemas de saúde.

Destarte, busca-se que os resultados alcançados nas pesquisas demonstrem o potencial da Geografia da Saúde para apoiar senão a eliminação de enfermidades, ao menos seu controle, para distribuir com equidade os serviços de saúde e outros básicos, bem como identificar espaços críticos prioritários para o desenvolvimento otimizado de programas de promoção e atenção à saúde, nas mais diversas escalas.

## 5.2 CONTRIBUIÇÕES DA GEOLOGIA

A Geologia, definida por Guerra (1969) como a “ciência que estuda a estrutura da crosta terrestre, seu modelado externo e as diferentes fases da história física da Terra”, vai contribuir para a compreensão das relações entre o meio e a saúde, principalmente através de um de seus ramos: a geoquímica, a qual tem se mostrado como um importante instrumento para trabalhos em Geologia e Geografia da Saúde, sendo responsável por estudar as variações regionais na distribuição dos elementos químicos, principalmente os metálicos e metalóides, seu comportamento geológico-geoquímico, as contaminações naturais ou artificiais e os possíveis danos à saúde animal e vegetal, por excessos e deficiências (SCARPELI, 2003).

A Geologia Médica, de acordo com Selinus (2006, p.1) é “definida como a ciência que estuda a influência de fatores geológicos ambientais relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais”, abordando então o estudo das relações entre os fatores geológicos naturais e a saúde.

Considerando que o ambiente apresenta uma série de redes de interações geológicas e biológicas, caracterizadas pelas relações entre a vida e o planeta Terra, destaca-se que, elementos químicos em quantidades maiores e ou menores que o necessário para o consumo podem apresentar danos à saúde humana e animal.

Diversos autores (SCARPELLI, 2003; SELINUS, 2006) destacam que alguns elementos que ocorrem naturalmente na crosta terrestre são essenciais para a manutenção de nossa saúde, porém outros são tóxicos. Para a manutenção e bom funcionamento dos processos vitais humanos é essencial que sejam ingeridos os chamados macronutrientes (Ca, Cl, Mg, P, K, Na, S, O, H e S); bem como os micronutrientes (As, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, No, Se, Va, Zn, F, I e Si).

Tanto os macro como os micronutrientes apresentam importância nutricional, entretanto, há que se ressaltar que, no caso dos micronutrientes, sua assimilação em excesso traz prejuízos à saúde, podendo ser fatal em alguns casos, devendo-se, portanto, ter extrema cautela nas definições de necessidades e toxicidade.

A partir da compreensão de que os diversos processos de

intemperização fazem com que as rochas se desgastem e formam-se os solos, nos quais o homem realiza seus cultivos para a alimentação; as águas permeiam rochas e solos quando fazem parte do ciclo hidrológico, além da poeira e gases que fazem parte do ciclo geológico da terra, pode-se concluir portanto que, ao ingerir e inalar esses nutrientes em quantidades elevadas, a saúde humana e animal podem sofrer danos.

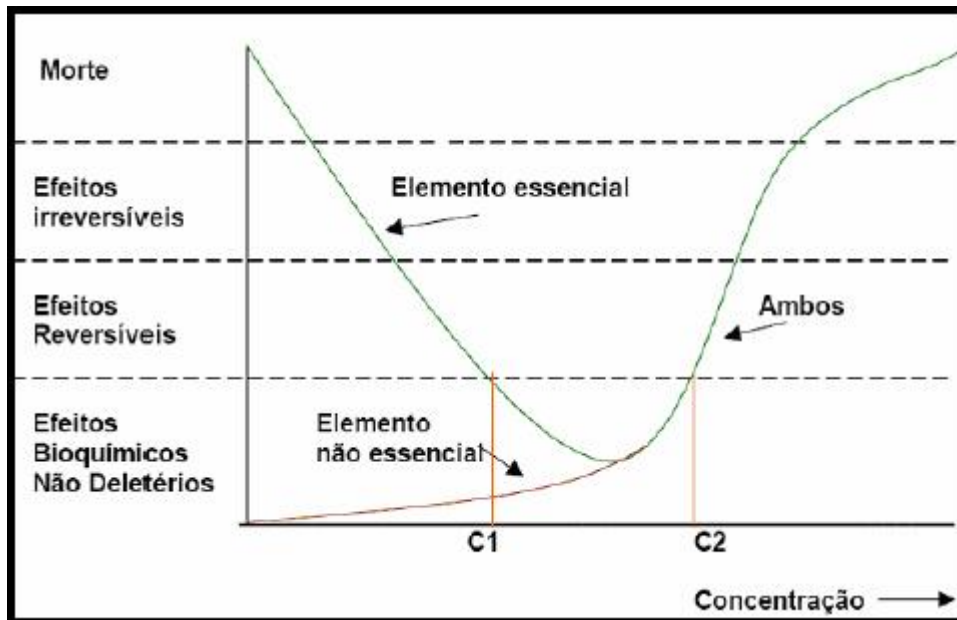
Partindo-se do pressuposto de que, de modo geral, o solo e as águas, bem como a vegetação refletem as composições das rochas, torna-se de grande valor os estudos de identificação de áreas com anomalias geoquímicas, ou seja, locais com concentrações anormais de determinados elementos químicos, tanto por gênese natural como antrópica, já que ao transferir sua composição aos animais e plantas, poderá vir a ocorrer a ingestão humana de elementos em valores acima dos recomendados. Nesses casos, é comum a ocorrência de doenças que acompanham faixas geológicas de composição anômala, como é o caso da fluorose dentária no município de Itambaracá, na Região Norte do Estado do Paraná, como demonstraram Pires e Pinese (2002) e Pinese et al. (2002).

### **5.2.1 Água, Flúor e Saúde**

O Flúor (F-) é um elemento bastante didático para se ilustrar a questão das interações entre o meio e a saúde, podendo ser tanto benéficas, como malélicas. Tal elemento, considerado como traço, quando ingerido em quantidades corretas, é essencial para a saúde humana, principalmente para a boa preservação de ossos e dentes. Entretanto, quando ingerido em quantidades excessivas pode provocar uma série de doenças, dentre elas a fluorose dentária, que torna os dentes manchados e frágeis, e a fluorose esquelética, causadora de dores nas costas e no pescoço, podendo causar até deformações permanentes dos ossos. Contrariamente, a deficiência de Flúor eleva a susceptibilidade dos dentes à carie.

De modo geral, para os mais diversos elementos que o homem consome, há que se fazer a análise e dimensionamento dos valores ótimos de absorção. Através da figura 1, observa-se, de modo genérico, os efeitos no

organismo do consumo em excesso e/ou deficiência dos elementos essenciais e não essenciais.



**Figura 1** – Padrão de resposta biológica (curva dose-resposta) à elementos essenciais e não essenciais.

**Fonte:** Adaptado de Capitani, 2003.

A análise da figura 1 permite constatar que, para os elementos essenciais, o consumo em baixos níveis ou em níveis extremamente elevados pode causar efeitos nocivos e até a morte, enquanto que para os elementos não essenciais, o consumo em baixas quantidades causa efeitos não deletérios, embora se consumidos em grandes quantidade pode causar efeitos nocivos e até morte. No gráfico citado, entre os pontos C1 e C2, a atividade metabólica é normal, sendo portanto o intervalo de concentração ótima para as funções bioquímicas humanas.

Deste modo, os estudos visando a definição deste intervalo ótimo de consumo nos mais diversos elementos deve ser preocupação primordial dos estudos em Saúde Ambiental, os quais devem embasar a Legislação de modo mais adequado às realidades ambientais e sociais do Brasil.

Destaca-se, neste âmbito a contribuição advinda da ecotoxicologia, a qual, pode ser compreendida como o estudo do destino e efeitos de substâncias químicas (xenobióticos) em um determinado ecossistema, baseado em métodos laboratoriais e pesquisa de campo (CAPITANI, 2003). Ou seja, é a disciplina que

descreve os efeitos tóxicos de vários agentes químicos nos organismos vivos, especialmente em populações e comunidades dentro de ecossistemas.

O quadro 1 demonstra as relações entre a concentração de Flúor em água e seus respectivos efeitos sobre a saúde.

<i>Concentração em mg/L</i>	<i>Efeitos sobre a saúde</i>
0	Limitações do crescimento
0,0 – 0,5	Não evita cárie dental
0,5 – 0,7	Evita enfraquecimento dos dentes, com efeitos benéficos sobre a saúde
0,8 – 4,0	Fluorose dental (manchas nos dentes)
4,0 – 10,0	Fluorose dental grave e fluorose esquelética (dores nas costas e ossos do pescoço)
> 10,0	Fluorose deformante

**Quadro 1** – Efeitos do elemento Flúor em água sobre a saúde humana.

**Fonte:** adaptado de Scarpelli, 2003.

O Flúor possui uma peculiaridade: distintamente de outros elementos traços essenciais à boa saúde, ele é, sobretudo, ingerido com a água. Por esta razão, conforme Scarpelli (2003), tem-se a alta incidência de fluorose em países como Índia, Gana, Tanzânia, Sri Lanka, Quênia, Senegal e, principalmente, na China, nos quais rochas magmáticas ricas em Flúor são abundantes e o abastecimento de água é feito através de poços que são condicionados por tais rochas, ricas em Flúor.

Além da ocorrência natural, como descrita e também observada no município de Itambaracá-PR, o Flúor pode ser introduzido no ambiente pela ação antrópica, através de atividades industriais (gás freon, fluoretos orgânicos, outros) e agrícolas (fertilizantes fosfatados podem conter até 3 a 4% de Flúor) (SCARPELLI, 2003).

O mesmo autor salienta que o aspecto mais relevante da

geoquímica do Flúor é a facilidade com que ele substitui o ânion hidróxido (OH-) nos minerais, inclusive as hidroxi-apatitas ( $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ), que são componentes principais de dentes e ossos do homem e dos animais, as quais são convertidas em fluor-apatitas ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ).

A benéfica ação do Flúor no organismo, ou seja, quando ingerido em doses adequadas, evitando a cárie, de acordo com Fagin (2008, p.57)

tem sua raiz no poder de atração que os íons de flúor exercem sobre os tecidos do corpo que contêm cálcio. De fato, mais de 99% dos fluoretos ingeridos, não excretados em seguida, vão para os ossos e os dentes. Eles inibem o aparecimento das cáries por dois mecanismos distintos: no primeiro, os fluoretos que entram em contato com o esmalte – a camada dura e branca que recobre a superfície do dente – incrustam-se nas estruturas cristalinas da hidroxiapatita, o principal componente mineral dos dentes e dos ossos. Os íons flúor substituem alguns dos grupos hidroxila nas moléculas de hidroxiapatita do esmalte e isso torna os dentes mais resistentes à ação do ácido que dissolve o esmalte. Esse ácido é excretado pelas bactérias da boca, quando consomem os restos de alimentos. No segundo mecanismo, os fluoretos da superfície dos dentes funcionam como catalisadores que aumentam a deposição de cálcio e fosfato, facilitando a reconstituição dos cristais de esmalte pelo organismo, dissolvidos pela ação das bactérias.

Entretanto, de acordo com o mesmo autor, quando a ingestão é em doses elevadas,

os fluoretos apresentam um efeito bem diferente quando altas doses são ingeridas por crianças cujos dentes permanentes estão se desenvolvendo e ainda não nasceram. As principais proteínas no início da formação dos dentes são as amelogeninas, cuja função é regular a formação dos cristais de hidroxiapatita. Quando se forma uma matriz de cristal, as amelogeninas decompõem-se e são removidas durante a maturação do esmalte. Mas quando algumas crianças consomem altas doses de fluoreto, absorvidas pelo trato digestivo e depois transportadas pela corrente sanguínea até os dentes em formação, os sinais bioquímicos falham. As proteínas permanecem dentro do dente que está germinando por um período maior do que o normal, criando assim falhas na estrutura cristalina do esmalte. Como resultado, quando os dentes com fluorose finalmente irrompem, muitas vezes apresentam coloração desigual, com algumas partes mais brancas que outras – efeito visual provocado pela luz refratária que incide sobre o esmalte poroso. Nos casos mais graves a superfície dos dentes fica marcada por manchas marrons. Tanto a alimentação quanto a genética podem influir no desenvolvimento da fluorose, mas o fator mais importante, sem dúvida, é a quantidade de fluoreto ingerido (FAGIN, 2008, p. 58).

Estima-se que mais de 100 milhões de pessoas no mundo todo sofrem de fluorose. Destaca-se que 40 milhões de pessoas são afetadas por

fluorose dentária e, 2 a 3 milhões de fluorose esquelética só na China. Assim, a geoquímica do Flúor em águas subterrâneas possui grande importância social, uma vez que a fluorose pode causar danos persistentes e muitas vezes até incuráveis.



**Figura 2** – Fluorose dentária em estágio inicial, caracterizada pela presença de manchas brancas nos dentes.

**Fonte:** Cunha, 2003.



**Figura 3** – Estágio intermediário da fluorose dentária, onde é marcante a presença de manchas escuras nos dentes, sobretudo da arcada superior.

**Fonte:** Cunha, 2003



**Figura 4** – Fluorose dentária severa, na qual é comum a perda de parte da dentição.

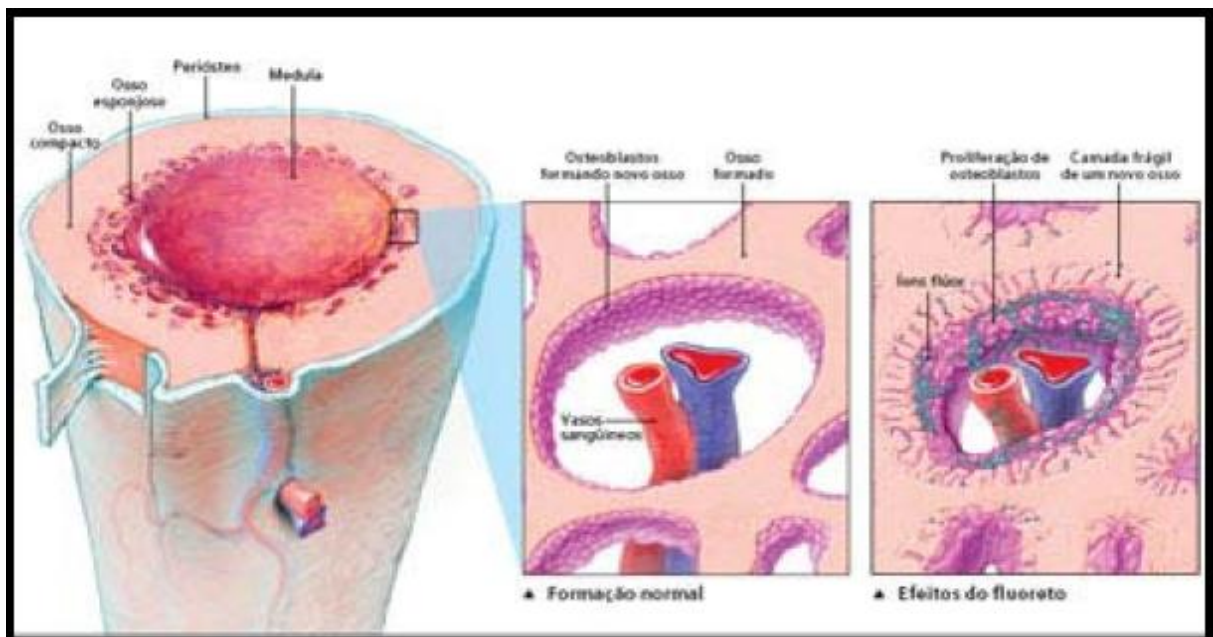
**Fonte:** Cunha, 2003.



**Figura 5** – Fluorose esquelética deformante, ocasionada por ingestão de elevados valores de Flúor, via de regra acima de 10 mg/L.

**Fonte:** Cunha, 2003.

Além dos já citados efeitos dos Fluoretos sobre os dentes, seus efeitos nos ossos são bastante graves, como mostra a figura 5. A figura 6 demonstra a ação do Flúor nos ossos, a qual, em altas concentrações, podem estimular a proliferação de osteoblastos, que são as células responsáveis pela formação dos ossos. Deste modo, além de estimular a mineralização, como também ocorre com os dentes, altera a estrutura cristalina dos ossos, favorecendo a ocorrência de fraturas e intensificando a osteoporose.



**Figura 6** – Efeitos do Flúor nos ossos.

**Fonte:** Fagin, 2008.

Na área de estudos, Cardoso (2002) identificou a prevalência de fluorose dentária em diversos estágios de desenvolvimento em cerca de 60% da população investigada.

## 6 INDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUAS

Como aponta Bandeira (2003), o uso de indicadores tem se mostrado como instrumentais importantes para os gestores e planejadores acompanharem e avaliarem a execução de políticas públicas.

Dentre os diversos indicadores existentes, destacam-se, neste trabalho os geoindicadores, de modo geral, e especificamente qualidade de águas superficiais e qualidade de águas subterrâneas e o Índice de Qualidade das Águas (IQA), sendo este último amplamente utilizado no Brasil.

### 6.1 Os GEOINDICADORES

Os geoindicadores são ferramentas criadas pela União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) para a avaliação de mudanças recentes (até no máximo 100 anos) nos sistemas terrestres, sendo uma metodologia que oferece um novo enfoque de indicadores geológicos, que possibilita a execução de investigações, monitoramentos e análises ambientais.

Conforme Araújo (2006, p.11),

os Geoindicadores constituem uma importante ferramenta para mensurar, identificar e avaliar mudanças rápidas no ambiente natural, com propósito de reconhecer processos geológicos significantes nos ecossistemas e determinar se estes estão sendo afetados por atividades humanas.

Foram desenvolvidos com base em aproximações e técnicas padronizadas usadas nas mais diversas Ciências da Terra. Deste modo, estão enfocados na análise dos componentes abióticos dos ecossistemas e formas terrestres, embora diversos indicadores possam estar intimamente ligados a determinados sistemas biológicos, tanto no tempo como no espaço, de modo que por vezes é impossível diferenciar claramente entre os indicadores que descrevem mudanças produzidas em sistemas inorgânicos daquelas ligadas aos seres vivos

(IUGS, 2007).

De acordo com IUGS (2007), os principais usos dos geoindicadores são:

- avaliar as condições de ambientes terrestres e costeiros, tanto em nível local como global;
- responder às questões relativas às mudanças ambientais;
- possibilitar análises de tendências ambientais pretéritas para assim melhor compreender as causas naturais e/ou antrópicas nos sistemas terrestres.

Podendo ser utilizados para ambientes urbanos e rurais, auxiliam na identificação de impactos ambientais, no monitoramento de ecossistemas de forma contínua, planejamento de atividades minerárias, padrões de uso e ocupação do solo, bem como no planejamento de atividades antrópicas.

Abordando os mais diversos aspectos do ambiente terrestre, são divididos em 27 indicadores. Os Geoindicadores são IUGS (2007):

- Atividade em solo congelado;
- Flutuações de geleiras;
- Fissuras e crostas sobre superfícies desérticas;
- Magnitude, duração e frequência de tempestades de areia;
- Formação e reativação de dunas;
- Erosão por vento;
- Química de corais e padrões de crescimento;
- Nível relativo do mar;
- Posição da linha da costa;
- Níveis de água e salinidade em lagos;
- Vazões e precipitações fluviais;
- Acumulação e carga de sedimentos;
- Morfologia de leitos fluviais;
- Extensão, estrutura e hidrologia de mangues;
- Qualidade das águas superficiais;
- Qualidade das águas subterrâneas;
- Química da água subterrânea na zona não-saturada;
- Nível da água subterrânea;

- Atividade cárstica;
- Qualidade do solo;
- Erosão dos solos e sedimentos;
- Deslizamentos de terra e avalanches;
- Sismicidade;
- Atividade vulcânica
- Seqüência de sedimentos e composições;
- Movimentos superficiais;
- Regime das temperaturas sub-superficiais.

Como já citado, no presente trabalho serão utilizados os indicadores *qualidade das águas superficiais e qualidade das águas subterrâneas*, os quais serão descritos a seguir.

### **6.1.1 Qualidade das Águas Superficiais**

Este indicador busca prover meios metodológicos para analisar e monitorar a qualidade das águas superficiais (rios, córregos, lagos, etc.) a qual é determinada pelas interações entre o solo, os sólidos em suspensão, as rochas, a água subterrânea e a atmosfera, sendo também afetada pelas atividades humanas, sejam agrícolas, urbanas, minerárias, industriais ou de geração de energia.

De acordo com IUGS (2007), entretanto, a maior parte dos solutos nas águas superficiais provém dos solos e do fluxo de água subterrânea, no qual é de grande importância a interação água-rocha.

A qualidade das águas superficiais pode variar espacial e temporalmente em função dos processos morfológicos, hidrológicos, químicos e biológicos.

A seleção das variáveis a serem analisadas depende dos objetivos e do pressuposto disponível para o monitoramento. Trata-se de uma questão complexa, visto que existem muitos parâmetros químicos, físicos e biológicos potenciais que poderiam ser importantes em determinadas áreas.

Dentre os diversos parâmetros, sugere-se o monitoramento dos seguintes (IUGS, 2007):

### - Variáveis básicas

*Metais e elementos traços:* Al, Sb, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Se, Ag, Zn.

*Nutrientes:* amônia, nitrato, nitrito, N total, ortoFosfato, P total.

*Íons principais e sólidos dissolvidos:* Ca, Mg, Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, sólidos totais dissolvidos.

*Medidas diretas de campo:* pH, oxigênio dissolvido, temperatura.

*Compostos orgânicos:* 2,4-D, 2,4,5-T, fenóis, DDT, dentre outros.

### - Parâmetros adicionais

*De importância para a saúde humana:* Ba, Be, F, Mo, Ni, V, radionuclédeos.

*De importância para a agricultura:* B, dentre outros.

No presente trabalho, os parâmetros utilizados para monitoramento da qualidade das águas superficiais, visando possíveis impactos destas sobre a saúde humana serão: Cálcio, Flúor, Fosfato, Magnésio, pH, Potássio e Sódio.

## 6.1.2 Qualidade das Águas Subterrâneas

A qualidade das águas subterrâneas reflete as contribuições atmosféricas, do solo e das reações água-rocha, bem como os impactos das atividades humanas (contaminação tecnogenética).

Por efetuarem movimentos expressivamente mais lentos que as águas superficiais, as águas subterrâneas possuem uma sensibilidade às intervenções mal planejadas, podendo os reflexos ser sentidos nos aspectos qualitativos e/ou quantitativos.

Trata-se de um recurso mundialmente importante para o consumo humano, de modo que as alterações em sua qualidade podem trazer sérias conseqüências. É igualmente importante para a manutenção de *habitats* e da qualidade da recarga dos corpos hídricos superficiais.

A composição química das águas subterrâneas é um importante indicador da conveniência do uso como fonte de abastecimento para consumo humano e animal, bem como para a irrigação, uso industrial e outros.

Destaca-se que a qualidade das águas subterrâneas deve ser analisada no planejamento de quaisquer empreendimentos, visto que mesmo sem a interferência antrópica, a mesma pode apresentar características que restrinjam seu uso para abastecimento humano.

Sugere-se o monitoramento dos seguintes parâmetros (IUGS, 2007):

- *Salinidade*: Cl, Condutividade Elétrica, SO<sub>4</sub>, Br, sólidos totais dissolvidos, Mg/Ca, F.

- *Acidez e estado de óxido-redução*: pH, HCO<sub>3</sub>, oxigênio dissolvido, Fe, As.

- *Radioatividade*: <sup>3</sup>H, <sup>36</sup>Cl, <sup>222</sup>Rn

- *Contaminação agrícola*: NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, carbono orgânico dissolvido, K/Na, P, pesticidas e herbicidas.

- *Contaminação mineira*: SO<sub>4</sub>, pH, Fe, As, demais metais, F, Sr.

- *Contaminação urbana*: Cl, HCO<sub>3</sub>, carbono orgânico dissolvido, B, hidrocarbonetos, solventes orgânicos.

No caso aqui estudado, monitorou-se os seguintes parâmetros: Cálcio, Condutividade Elétrica, pH, Flúor, Potássio e Sódio, os quais são utilizados na busca das possíveis relações entre a característica das águas e a saúde.

## 6.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Desenvolvido pela National Sanitation Foundation (EUA) o IQA - Índice de Qualidade das Águas, leva em consideração nove parâmetros para a criação do indicador, o qual atribui “nota” à qualidade da água, podendo variar entre zero e cem.

Os parâmetros analisados são: oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, temperatura, pH, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez.

Para cada parâmetro elaborou-se uma curva de variação de qualidade, da qual obtém-se um valor atribuído entre zero e cem, dependendo da concentração ou do valor do parâmetro ou variável pesquisada.

De acordo com SEMA (2007), o IQA é determinado pelo resultado ponderado das qualidades estabelecidas para cada parâmetro, conforme a expressão:

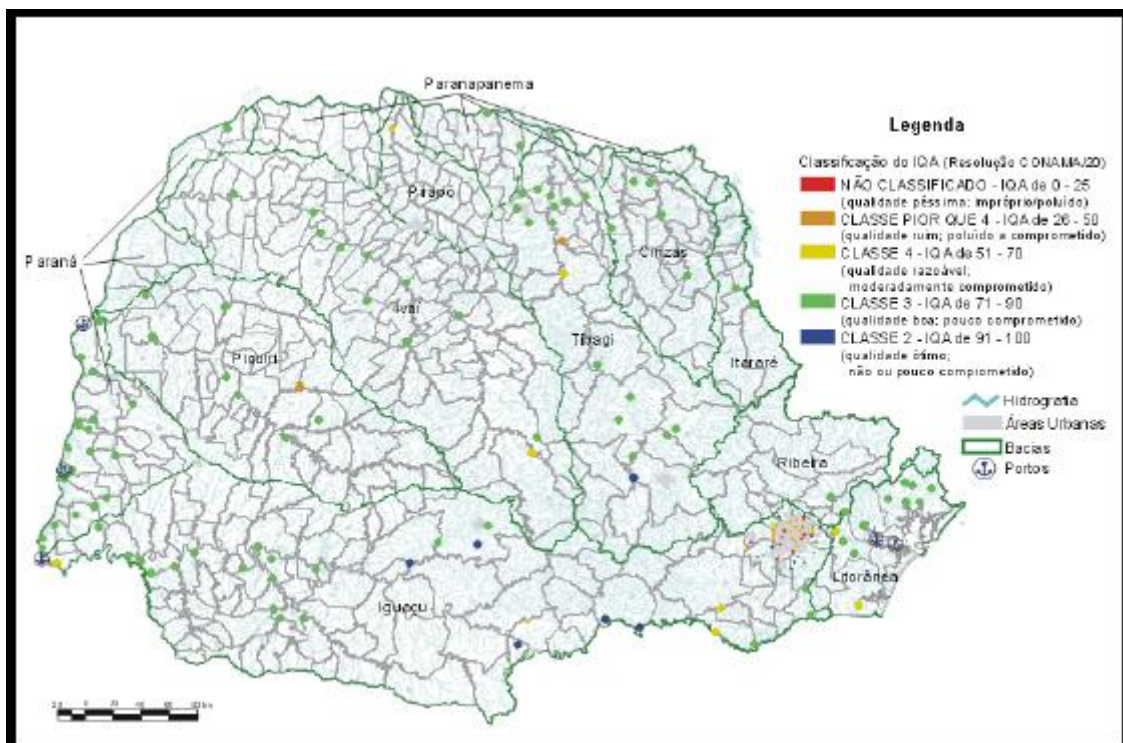
$$IQA = \frac{\sum_{i=1}^n q_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = p \text{ q onde,}$$

IQA = Índice de Qualidade da Água

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro (obtido nas curvas)

$w_i$  = peso relativo do  $i$ -ésimo parâmetro) ( $\sum w_i = 1,0$ )

A partir dos valores obtidos, a qualidade da água bruta pode ser considerada de qualidade ótima, boa, aceitável ou ruim.



**Figura 7** – Índice de Qualidade das Águas no Paraná.

Fonte: Adaptado de IPARDES, 2005.

Como demonstrado na figura 7, tal indicador foi utilizado para a classificação dos principais corpos hídricos do Estado do Paraná.

## 7 O CASO DE ITAMBARACÁ-PR

### 7.1 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E HISTÓRICOS

Datam do ano de 1885 as primeiras informações sobre o início do povoamento da região onde hoje localiza-se o município de Itambaracá. Joaquim Severo Batista percorreu juntamente com um agrimensor por mais de um ano fazendo a demarcação da área. Durante esse período, tiveram contato com os primeiros habitantes da referida terra, os índios da tribo Tupi-Guarani. Ao final da jornada, Severo Batista ficou com o título e a posse de uma área de 40 000 (quarenta mil) alqueires, certidão esta datada de 30 de março de 1885 (EL-KHATIB, 1969).

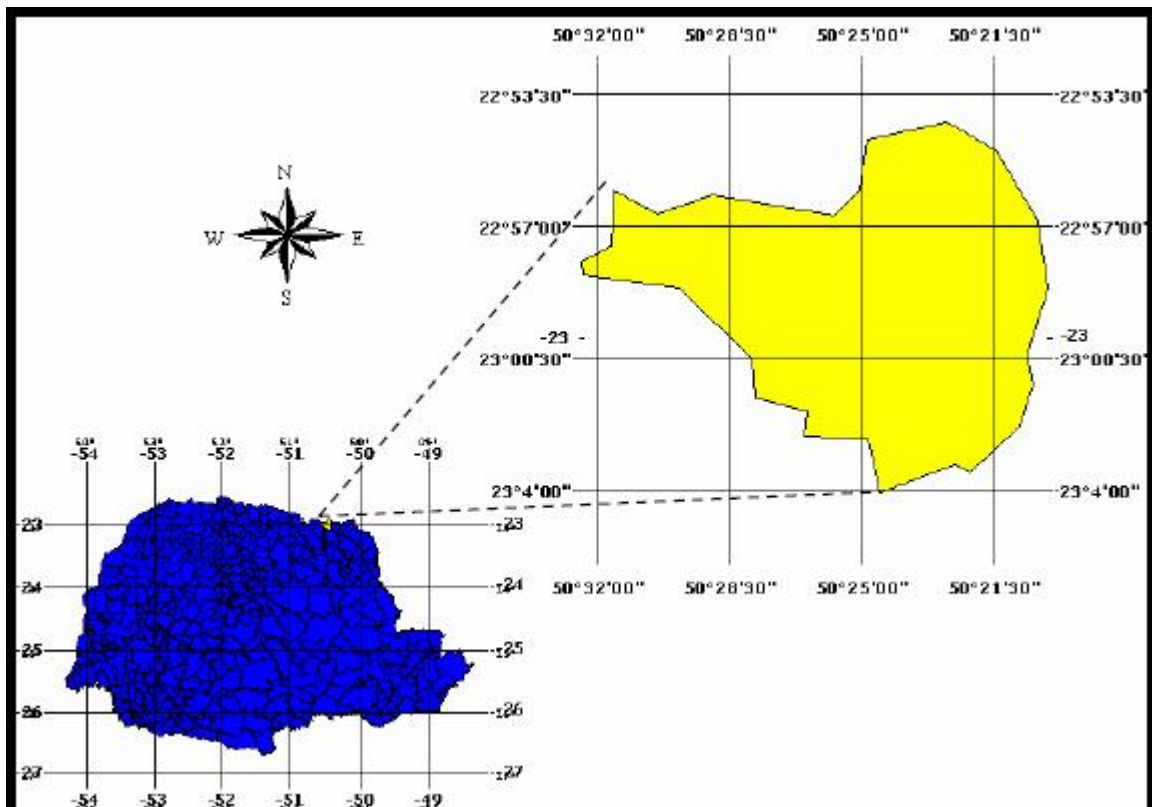


Figura 8 – Localização da área de estudo.

Fonte: INPE, 2004.

O processo de desenvolvimento local, ligado aos solos propícios para a implantação da agricultura e pecuária, fez com que em 31 de dezembro de 1943, por efeito da Lei-Estadual nº 199, fosse criado o Distrito de Itambaracá, termo oriundo da língua Tupi que significa “Pedra do Amor”. Já em 1955, pelo Decreto-Lei Estadual nº 32, de 07 de fevereiro, Itambaracá foi elevado à categoria de município, o qual foi instalado em 30 de novembro de 1955, ocorrendo também a posse do primeiro prefeito (EL-KHATIB, 1969).

O município de Itambaracá, assim como boa parte dos municípios norte-paranaenses teve, a princípio sua economia baseada na cultura do café. Com o declínio dessa atividade, toda a região teve sua economia transformada. Porém, dentre outros fatores, por estar localizado um tanto quanto deslocado do eixo de desenvolvimento do Norte do Paraná, não se observou industrialização local, permanecendo a agropecuária como dominante na economia itambaracaense.

Atualmente o setor se encontra assim distribuído: 400 pequenos produtores (correspondendo a 50% da área cultivada), 63 médios produtores (30%) e 16 grandes produtores (20%), tendo sua produção agrícola concentrada nas culturas de soja, milho, feijão e trigo, que juntas representam 56% da economia do município, onde as culturas secundárias (cana-de-açúcar e café) e a pecuária, dentre outras são da ordem de 24% do total municipal, sendo que os 20% restantes ficam praticamente a cargo do comércio, já que a cidade não possui indústrias expressivas, embora se encontrem em funcionamento algumas unidades agroindustriais de açúcar mascavo, porém sem grande representatividade na economia local.

Tal perfil mostra a grande importância da agricultura e da pecuária, o que acaba por chamar a atenção para a necessidade de adequação das políticas públicas de apoio aos produtores, sobretudo os pequenos, e ao que concerne ao meio ambiente, já que as atividades são muitas vezes realizadas sem atender ao menos a legislação ambiental, o que certamente poderá comprometer a manutenção da produtividade local.

A análise quantitativa dos dados demográficos da área de estudo mostra claramente o poder de atração populacional da cafeicultura, bem como a intensa liberação de mão-de-obra e migração em virtude do declínio do café, sendo que na década de 50 a 60 houve um aumento de 24,44% da população, passando de 9336 para 11618 habitantes, no período em que se registra ainda a época

“áurea” do café.

Já a partir da década seguinte, com o declínio cafeeiro, a população cai bruscamente 43,11% (de 11618 para 6609 habitantes), o que se mostra ainda mais abruptamente na população rural, que passa de 9227 para 4568 habitantes. Nesse caso, um fator peculiar deve ser ressaltado: na década de 1960 o café estava em queda, mas a cultura ainda persistia em praticamente toda a região norte do estado. No entanto, em virtude da usina de açúcar e álcool de Bandeirantes, cidade vizinha, o café em Itambaracá foi substituído pela cana, gerando grande liberação de mão-de-obra, já que a mesma passa a ser contratada apenas para plantio e principalmente para a colheita, na forma de “bóias-frias”.

Na década de 1990 outra queda populacional é constatada.

Entre 1991 e 2001, a população sofreu queda de 26,76%, passando de 9708 para 7089 habitantes. Trata-se de uma questão importante, já que contrapõe a tendência de crescimento que voltava a ser observada (33,12% entre 1970 e 1991), o que pode ser correlacionado com a implantação da Usina Hidrelétrica Canoas I, a qual entrou em operação em 1997, alagando uma área de 905 ha. de terras produtivas do município, desalojando grande quantidade de pequenos produtores e acelerando o êxodo rural, observado pela queda em 56,6% da população do campo.

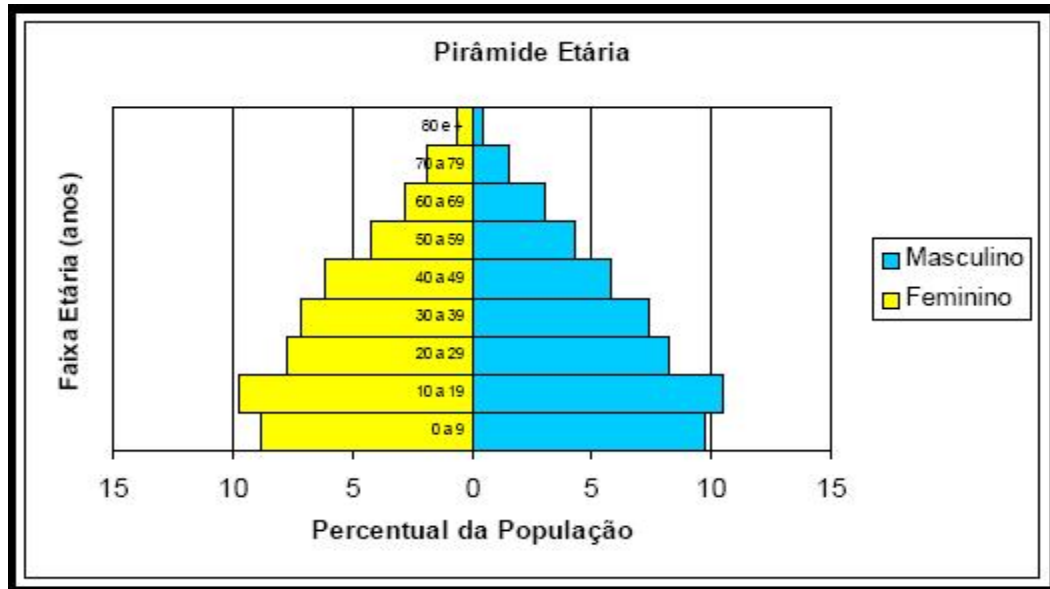
Atualmente, segundo os dados do Censo 2000, citados por PNUD (2003), o município conta com 7090 habitantes, com predomínio absoluto da população urbana, que soma 5303 habitantes, como demonstra o quadro 2.

<i>População por situação de domicílio em 1991 e 2000</i>		
<b>Ano</b>	<b>1991</b>	<b>2000</b>
<b>População Total</b>	<b>9.717</b>	<b>7.090</b>
<b>Urbana</b>	<b>6070</b>	<b>5303</b>
<b>Rural</b>	<b>3.647</b>	<b>1.787</b>
<b>Taxa de Urbanização</b>	<b>0,6247</b>	<b>0,748</b>

**Quadro 2** – População por situação de domicílio em 1991 e 2000  
Itambaracá-PR.

**Fonte:** PNUD, 2003.

Em termos de estrutura etária, como demonstra a figura 9, o Município apresenta-se em situação que inspira atenção, visto que a pirâmide etária apresenta elevadas percentagens de jovens e reduzidas de idosos, o que caracteriza baixos padrões de desenvolvimento e qualidade de vida.



**Figura 9** – Estrutura etária da população em Itambaracá-PR, 2006.

Fonte: DATASUS.

No panorama qualitativo, alguns índices apresentam uma visão da situação de vida da população. Os principais são educação (quadros 3 e 4), renda (quadro 5), vulnerabilidade familiar (quadro 6) e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), apresentado no quadro 7.

<i>Nível educacional da população jovem em 1991 e 2000</i>								
Faixa etária (anos)	Taxa de analfabetismo		% com menos de 4 anos de estudo		% com menos de 8 anos de estudo		% frequentando a escola	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
7 a 14	15,9	4,3	-	-	-	-	80,5	96,6
10 a 14	7,1	3,7	47,3	26,7	-	-	78,6	95,1
15 a 17	4,8	0,5	18,1	4,7	74,9	31,3	49,2	75,5
18 a 24	10,7	4,7	26,6	12,3	66,5	42,9	-	-
Legenda: - não se aplica								

**Quadro 3** – Nível educacional da população jovem, 1991 e 2000 em Itambaracá-PR.

Fonte: PNUD, 2003.

<i>Nível educacional da população adulta (25 anos ou mais) em 1991 e 2000</i>		
	<i>1991</i>	<i>2000</i>
<b>Taxa de analfabetismo</b>	<b>31,5</b>	<b>23,2</b>
<b>% com menos de 4 anos de estudo</b>	<b>58,8</b>	<b>47,4</b>
<b>% com menos de 8 anos de estudo</b>	<b>81,9</b>	<b>73,8</b>
<b>Média de anos de estudo</b>	<b>3,6</b>	<b>4,6</b>

**Quadro 4** – Nível educacional da população adulta em 1991 e 2000 – Itambaracá-PR.

Fonte: PNUD, 2003.

<i>Indicadores de renda, pobreza e desigualdade em 1991 e 2000</i>		
	<i>1991</i>	<i>2000</i>
<b>Renda per capita Média (R\$ de 2000)</b>	<b>132,1</b>	<b>165,1</b>
<b>Proporção de Pobres (%)</b>	<b>44,5</b>	<b>36,8</b>
<b>Índice de Gini<sup>2</sup></b>	<b>0,51</b>	<b>0,51</b>

**Quadro 5** – Indicadores de renda, pobreza e desigualdade em 1991 e 2000 – Itambaracá-PR.

Fonte: PNUD, 2003.

Conforme demonstrado no quadro 6, a renda per capita mensal média cresceu 25%, passando de R\$ 132,10 em 1991 para R\$165,12 em 2000. No que se refere à pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 75,50, equivalente à metade do salário mínimo vigente em agosto de 2000), diminuiu 17,31%, passando de 44,5% em 1991 para 36,8% em 2000. Entretanto, tal situação não se refletiu na redução da desigualdade, sendo que o Índice de Gini manteve-se estável em 0,51 no período analisado.

<sup>2</sup> Trata-se de um instrumento para medir o grau de concentração de renda em determinado grupo. Aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de zero a um. O valor zero representa a situação de igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda. O valor um está no extremo oposto, isto é, uma só pessoa detém toda a riqueza.

<b>Indicadores de vulnerabilidade familiar, 1991 e 2000</b>		
	<b>1991</b>	<b>2000</b>
<b>% de mulheres de 10 a 14 anos com filhos</b>	<b>ND</b>	<b>0,1</b>
<b>% de mulheres de 15 a 17 anos com filhos</b>	<b>4,8</b>	<b>6,4</b>
<b>% de crianças em famílias com renda inferior à 1/2 salário mínimo</b>	<b>58,2</b>	<b>50,8</b>
<b>% de mães chefes de família, sem cônjuge, com filhos menores</b>	<b>6</b>	<b>5,3</b>
<b>Legenda: ND - não disponível</b>		

**Quadro 6** – Vulnerabilidade familiar em 1991 e 2000 em Itambaracá-PR.

Fonte: PNUD, 2003.

Dentre os aspectos ligados à vulnerabilidade familiar, destaca-se a porcentagem de crianças em famílias de baixa renda que, embora tenha apresentado redução no período analisado, ainda se mostra bastante elevada.

<b>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal em 1991 e 2000</b>		
	<b>1991</b>	<b>2000</b>
<b>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal</b>	<b>0,659</b>	<b>0,715</b>
<b>Educação</b>	<b>0,703</b>	<b>0,814</b>
<b>Longevidade</b>	<b>0,686</b>	<b>0,706</b>
<b>Renda</b>	<b>0,588</b>	<b>0,625</b>

**Quadro 7** – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal em Itambaracá-PR.

Fonte: PNUD, 2003.

Em 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Itambaracá foi de 0,715, podendo ser considerado de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8).

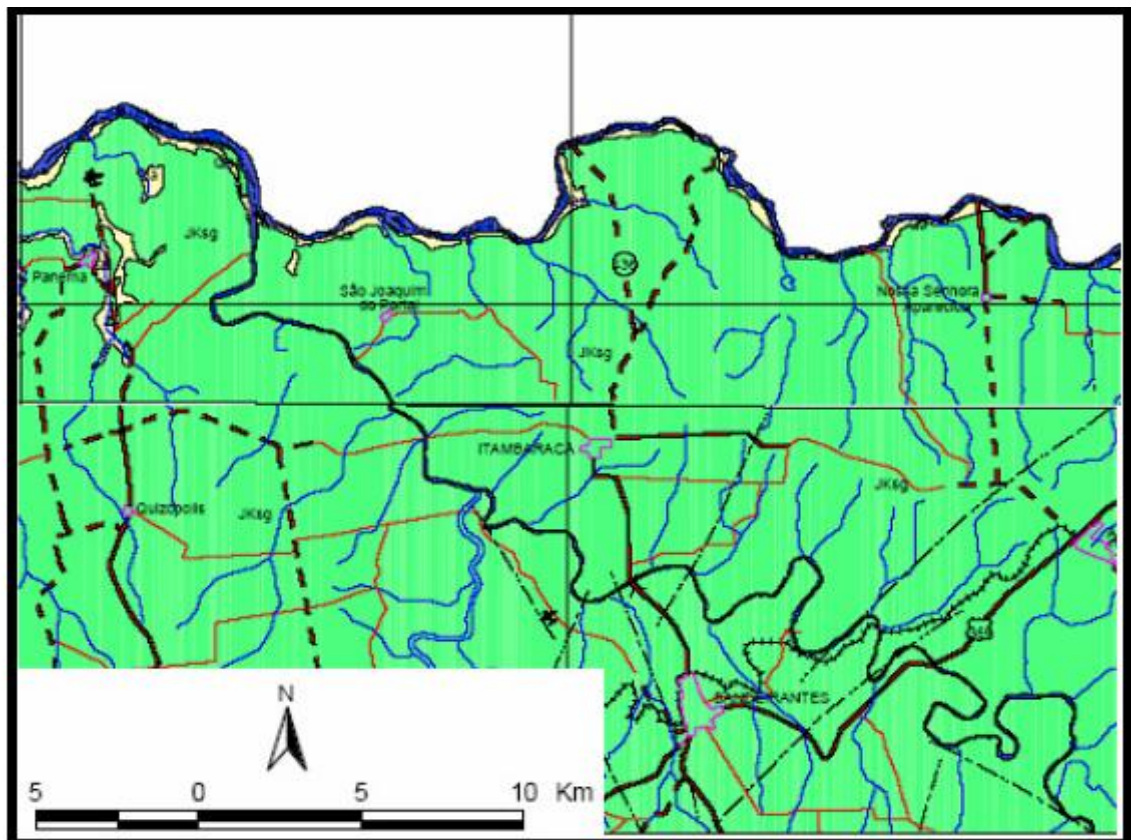
De acordo com PNUD (2003), o indicador que mais contribuiu para a melhoria no IDH de Itambaracá, foi a Educação, com 66,1%, seguida pela Renda,

com 22,0% e pela Longevidade, com 11,9%. No período analisado, o hiato de desenvolvimento humano (a distância entre o IDH do município e o limite máximo do IDH, ou seja, 1) foi reduzido em 16,4%.

## 7.2 ASPECTOS DO MEIO FÍSICO

### 7.2.1 Características Geológicas da Região

O município investigado se insere no contexto da Formação Serra Geral, que foi proposta e introduzida como unidade estratigráfica em 1908 por White (DNPM, 1984), merecendo vários estudos prévios; tratando-se de um perfil clássico de uma corrida de lavas basálticas (DNPM, 1984), conforme figura 10.



#### LEGENDA:

##### Grupo São Bento

■ JKsg - FORMAÇÃO SERRA GERAL - efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdalóides, afaníticos, cinzentos a pretos, raramente andesíticos. Derrames de vulcanismo de fissura continental.

**Figura 10** – Mapa geológico da área de estudo.

**Fonte:** Mineropar 2002.

De acordo com vários autores (MELFI et al., 1988; PINESE et al., 2000), o magmatismo mesozóico recobre mais de 1 200 000 Km<sup>2</sup> nos estados do sul e centro-sul do Brasil, bem como o noroeste do Uruguai, nordeste da Argentina e sudeste do Paraguai. Segundo Salamuni et al. (1969), as “lavas ou vulcânicas” da Formação Serra Geral podem ser consideradas como a maior manifestação vulcânica do mundo, recobrando toda a seqüência sedimentar da Bacia do Paraná, sendo que tal representação possui volume calculado, em 650 mil quilômetros cúbicos.

São verificadas espessuras superiores a 1000 metros para o pacote de derrames, tendo seus pontos extremos em Presidente Epitácio (SP), com 1500 metros e na região limítrofe entre o Rio Grande do Sul, Uruguai e Argentina, onde os derrames são da ordem de 50 metros, devido ao afastamento das fraturas de efusão (PINESE et al., 2000).

Segundo Salamuni et al. (1961), embora não necessariamente, é comum que a porção superficial de cada derrame seja marcada pela presença de basalto amigdaloidal, preenchido com minerais secundários, dentre os quais são comuns o quartzo, a calcita e as zeólitas diversas.

Os derrames de composição intermediária apresentam uma distribuição igualmente ampla, registrando-se em todos os quadrantes da Bacia, porém com extensões e espessuras menores que a dos basaltos. Já o vulcanismo de filiação ácida, ou seja, os riolitos e riodacitos, abrange uma vasta área do Rio Grande do Sul (NARDY, 2002).

No Paraná, as ocorrências vulcânicas ácidas são descontínuas e profundamente recortadas por processos erosivos, estando os melhores afloramentos em Guarapuava (DNPM, 1984; PINESE et al., 2000).

A partir dos levantamentos feitos por DNPM (1984) e Pinese et al. (2000), no panorama geocronológico, as primeiras manifestações são as basálticas, sendo representadas pelos basaltos, que apresentam idades situadas no intervalo de 130 – 150 milhões de anos atrás (Ma.). Nas manifestações de natureza intermediária, representada pelos latitos, as idades situam-se entre 123 e 125 Ma., sendo que as mais recentes são as de composição ácida, como os riolitos, entre 118 e 125 Ma. Tais datações foram obtidas através dos métodos K-Ar, Rb-Sr e Ar-Ar (RENNE et al, 1996).

### 7.2.2 Hidrogeologia

O município de Itambaracá (PR) obtém sua água para abastecimento público através de mananciais subterrâneos confinados do aquífero Serra Geral e em menor escala, dos mananciais do aquífero livre ou freático (PINESE et al. 2001; PIRES et al., 2001), já que esse tipo de recurso hídrico pode ser considerado confiável, de baixo custo e com grande disponibilidade.

Entretanto, estudos recentes demonstraram que o município de Itambaracá se encontra na periferia de uma anomalia hidrogeoquímica multielementar onde se inclui a do Flúor (PINESE et al., 2001; LICHT et al, 1997). A partir de levantamentos epidemiológicos locais, constatou-se a ocorrência freqüente de fluorose dentária grave na população, sobretudo nas crianças de 6 a 17 anos (MORITA et al, 1998).

Conforme Celligoi (1993), na Formação Serra Geral, o fraturamento, que condiciona o armazenamento e a circulação das águas subterrâneas é, em geral, bastante acentuado, sendo que a maioria dos planos de fratura são relativamente extensos, ocupando em sua grande parte todo a altura dos afloramentos, apresentando uma boa regularidade da superfície de quebra e persistência nas suas orientações.

O processamento e contagem dos pólos dos planos de fratura revelou quatro famílias, todas subverticais, com atitudes predominantes: N-S, N45°W, N50°E e N83°E, sendo que esta última, para fins de interpretação geotectônica, será considerada como E-W.

### 7.2.3 Solos

A área de estudo se caracteriza na questão pedológica pela classe do LATOSSOLO VERMELHO, anteriormente denominada Latossolo Roxo, conhecida popularmente como “terra roxa”. Esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos, formados a partir de rochas eruptivas básicas da Formação Serra Geral.

São de coloração arroxeadas, porosas e muito profundas, normalmente com mais de três metros de espessura, não sendo rara, entretanto a ocorrência de solos com mais de cinco ou até mesmo dez metros de profundidade (EMBRAPA, 1984).

No que se refere à erosão, os solos desta classe quando em condições naturais, são muito resistentes, porém após serem colocados sob cultivo, o que é o caso de mais de 90% da área mapeada destes solos no Estado do Paraná, sua susceptibilidade pode aumentar, ou até mesmo diminuir, em função do declive, tipo de manejo, tempo de utilização e espécie de cultura.

Segundo dados da EMBRAPA (1984), os solos desta classe ocupam freqüentemente superfícies de declives suaves, geralmente entre 2 e 8%, o que os habilita a uma intensa mecanização. Com menor freqüência, ocorrem solos em relevos entre 8 e 15%, já não tão propícios para a mecanização, sendo raras as ocorrências de declividades superiores a 15%; se encontram em altitudes bastante variadas, desde 200 metros em Foz do Iguaçu, até acima de 900 metros e Apucarana.

Como são desenvolvidos a partir de rochas da Formação Serra Geral, são encontrados com ampla distribuição geográfica, sendo distribuídos por praticamente todo o Terceiro Planalto Paranaense (Maack, 1981).

O tipo mais comum encontrado no município de Itambaracá é o LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico, conforme classificação recente da Embrapa (1999) verificado também em praticamente todos os municípios do nordeste do estado.

Ocorrem em relevo suave ondulado, caracterizado por elevações de tipos arredondados, declives suaves (0 a 8%) e altitudes variando no intervalo de 200 a 600 metros, sendo que tal unidade pedológica é influenciada pelo clima chuvoso, com estação seca de aproximadamente três meses.

A vegetação primária desta unidade era de florestas tropicais subperenifólias, com árvores de grande porte, como por exemplo as Perobas, Cedros e Grevilhas; vegetação essa que atualmente se encontra amplamente devastada, cedendo lugar à agricultura, podendo-se no entanto encontrar áreas isoladas de vegetação primária em bom estado de conservação.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS Eutróficos (EMBRAPA, 1999) são solos de excelente potencial agrícola, tanto do ponto de vista de propriedades



MINEROPAR (2006) atualiza e redefine os estudos geomorfológicos no Estado do Paraná, subdividindo o Terceiro Planalto em diversas unidades. Como ilustra a figura 11, a área de estudos insere-se nos chamados Planalto de Londrina e Planalto do Médio Paranapanema.

O Terceiro Planalto representa a região dos grandes derrames de lavas básicas do vulcanismo gondwânico, sendo formado praticamente pela Formação Serra Geral, assim, é constituído predominantemente por basaltos, porém ocorrem cerca de 5% de intercalações de arenito junto aos basaltos (MAACK, 1981). Porém, no noroeste do Estado, ocorrem também os arenitos do Grupo Bauru (DNPM, 1984), principalmente com a Formação Caiuá, tratando-se de uma cobertura sedimentar às manifestações vulcânicas da Formação Serra Geral, considerada via de regra, seu embasamento.

Uma supervisão sobre o aspecto geológico e morfológico do sistema orográfico do Estado do Paraná evidencia claramente a correlação das formas existentes com a constituição geológica.

Segundo Maack (1981), a constituição geológica do Terceiro Planalto é relativamente simples. Sobre o pedestal areno-argiloso da escarpa mesozóica, constituída ainda em toda a extensão pelos horizontes alternadamente coloridos do Grupo Passa dois, com as Formações Irati, Serra Alta, Estrada Nova e Rio do Rasto, começam os depósitos eólicos do deserto mesozóico, os arenitos Botucatu, com paredes íngremes, protegidas pelos derrames de rochas básicas, tais como diabásios, meláfiros vesiculares, espelitos, toleitos, vitrófiros, com lençóis finais de diabásio porfirítico e augita-andesita porfirítica.

Localmente na região de Itambaracá, o Terceiro Planalto é caracteriza-se como uma área relativamente baixa e cortada em platôs isolados e mesetas pelos rios das Cinzas, Laranjinha e Congonhas. A parte mais elevada do platô revela um declive de 1150 a 300 metros para o rio Paranapanema desde a serra da Boa Esperança, ao sul de Araiporanga, regionalmente denominada Serra Fria. A leste do rio Congonhas, como também entre os rios Laranjinha e das Cinzas, ocorrem algumas elevações e mesetas isoladas com altitudes de 800 metros situadas na proximidade da escarpa, entretanto, de um modo geral, as altitudes desta paisagem de platôs e mesetas oscilam de 300 a 650 metros (MAACK, 1981).

Embora ambas unidades geomorfológicas locais sejam caracterizadas por relevos suavemente ondulados, recobertos pelas rochas do

magmatismo mesozóico, faz-se necessária sua diferenciação.

A sub-unidade morfoescultural Planalto de Londrina, ocupa área de cerca de 95 km<sup>2</sup>, com classe de declividade predominante menor de 6%, sendo as formas predominantes caracterizadas por topos alongados, vertentes conexas e vales em “V” (MINEROPAR, 2006).

Já a sub-unidade Planalto do Médio Paranapanema, ocupa área maior, com aproximadamente 420 km<sup>2</sup>, com declividades predominantes abaixo de 6%, com topos aplainados, vertentes convexas e vales em “V”, à exemplo da sub-unidade anterior, modelados nas rochas da Formação Serra Geral<sup>3</sup>, conforme Mineropar, 2006.

## 7.2.5 Hidrografia

A área de estudos ocupa parcelas de duas grandes e importantes bacias hidrográficas paranaenses, a saber, Paranapanema 1 e Cinzas, como demonstram as figuras 12 e 13.



**Figura 12** – Bacias hidrográficas do Estado do Paraná.

**Fonte:** Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

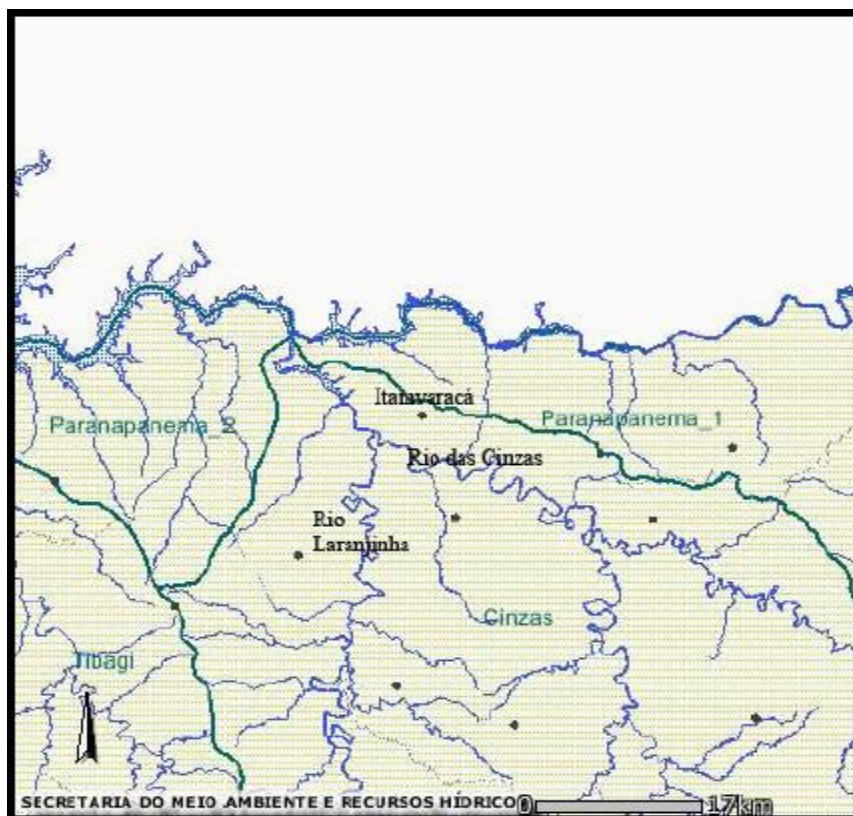
<sup>3</sup> Ver item 7.2.1 – Características Geológicas da Região

A hidrografia do município de Itambaracá é marcada principalmente pelos rios Paranapanema, rio das Cinzas e Rio Laranjinha (ver figura 5).

O rio das Cinzas tem sua origem na Serra das Furnas, o oeste da escarpa devoniana. Após um percurso de 175 km, o rio rompe a escarpa mesozóica, sendo sua foz no município de Itambaracá, nas proximidades de São Joaquim do Pontal, formando o chamado Pontal do Paranapanema. Após 240 km o rio das Cinzas recebe o rio Laranjinha, o qual rompe a escarpa do Terceiro Planalto depois de um percurso de 122km.

O rio Paranapanema, juntamente com seus afluentes da margem sul, abrange 55 530 km<sup>2</sup> no Estado do Paraná, formando a fronteira com o Estado de São Paulo numa extensão de 392 km (MAACK, 1981).

Embora se tratem de rios de dimensões relativamente grandes, localmente eles não são muito aproveitados. O município utiliza para abastecimento público a água subterrânea (e.g. PINESE et al. 2001; PIRES et al. 2001), e além disso não são encontradas na área indústrias ou culturas que necessitem de grandes quantidades de água.



**Figura 13** – Hidrografia da área de estudos.

**Fonte:** Adaptado de Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

No entanto, Itambaracá é diretamente afetada pela construção de usinas hidrelétricas no rio Paranapanema, sobretudo por CANOAS I, que alagou grandes áreas, causando graves prejuízos para os habitantes locais.

Através de projetos em desenvolvimento, pretende-se um melhor aproveitamento local de tais rios, como uma exploração maior, porém sustentável da piscicultura, bem como da pesca esportiva, além de aproveitamento para lazer, com esportes náuticos dentre outros, principalmente no rio Paranapanema, que se encontra represado na região.

### **7.2.6 Clima**

O clima, ao lado do solo, é fator básico de adaptação e produtividade das plantas e animais. Através de análise do comportamento médio dos elementos do clima em uma região é possível distribuir de forma mais racional as produções nas propriedades agrícolas, otimizar o uso dos recursos produtivos, bem como promover formas acertadas de planejamento urbano.

Mendonça (2000, p.23), aponta que

o clima se constitui num dos mais importantes elementos da biosfera do planeta, sendo o conhecimento detalhado de sua dinâmica e interação com os outros elementos do ambiente uma contingência necessária para toda e qualquer atividade humana. Tal contingência é decorrente da estreita dependência entre as atividades agrárias, urbanas e industriais às condições climáticas, não numa relação determinista, mas numa relação de complementaridade, na qual a maior ou menor influência da natureza sobre a sociedade varia conforme a atividade ou escala do fenômeno observado.

A agricultura de Itambaracá, é a mais importante atividade econômica municipal, respondendo por cerca de 80 % do PIB.

Localizando-se numa região de transição climática, o Município tem a possibilidade de cultura de um vasto número de espécies, desde tropicais até temperadas. No entanto, esse fato acarreta uma acentuada variabilidade temporal dos elementos climáticos. Devido a essa inconstância, é muito importante o

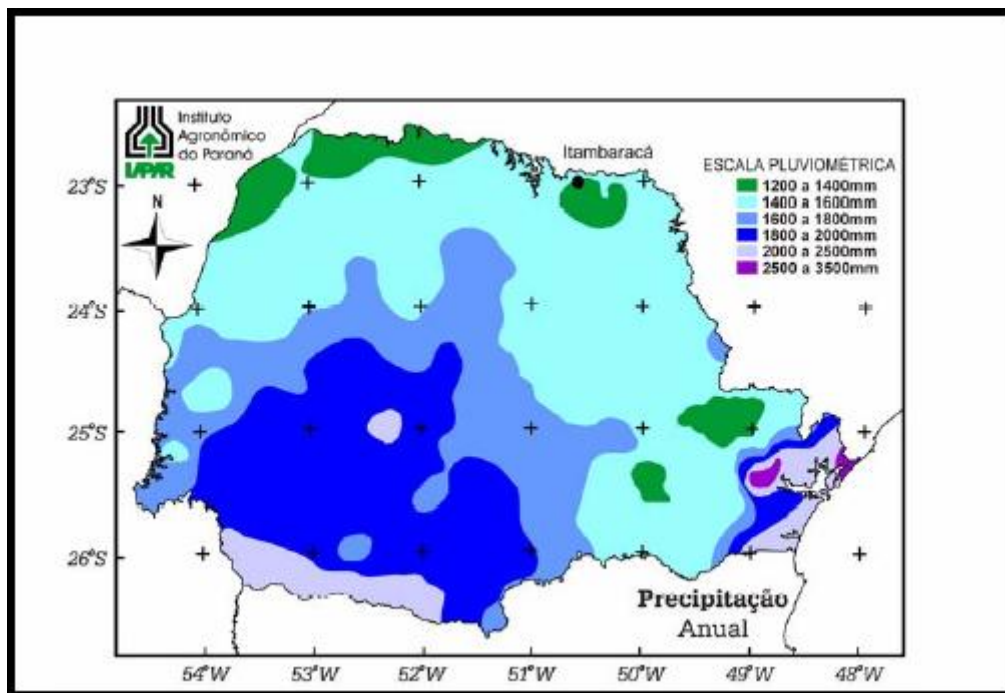
conhecimento dos elementos climáticos e seu comportamento para o planejamento, em bases mais técnicas, das atividades agrícolas e urbanas, conferindo-lhes maior segurança e adequação às condições do ambiente.

Apresenta-se a seguir, os elementos climáticos locais de maior relevância, a saber, precipitação e temperatura do ar, segundo dados do IAPAR (1994).

### - Precipitação

A quantidade e a distribuição de chuva que cai anualmente em certa região é bastante importante, determinando o tipo de vegetação e influenciando a programação das atividades agrícolas. Dessa forma, épocas de plantio e colheita, atividades mecanizadas e mesmo escolha de espécies e variedades estão intimamente relacionadas com o padrão de precipitação local.

Na área de estudo, a precipitação média anual é de cerca de 1500mm, tratando-se de uma região de pluviosidade relativamente média-baixa se comparada ao restante do Estado, onde as precipitações médias estão no intervalo de 1300-2000 mm/ano, como demonstra a figura 14.



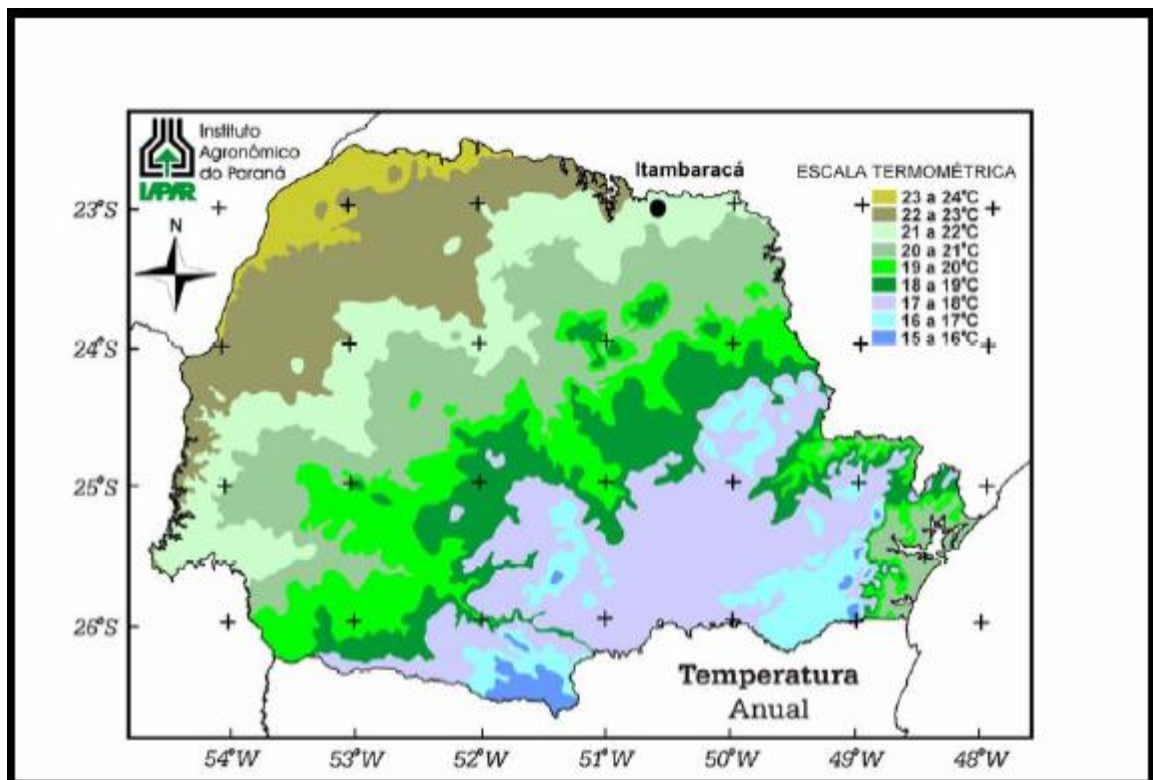
**Figura 14** – Precipitação na área de estudos.

Fonte: Adaptado de IAPAR, 1994.

Os extremos locais de precipitação se dão nos meses de dezembro e janeiro, com as precipitações variando entre 175 a 200 mm/mês, sendo estes os mais chuvosos; já que julho e agosto, no intervalo de 50 a 75 mm/ mês são os que apresentam as menores precipitações.

### - Temperatura do Ar

Os processos biofísicos e bioquímicos que condicionam o metabolismo dos seres vivos e, portanto seu desenvolvimento, são altamente afetados pelas condições energéticas do ambiente, mais especificamente do solo e da atmosfera (IAPAR, 1994).



**Figura 15** – Temperaturas médias anuais.

Fonte: Adaptado de IAPAR, 1994.

Pode-se dizer que todos os processos que condicionam o desenvolvimento e crescimento das plantas e animais têm a temperatura como um dos fatores fundamentais. Assim, tanto a temperatura do solo como a do ar afetam, além da temperatura dos vegetais e alguns animais, processos como a absorção de água e nutrientes, respiração, fotossíntese e evapotranspiração.

Além de todos os efeitos bioquímicos nos seres humanos, há influência da temperatura do ar sobre o comportamento humano, a qual, em combinação com diversos elementos sociais e culturais pode contribuir para elevações sazonais de índices de criminalidade, como apontado por Mendonça (2001).

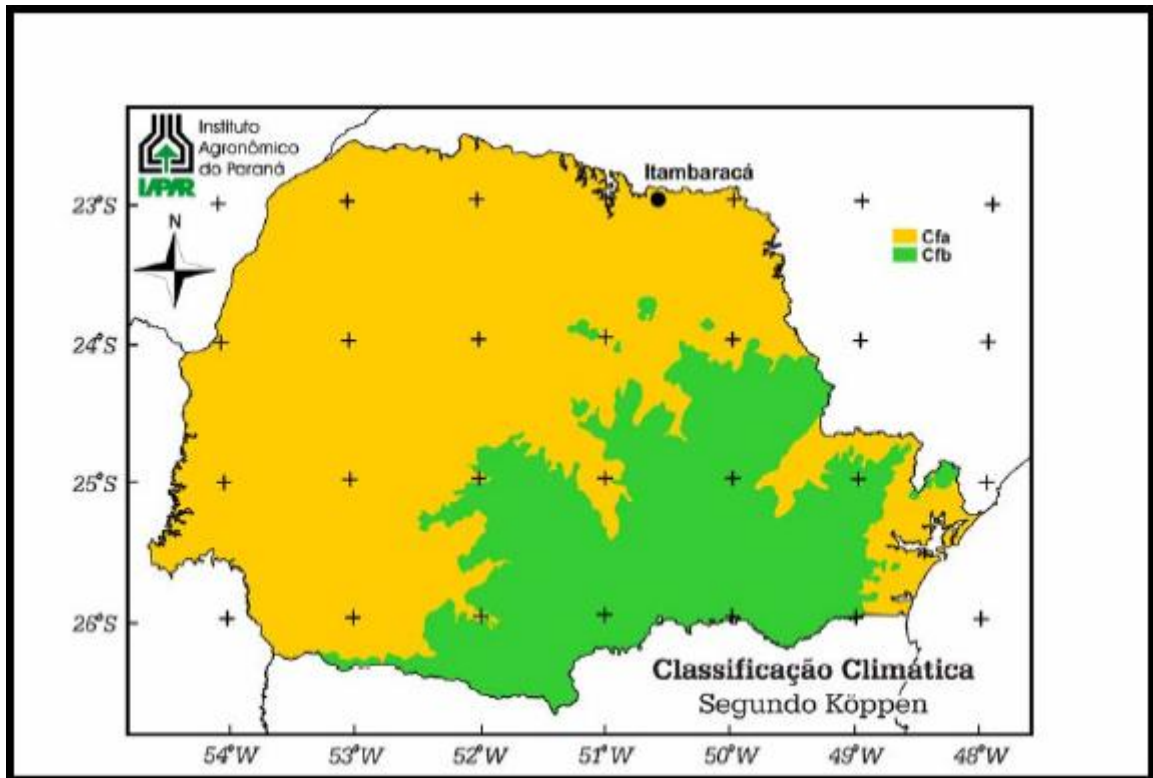
A temperatura média anual na região é de 21°C, onde a temperatura média mínima é de 16°C e a média máxima 28 °C, sendo janeiro o mês mais quente e julho o mais frio (ver figura 15).

Anualmente, o município sofre de 2 a 5 dias de geadas, o que agronomicamente acarreta efeitos prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais, pressupondo assim um maior planejamento no manejo das culturas, a fim de se evitar tais prejuízos.

#### **- *Classificação Climática Local***

Para tal classificação, utilizaremos o sistema Köppen (TREWARTHA; HORN, 1980), que se baseia na temperatura e pluviosidade.

Segundo o sistema Köppen, o clima local é classificado pelo código Cfa, (figura 16) se tratando de clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão.



**Figura 16** – Classificação climática do Paraná.

Fonte: IAPAR, 1994.

### 7.2.7 Vegetação

A vegetação primária da região é a Mata Pluvial Tropical, ocupando a parte Norte do Terceiro Planalto e seus vales fluviais, desenvolvida sobre os férteis LATOSSOLOS VERMELHOS, representando uma variação da Mata Pluvial Tropical do litoral.

Os fatores mais importantes para a formação da mata pluvial, são o grande teor de umidade proveniente da boa distribuição das precipitações, o conseqüente ciclo biológico contínuo e a multiplicidade de espécies que crescem em pequena área. Elevados e delgados troncos com 30 a 40 metros de altura caracterizam os mais importantes exemplares da mata, como as dominantes perobas, as diversas espécies de canelas, timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), timbó (*Ateleia glazioveana*), alecrim (*Holocalyx balansae*), guapeva (*Pouteria torta*), marmeleiro (*Austroplenckia populnea*), pau d'alho (*Gallesia integrifolia*) e figueira branca (*Ficus guaranica*) (MAACK, 1981).

Atualmente, a paisagem vegetal de toda a região Norte do Paraná está altamente modificada. Há algumas décadas, a mata foi retirada, dando lugar a grandes áreas de cultivo; primeiramente o café, e atualmente culturas temporárias como a soja, o milho e o trigo.

Ressaltamos também a devastação ocorrida por ocasião da construção da Usina Hidrelétrica Canoas I, onde a região da represa foi amplamente desmatada, estando suas margens sem a Mata Ciliar, ocasionando diversos problemas.

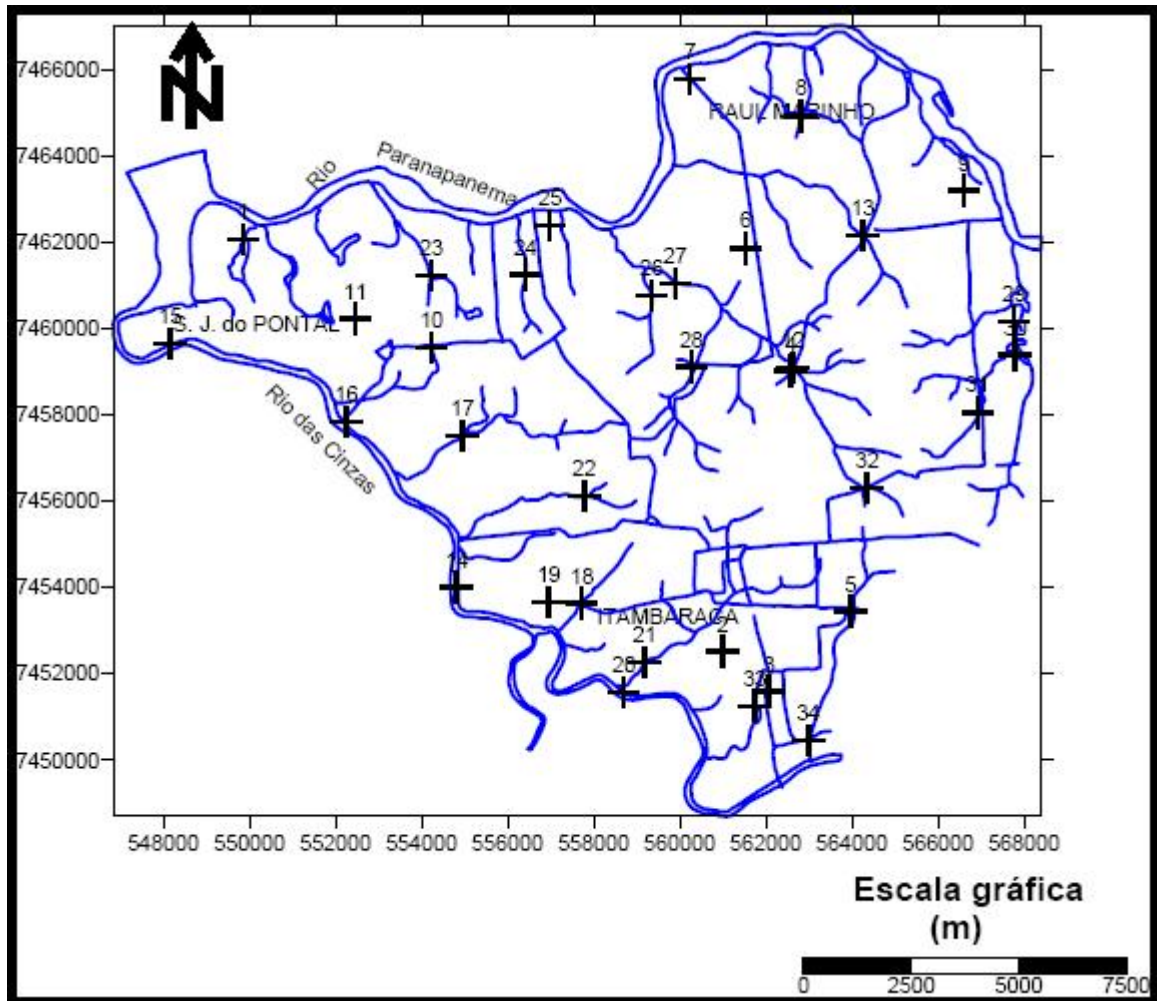
No entanto, existem projetos em desenvolvimento pela Prefeitura Municipal de Itambaracá visando a preservação e manejo de focos de mata remanescentes. Tais projetos consistem na criação de parques, onde as espécies possam ter sua existência garantida, além de prover áreas de estudos biológicos e lazer para a comunidade local. Um exemplo é a intenção de se criar uma reserva em um desses focos de mata nativa, já que na área se encontram diversas espécies de animais silvestres, dentre eles o Macaco-prego, Bugio, Sagüi, Capivara e Anta, as quais ainda possuem seu habitat natural relativamente preservado, merecendo agora as atenções municipais no sentido de lhes garantir essa situação.

### **7.3 HIDROGEOQUÍMICA COMO GEOINDICADOR DE QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS**

Visando prover um banco de dados que permitisse avaliar as relações entre água e saúde no Município de Itambaracá, realizou-se levantamento geoquímico tanto das águas superficiais como das subterrâneas, o qual apresenta-se a seguir.

#### **7.3.1 Águas Superficiais**

Foram realizadas 34 coletas de amostras de rios e córregos, nas quais analisou-se pH, Cálcio, Flúor, Fosfato, Magnésio, Potássio e Sódio, conforme dados contidos na figura 17 e tabela 1.



**Figura 17** – Distribuição dos pontos de amostragem de águas superficiais em drenagens no Município de Itambaracá-PR.

**Tabela 1** – Resultados analíticos e coordenadas geográficas dos pontos de coleta em águas superficiais no Município de Itamaracá.

Amostra	Coordenadas		pH	Cálcio (mg/L)	Flúor (mg/L)	Fosfato (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Potássio (mg/L)	Sódio (mg/L)
	Latitude	Longitude							
1	22°56'55.5"	50°30'49.2"	7.57	23.595	0.054	0	0.0260	22.740	20.538
2	23°00'49.3"	50°24'16.0"	8.10	0	0.086	0.0458	0	0	0
3	23°03'46.6"	50°23'30.0"	6.15	0	0.071	0.0778	0	0	0
4	22°58'33.2"	50°23'22.0"	7.67	60840	0.09	0	0.0652	0.984	0
5	23°01'32.3"	50°22'32.5"	7.27	30.646	0.099	0.0290	0.0293	10.851	30.986
6	22°56'06.1"	50°23'59.3"	7.12	32587	0.102	0.1378	0.0265	12863	35327
7	22°54'53.6"	50°24'45.4"	7.03	36.815	0.117	0.0653	0.0133	12.863	17.965
8	22°55'21.0"	50°23'14.6"	7.74	77810	0.137	0	0.0465	31971	61369
9	22°56'16.9"	50°21'01.6"	7.04	44.676	0.092	0.1015	0.0127	35.994	17.965
10	22°58'16.5"	50°28'15.3"	7.26	22835	0.096	0.2104	0.0171	0.2806	22305
11	22°57'55.4"	50°29'17.6"	7.05	13.880	0.098	0	0.0116	30.965	22.305
12	22°58'31.3"	50°23'20.5"	7.53	72039	0.122	0.1378	0.0537	24931	78731
13	22°56'51.1"	50°22'23.9"	7.18	90.337	0.061	0.5939	0.1115	77.263	63.950
14	23°00'43.7"	50°27'53.3"	7.40	50039	0.110	0.0290	0.0213	24931	52688
15	22°58'14.1"	50°31'48.8"	7.46	25.393	0.061	0.8924	0.0310	39.516	37.903
16	22°59'12.9"	50°29'24.9"	7.42	28595	0.057	0.4148	0.0341	41613	42244
17	22°59'22.9"	50°27'47.8"	7.49	21.179	0.064	0.5939	0.0577	10.157	33.561
18	23°01'29.0"	50°26'11.8"	7.32	0.9382	0.058	0.2059	0.0386	0.9109	29220
19	23°01'28.3"	50°25'09.9"	7.21	14.213	0.066	10117	0.0429	11.206	20.538
20	23°02'35.9"	50°25'37.2"	7.53	29606	0.058	0.5939	0.0372	38467	42244
21	23°02'13.1"	50°25'20.5"	7.12	21.629	0.063	0.3253	0.0558	13.303	55.268
22	23°00'08.4"	50°26'10.4"	7.73	31516	0.066	0.5044	0.0755	13303	46585
23	22°57'22.8"	50°28'15.9"	7.32	0.3651	0.067	0.6834	0.0282	0.5963	29.220
24	22°57'21.6"	50°26'59.0"	7.14	12696	0.076	0.2954	0.0452	10157	33561
25	22°56'44.5"	50°26'39.1"	7.09	24.719	0.071	0.3850	0.0260	16.448	0.3173
26	22°57'36.5"	50°25'16.2"	7.22	12696	0.073	0.1760	0.0465	12254	33561
27	22°57'27.8"	50°24'56.8"	7.28	34.438	0.086	0.5342	0.0892	18.546	50.926
28	22°58'30.4"	50°24'40.3"	7.16	36067	0.093	0.7133	0.0858	18546	63950
29	22°57'55.8"	50°20'20.3"	7.21	30.505	0.075	0.0567	0.0743	11.206	33.561
30	22°58'24.4"	50°20'19.1"	7.36	33314	0.067	0.5044	0.0845	12254	42244
31	22°59'04.1"	50°20'49.7"	7.30	36.516	0.091	0.3551	0.1083	0.9109	50.926
32	23°00'00.8"	50°22'19.6"	7.33	24382	0.086	0.4745	0.1012	0.8060	55268
33	23°02'46.2"	50°23'50.4"	6.96	11.404	0.065	0.3850	0.0320	0.5963	0.7514
34	23°03'12.0"	50°23'06.5"	7.18	19044	0.102	0.4745	0.0467	0.1769	0.7514

#### • **POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)**

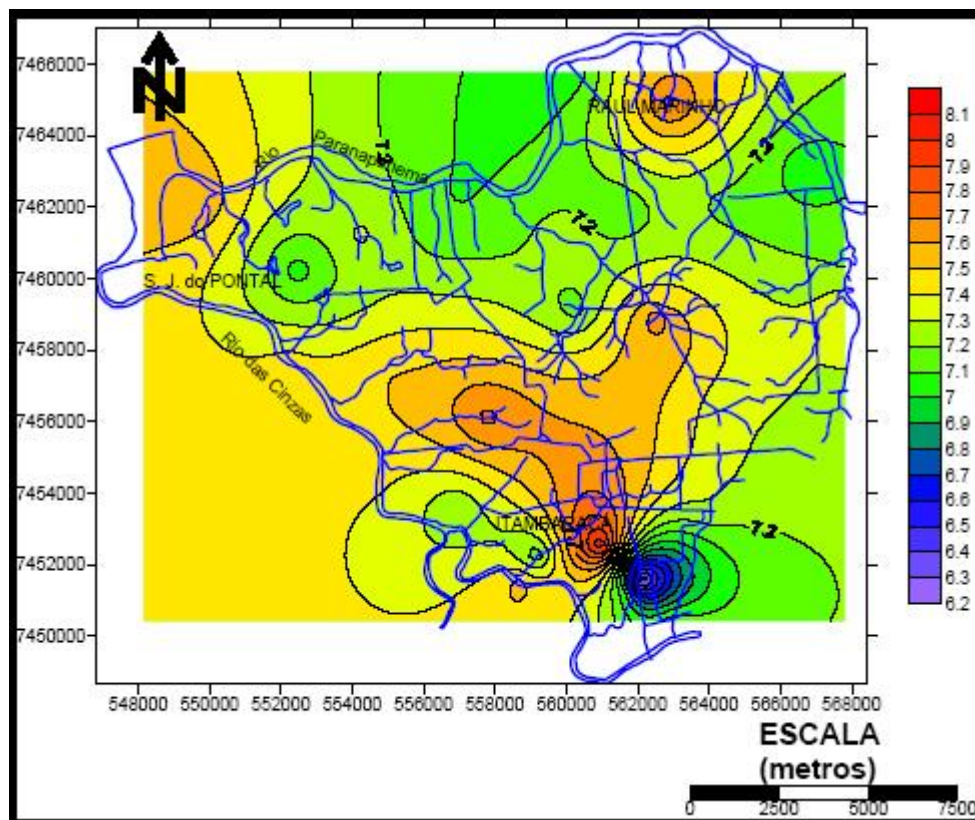
Conforme Licht (1998), o pH é a expressão numérica da acidez ou alcalinidade de um sistema aquoso, referindo-se à atividade do H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup>.

A escala de pH varia entre 0 e 14, sendo que o ponto neutro é o equilíbrio entre a atividade hidrogeniônica e da hidroxila. De acordo com Licht

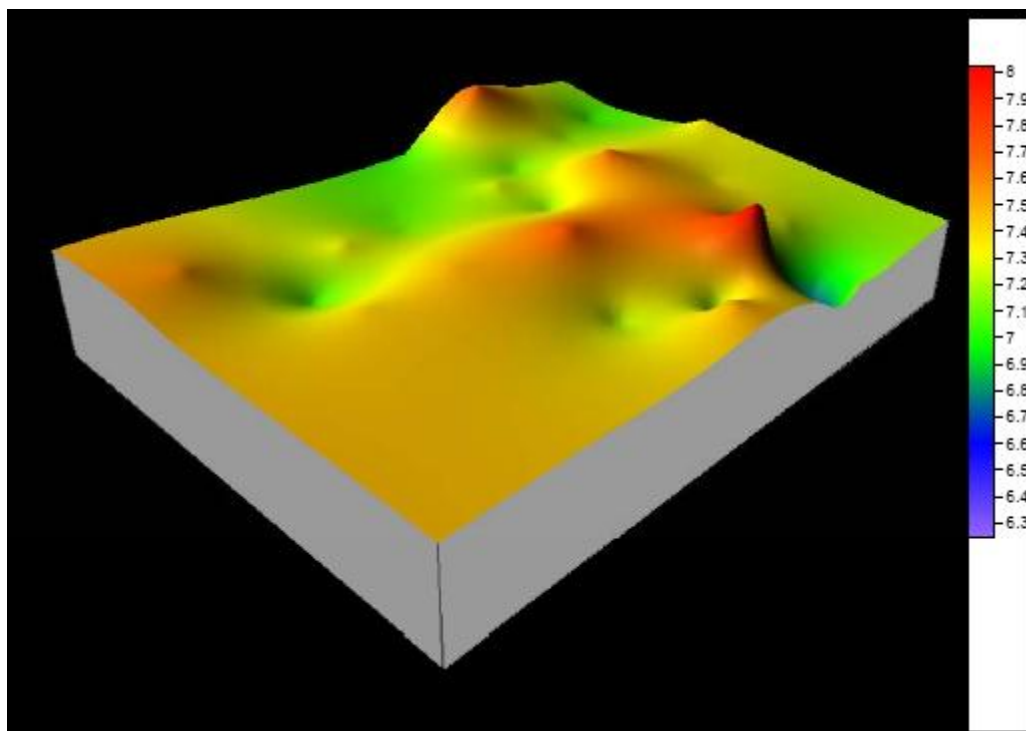
(1998), para soluções aquosas a 20 graus Celsius e pressão de 1 atmosfera, esse equilíbrio representa pH igual a 7, sendo que os valores menores são ácidos e maiores alcalinos.

De acordo com a Portaria 518 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as águas para consumo humano devem ser distribuídas com pH entre 6 e 9,5.

Como ilustram as figuras 18 e 19, os valores obtidos na área de estudos encontram-se dentro dos padrões, embora existam tendências de elevações na direção do distrito de Raul Marinho e da sede do município. Destaca-se também os valores reduzidos nas proximidades da sede do município, o que pode requerer monitoramento mais constante, evitando-se assim distribuir água com pH ácido.



**Figura 18** – Distribuição dos valores de pH em águas superficiais no Município de Itamaracá.



**Figura 19** – Representação tridimensional dos valores de pH em águas superficiais no Município de Itamaracá.

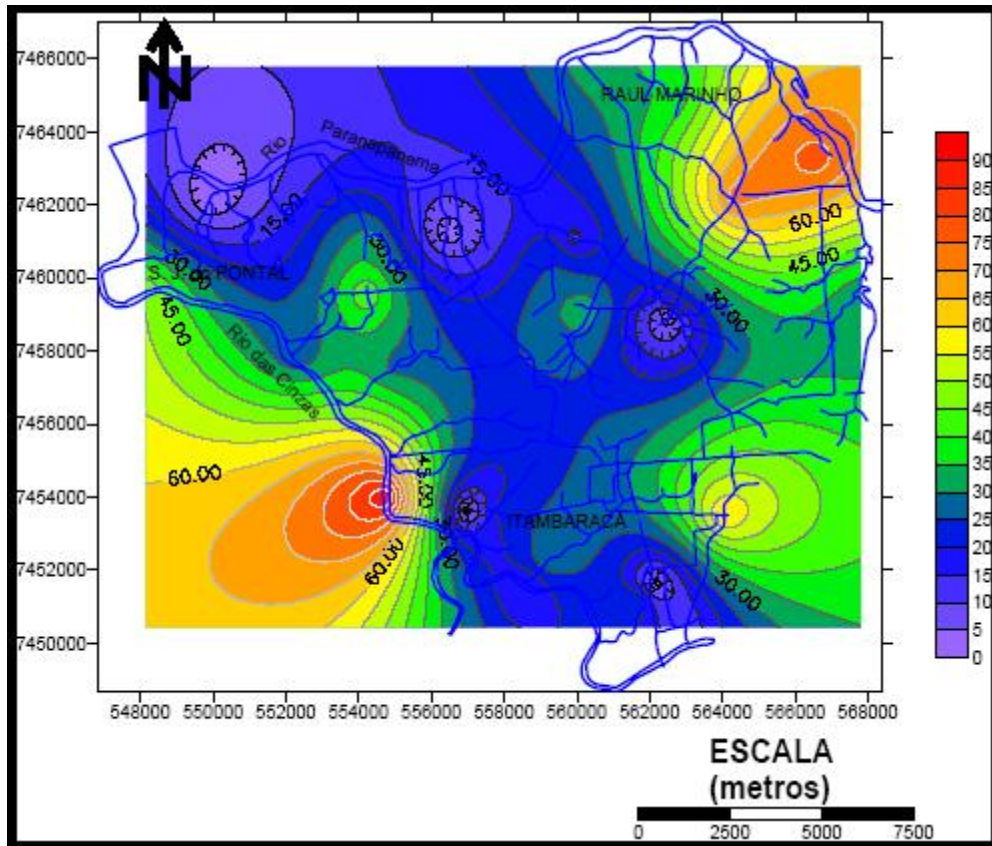
- **CÁLCIO (Ca)**

O Cálcio é o quinto elemento mais abundante nas rochas da crosta continental. Trata-se de um metal alcalino-terroso que ocorre na natureza no estado de oxidação +2. Trata-se de um nutriente essencial a todos os seres vivos, desempenhando papel na constituição das paredes celulares, fluidos corporais, ossos e na coagulação sanguínea (MINEROPAR, 2005).

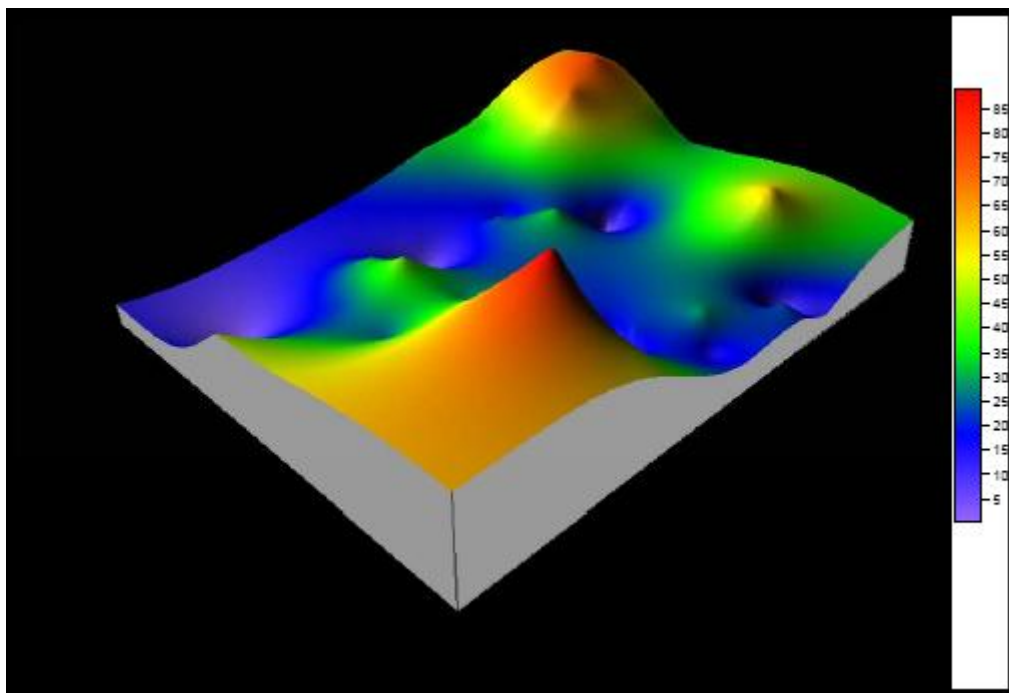
Deste modo, a carência deste elemento pode causar raquitismo e osteoporose, sendo que o excesso pode causar dores musculares, fraqueza, desidratação, insuficiência renal e prejuízos na captação de ferro, zinco, Magnésio e fósforo (ARAÚJO, 2006).

Na água, o Cálcio pode incidir sobre sua dureza. A Portaria 518 da ANVISA aceita valores de até 500 mg/L, embora nesses patamares já existam prejuízos consideráveis para a palatabilidade humana.

Na área de estudos não foi verificada nenhuma anomalia relativa ao elemento, como demonstram as figuras 20 e 21.



**Figura 20** – Distribuição das concentrações de Cálcio (mg/L) em águas superficiais no Município de Itambaracá.



**Figura 21** – Representação tridimensional das concentrações de Cálcio em águas superficiais no Município de Itambaracá.

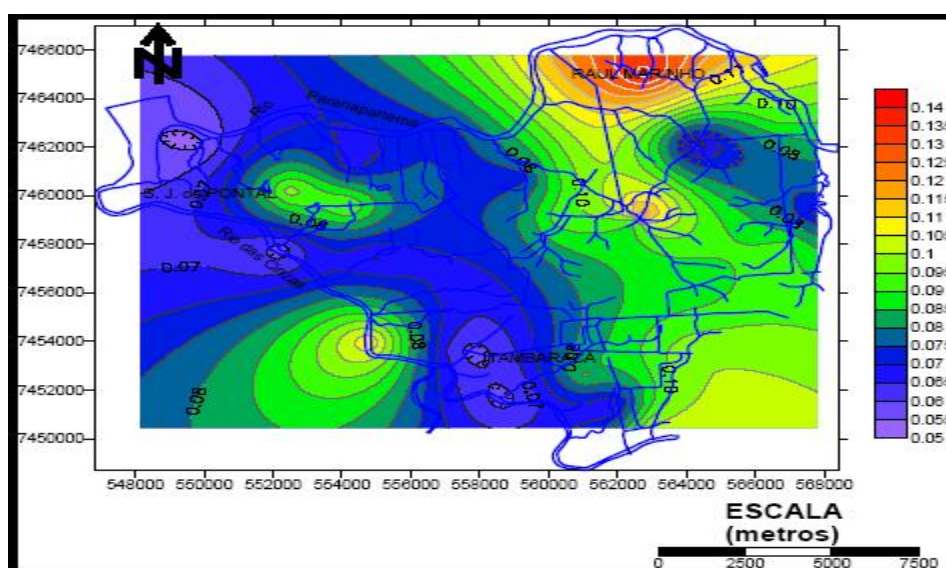
## • FLÚOR (F)

O Flúor está presente em quantidades traço em uma grande variedade de materiais geológicos onde o íon F<sup>-</sup> substitui livremente o grupo hidroxila (OH<sup>-</sup>) em minerais como micas, anfibólios, apatitas e argilas. Adicionalmente, concentra-se na fluorita (CaF<sub>2</sub>) em alguns tipos de depósitos minerais e mais raramente como cimento de arenitos (MINEROPAR, 2001).

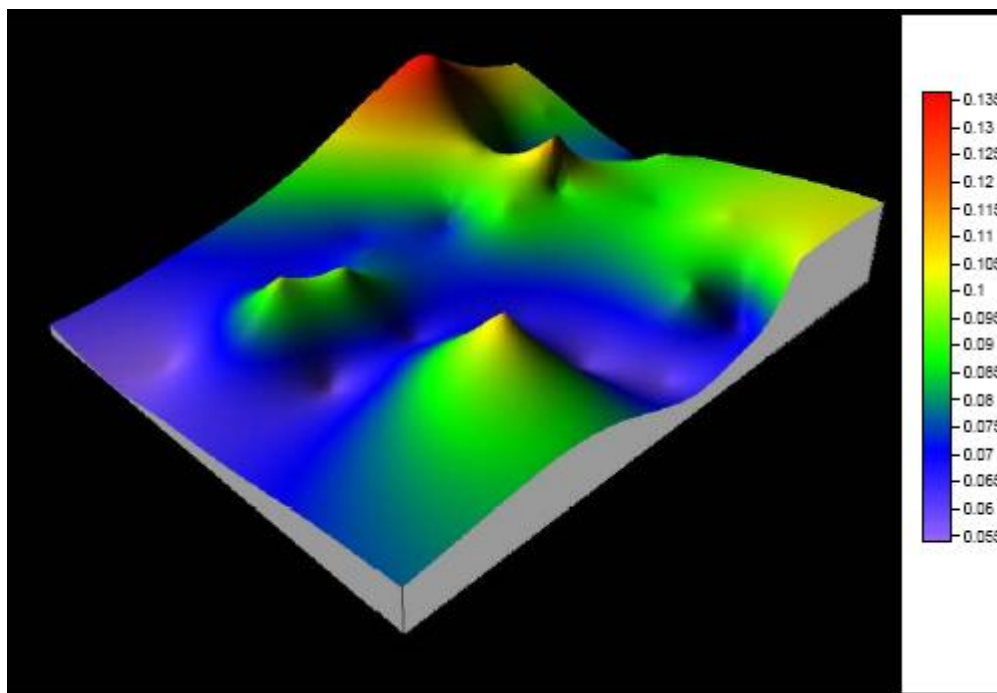
O Flúor é um elemento essencial aos mamíferos, onde promove o endurecimento da matriz mineral à base de apatita, dos dentes e esqueleto. O teor definido como ideal na água potável é definido pela Organização Mundial da Saúde em 0,79 mg/L para países tropicais, embora o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e a ANVISA aceitem valores de até 1,4 mg/L.

Pode-se constatar, como ilustrado nas figuras 22 e 23, que há uma maior concentração do elemento nas proximidades dos distritos de São Joaquim do Pontal e de Raul Marinho, indicando a necessidade de correlacioná-las com as águas subterrâneas, embora sem apresentar quaisquer riscos à saúde humana no que se refere às águas superficiais.

Destaca-se que, embora a Município de Itambaracá localize-se nas proximidades da anomalia multielementar, na qual está incluída o Flúor, conforme Lich (1997), no caso aqui exposto, a área de estudos não situa-se sob influência de tal anomalia, de modo que os elevados teores encontrados circunscrevem-se unicamente às águas do Aquífero Serra Geral, como exposto no item 7.3.2.



**Figura 22** – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas superficiais no Município de Itambaracá.



**Figura 23** – Representação tridimensional das concentrações de Flúor em águas superficiais no Município de Itambaracá.

- **FOSFATO ( $PO_4$ )**

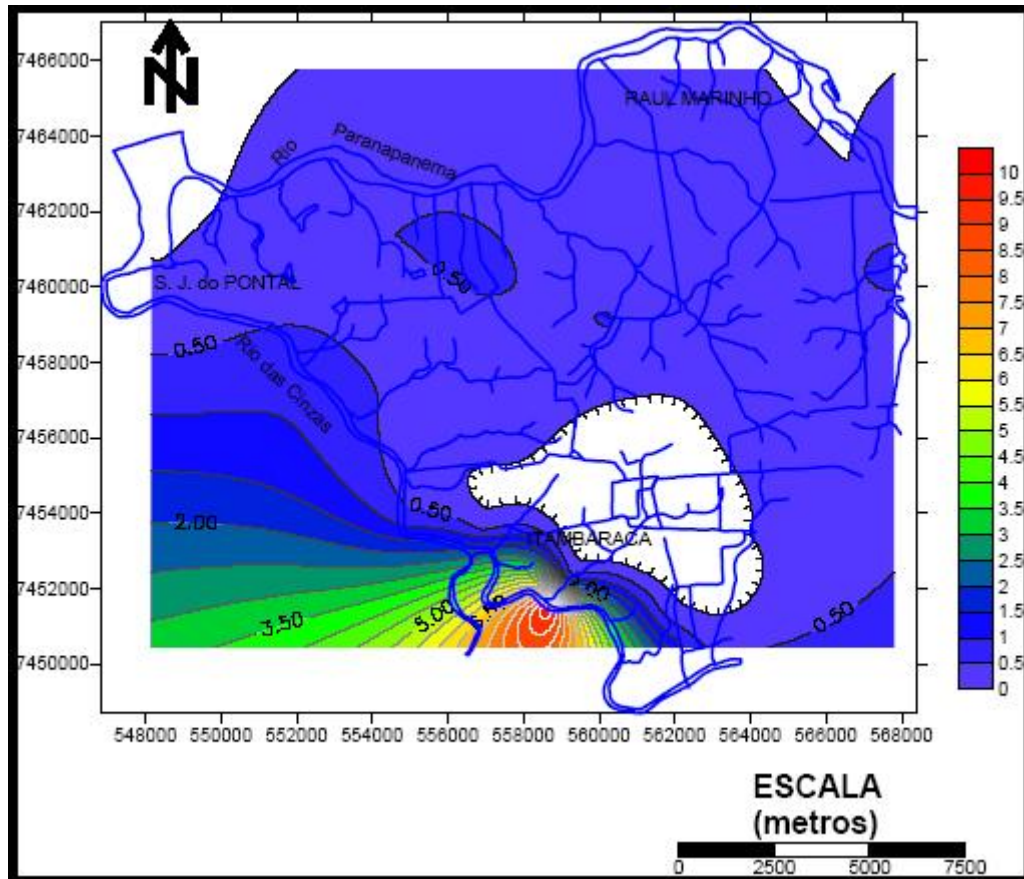
Conforme indicam diversos autores (FIGUEIREDO, 2000; COMBS JR, 2005), trata-se de composto essencial à vida animal e vegetal, estando presente nos ossos e atuando nas reações químicas no corpo.

Pode ocasionar danos ao ser humano em excesso ou deficiência. No primeiro caso pode tornar quebradiços cabelos e unhas, provoca desmineralização dos ossos e interfere na absorção do Cálcio.

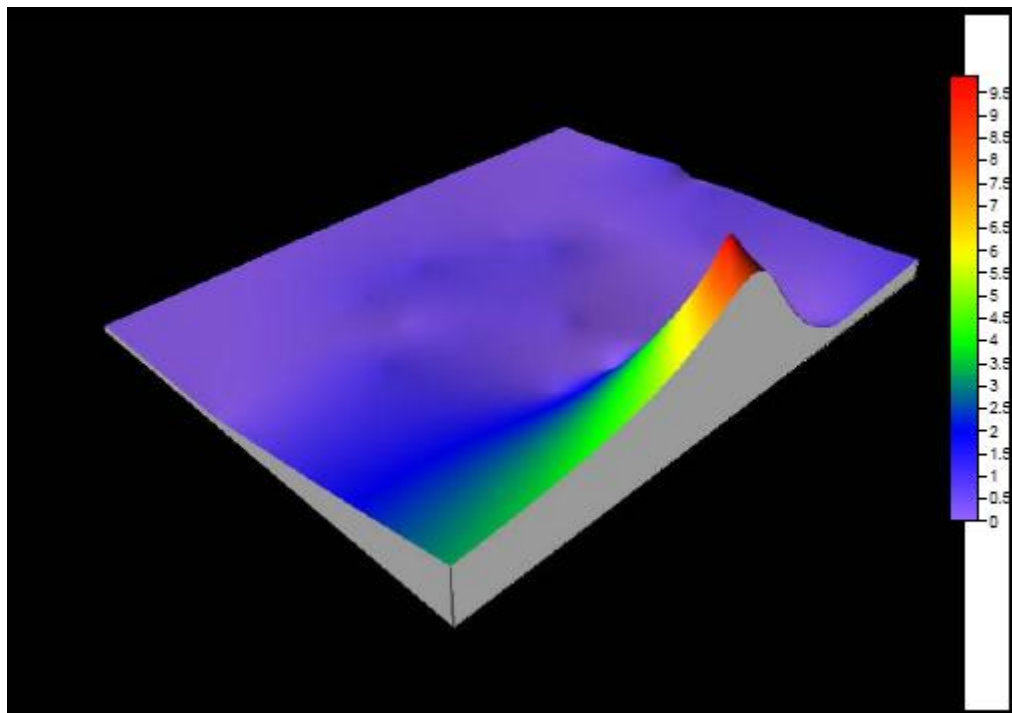
No caso de deficiência, causa disfunção renal, podendo desencadear raquitismo e osteomalcia (SCARPELLI, 2003).

A Resolução CONAMA 357/2005 admite valores de até 0,15 mg/L para rios Classe I.

Deste modo, não foram verificadas anomalias para Fosfato nas águas superficiais de Itambaracá, como apontam as figuras 24 e 25.



**Figura 24** – Concentrações (mg/L) de Fosfato nas águas superficiais no Município de Itambaracá.



**Figura 25** – Representação das concentrações de Fosfato em águas superficiais no Município de Itambaracá.

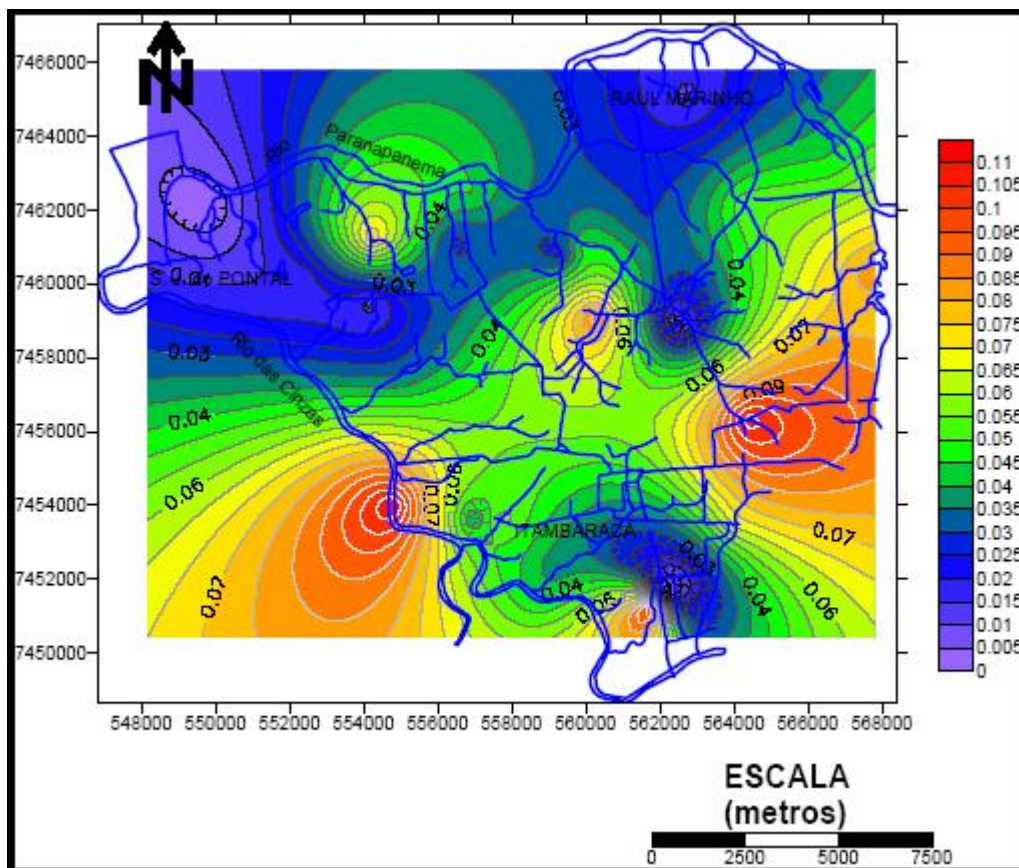
- **MAGNÉSIO (Mg)**

O Magnésio, assim como os outros metais alcalino-terrosos ocorre em estado de oxidação 2+. É enriquecido na crosta inferior e manto, sendo muito comum em rochas máficas e ultra-máficas (MINEROPAR, 2005).

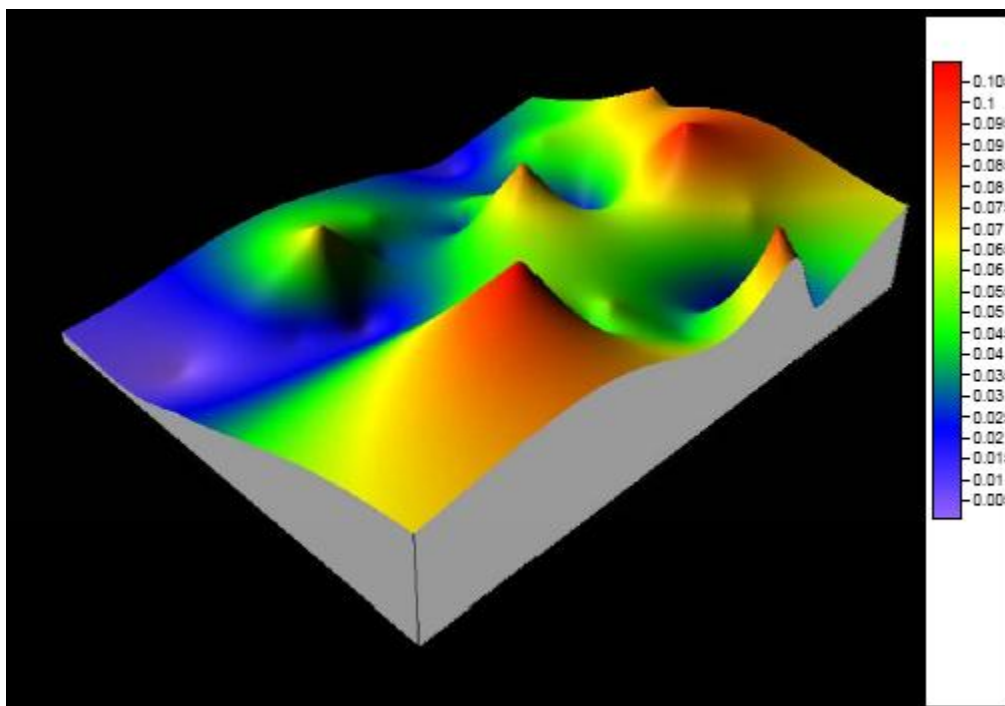
De acordo com Figueiredo (2000) e Combs JR (2005), trata-se de um importante elemento para a saúde humana, tendo a função de converter açúcar em energia. Deficiências de ingestão causam espasmos musculares, tremores, fraqueza e nervosismo. Seu excesso causa distúrbios intestinais, sendo considerado tóxico e cancerígeno.

Araújo (2006, apud SRC, 2006) aponta como sendo 200mg/L a concentração tolerada para consumo humano.

Os valores obtidos na área de estudos são extremamente baixos, não constituindo um indicador de baixa qualidade das águas superficiais (ver figuras 26 e 27).



**Figura 26** – Concentrações de Magnésio (mg/L) em águas superficiais no Município de Itambaracá.



**Figura 27** – Bloco-diagrama das concentrações de Magnésio em águas superficiais no Município de Itambaracá.

#### • **POTÁSSIO (K)**

O Potássio nunca é encontrado livre na natureza. É um dos metais mais reativos e eletropositivos e, depois do lítio, é o metal mais leve que se conhece. Assim como os outros metais alcalinos (lítio, Sódio, rubídio e céσιο), ocorre na natureza no estado de oxidação +1. Nas rochas ele está nos minerais silicatados e é principalmente incorporado no retículo dos feldspatos e micas. O Potássio nos minerais pode ser substituído por rubídio, céσιο, bário, chumbo e tálio e assim afeta o comportamento geral desses elementos traços. Durante a diferenciação magmática, o Potássio liga-se ao feldspato potássico e é enriquecido nas rochas graníticas que se cristalizam num estágio tardio (MINEROPAR, 2001).

Em ocorrência natural, o Potássio é o sexto elemento mais abundante da crosta, tendo amplo uso na produção de fertilizantes agrícolas, sendo também utilizado para a produção de sal sem Sódio para aplicações terapêuticas.

O Potássio e seus sais, são essenciais para os processos vitais. É um macronutriente não tóxico que ativa as reações enzimáticas, participa nas funções musculares, é essencial para o sistema nervoso e funções cardíacas.

Combs Jr (2005) aponta que consumo em excesso pode causar

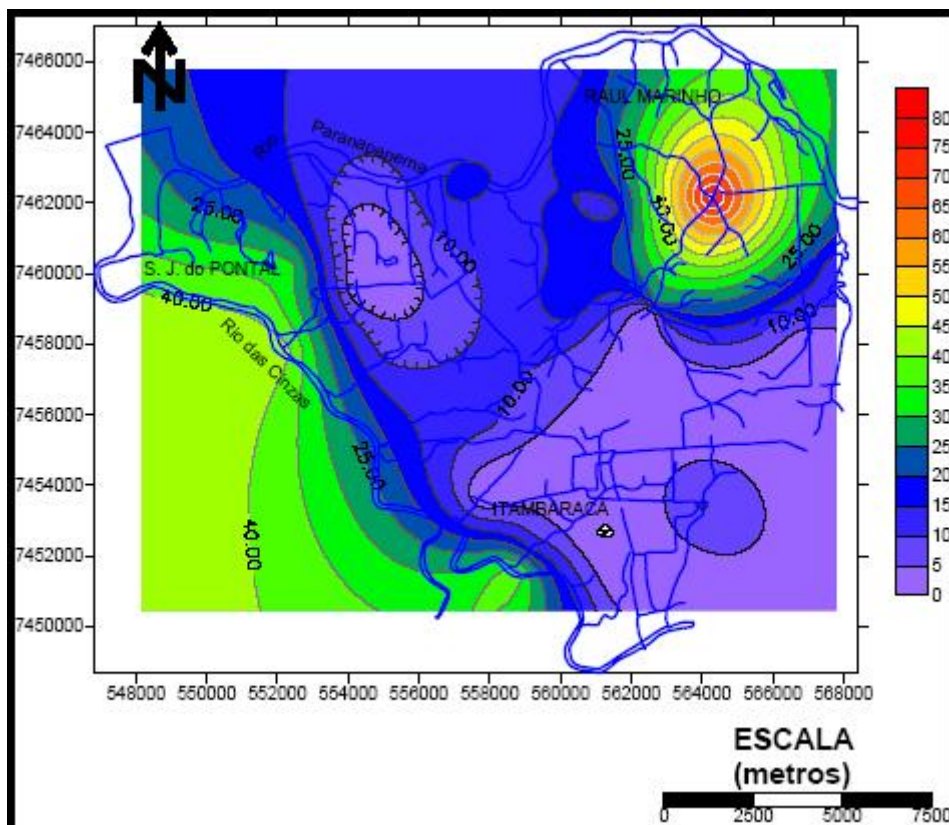
fadiga, câimbras, diarreia e paralisia muscular, sendo que sua falta causa insônia, fadiga, fraqueza muscular e arritmia cardíaca.

De acordo com Mineropar (2001), em seres humanos, os teores médios no sangue são de 1.620 mg/dm<sup>3</sup>, nos ossos 2.100 ppm, no fígado 16.000 ppm e nos músculos 16.000 ppm. Assim, a quantidade média de Potássio em uma pessoa adulta de 70 quilos é de 140 gramas e a ingestão média diária é de 1.400 – 7.400 mg.

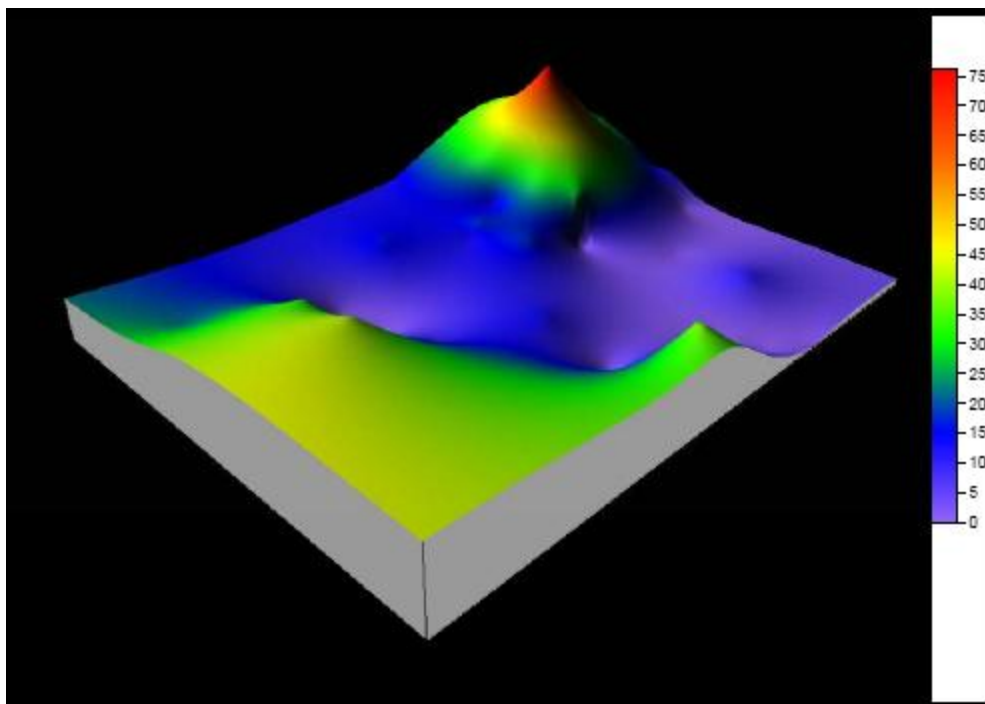
No Brasil não existe norma, lei ou resolução que estabeleça os valores de Potássio em água. Entretanto, na literatura internacional encontra-se o valor de 20 mg/L (SRC, 2006).

Desta forma, destaca-se que encontram-se valores bastante elevados na área de estudos, até quatro vezes o valor de referência, merecendo maiores cuidados para a distribuição e consumo destas águas.

No que refere à distribuição espacial do elemento no ambiente da área de estudos, como demonstram as figuras 28 e 29, apresenta-se de forma bastante desigual, havendo forte concentração no distrito de Raul Marinho.



**Figura 28** – Concentrações (mg/L) de Potássio em águas superficiais no Município de Itamaracá.



**Figura 29** – Representação das concentrações de Potássio em águas superficiais no Município de Itamaracá.

- **SÓDIO (Na)**

O Sódio, a exemplo dos outros metais alcalinos, ocorre na natureza no estado de oxidação +1. Como o alumínio, ele forma silicatos, e nas rochas é principalmente incorporado nos feldspatos. Em ocorrência natural, é o sétimo elemento mais abundante da crosta, conforme Mineropar (2001).

É empregado como condimento alimentar através do sal de cozinha (NaCl), além de diversos usos industriais, como na produção de sabão, vidro, industriais têxteis, química e metalúrgica.

O Sódio é um elemento vital, essencial, não tóxico, que tem parte importante na regularização do equilíbrio das soluções celulares. A dieta humana deve conter quantidade considerável de Sódio, o principal cátion extracelular dos animais e importante para as funções nervosas.

Os sais de Sódio, inclusive o sal de cozinha, são relativamente inofensivos quando não ingeridos em excesso. Porém, em pessoas hipertensas, deve-se buscar um balanceamento da dieta de Sódio, evitando o consumo em demasia, maléfico nesse caso.

Em seres humanos, os teores médios no sangue são de

1.970mg/dm<sup>3</sup>, nos ossos 10.000 ppm, no fígado 2.000 a 4.000 ppm, nos músculos 2.600 a 7.800 ppm. A quantidade média de Sódio em uma pessoa adulta de 70 quilos é de 100 gramas, sendo a ingestão média diária de 2 a 15 gramas. A ingestão por seres humanos via oral de 12 g/Kg de NaCl é tóxica, conforme Mineropar (2001).

A Portaria 518 da ANVISA estabelece 200 mg/L como limite máximo para consumo humano, de modo que não há concentrações em excesso no caso das águas superficiais de Itambaracá.

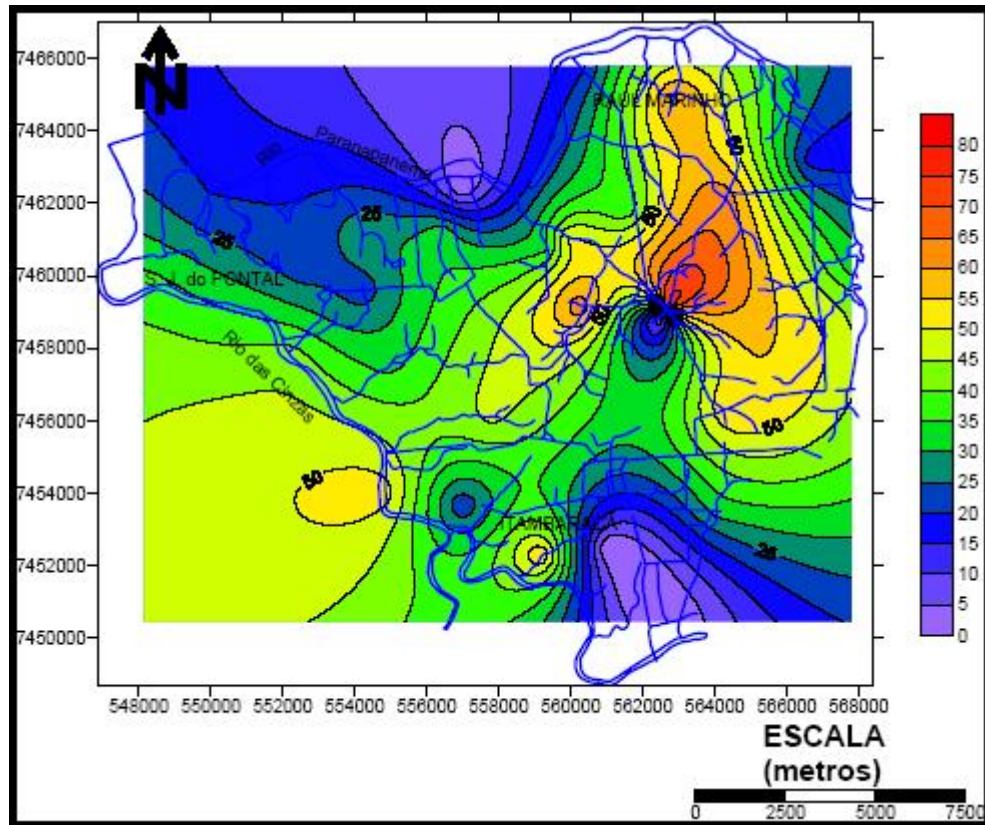
Embora não haja anomalia, há uma tendência de concentração de Sódio nas proximidades da sede do município e, em maior intensidade em Raul Marinho, o que não traria maiores preocupações, não fossem os consideráveis índices de doenças associáveis ao Sódio<sup>4</sup>, já que o Sódio, via de regra, em consumo normal não apresenta toxidez, embora possa caracterizar a água com gosto desagradável, ou até não recomendável ao consumo humano, o que não foi constatado no local.

Desta forma, é recomendável que sejam intensificados os estudos relativos ao elemento, buscando detalhar se há ou não relação entre os teores de Sódio e os casos de doenças registrados no Município de Itambaracá.

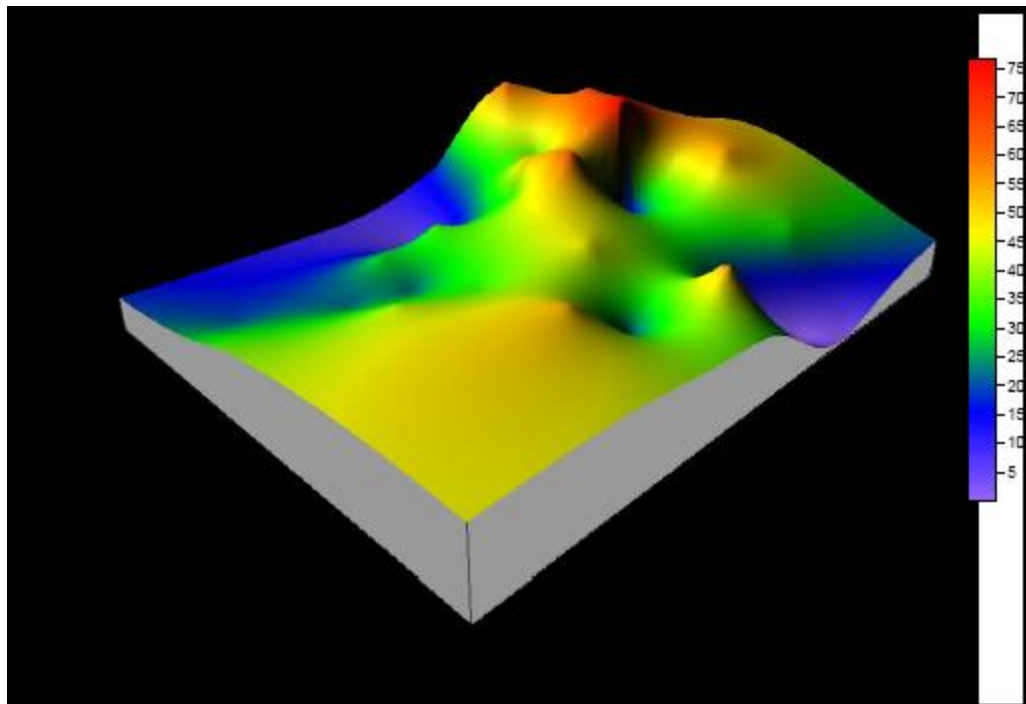
Demonstra-se a distribuição (concentrações em mg/L) de Sódio na área de estudo através das figuras 30 e 31.

---

<sup>4</sup> Ver item 7.4.



**Figura 30** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas superficiais no Município de Itamaracá.

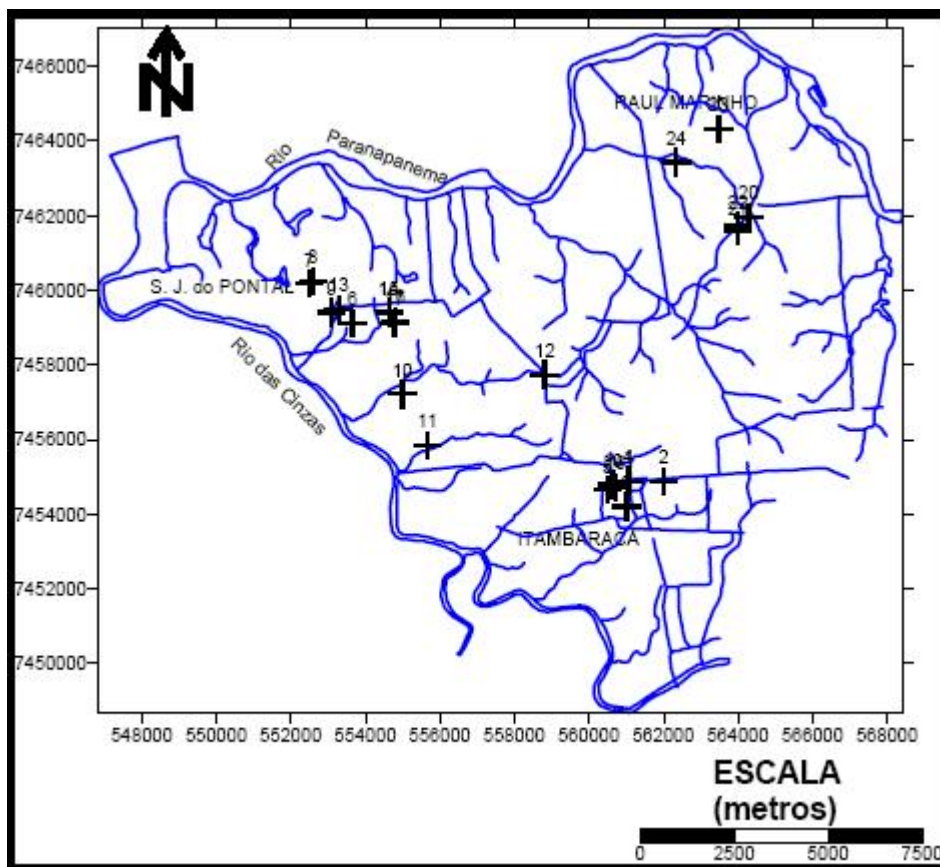


**Figura 31** – Bloco diagrama das concentrações de Sódio em águas superficiais no Município de Itamaracá.

### 7.3.2 Águas Subterrâneas

Foram realizadas 24 coletas de amostras de águas subterrâneas, tanto de poços cacimba do Aqüífero Freático (amostras 4, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16 e 22) como de tubulares profundos, do Aqüífero Serra Geral (amostras 1, 2, 3, 5, 6, 7, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 23 e 24). Os parâmetros químicos e físico-químicos analisados foram: Cálcio, Flúor, pH, Potássio, Sódio e Condutividade Elétrica, conforme dados contidos na figura 32 e tabela 2.

Visando possibilitar a compreensão do comportamento geoquímico nas águas subterrâneas como um todo e de modo distinto nos Aqüíferos Freático e Serra Geral, apresenta-se para cada parâmetro a representação gráfica primeiramente das águas subterrâneas de modo geral (Aqüífero Freático + Serra Geral), seguida da representação dos resultados no Aqüífero Freático e posteriormente do Aqüífero Serra Geral.



**Figura 32** – Pontos de coleta de águas subterrâneas (poços cacimba – Aqüífero Freático – e poços tubulares profundos – Aqüífero Serra Geral) em Itambaracá-PR.

**Tabela 2** – Resultados analíticos e coordenadas geográficas dos pontos de coleta em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itamaracá

AMOSTRA	LOCALIZAÇÃO		Cálcio	Condutividade	Flúor	PH	Potássio	Sódio
	UTM E-W	UTM N-S	(mg/L)	(mS.cm <sup>-1</sup> )	(mg/L)		(mg/L)	(mg/L)
1	561051,3	7454892,88	1,71	259	0,54	8	0,63	22,95
2	561055,4	7454893,55	1,68	244	0,088	7,9	1,42	7,18
3	561000,58	7454200,63	0	230	0,99	8,3	0,44	48,09
4	561063,69	7454895,53	0,43	138,7	0,078	6,4	0,83	1,27
5	560503,79	7454654,92	0,71	179,4	0,065	7,6	1,81	4,72
6	553642,53	7459126,41	0,09	148,1	1,08	9	0,44	33,31
7	552478,77	7460174,51	1,49	351	0,37	8,4	3,77	14,58
8	552590,11	7460257,15	0,25	64,4	0,079	7,7	1,03	1,76
9	553091,15	7459412,81	0,52	115,4	0,092	7,3	2,01	4,22
10	554993,75	7457219,56	0,3	39,8	0,057	6,6	0,44	0
11	555666,23	7455842,5	0,47	52,6	0,062	6,8	0,63	0,28
12	558810,77	7457737,11	0,69	115,8	0,072	7,5	1,22	1,76
13	553276,57	7459507,48	0,49	186	1,79	8,4	0,83	35,77
14	554625,91	7459413,47	0,52	60,5	0,091	7,3	1,03	0,77
15	554625,91	7459413,47	0,66	65,3	0,076	8	1,03	0,77
16	554801,56	7459169,89	0,64	57	0,1	7,5	1,03	0,28
17	554772,88	7459111,57	0,74	68	0,1	7,6	0,83	1,27
18	560709,01	7454722,05	1,61	222	0,073	8	1,42	8,17
19	560629,58	7454790,03	1,32	183,3	0,061	7,4	1,61	4,72
20	564278,25	7461964,63	1,22	149,3	0,062	7,6	1,22	3,24
21	563986,09	7461572,25	0,95	109,1	0,077	7,3	1,03	4,22
22	563995,22	7461710,59	0,93	92,9	0,074	7,6	1,42	2,25
23	563476,52	7464323,6	1,49	124,1	0,09	7,5	0,44	7,68
24	562336,33	7463433,49	1,27	156	0,95	7,6	0,44	23,94

#### • CÁLCIO (Ca)<sup>5</sup>

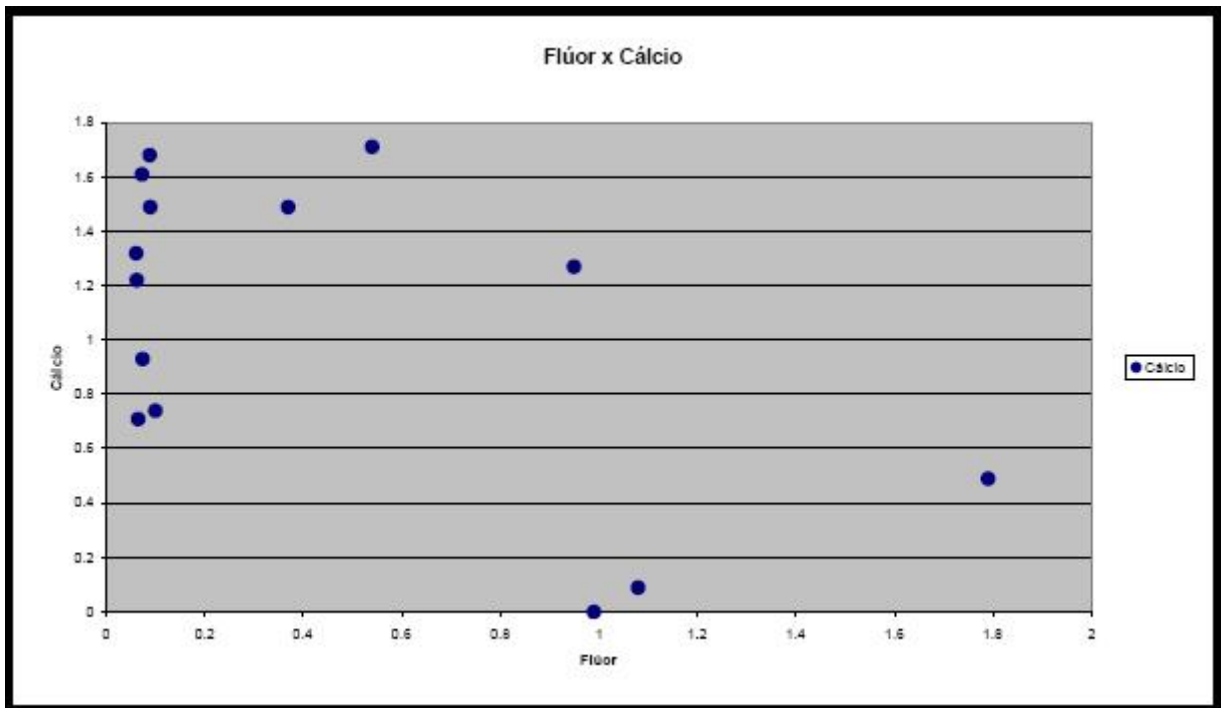
Os valores obtidos para Cálcio em águas subterrâneas encontram-se extremamente baixos, com concentrações máximas de 1,7 mg/L, sendo que nas águas superficiais alcançou valores de até 90 mg/L.

Em águas superficiais, os teores de Cálcio podem apresentar-se elevados em virtude da atividade agrícola, marcante na área de estudos, a qual contribui com grande injeção do elemento nos solos e conseqüentemente águas superficiais.

No que se refere às águas subterrâneas, os baixos teores podem

<sup>5</sup> Ver Cálcio no tópico 7.3.1.

estar associados aos valores elevados de Flúor (ver figuras 36 a 41), os quais se distribuem de forma inversamente proporcional, como aponta a figura 33, embora as maiores concentrações de Cálcio em águas subterrâneas encontrem-se no Aquífero Serra Geral (ver figuras 37 e 38), o qual também apresenta as maiores concentrações de Flúor.

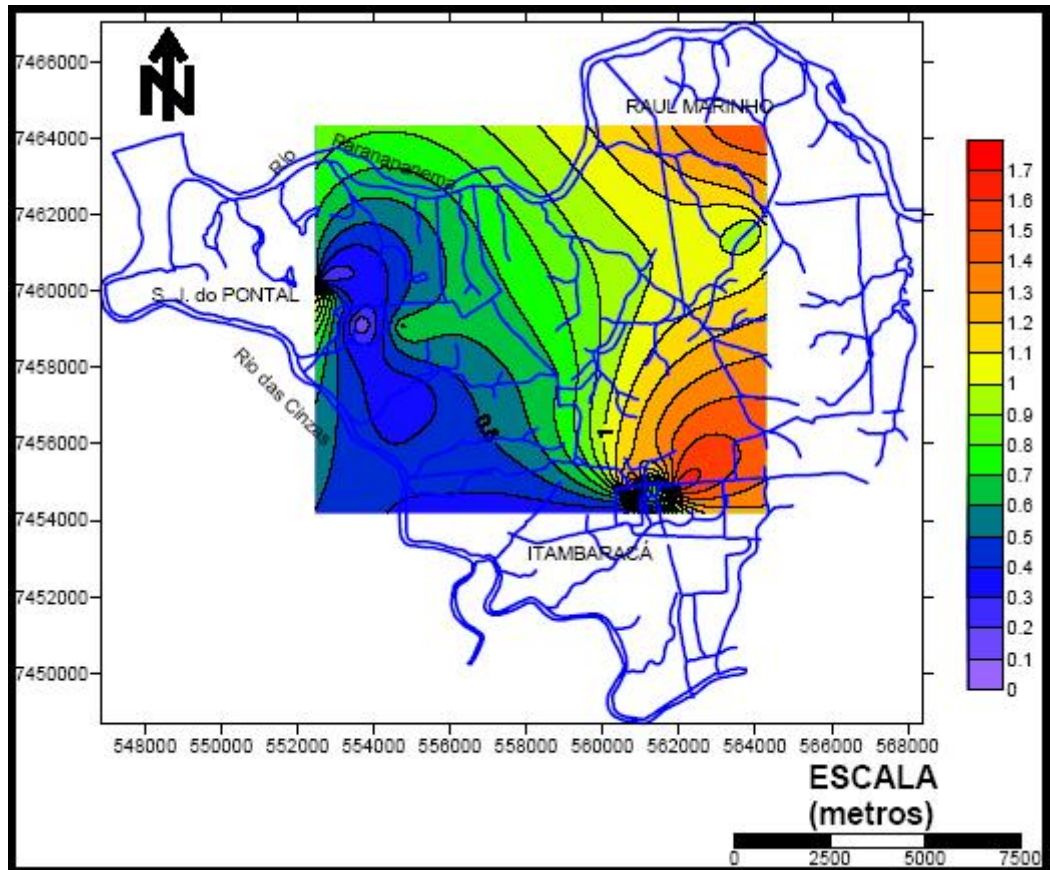


**Figura 33** – Correlação entre Flúor e Cálcio.

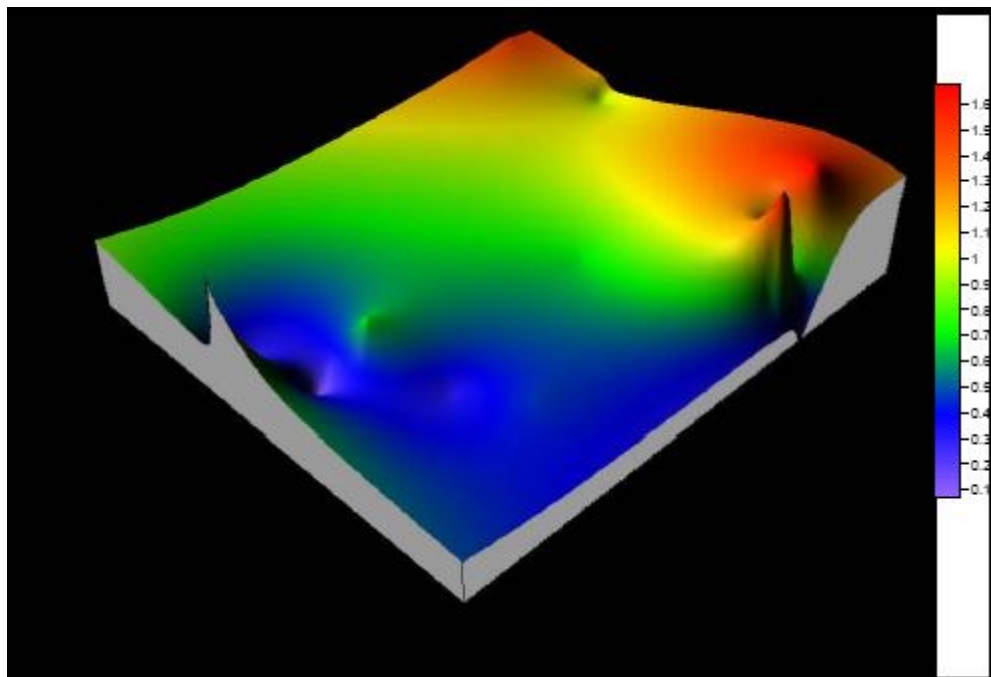
**Fonte:** do autor.

Embora não se apresente de forma direta, a análise da figura 33 permite a associação de que, os valores mais elevados de Flúor ocorrem com valores reduzidos de Cálcio, enquanto que os maiores deste elemento correlacionam-se com as menores concentrações de Flúor.

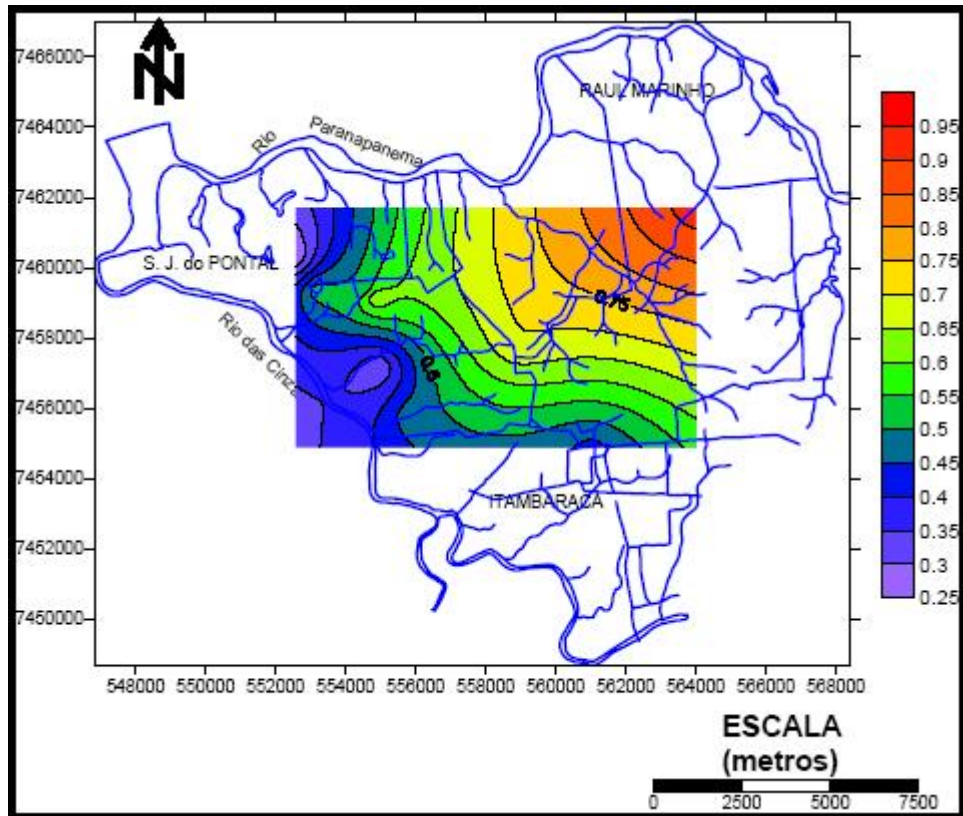
As figuras 34 e 35 ilustram as concentrações de Cálcio em águas subterrâneas, 36 e 37 no Aquífero Freático e 38 e 39 no Aquífero Serra Geral.



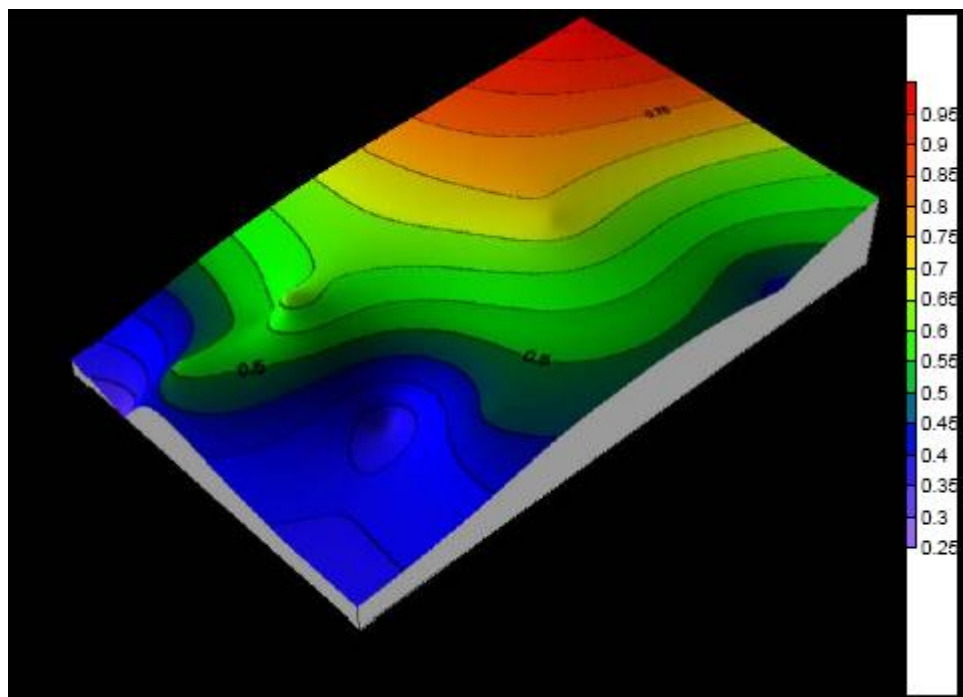
**Figura 34** – Concentrações (mg/L) de Cálcio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.



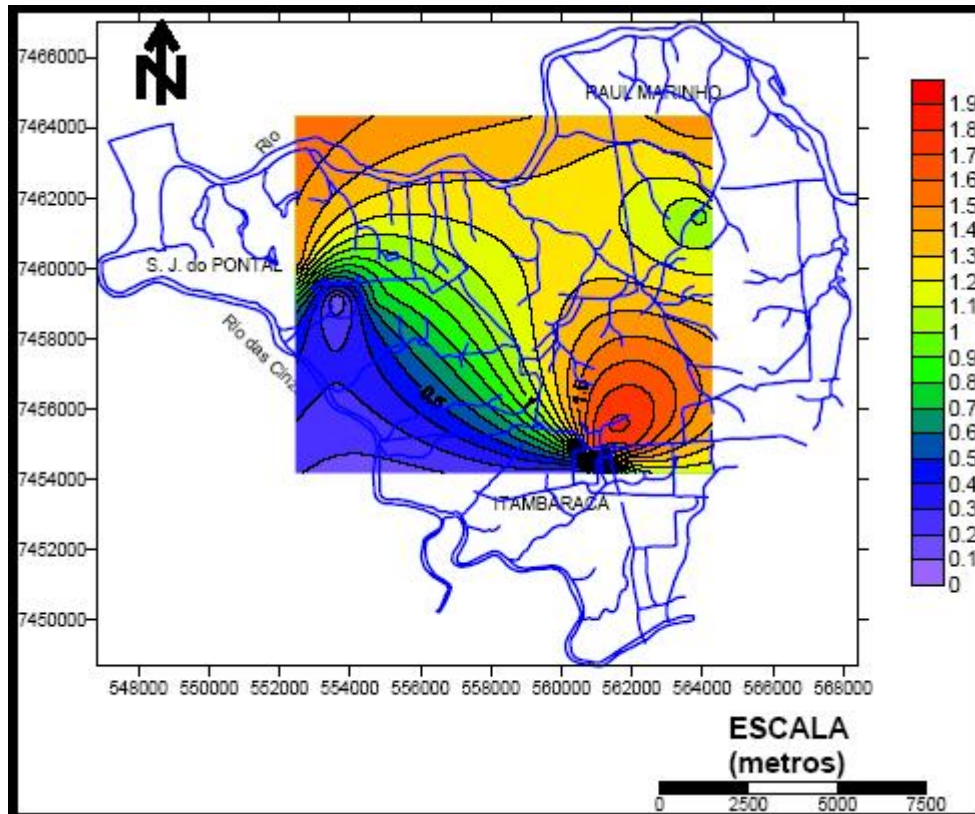
**Figura 35** – Representação das concentrações de Cálcio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.



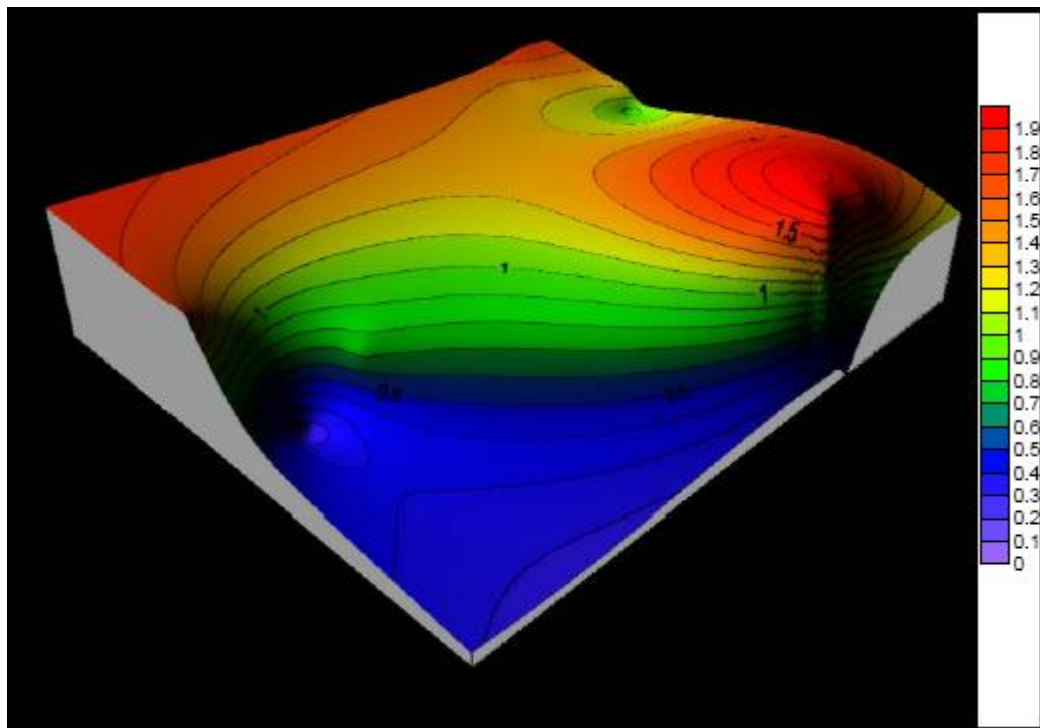
**Figura 36** – Concentrações (mg/L) de Cálcio em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.



**Figura 37** – Representação das concentrações de Cálcio em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.



**Figura 38** – Concentrações (mg/L) de Cálcio em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itamaracá.



**Figura 39** – Representação das concentrações de Cálcio em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itamaracá.

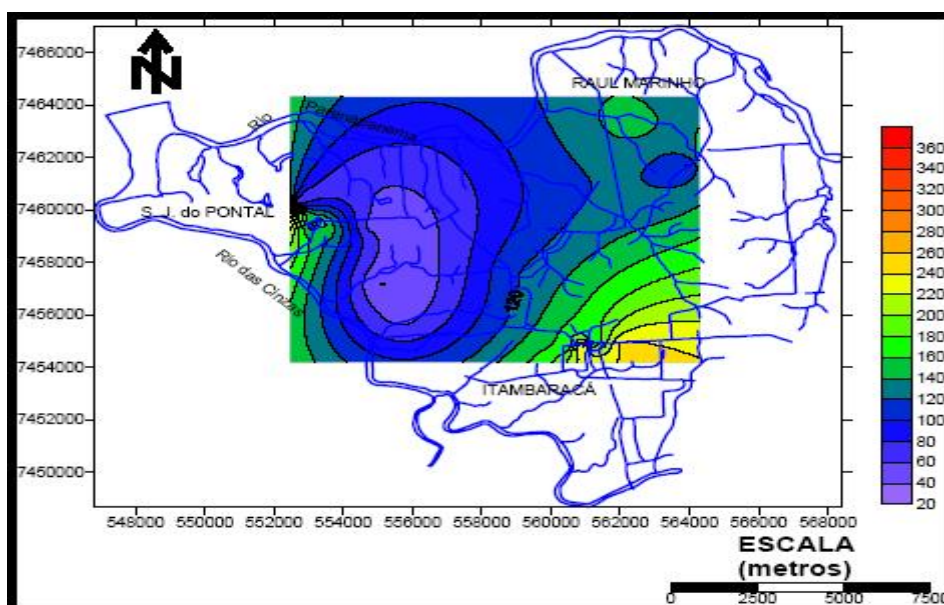
### • CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A Condutividade Elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a Condutividade Elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o Cálcio, o Magnésio, o Potássio, o Sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos.

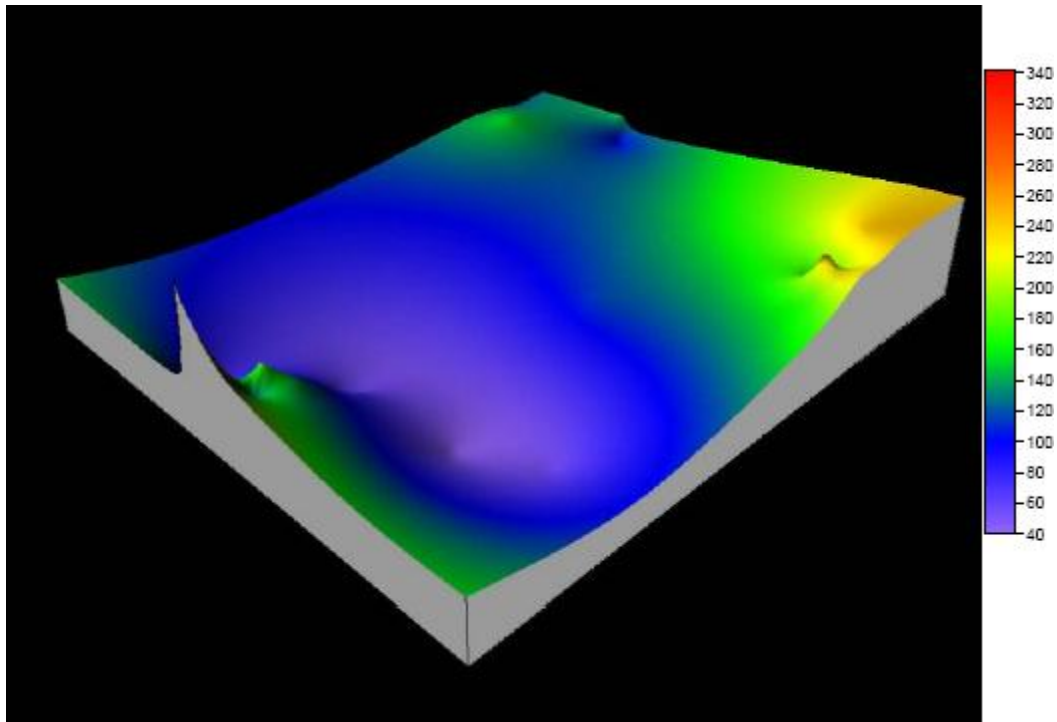
Pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas ( $\text{pH} > 9$  ou  $\text{pH} < 5$ ), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais freqüentes são o  $\text{H}^+$  e o  $\text{OH}^-$  (MINEROPAR, 2001).

O parâmetro Condutividade Elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais, visto que quanto maior a carga de íons, maior a probabilidade de poluição.

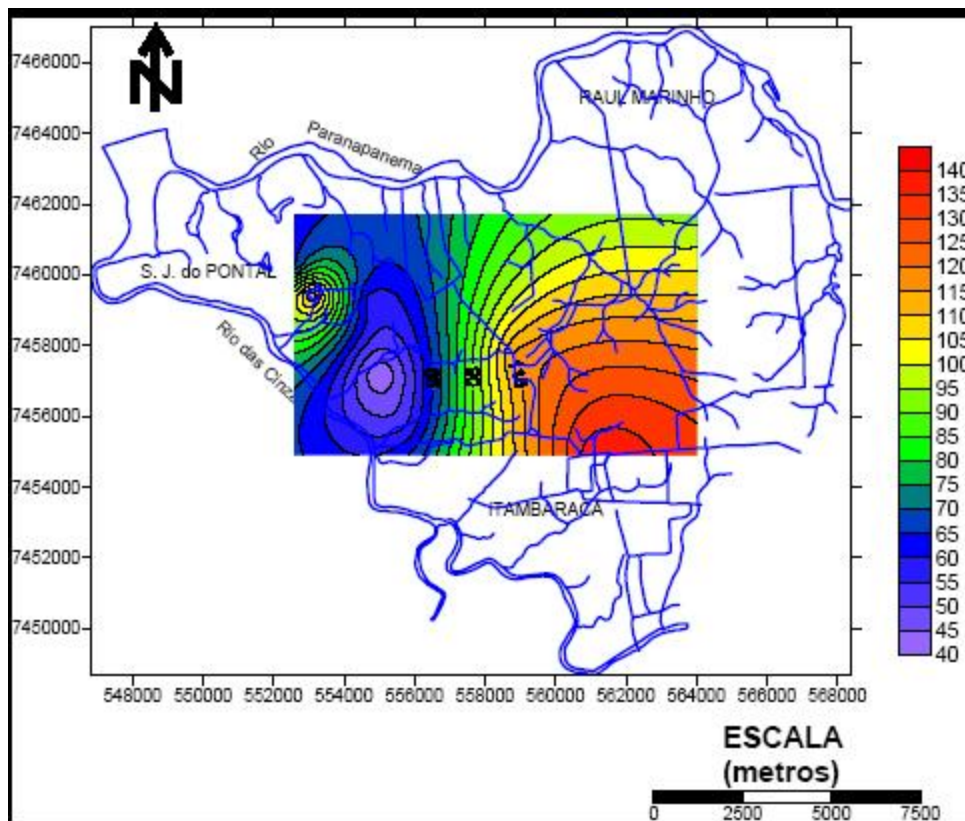
Na área de estudos os valores variaram entre 20 e 360  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ , conforme demonstram as figuras 40 e 41, sendo os maiores valores registrados no Aquífero Serra Geral (figuras 44 e 45).



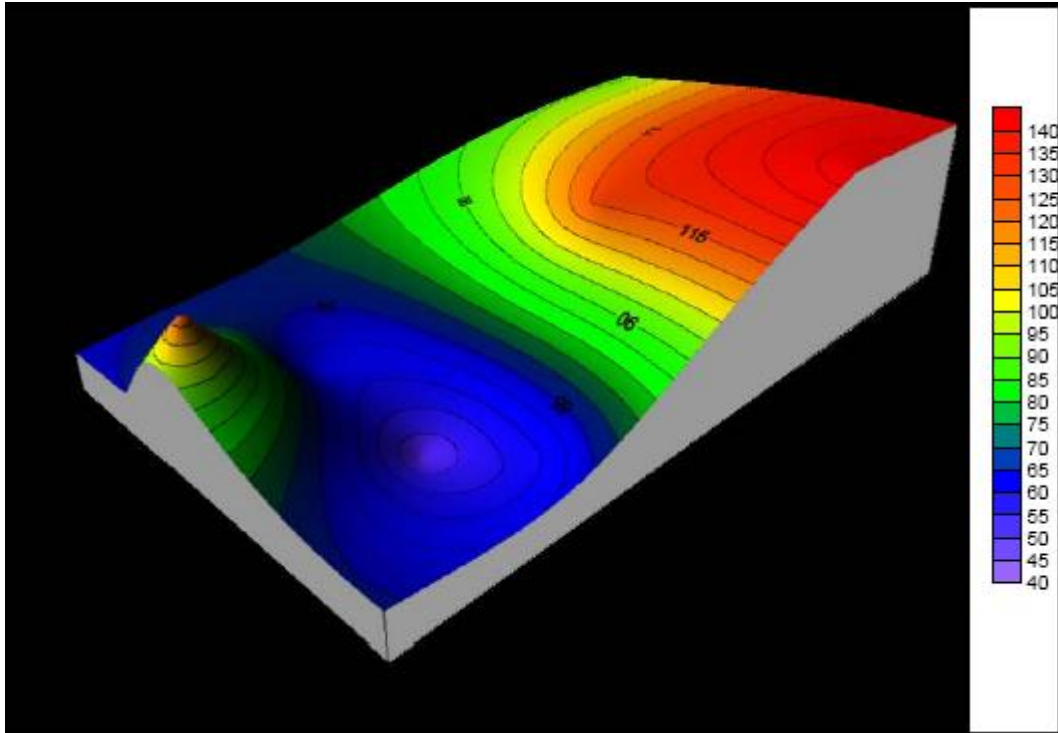
**Figura 40** – Condutividade Elétrica em águas subterrâneas (Aquífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.



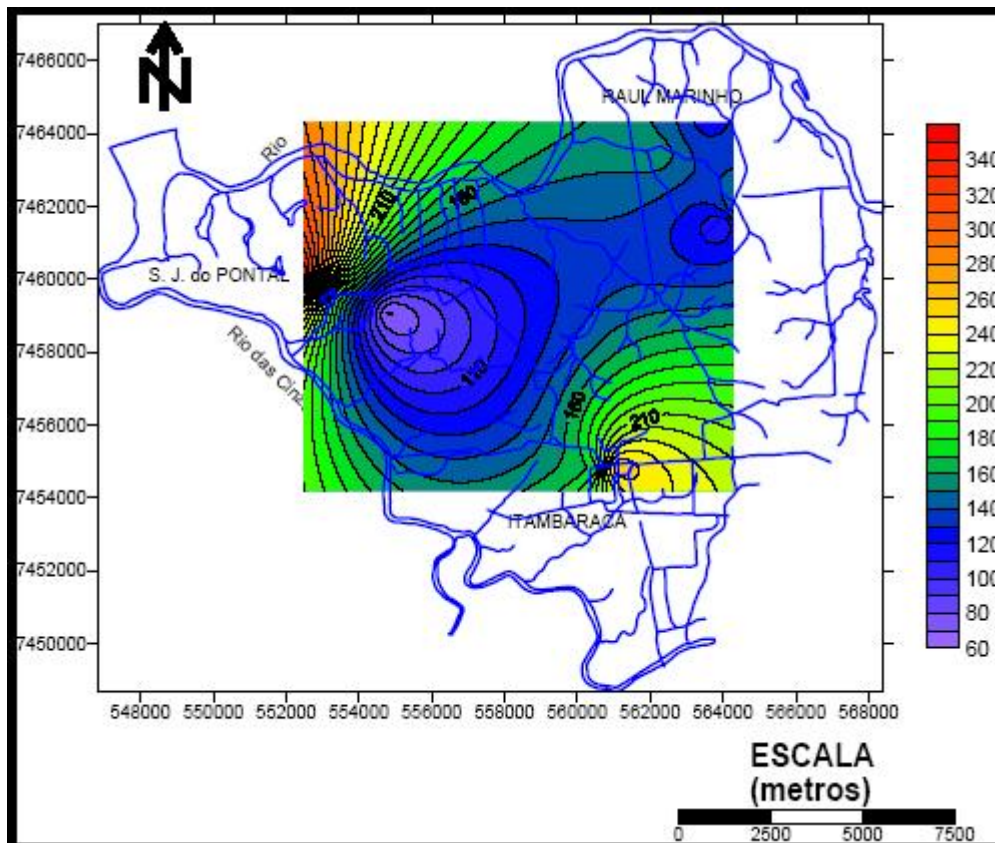
**Figura 41** – Representação tridimensional dos valores de Condutividade Elétrica em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.



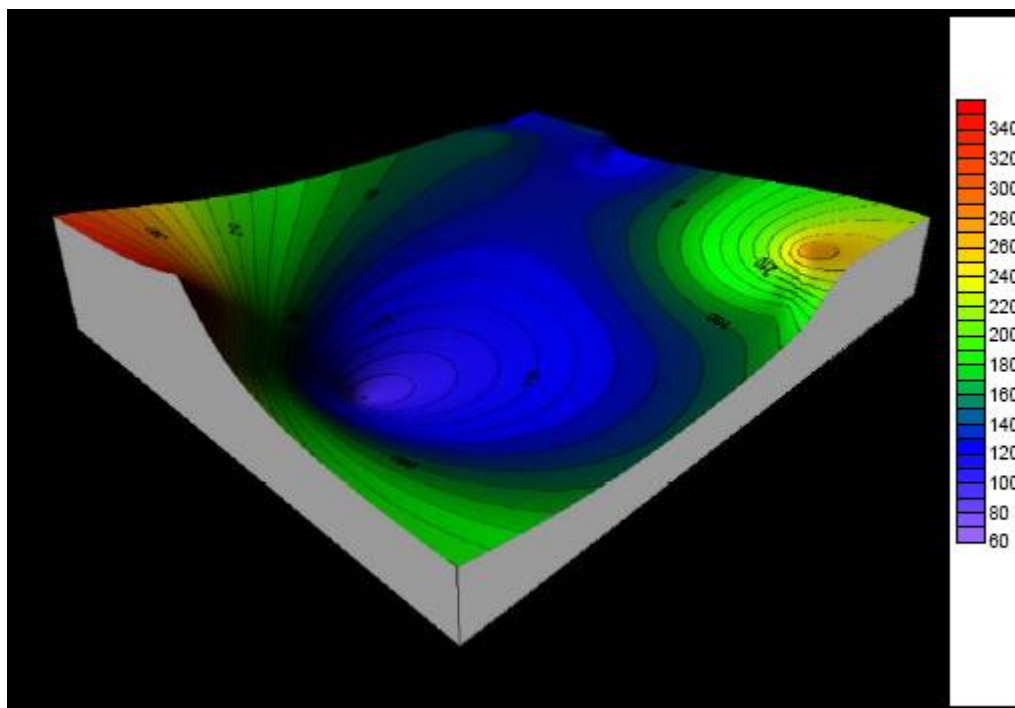
**Figura 42** – Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.



**Figura 43** – Representação dos valores de Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itamaracá.



**Figura 44** – Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itamaracá.



**Figura 45** – Representação dos valores de Condutividade Elétrica em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá.

#### • **FLÚOR (F)**<sup>6</sup>

Os valores de Flúor em águas subterrâneas consitutuem-se como o principal indicador negativo quanto à qualidade.

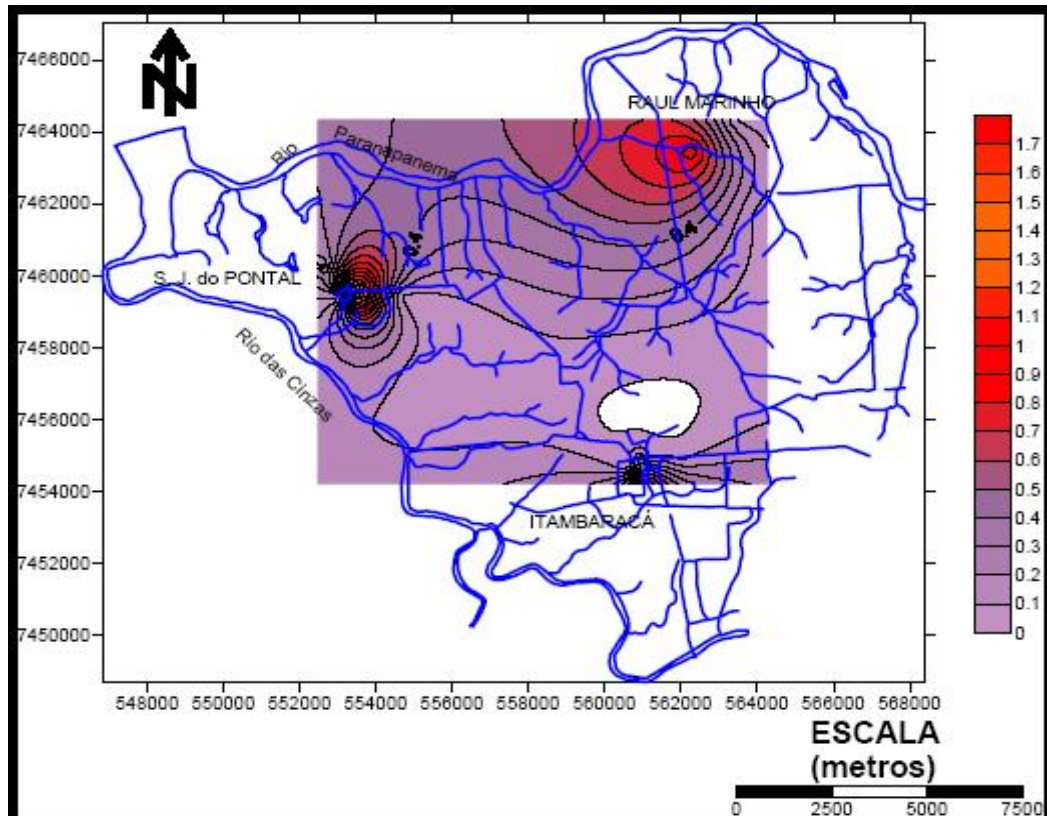
Com valores variando entre aproximadamente 0,1 e 1,79 mg/L, podendo ser considerados como uma anomalia hidrogeoquímica, apresenta-se como a principal responsável pela endemia de fluorose dentária registrada no Município, a qual foi objeto de estudos de diversos autores (CARDOSO, 2002; MORITA et al., 1998; PINESE et al., 2001; PINESE et al., 2002).

Constatam-se três pontos de concentração, os quais coincidem com as maiores aglomerações populacionais: a sede do Município e os distritos de São Joaquim do Pontal de Raul Marinho, como demonstram as figuras 46 e 47.

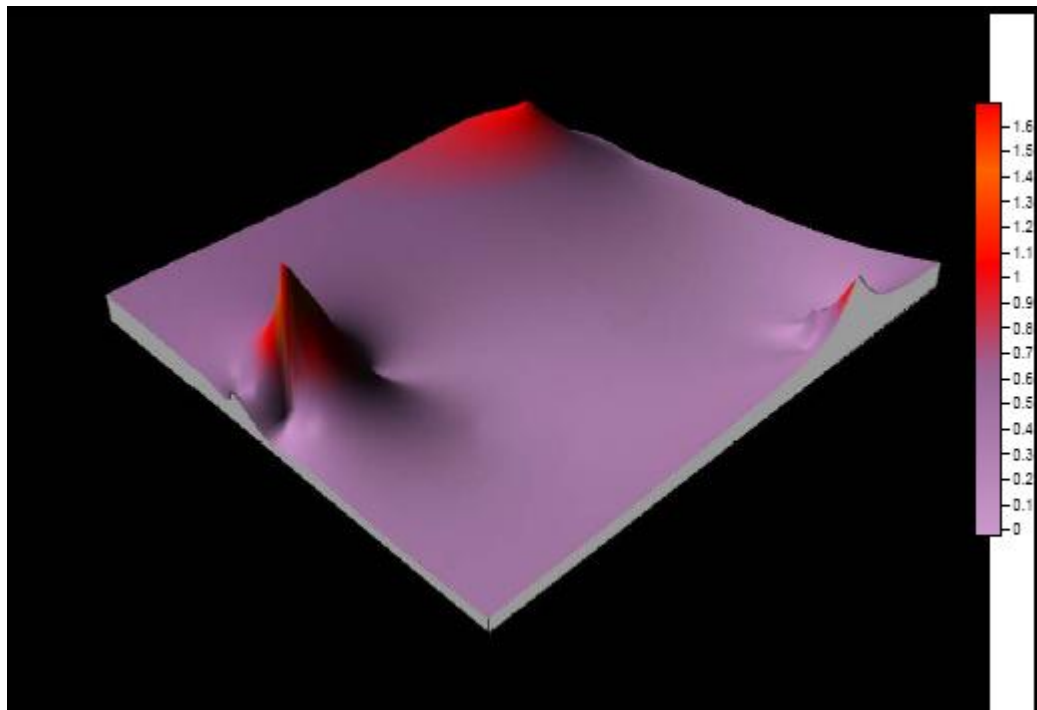
Destaca-se que os mais elevados valores relacionam-se ao Aqüífero Serra Geral (figuras 50 e 51), utilizado como manancial de abastecimento, enquanto que os valores reduzidos associam-se ao Aqüífero Freático (figuras 48 e 49).

---

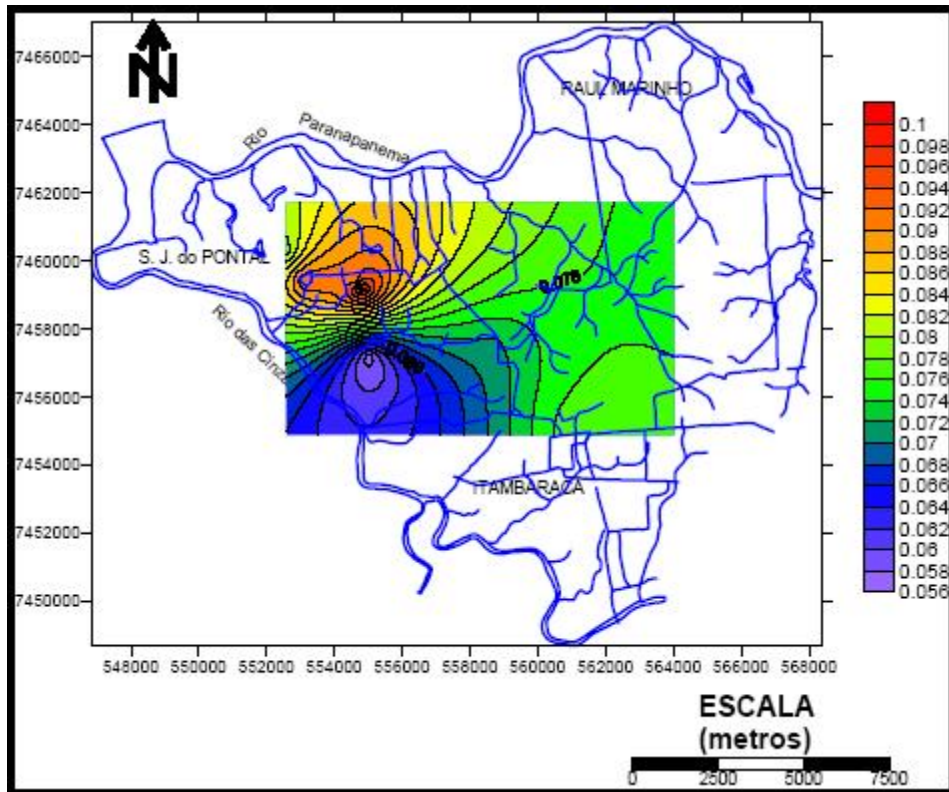
<sup>6</sup> Ver Flúor no tópico 7.3.1.



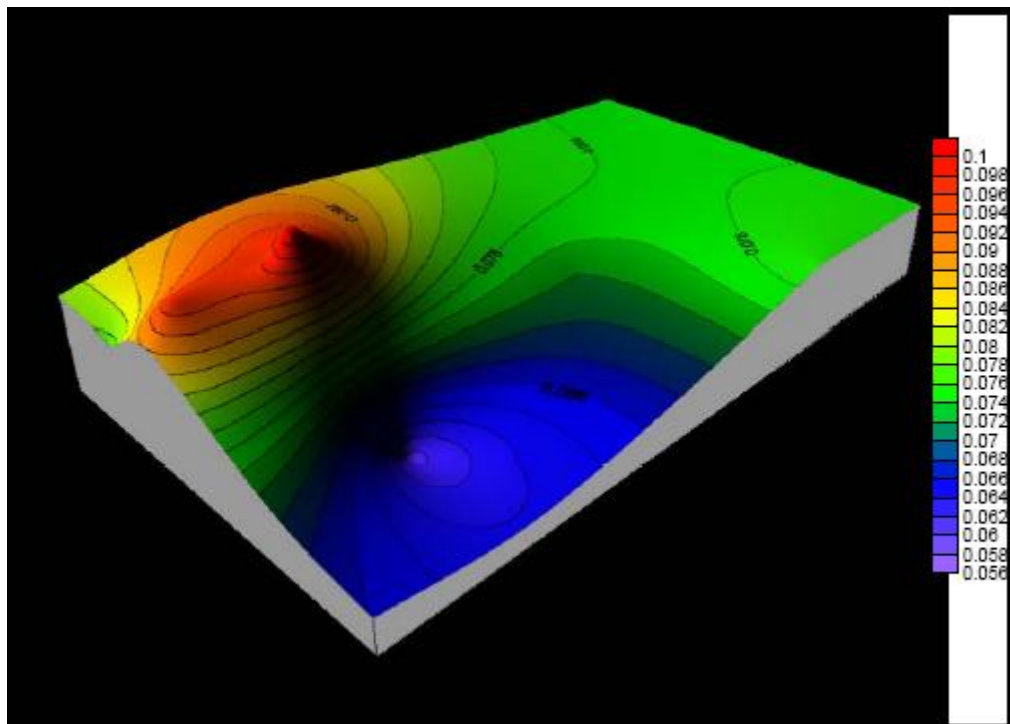
**Figura 46** – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá



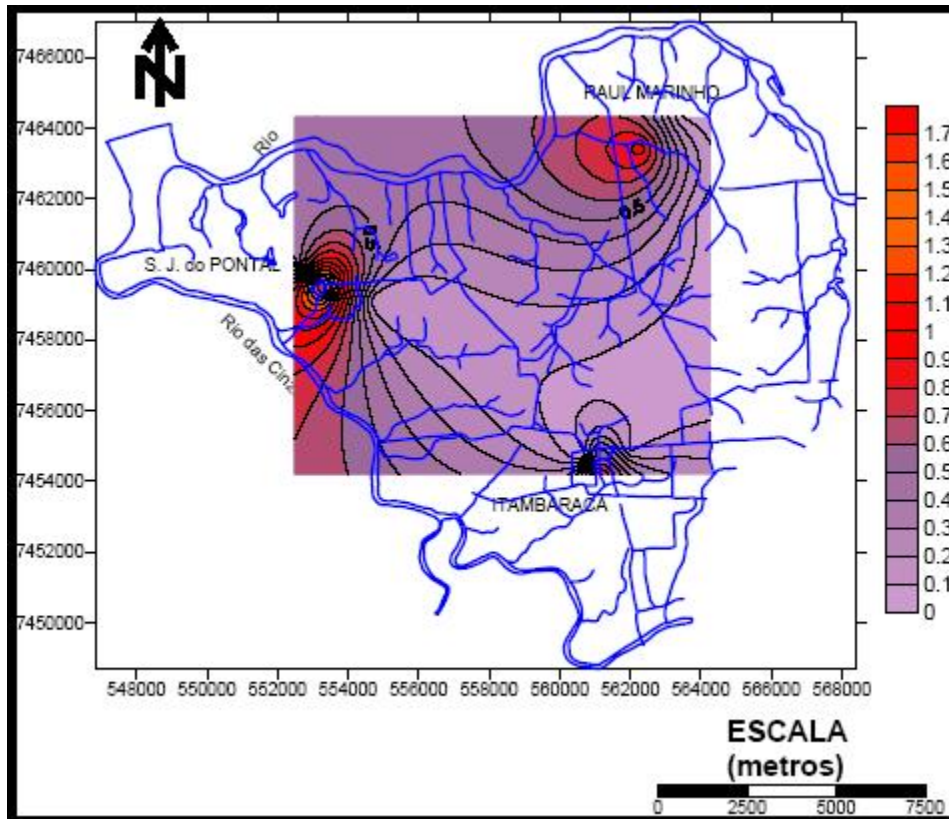
**Figura 47** – Bloco diagrama das concentrações de Flúor em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.



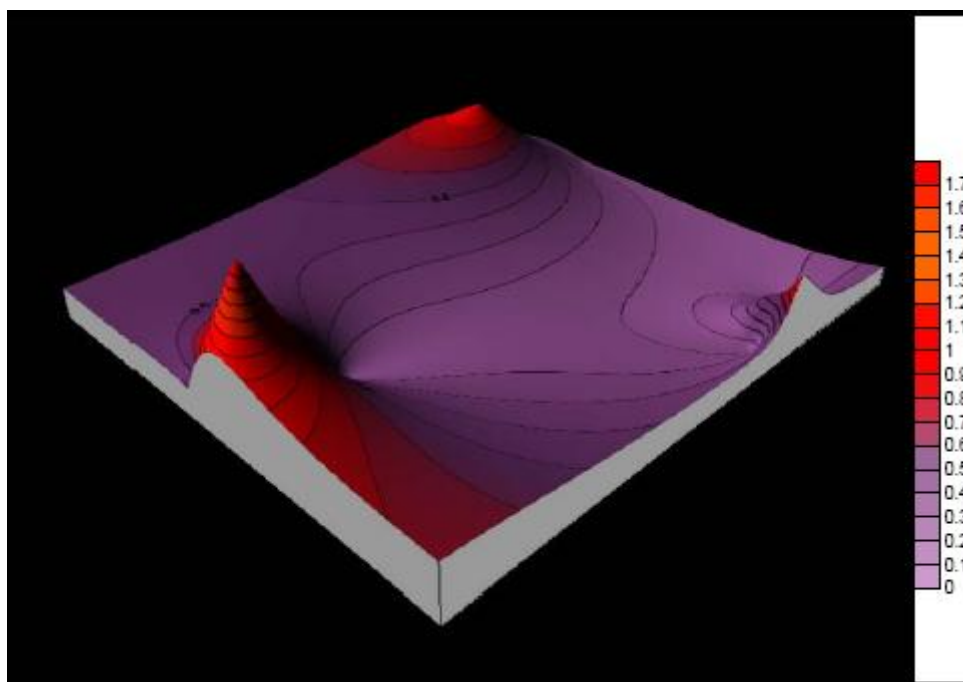
**Figura 48** – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itambaracá.



**Figura 49** – Representação das concentrações de Flúor em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itambaracá.



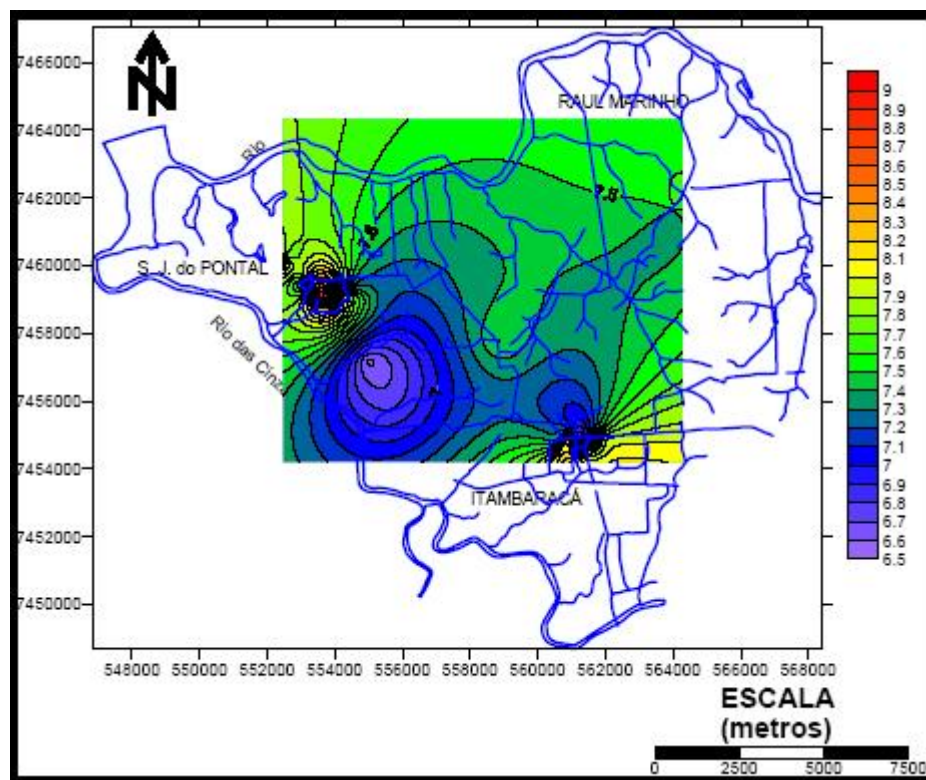
**Figura 50** – Distribuição das concentrações de Flúor (mg/L) em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itamaracá.



**Figura 51** – Representação das concentrações de Flúor em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itamaracá.

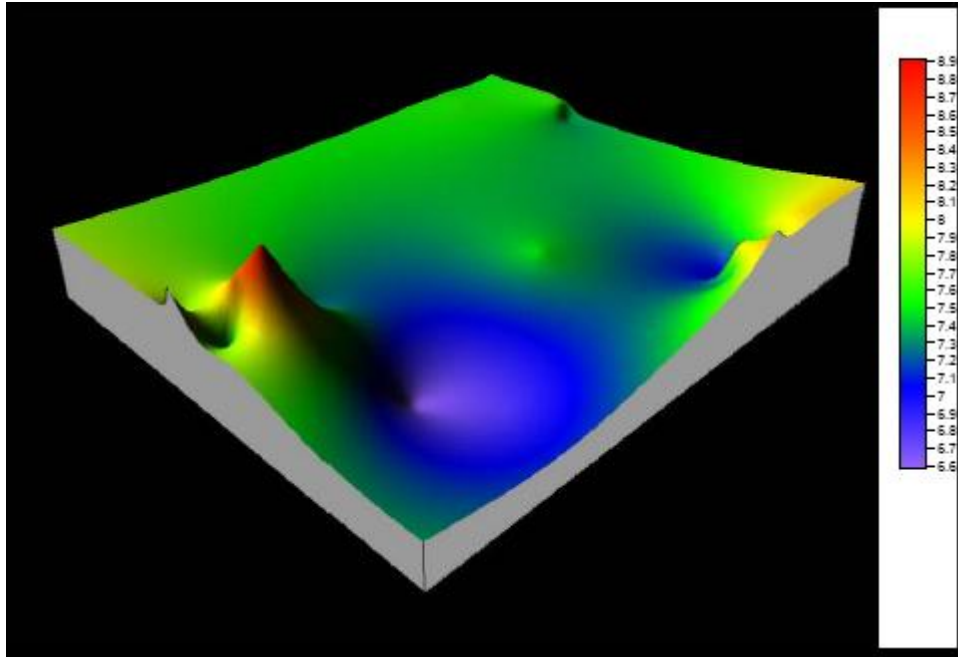
- $pH^7$

Os valores de pH encontrados situam-se, nas águas subterrâneas, exatamente no intervalo permitido pela legislação brasileira, de modo a não ser considerado como anomalia, como demonstrado nas figuras 52 e 53, sendo que as águas do Aquífero Freático (figuras 54 e 55) apresentaram valores entre 6,35 e 7,75, enquanto que no Aquífero Serra Geral os valores variaram entre 7,3 e 9, com tendência de aumento no distrito de São Joaquim do Pontal, como ilustram as figuras 56 e 57.

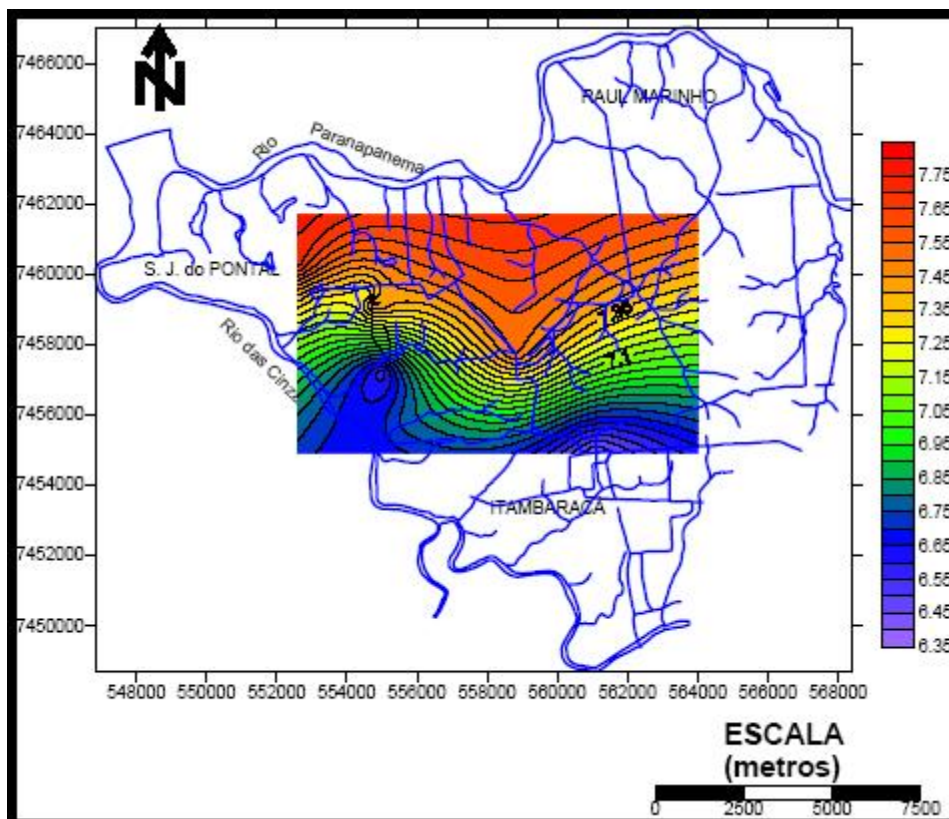


**Figura 52** – Valores de pH em águas subterrâneas (Aquífero Freático e Serra Geral) no Município de Itamaracá.

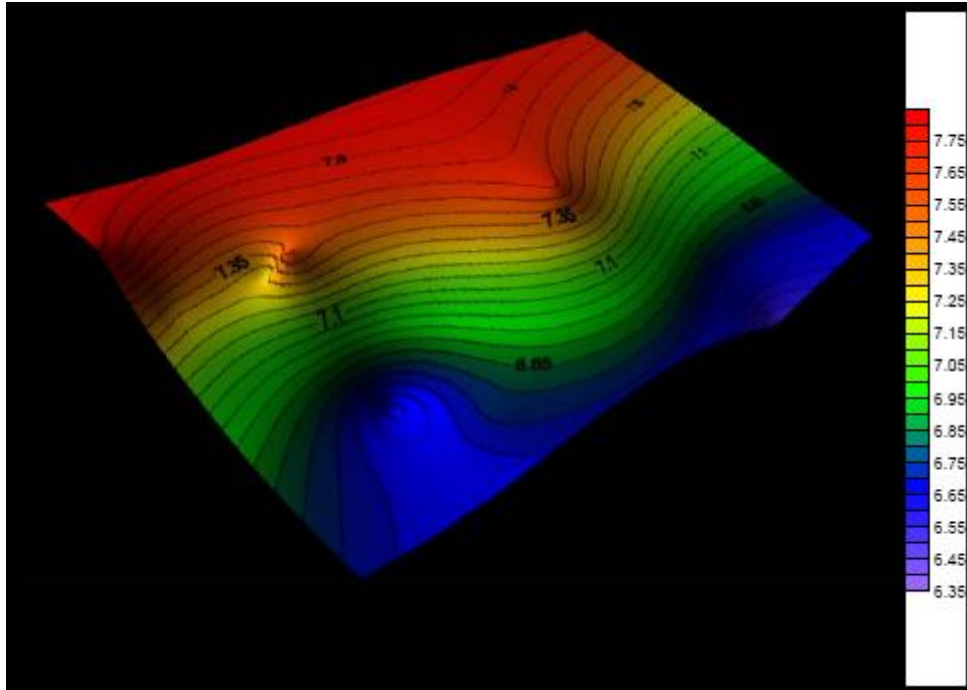
<sup>7</sup> Ver pH no tópico 7.3.1.



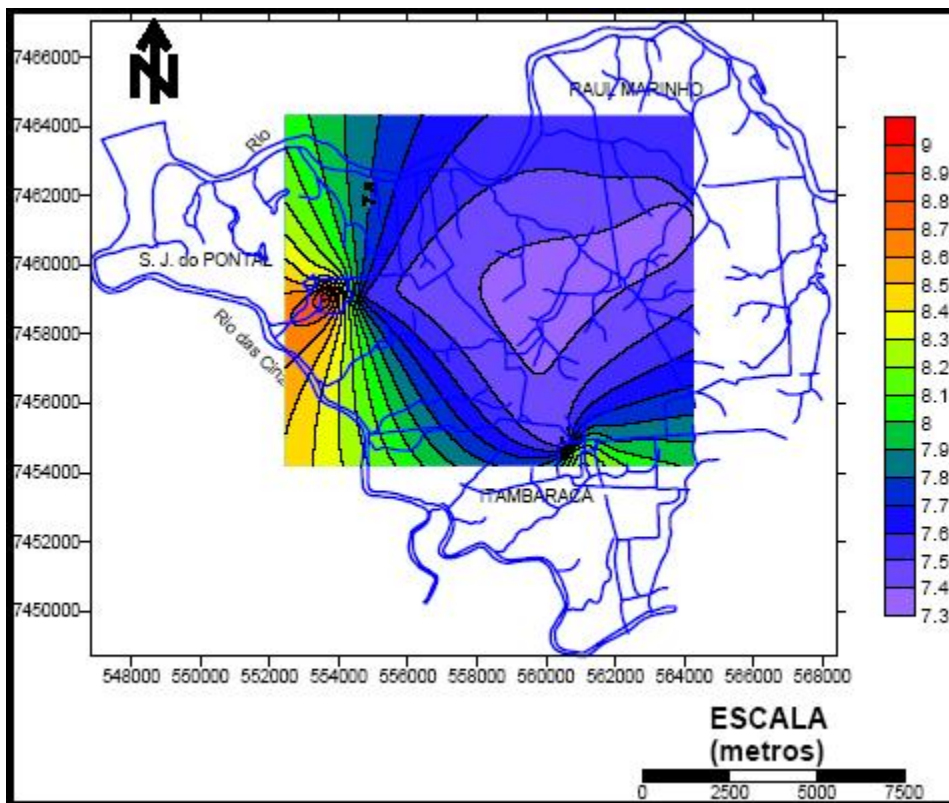
**Figura 53** – Representação tridimensional dos valores de pH em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itambaracá.



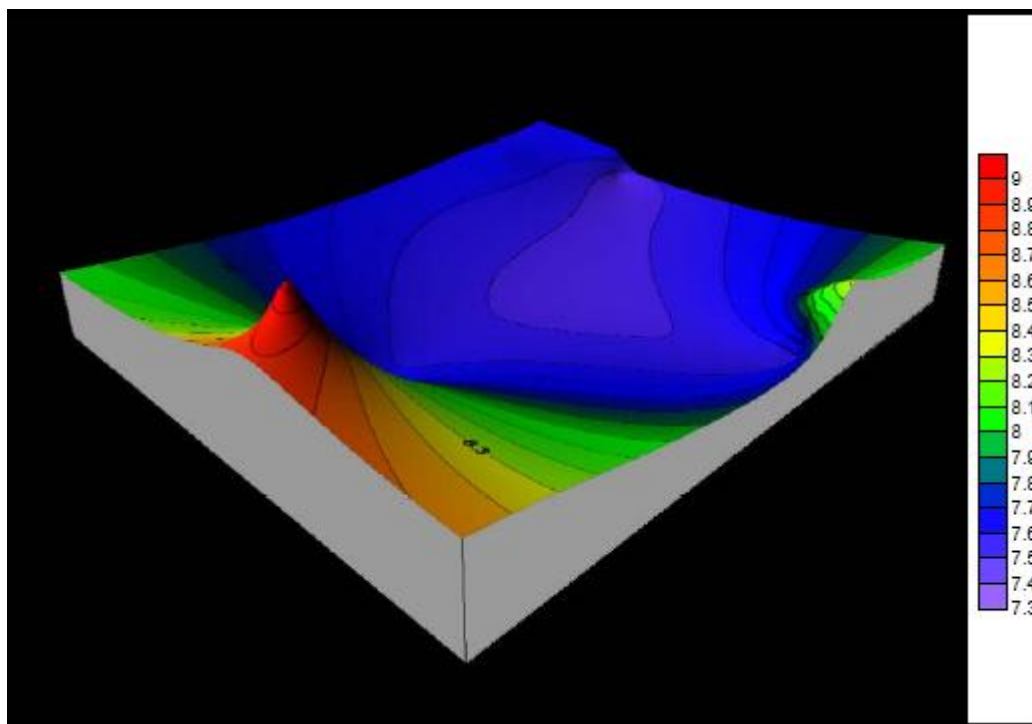
**Figura 54** – Valores de pH em águas subterrâneas do Aqüífero Freático no Município de Itambaracá.



**Figura 55** – Representação tridimensional dos valores de pH em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itambaracá.



**Figura 56** – Valores de pH em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itambaracá.



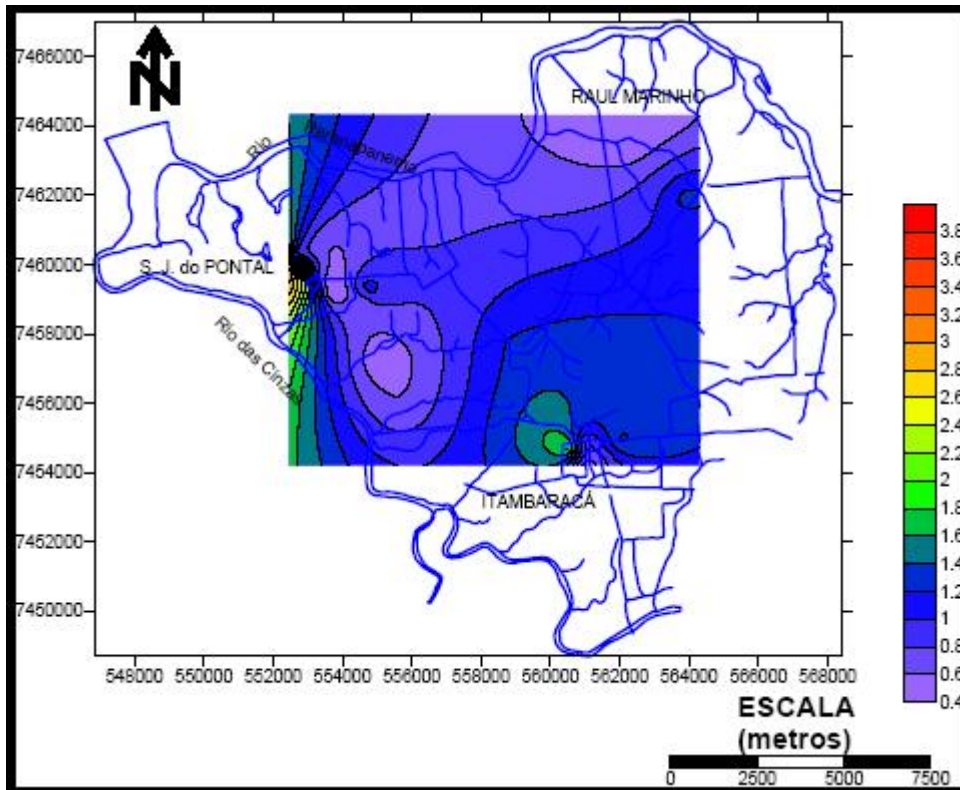
**Figura 57** – Representação tridimensional dos valores de pH em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itamaracá.

- **POTÁSSIO<sup>8</sup>**

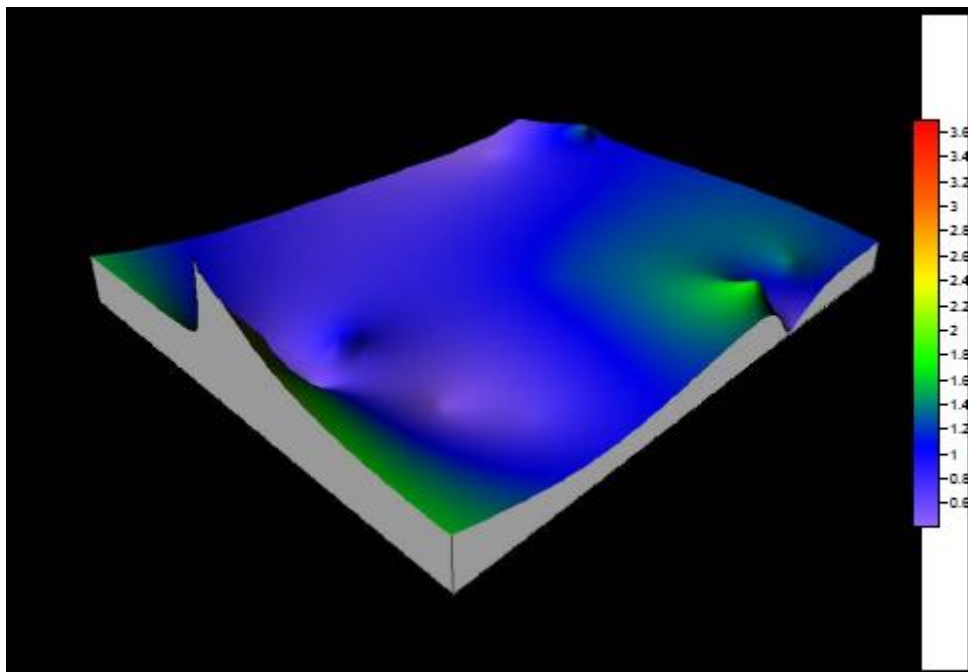
Embora haja forte tendência de concentração dos valores de Potássio no Distrito de São Joaquim do Pontal, como mostram as figuras 58 e 59, não há anomalias registradas, visto que todas as amostras encontram-se expressivamente abaixo dos valores recomendados. Entretanto, destaca-se que as maiores concentrações obtidas estão associadas ao Aquífero Serra Geral, como apresentado nas figuras 62 e 63.

---

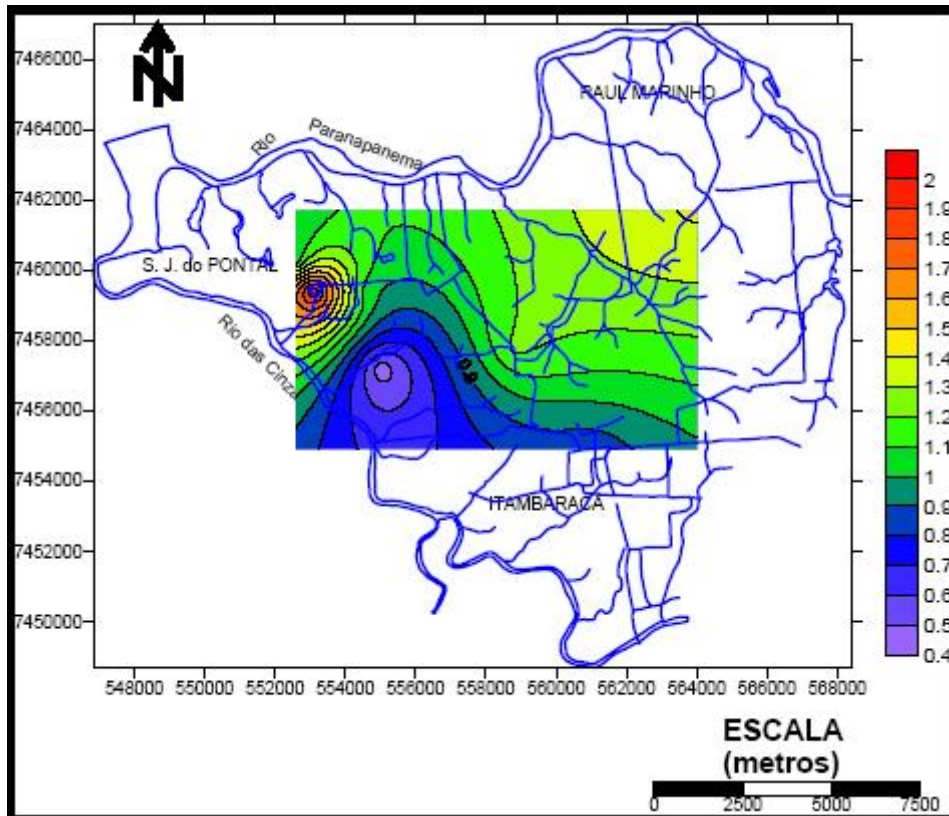
<sup>8</sup> Ver Potássio no tópico 7.3.1.



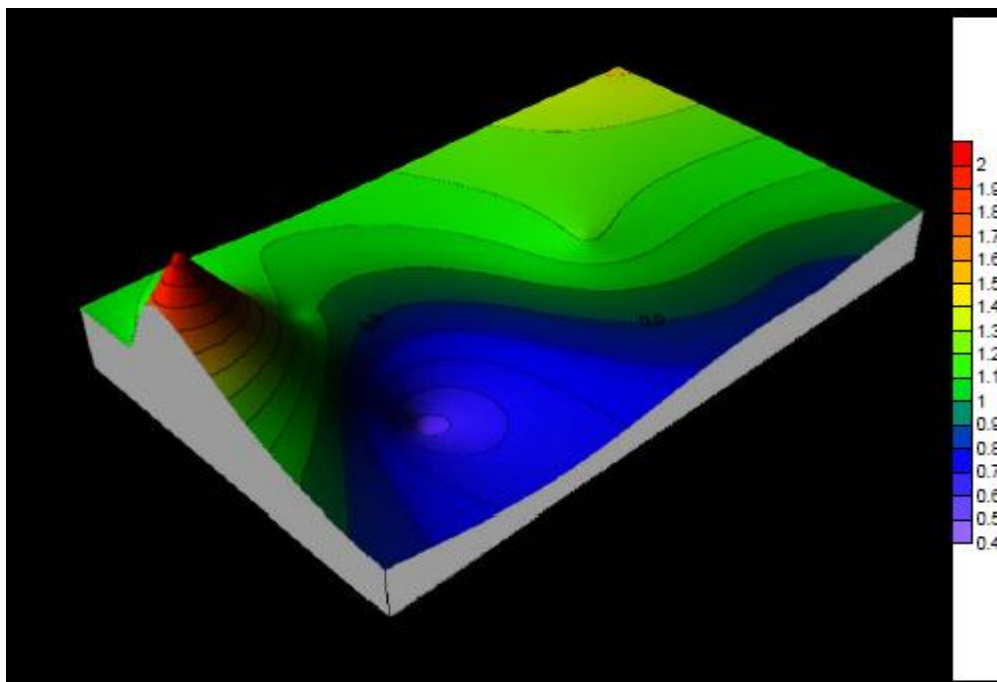
**Figura 58** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Potássio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itamaracá.



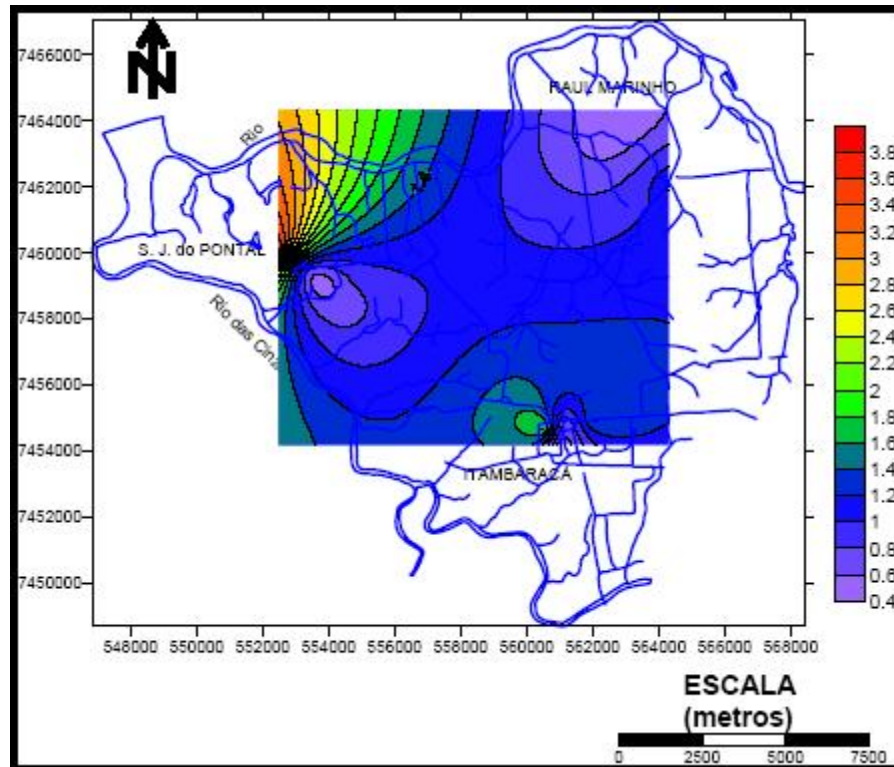
**Figura 59** – Bloco diagrama ilustrando as concentrações de Potássio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itamaracá.



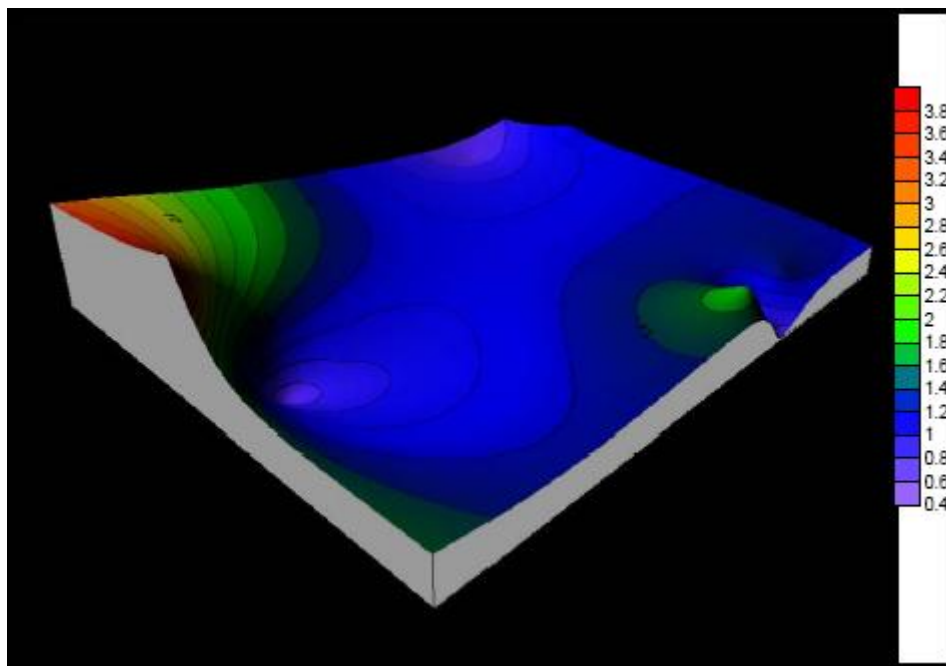
**Figura 60** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Potássio em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itamaracá.



**Figura 61** – Bloco diagrama ilustrando as concentrações de Potássio em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itamaracá.



**Figura 62** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Potássio em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá.

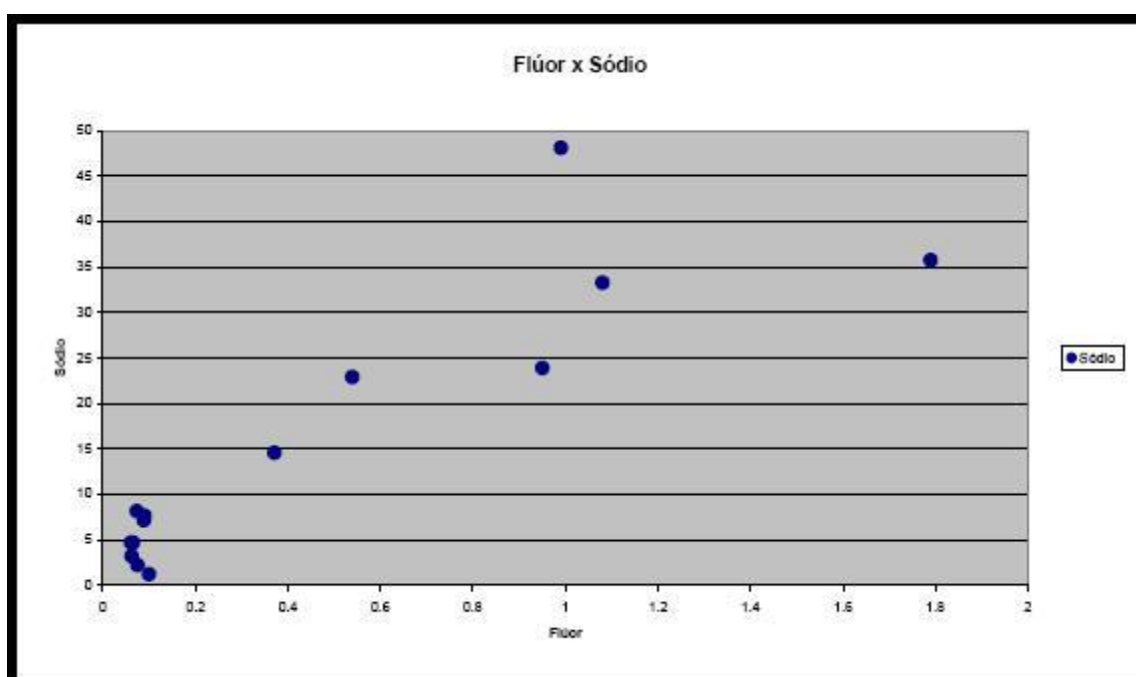


**Figura 63** – Bloco diagrama ilustrando as concentrações de Potássio em águas subterrâneas do Aqüífero Serra Geral no Município de Itambaracá.

## • SÓDIO<sup>9</sup>

Como demonstram as figuras 65 e 66, os valores de Sódio obtidos coincidem com as concentrações de Flúor, ou seja, na sede do Município e seus dois distritos, podendo indicar uma correlação positiva, como aponta a figura 64, sobretudo no que se refere ao Aqüífero Serra Geral (ver figuras 69 e 70).

Entretanto, não existem valores que apontem a existência de anomalia para o elemento, nem tampouco riscos à saúde, visto que todas as amostras encontram-se dentro dos valores permitidos.



**Figura 64** – Correlação entre Flúor e Sódio.

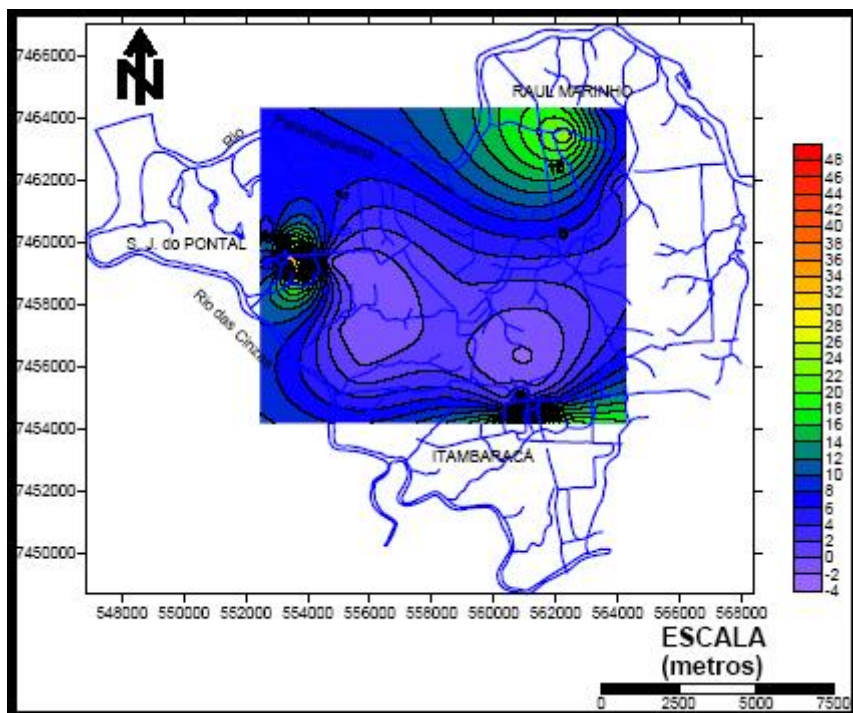
**Fonte:** do autor.

A análise da figura 64 permite uma associação positiva, ou seja, diretamente proporcional, em termos estatísticos entre os elementos Flúor e Sódio. Tal correlação merece especial atenção, visto que o Flúor apresenta-se em valores elevados na área de estudos.

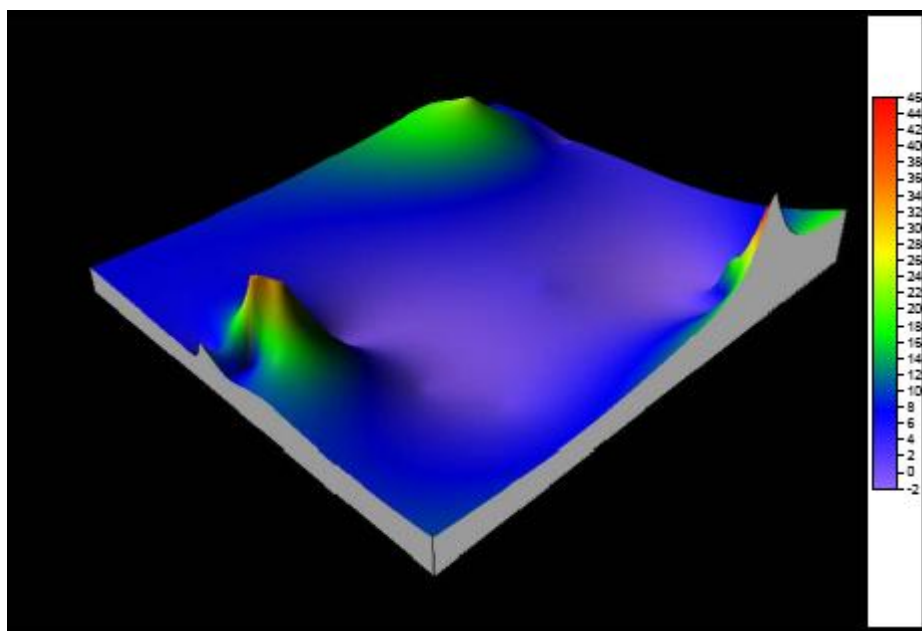
Embora não tenha sido detectado valores anômalos para Sódio na área de estudos, há significativo número de casos<sup>10</sup> de doenças cardíacas e circulatórias na área de estudos, o que, via de regra, pode estar associado à teores de Sódio elevados no consumo humano.

<sup>9</sup> Ver Sódio no tópico 7.3.1.

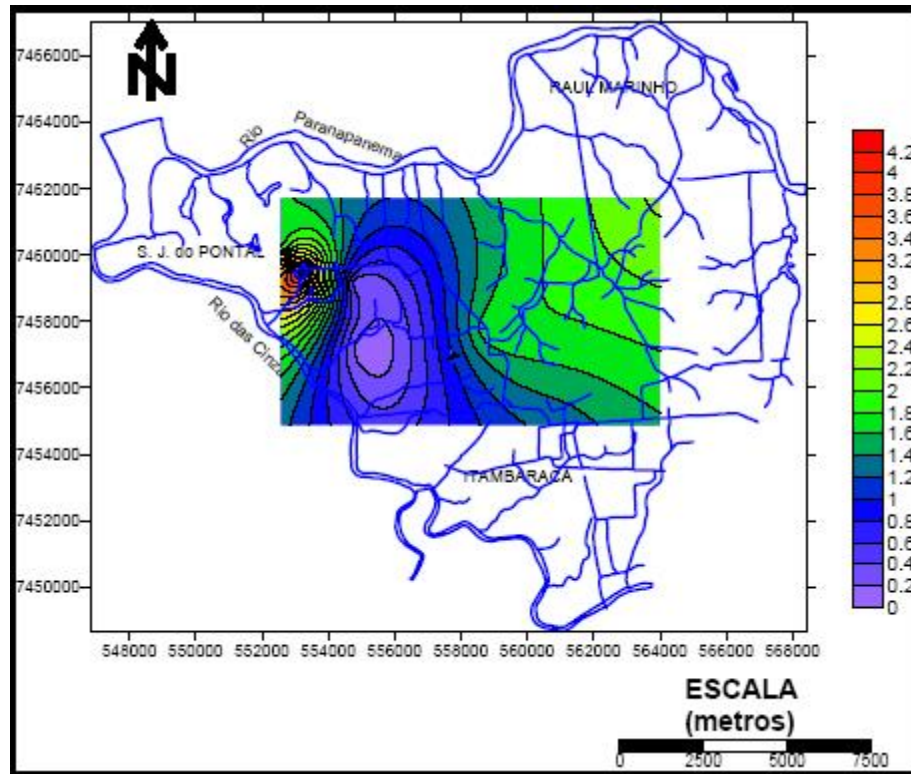
<sup>10</sup> Ver item 7.4.



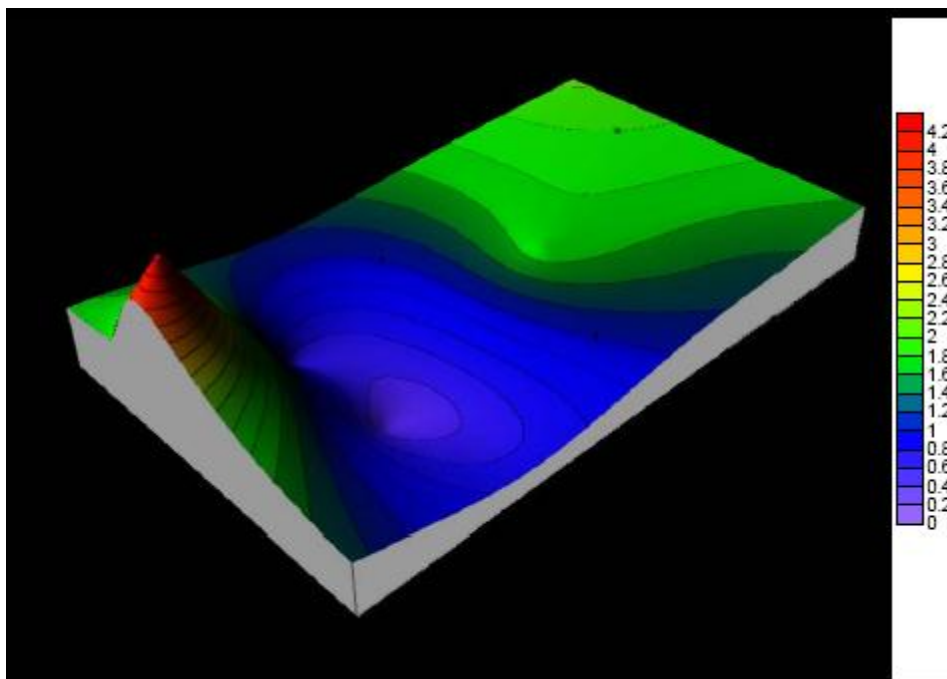
**Figura 65** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itamaracá.



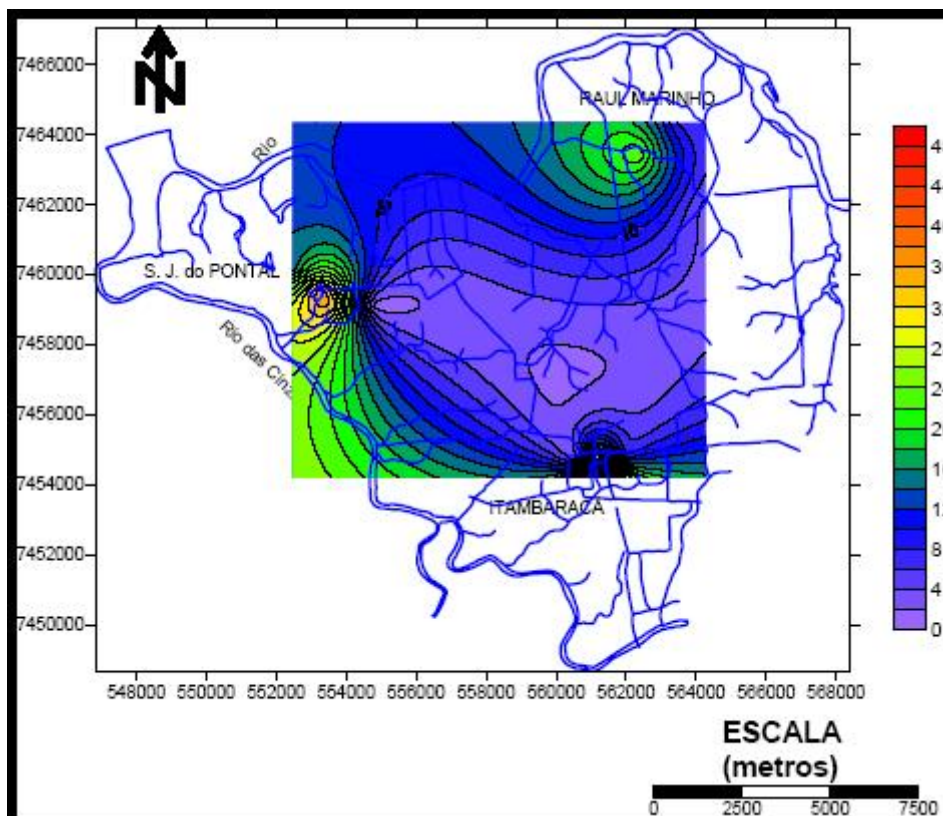
**Figura 66** – Representação tridimensional das concentrações de Sódio em águas subterrâneas (Aqüífero Freático e Serra Geral) no Município de Itamaracá.



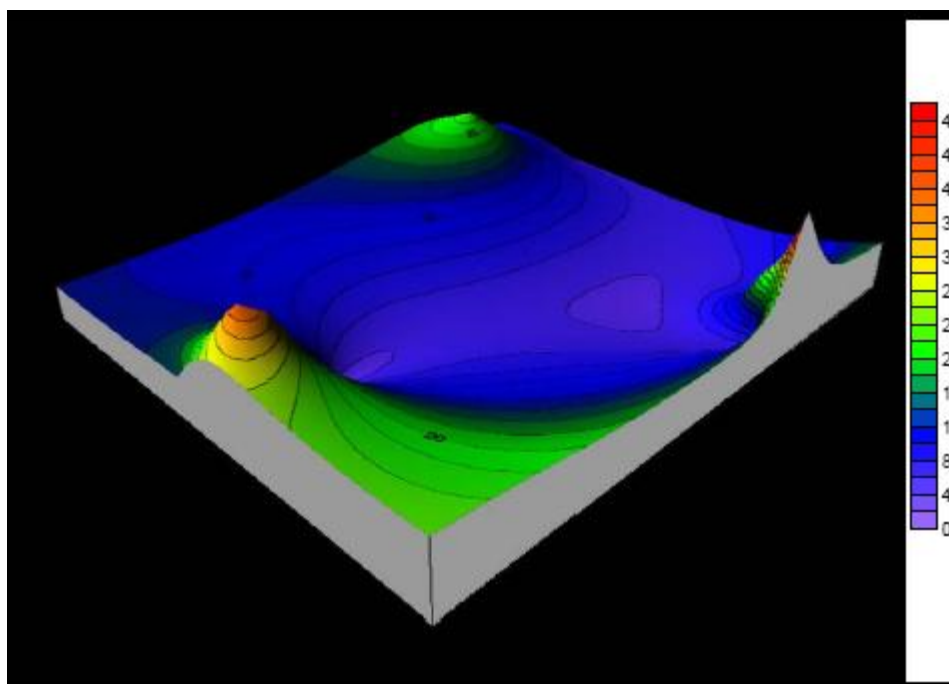
**Figura 67** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itamaracá.



**Figura 68** – Representação tridimensional das concentrações de Sódio em águas subterrâneas do Aquífero Freático no Município de Itamaracá.



**Figura 69** – Distribuição das concentrações (mg/L) de Sódio em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itambaracá.



**Figura 70** – Representação tridimensional das concentrações de Sódio em águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral no Município de Itambaracá.

#### 7.4 ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS, DE MORBIDADE E MORTALIDADE

De acordo com Gordis (1996 apud CAPITANI, 2006, p.14), os estudos epidemiológicos têm por objetivo:

- identificar a etiologia (ou causa), e os chamados fatores de risco para a ocorrência da doença em investigação, tentando definir a forma de transmissão ou a via de exposição, por exemplo;
- determinar a extensão da doença dentro da comunidade;
- estudar a história natural da doença (por exemplo, se a apresentação do evento é aguda, subaguda, crônica, qual a duração do problema, qual o prognóstico quanto à cura, seqüelas, e morte);
- estudar a mudança da distribuição das doenças longo do tempo, como mudanças no padrão de mortalidade, mudança na incidência da doença com relação sexo e faixas etárias, expectativa de vida, etc.
- avaliar medidas terapêuticas e preventivas;
- com os resultados dos estudos, fundamentar políticas públicas e decisões sobre regulação relacionadas a problemas de contaminações ambientais, por exemplo.

Ao se traçar um panorama sobre os aspectos de saúde no Município de Itambaracá, um caso que se destaca é a questão da fluorose.

Cardoso (2002) aponta em levantamento epidemiológico realizado que a citada doença ocorre com prevalência de 60,9%, revelando uma preocupante situação.

Diversos estudos realizados (RWENYONJI, 1999; AWADIA, 1999; SAMPAIO, 1999) destacam prevalências semelhantes respectivamente em Uganda, Tanzânia e Paraíba, no Brasil, de forma que pode-se ter uma dimensão da gravidade da situação.

Outros aspectos e indicadores da saúde da população são importantes serem analisados, visto que além da fluorose, diversas doenças podem ter relação com o ambiente e/ou requerem atenção dos gestores públicos a fim de evitá-las.

A análise da tabela 3 mostra quais enfermidades exigem internações hospitalares, sendo desta forma um adequado indicador das doenças no Município,

visto que não há disponibilidade de dados de consultas realizadas nas Unidades Básicas de Saúde.

**Tabela 3** – Distribuição das internações por causa e faixa etária em Itambaracá-PR, 2006.

Distribuição Percentual das Internações por Grupo de Causas e Faixa Etária										
Itambaracá										
2006										
Capítulo CID	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	-	20,5	11,8	15,0	8,1	6,5	4,0	6,7	5,1	7,4
II. Neoplasias (tumores)	5,0	-	-	-	2,7	3,8	5,6	-	0,6	2,9
III. Doenças no sangue, órgãos hematológicos e transtornos imunitários	-	-	-	-	2,7	1,1	1,6	-	0,6	0,9
IV. Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	5,0	-	-	-	-	2,7	9,6	7,7	7,6	4,7
V. Transtornos mentais e comportamentais	-	-	-	-	5,4	4,3	-	-	-	1,8
VI. Doenças do sistema nervoso	-	2,3	-	-	-	-	1,6	-	0,6	0,5
VII. Doenças do olho e anexos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII. Doenças do ouvido e da apófise mastóide	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	-	-	5,0	2,7	9,7	36,0	52,9	50,3	21,7
X. Doenças do aparelho respiratório	40,0	75,0	58,8	55,0	24,3	23,7	28,8	17,3	22,9	30,6
XI. Doenças do aparelho digestivo	20,0	-	-	10,0	2,7	9,7	8,0	7,7	7,0	7,8
XII. Doenças da pele e do tecido subcutâneo	-	-	11,8	5,0	2,7	-	0,8	2,9	1,9	1,4
XIII. Doenças sistema osteomuscular e tecido conjuntivo	-	-	-	-	-	2,7	0,8	-	-	1,1
XIV. Doenças do aparelho geniturinário	5,0	-	-	-	2,7	7,5	1,6	1,9	1,3	3,6
XV. Gravidez parto e puerpério	-	-	-	-	43,2	22,6	-	-	-	10,5
XVI. Algumas afecções originadas no período perinatal	15,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
XVII. Malf cong deformid e anomalias cromossômicas	-	-	-	-	-	1,1	-	-	-	0,4
XVIII. Sint sinais e achad anorm ex clín e laborat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XIX. Lesões, envenenamento e outras causas externas	10,0	2,3	11,8	10,0	2,7	4,8	0,8	2,9	1,9	3,8
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XXI. Contatos com serviços de saúde	-	-	5,9	-	-	-	0,8	-	-	0,4

Fonte: Datasus

Conforme apresentado, as doenças do sistema respiratório, com 30,6% da demanda hospitalar se revela a principal causa de internação. Tal fato pode estar relacionado com o manejo da cana-de-açúcar, em expansão na região, a qual é queimada antes da colheita, e libera grande quantidade de material particulado inalável.

Destacam-se também as doenças do aparelho circulatório, com 21,7% das internações. Ao correlacionar tal dado com as informações das tabelas 4 e 5, constata-se que esta será a principal *causa mortis* do Município, visto que os problemas cardíacos (infarto do miocárdio) respondem por 32,6% das mortes, com um coeficiente de 16,6 mortes para 100.000 habitantes, conforme demonstra a tabela 5.

Problemas cardíacos e do sistema circulatório em geral podem estar associados ao consumo excessivo de Sódio. Na área de estudos, conforme apresentado nos tópicos 7.3.1 e 7.3.2, o elemento não se apresenta em excesso na água, o que não descarta a possibilidade de tais doenças estarem na área de estudos relacionadas ao Sódio, o qual é utilizado no sal de cozinha. Embora não seja considerada anomalia, há uma tendência de crescimento dos valores de Sódio na direção de Raul Marinho, a qual deve ser investigada em estudos posteriores.

**Tabela 4** – Índices de mortalidade em Itambaracá-PR, em 2005.

Mortalidade Proporcional (%) por Faixa Etária Segundo Grupo de Causas - CID10										
2005										
Grupo de Causas	Menor 1	1 a 4	5 a 9	10 a 14	15 a 19	20 a 49	50 a 64	65 e mais	60 e mais	Total
I. Algumas doenças infecciosas e parasitárias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Neoplasias (tumores)	0	0	0	0	0	0	27,30	17,7	20	13,95
IX. Doenças do aparelho circulatório	-	-	-	-	-	9,1	27,3	58,8	55,0	32,6
X. Doenças do aparelho respiratório	0	100	0	0	0	0	18,2	5,9	10	9,3
XVI. Algumas afecções originadas no período perinatal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XX. Causas externas de morbidade e mortalidade	0	0	0	0	50	36,4	0	5,9	5	13,95
Demais causas definidas	100,0	-	-	-	50,0	54,5	27,3	11,8	10,0	30,2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Datasus

Com 2,9% das internações (tabela 3) e 13,9% das mortes (tabela 4), as neoplasias merecem especial atenção, visto que além da fluorose, elevados teores de flúor em água podem estar correlacionados com câncer (MARSHALL, 1990; HAMILTON, 1992).

**Tabela 5** – Coeficiente de mortalidade para algumas causas selecionadas em Itambaracá-PR, 2006.

Coeficiente de Mortalidade para algumas causas selecionadas							
(por 100.000 habitantes)							
Aids	-	-	-	-	-	-	-
Neoplasia maligna da mama (/100.000 mulheres)	-	-	-	-	-	-	-
Neoplasia maligna do colo do útero (/100.000 mulheres)	-	-	-	-	-	-	-
Infarto agudo do miocárdio	16,5	-	44,4	15,3	15,9	16,6	-
Doenças cerebrovasculares	-	-	-	-	-	-	-
Diabetes mellitus	-	-	-	15,3	-	-	-
Acidentes de transporte	16,5	-	14,8	-	-	16,6	-
Agressões	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Datasus

Requerem destaque também as doenças infecciosas e parasitárias, as quais, embora não causem mortalidade (tabela 4), apresentam 7,4% das internações. Tais doenças via de regra estão relacionadas com falta de higiene e/ou saneamento básico, sendo um ponto de ação importante para os gestores públicos.

## 8 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES AOS GESTORES PÚBLICOS

A partir dos levantamentos e análises realizados, seguem recomendações e sugestões aos gestores públicos, as quais podem, se corretamente implementadas, contribuir para melhor planejamento e gestão em Saúde Ambiental na área de estudos, minimizando os impactos do ambiente – alterado pela ação antrópica ou não – sobre a saúde humana.

- Construção de banco de dados, preferencialmente com georreferenciamento do local de residência, com informações de todas os atendimentos médicos que possam ter ligação com características ambientais, sobretudo fluorose, problemas cardíacos e doenças parasitárias e infecciosas.

- Execução de oficinas, cursos e palestras alertando sobre os riscos à saúde ligados ao ambiente e convidando a população à participar das ações necessárias em Saúde e Saneamento Ambiental.

- Implantação de sistemas de saneamento básico, sobretudo no que diz respeito à coleta de lixo e recolhimento e tratamento de esgotos. Tal procedimento tende à reduzir as doenças parasitárias e infecciosas. Ressalta-se que, por se tratar de obras de elevado custo, a administração municipal pode buscar financiamento e parceria junto à órgãos estaduais e federais.

- Distribuição à população de água com concentrações máximas de Fluoretos na ordem de 0,7 a 0,9 mg/L, evitando-se o surgimento de novos casos de fluorose dentária e impedindo o avanço dos casos já constatados.

- Uso dos *geoindicadores* como instrumentos balizadores de políticas públicas em saúde Ambiental.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como verificado, a questão saúde é bastante complexa, sendo que há discórdia e alterações freqüentes até mesmo em suas definições e conceitos. São diversos os fatores que influenciam a saúde, os quais vão desde os patogênicos até os ambientais, passando pelos sociais. Procuramos aqui nos centrar nos de ordem ambiental, sobretudo no que diz respeito aos indicadores água superficial e água subterrânea.

As relações entre ambiente e a corrente alimentar humana são controlados por fatores de ordem geográfica, geológica (litologia e mineralogia das rochas, o tempo, o clima, e etc) e processos geoquímicos relevantes, controladores da transferência dos elementos químicos ao solo, às plantas, à água e aos homens, considerando a passagem “intermediária” pelos animais, sendo que as águas superficiais e subterrâneas representam o mais importante meio de conexão entre a geoquímica das rochas, o solo e a fisiologia humana.

Admitindo-se as interações entre o meio ambiente e saúde e as contribuições que as ciências, sobretudo quando atuando de forma integrada, há ainda que se refletir acerca da questão da escala de análise. A otimização das ações no campo da saúde será efetiva quando os pesquisadores e gestores públicos buscarem a coerente ligação entre o local e o geral, já que muito pouco adianta pensar as ações de saúde com base apenas em dados estatísticos, sendo necessária a atuação junto às comunidades, para assim se ter um panorama confiável das necessidades no campo da saúde das populações, partindo-se posteriormente aos programas de âmbito mais geral.

No caso aqui exposto, buscou-se, em escala local, analisar como se dão as relações entre águas superficiais e subterrâneas, no que se refere à sua constituição geoquímica e a saúde, sobretudo no que se refere aos teores de Flúor e os casos de fluorose dentária.

Conforme apresentado, as doenças do sistema respiratório, com 30,6% da demanda hospitalar se revela a principal causa de internação. Tal fato pode estar relacionado com o manejo da cana-de-açúcar, em expansão na região, a qual é queimada antes da colheita, e libera grande quantidade de material particulado inalável, devendo ser objeto de maiores estudos visando a minimização

de tais problemas à saúde da população.

Destacam-se também as doenças do aparelho circulatório, com 21,7% das internações. Ao correlacionar tal dado com as informações das tabelas 4 e 5, constata-se que esta será a principal *causa mortis* do Município, visto que os problemas cardíacos (infarto do miocárdio) respondem por 32,6% das mortes, com um coeficiente de 16,6 mortes para 100.000 habitantes, conforme demonstra a tabela 5.

Problemas cardíacos e do sistema circulatório em geral podem estar associados ao consumo excessivo de Sódio. Na área de estudos, conforme apresentado nos tópicos 7.3.1 e 7.3.2, o elemento não se apresenta em excesso na água, o que não descarta a possibilidade de tais doenças estarem na área de estudos relacionadas ao Sódio, o qual é utilizado no sal de cozinha. Embora não seja considerada anomalia, há uma tendência de crescimento dos valores de Sódio na direção de Raul Marinho, a qual deve ser investigada em estudos posteriores.

Desta forma, através da intensificação dos estudos das relações entre Sódio e as doenças citadas, pode-se avançar na direção da possível proposição de adequação dos valores aceitáveis de teores de Sódio em água, os quais na atualidade são da ordem de 200 mg/L, conforme o estabelecido pela Portaria 518 da ANVISA.

Requerem destaque também as doenças infecciosas e parasitárias, as quais, embora não causem mortalidade (tabela 4), apresentam 7,4% das internações. Tais doenças via de regra estão relacionadas com falta de higiene e/ou saneamento básico, sendo um ponto de ação importante para os gestores públicos.

Com base nos dados levantados e análises realizadas, embora a distribuição espacial das concentrações dos elementos analisados seja bastante diferenciada, o que pode indicar alguma tendência de anomalias, constatou-se valores acima dos recomendados pela legislação vigente apenas para Potássio em águas superficiais e Flúor em águas subterrâneas, valores estes que podem causar danos imediatos à saúde humana ou animal.

Os levantamentos epidemiológicos realizados na área de estudo demonstraram a ocorrência de fluorose dentária, em muitos casos em estágio grave, de forma endêmica, o que imediatamente remete a reflexões acerca da água de consumo da população, no caso, águas subterrâneas do aquífero Serra Geral, as quais apresentaram as elevadas concentrações de Flúor.

Com 2,9% das internações (tabela 3) e 13,9% das mortes (tabela 4), as neoplasias merecem especial atenção, visto que além da fluorose, elevados teores de flúor em água podem estar correlacionados com câncer (MARSHALL, 1990; HAMILTON, 1992).

Destarte, torna-se de suma importância que se utilize como balizadores de estudos os geoindicadores, sobretudo águas superficiais e subterrâneas, antecipadamente à execução de quaisquer obras de abastecimento humano e saneamento ambiental, buscando sempre a minimização dos impactos sobre a saúde humana e animal.

Adicionalmente, constata-se a necessidade premente de que a Legislação brasileira seja atualizada, buscando-se a padronização de valores mais adequados para consumo humano de Flúor em águas, visto que tanto a Portaria 518 da ANVISA, quanto a Resolução 357 do CONAMA apresentam valores elevados, respectivamente, 1,4 e 1,5 mg/L de Flúor.

Considerando-se que na área de estudos foram obtidos dados de concentrações máximas de Flúor de 1,79 mg/L, ou seja, uma quantidade pouco acima do permitido e há a ocorrência de fluorose dentária de forma endêmica, atingindo cerca de 60% da população em idade escolar, recomenda-se que haja a revisão dos valores legais permitidos, pressupondo-se que concentrações em torno de 0,8 a 0,9 mg/L sejam consideradas adequadas ao consumo humano. Porém, destaca-se que estudos bioquímicos devam ser realizados visando à confecção da curva dose-resposta do Flúor adequada às realidades climáticas regionais no Brasil, os quais poderão balizar os valores legais de Flúor.

Por fim, destaca-se que há grande demanda nos estudos em Saúde Ambiental, nos quais a Geografia e a Geologia, sobretudo atuando de forma integrada à outras Ciências, podem, e devem atuar de forma a prevenir que, por falta de planejamento e gestão haja a disseminação e/ou prevalência acentuada de diversas doenças.

Destarte, o uso dos *geoindicadores* mostra-se como instrumento adequado aos estudos das relações entre ambiente e saúde, os quais devem ser executados nas mais diversas escalas de análise, buscando-se sempre a minimização dos impactos negativos do ambiente sobre a saúde humana e animal.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. R. **Interação Hidrogeoquímica e Geografia da Saúde na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lindóia, Zona Norte de Londrina- PR.** 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

AWADIA, A.K. vegetarianism and dental fluorosis among children in a high fluoride área of northern Tanzânia. **Journal Paed Dent**, v. 9, p. 3-11, 1999.

BANDEIRA, L.H. **Indicadores de ações de saneamento e seus impactos sobre a saúde pública articulados com as políticas de saúde, meio ambiente e recursos hídricos.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: 2003.

BRANCO, Samuel M. Água, meio ambiente e saúde. In: REBOUÇAS, Aldo C.; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José G. (org). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras, 2002. p.227-247.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Portaria n.518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de março de 2004. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/518\\_04.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/518_04.htm)>. Acesso em: 29 jan. 2008.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Lei nº 8080/90, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 de setembro de 1990. Disponível em: <[http://www.cff.org.br/legisla%C3%A7%C3%A3o/Leis/lei\\_8080\\_90.htm](http://www.cff.org.br/legisla%C3%A7%C3%A3o/Leis/lei_8080_90.htm)>. Acesso em: 29 jan. 2008.

BRASIL. Decreto 99438/90, de 7 de agosto de 1990. Regulamenta o Conselho Nacional de Saúde e dá outras providências. Disponível em: <<http://conselho.saude.gov.br/legislacao/decreto99438.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2008.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 de janeiro de 1997. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/Legislacao/docs/lei9433.pdf>>. Acesso em 29 jan. 2008.

BRASIL. República dos Estados Unidos do Brasil. Código de Águas. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934. **Coleção de Leis de 1934**, Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, v. 4., p. 679, 1936.

BRASIL. Ministério da Saúde. Normas Operacionais Básicas do Sistema Único de Saúde/NOB-SUS 96. Brasília, DF, 1997. p.34.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 020, de 18 de junho de 1986. Inaugura no âmbito nacional, a gestão da qualidade das águas e que, por sua importância e seus reflexos na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 de julho de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 29 jan. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Trata do enquadramento dos corpos hídricos superficiais para captação (mananciais de abastecimento) e regulamenta parâmetros para lançamento de efluentes. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res\\_conama\\_357\\_05.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2008.

BRASIL. Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Lei 6.938/81. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e instituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 de setembro de 1981. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 29 jan. 2008.

CAIRUS, H.F. Ares, Águas e Lugares. In: CAIRUS, H.F & RIBEIRO JR, W. **Textos Hipocráticos: o doente, o médico e a doença**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2005.

CAIRUS, H.F.; RIBEIRO JR, W. **Textos Hipocráticos: o doente, o médico e a doença**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2005.

CAMDESSUS, M.; BADRÉ, B.; CHÉRET, P.F.; BUCHOT, P.F. **Água: oito milhões de mortos ao ano – um escândalo mundial**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

CAMPOS, Juarez Q.; SANTO, Antônio C.; MANTOVANI, Maria F. **Introdução à saúde pública**. São Paulo: J.Q. Campos, 1987.

CAPITANI, E.M. **Ecotoxicologia e geomedicina**. Disponível em: <[www.cprm.gov.br/pgagem/inicio.html](http://www.cprm.gov.br/pgagem/inicio.html)>. Acesso em: 24/02/2007.

\_\_\_\_\_. Epidemiologia e geologia médica. In: SILVA, C.R. et al.(ed.). **Geologia médica no Brasil**: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006.

CARDOSO, Luciana M. **Fluorose dentária e teores de Flúor na água de Itambaracá-PR**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2002.

CARVALHO, B.G.; MARTIN, G.B.; CORDONI JR, L. A organização do Sistema de Saúde no Brasil. In: ANDRADE, Selma M.; SOARES, Darli A.; CORDONI JR, Luiz. **Bases da saúde coletiva**. Londrina: UEL, 2001.

CASTRO, J. **Geografia da fome**: o dilema brasileiro – pão ou aço. 2 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2002.

CELLIGOI, A. **Recursos hídricos subterrâneos da Formação Serra Geral em Londrina-PR**. Dissertação (Mestrado em Geologia). Instituto de Geologia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

COHEN, M.M.; LIMA, J.C; PEREIRA, C.R.A. A Vigilância Sanitária e a Regulação do SUS pelas Normas Operacionais. In: SETA, M.H; PEPE, V.L.E; OLIVEIRA, G.D (org.). **Gestão e Vigilância Sanitária**: modos atuais do pensar e fazer. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006.

COMBS JR, G.F. Geological impacts on nutrition. In: SELINUS, O.; ALLOWAY, B.; CENTENO, J.A.; FINKELMAN, R.B.; FUGE, R.; LINDH, U.; SMEDLEY, P. **Essentials of Medical Geology**: impacts of natural environment on public health. Califórnia: ELSEVIER, 2005.

CUNHA, F.G. **Introdução à Geologia Médica**. Disponível em <[www.cprm.gov.br/pgagem/inicio.html](http://www.cprm.gov.br/pgagem/inicio.html)>. Acesso em: 24/02/2007.

DATASUS. **Banco de dados do Ministério da Saúde**. Disponível em: <[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)>.

DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral). **Geologia do Brasil**. Brasília, 1984.

EL-KHATIB, FAISSAL. **História do Paraná**. Vol. 4. Curitiba: GRAFIPAR, 1969.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Levantamento de conhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Tomo I. Londrina, 1984.

\_\_\_\_\_. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

FAGIN. D. Controvérsias sobre o Flúor. **Scientific American**, 2008, ano 6, n. 69.

FERNANDES, J.C.B.; KUBOTA, L.T.; OLIVEIRA NETO, G. Íon-selective electrodes: historical, mechanism of response, selectivity and concept review. **Química Nova**, 2001, vol.24, n.1, p.120-130.

FIGUEIREDO, B. R. **Minérios e Ambiente**. Campinas: UNICAMP, 2000.

GRAZIERA, M.L.M. **Direito de Águas**. São Paulo: Atlas, 2001.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1969.

GUIMARÃES, R.B. Saúde Urbana: velho tema, novas questões. **Terra Livre**. n.17, 2001.

GUTIERREZ, Paulo R.; OBERDIEK, Hermann. Concepções sobre a saúde e a doença. In: ANDRADE, Selma M.; SOARES, Darli A.; CORDONI JR, Luiz. **Bases da saúde coletiva**. Londrina: UEL, 2001.

HAMILTON, M. Water fluoridation: a risk assessment perspective. **Journal Environmental Health**. n. 54, v. 6, p. 27 – 32, 1992.

IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná). **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) **SPRING**, 2004.

IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). **Anuário Estatístico do Paraná 2005**. Disponível em:  
<[http://www.ipardes.gov.br/anuario\\_2005/index.html](http://www.ipardes.gov.br/anuario_2005/index.html)>. Acesso em 12/12/2007.

IUGS (International Union of Geological Sciences). Disponível em  
<[www.geoinindicator.org](http://www.geoinindicator.org)>. Acesso em 24/11/2007.

LACAZ, C.S.; BARUZZI, R.G.; SIQUEIRA JR, W. **Introdução à Geografia Médica no Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.

LEFF, Enrique. Tecnologia, vida e saúde. In: **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 310-318.

LICHT, O.A.B.; PIEKARZ, O. G.; SILVA, J.C.F.C.; LOPES JR., I. Levantamento Geoquímico Multielementar de Baixa Densidade no Estado do Paraná. **A Terra em Revista**, n. 3, p. 34-46, 1997.

LICHT, O.A.B. **Prospecção geoquímica: princípios, técnicas e métodos**. Rio de Janeiro: CPRM, 1998.

LIMA, N.T; GERSCHMAN, S.; EDLER, F.C.; SUÁREZ, J.M. **Saúde e democracia: história e perspectiva do SUS**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2005.

LUCCHESI, G. A Vigilância Sanitária no Sistema Único de Saúde. In: SETA, M.H; PEPE, V.L.E; OLIVEIRA, G.D (org.). **Gestão e Vigilância Sanitária: modos atuais do pensar e fazer**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Ed. José Olympio, 1981.

MARSHALL, E. The fluoride debate: one more time. **Science**, 247, p.276-277, 1990.

MARTINS JR, José C. G.; PINESE, J.P.P. Meio ambiente e saúde coletiva: abordagens em geologia médica. In: CARVALHO, Márcia S. **Geografia, meio ambiente e desenvolvimento**. Londrina: [s.e.], 2003.

MEIRELLES, H.L. **Direito Municipal Brasileiro**. 6 ed. São Paulo: Malheiros, 1993.

MELFI, A.J.; PICCIRILLO, E.M.; NARDY, A.J.R. *Geological and magmatic aspects of the Paraná Basin – an introduction*. In: PICCIRILLO, E. M. & MELFI, A. J. (Eds.) **The Mesozoic flood volcanism of the Paraná Basin: Petrogenetic and geophysical aspects**. São Paulo: IAG-USP, 1988.

MENDONÇA, F. A tipologia climática: gênese, características e tendências. In: STIPP, N.A.F. **Macrozoneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi**. Londrina: EDUEL, 2000.

\_\_\_\_\_. **Clima e criminalidade**. Curitiba: UFPR, 2001.

MINERAIS DO PARANÁ S. A. – MINEROPAR. **Atlas geoquímico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2001.

\_\_\_\_\_. **Atlas Geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 2002.

\_\_\_\_\_. **Geoquímica de solo – Horizonte B**: relatório final de projeto. Curitiba: MINEROPAR, 2005.

\_\_\_\_\_. **Cartas Geomorfológicas do Estado do Paraná**. Escala 1:250.000. Curitiba, 2006.

\_\_\_\_\_. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Escala 1:250.000. Curitiba, 2006-B.

MORITA, M.C.; CARRILHO, A.; LICHT, O.A.B.. Use of geochemistry data in the identification of endemic fluorosis areas. WORLD CONGRESS OF HEALTH AND URBAN ENVIRONMENT, 1, 1998. **Anais**. Madrid, jul 1998.

NARDY, A. J. R. et al. Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral. **Geociências**, Rio Claro, v. 21, n. 1/2, 2002.

PAIM, J. S. **Desafios para a Saúde Coletiva no Século XXI**. Salvador: EDUFBA, 2006.

PARANÁ (Estado). Instituto Ambiental do Paraná – IAP. Resolução SEMA 031, de 24 de agosto de 1998. Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=166>>. Acesso em: 29 jan. 2008.

PARANÁ (Estado). Instituto Ambiental do Paraná – IAP. Lei n. 12.276, de 26 de novembro de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=169>>.

PESSOA, S. **Problemas brasileiros de higiene rural**. São Paulo: USP, 1949.

PINESE, J.P.P.; STIPP, N.A.F.; OLIVEIRA, J. A geologia e os recursos minerais no curso inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi-PR. In: STIPP, N.A.F. (org.). **Sociedade, natureza e meio ambiente no Norte do Paraná: a porção inferior da bacia hidrográfica do rio Tibagi-PR**. Londrina: Ed. UEL, 2000.

PINESE, J.P.P.; ALVES, J.C.; LICHT, O.A.B. Anomalias hidrogeoquímicas no município de Itambaracá (PR): resultados preliminares. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 8, Curitiba. **Contribuições científicas**, 2001.

PINESE, J.P.P.; ALVES, J.C.; LICHT, O.A.B.; PIRES, E.O.; MARAFON, E. Características geoquímicas naturais da água de abastecimento público da porção extremo norte do Estado do Paraná, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa, 2002.

PIRES, E. O., PINESE, J. P. P., ALVES, J. C., MARAFON, E. Aspectos Geológicos e a Distribuição do Flúor na Água de Abastecimento do Município de Itambaracá-Pr In: XVII Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, 2001, Londrina-PR. **Quem tem medo do interior? - urbano rural: que espaço é este?**. Londrina-PR: Editora UEL, 2001. v.1. p.170 – 172.

PIRES, E. O., PINESE, J. P. P. Principais Características Fisiográficas e Ambientais do Município de Itambaracá - Paraná In: XIII Encontro Nacional de Geógrafos, 2002, João Pessoa-PB. **Contribuições científicas**, 2002.

PIRES, E. O. **Ambiente e saúde: o caso das águas superficiais em Itambaracá- PR**. 2005. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2005.

PIRES, J. D. **Legislação Ambiental: Recursos Hídricos – finalidades, aplicações, eficácia e abrangência**. Monografia (Especialização em Análise Ambiental em Ciências da Terra). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.

PNUD (Programa das Nações unidas Para o Desenvolvimento) **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**, 2003. Disponível em: <[www.pnud.org.br/atlas](http://www.pnud.org.br/atlas)>.

RENNE, P.R.; DECKART, K.; ERNESTO, M. FÉRAUD; G. PICCIRILO, E.M. Age of the Ponta Grossa dike swarm (Brazil), and implications to Paraná flood volcanism. In: **Earth and Planetary Science Letters**. (144), p.199-211, 1996.

RIBEIRO, H. Geografia da Saúde e da Doença aplicada à poluição do ar em São Paulo. In: RIBEIRO, H. **Olhares Geográficos: meio ambiente e saúde**. São Paulo: SENAC, 2005.

RODRIGUEZ NETO, E. **Saúde: promessas e limites da Constituição**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2003.

ROJAS, L.I. Geografia y salud: entre histórias, realidades y utopias. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 25, 2003.

ROJAS, L.I.; BARCELLOS, C. Geografia y salud em América Latina: evolución y tendencias. **Revista Cubana de Salud Pública**, n. 4, v. 29, 2003.

RWENYONYI, C.M. Altitude as a risk indicator of dental fluorosis in children residing in áreas with 0,5 and 2,5 mg fluoride per litre in drinking water. **Caries Res**, v. 33, p.267 – 274, 1999.

SALAMUNI, R.; HIERTEL, R.J.G.; SILVA, J.L. Geologia do Paraná. In: **História do Paraná** vol. II. Curitiba: Grafipar, 1969.

SAMPAIO, F.C. Dental fluorosis and nutritional status of 6- to 11-year-old children living in rural áreas of Paraíba, Brazil. **Caries Res**, v. 33, p. 66-73, 1999.

SCARPELI, W. **Introdução à geologia médica**. São Paulo: I FENAG. IG/USP, 2003. Disponível em: <[www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.html](http://www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.html)>. Acesso em: 05/07/07.

SELINUS, O. Geologia Médica. In: SILVA, C.R. et al.(ed.). **Geologia médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2006.

SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná). **Portal do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=45>>. Acesso em 24/11/2007.

SORRE, M. **Fundamentos biológicos de la geografía humana**. Barcelona: Ed. Juventud, 1955.

SRC (Saskatchewan Research Council). **Water quality**. Disponível em: <[www.src.sk.ca/html/labs\\_facilities/analytical\\_labs/water\\_quality/index.cfm](http://www.src.sk.ca/html/labs_facilities/analytical_labs/water_quality/index.cfm)>. Acesso em 24/06/2007.

STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER. 21 ed. 2005.

TREWARTHA, G.T.; HORN, L.H. **An introduction to climate**. New York: MacGraw-Hill, 1980.

VASCONCELOS, C.M.; PASCHE, D.F. O Sistema Único de Saúde. In: CAMPOS, G.W.S.; MINAYO, M.C.S.; AKERMAN, M.; DRUMOND JR, M.; CARVALHO, Y.M. **Tratado de Saúde Coletiva**. São Paulo: HICITEC; Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2006.