

# Busca por Água para Suprir as Necessidades Humanas e a Sustentabilidade do Aquífero Subterrâneo em Loteamentos Irregulares na

Carlos Augusto do Nascimento<sup>1</sup>, Roberto Naime<sup>2</sup>, Sérgio Carvalho<sup>3</sup>

## Resumo

É comum a captação de água subterrânea para obtenção de água potável para abastecimento humano em loteamentos irregulares. Foram selecionados três destes loteamentos no município de Taquara, com o objetivo de realizar um monitoramento na qualidade de alguns parâmetros destas águas, observando critérios estabelecidos na Portaria 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde. Buscou-se, com este trabalho, conhecer a qualidade da água usada nestes loteamentos, através de análises físico-químicas e microbiológicas. Os locais pesquisados estão distanciados, via de regra, em 3,5 Km do centro da cidade, apresentam baixa degradação ambiental, entorno com características rurais, pouca circulação de automóveis, não-pavimentação nas ruas e o nível de ruídos é mínimo. Os resultados estão apresentados e discutidos no presente trabalho, onde é feito um diagnóstico da situação atual da água subterrânea destes locais e apresentadas sugestões para a manutenção da qualidade e segurança da água consumida por seus usuários.

**Palavras-chave:** Água. Qualidade. Monitoramento.

## Abstract

The caption of underground water in irregular lots is common in order to obtain drinkable water for human supply. Three irregular lots were selected in the city of Taquara to evaluate the quality of some parameters related to such waters, according to the established criteria in the decree # 518 dated from March 25/2004 from the Ministry of Health. The objective of this work is knowing the water quality that is

<sup>1</sup> Mestrando em Qualidade Ambiental na FEEVALE. Engenheiro Industrial Químico.

<sup>2</sup> Professor do Mestrado em Qualidade Ambiental na FEEVALE. Coordenador do curso de Engenharia Ambiental e Engenharia de Alimentos do UNIVAG.

<sup>3</sup> Coordenador do Mestrado em Qualidade Ambiental da FEEVALE.

used in these lots, through physicochemical and microbiological analysis. The researched places are 3.5 Km far from downtown and they present a low environmental degradation, with their surroundings presenting rural characteristics, low traffic, unpaved streets, low noise. The collection of solid waste is regular, but there is no domestic sewage treatment system. The results are presented and discussed in this work, where the diagnostic of the current situation of the underground water theses and suggestion are presented for the maintenance of the water quality consumed by the inhabitants of these lots.

**Keywords:** Water. Quality. Monitoring.

## 1. Introdução

Loteamentos irregulares estão localizados, via de regra, em locais no limite entre a zona urbana e a zona rural. Estes loteamentos estão em locais que visualmente apresentam características de pouca degradação ambiental.

A falta de saneamento básico, nestes loteamentos, faz com que o esgoto doméstico nele gerado seja enviado para fossa séptica e, posteriormente, para um sumidouro. Como a grande maioria destes terrenos têm dimensões de 11m x 33m, o espaço após a construção da residência, instalação de fossa e do sumidouro, é exíguo, sendo a perfuração do poço tubular profundo muito próximo a estas construções. Como nestes loteamentos irregulares não há fornecimento de água com rede de abastecimento público e controle bacteriológico, resta somente esta alternativa para obtenção de água para consumo dos seus moradores.

Esta realidade, considerando a ocorrência da Formação Botucatu (Carraro et al. 1974) na região do município de Taquara, tem induzido a população a satisfazer as necessidades de água dos loteamentos através da captação com poços tubulares instalados na rocha psamítica sotoposta.

A perfuração destes poços é geralmente feita por empresas sem recursos técnicos adequados e sem um responsável técnico habilitado junto ao Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA); portanto, sem qualquer procedimento de registro ou controle. Desta forma, a operação de perfuração é realizada sem nenhuma garantia de que esteja em conformidade com as normas preconizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A companhia de saneamento responsável pelo abastecimento público na cidade é a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), que, através de concessão pública, opera o sistema de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto na cidade, sendo estes dois últimos, na prática, inexistentes.

A CORSAN se exime da responsabilidade de levar água tratada até estes loteamentos com base na lei número 6.766 de 19/12/79, que diz que a responsabilidade pela construção de redes de abastecimentos destes loteamentos é de responsabilidade do agente loteador, que, por sua vez, comercializou os lotes sem cumprir as determinações mínimas da legislação de fracionamento do solo urbano.

Entretanto, o uso de água subterrânea não é exclusividade deste tipo de situação, pois a busca por alternativas ao abastecimento público para consumo em residências, indústrias ou prestadores de serviços é realidade, tanto por questões econômicas, como de qualidade ou de quantidade de água. Na região do Vale dos Sinos, o rio homônimo é o principal aquífero de superfície da região e tem sofrido considerável redução nos volumes de água disponíveis, principalmente nos meses de verão.

A discussão sobre a qualidade e disponibilidade de água dos mananciais hídricos superficiais,

induz as pessoas menos informadas a acreditarem que a qualidade da água subterrânea está isenta de ser influenciada pela poluição que atinge os recursos hídricos superficiais. Este fato não é verdadeiro, pois existe íntima relação entre as águas superficiais e subterrâneas. No verão, o regime influente leva água dos rios para os mananciais hídricos subterrâneos e, no inverno, o regime efluente carrega água dos lençóis freáticos e subterrâneos saturados para o interior dos rios, de forma que a interação é completa e permanente (Naime et al, 2004).

Águas da chuva infiltrando-se no solo podem percorrer centenas de quilômetros e voltar à superfície alimentando então um rio ou córrego. São estas águas que garantem a vazão dos rios em épocas de seca (Azevedo et al, 1991). Não existe o “mito” da pureza e sanidade da água subterrânea. Os aquíferos subterrâneos não têm qualquer proteção adicional sobre os mananciais hídricos superficiais (Baird, 2002).

Dentro deste contexto, este trabalho pretende obter informações a respeito da qualidade das águas subterrâneas da região pesquisada, utilizando critérios técnico-científicos, através de dados analíticos primários, obtidos em coletas de amostra realizadas nestes locais. Executando um monitoramento e um levantamento das situações de risco de contaminação encontradas, este trabalho busca contribuir para a melhoria das condições de qualidade de vida das populações abastecidas por estas águas, bem como determinar a qualidade atual do aquífero subterrâneo nos bairros periféricos do município de Taquara.

Em função do grande número de loteamentos nestas condições no município estudado optou-se por selecionar três áreas-piloto para execução de monitoramento da qualidade da água por 45 dias, sendo coletadas amostras com intervalos regulares de 15 dias. As amostras foram submetidas a uma série de análises físico-químicas e microbiológicas para determinação de parâmetros mínimos de qualidade das águas para consumo humano, que é regulamentada pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

Embora não tenha sido detectada contaminação por coliformes fecais em nenhuma das determinações realizadas durante o período de monitoramento deste trabalho, estas águas estão expostas ao risco de contaminação bacteriológica em função da mobilidade da água que é dependente da gestão relacionada com a ocupação do solo, o lançamento de esgotos domésticos e industriais, a deposição dos resíduos sólidos urbanos, entre outras.

## 2. Caracterização e Uso da Água Subterrânea

Água subterrânea é toda água que ocorre abaixo da superfície, é armazenada no interior das rochas, ocupando espaços vazios nos interstícios dos materiais pétreos. Ocupa falhas, fraturas ou diáclases das rochas ígneas ou metamórficas, ou preenchendo espaços inter-granulares das rochas sedimentares, nos interstícios dos grãos do arcabouço (Borguetti et al, 2004).

As águas subterrâneas têm função muito importante no fluxo dos rios, lagos e banhados. Parte da chuva, ao atingir a terra, além de manter a umidade do solo, infiltra-se por este, recarregando os aquíferos subterrâneos, sendo fator determinante para esta infiltração a porosidade do solo, a inclinação do terreno, a sua cobertura vegetal e a intensidade da chuva (Azevedo et al, 1991).

Segundo Borguetti (2004), a infiltração no solo desta água ocorre por partes, chamadas de zonas, sendo divididas em zona não-saturada e zona saturada.

A zona não-saturada ou zona de aeração está localizada na região onde parte do solo é

parcialmente preenchida por água. Nesta zona, pequena quantidade de água se distribui através da aderência à superfície granular do solo. Nesta porção é onde se registram as atividades de transpiração pelas raízes das plantas.

Esta zona é subdividida em outras três, que são destacadas a seguir.

◆ Zona de umidade do solo: local superficial onde há grande perda de água para a atmosfera, e que, dependendo da constituição do solo, pode ocorrer considerável precipitação de sais na superfície do solo após a evapotranspiração da água. Esta zona é fundamental para a vida vegetal.

◆ Zona intermediária: região entre a zona de umidade do solo e a zona capilar. Como a denominação leva a pensar é parte intermediária, com umidade maior que a da zona de umidade do solo e menor que a da zona da franja capilar. A zona intermediária pode não existir caso a zona da franja capilar atinja a superfície do solo. Geralmente isto ocorre em banhados.

◆ Zona da franja capilar: é a mais próxima do nível do lençol freático, onde a umidade é maior que as duas zonas anteriores devido à presença da zona saturada.

Logo abaixo desta região, ocorre a zona saturada, que é a parte onde há total preenchimento das falhas ou fissuras das rochas ígneas ou metamórficas, ou o preenchimento dos interstícios intergranulares das rochas sedimentares de natureza psamítica (arenitos e conglomerados).

A água das precipitações atinge esta região por gravidade, saturando as rochas. Esta zona corresponde aos mananciais subterrâneos propriamente dito, também denominado de lençóis subterrâneos ou aquíferos subterrâneos, que são os responsáveis pela formação dos olhos d'água e das fontes (Baird, 2002).

Uma parcela destas águas também é importante para águas superficiais, rios, lagos e fontes, que são abastecidas com água subterrânea durante períodos de estiagem prolongada, podendo-se com isso, comprovar a interação das águas durante o ciclo hidrológico (Sperling, 1996).

Aquífero é a denominação das rochas capazes de armazenar as águas subterrâneas. Existem 2 tipos de aquíferos:

1. Aquíferos primários ou por poros: são aqueles localizados nas rochas sedimentares porosas do tipo psamíticas, em arenitos ou conglomerados, que têm grande capacidade de armazenamento de água e produzem poços com boa capacidade de retirada desta água, de acordo com o diâmetro e as instalações da perfuração;

2. Aquíferos secundários ou por fraturas: são aqueles localizados em rochas ígneas plutônicas ou vulcânicas e rochas metamórficas, com a água estando localizada apenas nas descontinuidades estruturais planares (falhas, fraturas e diáclases). Em geral, apresentam baixa capacidade de retirada de águas subterrâneas.

As rochas que permitem a fuga de águas subterrâneas, por não se encontrarem saturadas ou por estarem em regiões geomorfológicas de altitude elevada, são denominadas de "aquífugos".

Com isso, podemos afirmar que, dependendo de variações climáticas ou de formação do solo, o nível desta zona pode localizar-se a muitos metros de profundidade ou aflorar na superfície do solo, formando zonas de banhados ou transformando-se em nascentes (Baird, 2002).

A ocorrência e a distribuição destas águas variam de região para região, pois têm direta relação com o ciclo hidrológico. As características físico-químicas destas águas também sofrem variações, pois a composição química e a construção dos solos estão profundamente influenciadas pela rocha que origina o solo e pelos processos que sofre (Naime et al. 2004).

O volume de água subterrânea no planeta é 100 vezes maior que o existente na superfície terrestre, sendo o volume destas águas 10.360.230 Km<sup>3</sup>, constituindo-se assim importante reserva de água doce, porém sua ocorrência é predominantemente em grandes profundidades. Desta forma, são elevados os custos para captação e aproveitamento, estimando-se que cerca de 10.000.000 de Km<sup>3</sup> estão a 4.000 metros, distribuídas entre as zonas não-saturadas, de umidade do solo e a zona saturada. No Brasil seu volume é de aproximadamente 112.000 Km<sup>3</sup> (Borguetti et al. 2004).

O uso de água subterrânea no mundo é fato corriqueiro em países desenvolvidos como Áustria, França, Holanda, Dinamarca, que usam de 70 a 90% desta fonte para se abastecerem. Pode-se citar ainda a Arábia Saudita como um dos países que se utilizam quase que totalmente de água subterrânea. Na Alemanha, Suíça e nos países baixos, o uso de água subterrânea chega a 2/3 do total. No ano de 1990, 39% da água distribuída para o abastecimento público nos Estados Unidos da América veio do subsolo, sendo 96% extraída por sistemas individuais de abastecimento (Baird, 2002).

Grandes cidades também suprem sua demanda para consumo humano com estas águas, como a cidade do México, que usa 80% desta fonte. A UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) estima em 300.000.000 o número de poços perfurados no mundo, sendo que 100.000.000 deles se encontram nos Estados Unidos da América. No Brasil, aproximadamente 61% da população é abastecida com água subterrânea (IBGE, 2003), existindo aproximadamente 300.000 poços, sendo São Paulo, Bahia, Rio Grande do Sul, Ceará e Piauí os estados que mais se utilizam desta fonte (Borguetti et al. 2004).

Na região da bacia hidrográfica dos Sinos (Rio Grande do Sul – Brasil), não poderia ser diferente. Segundo a CORSAN, as cidades de Igrejinha e Três Coroas, no Vale do Paranhana, fazem uso de água subterrânea, retirando em torno de 4.000 m<sup>3</sup>/dia do subsolo, o que representa 50% do consumo da cidade de Igrejinha e 10% de Três Coroas. Na cidade de Riozinho, a demanda de 796 residências é suprida exclusivamente por água subterrânea que representa aproximadamente 422 m<sup>3</sup>/dia, retirados do subsolo através de poço tubular profundo (CORSAN, 2005).

Estes sistemas de abastecimento são usados de forma coletiva, fazendo parte do sistema público de abastecimento de água destas cidades, sendo que toda água destes poços sofre tratamento de cloração e fluoração antes de ser lançada na rede pública, com posterior monitoramento, como determina a legislação em vigor.

### 3. Panorama do Abastecimento de Água em Loteamentos Irregulares do Município de Taquara

A cidade de Taquara está localizada na região da encosta inferior do nordeste do estado do Rio Grande do Sul, no extremo nordeste da região metropolitana de Porto Alegre, integrante da bacia hidrográfica do rio dos Sinos (ComiteSinós, 1999). O município possui população de 52.825 habitantes (IBGE, 2000), sendo contabilizados 13.558 domicílios abastecidos por sistema de água tratada pela CORSAN.

Em Taquara, ocorre a Formação Botucatu (Carraro et al, 1974), constituída por arenitos de origem eólica e de grande capacidade de armazenamento de águas subterrâneas, que constituem o “Aqüífero Guarani”. Na cidade, existem atualmente 2116 poços do tipo tubular profundo, 120 poços rasos, cisternas e olhos d'água, para abastecimento individual (FUNASA, 2003), sendo que muitas pessoas usam estas águas somente para rega de plantas, descarga de banheiros e lavagem de carros,

pois possuem também abastecimento regular de água tratada pela concessionária local, diferentemente do que ocorre nos loteamentos irregulares, onde o seu uso se destina a suprir todas as necessidades humanas. Nestes locais, os poços são individuais e estas águas não têm controle sanitário periódico, sendo inclusive utilizadas por uma escola municipal localizada em um destes loteamentos, que atende mais de duzentas crianças durante os turnos da manhã e tarde. O uso destas águas, sem um estudo quanto à capacidade de recarga do aquífero e sem o conhecimento das suas características físico-químicas e microbiológicas, não é recomendado. Existe a possibilidade de esgotamento deste recurso hídrico e risco de causar moléstias nos usuários destas águas, se ocorrerem contaminações e as águas se classificarem fora de padrões de potabilidade.

No município de Taquara, grande parte destes poços está localizada em loteamentos irregulares, mas de difícil quantificação exata, em razão da metodologia usada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que separa regiões da cidade de forma aleatória, não levando em consideração delimitações dos bairros. Nestes loteamentos, existem inúmeras casas, segundo o cadastro imobiliário da prefeitura (as habitações são denominadas economias pelos registros da secretaria). Mas, para se saber o número exato de construções, é preciso que seja realizado um levantamento de campo, sendo que os dados existentes no cadastro municipal são facilmente questionáveis, como pôde ser confirmado em visita aos locais. Como exemplo, pode-se citar o loteamento Alto Santa Rosa, no qual, nos registros da prefeitura, existem 18 lotes sem nenhuma construção, mas que, na realidade, têm aproximadamente 40 casas.

O número exato de loteamentos irregulares no município é difícil de ser identificado, segundo a Promotoria de Justiça de Taquara. Existem onze inquéritos civis relativos a tal problemática, mas este órgão deixa claro que este número não se mostra condizente com a realidade, uma vez que dispõe de informações de que existem outros fracionamentos de terra ilegais, sem que tenha sido instaurado inquérito civil.

Uma das possibilidades para esta incerteza é que, em geral, os terrenos nestes loteamentos são adquiridos por pessoas de baixo poder aquisitivo e, por isso, em parcelamentos longos. Somente na quitação da última das parcelas é que o adquirente busca escriturar seu lote, descobrindo então se tratar de loteamento ilegal e, geralmente, indo em busca de auxílio junto ao Ministério Público pra regularizar o imóvel. O Ministério Público de Taquara entende que só a punição do agente loteador não é a medida mais acertada para resolver esta questão, pois observa este problema com visão holística, encarando a situação como social.

Em sua maioria, os moradores destes loteamentos possuem poço tubular profundo para seu abastecimento doméstico de água; uma minoria busca água em poços cavados. Estes poços são perfurados sem outorga, a lei estadual Nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, dispõe em seu artigo 31º: *“são dispensados da outorga os usos de caráter individual para satisfação das necessidades básicas da vida”*.

Portanto, tais perfurações de poços não são irregulares, contanto que o Estado ofereça à sociedade usuária destas águas o que está disposto no artigo 3º, parágrafo V desta mesma lei, que estabelece que *“é dever primordial do Estado oferecer à sociedade, periodicamente, para conhecimento, exame e debate, relatórios sobre o estado quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos”*.



## 4. Materiais e Métodos

Os loteamentos em estudo estão localizados no município de Taquara-Rio Grande do Sul-Brasil. Foram selecionados para a pesquisa os seguintes loteamentos:

- ☞ Loteamento Eldorado/Tito (A), localizado a margem da rodovia estadual RS 115, nas proximidades do quilômetro 3, nas coordenadas 29° 37' 43,3" latitude sul e 50° 47' 50,1" longitude oeste de Greenwich.
- ☞ Loteamento Alto Santa Rosa (B), localizado a margem da estrada municipal Travessa Santa Rosa, nas coordenadas 29° 37' 44,6" latitude sul e 50° 47' 50,1" longitude oeste de Greenwich.
- ☞ Loteamento Nunes (C), localizado nas coordenadas 29° 39' 26,8" latitude sul e 50° 45' 23,7" longitude oeste de Greenwich.

As coordenadas foram verificadas pelo aparelho GPS (“Global Positioning Satellite”), marca Garmin, modelo Trex Summit, que, no momento da obtenção destes dados, apresentava precisão de 7 m, indicada pelo aparelho em função dos satélites captados. A localização dos pontos em relação à cidade de Taquara encontram-se na Figura 1.



**Figura 1:** Localização dos loteamentos Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C) no município de Taquara.

As amostras para determinação dos padrões físico-químicos foram coletadas em frascos de polietileno, com capacidade de cinco litros para os parâmetros de pH, alcalinidade total, cloretos, nitrogênio amoniacal e dureza. Para as determinações dos parâmetros de fósforo total, sulfatos, nitritos, nitratos, cálcio, sódio, potássio, magnésio, cobre e ferro, foram utilizados em frascos com capacidade de um litro. Todos os frascos foram enxaguados na hora da coleta, três vezes, com a água a ser coletada.

As amostras para inoculação bacteriológica foram coletadas de forma direta em embalagem plástica apropriada para este fim, da marca Nasco, esterilizada de fábrica. As amostras coletadas foram acondicionadas em caixa térmica, preservadas com gelo e transportadas até a Central Analítica do Centro Universitário Feevale em duas horas, para então serem analisadas.

No loteamento Eldorado/Tito, a amostra foi coletada em torneira após passagem por reservatório, tendo sido aguardados cinco minutos com água corrente para então proceder à coleta. As amostras do loteamento Alto Santa Rosa foram retiradas de poço tubular profundo de natureza surgente e a coleta foi realizada na saída da tubulação antes de passagem por reservatório. No loteamento Nunes, a primeira amostra foi realizada na saída do poço tubular profundo sem surgência, antes de passagem por reservatório. Aguardaram-se cinco minutos com água corrente para então coletar a amostra. Nas segunda e terceira coletas, o local da coleta foi em torneira, após a passagem por reservatório. Nestas duas coletas, também aguardaram-se cinco minutos com água corrente para então coletar a amostra.

Todas as determinações foram realizadas na Central Analítica do Centro Universitário Feevale, com ensaios em duas vias, através de procedimentos baseados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 20<sup>ed</sup>. Os resultados foram interpretados com auxílio de gráficos, tabelas e do programa *Excel for Windows*.

As coletas foram realizadas em 22 de agosto, 06 e 21 de setembro do ano de 2005, tendo havido, portanto, intervalo de quinze dias entre elas. Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos determinados em laboratório para o monitoramento e os procedimentos adotados nas determinações são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:**  
Parâmetros analisados e metodologia utilizada.

Parâmetro	Unidade	Metodologia
01. pH	mg L <sup>-1</sup>	Potenciometria
02. Alcalinidade Total	mg L <sup>-1</sup>	Titulometria
03. Fósforo Total	mg L <sup>-1</sup>	Espectroscopia UV/VIS
04. Sulfatos	mg L <sup>-1</sup>	Espectroscopia UV/VIS
05. Nitratos	mg L <sup>-1</sup>	Espectroscopia UV/VIS
06. Nitritos	mg L <sup>-1</sup>	Espectroscopia UV/VIS
07. Cloretos	mg L <sup>-1</sup>	Titulometria
08. Nitrogênio Amoniacal	mg L <sup>-1</sup>	Nesslerização
09. Dureza	mg L <sup>-1</sup>	Complexometria/EDTA
10. Cálcio	mg L <sup>-1</sup>	Absorção Atômica
11. Sódio	mg L <sup>-1</sup>	Fotometria de chama
12. Magnésio	mg L <sup>-1</sup>	Absorção Atômica
13. Cobre	mg L <sup>-1</sup>	Absorção Atômica
14. Ferro	mg L <sup>-1</sup>	Absorção Atômica
15. Coliformes Totais	NMP/ 100mL	Substrato Enzimático
16. Coliformes Fecais ( <i>Escherichia Coil</i> )	NMP/ 100mL	Substrato Enzimático

Fonte: Adaptado de Central Analítica, Centro Universitário Feevale.



## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 Análises Físico-químicas da Água

Foram selecionados alguns parâmetros capazes de indicar a qualidade das águas, tendo sido efetuado monitoramento durante os meses de agosto e setembro de 2005, através de três baterias de coletas consecutivas com intervalos de 15 dias. No Quadro 1, encontram-se os itens analisados neste trabalho, que constam na Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004.

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	2
Nitrato (como N)	mg L <sup>-1</sup>	10
Nitrito (como N)	mg L <sup>-1</sup>	1
Nitrogênio	mg L <sup>-1</sup>	1,5
Cloreto	mg L <sup>-1</sup>	250
Dureza	mg L <sup>-1</sup>	500
Ferro	mg L <sup>-1</sup>	0,3
Sódio	mg L <sup>-1</sup>	200

**Quadro 1:** Parâmetros indicadores da qualidade da água para consumo humano.

**Fonte:** Adaptado da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

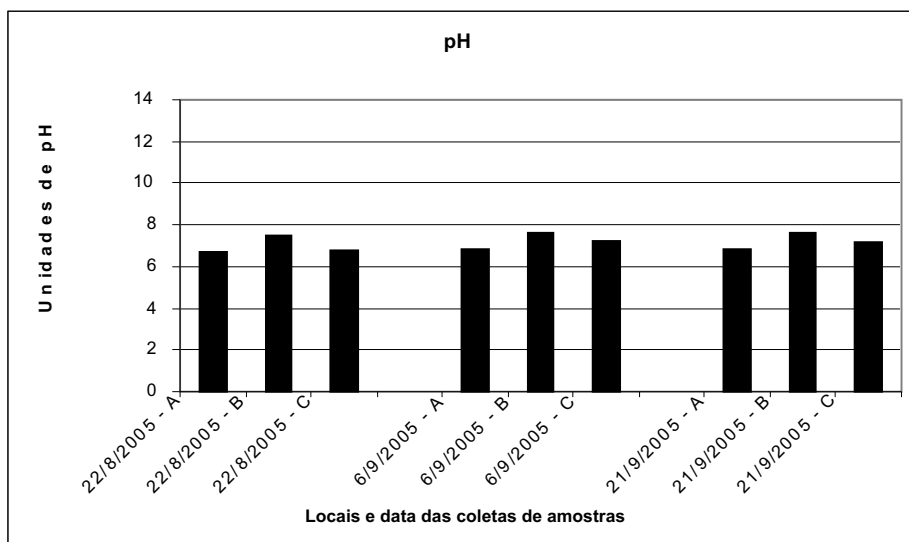
(1) Valor Máximo Permitido.

Além destes parâmetros, foram analisados também os parâmetros de pH, alcalinidade total, fósforo total, sulfatos, cálcio, potássio e magnésio, para correlação com os parâmetros da Portaria. É básico salientar que estas determinações são importantes por serem relativamente eficazes e de rápida verificação, mas, como são indicadores, uma simples leitura destes não é conclusiva, visto que podem indicar poluição de origem antrópica, mas também pode ser indicação da característica da composição da rocha reservatório, sendo necessários estudos mais aprofundados para uma avaliação definitiva.

#### pH

O conhecimento do pH de uma amostra de água permite o monitoramento do poder de corrosão, da quantidade de reagentes necessários à coagulação. Permite também determinar o enquadramento da água em relação ao pH nos parâmetros da legislação pertinente. O pH é definido como o cologarítimo da concentração de íons H<sup>+</sup> em uma solução expressa em moles L<sup>-1</sup>. Esta medida possibilita a identificação das características ácidas ou alcalinas conferidas à amostra em maior ou menor intensidade, sendo imposta pela presença de determinadas substâncias em solução, como ácidos, bases, sais ácidos e básicos, ou ainda pela presença de gases dissolvidos. De um modo geral, águas de baixo pH tendem a ser corrosivas ou agressivas às superfícies metálicas, enquanto águas com pH elevado tendem a formar incrustações (Sperling, 2003).

Os resultados obtidos nas amostras analisadas, nas três coletas realizadas, são apresentados na Figura 2.



**Figura 2:** Apresentação de resultados da análise de pH. Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

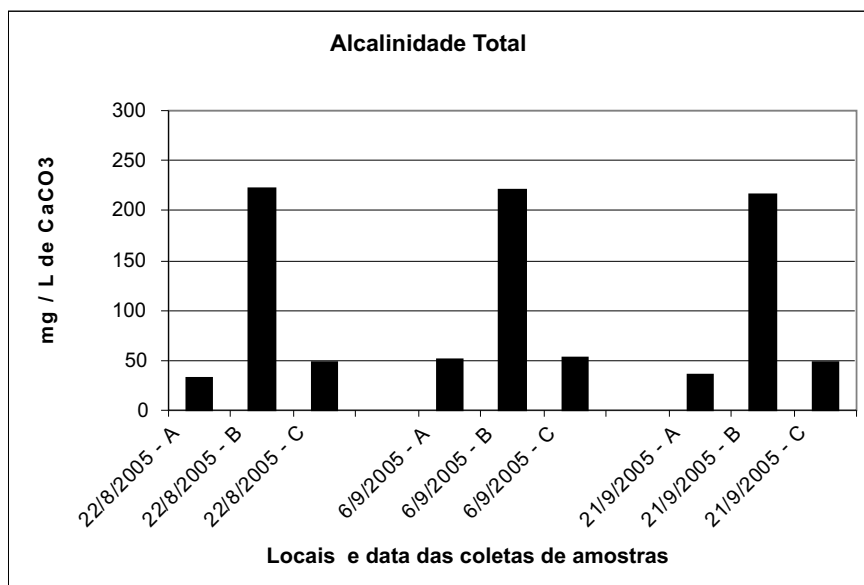
A Portaria n° 518, de 25 de março de 2004, não determina parâmetro de pH máximo ou mínimo, no entanto faz a recomendação de que o pH de águas para consumo humano seja mantido entre 6 e 9,5. Portanto, podemos concluir que quanto mais próximo de 7 os valores medidos, melhor será a qualidade desta água.

Todos os resultados encontrados estão entre os valores recomendados pela Portaria, e todos bem próximos de 7, caracterizando assim, neste parâmetro, a água em todos os pontos e em todas as coletas realizadas como própria para consumo humano.

### Alcalinidade Total

O parâmetro alcalinidade total não tem significado sanitário, a não ser que a alcalinidade seja devida a hidróxidos ou que contribua significativamente para a presença de sólidos totais (Sperling, 2003). A Portaria n° 518, do Ministério da Saúde, não determina valores de máximo ou mínimo e também não recomenda valor para este parâmetro.

Os resultados da alcalinidade encontrados não são conclusivos sobre a potabilidade da água, mas seu crescimento pode significar redução temporária na capacidade de recarga do aquífero, pela diminuição das chuvas ou fatores antrópicos de retenção em zonas específicas. A observação dos resultados no gráfico (Figura 3) permite constatar que, no ponto B, situado no Loteamento Alto Santa Rosa, o padrão de alcalinidade é o mais alto das três baterias de análise realizadas. Isto provavelmente significa que, neste local, ocorre maior presença de carbonato e bicarbonato, produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre rochas calcárias que estejam presentes em lentes ou intercalações no interior do aquífero.



**Figura 3:** Apresentação de resultados de Alcalinidade Total em mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>. Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

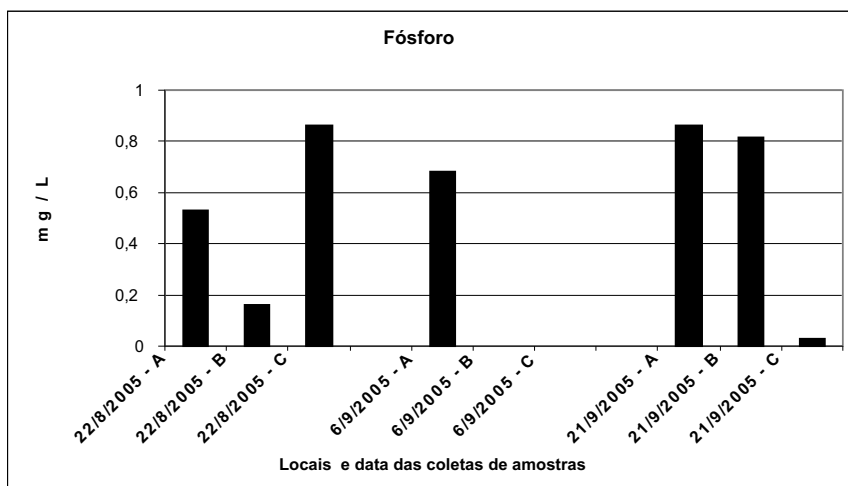
### Fosfatos

O fósforo é um elemento indispensável ao crescimento de algas e, quando em grandes quantidades, pode levar a um processo de eutrofização de um recurso hídrico. É também nutriente essencial para o crescimento das bactérias responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (Sperling, 2003).

O fósforo se apresenta na água de várias maneiras, tais como: ortofosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>1-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>1-</sup>), polifosfatos e fósforo orgânico. Não tem importância sobre o aspecto sanitário para águas e abastecimento público, porém pode indicar infiltração de fertilizantes no aquífero, já que os ortofosfatos são largamente empregados como fertilizantes comuns e são levados pelas chuvas até os cursos d'água (Richter, et al 1995).

Podem também quantidades maiores desses compostos serem adicionadas à água em procedimentos de limpeza, pois os polifosfatos são constituintes dos detergentes comerciais. Os fosfatos estão presentes em sedimentos de fundo e em lodos biológicos, tanto na forma de precipitados inorgânicos, como na forma de compostos orgânicos (Sperling, 1996).

Apesar de o Fósforo total não estar relacionado na Portaria n° 518 do Ministério da Saúde é parâmetro relevante em águas, pois pode ser indicativo de poluição, doméstica, industrial ou ainda agrícola. As determinações realizadas mostram, em seus resultados (Figura 4), que, em todos os pontos, houve variações significativas no valor numérico encontrado, com limite de detecção do método utilizado de 0,012 mg L<sup>-1</sup>, no ponto "B" e "C", não foi detectado em 21/09/2005, há uma variação de 3.500% no ponto "C" entres as coletas do dia 22/082005 e 21/09/2005.



**Figura 4:** Apresentação de resultados de fósforo em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

Esta extrema variabilidade do parâmetro fósforo é indicativa de possível influência antrópica, com atividades de adubação ou mesmo de outra natureza, sobre as águas que produzem a recarga local dos aquíferos subterrâneos.

## Nitrogênio

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se altera entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas: nitrogênio molecular escapando para a atmosfera ( $\text{N}_2$ ); nitrogênio orgânico dissolvido em suspensão, nitrogênio amoniacal, nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ); nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

Em ambiente aquático, a determinação do Nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Se a poluição é recente, está associada ao Nitrogênio na forma orgânica ou de Amônia, enquanto em poluição mais remota, está associada na forma de Nitrato.

Assim como os teores de cloretos, o nitrogênio é indicação de possível contaminação por excretas e, portanto, estas águas podem ser portadoras de vírus ou outro tipo de contaminações (Azevedo et al., 1991). O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos.

O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, implica o consumo de oxigênio dissolvido do meio, afetando a vida aquática. O nitrogênio, na forma de amônia livre, é diretamente tóxico aos peixes. O nitrogênio orgânico e o amoniacal podem ser determinados juntos e têm sido chamados de “nitrogênio Kjeldahl”, um termo que reflete a técnica utilizada em sua determinação. As concentrações típicas de nitrogênio orgânico variam de algumas centenas de  $\text{g L}^{-1}$  em alguns lagos, a mais de  $20 \text{ mg L}^{-1}$  em esgotos não-tratados (Sperling, 2003).

O nitrogênio orgânico pode ser determinado diretamente pela remoção preliminar da amônia presente na amostra e posterior digestão. Alternativamente, pode-se determinar o nitrogênio total Kjeldahl e subtrair do valor obtido a quantidade de amônia determinada em separado. A determinação

de amônia, após a digestão, pode ser feita por dois métodos: o da nesslerização e o titulométrico, ambos com destilação prévia. A escolha do método que deve ser utilizado depende da concentração de amônia presente na amostra digerida (Sperling, 1996).

A Portaria n° 518, de 2004, do Ministério da Saúde, determina para Nitrato (como N) um valor máximo de  $10 \text{ mg L}^{-1}$ . Os nitratos, pela presença de Nitrogênio, são correlacionáveis com indicadores de contaminação por matéria orgânica, ou seja, a presença de resíduos ou efluentes de natureza biológica, humana ou animal. Também podem ser relacionados com a produção de matéria orgânica e sua posterior evolução química, devido à presença de microorganismos. Estes microorganismos podem ser patogênicos ou pertencerem à microflora e microfauna locais. Os resultados das análises de monitoramento da água subterrânea captada nos 3 poços tubulares profundos estão apresentados na Figura 5.

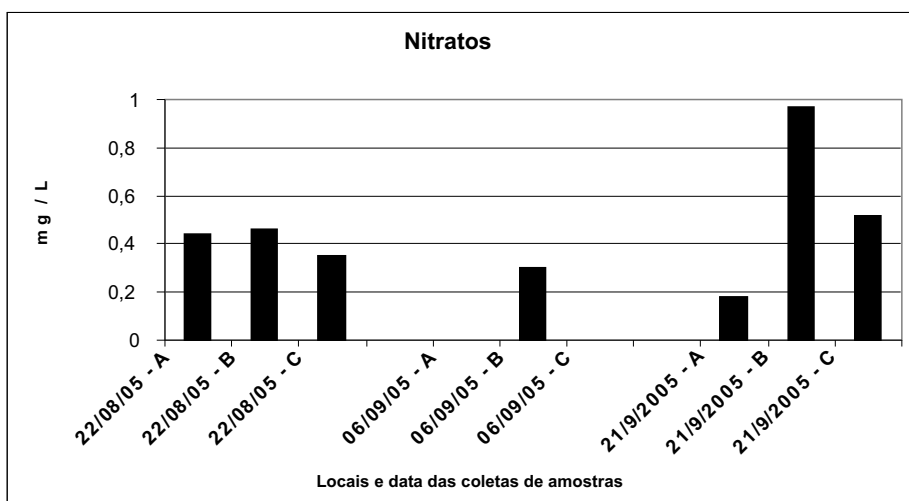


Figura 5: Apresentação de resultados, Nitratos em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado  $0,97 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto “B”, representando aproximadamente 9,7 % do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

### Cloretos e Sulfatos

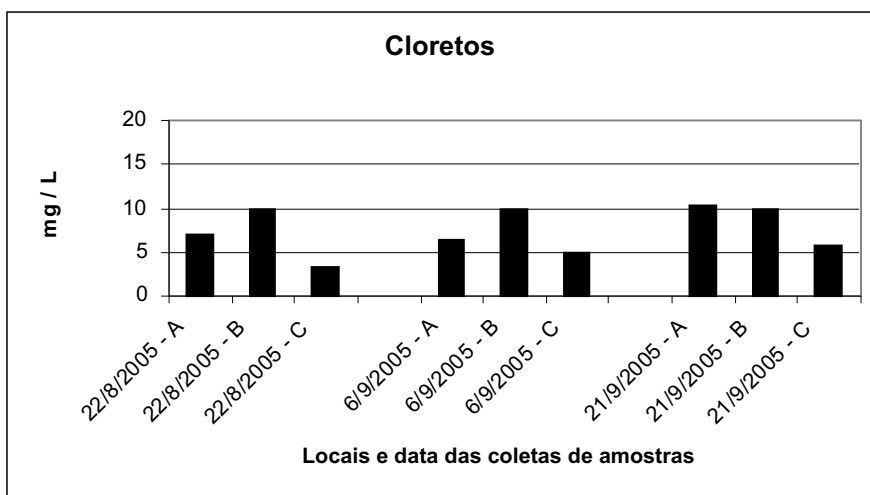
Sais dissolvidos em água na forma de bicarbonatos, cloretos e sulfatos conferem à água sabor salino e propriedades laxativas. Cloretos são indicadores de poluição por esgotos domésticos ou industriais (Sperling, 1996). Concentrações de cloretos superiores a  $1.000 \text{ mg L}^{-1}$  não são prejudiciais ao homem, exceto em casos de moléstia cardíaca ou renal (Richter et al., 1995).

É desejável que o teor em águas para consumo humano não ultrapasse  $250 \text{ mg L}^{-1}$ . Esta quantidade é estabelecida porque está ligada ao sabor que o sal confere a água. Eventualmente, em concentrações de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  em algumas águas, já ocorrem alterações de sabor, enquanto em outras,

elevadas concentrações de  $700 \text{ mg L}^{-1}$  não acusam alteração de sabor. Variações de teores de cloretos de águas naturais devem ser investigadas, pois é indicativo de possível contaminação por esgotos (Richter et al., 1995).

O cloreto provoca corrosão em estruturas hidráulicas, como, por exemplo, em emissários submarinos para a disposição oceânica de esgotos sanitários, que por isso têm sido construídos com polietileno de alta densidade (PEAD). Os cloretos são muito estáveis, não sendo removidos em estações convencionais de tratamento de águas. Exigem processos especiais como os de membrana (osmose reversa), destilação e processos à base de troca-iônica. O íon sulfato, se presente na água, dependendo da concentração, pode acentuar propriedades laxativas e, se associado a íons de cálcio e magnésio, promove dureza permanente.

A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde determina como valor máximo deste parâmetro  $250 \text{ mg L}^{-1}$ . Este parâmetro é relevante, porque variações de teores de cloretos em águas naturais devem ser investigadas, pois é indicativo de possível contaminação por esgotos (Richter et al., 1995). Os resultados encontrados estão apresentados na Figura 6.

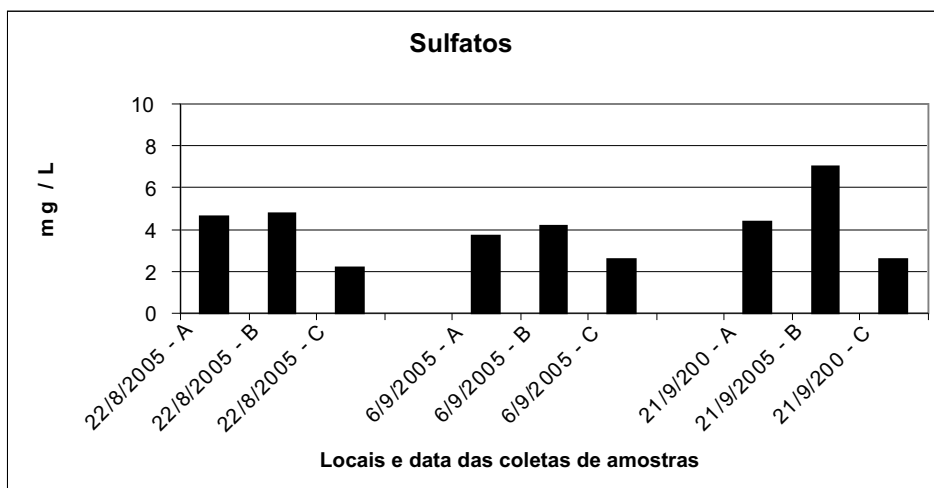


**Figura 6:** Apresentação de resultados de cloretos em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

Em todas as amostras analisadas, os teores de cloretos mantiveram-se estáveis, o que é indicativo de não haver contaminação de esgotos domésticos. Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado  $10,4 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto "A", representando aproximadamente 4% do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde determina como valor máximo de sulfatos  $250 \text{ mg L}^{-1}$ . Os resultados encontrados no monitoramento dos poços estão apresentados na Figura 7.





**Figura 7:** Apresentação de resultados de sulfatos em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

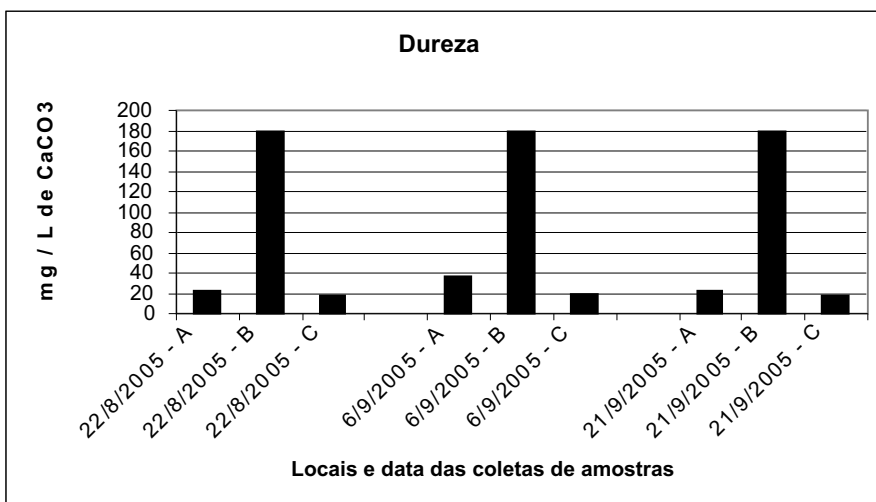
Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado  $7,01 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto “B”, representando aproximadamente 2,8% do valor máximo permitido pela portaria. Sendo assim neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

### Dureza

Águas duras são aquelas que exigem consideráveis quantidades de sabão para produzir espuma de modo que, no passado, a dureza de uma água era considerada como uma medida de sua capacidade de precipitar sabão. Esse caráter das águas duras foi, por muito tempo, para o cidadão comum o aspecto mais importante por causa das dificuldades de limpeza de roupas e utensílios.

Com o surgimento e a utilização dos detergentes sintéticos, ocorreu também a diminuição dos problemas de limpeza doméstica por causa da dureza. A dureza é devida à presença de cátions metálicos divalentes, os quais são capazes de reagir com sabão, formando precipitados, e com certos ânions presentes na água para formar crostas. Os principais íons causadores de dureza são cálcio e magnésio, tendo um papel secundário o zinco e o estrôncio. Algumas vezes, alumínio e ferro III são considerados como contribuintes da dureza (Corsan, 1998).

Dureza é um parâmetro característico da qualidade de águas de abastecimento industrial e doméstico, sendo que, do ponto de vista da potabilização, são admitidos valores máximos relativamente altos, típicos de águas duras ou muito duras. A respeito do sabor desagradável que referidos níveis podem suscitar, elas não causam problemas fisiológicos, tendo alguns pesquisadores associado o consumo de água mole (dureza inferior a  $50 \text{ mg L}^{-1}$ ) com algumas doenças cardíacas (Richter et al., 1995). A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde determina como valor máximo deste parâmetro  $500 \text{ mg L}^{-1}$ . Os resultados das análises de monitoramento da água subterrânea, quanto à dureza, nos três poços pesquisados, estão apresentados na Figura 8.



**Figura 8:** Apresentação de resultados de dureza em  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Localização dos loteamentos: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado  $180 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto “B”, representando 36% do valor máximo permitido pela Portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto a legislação em vigor.

Este parâmetro é confirmado pelos parâmetros de alcalinidade, cálcio e magnésio analisados, conforme se observa na apresentação destes resultados, o que indica a coerência das determinações realizadas, uma vez que estes estão relacionados entre si.

### Cálcio e Magnésio

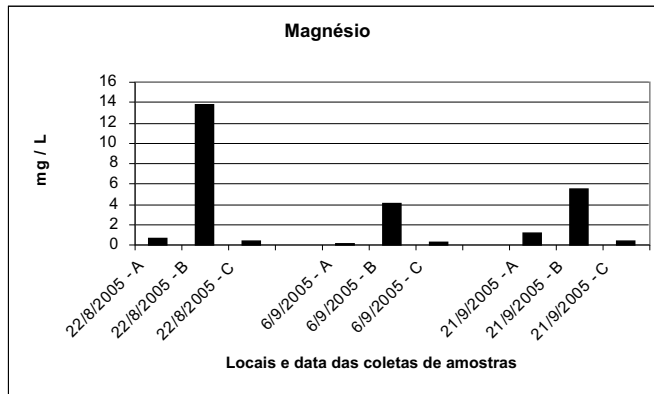
A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde não determina valores de máximos ou mínimos, nem tão pouco recomenda valor para os parâmetros de cálcio e magnésio.

A seleção destes parâmetros na bateria de determinações se deve à possibilidade de correlação com o parâmetro dureza. Conforme descrito na apresentação dos resultados do parâmetro dureza, os principais íons causadores de dureza são, cálcio e magnésio.

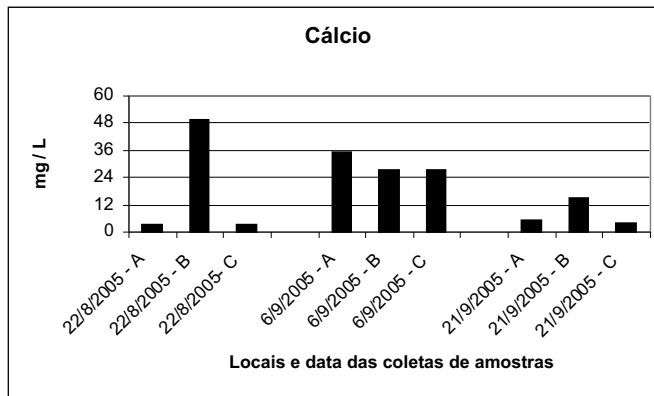
Observa-se que, no loteamento Alta Santa Rosa “B”, os valores de máximo e mínimo de magnésio (figura 9) são de  $13,78$  e  $4,9 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, enquanto nos pontos “B” e “C” não foi superior a  $1,24 \text{ mg L}^{-1}$ .

Os valores de cálcio (figura 10) não acompanham a mesma tendência do magnésio, houve variações significativas em todos os pontos analisados, embora o ponto “B” tenha apresentado valores superiores nas coletas dos dias 22/08/2006 e 21/09/2005.

Isso indica que a dureza destas águas esta fortemente relacionada com o parâmetro magnésio, já que, no ponto “B”, a dureza da água teve valores de máximo e de mínimo de  $180$  e  $179 \text{ mg L}^{-1}$ , respectivamente, e que, nos demais pontos de coleta, não foi superior a  $37 \text{ mg L}^{-1}$ .



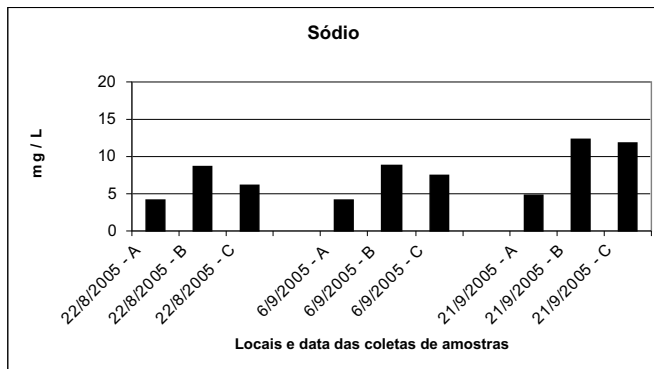
**Figura 9:** Resultados de magnésio em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos pontos de coletas: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).



**Figura 10:** Resultados de cálcio em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos pontos de coletas: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

### Sódio

A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde determina como valor máximo deste parâmetro 200  $\text{mg L}^{-1}$ . Os resultados encontrados estão apresentados na Figura 11.



**Figura 11:** Sódio em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos pontos de coletas: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, tendo sido o valor mais alto encontrado  $12,4 \text{ mg L}^{-1}$  no ponto “B”, representando aproximadamente 6% do valor máximo permitido pela portaria. Sendo assim, neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

A baixa presença de sódio, associada com a baixa presença de cloretos, indica que a influência antrópica sobre as reservas de águas subterrâneas no local tende a ser pequena. Desta forma, é válido interpretar que a presença de coliformes totais, que observamos em resultado a seguir, esteja mais relacionada com contaminação de fauna local, nas condições de recarga regionais e locais do aquífero, ou ainda pela falta de limpeza no reservatório.

## Metais

Os metais são constituintes naturais de rochas, solos, sedimentos, águas e dos seres vivos, e a sua ocorrência na natureza deve-se à ação do intemperismo sobre rochas primárias, além da origem antrópica. O metal total é a concentração determinada numa porção não filtrada da amostra, após sua digestão. Alguns metais são essenciais aos seres vivos, mas quando presentes em grandes quantidades, podem ser altamente tóxicos.

O ferro, quando em teores superiores a  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ , pode causar nódoas em roupas e em objetos de porcelana e, em concentrações superiores a  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ , pode causar sabor característico na água, sendo por isso fator meramente estético na água (Richter et al., 1995). O elemento químico cobre, tanto quanto os sais de cobre, geralmente se fazem presente em traços nas águas naturais, sem importância em águas para consumo humano ou de conseqüência leve para a saúde.

O cobre é metal essencial para a nutrição, sendo necessário consumo diário de 4 mg para adultos e 3 mg para crianças. Em maiores quantidades, é suspeito de causar Hemocromatose (Richter et al., 1995), que é um distúrbio que se caracteriza pela deposição excessiva desse material nos tecidos, principalmente no fígado e no pâncreas, surgindo cirrose hepática e diabetes, além da pigmentação cutânea bronzeada, e outras lesões, como alterações ósseas e articulares. Não se tem registro de envenenamento por este metal, não sendo cumulativo no organismo, pois quase todo o cobre ingerido é eliminado do corpo (Richter et al., 1995). Não foi encontrado cobre nas amostras analisadas, sendo o limite de detecção do método utilizado  $0,0012 \text{ mg L}^{-1}$ .

A Portaria n° 518 do Ministério da Saúde determina como valor máximo de ferro  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ . Os resultados encontrados para os valores de Ferro pelo monitoramento da água subterrânea nos três poços tubulares profundos estão apresentados na Figura 12.

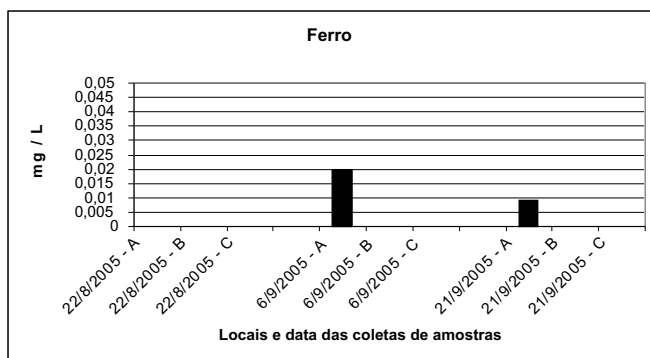


Figura 12: Resultados de ferro em  $\text{mg L}^{-1}$ . Localização dos pontos de coletas: Eldorado/Tito (A), Alto Santa Rosa (B) e Nunes (C).

Todas as amostras analisadas apresentaram valores muito abaixo do valor máximo permitido, chegando a não detectado pelo método (que tem limite de detecção de 0,0073 mg L<sup>-1</sup>) nos três pontos de coletas, no dia 22/08/2005, e nos pontos “A” e “C”, no 06/09/2005. O valor máximo encontrado foi de 0,02 mg L<sup>-1</sup> no ponto “B”, representando aproximadamente 6,67% do valor máximo permitido pela portaria. Pelos valores apresentados, neste parâmetro, todas as amostras analisadas satisfazem, neste aspecto, a legislação em vigor.

## 5.2 Análises Microbiológicas

A pesquisa microbiológica em águas para consumo humano é de fundamental importância, pois a contaminação por agentes patogênicos pode causar doenças. As principais doenças associadas ao consumo de água, seu agente causador e os sintomas estão relacionados no Quadro 2.

Doença	Agente causal	Sintomas
Disenteria bacilar	Bactéria ( <i>Shigella dysenteriae</i> )	Diarréia
Cólera	Bactéria ( <i>Vibrio cholerae</i> )	Diarréia, desidratação
Leptospirose	Bactéria ( <i>Leptospira</i> )	Icterícia, febre
Salmonelose	Bactéria ( <i>Salmonella</i> )	Febre, náusea, diarréia
Febre tifóide	Bactéria ( <i>Salmonella typhi</i> )	Febre, diarréia, ulceração
Disenteria Amebiana	Protozoário ( <i>Entamoeba histolytica</i> )	Diáreia com sangramento
Hepatite infecciosa	Vírus (vírus da hepatite A)	Icterícia, febre
Gastroenterite	Vírus (enterovírus, rotavírus)	Diarréia
Paralisia infantil	Vírus ( <i>Poliomielites vírus</i> )	Parilisia

**Quadro 2:** Principais doenças associadas com a água.

**Fonte:** Adaptado de Sperling, 1996.

Algumas doenças podem ser adquiridas apenas com o contato em águas contaminadas, ou seja, não há necessidade de ingestão de água contaminada. As principais doenças associadas ao contato com a água contaminada são apresentadas no Quadro 3.

Doença	Agente causal	Sintomas
Escabiose	Sarna ( <i>Sarcoptes scabiei</i> )	Úlceras na pele
Tracoma	Clamídea ( <i>Chlamydia tracomatis</i> )	Inflamação dos olhos
Esquistossomose	Helminto ( <i>Schistosoma</i> )	Diarréia, aumento do baço

**Quadro 3:** Principais doenças associadas ao contato com a água.

**Fonte:** Adaptado de Sperling, 1996.

Através de métodos de exames bacteriológicos apresentados no *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, é obtido o número de bactérias por mililitro da água analisada. Um grande número de bactérias não necessariamente é indicativo de poluição, mas variações bruscas deste número podem indicar provável poluição (Richter, et. al 1995). No Quadro 4, são apresentados os parâmetros bacteriológicos da Portaria n° 518 do Ministério da Saúde.

PARÂMETRO	NMP <sup>(2)</sup>
Coliformes totais	Ausência em 100mL
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100mL

**Quadro 4:** Parâmetros bacteriológicos de água para consumo humano

**Fonte:** Adaptado da Portaria n° 518 do Ministério da Saúde. (2) NMP: Valor mais Provável.

O interesse maior da pesquisa de bactérias em águas para consumo humano é o número de bactérias do grupo coliformes, que constituem um grande grupo de bactérias amplamente distribuídas na natureza e podem estar presentes na água, no solo, em cereais e também no trato intestinal humano e de outros animais e são consideradas coliformes não-fecais (Pelczar, 1996), é usado como indicador de poluição, apesar de não existir uma correlação quantificável entre coliformes totais e coliformes fecais.

Coliformes fecais são um grupo de bactérias presente no intestino humano e de outros animais de sangue quente, sendo que a bactéria *E Coli* pertence a este grupo (Sperling, 1995). Este grupo de bactérias é pesquisado por ser extremamente difícil a detecção de agentes patogênicos, principalmente bactérias, vírus e protozoários em uma amostra de água, por isso este grupo de bactérias é usado como indicador da qualidade e potabilidade microbiológica da água para consumo humano. O número de coliformes totais e fecais é expresso pelo Número Mais Provável (NMP) e representa a quantidade de bactérias presentes em 100 mL da água analisada.

O controle e a erradicação de doenças de veiculação hídrica é forte indicativo de desenvolvimento de uma sociedade. A América Latina, a África e a Ásia têm sérios problemas de coleta e tratamento de esgotos e, principalmente, na qualidade da água distribuída à população, fato este que contribui para o alto índice de mortalidade infantil no Brasil (Daniel, 2001). Segundo o IBGE, alguns estados do Nordeste do País têm um dos mais elevados índices de mortalidade das Américas, chegando a 60 óbito/ano para cada mil nascidos vivos, contra os 35,5 óbitos para cada 1000 nascidos/ano, que é a média do País.

A falta de coleta e tratamento de esgotos, e a qualidade da água distribuída à população não são fatos que contribuem isoladamente para este índice de mortalidade infantil, mas estão diretamente relacionados com ele. Se relacionarmos o número de pessoas atendidas com serviços de saneamento básico e o índice de mortalidade, temos que, no estado do Pará, por exemplo, onde 46,27% das pessoas têm coleta de esgotos, o índice mortalidade infantil é de 36,22% (Daniel, 2001). Em São Paulo, onde 88,68% da população conta com coleta de esgotos, o índice de mortalidade infantil cai para 24,63%. A melhoria ao atendimento das necessidades de coleta de esgoto e abastecimento de água pode elevar a expectativa de vida das pessoas em sete vezes e prevenir em até quatro vezes hospitalizações (Briscoe, 1987, apud Daniel, 2001).

Não foram encontrados coliformes fecais nas amostras de água analisadas durante o período de monitoramento. Na tabela 2, a seguir, são apresentados os resultados encontrados nas determinações para o parâmetro coliformes totais e fecais.



**Tabela 2:**  
Resultados dos parâmetros microbiológicos .

Parâmetro analisado	Data de coleta	Ponto de amostragem	Resultado (NMP / 100 mL)
Coliformes Totais	22/08/2005	A	Ausência
	22/08/2005	B	Ausência
	22/08/2005	C	Ausência
Coliformes Fecais	22/08/2005	A	Ausência
	22/08/2005	B	Ausência
	22/08/2005	C	Ausência
Coliformes Totais	06/09/2005	A	Ausência
	06/09/2005	B	Ausência
	06/09/2005	C	Ausência
Coliformes Fecais	06/09/2005	A	Ausência
	06/09/2005	B	Ausência
	06/09/2005	C	Ausência
Coliformes Totais	21/09/2005	A	1,0
	21/09/2005	B	Ausência
	21/09/2005	C	1,0
Coliformes Fecais	21/09/2005	A	Ausência
	21/09/2005	B	Ausência
	21/09/2005	C	Ausência

## 6. Conclusões

A presença de coliformes totais nas amostras “A” e “C” da coleta realizada no dia 21/09/05, pode ter como causa provável de contaminação o reservatório residencial, considerando que todas as coletas, no ponto “A”, e a segunda (06/09/2005), e a terceira (21/09/2005) realizadas no ponto “C”, ocorreram após passagem da água pelo reservatório, por isso tal contaminação pode ter como origem a falta de limpeza do reservatório ou falha neste procedimento de higienização.

Com exceção do parâmetro “coliformes totais”, nas amostras “A” e “C” da coleta do dia 21/09/05, todos os demais parâmetros analisados em todas as amostras, apresentam conformidade com a Portaria n° 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde.

A ausência de coliformes fecais é bom indicativo da qualidade das águas analisadas, assim como todos os parâmetros físico-químicos que apresentaram resultados que satisfazem os parâmetros da Portaria. Apesar de todas as análises realizadas indicarem que o nível de poluição deste manancial é baixo ou inexistente e, aparentemente, o aquífero não possuir recarga significativa localmente, pode-se considerar ainda que a maior contribuição para sua recarga é de origem regional, apesar de esses fatos não serem conclusivos e necessitarem de pesquisa mais aprofundada.

Porém, a Portaria deixa claro que, na Escola Municipal Getúlio Vargas (ponto A), o poço utilizado deve possuir sistema de desinfecção e responsável técnico habilitado para sua operação continuada, pois envolve abastecimento coletivo.

A região pesquisada não segue a regra das áreas urbanas, onde a estratégia é a busca pela correção de danos ambientais já causados, mas é, sim, local com águas subterrâneas de boa qualidade e, por isso, a necessidade de medidas preventivas para manutenção das condições atuais.

A preservação da área onde está inserido este reservatório natural de água não deve ser desconsiderada, mas, sim, ser alvo de cuidados especiais, através de campanhas de conscientização para a importância de se manter esta área preservada, com planejamento orientado pelo conceito do desenvolvimento sustentável, com gestão integrada, para que se promova a conservação no âmbito da bacia hidrográfica.

Este trabalho não caracteriza as águas analisadas definitivamente como próprias para consumo humano, uma vez que os resultados encontrados dizem respeito ao momento da coleta. O monitoramento de águas para consumo humano deve ser permanente e manter uma periodicidade, para que se possa ter certeza sobre a qualidade destas águas.

## 7. Agradecimentos

Ao Centro Universitário Feevale, pelo auxílio na realização deste trabalho. À Promotoria Pública da cidade de Taquara, pelo pronto atendimento no fornecimento de informações que possibilitaram a execução do trabalho.

## 8. Referências

AMERICAM PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 20<sup>th</sup> Ed, 1998.

AZEVEDO, Netto; NETTO, Manoel Henrique Campos Botelho. **Manual de Saneamento de Cidades e Edificações**. Ed. São Paulo Pini, 1991.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BORGUETTI, Nadia Rita Boscardin; BORGUETTI, José Roberto; ROSA FILHO, Ernani Francisco da. **Aqüífero Guarani** : A verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba, PR: Os Autores, 2004. 214 p.

CARRARO, C. C. et al. **Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul** (Escala 1:1.000.000), Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre, 1974.

Comitesinos. **Enquadramento das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos**. PAIM, Paulo; Weinmann, Carlos G; Nabinger Viviane, Ed. São Leopoldo. 1999.

CORSAN, Companhia Riograndense de Saneamento do Estado do Rio Grande do Sul. **Análise química e controle laboratorial**. Apostila. 1996.

CORSAN. Disponível em: <<http://www.corsan.com.br>> Acesso em: 02 ago 05.

DANIEL, Luiz Antonio. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rio de Janeiro, RJ: Rima, Abes, 2001. 155p.

Hidropura. Disponível em: <<http://www.hidropura.com.br>>. Acesso em: 22 ago 05.

IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 ago 05.

LEI Nº Publicado no DOE de 01/01/95 10.350, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1994.

MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas**. 2. ed. Belo Horizonte: 2003.

Meioambiente. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br>>. Acesso em: 19 ago 05.

Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Brasília.

NAIME, Roberto. **Gestão de Resíduos Sólidos: uma abordagem prática**. Novo Hamburgo: Feevale. 2004. 136 p.

NAIME, Roberto; GARCIA, Ana Cristina Almeida. **Percepção Ambiental e Diretrizes para Compreender a Questão do Meio Ambiente**. Novo Hamburgo: Feevale. 2004. 136 p.

Organização Pan-Americana da Saúde. **A desinfecção da água**. Bonnefoi, Xavier; Ottertetter, Horst, Ed. Washington, 1996.

PELCZAR, Michael J. Jr; Chan E. C. S; Krieg. **Microbiologia Conceitos e Aplicações**. São Paulo, SP: Makron Books, 1996. 517p.

RICHTER, Carlos A; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de Água**. Ed. São Paulo Edgar Blucher, 1995.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. rev. Belo Horizonte: DESA - UFMG, 2003.

