



MESTRADO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E SAÚDE

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU***  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**ÁGUAS SUBTERRÂNEAS ENRIQUECIDAS NATURALMENTE DE  
MINERAIS: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MEDICINAL.**

**THAISA BORGES ROCHA**

**GOIÂNIA**  
**2009**



MESTRADO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E SAÚDE

**UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU***  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**ÁGUAS SUBTERRÂNEAS ENRIQUECIDAS NATURALMENTE DE  
MINERAIS: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MEDICINAL.**

**THAISA BORGES ROCHA**

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fabrício Zara

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

**GOIÂNIA**  
**2009**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UCG

S586a

**Rocha, Thaisa Borges**

Águas subterrâneas enriquecidas naturalmente de minerais:  
Avaliação do potencial medicinal. / Thaisa Borges Rocha. –  
Goiânia, 2009. 98p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás,  
Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, 2006.

Orientador: Luiz Fabrício Zara.

1. Águas subterrâneas – Goiânia. 2. Minerais. 3. Saúde. I.  
Título.

CDU 556.3(817.3)  
556.34(817.3)



PRÓ-REITORIA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário  
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010  
Goiânia • Goiás • Brasil  
Fone: (62) 227.1071 • Fax: (62) 227.1073  
www.ucg.br • heck@ucg.br

DISSERTAÇÃO DO MESTRADO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
SAÚDE DEFENDIDA EM 24 DE ABRIL DE 2009 E CONSIDERADA  
\_\_\_\_\_ PELA BANCA EXAMINADORA.

1) \_\_\_\_\_

Dr. Luiz Fabrício Zara (Presidente)

2) \_\_\_\_\_

Dr. Carlos Frederico de Souza Castro (Membro convidado)

3) \_\_\_\_\_

Dr. Nelson Jorge da Silva Junior (Membro)

*“Quando uma criatura humana desperta  
para um grande sonho e sobre ele lança  
toda a força de sua alma, todo o universo  
conspira a seu favor”.*

Goethe

## **DEDICATÓRIA**

### **Dedico aos meus pais Raquel Pires Borges e João Batista Rocha**

Agradeço-lhes primeiramente pelo dom da vida, pelo amor que sempre me dedicaram e por me presentarem com a riqueza do estudo. Obrigada pela dedicação e confiança que sempre depositaram em mim. Vocês colaboraram em todos os momentos com palavras de incentivo, de força, sempre entusiasmados com a construção desta pesquisa. Vivo intensamente a realização deste sonho, que mais do que nunca é uma vitória de vocês. Amo vocês.

### **A minha família Vilas Boas Prado**

Pelo acolhimento, em primeiro lugar, incentivo, carinho, dedicação e compreensão nos momentos difíceis. Obrigada por acreditar e confiar em mim. Sem vocês nada disso seria possível. Amo vocês.

### **Em especial a Prof. Dra. Nusa de Almeida Silveira**

Pela amizade, acolhimento, confiança, atenção disponibilizada, por sua competência, compromisso e incentivo.

## **AGRADECIMENTOS**

### **A DEUS**

Pela minha vida, pela saúde, pelo amparo e luz, permitindo que eu pudesse ultrapassar todos os obstáculos, me guiando pelos bons caminhos.

### **Orientador**

Prof. Dr. Luiz Fabrício Zara: Obrigada pela credibilidade, pelo incentivo à pesquisa.

### **Aos colegas do mestrado**

Pelos momentos de boa convivência, amizades e troca de conhecimentos.

### **Diretor, professores e funcionários do Mestrado de Ciências**

### **Ambientais e Saúde**

Agradeço pelo conhecimento concedido, pela amizade gerada e apoio na realização desse projeto.

## RESUMO

O excesso de minerais ou a deficiência destes, associados a dietas pobres, podem levar a um desvio nas concentrações corporais destes consideradas ideais para uma determinada população, e aumentar o risco de desenvolvimento de diversas patologias. Dentre as formas possíveis de ingestão de minerais estão as águas minerais, sendo a composição química destas controlada principalmente pela mineralogia das rochas e dos sedimentos pelos quais perpassam. No Brasil, a portaria MS / 917 de 2006, considerou que o termalismo social / crenoterapia constitui uma abordagem reconhecida de indicação e uso de águas minerais de maneira complementar aos demais tratamentos de saúde e que nosso país dispõe de recursos naturais e humanos ideais para seu desenvolvimento no SUS. Assim, este estudo objetivou avaliar os níveis de macrominerais e elementos traço em amostras de água naturalmente enriquecidas de minerais procedentes de Ibirá-SP e de águas procedentes do sistema de abastecimento público de Goiânia-GO, tendo como nível basal amostras de água destilada; também teve como objetivo avaliar a possível incorporação de macrominerais e elementos traço em amostras de pêlos de ratos após administração das matrizes ambientais de águas de Ibirá-SP, Goiânia-GO e destilada, respectivamente; além de avaliar o potencial medicinal dos macrominerais e elementos traço presentes nas águas naturalmente enriquecidas associado a saúde humana. O estudo aponta diferença de composição de macrominerais e elementos traço em águas dependendo da origem destas, assim como mostra diferença de elementos nas amostras de pêlos de rato de acordo com a origem da água consumida pelos grupos. A partir dos dados obtidos é possível sugerir que o consumo da água originária de Ibirá-SP traga aumento das concentrações de Ca, Mg e V corporais, e que o consumo de águas originárias desta fonte em concentrações consideradas não tóxicas poderá trazer benefícios para saúde, principalmente em relação a prevenção de nefrolitíase. No entanto, são necessários mais estudos para avaliar a potencialidade medicinal da água originária de Ibirá-SP com relação aos resultados encontrados.

**Palavras-chave:** Águas minerais, minerais, saúde



## ABSTRACT

The excess of minerals or their deficiency, associated with poor diets can lead to a deviation of the values of micronutrients considered normal for a given population, allowing the emergence of various diseases. Among the possible ways of ingesting minerals are mineral waters, and the chemical composition of mainly controlled by the mineralogy of rocks and sediment. In Brazil, the ordinance MS / 917 2006, found that the hydrotherapy social)/ water therapy is an indication of recognition and use of mineral waters in a manner complementary to other treatments and health that our country has natural and human resources to its ideals development in the SUS. Therefore, this study aimed to evaluate the levels of macro minerals and trace elements in samples of water naturally rich in minerals from Ibirá-SP and a water supply system from the public in Goiânia-GO, with the basal level samples of distilled water , also evaluated the possible incorporation into macro minerals and trace elements in hair samples of rats after administration of environmental matrices of water from Ibirá-SP, Goiânia-GO and distilled, respectively, in addition to assessing the medicinal potential of macro minerals and trace elements present in water naturally enriched associated human health. The study shows difference in composition of macro minerals and trace elements in water depending on the origin of these, and shows different elements in hair samples of rats according to the source of the water consumed by the groups. From the data obtained is possible to suggest that consumption of water originating from Ibirá-SP bring increased concentrations of Ca, Mg and V body, and that this concentration is not toxic levels, the practice of consumption of such water may benefit to health, especially regarding the prevention of nephrolithiasis. In conclusion, more studies are needed to assess the potential of water originating from Ibirá-SP with regard to results.

**Keywords:** mineral water, mineral, health

# SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE TABELAS .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
2.1. Uso das águas minerais no mundo e no Brasil .....	19
2.2. Definição de Crenoterapia, Termalismo e Água Mineral .....	22
2.3. Classificação e qualidade das águas .....	23
2.4. Classificação das águas minerais e fontes.....	29
2.5. Qualidade da água mineral .....	35
2.6. Utilização, produção, mercado e consumo de água mineral no mundo e no Brasil .....	37
2.7. Água mineral e Saúde Humana .....	42
2.8. Macronerais e Micronerais ou Elementos Traços.....	44
2.9. Surgimento das Dri's e suas recomendações para minerais .....	54
3. OBJETIVOS .....	65
3.1. Objetivo Geral .....	65
3.2. Objetivos Específicos .....	65
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	66
4.1. Caracterização da Pesquisa.....	66
4.2. Matrizes Ambientais .....	66
4.3. Ensaio Biológicos .....	67
4.4. Análise estatística .....	69
5. RESULTADOS .....	70
6. DISCUSSÃO .....	78
7. CONCLUSÃO.....	82
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
ANEXOS .....	94

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**AAS - Espectrometria de Absorção Atômica**

**AIN – Instituto Americano de Nutrição**

**Ag - Prata**

**AI - Consumo Adequado**

**Al - Alumínio**

**ANA - Agência Nacional de Águas**

**ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária**

**As - Arsênio**

**B - Boro**

**Ba - Bário**

**Be - Berílio**

**Ca - Cálcio**

**Cd – Cádmi**

**Cl<sup>-</sup> - Cloreto**

**Co - Cobalto**

**CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente**

**Cr - Crômio**

**Cu – Cobre**

**DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral**

**DRIs – *Dietary Intake References***

**EAR - Requerimento Médio Estimado**

**EMBRATUR - Instituto Brasileiro de Turismo**

**F<sup>-</sup> - Fluoreto**

**Fe - Ferro**

**Hg – Mercúrio**

**IAEA - *International Atomic Energy Agency***

**ICP MS - Espectrometria de Massa Acoplado a Plasma de Argônio Induzido**

**ICP OES - Espectrômetria de Emissão Atômica Acoplado a Plasma de Argônio Induzido**

**I<sub>2</sub> - Iodo**

**K - Potássio**

**Li - Lítio**

**Mg - Magnésio**

**Mn - Manganês**

**Mo – Molibdênio**

**MS – Ministério da Saúde**

**Na - Sódio**

**Nb - Nióbio**

**Ni – Níquel**

**OMS – Organização Mundial de Saúde**

**P - Fósforo**

**PNPIC - Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares**

**Pb - Chumbo**

**Pd - Paládio**

**pH – Potencial hidrogeniônico**

**RDA - Consumo Dietético Recomendado**

**S – Enxofre**

**SANEAGO – SANEAMENTO DE GOIÁS**

**Sb – Antimônio**

**Sc - Escândio**

**Se - Selênio**

**Sn - Estanho**

**Sr - Estrôncio**

**Te - Telúrio**

**Ti – Titânio**

**UCG – Universidade Católica de Goiás**

**UFG – Universidade Federal de Goiás**

**UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais**

**UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro**

**UL - Consumo Máximo Tolerável**

**V - Vanádio**

**Y - Ítrio**

**Zn - Zinco**

**Zr - Zircônio**

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1.</b> Produção regional de água mineral no Brasil .....	39
<b>FIGURA 2.</b> Consumo per capita de água mineral no Brasil .....	41
<b>FIGURA 3.</b> Consumo per capita de água mineral no Mundo .....	41

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano .....	24
<b>TABELA 2.</b> Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.....	25
<b>TABELA 3.</b> Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde .....	25
<b>TABELA 4.</b> Padrão de radioatividade para água potável .....	28
<b>TABELA 5.</b> Padrão de aceitação para consumo humano .....	28
<b>TABELA 6.</b> Valores de EAR, AI ou RDA e UL para macrominerais e elementos traços (DRIs).....	57
<b>TABELA 7.</b> Composição da ração animal AIN-93G para ratos em fase de crescimento utilizada nos ensaios biológicos.....	68
<b>TABELA 8.</b> Resultados dos níveis dos macrominerais e elementos traço ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP, comparadas à Portaria MS n.º 518/2004 que estabelece os padrões de potabilidade de água para consumo humano.....	70
<b>TABELA 9.</b> Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão de elementos em pêlos para o grupo de água de Ibirá.....	72
<b>TABELA 10.</b> Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão de elementos em pêlos para o grupo de água de Goiânia .....	73
<b>TABELA 11.</b> Valores médios, máximos, mínimos de elementos em pêlos e desvio padrão para grupo de água destilada.....	74
<b>TABELA 12.</b> Resultados dos níveis de cálcio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls.....	75

<b>TABELA 13.</b> Resultados dos níveis de cromo nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls .....	75
<b>TABELA 14.</b> Resultados dos níveis de magnésio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls .....	76
<b>TABELA 15.</b> Resultados dos níveis de vanádio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls .....	76
<b>TABELA 16.</b> Níveis de elementos em pêlos de ratos que consumiram águas de diferentes origens (Destilada, Goiânia e Ibirá) .....	77

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente a maioria dos problemas de saúde está ligada à má alimentação; esta é incompatível com a dieta de padrões alimentares diversificados que nossa espécie desenvolveu como caçador-coletores pré-históricos (Leonard, 2003).

Uma nutrição adequada é fundamental para manutenção da boa saúde e para otimizar a performance humana. As autoridades em todos os países preocupam-se com a nutrição de suas populações. Neste contexto, os micronutrientes têm função de prevenir desordens específicas (Iyengar & Nair, 2000). As vitaminas são micronutrientes orgânicos, os macrominerais (cálcio, fósforo, potássio, enxofre, sódio, cloro, magnésio) estão em concentração superior a 0,05% no organismo (Nonino-Borges, Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008) e os microminerais, também denominados “elementos-traço”, apresentam-se ligados a outros compostos nos tecidos e são requeridos em pequenas concentrações como componentes essenciais nos processos biológicos, constituindo em média 0,01% da composição total do sangue. Esses últimos elementos podem ser classificados em essenciais: ferro, zinco, cobre, iodo, selênio, cobalto, cromo, manganês, molibdênio e provavelmente essenciais: arsênio, boro, níquel, silício, vanádio, flúor, estanho (Cunha *et al.* *in*: Dutra & Marchini, 2008). O excesso de vitaminas ou minerais ou a deficiência destes, associado a dietas pobres, podem levar a um desvio dos valores de micronutrientes considerados normais para uma determinada população, possibilitando o aparecimento de diferentes patologias (Fávaro *et al.*, 2000).



Na prática, o indicador do risco de deficiência de micronutrientes pode ser obtido a partir de dados da composição do solo da região, de informações de histórias alimentares e de antecedentes de desordens clínicas que alterem o metabolismo ou excreção de determinado micronutriente (Cunha *et al. in*: Dutra & Marchini, 2008).

A importância dos macrominerais e elementos traço na saúde humana foi reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1973 com a redação do relatório que estabeleceu suas essencialidades, necessidades e metabolismo em humanos, sendo atualizado de 1988 a 1990, em colaboração com a Organização de Alimentação e Agricultura das Nações Unidas e com a Agência Internacional de Energia Atômica, evidenciando as relações dos elementos traço na nutrição e saúde humana (OMS, 1998).

A preocupação com a ingestão adequada de minerais, devido à sua importância nos processos biológicos, juntamente com a preocupação de sugerir novas ferramentas de saúde que promovam o desenvolvimento sustentável (Knechtel, 2001) vem de encontro à sugestão de se utilizar recursos disponíveis de forma racional como alternativas terapêuticas, como por exemplo, águas minerais, veículo de micronutrientes para o consumo humano.

Com exceção da exposição ambiental, o maior aporte de minerais em níveis essenciais ou tóxicos ocorre via alimentar (Fávaro *et al.*, 2000). Dentre as formas possíveis de ingestão desses minerais estão as águas minerais.

As águas adicionadas naturalmente de minerais, ou também chamadas de águas minerais, têm sua composição química controlada principalmente pela mineralogia das rochas e dos sedimentos, influenciados pelo intemperismo, transportes por gravidade, potencial hidrogeniônico, temperatura e pressão dentre

outros fatores, possibilitando diferenças na composição dos elementos traço desta (Zimbre, 2005).

As espécies minerais presentes nas águas minerais, normalmente, são prontamente absorvidas no trato gastrointestinal. Atualmente muitos países europeus atribuem às águas minerais propriedades benéficas à saúde, sendo considerado na Alemanha um produto médico legalmente reconhecido (“*Heilwasser*”) (Burckhardt, 2004).

No Brasil, a portaria número 917 de 03 de Maio de 2006, do Ministério da Saúde, considerou que o termalismo social / crenoterapia constitui uma abordagem reconhecida de indicação e uso de águas minerais de maneira complementar aos demais tratamentos de saúde e que nosso país dispõe de recursos naturais e humanos ideais ao seu desenvolvimento no SUS, reconhecendo assim o valor terapêutico das águas minerais e sua utilização nos Serviços de Saúde Pública.

Um estudo que procurou correlacionar e agrupar amostras de água mineral provenientes de diferentes regiões do Estado de São Paulo a partir da análise exploratória dos valores de pH e teores de Ba, Ca, K, Mg, Na e V, identificou na separação das amostras provenientes de Ibirá-SP uma predominância na composição mineral dos elementos Na e V e nas amostras de Itú-SP uma predominância de Ca, Ba e Mg (Silva *et al.*, 2006).

Outro estudo foi feito no Quadrilátero Ferrífero-MG identificou concentrações de As encontradas nos aquíferos localizados em rochas que possuem sulfetos e carbonatos, embora as concentrações dos aquíferos que possuem somente sulfetos também foram elevadas. O monitoramento da

concentração de As em águas utilizadas para consumo deve ser periódico, devido a sua toxicidade (Borba *et al.*, 2004)

A partir destes dados, este estudo objetivou avaliar os níveis de macrominerais e elementos traço em amostras de água naturalmente enriquecidas de minerais procedentes de Ibirá-SP e de águas procedentes do sistema de abastecimento público de Goiânia-GO, tendo como nível basal amostras de água destilada; a possível incorporação de macrominerais e elementos traço em amostras de pêlos de ratos após administração das matrizes ambientais de águas de Ibirá-SP, Goiânia-GO e destilada, respectivamente; além de avaliar o potencial medicinal dos macrominerais e elementos traço presentes nas águas naturalmente enriquecidas associado a saúde humana.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Uso das águas minerais no mundo e no Brasil.

Por ser uma molécula integral na existência humana, a água e sua finalidade foram esquecidas ou integradas à nossa rotina. Sua utilidade óbvia não merece ser discutida, no entanto, alguns aspectos que surgiram durante séculos merecem atenção (Routh *et al.*, 1996).

A mitologia grega é rica em lendas que ligam fontes de água a Deusas e Deuses. A mãe dos Deuses e esposa de Zeus costumava se banhar uma vez ao ano para restaurar sua virgindade. A Deusa Ártemis (Diana) era chamada de “Thermia Ártemis”, pois era patrona das fontes e controlava a ninfa (Naiades) que era patrona dos balneários. Apollo, o Deus do Sol, era também doutor e chamado “Thermios Apollo” porque de acordo com a lenda, ele usava fontes termais para curar (Katsambas & Antoniou, 1996).

Na antiguidade, Egípcios, Sumérios, Babilônios, Astecas, assim como, Gregos e Romanos, desenvolveram ritos medicinais e religiosos associados com água. Atualmente, religiões como o hinduísmo, judaísmo, cristianismo e islamismo usam a água antes, durante ou depois de seus rituais religiosos (Martin, 1939; Papaplas, 1982; Major, 1954 *apud* Roth *et al.*, 1996).

O uso de águas minerais para tratamento de saúde é um dos procedimentos mais antigos utilizados desde o Império Grego. Foi descrito por Heródoto (450 a.c) autor a 1ª publicação científica termal (MS, 2006). Edipsus (um balneário Grego, ainda existente) era famoso por eficiência como balneário e ao

mesmo tempo era reconhecido com centro recreativo e de lazer (Katsambas & Antoniou, 1996).

Hipócrates (460-370 a.c) em sua enciclopédia sobre todos os aspectos da medicina, no capítulo “On winds, waters, places”, enfatiza: “devíamos conhecer o poder das águas, pois estas variam em gosto e origem, portanto, seus poderes também podem variar” (Katsambas & Antoniou, 1996). Hipócrates inclui a água, junto com a terra, fogo e ar, como um dos elementos de equilíbrio entre saúde e doença (Adam, 1889 *apud* Routh *et al.*, 1996). Asclepiades (124 a.c), subseqüentemente, incluiu hidroterapia para seus pacientes que deviam beber água como importante parte do regime terapêutico (Jackson, 1990).

No século XI na Itália, o uso de balneários medicinais era parte integral da medicina oficial e ensinado nas principais escolas de medicina (Andreassi & Flori, 1996).

Durante o período medieval era notável e reconhecido o valor das águas minerais no tratamento de inúmeras doenças pelos médicos da época. Nos séculos 18 e 19 a água mineral e os balneários se tornaram de grande importância nos Estados Unidos e Europa, e alguns centros surgiram se tornando tão populares que escolas de medicina foram desenvolvidas nos mesmos. A partir daí, água mineral era administrada como bebida, para banhos, duchas, na forma de vapor, etc. (Palmer, 1990).

Assim, se algo bom poderia ser esperado ao beber ou se banhar em vários tipos de água, outros efeitos também poderiam ser esperados, o que criou uma boa situação para charlatões, e conseqüentemente, um desentendimento entre a comunidade médica e a população da época (Meeks, 1979). Devido a isso, no início do século 20, americanos e europeus perderam o interesse pelo valor da

água mineral, apesar de alguns beberem apenas água engarrafada e freqüentar balneários durante o verão (Cantor, 1990).

Porém, nas décadas de 1950 e 1960 houve um grande aumento da popularidade do uso de águas minerais, acompanhado de uma extensa exploração hidrogeológica, a qual gerou o surgimento de novos *spas* e *resorts* de saúde. Dúzias destes balneários, hotéis e piscinas incluem balneoterapia, profilaxia e recreação (Vassileva, 1996). Os locais onde existem esses estabelecimentos têm designações diferentes conforme o país e a época histórica. São utilizadas para essas localidades as seguintes designações: caldas, termas, estâncias termais, estâncias hidrominerais (Quintela, 2004). Além disso, a tecnologia gerou inúmeros tipos de águas minerais para engarrafamento (Vassileva, 1996).

Atualmente, há uma renovação no interesse pelo uso da água mineral, o qual é reforçado pela sua recomendação por reumatologistas, fisiatras e dermatologistas (Routh *et al.*, 1996), no entanto, as indicações terapêuticas dos balneários dependem muito da composição das águas (Katsambas & Antoniou, 1996).

Na Itália a água mineral pode ser usada internamente, externamente ou ambas as maneiras. Terapias internas consistem no consumo sistemático da água, acompanhado de dieta adequada, tendo este tipo de terapia vários usos dentre as condições internas (Andreassi & Flori, 1996).

A crenoterapia foi introduzida no Brasil junto com a colonização portuguesa; durante muitos anos foi disciplina conceituada e valorizada em escolas médicas como UFMG e UFRJ (MS, 2006).

Recentemente o Ministério da Saúde aprovou a portaria nº971, em 3 de maio de 2006, a qual trata da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde (SUS), considerando as PNPIC um universo de abordagens denominado pelo OMS de Medicina Tradicional e Complementares / Alternativa (MT-MCA), incluindo entre estas, o termalismo social/ crenoterapia uma abordagem reconhecida de indicação e uso de águas minerais de maneira a complementar aos demais tratamentos de saúde.

## **2.2. Definição de Crenoterapia, Termalismo e Água Mineral.**

A crenoterapia consiste na indicação e uso de águas minerais com finalidade terapêutica atuando de maneira complementar aos demais tratamentos de saúde (MS, 2006).

O termalismo compreende as diferentes maneiras de utilização da água mineral e a sua aplicação em tratamentos de saúde (MS , 2006).

De acordo com o código de águas do Brasil, águas minerais naturais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhe confirmam uma ação medicamentosa (ANVISA, 1945).

Pela lei italiana, água mineral é aquela de fontes bacteriologicamente puras e que tenham propriedades terapêuticas (Andreassi & Flori, 1996).

Pela Resolução da ANVISA nº54, de 15 de junho de 2000, água mineral natural é aquela obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captadas, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais e pela presença de oligoelementos ou outros constituintes. Essa mesma

resolução define água natural, aquela obtida diretamente de fontes naturais ou artificialmente captadas, de origem subterrânea, caracterizada pelo conteúdo definido e constante de sais minerais e pela presença de oligoelementos ou outros constituintes, mas em níveis inferiores aos mínimos estabelecidos para água mineral natural.

### **2.3. Classificação e qualidade das águas.**

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº157, de 17 de Março de 2005, classifica em doces, salobras e salinas as águas do Território Nacional (Rocha *et al*, 2004). Para efetivação do seu enquadramento entre as 3 classes as águas devem ser:

- águas doce: possuem salinidade igual ou inferior a 0,5%;
- águas salobras: possuem salinidade igual ou inferior a 0,5‰ e 30‰.
- águas salinas: possuem salinidade igual ou superior a 30‰.

A Portaria nº 518, de 25 de Março de 2004, do Ministério da Saúde estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Dentre elas é importante ressaltarmos:

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I - água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II - sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água



potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III - solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical.

**Tabela 1.** Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano.

<b>PARÂMETRO</b>	<b>VMP<sup>(1)</sup></b>
<i>Água para consumo humano<sup>(2)</sup></i>	
Escherichia coli ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100mL
<i>Água na saída do tratamento</i>	
Coliformes totais	Ausência em 100mL
<i>Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)</i>	
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100mL em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês. <sup>(3)</sup>

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de Escherichia coli deve ser preferencialmente adotada.

Fonte: Portaria MS 518/2004.

Art. 9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de Escherichia coli e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

**Tabela 2.** Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção.

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP <sup>(1)</sup>
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT <sup>(2)</sup>
Filtração lenta	2,0 UT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

Fonte: Portaria MS 518/2004

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg L<sup>-1</sup>, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg L<sup>-1</sup>, em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

**Tabela 3.** Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde.

PARÂMETRO	Unidade	VMP <sup>(1)</sup>
<i>INORGÂNICAS</i>		
Antimônio	mg L <sup>-1</sup>	0,005
Arsênio	mg L <sup>-1</sup>	0,01
Bário	mg L <sup>-1</sup>	0,7
Cádmio	mg L <sup>-1</sup>	0,005
Cianeto	mg L <sup>-1</sup>	0,07
Chumbo	mg L <sup>-1</sup>	0,01
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	2
Cromo	mg L <sup>-1</sup>	0,05

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Fluoreto <sup>(2)</sup>	mg L <sup>-1</sup>	1,5
Mercúrio	mg L <sup>-1</sup>	0,001
Nitrato (como N)	mg L <sup>-1</sup>	10
Nitrito (como N)	mg L <sup>-1</sup>	1
Selênio	mg L <sup>-1</sup>	0,01
<i>ORGÂNICAS</i>		
Acrilamida	µg L <sup>-1</sup>	0,5
Benzeno	µg L <sup>-1</sup>	5
Benzo[a]pireno	µg L <sup>-1</sup>	0,7
Cloreto de Vinila	µg L <sup>-1</sup>	5
1,2 Dicloroetano	µg L <sup>-1</sup>	10
1,1 Dicloroetano	µg L <sup>-1</sup>	30
Diclorometano	µg L <sup>-1</sup>	20
Estireno	µg L <sup>-1</sup>	20
Tetracloroeto de Carbono	µg L <sup>-1</sup>	2
Tetracloroetano	µg L <sup>-1</sup>	40
Triclorobenzenos	µg L <sup>-1</sup>	20
Tricloroetano	µg L <sup>-1</sup>	70
<i>AGROTÓXICOS</i>		
Alaclor	µg L <sup>-1</sup>	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg L <sup>-1</sup>	0,03
Atrazina	µg L <sup>-1</sup>	2
Bentazona	µg L <sup>-1</sup>	300
Clordano (isômeros)	µg L <sup>-1</sup>	0,2
2,4 D	µg L <sup>-1</sup>	30
DDT (isômeros)	µg L <sup>-1</sup>	2
Endossulfan	µg L <sup>-1</sup>	20

Continua...

**Tabela 3.** Continuação.

Endrin	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,6
Glifosato	$\mu\text{g L}^{-1}$	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,03
Hexaclorobenzeno	$\mu\text{g L}^{-1}$	1
Lindano (g-BHC)	$\mu\text{g L}^{-1}$	2
Lindano (g-BHC)	$\mu\text{g L}^{-1}$	2
Metolacloro	$\mu\text{g L}^{-1}$	10
Metoxicloro	$\mu\text{g L}^{-1}$	20
Molinato	$\mu\text{g L}^{-1}$	6
Pendimetalina	$\mu\text{g L}^{-1}$	20
Pentaclorofenol	$\mu\text{g L}^{-1}$	9
Permetrina	$\mu\text{g L}^{-1}$	20
Propanil	$\mu\text{g L}^{-1}$	20
Simazina	$\mu\text{g L}^{-1}$	2
Trifluralina	$\mu\text{g L}^{-1}$	20
<b>CIANOTOXINAS</b>		
Microcistinas <sup>(3)</sup>	$\mu\text{g L}^{-1}$	1,0
<b>DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO</b>		
Bromato	$\text{mg L}^{-1}$	0,025
Clorito	$\text{mg L}^{-1}$	0,2
Cloro livre <sup>(4)</sup>	$\text{mg L}^{-1}$	5
Monocloramina	$\text{mg L}^{-1}$	3
2,4,6 Triclorofenol	$\text{mg L}^{-1}$	0,2
Trihalometanos Total	$\text{mg L}^{-1}$	0,1

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até  $10 \mu\text{g L}^{-1}$  de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

Fonte: Portaria MS 518/2004

**Tabela 4.** Padrão de radioatividade para água potável

Parâmetro	Unidade	VMP <sup>(1)</sup>
Radioatividade alfa global	Bq/L	0,1 <sup>(2)</sup>
Radioatividade beta global	Bq/L	1,0 <sup>(2)</sup>

(1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Fonte: Portaria MS 518/2004

**Tabela 5.** Padrão de aceitação para consumo humano.

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Alumínio	mg L <sup>-1</sup>	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	1,5
Cloreto	mg L <sup>-1</sup>	250
Cor Aparente	uH <sup>(2)</sup>	15
Dureza	mg L <sup>-1</sup>	500
Etilbenzeno	mg L <sup>-1</sup>	0,2
Ferro	mg L <sup>-1</sup>	0,3
Manganês	mg L <sup>-1</sup>	0,1
Monoclorobenzeno	mg L <sup>-1</sup>	0,12
Odor	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Gosto	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Sódio	mg L <sup>-1</sup>	200
Sólidos dissolvidos totais	mg L <sup>-1</sup>	1.000
Sulfato	mg L <sup>-1</sup>	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg L <sup>-1</sup>	0,05
Surfactantes	mg L <sup>-1</sup>	0,5
Tolueno	mg L <sup>-1</sup>	0,17
Turbidez	UT <sup>(4)</sup>	5
Zinco	mg L <sup>-1</sup>	5
Xileno	mg L <sup>-1</sup>	0,3

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt-Co L<sup>-1</sup>).

(3) critério de referência.

(4) Unidade de turbidez.

Fonte: Portaria MS 518/2004

#### **2.4. Classificação das águas minerais e fontes.**

Diferentes formações geológicas conferem diferentes composições minerais da água depositada nos lençóis freáticos (Silva *et al.*, 2006). As características químicas das águas subterrâneas caracterizam os tipos de rochas drenadas, os produtos das atividades humanas existentes, ao longo de seu trajeto, além do comportamento geológico dos compostos envolvidos (Zimbre, 2005).

Por muito tempo acreditou-se que águas minerais tinham origem diferente da água subterrânea, no entanto, hoje sabe-se que águas minerais são aquelas que atingiram profundidades maiores, se enriquecendo em sais, e adquirindo novas características físico-químicas, como por exemplo: pH alcalino e temperaturas maiores (Ramires *et al.*, 2004).

Conforme Zimbre (2005) as águas minerais possuem algumas propriedades importantes como: amplitude térmica, temperatura, cor, odor, sabor, turbidez, dureza da água, pH, sólidos totais dissolvidos (STD).

As águas subterrâneas e/ou minerais têm uma amplitude térmica pequena, isto é, sua temperatura não é influenciada pelas mudanças da temperatura atmosférica. Em regiões vulcânicas ou de falhamentos profundos águas aquecidas podem aflorar na superfície dando origem às fontes termais. A temperatura da água será maior, conforme a profundidade, devido ao gradiente geotérmica local, além disso, o conteúdo de sais está relacionado ao calor, pois a capacidade de dissolver minerais e incorporar solutos aumentam com a temperatura.

A cor de uma água é conseqüência de substâncias dissolvidas. A medida utilizada para avaliação de uma cor de uma água é a comparação com a solução

platino-cobalto. Uma unidade de cor corresponde àquela produzida por  $1 \text{ mg L}^{-1}$  de platina, na forma de íon cloroplatinado.

O odor e sabor de uma água dependem dos sais dissolvidos. Em geral, águas subterrâneas não possuem odor, no entanto, algumas podem exalar cheiro de ovo podre devido à presença de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz em atravessar certa quantidade de água, e é causada por materiais sólidos em suspensão (silte, argila, colóides, matéria orgânica, etc.). A medida de turbidez é feita por um turbidímetro através da comparando a uma amostra com um padrão. Águas subterrâneas não costumam apresentar problemas com ao excesso de turbidez.

A dureza da água pode ser definida como a dificuldade de uma água em dissolver sabão pelo efeito do Ca, Mg e outros elementos como Fe, Mn, Cu, Ba, etc. A dureza de uma água é expressa em  $\text{mg L}^{-1}$  e esta pode ser de três tipos:

- temporária: na qual os íons de cálcio e magnésio sob aquecimento se ligam com íons carbonatos e bicarbonatos, podendo ser eliminada através da fervura;
- permanente: é aquela na qual os íons cálcio e magnésio se combinam com sulfato, cloretos, nitratos e outros, formando compostos solúveis que não podem ser eliminados;
- total: soma da temporária com a permanente.

Alcalinidade é a medida total de substâncias presentes na água, capazes de neutralizar ácidos. Em águas subterrâneas a alcalinidade é devida, principalmente, aos carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons

hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônias. A alcalinidade de uma água é expressa em mg CaCO<sub>3</sub>.

O pH é a medida da concentração de H<sup>+</sup> na água. Seu balanço com OH<sup>-</sup> determina quanto ácida ou básica é a água.

Sólidos totais dissolvidos é a soma dos constituintes minerais presentes na água. A medida dos STD é feita através da condutividade elétrica multiplicada por um fator que varia entre 0,55 e 0,75. O limite máximo permitido pela OMS para que uma água seja potável é de 1.000 mg/L.

De acordo com o Código de águas minerais, Decreto-Lei N°7841, de 08/08/1945, as águas minerais serão classificadas, quanto à composição química em:

- I. oligominerais, quando, apesar de não atingirem os limites estabelecidos, forem classificadas como minerais pelo disposto;
- II. radíferas, quando contiverem substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuam radioatividade permanente;
- III. alcalino-bicarbonatadas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalinos equivalentes, no mínimo, a 0,200 g de bicarbonato de sódio;
- IV. alcalino-terrosas, as que contiverem, por litro, uma quantidade de compostos alcalino-terrosos equivalente, no mínimo, a 0,120 g de carbonato de cálcio, distinguindo-se:
  - a) alcalino-terrosas cálcicas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,048 g de catante Ca sob a forma de bicarbonato de cálcio;



- b) alcalino-terrosas magnesianas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,030 g de cátion Mg sob a forma de bicarbonato de magnésio;
- V. sulfatadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100 g do ânion  $\text{SO}_4$  combinado aos cátions Na, K e Mg;
- VI. sulfurosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,001 g de ânion S;
- VII. nitradas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,100 g do ânion  $\text{NO}_3^-$  de origem mineral;
- VIII. cloretadas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,500 g do NaCl (Cloreto de sódio);
- IX. ferruginosas, as que contiverem, por litro, no mínimo, 0,005 g do cátion Fe;
- X. radioativas, as que contiverem radônio em dissolução, obedecendo aos seguintes limites:
- a) francamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;
- b) radioativas as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre 10 e 50 unidades Mache por litro, a 20°C e 760 mm Hg de pressão;
- c) fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

XI. Toriativas, as que possuem um teor em torônio em dissolução, equivalente em unidades eletrostáticas, a 2 unidades Mache por litro, no mínimo.

XII. Carbogasosas, as que contiverem, por litro, 200 mL de gás carbônico livre dissolvido, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

O Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) é responsável pela classificação das águas minerais de acordo com o elemento predominante, podendo ser mistas quando possuem mais de um elemento predominante, bem como as que contiverem íons ou substâncias raras dignas de nota (águas iodadas, arseniadas, litinadas, etc.).

As águas das classes VII (nitratadas) e VIII (cloretadas) só são consideradas minerais quando possuem uma ação medicamentosa definida, comprovada.

As fontes de águas minerais são classificadas, além do critério químico, pelos seguintes critérios:

1º) Quanto aos gases:

I - Fontes radioativas:

a) francamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto (1 L p.m.) com um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

b) radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 L p.m., com um teor compreendido entre 10 e 50 unidades

Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

c) fortemente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 L p.m., com teor superior a 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;

II - Fontes toriativas, as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 L p.m., com um teor em torônio na emergência equivalente em unidades eletrostáticas a 2 unidades Mache por litro;

III - Fontes Sulfurosas, as que possuírem na emergência desprendimento definido de gás sulfídrico.

2º) Quanto à Temperatura:

I - Fontes frias, quando sua temperatura for inferior a 25°C;

II - Fontes hipotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 25 e 33°C;

III - Fontes mesotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 33 e 36°C;

IV - Fontes isotermiais, quando sua temperatura estiver compreendida entre 36 e 38°C;

V - Fontes hipertermiais, quando sua temperatura for superior a 38°C.

A conservação e proteção das fontes são estabelecidas pela Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998, que tem como finalidade conhecer e definir as condições de ocorrência das fontes de águas minerais e potáveis de mesa; identificar a situação atual e potencial quanto aos riscos de contaminação e grau de vulnerabilidade frente aos diversos fatores ambientais e fontes de poluição, e

estabelecer, em função destes condicionantes, as medidas corretivas ou preventivas necessárias à sua proteção e conservação.

## **2.5. Qualidade da água mineral.**

Anteriormente a água saudável era caracterizada apenas pela aparência e pelo sabor. Nos últimos 25 anos, o conceito vem mudando; busca-se uma água de maior qualidade e aumentam as exigências para que ela seja saudável fisicamente, quimicamente e toxicologicamente (Campos *et al.*, 2002).

Águas subterrâneas são uma boa fonte de água potável em regiões sem sistema centralizado de abastecimento ou com déficit de água superficial, no entanto, seu uso indiscriminado, ou seja, aquele que não considera sua qualidade pode causar prejuízo ao bem-estar do consumidor (Lura *et al.*, 2002; Mirlean *et al.*, 2005).

A água mineral não é um produto estéril, possui microorganismos que fazem parte de sua microbiota inicial antes de sua captação. No entanto, o controle microbiológico preocupa-se, em particular, com a possível e ocasional presença de patógenos como: *vibrio cholerae*, *shigella sp*, *aeromonas hydrophila*, *pseudomonas shigelloides*, *vírus entéricos* (Sant'ana *et al.*, 2003).

O Decreto de 8 de julho de 2002 cria um Grupo Executivo que é destinado a promover ações de integração entre a pesquisa e a lavra de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários e a gestão de recursos hídricos. Este grupo é composto por integrantes da Agência Nacional de Águas (ANA), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Brasileiro de Turismo (EMBRATUR).

No Brasil, os padrões de identidade e qualidade da água mineral e natural são regulamentados pela RDC 54/00 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2000). O controle microbiológico deve ser adotado em todas as indústrias, no mínimo, do produto final (MME, 1997).

A extração, processamento, embalagem e estocagem da água mineral devem ser feitas sob rigorosas práticas higiênicas, de forma a prevenir ou minimizar quaisquer fontes potenciais de contaminação microbiológica, a fim de obterem-se águas minerais seguras e de qualidade para o consumo humano (Sant'ana *et al.*, 2003).

Os problemas quanto à qualidade da água subterrânea em regiões rurais podem ser devido à infiltração de agrotóxicos, fertilizantes, esgotos domésticos, excrementos de animais nos aquíferos ou, diretamente, nos poços. Nas regiões industrializadas, a principal preocupação com relação à qualidade da água são os poluentes que a contaminam, podendo causar problemas ao ser humano pelo consumo alimentar e pelo uso na higiene pessoal (Mirlean *et al.*, 2005).

Para assegurar a qualidade das águas minerais a Portaria nº470, do Ministério das Minas e Energia, de 24 de novembro de 1999 dispõe sobre as características básicas dos rótulos das embalagens de águas minerais e potáveis de mesa e estabelece que os rótulos deverão conter os seguintes elementos informativos:

- I– nome da fonte;
- II – local da fonte, Município e Estado;
- III – classificação da água;

IV – composição química, expressa em miligramas por litro, contendo, no mínimo, os oito elementos predominantes, sob a forma iônica;

V – características físico-químicas na surgência;

VI – nome do laboratório, número e data da análise da água;

VII – volume expresso em litros ou mililitros;

VIII – número e data da concessão de lavra, e número do processo seguido do nome "DNPM";

IX – nome da empresa concessionária e/ou arrendatária, se for o caso, com o número de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ, do Ministério da Fazenda;

X – duração em meses, do produto, destacando-se a data de envasamento por meio de impressão indelével na embalagem, no rótulo, ou na tampa;

XI – se à água for adicionado gás carbônico, as expressões "gaseificada artificialmente";

XII – as expressões "Indústria Brasileira".

## **2.6. Utilização, produção, mercado e consumo de água mineral no mundo e no Brasil.**

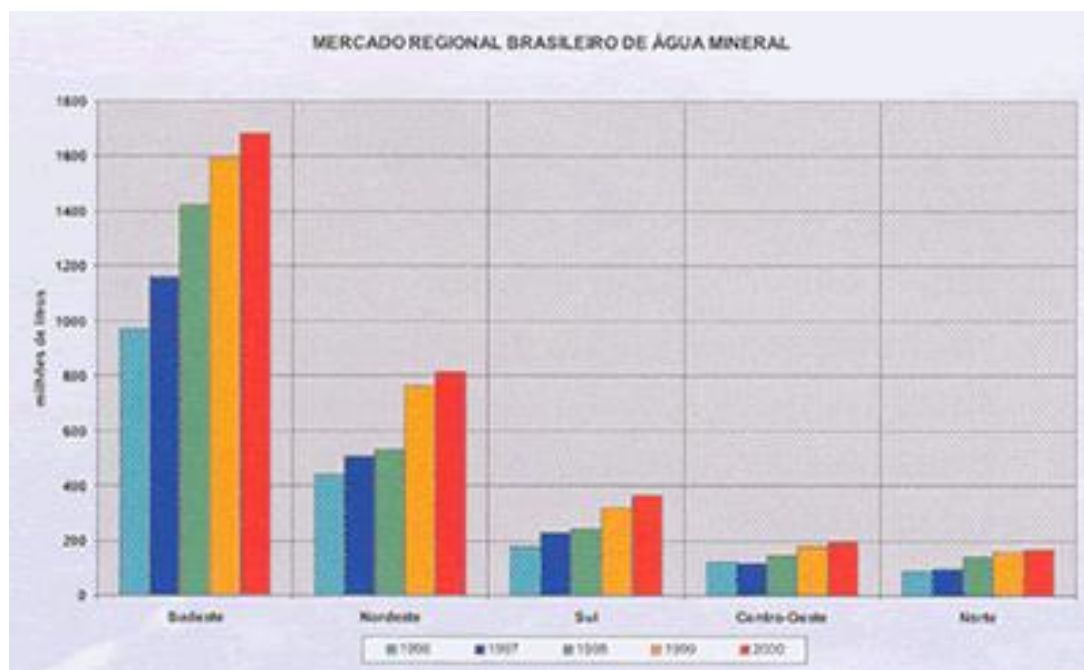
Somente 2,7% da água existente no planeta Terra é doce, e 97% desta encontra-se no subsolo, no entanto, por ser um recurso de difícil visibilidade, não é dada a sua devida importância. Porém, a água subterrânea possui algumas vantagens com relação à superficial, como por exemplo:

- é protegida contra poluição;
- possui baixo custo de captação e distribuição;

- geralmente não precisa de tratamento, o que é mais saudável ao consumo humano (Zimbre, 2005).

A primeira dificuldade com relação ao uso desse recurso pelo Brasil está na dificuldade de aceitação de que as rochas, por serem sólidas, não conseguem armazenar tanta água; é necessário admitir que se trate de uma grande esponja rochosa cheia de água. A porosidade das rochas e materiais não consolidados depende de sua origem e características intrínsecas, variando do impermeável até 30% em alguns casos (Celere, 2007).

O mercado brasileiro de águas minerais vêm se tornando altamente regionalizado e segmentado. Em 1996, 13 empresas eram responsáveis pela produção nacional de água mineral, este número ampliou para 26 em 2001. Em termos regionais, a produção e o consumo da região sudeste se destacam com relação a demais áreas, no entanto, a expansão das regiões norte e nordeste, com crescimento de 85% e 82% contra 73% da região sudeste, no período de 1996 a 2000 (UNIAGUA, 2007).



**Figura1.** Produção regional de água mineral no Brasil.  
Fonte: UNIVERISDADE DA ÁGUA

Países que possuem um grande consumo per capita de água mineral têm neste segmento uma representatividade no mercado anual de ordem de alguns bilhões de dólares, a exemplo da França que em 2001 se situou em torno de US\$2,3 bilhões e Estados Unidos que atingiu US\$ 5,6 bilhões para água envasada (UNIAGUA, 2007).

O mercado da água mineral está concentrado em poucas empresas de grande porte como: Nestlé S.A, Grupos Perrier Nittel, Danone e Neptune. No entanto, dentre os países de alto índice de consumo per capita de água mineral a Alemanha apresenta uma peculiaridade no seu mercado, sendo este altamente fragmentado e regionalizado, apresentando mais de 200 empresas (UNIAGUA, 2007).

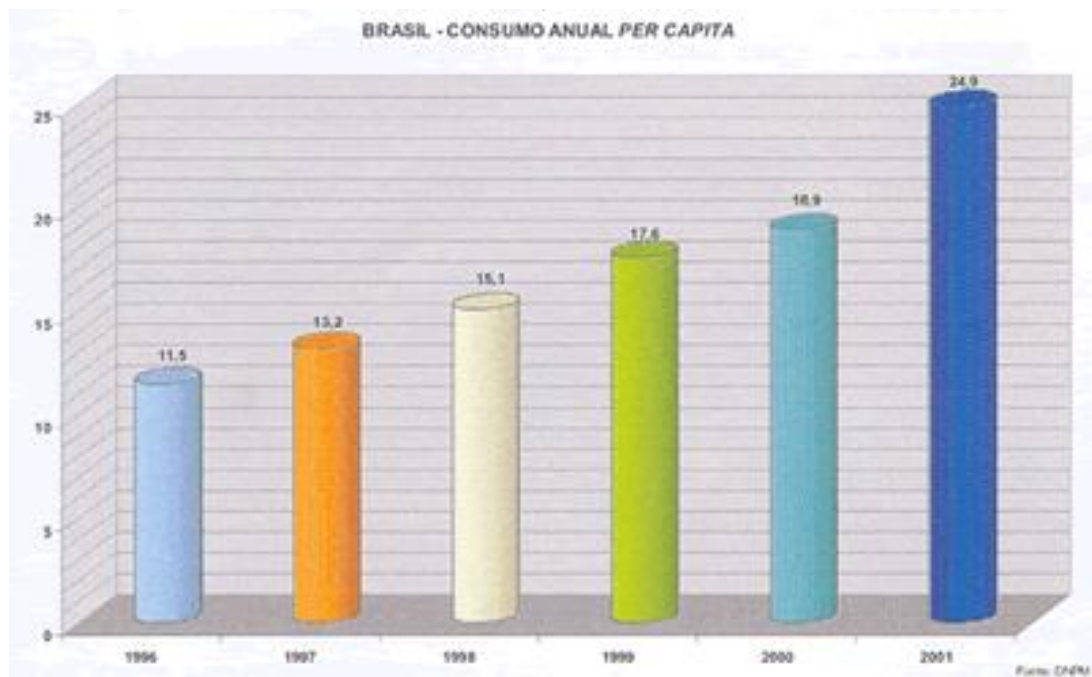
A produção de água mineral em 2005 foi de 168 bilhões de litros, 13 bilhões a mais em relação ao ano de 2004. O faturamento do setor foi de R\$171



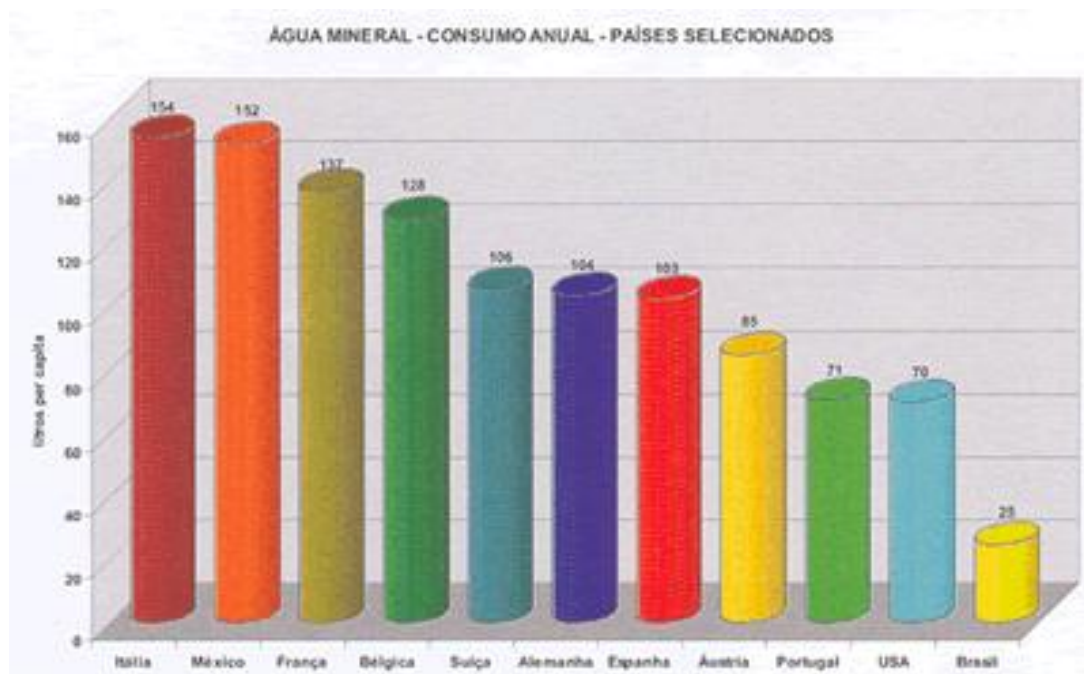
bilhões em 2005, contra R\$160,70 bilhões em 2004. O Brasil ficou em 8º lugar em produção com 7,7 bilhões de litros e em 9º lugar em faturamento com R\$4,35 bilhões (ABINAM, 2005).

As exportações brasileiras ainda são insignificantes, o caracteriza um mercado apenas de consumo interno, bem como prevalece a carência notória de políticas e medidas voltadas para exportação, pois o crescimento do consumo internacional é bastante promissor. A aspiração pelas empresas pela exportação, assim como, a crescente exigência em busca de qualidade, tanto por parte do consumidor como pelos órgãos fiscalizadores, apontam para necessidade e a atualização da legislação vigente, assim como, estudos na área (UNIAGUA, 2007).

O consumo per capita de água mineral pelos brasileiros no ano de 2001 foi de 25 litros, o qual é considerado muito baixo, quando comparado com índices de outros países, que variam de 120 a 150 litros como na Itália, México e França (UNIAGUA, 2007). No entanto, este vem crescendo significativamente e a grande procura por águas com excelência em qualidade tem contribuído para o crescimento do mercado de águas minerais (DPMN, 2002b).



**Figura 2.** Consumo per capita de água mineral no Brasil.  
Fonte: UNIVERSIDADE DA ÁGUA



**Figura3.** Consumo per capita de água mineral no Mundo.  
Fonte: UNIVERSIDADE DA ÁGUA

## 2.7. Água mineral e Saúde Humana.

A saúde do ser humano está em íntima relação com o ambiente, podendo seu organismo apresentar deficiências de minerais quando esses estiverem ausentes ou em pequenas concentrações no solo e água de onde provém seus alimentos, ou apresentar distúrbios devido ao excesso destes elementos químicos, principalmente de metais, que provocarão alterações em diversos órgãos e sistemas (Cunha, 2004).

O termo geomedicina foi estabelecido por Zeiss em 1931 como sinônimo de medicina geográfica, identificando-o como um ramo da medicina, no qual os métodos geográficos e cartográficos são utilizados para a apresentação de resultados da pesquisa médica, enfatizando a necessidade da colaboração entre médicos, veterinários e botânicos com geógrafos, meteorologistas, cientistas do solo, entomologistas e geólogos (Licht, 2001).

Cortecci (2007) salienta que a geomedicina surtiu efeito a partir de observações de que algumas doenças ocorriam de forma preferencial em algumas regiões, porém somente desenvolveu-se após a aquisição da base científica que permitiu estudos de causas e efeitos entre os fatores ambientais e problemas de saúde. São clássicas as conexões conhecidas há muito tempo entre saúde e deficiência ou excesso de elementos como I<sub>2</sub>, F e Se. Solos e águas deficitárias em iodo são responsáveis pelo aumento de índices de bócio em milhões de pessoas em países do terceiro mundo. Na China, milhões de pessoas sofrem de fluorose dental devido a excesso de flúor nas águas consumidas. Deficiências de Se em solo têm correlação positiva com incidência de miocardite.

A quantidade de água existente no organismo é mantida constante durante todos os períodos de vida. Para manter essa homeostasia e equilíbrio, o

organismo requer disponibilidade de água e nutrientes adequados na alimentação diária (Pedroso *in*: Dutra & Marchini, 2008).

Na segunda metade do século XVIII, foram descobertas as propriedades químicas das águas minerais, até aí designadas como águas termais, curativas e/ou santas (Quintela, 2004).

Eficaz em transportar micronutrientes a água é considerada um alimento. Sua estrutura permite que a água dissolva uma grande quantidade de substâncias, sendo, portanto, amplamente estudada como veículo de nutrientes. Sua absorção se inicia a partir do estômago, mas seu principal local de absorção é o intestino delgado, possuindo alta digestibilidade, atingindo o intestino 20 minutos após sua penetração no estômago (Campos *et al.*, 2002).

A concentração de macrominerais e elementos traço em águas é consequência da geoquímica das rochas e dos solos de origem da bacia. Uma quantidade significativa da fração total desses elementos de um rio encontra-se normalmente na fração não-dissolvida, adsorvida à superfície de partículas sólidas em suspensão. Os mesmos podem, também, interagir com outros solutos, formando complexos e permanecendo na forma dissolvida. Unem-se, também a partículas inorgânicas ou orgânicas por meio de adsorção e assimilação, ficando, neste caso, na forma particulada. Uma vez particulado, o mineral pode precipitar-se ou sedimentar-se no fundo do corpo d'água (Licht, 2001).

## **2.8. Macronimerais e Micronimerais ou Elementos Traços.**

Um nutriente é considerado essencial para o organismo humano quando:

- Tem função estabelecida estrutural, ação hormonal, fator enzimático ou estabilizador de reações químicas,

- Tem concentração bem definida em tecidos e órgãos,
- Induz efeitos fisiológicos reproduzíveis,
- Sua suplementação possibilita prevenção da deficiência,
- O tratamento da deficiência normaliza as funções e alterações bioquímicas, revertendo sinais e sintomas da deficiência (Cunha *et al.*, 2008).

Macrominerais estão em concentração superior a 0,05% no organismo. Dentre eles o cálcio (Ca) é mineral mais abundante no organismo, representa 1,5 – 2 % da massa corpórea, sendo que 90% encontram-se no esqueleto e 9% nos dentes. Este elemento é responsável pela mineralização óssea, estrutura dos dentes, varias reações químicas e tem papel na prevenção da osteoporose, alteração do crescimento infantil, impulsos nervosos. Outras funções importantes são relatadas: ajuda a manter regulares os batimentos cardíacos, regula a pressão sanguínea associado a outros minerais (sódio, potássio e magnésio), alivia a insônia, tem ação na atividade plaquetária e coagulação. Sua biodisponibilidade e absorção são influenciadas pela presença do mineral e de vitamina D na dieta, assim como de exposição solar para transformação desta ultima em forma ativa (colecalfiferol), responsável pela absorção de Ca, bem como de outros fatores, incluindo a utilização de ácidos digestivos que permitem a quebra para a absorção intestinal. A excreção de Ca e feita por fezes, urina, suor, sêmen e menstruação e pode ser aumentada na presença de sódio. As principais manifestações clínicas da deficiência de Ca são hipotensão, bradicardias, arritmias, insuficiência cardíaca, fraqueza, espasmos musculares, hiper-reflexia, convulsões, tetania (convulsões musculares), parestesias. A deficiência aguda do

Ca é suportada pela utilização do elemento traço depositado no esqueleto, porém a deficiência crônica pode resultar em raquitismo, em criança, e osteoporose, hipertensão e osteomalacia em adultos. O excesso do elemento está ligado aos mesmos sintomas da deficiência deste, porém associado a sintomas gastrointestinais e renais. As principais fontes alimentares de Ca são leite e derivados, carnes, ovos, sardinhas, amêndoas, sementes de gergelim e bebidas carbonatadas (Berglund *et al.*, 2000; Silva & Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007; Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O fósforo (P) constitui 1% da massa corpórea, sendo que 90% estão nos ossos. Seu metabolismo é associado ao Ca, sendo influenciado pela vitamina D e hormônio paratireoidiano. Tem função na mineralização óssea, formação de dentes, participa da formação de ATP-celular, das atividades protéicas, regulação ácido-base, formação de fosfolípidios na membrana celular e de DNA e RNA. Sua absorção ocorre no intestino delgado e é feita pela sua liberação pela enzima fosfatase. Sua excreção é de 90% por via renal pela ação do paratormônio. A deficiência de P é rara, porém pode ocorrer em casos de excreção renal aumentada, hiperparatireodismo, raquitismo, baixa ingestão de vitamina D e uso de medicamentos que inibem a absorção do mesmo. Os principais sintomas são baixos reflexos, parestesias em extremidades e ao redor da cavidade oral, coma e convulsão. O excesso de P circulante pode causar mobilização exagerada de Ca ósseo. Praticamente todos os alimentos são fonte de P, principalmente leite, queijos e frutas secas (Silva & Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007; Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O potássio (K) é principal íon do compartimento intra-celular do organismo, tem função no transporte de oxigênio, participa na oxirredução da glicose (glicose

– glicogênio), no equilíbrio ácido-base, na diminuição da viscosidade protoplasmática e também atua como antagonista do Ca. Sua absorção é por difusão ativa no intestino delgado e sua excreção ocorre pela urina, fezes e suor. Sua deficiência causa hipopotassemia (apatia, distensão abdominal, mal-estar, náuseas, vômitos, parada cardíaca em sístole) e seu excesso causa hiperpotassemia (anestesia, hipotensão, paralisia muscular flácida, arritmias cardíacas. As principais fontes alimentares de potássio são ameixa, banana e laranja (Tramonte *in*: Cozzolino, 2007; Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O enxofre (S) representa 0,25% da massa corpórea e está envolvido na formação de coágulo, no mecanismo de transferência de energia, além de fazer parte de formação de mucoproteínas e proteínas, sendo importante nos tecidos densos (cartilagem, cabelo e unhas). Sua absorção é feita no intestino delgado, sua excreção é feita pelas fezes e urina. As principais fontes alimentares de S são as carnes. Não foram encontrados indícios de manifestações clínicas da deficiência ou excesso de S no organismo (Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O sódio (Na) é o principal eletrólito do líquido extracelular, possui função de manter o volume intra-vascular e circulação sanguínea, tem papel no equilíbrio ácido-base, na irritabilidade de nervos e músculos, na absorção de glicose e no transporte de substâncias no intestino delgado. Sua absorção é feita no estômago e intestino delgado e sua excreção é feita pelas fezes, urina e suor. A deficiência de Na pode causar hiponatremia (apatia, cefaléia, choque, fraqueza, taquicardia). O excesso deste pode causar hipernatremia (coma, convulsões, fraqueza, letargia, alteração de osmolaridade do líquido extra-celular e intra-celular). As

principais fontes dietéticas de Na são sal, leite, ovos, paes, carnes, galinhas, embutidos, produtos industrializados (Tramonte *in*: Cozzolino, 2007; Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O cloreto (Cl<sup>-</sup>) participa da regulação da pressão osmótica corpórea, do transporte de gases e da regulação ácido-base. Sua deficiência pode causar hipocloremia, com sinais clínicos de espasmos musculares, alteração dos níveis de consciência, coma e bradpneia. O excesso de Cl<sup>-</sup> pode causar hiperclorémia com sinais clínicos de taquipneia, baixo nível de consciência e coma (Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O magnésio (Mg) é o quarto mineral mais abundante no organismo. É armazenado nos ossos, sendo um elemento predominantemente intracelular. Pode ser encontrado ligado ao fosfato nos ossos, livre ou ligado a albumina no sangue. Participa de reações enzimáticas no corpo, influenciando metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas e é requerido na transmissão neuromuscular, necessária para reações envolvendo ATP, síntese de proteínas, ácidos nucleicos e transmissão de sinais nervosos, tendo papel antagônico ao do Ca no sistema cardiovascular. Sua absorção acontece principalmente no íleo e cólon, sendo reduzida na presença de Ca, álcool, fosfato, fitatos e gorduras, e aumentada na presença de vitamina D. Sua excreção é principalmente urinária, sendo aumentada em casos de acidose, alteração dos níveis de aldosterona e depleção de K e P. As principais causas de deficiência de Mg são disfunção renal, diurese, má absorção, diarreia, doença cardíaca isquêmica, hipertensão, diabetes e asma, podendo causar excitabilidade e alterações neuromusculares e alterações eletrolíticas, além de náuseas e vômitos e alterações cardiovasculares. O excesso de Mg causa sinais clínicos como náuseas, vômitos, hipotensão, bradicardia,



sonolência, vista dupla, fraqueza, baixa respiração, parada cardíaca (Sarís *et al.*, 2000, Maíra & Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007; Nonino-Borges & Borges *in*: Dutra & Marchini, 2008).

Elementos traço essenciais são compostos que precisam estar presentes em pequenas quantidades na dieta humana para manter as funções fisiológicas normais (Goldhaber, 2002). O refinamento das técnicas analíticas possibilitando o aumento de várias descobertas tem aumentado substancialmente o conhecimento do papel dos elementos traços na saúde humana. Elementos traço no ambiente podem ou não ter significado nutricionalmente importante para o organismo e são divididos de acordo com sua influência como essenciais ferro, zinco, cobre, iodo, selênio, cobalto, cromo, manganês, molibdênio e provavelmente essenciais arsênio, boro, níquel, silício, vanádio, flúor, estanho (Cunha *et al. in*: Dutra & Marchini, 2008). A deficiência e/ou excesso destes elementos traço, os quais produzem mudanças fisiológicas nos indivíduos, pode ser causado pelo desequilíbrio ambiental, ou pelo desequilíbrio das dietas (Fávaro *et al.*, 2000).

A maior parte do ferro (Fe) está ligada à hemoglobina no sangue ou à mioglobina nos músculos. Possibilita o transporte de oxigênio no sangue e outros tecidos, por ser componente de enzimas envolvidas em reações químicas no corpo, auxilia na produção de hormônios da tireóide, neurotransmissores, carnitina, purinas, e tecidos conectivos, além de participar da conversão de beta-caroteno em vitamina A ativa. O excesso de Fe pode causar aumento da produção de radicais livres, risco de doenças cardiovasculares e retardo no crescimento. Sua excreção é feita pelas fezes, suor, cabelos, descamação da pele e menstruação. Sua deficiência resulta em anemia, sendo os principais sintomas clínicos palidez cutaneomucosa, fraqueza, fadiga, tonturas, menor

capacidade de trabalho, taquicardia, má oxigenação tecidual (Nonino-Borges & Borges, 2008). As principais fontes alimentares de Fe são: carnes, fígado, vegetais verde-escuro (Nonino-Borges & Borges, 2008 *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O zinco (Zn) é um elemento traço essencial para humanos, animais, plantas e microorganismos, e seu conteúdo em humanos gira em torno de 2 a 4 g. Concentrações elevadas de sal de zinco podem, contudo, causar queimaduras cáusticas externas e inflamações internas dos órgãos digestivos. O zinco está presente, sobretudo, no músculo (60%) e nos ossos (30%), constituindo relevante elemento no corpo. É componente catalítico de mais do que 200 enzimas e constituinte estrutural de muitas proteínas. Sua função, provavelmente, está associada à prevenção da formação de radicais livres. Muitos trabalhos têm indicado que vários elementos traço, como o zinco, possuem papel importante em um número de processos biológicos pela inibição ou ativação de reações enzimáticas e pela competição com outros elementos, afetando a permeabilidade de células ou outros mecanismos. Dessa forma, pode-se assumir que elementos traços como o zinco exercem ação direta ou indireta no processo carcinogênico. A deficiência de zinco em humanos é comum, sendo mais prevalente em áreas onde a população vive de cereal e ausentes de proteínas, pois esse elemento está disponível particularmente na carne vermelha e nos frutos do mar. O alto consumo de alimentos ricos em inibidores da absorção de zinco, como fitatos, fibras e cálcio, podem causar deficiência desse elemento traço (Cunha *et al.* *in*: Dutra & Marchini, 2008).

Cobre (Cu) é um elemento traço essencial requerido como componente de várias enzimas com função de produção de energia (citocromo oxidase),

neurotransmissão (dopamina monooxidades), proteção das células contra danos que podem ser causados por radicais livres (superóxido dismutase) e conversão do ferro para ser absorvido (ceruloplasmina). Está ligado à formação óssea, formação e crescimento ósseo, defesa imunológica, maturação de leucócitos e hemácias, transporte de ferro, metabolismo de glicose e colesterol, defesa contra radicais livres, síntese de melanina, contratilidade miocárdica e desenvolvimento cerebral. O Cu é transportado no organismo pela proteína plasmática chamada ceruloplasmina, portanto, o principal sintoma da deficiência do Cu é anemia, devido à produção deficitária de ceruloplasmina. Como consequência diminui a eficiência da absorção de ferro e desmineralização óssea e pode ocorrer retardo no crescimento, aumento da incidência de infecções, anormalidades do metabolismo de glicose e colesterol. Pode causar toxicidade aguda com sintomas de dor epigástrica, náuseas, vômitos, diarreia, coma, insuficiência renal aguda, necrose hepática e óbito. Na toxicidade crônica pode haver lesão hepatocelular. As principais fontes alimentares de Cu são: fígado, frutos do mar, castanhas, cacau, cereais integrais e gelatina. (Pedrosa & Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007)

O Iodo ( $I_2$ ) é constituinte dos hormônios da tireóide T3 e T4 que agem na regulação da taxa de metabolismo basal. Este elemento está concentrado na glândula tireóide e o restante nas glândulas salivares, mamárias, gástricas e rins. Também participa da conversão de caroteno na forma ativa da vitamina A. Sua excreção é feita via urina e fezes. Sua deficiência desencadeia bócio endêmico e durante o desenvolvimento fetal, se houver deficiência de  $I_2$ , pode causar cretinismo, um defeito congênito no desenvolvimento físico e mental. As principais fontes alimentares de  $I_2$  são: frutos do mar e alimentos cultivados em solos ricos em  $I_2$  (Cunha *et al.* *in*: Dutra & Marchini, 2008).

O selênio (Se) está incorporado à enzima glutatona (GPX), importante na proteção contra radicais livres, participa também contra peroxidação lipídica das membranas celulares e subcelulares. Está envolvido na transformação de T4 em T3 e na formação de selenoproteínas importantes na função da próstata e função imunológica normal. Sua absorção se dá pela ligação com aminoácidos como a metionina, circula ligado a globulinas, lipoproteínas e provavelmente a selenoproteína P. Após a absorção se acumula no fígado e rins, ligado à GPX. Sua principal via de eliminação é renal. Este oligoelemento protege compostos orgânicos contra luz ultravioleta, fenômeno envolvido na carcinogênese, justificando sua suplementação na prevenção de câncer de pele. Sua deficiência incorre em aumento do colesterol plasmático, aumento do risco de doença cardíaca e alteração do metabolismo ósseo. O excesso de Se no organismo causa espessamento das unhas, aroma de alho no hálito, icterícia, anemia e perda de cabelos e unhas. Casos extremos podem causar cirrose e edema pulmonar (Cunha *et al. in*: Dutra & Marchini, 2008).

O cromo (Cr) tem um potencial de ação no Fator de Tolerância à Glicose (GTF), assim como qual tem efeito direto na insulina. A deficiência de cromo torna a insulina menos efetiva, resultando na diminuição da tolerância à glicose (Richard, 1998).

O manganês (Mn) é um metal essencial para a estrutura normal dos ossos, onde está presente em altas concentrações, além do fígado e pâncreas. O Mn é componente de enzimas, sendo assim, previne danos causados por oxidação lipídica nos tecidos. É importante na quebra de carboidratos, na síntese de óxido nítrico e no metabolismo da glicose e glicogênio (OMS, 1998; Silva, Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007).

Molibdênio (Mo) é bem distribuído entre alimentos e tecidos de animais e plantas. Mariscos possuem alta concentração de molibdênio, pois o plâncton que eles consomem concentra o elemento através da água do mar (Montenegro *et al.*, 2002). Molibdênio é um elemento envolvido em vários processos catalíticos, e conversões metabólicas e no metabolismo de alguns minerais como fósforo, potássio, cobre, zinco, e iodo (Stankov *et al.*, 2006). Molibdênio (exceto na forma  $\text{MoS}_2$ ) é absorvido com facilidade. No ser humano é absorvido entre 25-80% da quantidade ingerida. Sua absorção é feita no estômago e intestino delgado sendo mais rápidas nas regiões proximais que nas distais do intestino delgado, no entanto, o mecanismo de sua absorção não é muito compreendido (Lord *et al.*, 1999).

A essencialidade do arsênio (As) ainda é controversa. Este elemento está presente em vários tecidos e fluídos do corpo em concentrações variáveis, sendo alta sua concentração em pele, unhas e cabelos. A absorção e retenção de As e suas vias de excreção são influenciadas pelo nível e sua forma química ingerida. A arsenato ( $\text{As}^{5+}$ ) é rapidamente excretado na urina e aparentemente não se acumula nos tecidos. O arsenito ( $\text{As}^{3+}$ ) não é excretado rapidamente, acumulando-se no corpo por ligações com proteínas no fígado, no músculo, no cabelo, nas unhas, na pele, e em particular, nos leucócitos, sendo excretado via bile. Efeitos carcinôgenos são conhecidos pelo As, podendo causar câncer de pele e pulmão. São sintomas de envenenamento agudo: diarreia, vômitos, queimação na boca e garganta e muitas dores no abdômen. A exposição crônica resulta em fraqueza, prostração e dores musculares com alguns sintomas gastrointestinais (Maihara & Fávaro *in*: Cozzolino, 2007).

O boro (B) é encontrado na forma de ácido bórico,  $H_3BO_3$ , sendo que, as maiores concentrações estão em frutas, vegetais folhosos, castanhas e legumes (Silva, Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007). Esse elemento tem importante função nutricional em condições patológicas tais como artrite e osteoporose, sendo necessário para o crescimento e manutenção óssea (Nielsen, 2000). Ossos, unhas e dentes contêm as maiores concentrações desse mineral distribuído pelos órgãos. Estudo feito por Chapin *et al.* (1997), em modelos animais submetidos a exposição dietética, demonstrou que houve aumento de força de compressão nos ossos e em 32-40 semanas após o final da exposição, o Boro encontrou-se com elevada retenção no esqueleto, o que pode ser explicado pela incorporação do B na matriz óssea.

O elemento vanádio (V) tem se tornado objeto de interesse entre nutricionistas desde a descoberta de que várias espécies marinhas apresentam este metal como um elemento essencial (Almeida *et al.*, 2001). Este elemento está associado à manutenção normal de várias funções corporais, interferindo em sistemas enzimáticos de diferentes ATPases, proteínas kinases, ribonucleases e fosfatases. A deficiência de vanádio aponta para várias disfunções fisiológicas incluindo as da glândula tireóide, metabolismo glicídico e lipídico. O vanádio pode ser encontrado em alimentos como: peixes, frutas frescas, vegetais, cogumelos, marisco, salsa, etc. Os efeitos biológicos, a biodistribuição e a toxicologia do vanádio, assim como seus requerimentos e atividade farmacológica ainda são obscuros. Grande parte do vanádio consumido é excretado, enquanto, o restante é absorvido na forma de vanadil ou vanadato, os quais no sangue são transportados, provavelmente, aos tecidos, incluindo o fígado, pela ligação com a

transferrina ou albumina, e excretado pela bile aquele vanádio não absorvido através das fezes (Mukherjee *et al.*, 2004).

O fluoreto (F<sup>-</sup>) presente no corpo esta 99% associado a tecidos calcificados (ossos e dentes), provavelmente aumentando a resistência à cáries. Há evidências de que ele tenha efeito direto no metabolismo de cálcio e fósforo, podendo reduzir sintomas de osteoporose. Sua absorção se dá em torno de 80-90%, principalmente no estômago. As principais fontes alimentares de F são: peixes e água (Cunha *et al. in:* Dutra & Marchini, 2008).

## **2.9. Surgimento das Dri's e suas recomendações para minerais.**

Biodisponibilidade é compreendida como a proporção real de nutrientes que será utilizada pelo organismo (Cozzolino, 2007). Sua influência em variáveis fisiológicas e dietéticas que influem na utilização dos elementos deve ser levada em consideração quando se comparam os dados sobre as ingestões da dieta com estimativas de necessidade ou tolerância. As recomendações feitas para elementos individuais são apresentadas na forma de variações de segurança da ingestão para grupos populacionais. Essas variações não representam necessidades individuais, mas os limites da adequabilidade e segurança de ingestões médias de populações inteiras. A ingestão média se considera como tendo uma ingestão adequada (OMS, 1998).

A manutenção da saúde depende da combinação de fatores ambientais, hormonais e genéticos, o que dificulta ainda mais os estudos de biodisponibilidade e é a principal razão de atuais discussões a respeito dos níveis de recomendações nutricionais (Cozzolino, 2007).

A Agência de Proteção Ambiental dos U.S.A está lidando com a questão da toxicidade através do desenvolvimento de doses de referência (Reference Doses – RfDs) para um grande número de substâncias químicas, incluindo elementos traços. A Organização Mundial de Saúde sugeriu valores similares para toxicidade chamados de Consumo Diário Aceitável (Acceptable Daily Intakes – ADIs) e Consumo Diário Tolerável Máximo Provisório (Provisional Maximum Tolerable Daily Intakes – PMIDs) (Goldhaber, 2002).

A Diretoria de Alimentos e Nutrição do Instituto de Medicina (U.S. Food and Drug Board of the Institute of Medicine) se dividiu entre os problemas de deficiência nutricional e a toxicidade e produziu o valor de Consumo Diário de Referência (Dietary Reference Intakes – DRIs), o qual inclui Requerimento Médio Estimado (Estimated Average Requirement – EAR), Consumo Dietético Recomendado (Recommended Dietary Intakes – RDA), Consumo Adequado (Adequate Intake – AI) e Nível de Consumo Máximo Tolerável (Tolerable Upper Intake Level – UL) (Goldhaber, 2002). As DRIs consistem em valores de referência de nutrientes bases, sendo estes valores uma média do consumo diário de nutrientes ao longo do tempo. Na maioria dos casos a quantidade ingerida pode variar substancialmente sem efeitos adversos na saúde (Institute of Medicine, 2001).

Conforme Cozzolino (2007), EAR é definido como um valor de ingestão diário de um nutriente que se estima suprir a necessidade de metade (50%) dos indivíduos saudáveis de um grupo de mesmo gênero e estágio de vida. Corresponde a mediana da distribuição de necessidades de um dado nutriente. Coincide com a média quando a distribuição é simétrica.



RDA é entendida como a ingestão diária suficiente para atender às necessidades de um nutriente de praticamente todos (97 a 98%) os indivíduos saudáveis de um determinado grupo de mesmo gênero e estágio de vida. Para determinação de RDA utiliza-se EAR.

AI é utilizada quando não há dados suficientes para determinação da EAR e conseqüentemente da RDA, sendo portanto um valor estimado prévio à RDA. Baseia-se em níveis de ingestão ajustados experimentalmente ou em aproximação da ingestão observada de nutrientes de um grupo de indivíduos saudáveis aparentemente. Esses valores serão reavaliados a partir de novos estudos, que propiciem maior grau de confiabilidade sobre aqueles.

UL é o limite superior tolerável de ingestão, sendo o maior nível de ingestão continuada de um nutriente, que, com a dada probabilidade, não coloca a saúde da maior parte de indivíduos em risco. À medida que a ingestão for excedendo o UL, o risco adverso vai aumentando.

As recomendações dietéticas diárias para os indivíduos dependem de sua faixa etária e sexo, portanto, iremos neste trabalho apresentar aquelas sugeridas para macrominerais e elementos traços (ANVISA, 2004).

**Tabela 6.** Valores de EAR, AI ou RDA e UL para macrominerais e elementos traços (DRIs).

Estágio de vida	Cálcio			Fósforo			Potássio		
	UL mg	EAR mg	AI/ ou RDA mg	UL g	EAR mg	AI/ ou RDA mg	****UL g	EARmg	AI/ ou RDA g
0-6m	*** ---	*** ---	210	*** ---	*** ---	100	*** ---	*** ---	0,4
7 - 12 m	*** ---	*** ---	270	*** ---	*** ---	275	*** ---	*** ---	0,7
1 – 3 a	2500	*** ---	500	3	380	460	*** ---	*** ---	3,0
4 – 8 a	2500	*** ---	800	3	405	500	*** ---	*** ---	3,8
Homens									
9 -13 a	2500	*** ---	1300	4	1055	1.250	*** ---	*** ---	4,5
14 – 18 a	2500	*** ---	1300	4	1055	1250	*** ---	*** ---	4,7
19 – 30 a	2500	*** ---	1000	4	580	700	*** ---	*** ---	4,7
31 – 50 a	2500	*** ---	1.000	4	580	700	*** ---	*** ---	4,7
51 – 70 a	2500	*** ---	1.200	4	580	700	*** ---	*** ---	4,7
> 70 a	2500	*** ---	1.200	3	580	700	*** ---	*** ---	4,7
Mulheres									
9 -13 a	2500	*** ---	1300	4	1055	1250	*** ---	*** ---	4,5
14 – 18 a	2500	*** ---	1300	4	1055	1250	*** ---	*** ---	4,7
19 – 30 a	2500	*** ---	1000	4	580	700	*** ---	*** ---	4,7
31 – 50 a	2500	*** ---	1.000	4	580	700	*** ---	*** ---	4,7
51 – 70 a	2500	*** ---	1.200	4	580	700	*** ---	*** ---	4,7
> 70 a	2500	*** ---	1.200	3	580	700	*** ---	*** ---	4,7
Gestantes	2500	*** ---	** 1.300 /1000	3,5	**1055 /580	** 1250 / 700	*** ---	*** ---	*** ---
Lactantes	2500	*** ---	** 1.300 /1000	4	**1055/580	** 1250 / 700	*** ---	*** ---	*** ---

\* idades diferentes (14-18, 19-30, 31-50)

\*\* idades diferentes (14-18 anos; maior ou igual a19)

\*\*\* não foi possível estabelecer esse valor

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

Estágio de vida	Enxofre			Sódio			Cloreto		
	****UL g	EAR mg	AI/ou RDA g	****UL g	EAR mg	AI/ou RDA g	UL g	EAR mg	AI/ou RDA g
0-6m	***---	***---	***---	***---	***---	0,12	***---	***---	0,18
7 - 12 m	***---	***---	***---	***---	***---	0,37	***---	***---	0,57
1 - 3 a	***---	***---	***---	1,5	***---	1,0	2,3	***---	1,5
4 - 8 a	***---	***---	***---	1,9	***---	1,2	2,9	***---	1,9
Homens	***---	***---	***---						
9 -13 a	***---	***---	***---	2,2	***---	1,5	3,4	***---	2,3
14 - 18 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	3,6	***---	2,3
19 - 30 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	3,6	***---	2,3
31 - 50 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	3,6	***---	2,3
51 - 70 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,3	3,6	***---	2,0
> 70 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,2	3,6	***---	1,8
Mulheres	***---	***---	***---						
9 -13 a	***---	***---	***---	2,2	***---	1,5	3,4	***---	2,3
14 - 18 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	3,6	***---	2,3
19 - 30 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	3,6	***---	2,3
31 - 50 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	3,6	***---	2,3
51 - 70 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,3	3,6	***---	2,0
> 70 a	***---	***---	***---	2,3	***---	1,2	3,6	***---	1,8
Gestantes	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	2,3	***---	2,3
Lactantes	***---	***---	***---	2,3	***---	1,5	2,3	***---	2,3

\*\*\* não foi possível estabelecer esse valor

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

Estágio de vida	Magnésio			Ferro			Zinco		
	****UL mg	EAR mg	A/ ou RDA mg	UL mg	EAR mg	A/ ou RDA mg	UL mg	EAR mg	A/ ou RDA mg
0-6m	***---	***---	30	40	*** ---	0,27	4	*** ---	2
7 – 12 m	***---	***---	75	40	6,9	11	5	2,2	3
1 – 3 a	65	65	80	40	3	7	7	2,2	3
4 – 8 a	110	110	130	40	4,1	10	12	4	5
Homens									
9 -13 a	350	200	240	40	5,9	8	23	7	8
14 - 18 a	350	340	410	45	7,7	11	34	8,5	11
19 - 30 a	350	330	400	45	6	8	40	9,4	11
31 - 50 a	350	350	420	45	6	8	40	9,4	11
51 - 70 a	350	350	420	45	6	8	40	9,4	11
> 70 a	350	350	420	45	6	8	40	9,4	11
Mulheres									
9 -13 a	350	200	240	40	5,7	8	23	7	8
14 - 18 a	350	300	360	45	7,9	15	34	7,5	9
19 - 30 a	350	255	310	45	8,1	18	40	6,8	8
31 - 50 a	350	265	320	45	8,1	18	40	6,8	8
51 - 70 a	350	265	320	45	5	8	40	6,8	8
> 70 a	350	265	320	45	5	8	40	6,8	8
Gestantes	350	**335/290/300*	**400/350/360	45	*23/22/22	27	** 34 / 40	*10,5/9,5/9,5	*13/ 11/ 11
Lactantes	350	**300/255/265	**360/310/320	45	*7/6,5/6,5	*10/ 9/ 9	** 34 / 40	*11,6/10,4/10,4	*14 / 12 /12

\*+ 35 mg, todas as idades

\*\*idades diferentes (14-18; 19-30; 31-50)

\*\*\*não foi possível estabelecer esse valor

\*\*\*\*fontes não alimentares (suplementos)

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

Estágio de vida	Cobre			Iodo			Selênio		
	UL mg	EAR ug	AI/ou RDA ug	UL ug	EAR ug	AI/ou RDA ug	UL ug	EAR ug	AI/ou RDA ug
0-6m	***---	***---	200 ou 30	***---	***---	110	45	***---	15
7 - 12 m	***---	***---	220 ou 24	***---	***---	130	60	***---	20
1 - 3 a	1	260	340	200	65	90	90	17	20
4 - 8 a	3	340	440	300	65	90	150	23	30
Homens									
9 -13 a	5	540	700	600	73	120	280	35	40
14 - 18 a	8	685	890	900	95	150	400	45	55
19 - 30 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
31 - 50 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
51 - 70 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
> 70 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
Mulheres									
9 -13 a	5	540	700	600	73	120	280	35	40
14 - 18 a	8	685	890	900	95	150	400	45	55
19 - 30 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
31 - 50 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
51 - 70 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
> 70 a	10	700	900	1100	95	150	400	45	55
Gestantes	**08/10	*785/800/800	1000	**900/1100	160	220	400	49	60
Lactantes	**08/10	*985/1000/1000	1300	**900/1100	209	290	400	59	70

\*idades diferentes (14-18; 19-30; 31-50)

\*\*idades diferentes (14-18; 19-50)

\*\*\*não foi possível estabelecer esse valor

\*\*\*\*fonte de ingestão deve ser apenas alimentar

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Estágio de vida	Cobalto			Crômio			Manganês		
	UL mg	EAR ug	AI/ ou RDA ug	UL ug	EAR ug	AI/ ou RDA ug	UL mg	EAR mg	AI/ ou RDA mg
0-6m	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	0,2 mcg	***_--	***_--	0,003
7 - 12 m	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	5,5mcg	***_--	***_--	0,6
1 - 3 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	11	2	***_--	1,2
4 - 8 a				***_--	***_--	15	3	***_--	1,5
Homens	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--				
9 -13 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	25	6	***_--	1,9
14 - 18 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	35	9	***_--	2,2
19 - 30 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	35	11	***_--	2,3
31 - 50 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	35	11	***_--	2,3
51 - 70 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	30	11	***_--	2,3
> 70 a				***_--	***_--	30	11	***_--	2,3
Mulheres	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--				
9 -13 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	21	6	***_--	1,6
14 - 18 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	24	9	***_--	1,6
19 - 30 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	25	11	***_--	1,8
31 - 50 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	25	11	***_--	1,8
51 - 70 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	20	11	***_--	1,8
> 70 a	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	20	11	***_--	1,8
Gestantes	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	**29/30/30	**09/11/11	***_--	2
Lactantes	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	**44/45/45	**09/11/11	***_--	2,6

\*+ 35 mg, todas as idades

\*\*idades diferentes (14-18; 19-30; 31-50)

\*\*\*não foi possível estabelecer esse valor

\*\*\*\*fontes não alimentares (suplementos)

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Estágio de vida	Molibdênio			Arsênio			Boro		
	UL ug	EAR ug	AI ou RDA ug	UL ug	EAR ug	AI ou RDA ug	UL mg	EAR mg	AI ou RDA mg
0-6m	***_--	***_--	2 ou 0,3/kg	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
7 - 12 m	***_--	***_--	3 ou 0,3/kg	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
1 - 3 a	300	13	17	***_--	***_--	***_--	3	***_--	***_--
4 - 8 a	600	17	22				6	***_--	***_--
Homens				***_--	***_--	***_--			
9 -13 a	1100	26	34	***_--	***_--	***_--	11	***_--	***_--
14 - 18 a	1700	33	43	***_--	***_--	***_--	17	***_--	***_--
19 - 30 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
31 - 50 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
51 - 70 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
> 70 a	2000	34	45				20	***_--	***_--
Mulheres				***_--	***_--	***_--			
9 -13 a	1100	26	34	***_--	***_--	***_--	11	***_--	***_--
14 - 18 a	1700	33	43	***_--	***_--	***_--	17	***_--	***_--
19 - 30 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
31 - 50 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
51 - 70 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
> 70 a	2000	34	45	***_--	***_--	***_--	20	***_--	***_--
Gestantes	1700/2000/2000	40	50	***_--	***_--	***_--	17/20/20	***_--	***_--
Lactantes	1700/2000/2000	**35/36/36	50	***_--	***_--	***_--	17/20/20	***_--	***_--

\*\*idades diferentes (14-18; 19-30; 31-50)

\*\*\*não foi possível estabelecer esse valor

Continua...

Tabela 6. Continuação.

Estágio de vida	Níquel			Silício			Vanádio		
	UL mg	EAR mg	AI/ou RDA mg	UL ug	EAR ug	AI/ou RDA ug	UL mg	EAR mg	AI/ou RDA mg
0-6m	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
7 - 12 m	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
1 - 3 a	0,2	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
4 - 8 a	0,3	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
Homens				***_--	***_--	***_--			
9 -13 a	0,6	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
14 - 18 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
19 - 30 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
31 - 50 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
51 - 70 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
> 70 a	1	***_--	***_--				1,8	***_--	***_--
Mulheres				***_--	***_--	***_--			
9 -13 a	0,6	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
14 - 18 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
19 - 30 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
31 - 50 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
51 - 70 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
> 70 a	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	1,8	***_--	***_--
Gestantes	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--
Lactantes	1	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--	***_--

\*idades diferentes (14-18; 19-30; 31-50)

\*\*idades diferentes (14-18; 19-50)

\*\*\*não foi possível estabelecer esse valor

\*\*\*\*fonte de ingestão deve ser apenas alimentar

Continua...



Tabela 6. Continuação.

Estágio de vida	Flúor			Estanho		
	UL mg	EAR mg	AI/ou RDA mg	UL ug	EAR ug	AI/ou RDA ug
0-6m	0,7	***_--	0,01	***_--	***_--	***_--
7 - 12 m	0,9	***_--	0,5	***_--	***_--	***_--
1 - 3 a	1,3	***_--	0,7	***_--	***_--	***_--
4 - 8 a	2,2	***_--	1			
Homens				***_--	***_--	***_--
9 -13 a	10	***_--	2	***_--	***_--	***_--
14 - 18 a	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
19 - 30 a	10	***_--	4	***_--	***_--	***_--
31 - 50 a	10	***_--	4	***_--	***_--	***_--
51 - 70 a	10	***_--	4	***_--	***_--	***_--
> 70 a	10	***_--	4			
Mulheres				***_--	***_--	***_--
9 -13 a	10	***_--	2	***_--	***_--	***_--
14 - 18 a	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
19 - 30 a	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
31 - 50 a	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
51 - 70 a	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
> 70 a	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
Gestantes	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--
Lactantes	10	***_--	3	***_--	***_--	***_--

\*+ 35 mg, todas as idades

\*\*idades diferentes (14-18; 19-30; 31-50)

\*\*\*não foi possível estabelecer esse valor

\*\*\*\*fontes não alimentares (suplementos)

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar os níveis dos macrominerais e elementos traço nas amostras de águas subterrâneas enriquecidas naturalmente e suas possíveis potencialidades medicinais, visando a utilização nos procedimentos terapêuticos da medicina complementar.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar os níveis de macrominerais e elementos traço em amostras de água para o consumo humano procedentes de Ibirá - SP e do sistema de abastecimento público do município Goiânia – GO, tendo como nível basal amostras de água destilada da Universidade Católica de Goiás (UCG);
- Avaliar a possível incorporação macrominerais e elementos traço em amostras de pêlos de ratos após administração das matrizes ambientais de águas de Ibirá-SP, Goiânia-GO e destilada, respectivamente;
- Avaliar o potencial medicinal dos macrominerais e elementos traço presentes nas águas naturalmente enriquecidas associado à saúde humana.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Caracterização da pesquisa**

Trata-se de um estudo correlacional aplicado a análise do potencial terapêutico de águas subterrâneas enriquecidas naturalmente de macrominerais e elementos traço na saúde humana, utilizando matriz biológica de pelos de ratos. O estudo com animais foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Católica de Goiás (UCG).

### **4.2. Matrizes Ambientais**

As amostras de água subterrâneas enriquecidas naturalmente com macrominerais e elementos traço (n=28) foram coletadas de 05 poços artesianos localizados na região do de Ibirá - SP. As amostras de água do sistema de abastecimento público (n=17) do município Goiânia – GO foram obtidas nos Campus da Universidade Católica de Goiás (UCG), localizado no Setor Universitário.

As amostras foram armazenadas em galões polietileno (20 litros) e mantidas refrigeradas a 4 °C. Os macrominerais e elementos traço Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Pd, Sb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, TL, V, W, Zn e Zr foram determinados diretamente nas matrizes ambientais utilizando espectroscopia de absorção atômica (AAS), espectroscopia de emissão atômica por plasma de argônio induzido (ICP OES) e espectroscopia de massa atômica acoplado a plasma de argônio induzido (ICP MS).

### 4.3. Ensaios Biológicos

No ensaio foram utilizados 36 ratos machos da linhagem Wistar – obtidos no Biotério do Instituto de Ciência Biológicas da Universidade Federal de Goiás (UFG) com 21 dias completos de vida. Os animais foram previamente divididos em 03 grupos de 12 animais e subdivididos em gaiolas individuais de polipropileno com piso sólido, conforme padrões internacionais. O experimento foi desenvolvido durante 03 meses em ambiente com temperatura média de 21°C, sistema de ventilação, ciclo de claro-escuro (claridade 07:00-19:00 horas, escuro 19:00-07:00 horas) e lâmpada fluorescente.

Os animais foram alimentados de acordo com suas necessidades nutricionais (média de 10 – 20 g dia<sup>-1</sup>) com ração comercial, cuja composição é recomendada pelo Instituto Americano de Nutrição, AIN-93G12 (Tabela 07) (Reeves *et al.*, 1993, Duarte *et al.*, 1998), contendo os nutrientes necessários para a adequada promoção do crescimento destes. A cada grupo foi oferecida água a vontade (bebedouros de 350 mL) de diferentes origens, durante os 03 meses de desenvolvimento do estudo. Ao grupo 01 foi oferecida água subterrânea enriquecida naturalmente com minerais e elementos traço oriunda de Ibirá-SP, ao grupo 02 foi oferecido água fornecida pelo sistema de abastecimento público da cidade de Goiânia-GO (SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A) e ao grupo 03 foi oferecido água destilada. A continuidade dos estudos foi associada a observação diária da constatação de não sofrimento dos animais.

**Tabela 7.** Composição da ração animal AIN-93G para ratos em fase de crescimento utilizada nos ensaios biológicos

INGREDIENTES	g Kg <sup>-1</sup>
Amido	529,486
Caseína	200,000
Sucrose	100,000
Oleo de soja	70,000
Celulose	50,000
L-cistina	3,000
Birtartrato de colina	2,500
T-butil-hidroquinona	0,014
Mistura mineral	35,000
Mistura vitamínica	10,000

Fonte: Instituto Americano de Nutrição

Amostras dos pêlos dos ratos (n=20) foram coletadas na região dorsal de todos os animais sobreviventes ao término do estudo, com o auxílio de uma tesoura e cortador elétrico de cabelo. As amostras de pêlo foram processadas de acordo com o método de lavagem desenvolvido pela *International Atomic Energy Agency* (IAEA), o qual consiste em 03 lavagens intercalando água ultra-pura e acetona, seguido de secagem em estufa a vácuo a 50°C e armazenamento em sacos plásticos.

As amostras de pêlo animal previamente processadas foram digeridas em sistema de digestão fechado assistida por microondas. As amostras (0,25 g) foram colocadas em tubo de teflon, seguido da adição de 6,5 mL de água ultra-pura e 3,5 mL de ácido nítrico ultra-puro. Após o desenvolvimento do programa de digestão o volume do digerido foi ajustado para 25 mL com água ultra-pura (Dombovari & Papp, 1998; Pozebon *et al.*, 1999).

Os macrominerais e elementos traço Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Pd, Sb, Sc,

Se, Si, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, TL, V, W, Zn e Zr foram determinados nas amostras digeridas de pêlo utilizando espectroscopia de absorção atômica (AAS), espectroscopia de emissão atômica por plasma de argônio induzido (ICP OES) e espectroscopia de massa atômica acoplado a plasma de argônio induzido (ICP MS).

#### **4.4. Análise Estatística**

O nível de significância foi definido como  $p = 0,05$ . Os dados serão avaliados pela análise de variância (ANOVA) de uma via, as comparações múltiplas post-hoc vão ser conduzidas usando os testes de Newmann Keuls (ou Tukey) e Bonferroni, de acordo com cada caso. Os dados serão expressos como a média  $\pm$  erro padrão da média (e.p.m.) e a probabilidade aceita como indicativa da existência de diferenças significantes será de  $p \leq 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

A Tabela 08 mostra os teores dos macrominerais e elementos traço encontrados nas amostras de água para o consumo humano procedentes de Ibirá-SP, sistema de abastecimento público do município Goiânia-GO e água destilada da Universidade Católica de Goiás (UCG) comparadas à Portaria MS n.º 518/2004 que estabelece os padrões de potabilidade de água para consumo humano.

**Tabela 08.** Resultados dos níveis dos macrominerais e elementos traço ( $\mu\text{mg L}^{-1}$ ) nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP, comparadas à Portaria MS n.º 518/2004 que estabelece os padrões de potabilidade de água para consumo humano.

Elemento	Goiânia	Desvio	Destilada	Desvio	Ibirá	Desvio	Portaria**
<b>Ag</b>	< 0,1	-	< 0,1	-	0,189	0,004	-
<b>Al</b>	73,45	57,34	< 10	-	82,78	78,31	200
<b>As</b>	0,239	0,016	0,222	0,014	1,013	0,060	10
<b>Au</b>	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	-
<b>B</b>	12,19	6,82	< 10	-	25,76	4,15	-
<b>BA</b>	6,19	1,21	1,99	0,32	1,46	0,24	700
<b>Be</b>	< 10	-	< 10	-	< 10	-	-
<b>Bi</b>	0,058	0,024	0,034	0,003	0,094	0,001	-
<b>Ca*</b>	9,93	1,8	< 1	-	14,72	6,1	-
<b>Cd</b>	0,067	0,001	0,042	0,017	0,044	0,001	5
<b>CE</b>	< 10	-	< 10	-	< 10	-	70
<b>Co</b>	0,018	0,021	< 0,1	-	0,022	0,037	-
<b>Cr</b>	0,187	0,023	< 0,1	-	0,958	0,426	50
<b>Fe</b>	15,23	7,33	< 10	-	47,42	35,94	300
<b>Hg</b>	0,208	0,012	0,202	0,010	0,233	0,040	1

**Tabela 8.** Continuação.

	0,81	< 10	-	1,53	0,13	-	
Continua...	0,723	0,421	< 0,1	-	1,582	0,526	-
<b>MG</b>	5,58	2,22	< 10	-	13,04	8,63	-
<b>Mn</b>	3,66	0,16	< 0,1	-	1,46	0,50	100
<b>Mo</b>	0,079	0,012	0,024	0,016	6,730	0,589	-
<b>Na*</b>	4,80	0,7	< 10	-	9,87	6,4	200
<b>Ni</b>	0,109	0,124	< 0,1	-	0,034	0,006	-
<b>PB</b>	4,43	0,92	2,06	0,07	4,59	1,82	10
<b>Sb</b>	0,248	0,002	0,098	0,063	0,053	0,025	5
<b>SC</b>	0,161	0,006	< 0,1	-	0,631	0,037	-
<b>Se</b>	1,36	0,071	< 0,1	-	2,21	0,028	10
<b>Sr</b>	26,3	8,38	< 10	-	21,878	10,779	-
<b>Te</b>	0,077	0,012	0,074	0,006	0,079	0,020	-
<b>Ti</b>	2,08	0,21	< 0,1	-	1,31	0,12	5
<b>V</b>	5,12	0,15	< 0,1	-	96,73	9,08	-
<b>Zn</b>	31,43	3,81	< 10	-	115,78	13,67	500
<b>Zr</b>	0,356	0,030	0,324	0,023	0,502	0,205	-

VMP = Valor máximo permitido

\*\*\* Não foi detectado este elemento nestas águas

\* mg L<sup>-1</sup>

Fonte: Portaria MS n.º 518/2004



**Tabela 9.** Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão de elementos em pêlos para o grupo de água de Ibirá.

	<b>Mínimo</b>	<b>Maximo</b>	<b>Media</b>	<b>DP</b>
<b>Ag</b>	0,0200	0,6000	0,036	0,028
<b>As</b>	0,0200	0,1500	0,825	0,062
<b>B</b>	0,0400	0,9000	0,592	0,383
<b>Ba</b>	0,0300	0,2900	0,123	0,091
<b>Ca</b>	201,3900	488,3300	354,234	100,809
<b>Cd</b>	0,0300	0,7000	0,046	0,020
<b>Cr</b>	0,4700	0,9500	0,658	0,200
<b>Cu</b>	9,0000	11,0700	10,160	0,724
<b>Fe</b>	8,9900	24,4000	15,781	5,005
<b>Li</b>	0,0100	0,3000	0,016	0,008
<b>Mg</b>	87,0300	107,1000	98,097	8,033
<b>Mn</b>	0,2000	0,4000	0,291	0,075
<b>Mo</b>	0,0900	0,3900	0,205	0,104
<b>Na</b>	113,2600	454,0300	199,934	120,785
<b>Pb</b>	0,2900	0,3000	0,295	0,007
<b>Se</b>	0,1300	0,6400	0,330	0,200
<b>Sr</b>	0,3800	1,1700	0,712	0,287
<b>Ta</b>	0,100	0,8000	0,030	0,023
<b>Ti</b>	0,4600	1,2400	0,721	0,330
<b>V</b>	0,0600	0,1000	0,085	0,016
<b>Zn</b>	120,6700	165,5900	133,255	15,180
<b>Zr</b>	0,1900	1,0700	0,555	0,394

**Tabela 10.** Valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão de elementos em pêlos para o grupo de água de Goiânia.

	<b>Mínimo</b>	<b>Maximo</b>	<b>Media</b>	<b>DP</b>
<b>Ag</b>	0,010	0,050	0,030	0,028
<b>As</b>	0,010	0,040	0,025	0,021
<b>B</b>	0,120	1,220	0,670	0,77
<b>Ba</b>	0,070	0,1800	0,125	0,045
<b>Ca</b>	157,380	317,360	240,051	53,788
<b>Cd</b>	0,040	0,060	0,050	0,014
<b>Cr</b>	0,360	0,980	0,598	0,230
<b>Cu</b>	8,600	13,920	0,374	1,729
<b>Fe</b>	10,980	34,760	8,978	9,761
<b>Li</b>	0,010	0,020	0,012	0,005
<b>Mg</b>	63,710	92,540	8,611	9,996
<b>Mn</b>	0,130	0,350	0,221	0,079
<b>Mo</b>	0,060	0,390	0,142	0,115
<b>Na</b>	76,110	146,980	103,752	26,962
<b>Pb</b>	0,130	0,410	0,270	0,197
<b>Se</b>	0,110	0,580	0,365	0,167
<b>Sr</b>	0,240	0,800	0,541	0,192
<b>Ta</b>	0,000	0,600	0,026	0,021
<b>Ti</b>	0,440	1,020	0,572	0,200
<b>V</b>	0,040	0,070	0,062	0,013
<b>Zn</b>	110,580	134,960	128,915	9,155
<b>Zr</b>				

**Tabela 11.** Valores médios, máximos, mínimos de elementos em pêlos e desvio padrão para grupo de água destilada.

	<b>Mínimo</b>	<b>Maximo</b>	<b>Media</b>	<b>DP</b>
<b>Ag</b>	0,010	0,010	0,010	
<b>As</b>	0,030	0,060	0,040	0,014
<b>B</b>	0,020	0,920	0,400	0,466
<b>Ba</b>	0,020	0,100	0,056	0,029
<b>Ca</b>	181,250	270,100	228,978	33,359
<b>Cd</b>	0,040	0,060	0,050	0,014
<b>Cr</b>	0,260	0,450	0,356	0,060
<b>Cu</b>	8,100	10,960	9,700	1.074
<b>Fe</b>	9,060	30,770	6,635	8,781
<b>Li</b>	0,000	0,020	0,008	0,008
<b>Mg</b>	68,710	88,460	9,678	8,597
<b>Mn</b>	0,200	0,300	0,248	0,038
<b>Mo</b>	0,030	0,350	0,213	0,126
<b>Na</b>	76.130	188.290	140,625	45,009
<b>Pb</b>	0,120	0,150	0,135	0,021
<b>Se</b>	0,070	0,380	0,235	0,107
<b>Sr</b>	0,350	0,510	0,416	0,062
<b>Ta</b>	0,010	0,030	0,022	0,009
<b>Ti</b>	0,410	0,940	0,576	0,192
<b>V</b>	0,030	0,070	0,050	0,015
<b>Zn</b>	120, 060	139,030	129,586	7,786
<b>Zr</b>				

Teste ANOVA (95% de Confiança), com teste posthoc Student-Newman-Keuls para separação em grupos.

Os elementos com diferenças significativas foram Ca, Cr, Mg e V.

**Tabela 12.** Resultados dos níveis de cálcio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls.

Teste	Grupo	N	95% de confiabilidade	
			1	2
Student-Newman-Kevis	Destilada	6		
	Goiânia	7	228,978	
	Ibira	7	240,051	354,234
Tukey HSD	Destilada	6		
	Goiânia	7	228,978	
	Ibira	7	240,051	354,234

Cálcio se dividiu em dois grupos, dentre os quais o grupo de Ibirá - SP teve valores médios maiores que os outros dois.

**Tabela 13.** Resultados dos níveis de crômio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibirá-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls.

Teste	Grupo	N	95% de confiabilidade	
			1	2
Student-Newman-Kevis	Destilada	6	0,356	
	Goiânia	7		0,598
	Ibira	7		0,658
Tukey HSD	Destilada	6	0,356	

Goiânia	7	0,598	0,598
Ibira	7		0,658

Crômio também se dividiu em dois grupos, dentre os quais o grupo destilado teve valores médios menores que os outros dois.

**Tabela 14.** Resultados dos níveis de magnésio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibira-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls.

Teste	Grupo	N	95% de confiabilidade	
			1	2
Student-Newman-Kevis	Destilada	6		
	Goiânia	7	79,678	
	Ibira	7	78,611	98,097
Tukey HSD	Destilada	6		
	Goiânia	7	78,611	
	Ibira	7	79,678	98,097

Magnésio também se dividiu em dois grupos, dentre os quais o grupo de Ibira – SP teve valores médios maiores que os outros dois.

**Tabela 15.** Resultados dos níveis de vanádio nas amostras de água de Goiânia-GO, destilada e Ibira-SP pelos testes de ANOVA e teste posthoc Student-Newman-Keuls.

Teste	Grupo	N	95% de confiabilidade	
			1	2
Student-Newman-Kevis	Destilada	6		
	Goiânia	7	0,050	
	Ibira	7	0,062	0,085
Tukey HSD	Destilada	6	0,050	

Goiânia	7	0,062	0,062
Ibirá	7		0,085

Vanádio também se dividiu em dois grupos, dentre os quais o grupo de Ibirá – SP tem valores médios maiores do que filtrado e destilado.

Diante dos dados, pode-se observar que o grupo com água proveniente de Ibirá - SP teve valores médios superiores aos demais grupos para Ca, Mg e V.

**Tabela 16.** Níveis de elementos em pêlos de ratos que consumiram águas de diferentes origens (Goiânia, Destilada e Ibirá).

	Média Goiânia	Desvio	Média Destila.	Desvio	Média Ibirá	Desvio
<b>Ag</b>	0,030	0,028	0,010	-	0,038	0,020
<b>As</b>	0,025	0,021	0,040	0,014	0,082	0,062
<b>B</b>	0,670	0,777	0,400	0,466	0,592	0,383
<b>Ba</b>	0,125	0,045	0,056	0,029	0,123	0,091
<b>Ca</b>	240,05	53,778	228,978	33,359	354,234	100,809
<b>Cd</b>	0,050	0,014	0,050	0,014	0,046	0,020
<b>Cr</b>	0,598	0,230	0,356	0,060	0,658	0,200
<b>Cu</b>	10,374	1,729	9,700	1,074	10,160	0,724
<b>Fe</b>	18,978	9,761	16,635	8,781	15,781	5,005
<b>Li</b>	0,012	0,005	0,008	0,008	0,016	0,008
<b>Mg</b>	78,611	9,996	79,678	8,597	98,097	8,033
<b>Mn</b>	0,221	0,079	0,248	0,030	0,291	0,075
<b>Mo</b>	0,142	0,115	0,213	0,126	0,205	0,104
<b>Na</b>	103,752	26,962	140,625	45,009	199,934	120,785
<b>Pb</b>	0,270	0,197	0,135	0,021	0,295	0,007
<b>Se</b>	0,365	0,167	0,235	0,107	0,330	0,200
<b>Sr</b>	0,541	0,192	0,416	0,062	0,712	0,287
<b>Ta</b>	0,026	0,021	0,225	0,009	0,030	0,023
<b>Ti</b>	0,572	0,200	0,576	0,192	0,721	0,330
<b>V</b>	0,062	0,013	0,050	0,015	0,085	0,016
<b>Zn</b>	128,951	9,155	129,586	7,786	133,255	15,180
<b>Zr</b>	***	***	***	***	0,555	0,394

\*\*\* Não foi detectado este elemento nestas águas

Foram excluídos Sb, Te, Bi, Co, Ni, Y, La, Be, Sc, Sn, Hg e Al, pois não foram detectados em nenhuma amostra.

## 6. DISCUSSÃO

Nas análises das águas para avaliar os níveis de macrominerais e elementos traço procedentes de Ibirá-SP e do sistema de abastecimento público do município Goiânia – GO, tendo como nível basal amostras de água destilada da Universidade Católica de Goiás (UCG) foi possível observar que a água oriunda de Ibirá - SP possui maiores níveis de alguns macrominerais e elementos traço que as outras duas, com destaque para os elementos: Al, B, Ca, Fe, Mg, Mo, Na, Se, V e Zn; parte dos dados coincidem com o estudo feito por Silva *et al.* (2006) a partir de análise exploratória dos valores de pH e teores de Ba, Ca, K, Mg, Na e V, o qual identificou na separação das amostras provenientes de Ibirá-SP uma predominância na composição mineral dos elementos V e Na.

Em comparação à Portaria MS n.º 518/2004 nenhuma amostra de água, independente da origem, apresentou níveis de elementos superiores ao permitido para o consumo humano.

No experimento com animais, a dosagem dos elementos nos pêlos e a comparação entre os grupos que consumiram água originária de Ibirá - SP, Goiânia - GO e destilada, mostrou diferença significativa entre os elementos Ca, Cr, Mg e V, sendo que os valores médios de Ca, Mg e V foram maiores no grupo que consumiu água originária de Ibirá - SP. Levando em conta a rigidez e critério deste tipo de estudo, e que os ambientes e rações eram iguais para todos os grupos, podemos sugerir que a diferença de elementos nos organismos ocorra

pelas diferentes águas consumidas pelos grupos, e que, portanto, a água originária de Ibirá - SP aumente os níveis corporais de Ca, Mg e V, podendo ser benéfica a saúde, quando não em níveis tóxicos, de acordo com alguns estudos a seguir.

A falha na mineralização óssea pela deficiência de cálcio corporal durante a fase de recém-nascidos pode causar raquistismo em crianças e adolescentes, quando a criança começa a andar, o peso do corpo deforma os ossos longos pobremente mineralizados, bem como há deformação na pelve (Beuno, 2008; Czepielewsk, 2008).

A osteomalacia é comum em adultos e é causada por defeito na remineralização do osso durante o *turnover* normal de adultos; ocorre desmineralização progressiva, mas com a matriz óssea adequada, provocando dores nos ossos e deformidades no esqueleto, com fraqueza muscular. Já osteoporose envolve a perda da matriz e do mineral cálcio do osso, sendo comum em idosos. Diferente da osteomalacia, não há defeito na mineralização do osso, sendo que a menor densidade do osso o torna mais suscetível à fratura (Silva, Cozzolino *in*: Cozzolino, 2007).

Efeitos benéficos de uma dieta restrita em cálcio (400mg/dia) suplementada com água mineral de alto teor de cálcio (2 litros de água mineral com cerca de 400mg cálcio/litro) foram observados na prevenção da litíase renal. Apesar de modesto aumento de calciúria, houve redução significativa da saturação urinária para oxalato de cálcio, ácido úrico, elevação significativa da citratúria e do pH urinário e paralela redução do turnover ósseo. Lembrando que caso esta mesma quantidade de cálcio fosse oferecida por leite e derivados trariam um grande aumento da ingestão de sódio e proteína, podendo causar



problemas de hipertensão e problemas renais, sendo, portanto, o consumo de água mineral rica em cálcio associada à dieta restrita em cálcio benéfico para o controle da nefrolitíase (Rebelo, Araújo, 1999). Os valores de cálcio encontrados nas amostras de pêlo dos ratos que consumiram água originária de Ibirá - SP foram próximos as concentrações de elementos utilizadas em água neste estudo, o que sugere que a água originária de Ibirá - SP possa, associada a dietas restritas em cálcio, evitar o desenvolvimento de nefrolitíase, devendo ser realizados mais estudos para comprovação deste dado.

Mulheres na menopausa, a perda de estrogênio e menor controle do hormônio paratireoidiano são importantes fatores para o desenvolvimento da osteoporose. Além do cálcio, da vitamina D e da reposição hormonal, estudos têm demonstrado baixa ingestão de magnésio por este grupo e conseqüente baixa concentração deste nos ossos. O mecanismo pelo qual o magnésio exacerba a osteoporose ainda não é conhecido, porém a vitamina D para ser transformada na sua forma ativa depende de uma hidrolase dependente de magnésio, o que poderia causar redução da absorção de cálcio (Tanquili *et al.*, 1991).

O magnésio também pode contribuir para a resistência à insulina, pois modula o transporte de glicose por meio das membranas, envolvendo-se em diversas ações enzimáticas que influenciam a oxidação da glicose. A hipomagnesemia e diminuição da atividade tirosino-quinase, no receptor da insulina, parecem gerar maior resistência periférica à insulina. Hipomagnesemia tem sido relatada em 25 a 47% dos diabéticos, especialmente naqueles com bom controle metabólico (Atabek *et al.*, 2005; Barbagallo *et al.*, 2005)

O vanádio encontrado nos tecidos animais sugere uma potencialidade medicinal dessa água em relação a este oligoelemento. Em 1979, o vanádio foi

demonstrado por aumentar o transporte de glicose e oxidação nos adipócitos, estimular a síntese de glicogênio no fígado e diafragma, e de inibir a gliconeogênese nos hepatócitos. A partir de então, os efeitos dos sais de vanádio foram considerados análogos aos da maioria dos efeitos da insulina nos vários tipos de células (Brichard, 1995; Henquin, 1995). *In vitro*, sais de vanádio se comportam como na maioria dos efeitos da insulina nos principais tecidos alvo do hormônio, e *in vivo*, eles induzem uma queda substancial nos níveis de glicose sangüínea em ratos diabéticos insulino-deficientes e melhoram a homeostase da glicose em roedores obesos, diabéticos, insulino-resistentes. Um ensaio recente de pequeno tempo com sais de vanádio também mostrou este ser promissor nos pacientes com diabetes tipo II (não insulino-dependentes), nos quais, a resistência insulínica periférica foram atenuados, indicando o potencial terapêutico dos sais de vanádio, não sendo concluído a demonstração de sua inocuidade em longo prazo (Brichard, 1995; Henquin, 1995).

Devido à alta concentração de molibdênio encontra na análise da água originária de Ibirá - SP em relação as demais águas pode-se sugerir que no experimento com ratos possa ter havido interferências externas (dieta, ambiente) diminuindo a biodisponibilidade deste elemento, sendo, portanto, necessário mais estudos para avaliar a potencialidade deste mineral nesta água. Compostos simples e complexos de molibdênio foram descritos como tendo na redução de níveis de glicose no sangue e ácidos graxos livres (Lord *et al.*, 1999). A deficiência de ingestão do molibdênio é relacionada com câncer esofágico em humanos (Montenegro *et al.*, 2002).

## **7. CONCLUSÃO**

O estudo aponta diferença de composição de macronutrientes e elementos traço em águas dependendo da origem destas, assim como mostra diferença de elementos nas amostras de pêlos de rato de acordo com a origem da água consumida pelos grupos.

A partir dos dados obtidos é possível sugerir que o consumo da água originária de Ibirá traga aumento das concentrações de Ca, Mg e V tanto em animais quanto em humanos, e que se esta concentração não estiver em níveis tóxicos, a prática do consumo deste tipo de água poderá trazer benefícios para saúde, principalmente em relação a prevenção de nefrolitíase, devendo ser realizados mais estudos para a comprovação deste dado.

Concluindo, são necessários mais estudos para avaliar a potencialidade da água originária de Ibirá com relação aos resultados encontrados, e com relação aos altos níveis de molibdênio encontrados na mesma, porém não detectados nos pêlos de animais.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABINAM – Associação Brasileira de Indústria de Água Mineral (2007). Disponível em: [www.abinam.com.br](http://www.abinam.com.br). Acesso em: 21/02/2007.
- Acuña, K.; Cruz, T. (2004). Avaliação do estado nutricional de adultos e idosos e situação nutricional da população brasileira. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.*, vol.48, nº3, p.345-61.
- Almeida, M.; Filipe, S.; Hunianes, M.; Mala, M.F.; Melo, R.; Severino, N.; Silva, J.A.; Frueesto da Silva, J.J.; Wever, R. (2001). Vanadium haloperoxidases from Brown algae of Laminariaceae family. *Phytochemistry*, nº57, p.633-642.
- Almeida, A.M.; Aleixo, L.M.; Andrade, J.C.; Coscione, A.R. (2006). Determinação direta de molibdênio em comprimidos polivitamínicos por voltmetria em meio não aquoso. *Química Nova*, vol.29, nº1, São Paulo, jan/feb.
- Andreassi, L.; Flori, L. (1996). Mineral water and spas in Italy. *Clinic Dermatology*, nº14, p.627-632.
- Anselmo, M.A.C.; Burini, R.C.; Angeleli, A.Y.O.; Mota, N.G.S.; Capana, A.O. (1992). Avaliação do estado nutricional de indivíduos adultos saudáveis de classe média. Ingestão energética e protéica, antropometria, exames bioquímicos do sangue e testes de imunocompetência. *Revista de Saúde Pública*, vol.26, nº1, p.46-53.
- Baran, E.J. (2003). Model Studies related to vanadium biochemistry: Recent Advances Perspectives. *J. Braz. Chem. Soc.*, vol.14, nº6, p.878-888.
- Berglund, M., Akesson, A.; Bjellerup, P.; Vahter, M. (2000). Metalbone interactions. *Toxicology Letters* v.15, n.112-113, p.219-25. mar.

Blaner, P.S.; Giménez, M.C. (2006). Evaluación de los niveles de hierro y arsênico em águas naturais subterrâneas de la región centro-oeste de la provincia Chaco-Argentina. *Información tecnológica*, vol.17, nº3, p.3-8.

Borba, R.P.; Figueiredo, B.R.; Cavalcanti, J.A. (2004). Arsênio na água subterrânea em Ouro Preto e Mariana, Quadrilátero Ferrífero (MG). *Revista Escola de Minas*, vol.57, nº1, jan/mar.

Brasil, Agência Nacional de Águas - ANA. (2007). Disponível em: [www.ana.org.br](http://www.ana.org.br). Acesso em: 12/03/2007

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2004). Consulta Pública nº 80, de 13 de dezembro de 2004. “Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais.” *Diário Oficial de Brasília*, 17 dez. 2004.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. (1945). Decreto-Lei nº7841/PR, de 08 de agosto de 1945. “Código de águas”. *Diário Oficial de Brasília*, 20, ago. 1945.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. (1999). Resolução nº310, de 16 de julho de 1999. Institui a identidade e as características mínimas de qualidade a que deve obedecer a água mineral natural e água natural. *Diário Oficial de Brasília*, 19 set. 1999. Seção 1.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. (2000). Resolução nº54, de 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade da água mineral natural e água natural. *Diário Oficial de Brasília*, 19 jun. 2000. Seção 1.

Brasil, Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. (1986). Resolução nº20 de 18 de junho de 1986. Institui classificação das águas doces, salobras e salinas. *Diário Oficial de Brasília*, 30 jul. 1986.

Brasil, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPMa. (2002). Decreto de 08 de julho de 2002. Cria grupo executivo destinado a promover ações de integração entre a pesquisa e a lavra de águas minerais termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários e a gestão de recursos hídricos. Diário Oficial de Brasília, 09 jul. 2002.

Brasil, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPMa. (2002). Portaria Nº 337, de 19/07/2002, Cria Grupo de Trabalho para elaborar as seguintes propostas: 1. Instituição de uma nova classificação para as águas minerais; 2. Instituição de uma norma técnica referente à “Aplicação de Ozônio na Indústria de Água Mineral”. Diário Oficial de Brasília , 29 jul. 2002 de 29/07/2002

Brasil, Ministério das Minas e Energia. (1999). Portaria nº470, de 24 novembro de 1999. Institui as características básicas dos rótulos nas embalagens de águas minerais e potáveis de mesa. Diário Oficial de Brasília, 25 nov. 1999. Seção 1.

Brasil, Ministério da Saúde. (2005). Portaria nº518, 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, e dá outras providências. Diário Oficial de Brasília, 03 ago 2005.

Brasil, Ministério da Saúde. (2006). Portaria nº971, de 3 de maio de 2006. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema único de Saúde. Diário Oficial de Brasília, 04 mai. 2006.

Brasil. (2005). Sr. Marcus Vicente. Projeto de Lei nº4910, 2005.

Brichard, S.M.; Henquin, J.C. (1995). The role of vanadium in the management of diabtes. *Tips*, vol.16, august.

- Burckhardt, P. (2004). Mineral waters and bone health. *Rev. Med. Suisse Romande*, nº124, p.101-103.
- Carneiro, M.T.W.D. *et al.* (2002). Intervalos de referência para elementos menores e traço em cabelo humano para a população da cidade do Rio de Janeiro - Brasil. *Quím. Nova*, vol.25, no.1, p.37-45, fev.
- Campos, J. A. D. B.; Farache Filho, A.; Faria, J. B. (2002). Qualidade sanitária da água distribuída para consumo humano pelo sistema de abastecimento público da cidade de Araraquara-SP. *Revista Alimentos e Nutrição*, v. 13.
- Cantor, D. (1990). The contradictions of specialization: Rheumatims and the decline of the spa in inter-war Britain. *Med. Hist. Suppl.*, nº10, p.127-44.
- Celere, M.S.; Oliveira, A.S.; Trevilato, T.M.B.; Segura-Munöz, S.I. (2007). Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. *Cad. Saúde pública*, vol.23, nº4, p.939-947.
- Chapin, Robert E.; ku, W.W.; Kenney, M.A.; Mccoy, H.; Gladen, B.; Wine, R.N.; Wilson, R.; Elwell, M.R. (1997). The effects of dietary boron on bone strength in rats. *Fundamental and Applied Toxicology*, v. 35, n.2, p. 205-15, fev.
- Cortecci, G. (2007). Geologia e saúde. Disponível em: [www.cprm.gov.br/pgagem/geosaude.pdf](http://www.cprm.gov.br/pgagem/geosaude.pdf) Acesso em: 25/08/2007
- Cunha, F. G.; Machado G. J. (2004). Estudos de geoquímica ambiental e o impacto na saúde pública no Município de São Gonçalo do Piauí. SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL, Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica - PGAGEM.

- Dombovari J.; Papp, L. (1998). Comparison of sample preparation methods for elemental analysis of human hair. *Microchemical journal*, v. 59, p.187-193.
- Duarte, H.S., Costa, N.M.B., Leal, P.F.G. (1998). Avaliação do efeito de sopas ricas em fibras na redução do colesterol sanguíneo em ratos. *Rev. Nutr., Campinas*, v.11, nº2, jul./dez., p.149-161.
- Favaro, D.I.T.; Afonso, C.; Vasconcellos, M.B.A.; Cozzolino, S.M.F. (2000). Determinação de elementos minerais e traços por ativação neutrônica em refeições servidas no restaurante da faculdade de Saúde Pública/USP. *Ciênc. Technol. Aliment.*, vol.20, nº2, may/ago.
- FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Centro de Criação de Animais de Laboratório – CECAL. (2000). *Curso internacional, criação e produção de animais de laboratório*. Rio de Janeiro.
- Fortes, L.M.C. (1999). *Tese de Doutorado*, PUC-Rio, Rio de Janeiro, RJ.
- Freitas, K.C.; Motta, M.E.F.A., Amancio, O.M.S. *et al.* (2004). Efeito da fibra do polissacarídeo de soja no peso e na umidade das fezes de ratos em fase de crescimento. *J. Pediatr. (Rio de J.)*. [online]. vol. 80, no. 3
- Ghersetich, I.; Lotti, J.M. (1996). Immunologic Aspects: Immunology of Mineral water Spas. *Clinic in Dermatology*, n.14, p.563-566.
- Goldhaber, S.B. (2003). Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, nº38, p.232-242.
- Ham, S.K. (1996). Mineral water and spas in Korea. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.301-605.



INSTITUTE OF MEDICINE. (2001). Dietary references intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. A Report of the Panel of Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. National Academy Press, Washington, DC.

Iyengar, G.V.; Nair, P.P. (2000). Global outlook on nutrition and the environment: meeting the challenges of the next millennium. *The Science of the Total Environment*, nº249, p.331-346.

Jackson, R. (1990). Waters and spas in the classical world. *Med Hist Suppl.* nº10, p.1-3.

Karan, P. (1996). Mineral water and spas in France. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.607-610.

Katsambas, A.; Antonioi, C. (1996). Mineral water and spas in Greece. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.607-610.

Knechtel, M.R. (2001). Educação Ambiental: uma prática interdisciplinar. *Desenvolvimento e meio ambiente*, nº3, p.125-139.

Leonard, W.R. (2003). Alimentos e evolução humana. *Scientific American Brasil*. Janeiro.

Licht, O.A.B. (2001). A Geoquímica multielementar na região ambiental: Identificação e caracterização de províncias geoquímicas naturais antrópicas da paisagem, áreas favoráveis à prospecção mineral e regiões de risco para a saúde no Estado do Paraná. 236 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- Lima, A.O.; Soares, J.B.; Greco, J.B.; Galizzi, J.; Cançado, J.R. (2001). *Métodos de laboratórios aplicados à clínica*. 8ª edição. Editora Guanabara Koogan.
- Lord, S.J.; Epstein, N.A.; Paddock, R.L.; Vogels, C.M.; Hennigar, T.L.; Zaworotho, M.J. *et al.* (1999). Synthesis, characterization, and biological relevance of hydroxypyronone and hydroxypyridione complexes of molybdenum. *Can. J. Chem.*, nº77, p1249-61.
- Lurar, M.C.; Beltramino, D.; Abramovich, B.; Carrera, E.; Haye, M.A.; Contini, L. (2002). El agua subterránea como agente transmissor de protozoos intestinales. *Rev. Chil. Pediatr.*, vol.73, nº4, p. 415-424.
- Mafrá, D., Cozzolino, S.M.F. (2007). Biodisponibilidade de nutrientes. Ed: Manole, 2ª Ed., Barueri, p.494-507.
- Maihara, V.A., Favaro, D.I.T. (2007). Biodisponibilidade de nutrientes. Ed: Manole, 2ª Ed., Barueri, p.666-696.
- Marins, V.M.R.V.; Coelho, M.A.S.C.; Matos, H.J.; Amaral, N.S.; Valle, J.; Gismondi, R.C.; Almeida, R.M.V.R. (1995). Perfil antropométrico de crianças de 0 a 5 anos do município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, vol.11, nº2, p.246-253.
- Medeiros, J.F.; Lisboa, R.A.; Oliveira, M.; Júnior, M.J.S.; Alves, L.P. (2003). Caracterização das águas subterráneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental*. Vol. 7, nº3, p. 469-472.
- Meeks, H.A. (1979). Stagnant, smelly and successful: Vermont's mineral springs. *Vt Hist*, vol.47, nº1, p.5-20.

- Miekeley, N.; Dias Carneiro, M.T.W.; Porto da Silva, C. L. (1998). How reliable are human hair reference intervals for trace elements? *Science Total Environmental*, V. 218, p. 9.
- Mirlean, N.; Machado, M.I.; Osinaldi, G.M.; Demoliner, A.; Baisch, P. (2005). O impacto industrial na composição química das águas subterrâneas com enfoque no consumo humano. *Química Nova*, vol.28, nº5, sep./oct..
- Montenegro, M.A.; Negrette, M.S.; Gimeno, E.J.; Borba, J.T. (2002). Effects of high molybdenum intake on 1,2-dimethylhydrazine induced intestinal tumors in rats. *Biocell*, vol.26, nº3, p339-345.
- Moraes. D.S.L.; Jordao, B.Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Rev. Saúde Pública*, vol.36, nº3, p.370-74.
- Mukherjee, B.; Patra, B; Mahapatra, S.; Banerjee, P.; Tiwari, A.; Chatterjee, M. (2004). Vanadium – an elemento of atypical biological significance. *Toxicology letters*, nº150, p.135-143.
- Nielsen, F. H. (2000). The emergence of boron nutritionally important throughout the life cycle. *Nutrition*, v. 16, n. 7-8, p. 512-514, jul-ago.
- Nonino-Borges, C.B., Borges, R.M. *in*: Dutra, M. (2008). Ciências Nutricionas, Ed. Sarvier, São Paulo, p. 169-179.
- OMS - World Health Organization (WHO). (1998). Trace elements in human nutrition and health, Geneva.
- Palmer, R. (1990). In this our lightye and learned tyme": Italian baths in the era of the Renaissance. *Med Hist Suppl*, nº10, p.14-22.
- Pedrosa, L.F.C.; Cozzolino, S.M.F. (2007). Biodisponibilidade de nutrientes. Ed: Manole, 2º Ed., Barueri, p.533548.

Pedroso, E.R.P. *in*: Dutra, M. (2008). Ciências Nutricionas, Ed. Sarvier, São Paulo, p. 131-167.

Picoto, A. (1996). Mineral water and spas in Portugal. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.637-639.

Pozebon, D.; Dressler, V. L.; Curtius, A. J. (1999). Análise de cabelo: uma revisão dos procedimentos para a determinação de elementos traço e aplicações. *Química Nova*, v.22, n.6, p.838-846, nov./dez.

Quintela, M. M. (2004). Saberes e práticas termais: uma perspectiva comparada em Portugal (Termas de S. Pedro do Sul) e no Brasil (Caldas da Imperatriz). *História, Ciências e Saúde – Manguinhos*, vol. 11, p.239-60.

Rajaagopalan, K.V. (1988). Molybdenum: na essencial trace element in human nutrition. *Annu. Rev. Nytr.* nº8, p.401-427.

Ramacharaca, Y. (1990). *Cura Prática pela água*. 10ª edição. Editora Pensamento. São Paulo.

Ramires, I.; Grec, R.H.C.; Cattan, L.; Gomes de Moura, P.; Lauris, J.R.P.; Buzalaf, M.A.R. (2004). Avaliação da concentração de flúor e do consumo de água mineral. *Rev. Saúde Pública*, vol.38, nº3, p.459-65.

Reeves, P.G.; Forrest, H.N.; Fahey, G.C. (1993). AIN-93 Purified diets for laboratory rodents: Final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J Nutr.* nº123, p.1939-51.

RESOLUÇÃO DO CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE Nº343, 07/10/04.

Richard, A.A. (1998). Chromium, Glucose Intolerance and Diabetes. *Journal of the American College of Nutrition*, v.17, n. 6, p. 548-555, dez.

- Rocha, J.C.; Rosa, A.H.; Cardoso, A.A. (2004). *Introdução à química Ambiental*. Ed. Bookman, São Paulo, p.50.
- Routh, H.B.; Bhowmik, K.R.; Parish, L.C.; Witkowski, J.A. (1996). Balneology, mineral water and spas in historical perspective. *Clinic in dermatology*, nº14, p.551-54.
- SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A. (2007). Disponível em: [www.saneago.com.br](http://www.saneago.com.br). Acesso em: 15/03/2007.
- Sant'ana, A.; Silva, S.C.F.L.; Farani, L.O. Jr.; Amaral, C.H.R.; Macedo, V.F. (2003). Qualidade microbiológica de águas minerais. *Cienc. Tecnol. Aliment.* vol.23.
- Saris, N.E; Mervaala, E.; Karppanen; Jahangir, A.; Khawaja, L. (2000). Magnesium: an update on physiological, clinical and analytical aspects. *Clin. Chim. Acta*, Amsterdã, v. 294, n. 1-2, p. 1-26, abr.
- Silva, A.G.H.; Cozzolino, S.M.F. (2007). Biodisponibilidade de nutrientes. Ed: Manole, 2º Ed., Barueri, p.456-481, 637-645, 646-650.
- Silva, F.V.; Kamogawa, M.Y.; Ferreira, M.M.C.; Nóbrega, J.A.; Nogueira, A.R.A. (2002). Discriminação geográfica de águas minerais do Estado de São Paulo através da análise exploratória. *Eclética Química*, vol.27, nº special.
- Silva, A.P.R.; Vitolo, M.R.; Zara, L.F.; Castro, C.F. (2006). Effects of zinc supplementation on 1-5 years old children. *Jornal de Pediatria*, vol.82, nº3, p.227-31.
- Stankov, M.J.; Markovic, S.U.; Antunovic, I.H.; Todorovic, M.; Djurdjeric, P. (2007). Compounds of Mo, V and W in biochemistry and their biomedical activity. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, nº21, p.8-16.

Titzmanm, T.; Balda, B.R. (1996). Mineral water and spas in Germany. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.611-613.

Trampnte, V.L.C.G. (2007). Biodisponibilidade de nutrientes. Ed: Manole, 2º Ed., Barueri, p.437-455.

UNIAGUA – Universidade da Água. (2007). Disponível em: [www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br). Acesso em: 20/03/2007.

Vassileva, S. (1996). Mineral water and spas in Bulgaria. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.601-605.

Wolf, R. (1996). Mineral water and spas in Israel. *Clinic in Dermatology*, nº14, p.619-626.

Yoshida, M.; Hattori, H.; Öta, S.; Yoshihara, K.; Kodama, N.; Yoshitake, Y.; Nishimuta, M. (2006). Molybdenum balance in healthy young Japanese women, nº20, p.245-252.

Zimbre,E. (2005). Disponível em: [www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea](http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/aguasubterranea). Acesso em: 02/06/2005.

## **ANEXOS**

## ANEXO I

### FORMULÁRIO DE PESAGEM SEMANAL DOS RATOS.

<b>DATA / SEMANA</b>	<b>GRUPO ÁGUA DEIONIZADA (1)</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>GRUPO ÁGUA MINERAL (2)</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>GRUPO ÁGUA SANEAGO (3)</b>	<b>PESO (Kg)</b>	<b>OBS.</b>
	<b>RATO 1</b>		<b>RATO 1</b>		<b>RATO 1</b>		
	<b>RATO 2</b>		<b>RATO 2</b>		<b>RATO 2</b>		
	<b>RATO 3</b>		<b>RATO 3</b>		<b>RATO 3</b>		
	<b>RATO 4</b>		<b>RATO 4</b>		<b>RATO 4</b>		
	<b>RATO 5</b>		<b>RATO 5</b>		<b>RATO 5</b>		
	<b>RATO 6</b>		<b>RATO 6</b>		<b>RATO 6</b>		
	<b>RATO 7</b>		<b>RATO 7</b>		<b>RATO 7</b>		
	<b>RATO 8</b>		<b>RATO 8</b>		<b>RATO 8</b>		
	<b>RATO 9</b>		<b>RATO 9</b>		<b>RATO 9</b>		
	<b>RATO 10</b>		<b>RATO 10</b>		<b>RATO 10</b>		
	<b>RATO 11</b>		<b>RATO 11</b>		<b>RATO 11</b>		
	<b>RATO 12</b>		<b>RATO 12</b>		<b>RATO 12</b>		





