



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU***

**ANÁLISE DE ELEMENTOS E COMPOSTOS QUÍMICOS NA ÁGUA DAS
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA's) EM 6 (SEIS) MUNICÍPIOS
DO SUDOESTE GOIANO E SUA CORRELAÇÃO COM A SAÚDE.**

NARA NÚBIA GONTIJO DE MELO

**GOIÂNIA
2012**



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

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

**ANÁLISE DE ELEMENTOS E COMPOSTOS QUÍMICOS NA ÁGUA DAS
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA's) EM 6 (SEIS) MUNICÍPIOS
DO SUDOESTE GOIANO E SUA CORRELAÇÃO COM A SAÚDE.**

NARA NÚBIA GONTIJO DE MELO

Orientador: Prof. Dr. Eric Santos Araújo

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

**GOIÂNIA
2012**

M528a Melo, Nara Núbia Gontijo de.

Análise de elementos e compostos químicos na água das estações de tratamento de água (ETA's) em 6 (seis) municípios do sudoeste goiano e sua correlação com a saúde [manuscrito] / Nara Núbia Gontijo de Melo. – 2012. 110 f. : il. colors

Bibliografia: f. 102-111

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2012.

Orientador: Prof. Dr. Eric Santos Araújo

Inclui lista de abreviaturas, figuras, tabelas

Inclui Anexos

1. Água – qualidade. 2. Estações de tratamento de água (ETA's) – região sudoeste – Goiânia (GO). 3. Água – contaminação – impacto – saúde pública. 4. Saúde. I. Título.

CDU: 628.19:504(817.3)(043.3)



DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE
DEFENDIDA EM 16 DE MARÇO DE 2012 E CONSIDERADA
aprovada PELA BANCA EXAMINADORA:

1) 
Prof. Dr. Eric Santos Araújo / PUC Goiás (Presidente/Orientador)

2) 
Prof. Dr. Júlio César Rubin de Rubin / PUC Goiás (Membro)

3) 
Prof. Dr. Klebber Teodomiro Martins Formiga / UFG (Membro Externo)

4) 
Profa. Dra. Maira Barberi / PUC Goiás (Suplente)

DEDICATÓRIA

À Deus pelo imenso dom da vida;

**Ao meu pai Dalmi Gontijo, referência de caráter, sabedoria,
humildade e honestidade;**

**A minha mãe Rosa Pacheco de Melo Gontijo, pelo apoio, amparo e
conforto;**

**A minha irmã Isolda Gontijo, pelo incentivo maior e exemplo de
vida;**

Ao meu filho Nicolás Gontijo Franco, por existir.

AGRADECIMENTOS

Ao “*Mestre*” Professor Dr. Eric Santos Araújo, meu orientador, pela oportunidade e amizade.

À Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás em seu Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, pela estrutura disponibilizada e pelos préstimos de cada um de seus funcionários.

À Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – CPRM, pela estrutura disponibilizada e pelas informações concedidas que foram de fundamental importância para o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas do Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás, pelo companheirismo durante todo o tempo em que estivemos juntos.

E principalmente à minha amiga Silvia Máris da Silva por me acolher nos momentos mais difíceis.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADN – Ácido desoxirribonucléico

ATP – Adenosina Trifosfato

AVC – Acidente vascular cerebral

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DAC – Doenças do aparelho circulatório

DAD – Doenças do aparelho digestivo

DAG – Doenças do aparelho geniturinário

DATASUS – Departamento de informática do SUS

DAR – Doenças do aparelho respiratório

DIP – Algumas doenças infecciosas e Parasitárias

DNA – Deoxyribonucleic acid (ácido desoxirribonucléico)

EPA – Environmental Protection Agency. Agência de Proteção Ambiental.

ETA – Estação de Tratamento de Água

GPS – Sistema de posicionamento global

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMS – Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços

ICP-AES – Plasma Acoplado Indutivo / Espectrometria de Emissão Atômica

IDH – M – Índice de Desenvolvimento Humano – Municípios

LQP – Limites de Quantificação Praticáveis

MPS – Geosoft Mapping and Processing System (Geosoft mapeamento e sistema de processamento)

MS – Ministério da Saúde

NWQMS – National Water Quality Management Strategy. Estratégia de gestão da Qualidade da Água Nacional

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

OPAS – Organização Pan Americana de Saúde

PGAGEM – Programa Nacional de Pesquisa em Geologia Ambiental e Geologia Médica

PIB – Produto Interno Bruto

SANEAGO – Saneamento de Goiás

SSAAE – Sintomas Sinais e achados anormais em exames clínicos e laboratoriais

SUS – Sistema Único de Saúde

VMP – Valores Máximos Permitidos

VRQ – Valores de Referência de Qualidade

LISTA DE SÍMBOLOS

Al – Alumínio

Al₂(SO₄)₃ – Sulfato de alumínio

As – Arsênio

B – Boro

Ba – Bário

BaSO₄ – Barita

Be – Berílio

Br – Bromo

Ca – Cálcio

CaCO₃ – Carbonato de Cálcio

CaSO₄.2H₂O – Gipsita

Cd – Cádmiio

CE – Causas externas

Ce – Cério

Cl – Cloro

Co – Cobalto

Cr – Cromo

Cu – Cobre

F – Flúor

Fe - Ferro

Fe₂O₃ – Óxido de Ferro

Ga – Gálio

Hg – Mercúrio

I – Iodo

K – Potássio

Li – Lítio

Mg – Magnésio

MgSO₄.7H₂O – Epsomita

Mn – Manganês

Mo – Molibdênio

N – Nitrogênio

Na – Sódio

Nb – Nióbio

Ni – Níquel

NO₂ – Nitrito

NO₃ – Nitrato

P – Fósforo

Pb – Chumbo

PO₄ – Fosfato

Rb – Rubídio

S – Enxofre

Se - Selênio

Si – Silício

Sn – Estanho

SO₄ – Sulfato

Sr - Estrôncio

Ti - Titânio

Tl - Tálho

U – Urânio

V – Vanádio

W – Tungstênio

Y – Ítrio

Zn – Zinco

Zr – Zircônio

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos (Fonte: Diniz, 2010).....	
Figura 2. Fluxograma do Tratamento Convencional de Água em uma ETA.....	24
Figura 3. Calha Parshall – parte constituinte do sistema de tratamento de água onde é realizada a mistura rápida dos produtos químicos com a água.....	25
Figura 4. Mapa Hidrográfico dos Municípios em estudo.	29
Figura 5. Mapa Geológico da área em estudo	
Figura 6. Mapa dos municípios da área de estudo (Fonte: Modificado de CPRM, 2012).	41
Figura 7. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Santa Helena de Goiás... ..	45
Figura 8. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Acreúna	
Figura 9. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Maurilândia.....	46
Figura 10. ETA – Estação de Tratamento de Água- município de Rio Verde	46
Figura 11. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Rio Verde	47
Figura 12. Poço do município Turvelândia.....	47
Figura 13. Poço município Santo Antônio da Barra.....	48
Figura 14. Matriz de correlação dos elementos de 1ª, 2ª e 3ª ordem (significância de 95%).	
Figura 15. Mapa de distribuição do Flúor.....	53
Figura 16. Mapa de distribuição do Estrôncio.	53
Figura 17. Mapa de distribuição do Cloro.....	54
Figura 18. Mapa de distribuição do Ferro.....	55
Figura 19. Mapa de distribuição do Magnésio.....	56
Figura 20. Mapa de distribuição do Cálcio.	57
Figura 21. Percentual de Morbidade por agravos – Municípios da área em estudo, 2009....	60
Figura 22. Morbidade hospitalar em 2009 da área de estudo por tipo de doença.	61
Figura 23. Percentual de Mortalidade por Agravos - Municípios área em estudo, 2007.....	62
Figura 24. Mortalidade total em 2007 da área de estudo por tipo de doença, em percentagem.	63
Figura 25. Córrego da Comprida: Manancial superficial que abastece a Estação de Tratamento de Água do município de Acreúna.	71
Figura 26. Evolução da mortalidade no Brasil. Cenário brasileiro (Fonte: Brasil, 2004c).	76
Figura 27. Córrego da Comprida: Manancial que abastece a ETA de Acreúna	91
Figura 28. Chiqueiro, Curral, Lavoura de soja e Córrego da Comprida (ponto de captação de água pela Saneago).....	91
Figura 29. Lavouras de soja e Córrego da Comprida.	92
Figura 30. Lavoura de soja e Córrego da Comprida.....	92
Figura 31. Nascente do Córrego da Comprida e Lavoura de soja.....	93
Figura 32. Córrego da Comprida e Aterro Sanitário	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área, população censitária urbana e rural e densidade demográfica – 2010.....	30
Tabela 2. PIB per capita, Arrecadação ICMS e IDH –M de cada município da área de estudo...	31
Tabela 3. Quantidade produzida de grãos, soja e cana-de-açúcar em toneladas ano 2010, efetivo do rebanho bovino e efetivo do rebanho suíno em cabeças de cada município da área de estudo no ano de 2009.	32
Tabela 4. Área colhida em hectares (ha) da Produção Agrícola de Algodão Herbáceo e Soja no ano de 2005.	33
Tabela 5. Coordenadas Geográficas de pontos próximos à margem do Córrego da Comprida	39
Tabela 6. Principais agrotóxicos com aplicação nas culturas de soja	40
Tabela 7. Amostras coletadas na área de estudo.....	42
Tabela 8. Sistemas de Abastecimento de Água dos municípios da Área de estudo	44
Tabela 9. Concentrações (mg/L) dos elementos químicos de 06 (seis) amostras de água das ETAs de 6 (seis) municípios da área em estudo, coletadas em agosto de 2005, dosadas por ICP – AES e por cromatografia líquida e referência nacional e internacional de VMP respectivo a cada elemento	49
Tabela 10. Sumário estatístico e valores de 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a ordens de cada elemento e composto químico dosados em amostras d'água coletadas nas ETA's dos 6 (seis) municípios da área de estudo.	50
Tabela 11. Valores de primeira, segunda e terceira ordens de cada elemento químico dosado nas amostras de água das ETAs dos 6 (seis) municípios da área em estudo (Região Sudoeste de Goiás).	50
Tabela 12. Correlações mais significativas entre os elementos selecionados.....	51
Tabela 13. Porcentagem da população atendida por redes de água tratada e esgoto, segundo os municípios atendidos pela Saneago - 2004 e destino do lixo em 2000, na área de estudo.	58
Tabela 14. Domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água, existência de banheiro ou sanitário e destino do lixo, segundo os municípios da área de estudo, em 2000.	58
Tabela 15. Índice de morbidade dos municípios da área de estudo no ano de 2009, valores absolutos e percentuais dos agravos.....	59
Tabela 16. Índice de mortalidade dos municípios da área de estudo no ano de 2007, valores absolutos e percentuais dos agravos.....	61

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE SÍMBOLOS	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO	xv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1. ÁGUA, AÇÃO ANTROPOGÊNICA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	3
2.2. VIGILÂNCIA AMBIENTAL EM SAÚDE: VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	8
2.3. GEOLOGIA MÉDICA.....	10
2.3.1. METAIS PESADOS	13
2.4. AÇÕES BIOLÓGICAS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS.....	17
2.4.1. BÁRIO	17
2.4.2. CÁLCIO	17
2.4.3. FERRO.....	18
2.4.4. MAGNÉSIO	19
2.4.5. ESTRÔNCIO	20
2.4.6. FLÚOR.....	20
2.4.7. CLORO	21
2.4.8. NITRATO	21
2.4.9. SULFATO.....	22
2.5. TRATAMENTO DE ÁGUA NAS ETA'S	22
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	27
3.1. LOCALIZAÇÃO	27
3.2. CLIMA	27
3.3. ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICOS	30
3.4. ASPECTOS FÍSICOS	33
3.4.1. GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO - UNIDADES GEOLÓGICAS	35
3.5. MANANCIAL SUPERFICIAL QUE ABASTECE A ETA DE ACREÚNA.....	38
4. MATERIAIS E MÉTODOS	41

4.1. ATIVIDADES DE CAMPO	42
4.2. ATIVIDADES LABORATORIAIS	42
4.2.1. ÁGUA.....	42
4.3. ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO	42
4.4. TRATAMENTO DOS DADOS.....	43
4.4.1. ÁGUA.....	43
4.4.2. QUADRO EPIDEMIOLÓGICO.....	43
5. RESULTADOS.....	49
5.1. ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA	49
5.2. RESULTADOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	57
6. DISCUSSÃO.....	64
6.1. ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS.....	64
6.2. FLÚOR.....	64
6.3. ESTRÔNCIO	64
6.4. CÁLCIO.....	65
6.5. MAGNÉSIO	67
6.6. CLORO.....	68
6.7. FERRO	69
6.8. NITRATO	69
6.9. TRATAMENTO DE ÁGUA, ESGOTO, LIXO E QUADRO EPIDEMIOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO	74
6.10. CONCENTRAÇÕES ANÔMALAS DE NITRATO NA ÁGUA E SEU IMPACTO NA MORBIMORTALIDADE DA ÁREA DE ESTUDO	76
7. CONCLUSÕES	78
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS.....	89
ANEXO I - CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS QUE APRESENTARAM VALORES ABAIXO DOS LIMITES MÍNIMOS DE DETECÇÃO DOS MÉTODOS USADOS PARA ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DA ÁREA DE ESTUDO	90
ANEXO II – IMAGEM DE PONTOS PRÓXIMOS Á MARGEM DO CÓRREGO DA COMPRIDA.....	91

RESUMO

A água está se tornando cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido, tendo em vista que a qualidade da água apresenta estreita relação com o equilíbrio ambiental e a saúde humana. Os mananciais hídricos podem sofrer contaminações naturais e antrópicas, apresentando até mesmo elementos e compostos químicos em concentrações anômalas. O presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento geoquímico de amostras de água tratada colhidas nas Estações de Tratamento de água e levantamento epidemiológico de 6 (seis) municípios do Sudoeste Goiano. A metodologia utilizada para determinar as concentrações dos multielementos foi ICP- AES e Cromatografia Líquida. A partir desses resultados os dados passaram por um tratamento estatístico e, em seguida, foram confeccionadas matrizes de correlações e mapas geoquímicos. Foi encontrado concentração anômala, acima dos valores máximos permitidos, de Nitrato na amostra de Acreúna, observou-se com isso que, esta contaminação possivelmente é proveniente de agrotóxicos nitrogenados utilizados na agricultura local, pois as lavouras de soja estão presentes em diferentes pontos muito próximos ao Córrego que abastece a ETA do município de Acreúna, com possível impacto sobre a mortalidade deste município.

Palavras-Chave: Água, Contaminação, Estação de Tratamento de Água, Geomedicina.

ABSTRACT

Water is becoming time after time a rare product and its quality is also getting worse, however, the quality of water shows a close relation with the environment balance and human health. Water sources can suffer natural and anthropic contaminations, showing even elements and chemistry complex in anomalous concentrations. This work has the goal to conduct a geochemistry research of treated water samples taken from Water Treatment Stations and also an epidemiologic research in six cities from the Southwest region of Goiás State in Brasil. The methodology used to determine the concentrations of multielements , was ICP-AES and liquid chromatography. From these results found, data had a statistic treatment and then, it was made matrixes of correlation and geochemistry maps. It was found an anomalous concentration in the biggest values allowed of Nitrate in Acreuna's city sample, from that, it was noticed that this contamination probably comes from Nitrogen Pesticides used in local agriculture, because the soy bean crops are in areas that are very close to the stream that supply the Water treatment Station of the city Acreuna, with a possible impact on deaths in the region.

Keywords: Water, Contamination, Water Treatment Station, Geomedicine

1. INTRODUÇÃO

A escassez e a má qualidade da água potável no mundo é motivo de alerta, o que preocupa é a inegável relação entre a qualidade ambiental e a ameaça à biodiversidade do planeta, nesta incluso a vida do ser humano (Boniolo, 2008).

Apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir o seu consumo, a água está se tornando cada vez mais, um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido (Freitas *et. al.*, 2001).

A contaminação das águas naturais representa um dos principais riscos à saúde pública, sendo amplamente conhecida a estreita relação entre a qualidade de água e inúmeras enfermidades que acometem as populações, especialmente aquelas não atendidas por serviços de saneamento (Libânio *et al.*, 2005).

A intervenção antrópica nos mananciais hídricos superficiais é intensa e decisiva. Em função da própria urbanização, com a produção de efluentes domésticos em grande quantidade, com elevada carga orgânica de poluentes e devido as atividades de industrialização, que produzem efluentes industriais com grande quantidade de metais pesados, o padrão de qualidade dos recursos hídricos superficiais se reduz drasticamente. O resultado é uma redução da qualidade de vida das populações nestas bacias hidrográficas que ficam extremamente expostas a agentes carcinogênicos e teratogênicos representados pelos metais pesados (Nascimento & Naime, 2009).

A contaminação de recursos hídricos por elementos químicos, com consequências para o equilíbrio ambiental e saúde humana, tem sido um problema contemporâneo comum que tem despertado atenção de pesquisadores, governo e sociedade civil (Cortecci, 2003).

A geoquímica é uma ciência que tem por objetivo estudar os elementos químicos de uma forma ampla incluindo solos, sedimentos de corrente, água e seres bióticos, podendo monitorar os recursos hídricos, avaliar a contaminação e os efeitos desses elementos sobre o ambiente e a saúde dos seres vivos (Miranda, 2007).

A coleta e a análise de água superficial e sua posterior interpretação constitui um excelente instrumento para se conhecer os recursos hídricos. São úteis também para a detecção de problemas ambientais e contaminações antrópicas (Samanidou & Fytianos, 1990). Segundo Licht (2001), a composição química da água pode ser

integrada a dados socioeconômicos e de saúde pública, para o estabelecimento de relações de causa-efeito dos processos que ocorrem no sistema ambiental.

O estudo multi-elementar da composição química da água possibilita a quantificação de elementos químicos em bacias hidrográficas sujeitas a diferentes tipos de contaminação e auxilia a compreensão da realidade ambiental dessas bacias (Vitor, 2006).

Foi realizada uma pesquisa geoquímica de vinte e sete elementos e compostos químicos em água tratada pelas ETA's e sua possível influência na saúde das populações de 6 (seis) municípios do Sudoeste Goiano: Acreúna, Maurilândia, Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra e Turvelândia. Este estudo faz parte de um projeto implantado no Programa de Mestrado de Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. "Pesquisa nas ETAs, análise de elementos e compostos químicos, qualidade de vida e saúde no Estado de Goiás" e tem como objetivo analisar a qualidade da água tratada oferecida à população e análise do quadro epidemiológico dos municípios da área em estudo, com o intuito de correlacionar nível de qualidade da água tratada e a saúde da população.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ÁGUA, AÇÃO ANTROPOGÊNICA E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

A água é um elemento essencial à vida, podendo ser utilizada para diversas finalidades; insubstituível para diversos usos; ocorre de forma irregular no espaço e no tempo; é degradável; reciclável; renovável e importante também como fonte energética (Christofidis, 2002).

Os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo para diferentes finalidades, dentre elas se destacam o abastecimento de água, a geração de energia, a irrigação, a navegação, a aquicultura e a harmonização paisagística. A água representa, sobretudo, o mais importante constituinte de todos os organismos vivos (Moraes & Jordão, 2002).

Fonte de vida e de riqueza, a água pode ser fonte de um número estatisticamente alarmante de doenças. Os seres vivos, inclusive os humanos com toda sua tecnologia, não foram capazes de se adaptar à vida sem água. Entretanto, a irracionalidade humana do desperdício e da degradação superou o instinto de sobrevivência, colocando em risco até mesmo a sua própria espécie (Moraes & Jordão, 2002)

Até 1920, à exceção das secas do Nordeste, a água no Brasil não representou problemas ou limitações. A cultura da abundância atualmente prevalecente teve origem nesse período. Ao longo da década de 70 e mais acentuadamente na de 80, a sociedade começou a despertar para as ameaças a que estaria sujeita se não mudasse de comportamento quanto ao uso de seus recursos hídricos. Foram instituídas nesses anos várias comissões interministeriais para encontrar meios de aprimorar o sistema de uso múltiplo dos recursos hídricos e minimizar os riscos de comprometimento de sua qualidade, principalmente no que se refere às futuras gerações, pois a vulnerabilidade desse recurso natural já começava a se fazer sentir. Nas últimas décadas, esse precioso recurso vem sendo ameaçado pelas ações indevidas do homem, o que acaba resultando em prejuízo para a própria humanidade (Moraes & Jordão, 2002).

O Brasil, apesar de possuir 14% da água do planeta, apresenta

uma distribuição desigual do volume e disponibilidade dos recursos hídricos: no Amazonas há a disponibilidade de 700.000 m³ de água / habitante/ano, na região metropolitana de São Paulo esta disponibilidade cai para 280 m³ de água/habitante/ano. Esta discrepância causa inúmeros problemas econômicos e sociais, inclusive incidindo em graves problemas relacionados à saúde humana na periferia das grandes regiões metropolitanas do Brasil (Tundisi, 2008).

Uma das principais causas da “crise da água” é a intensa urbanização, aumentando a demanda pela água, ampliando a descarga de recursos hídricos contaminados e com grandes demandas de água para abastecimento e desenvolvimento econômico e social (Tucci, 2008).

Acentuam-se assim os problemas causados pelo descompasso entre a qualidade da água, sua disponibilidade, distribuição e a sua população, surgindo a necessidade de se utilizar a água disponível de forma cada vez mais eficiente, de forma sustentável, satisfazendo as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras (Figura 1). Qualquer avaliação da disponibilidade e sustentabilidade na utilização dos recursos hídricos deve considerar não só o volume disponível, como também a qualidade, visto que uma qualidade deficiente reduzirá drasticamente esta disponibilidade aparente (Diniz, 2010).

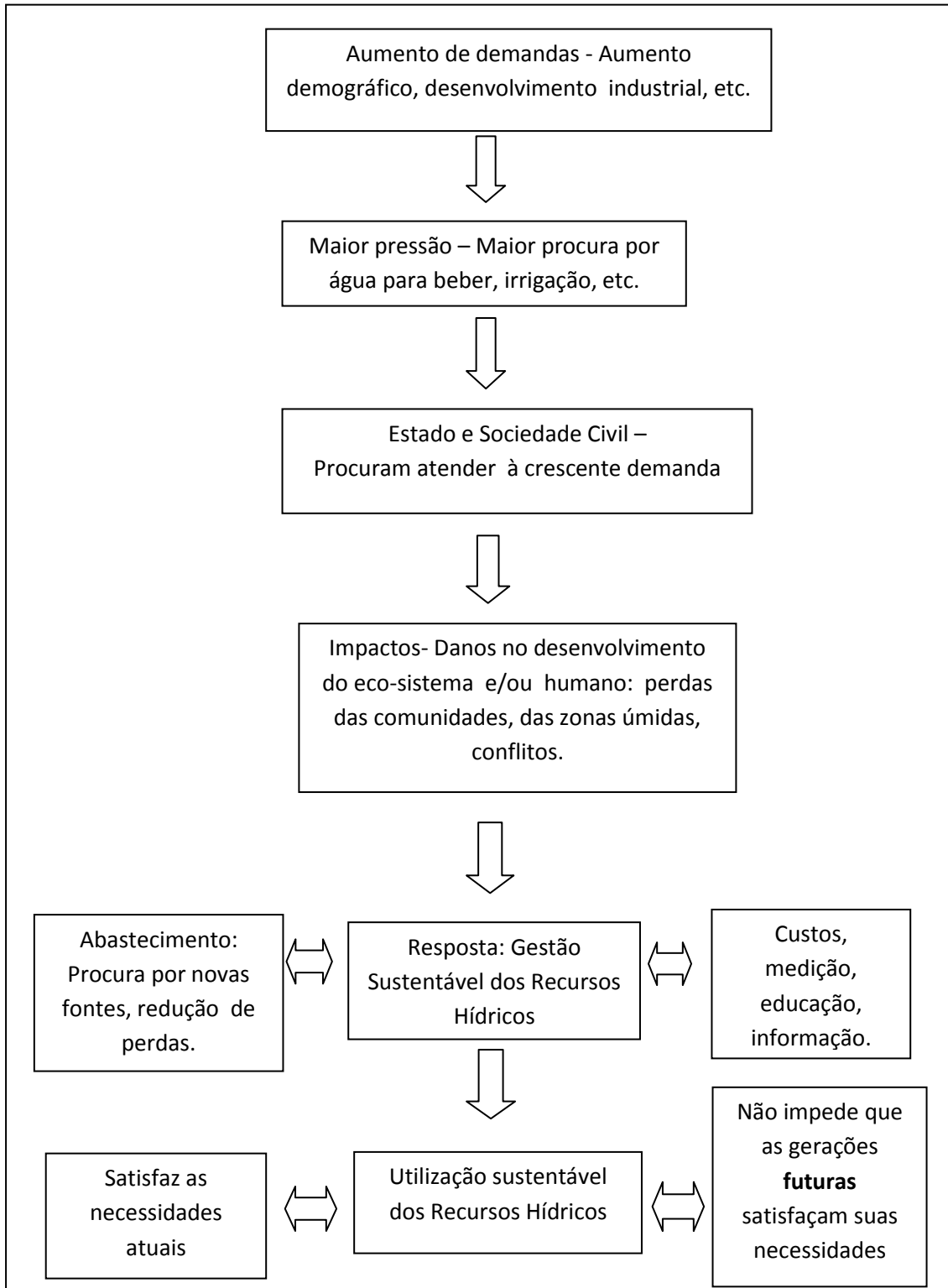


Figura 1. A Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos (Fonte: Diniz, 2010).

As atitudes comportamentais do homem, desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas, têm uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. Os impactos exercidos pelo homem são de dois tipos: primeiro, o consumo de recursos naturais em ritmo mais acelerado do que aquele no qual eles podem ser renovados pelo sistema ecológico; segundo, pela geração de produtos residuais em quantidades maiores do que as que podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes. Além desses dois impactos, o homem chega até a introduzir materiais tóxicos no sistema ecológico que tolhem e destroem as forças naturais (Moraes & Jordão, 2002).

As fontes de contaminação antropogênica em águas subterrâneas são em geral diretamente associadas a despejos domésticos, industriais e ao chorume oriundo de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microorganismos patogênicos (Freitas & Almeida, 1998).

Tem sido dramático o crescimento dos químicos manufacturados e outras atividades humanas que resultam na liberação de poluentes tóxicos. Muitas dessas atividades são essenciais para a sociedade moderna, mas, também, representam uma ameaça para a saúde humana e para os ecossistemas terrestres e aquáticos (Confalonieri *et.al*, 2002).

A água é um solvente versátil frequentemente usado para transportar produtos residuais para longe do local de produção e descarga. Infelizmente, os produtos residuais transportados são frequentemente tóxicos, e sua presença pode degradar seriamente o ambiente do rio, lago ou riacho receptor.
(Moraes & Jordão, 2002).

As necessidades de saúde da população são muito mais amplas do que as que podem ser satisfeitas com a garantia de cobertura dos serviços de saúde. Sua dimensão pode ser estimada quando se examinam, por exemplo, a precariedade do sistema de água e de esgotos sanitários e industriais; o uso abusivo de defensivos agrícolas; a inadequação das soluções utilizadas para o destino do lixo; a ausência ou insuficiência de medidas de proteção contra enchentes, erosão e desproteção dos mananciais; e os níveis de poluição e contaminação hídrica, atmosférica, do solo, do subsolo e alimentar (Moraes & Jordão, 2002).

O uso da água na obtenção de alimentos vegetais e de origem animal é o mais representativo no mundo. Os países e regiões que, percentualmente, mais utilizam água na produção de alimentos, são os que detêm menores índices de água renovável. Outro fator de elevada importância, associado à segurança alimentar é o fato de que, no mundo, cerca de 1/3 dos solos é utilizado para produção de alimentos vegetais que são consumidos diretamente pelo homem (Christofidis, 2002).

Os outros 2/3 dos solos cultivados resultam em produtos destinados a rações para animais, atividade pecuária que, indiretamente, produz alimentos que atendem à dieta alimentar humana. Enquanto a população mundial dobrou nos últimos 50 anos do Século XX (1951 a 2000), o consumo de alimentos de origem animal quadruplicou, elevando a pressão sobre a água (Christofidis, 2002).

A produção de alimentos exige um consumo de água cada vez mais elevado, tendo em vista que na maioria dos países, continentes e regiões, a água consumida na agricultura é de cerca de 70% da disponibilidade total. Este uso excessivo de água na agricultura contribui para a degradação da qualidade desta água, como a eutrofização de lagos, represas e rios devido aos usos excessivos de fertilizantes na agricultura (Tundisi, 2008)

A contaminação de águas superficiais e subterrâneas causada por agrotóxicos configura-se um importante impacto ambiental (Peres & Moreira, 2007). A contaminação das águas subterrâneas e superficiais representa o impacto ambiental adverso mais importante associado à produção agrícola (Zebarth, 1999). Como exemplo pode se citar um estudo realizado em área agrícola de Nova Friburgo, onde foi detectado concentrações de agrotóxicos anticolinesterásicos em valores até oito vezes acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 20, de 18 de junho de 1986 (Brasil, 1986) em dois pontos de um importante curso hídrico regional (Alves & Silva, 2003). Em outro estudo, realizado numa bacia hidrográfica do Município de Paty do Alferes, observou-se que tanto o solo local quanto os sedimentos do leito do rio estavam contaminados por metais pesados oriundos da deposição de agrotóxicos e fertilizantes, o que pode gerar uma série de problemas ambientais e de saúde, pela acumulação e biomagnificação destes elementos ao longo da cadeia trófica (Ramalho *et al.*, 2000).

O tratamento de ambientes aquáticos degradados têm aumentado mas, no entanto, mostram-se insuficientes para resolver a problemática da degradação ambiental. O desenvolvimento de uma consciência ambientalista, no sentido de prevenir é o meio mais eficaz de evitar a concretização da grande crise da água, prevista para um futuro bem próximo (Moraes & Jordão, 2002).

2.2. VIGILÂNCIA AMBIENTAL EM SAÚDE: VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A Saúde Ambiental, segundo a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), é a parte da saúde pública que se ocupa das formas de vida, das substâncias e das condições em torno do homem que podem exercer alguma influência sobre a saúde e o bem-estar. O trabalho em saúde ambiental na sua dimensão interdisciplinar contempla a participação de uma equipe multiprofissional, que tem como objetivo gerar e difundir conhecimentos nas áreas relacionadas ao meio ambiente, dando ênfase ao saneamento ambiental, ao saneamento básico, a saúde do trabalhador e a qualidade de vida da população (Muñoz, 2002).

Por definição, a vigilância ambiental em saúde se configura como um conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana, incluindo aí as ações de saneamento, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle dos fatores de riscos e das doenças, ou outros agravos à saúde, relacionados à variável ambiental (Costa *et al.*, 2000).

Muito já se sabe da relação saneamento e saúde e mais especificamente da água e saúde pública. Em 400 a.C. Hipócrates já chamava a atenção de seus colegas para a relação entre a qualidade da água e a saúde da população. Afirmava que o médico "que chega numa cidade desconhecida deveria observar com cuidado a água usada por seus habitantes" (OPS, 1999).

As doenças relacionadas à contaminação da água potável constituem-se num grande desafio para a Saúde Pública, no entanto o setor saúde, no Brasil, conta atualmente com programas institucionais que estão sendo desenvolvidos no sentido

de integrar as vigilâncias sanitária, epidemiológica e ambiental, na busca da Vigilância em Saúde. Nesta perspectiva, a Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, parte integrante da Vigilância Ambiental em Saúde, tem como objetivo integrar o setor saúde com os setores de saneamento e meio ambiente. Tal integração deve ocorrer a partir das ações e informações de vigilância - ambiental e epidemiológica, com as ações e informações relativas à prestação dos serviços, nos aspectos da cobertura e da qualidade do atendimento (Brasil, 2010a).

Indicadores epidemiológicos são importantes para representar os efeitos das ações de saneamento - ou da sua insuficiência - na saúde humana e constituem, portanto, ferramentas fundamentais para a vigilância ambiental em saúde e para orientar programas e planos de alocação de recursos em saneamento ambiental no país. Os projetos de abastecimento de água e esgotamento sanitário podem influenciar a morbimortalidade de uma população (Costa *et al.*, 2005).

O vínculo saúde, meio ambiente e desenvolvimento se deve ao esforço dos movimentos internacionais, através dos encontros internacionais realizados, desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizado no Rio de Janeiro – Brasil em 1992 (Rio 92), fica evidente que a saúde ambiental tornou-se um item importante da agenda do meio ambiente e do desenvolvimento, e que as questões ambientais receberam maior destaque na agenda da saúde pública (Costa *et al.*, 2000).

Um dos mais importantes estímulos para o uso de indicadores de desenvolvimento na área da saúde e ambiente foi o surgimento do desenvolvimento sustentável, como princípio guia para a política e a adoção da Agenda 21, construída em 1992 na Conferência Ambiental e Desenvolvimento das Nações Unidas (Costa *et al.*, 2000).

O Princípio 1 da declaração do Rio/92 diz que:

O “fator humano” é de importância fundamental para o conceito de sustentabilidade. Isto foi enfatizado no preâmbulo da Declaração do Rio, mais precisamente que “os seres humanos estão no centro da preocupação com o desenvolvimento sustentável. Eles têm direito a uma vida saudável e produtiva, em harmonia com a natureza (ONU, 1993).

O Capítulo 40 da Agenda 21 – Informação para a Tomada de Decisão (ONU, 1993), por exemplo, estabelece que:

Indicadores de desenvolvimento sustentável precisam ser desenvolvidos para prover bases sólidas na tomada de decisão em todos os níveis e para contribuir para a regulação própria da sustentabilidade do ambiente, integrado a outros sistemas de desenvolvimento (ONU, 1993).

O consumo de água segura é de importância fundamental para a sadia qualidade de vida e de proteção contra as doenças, sobretudo aquelas evitáveis, relacionadas a fatores ambientais e que têm afligido populações em todo o mundo (Brasil, 2010a).

A preocupação com a degradação e a conseqüente escassez dos recursos hídricos deixou de ser somente motivo de luta de ambientalistas assumidos, passando a representar um sério problema de saúde pública (Moraes & Jordão, 2002).

O acompanhamento e avaliação das ações na prática rotineira da vigilância da qualidade da água para consumo humano, torna-se imprescindível como forma de garantir o consumo de água na qualidade requerida, assim como, é notória a importância da qualidade da água utilizada para consumo humano na saúde de uma população, tendo em vista sua potencialidade em transmitir inúmeras doenças. Nesse contexto, a vigilância da qualidade da água para consumo humano assume um papel primordial, enquanto prática de promoção da saúde pública (Neto *et. al.*, 2007).

2.3. GEOLOGIA MÉDICA

A Geologia Médica ou Geomedicina é definida como a ciência que estuda a influência de fatores geológicos ambientais relacionados à distribuição geográfica das doenças humanas e dos animais. A geologia médica é uma ciência interdisciplinar com rápido crescimento (Silva *et al.*, 2006).

A Geomedicina, e com ela a Geoquímica Médica, começou 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 causa-e-efeito entre os fatores ambientais e problemas de saúde. São clássicas as conexões conhecidas há muito tempo entre a saúde e deficiência ou excesso de elementos como I, F, Se e As (Cortecchi, 2003).

O diagnóstico ambiental por meio de técnicas geoquímicas tem sido tentado

desde a década de 30, quando pesquisadores da ex-URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas) iniciaram investigações geoquímicas voltadas à localização de jazidas minerais. O sucesso da nova metodologia, com uma repetibilidade de causa-efeito, provocou sua rápida disseminação por outros países, tendo sido intensamente pesquisada e aplicada com êxito em todos os ambientes geológicos e fisiográficos do planeta (Licht, 2001).

Com o desenvolvimento da tecnologia dos Sistemas de Informações Geográficas, é possível integrar dados provenientes das mais diversas fontes e pelos mais diversos métodos e técnicas desde que referidos ao mesmo espaço geográfico. Isso permite que a composição química das águas superficiais ou subterrâneas possa ser integrada a dados censitários socioeconômicos, de saúde pública, ou quaisquer outros. A integração de informações tão diversificadas possibilita a montagem de modelos complexos que estabeleçam robustas relações de causa e efeito dos processos que ocorrem no sistema ambiental (Licht, 2001).

Nosso ambiente é uma rede de interações geológicas e biológicas caracterizadas pelas relações entre a vida e o planeta Terra. Os elementos químicos formadores das rochas e dos solos podem representar riscos à saúde dos homens, dos vegetais e dos animais. Os teores desses elementos em nosso ambiente podem estar correlacionados com a deficiência e toxicidade dos mesmos nos organismos dos seres vivos. Alguns elementos que ocorrem naturalmente na crosta terrestre são essenciais para manutenção da nossa saúde, porém outros são tóxicos (Silva *et al.*, 2006).

Quase toda doença endêmica tem seu padrão característico de distribuição geomorfológica regular. Pode parecer que não existe nenhuma relação direta entre a geomorfologia e as doenças endêmicas; porém, as feições geomorfológicas refletem a estrutura geológica, a litologia da camada, o tipo de solo, o gênero da vegetação e da espécie, as condições de circulação das águas de superfície e subterrânea, além das características de formação, da qualidade e da quantidade da água. Além disso, as características geomorfológicas podem revelar as relações entre o ambiente geoquímico e a migração e enriquecimento dos elementos. Estes fatores desempenham um papel importante no desenvolvimento e distribuição das doenças endêmicas (Lin, 1991).

A geologia pode alterar a saúde humana. Entretanto, as rochas são fontes naturais de todos os elementos químicos que são encontrados na Terra. Muitos elementos são essenciais para a saúde das plantas, dos animais e do homem. A maior parte desses elementos entra no corpo humano via alimentação e água e através do ar que nós respiramos. Através dos processos de intemperismo, as rochas se fragmentam e formam os solos, nos quais são cultivados produtos agrícolas e criação de animais que constituem fonte de alimentação. As águas potáveis permeiam rochas e solos fazendo parte do ciclo hidrológico. Grande quantidade de poeira e gases presentes na atmosfera é resultante dos processos geológicos. Portanto, existe um vínculo direto entre a geoquímica e a saúde devido à ingestão e inalação de elementos químicos pela alimentação e respiração (Silva *et al.*, 2006).

A rocha pode influenciar a estrutura e o componente químico do solo, como também das águas superficiais e subterrâneas. No estudo da doença é muito importante estudar o status ambiental. Tipos especiais de minerais que incluem Cd, Cr, Sn, F, As, Be, Se, Hg e Tl podem se acumular nas rochas, solos, e águas resultando em doenças que podem ser adquiridas pelos seres humanos como fluorose, toxicose de selênio, arsenismo, toxicose de cádmio, toxicose de tálio, neoplasma cutâneo maligno e carcinoma broncogênico ou ainda como outras doenças (Wang & Zhang, 1985; Lin 1991).

Cada doença endêmica tem suas próprias características ambientais. Algumas das características podem refletir os fenômenos de superfície da distribuição da doença, como clima, topografia, e movimento das águas. Algumas características podem contribuir para determinadas doenças, como a insuficiência ou excesso de elementos, excesso de húmus, e poluição orgânica (Lin *et al.*, 2004).

Os elementos que ocorrem naturalmente não são distribuídos igualmente na superfície terrestre e os problemas podem surgir quando as concentrações dos elementos são muito baixas (deficiência) ou muito elevadas (toxicidade). Aproximadamente 25 dos elementos que ocorrem naturalmente são conhecidos por serem essenciais à vida das plantas e dos animais, incluindo Ca, Mg, Fe, Co, Cu, Zn, P, N, S, Se, I e Mo. Por outro lado, o excesso desses elementos pode causar

intoxicação. Alguns elementos como o As, Ca, Mg, Fe, Co, Cu, Zn, P, N, S, Se, I e Mo não possuem função biológica ou a possuem de forma limitada e são geralmente tóxicos para o homem (Silva *et al.*, 2006).

Elementos maiores (formadores de rocha, componentes da água e alguns dos principais constituintes dos organismos) como Na, Mg, Al, Si, K, Ca e Fe são aqueles cuja abundância média nos materiais crustais, excede 1 %. Elementos traço, como: Ti, P, S e Mn, têm uma abundância média na faixa entre 1,0 e 0,01 %. Elementos traço como Be, B, As, Mo e U, têm uma abundância média na ordem de 1 parte por milhão (ppm ou mg/kg ou µg/g). Assim, 8 ppm Cu indicam que em 1.000.000 de gramas da amostra analisada existem 8 gramas de cobre (Licht, 2001).

Os elementos-traço essenciais são: cromo, cobalto, cobre, flúor, ferro, manganês, molibdênio, zinco e selênio. Os elementos que provavelmente não participam dos processos biológicos são chamados elementos não-essenciais e, freqüentemente, apresentam propriedades perigosas, por exemplo: arsênio, cádmio, mercúrio e chumbo. Exposição a metais pesados pode resultar em efeitos negativos (Silva *et al.*, 2006).

A Geologia Médica é uma ciência que pode ser aplicada integrada com as bases de dados socioeconômicos e sanitárias com objetivo de demonstrar e comprovar sua aplicabilidade na gestão equilibrada do meio ambiente, além de trazer novas perspectivas para a melhoria da qualidade de vida da população, atuando na saúde pública de forma multidisciplinar, reduzindo as ameaças ambientais para a saúde e bem-estar dos humanos e animais.

2.3.1. METAIS PESADOS

Segundo Moraes & Jordão (2002) os metais são naturalmente incorporados aos sistemas aquáticos por meio de processos geoquímicos. No entanto, nas últimas décadas, têm sido verificadas inúmeras alterações ambientais provenientes, sobretudo, dos processos de urbanização e industrialização.

Metal pesado não necessariamente é considerado “material tóxico”. Em baixas concentrações no organismo, muitos deles são considerados nutrientes

indispensáveis às plantas e seres vivos. Vários íons metálicos são essenciais ao bom funcionamento dos organismos vivos, tais como sódio, cálcio, potássio, manganês, ferro, cobalto, molibdênio, cobre e zinco, que têm importância fundamental para o homem (Silva, 2002).

Os metais pesados em grandes concentrações, entre outras substâncias que atingem o meio aquático devem ser vistos com maior preocupação, especialmente por se tratarem de elementos não degradáveis, que perduram por um longo tempo nesse ambiente, acumulando-se principalmente nos sedimentos, levando a bioacumulação e transferência na cadeia trófica (Cotta *et al.*, 2006)

Segundo Paracelsus (1493-1541) Todas as substâncias são venenos; não há nenhuma que não seja um veneno. A dose certa diferencia um veneno de um remédio (Selinus *et al.*, 2005).

A maior parte dos metais pesados é essencial em diferentes funções biológicas nos organismos (por exemplo, o cobalto, cobre, manganês, molibdênio, zinco, níquel e vanádio). Eles são denominados micronutrientes. Em altas concentrações, no entanto, todos esses metais produzem efeitos adversos nos organismos. A introdução de metais pesados, em larga escala, na sociedade – a tecnosfera – e eventualmente na biosfera tem trazido à tona os efeitos tóxicos nos animais e plantas e caminhos não-sustentáveis. Cádmio, mercúrio, chumbo, cobre e outros metais têm relação com vários efeitos na vida dos organismos. Destes, o mercúrio e o chumbo não participam de nenhuma função biológica nos organismos vivos (Silva *et al.*, 2006).

Tradicionalmente, observa-se que a qualidade microbiológica da água, para fins de abastecimento, tem sido o principal fator a ser analisado. Porém, isto tem sido mudado atualmente, sendo que a importância da "qualidade química" tem aumentado com a evolução do conhecimento sobre os danos causados pela exposição à substâncias químicas (Leite *et al.*, 2004).

A disposição de efluentes industriais contendo metais pesados em fontes hídricas é o maior fator antropogênico, responsável pela poluição em vários ambientes aquáticos. A natureza geoquímica do solo é importante fator causal de poluição por metais, particularmente em fontes de águas subterrâneas. Metais

pesados em água persistem por mais tempo que poluentes e percolam da superfície para a camada subterrânea de água (Pathak *et al.*, 1994).

Metais no sistema de distribuição de água podem ter origem na variabilidade da qualidade da água que o sistema de distribuição pode apresentar ou estar relacionados a esse fato. Duas origens podem ser indicadas: a primeira diz respeito ao próprio sistema que fornece o metal, principalmente por meio de corrosão química ou microbiológica; a segunda fonte diz respeito à origem da água que entra na estação de tratamento, onde principalmente alumínio e ferro formam compostos utilizados no processo de coagulação cujo objetivo é a remoção de partículas em suspensão na água que afluí para a estação de tratamento (Freitas *et al.*, 2001).

Os metais pesados representam impurezas de fertilizantes e pesticidas aplicados aos solos agrícolas (Gimeno-Garcia *et al.*, 1996). Os metais pesados também fazem parte dos componentes ativos de vários agrotóxicos, sendo que o uso de sais de zinco, arsenato de Cu e de Pb e compostos metalo-orgânicos têm elevado os níveis de contaminação do solo com estes elementos (Tiller, 1989).

De acordo com Amaral & Krebs (2010) os metais pesados são elementos químicos que diferem de outros agentes tóxicos porque não são sintetizados nem destruídos pelo homem. A atividade industrial diminui significativamente a permanência desses metais nos minérios, bem como a produção de novos compostos, além de alterar a distribuição desses elementos no planeta. A indústria de transformação e química produz resíduos que muitas vezes contêm metais pesados. Esses resíduos quando não dispostos adequadamente podem vir a contaminar o meio ambiente, seja através da poluição hídrica e do solo, seja através da poluição aérea. A presença de metais seja na água, no solo ou nos alimentos pode ser controlada, através da limitação do uso de defensivos agrícolas, proibição de produção de alimentos em solos contaminados com metais pesados e exigência de projetos de manuseio e disposição controlada de resíduos sólidos e líquidos tóxicos. Os metais pesados atingem o homem através da água, do ar e do sedimento, tendendo a se acumular na biota aquática. Alguns metais são acumulados ao longo da cadeia alimentar, de tal forma que os predadores apresentam as maiores concentrações.

Muitos metais são essenciais para o crescimento de todos os tipos de organismos, desde as bactérias até mesmo o ser humano, mas eles são requeridos sempre em baixas concentrações, e quando em concentrações altas podem danificar os organismos vivos.

Segundo Amaral & Krebs (2010), os metais são classificados em:

- Elementos essenciais: Na, K, Ca, Fe, Zn, Cu, Ni e Mg.
- Micro-contaminantes: As, Pb, Cd, Hg, Al, Ti, Sn e W.
- Elementos essenciais e simultaneamente micro-contaminantes: Cr, Zn, Fe, Co, Mn e Ni.

A conexão entre a qualidade ambiental, em termos de metais pesados, e a saúde humana pode ser exemplificada com o caso clássico de contaminação por mercúrio (Hg) na baía de Minamata no Japão. Ela iniciou na década de 1930, com a descarga na baía de rejeitos de indústrias químicas contendo mercúrio, com os primeiros casos aparecendo na década de 1960, com pessoas com paralisia cerebral e sintomas estranhos de tonteiras, cegueira, surdez e dificuldades de fala (Doença de Minamata). Em 1982 foi diagnosticado envenenamento por metil-mercúrio, o qual deixou mais de 700 pessoas paralisadas. O metil-mercúrio penetra no cérebro e o desgasta, causando os sintomas citados, até a completa paralisia. No mar, o mercúrio é metilizado pela atividade de microorganismos em metil-mercúrio, liberados na água e acumulando-se gradualmente nos peixes. O envenenamento ocorreu por ser a dieta dos habitantes de Minamata baseada principalmente em peixes e moluscos tomados da baía (Cortecci, 2003).

Certos metais pesados causam forte impacto na estabilidade de ecossistemas e provocam efeitos adversos nos seres humanos. Alguns desses metais são capazes de provocar efeitos tóxicos agudos e câncer em mamíferos devido a danos que causam no DNA. Até mesmo os elementos químicos essenciais à manutenção e ao equilíbrio da saúde, quando em excesso, tornam-se nocivos, podendo comprometer gravemente o bem-estar dos organismos (Moraes & Jordão, 2002).

2.4. AÇÕES BIOLÓGICAS DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Dentre os elementos e compostos químicos analisados (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, V, Be, Ti, F, Cl, NO₂, Br, NO₃, PO₄, SO₄), nas amostras, somente 9 (nove): (Ba, Ca, Fe, Mg, Sr, F, Cl, NO₃, SO₄) apresentaram valores de concentração química relevantes para a pesquisa. Tendo em vista estes resultados, somente serão apresentadas as ações biológicas destes 9 (nove) elementos químicos mais relevantes, como se segue:

2.4.1. BÁRIO

Segundo Cortecci (2003), os níveis de bário no meio ambiente são muito baixos. Altas quantidades podem ser encontradas no solo e nos alimentos como frutas secas, algas, pescados e algumas plantas. Devido ao seu uso extensivo nas indústrias, o bário tem sido liberado no meio ambiente em grandes quantidades. Como resultado, as concentrações de bário no ar, água e solo podem ser maiores que as concentrações que ocorrem de forma natural.

O Bário é liberado no ar por minas, refinarias e durante a produção de compostos ou combustão de carbono e óleos. Alguns desses compostos se dissolvem facilmente na água e são encontrados em rios, lagos e córregos alcançando grandes distâncias do local liberado, sendo absorvidos pelo corpo de peixes e outros organismos aquáticos. A quantidade de bário que é detectada na comida e na água geralmente não é suficientemente alta para comprometer a saúde. Os maiores riscos para a saúde são causados pela aspiração do ar que contém o sulfato de bário ou carbonato de bário. Os sintomas do envenenamento dos compostos de bário podem causar hipertensão arterial, arritmias, diminuição dos reflexos nervosos, processos inflamatórios no fígado e cérebro (Shils & Shike, 1994).

2.4.2. CÁLCIO

O cálcio é um elemento químico essencial ao ser humano, é classificado como um metal alcalino terroso, é o 5º elemento em abundância na crosta terrestre, sempre na forma de minerais formando compostos de grande interesse industrial

como carbonatos, sulfatos, fluoretos e fosfatos. É encontrado principalmente nos ossos, dentes, tecidos e em fluidos corporais; tem presença ativa no controle dos impulsos nervosos, ação muscular, coagulação sanguínea, distúrbios nervosos e convulsões musculares (Cortecci, 2003).

Segundo Bigazzi (1996), a ingestão de Vitamina D estimula a reabsorção de cálcio nos ossos. Contudo, o excesso de cálcio no organismo é deveras prejudicial à saúde, podendo provocar calcificações excessivas nos ossos (poliartroses) e rins (litíase renal).

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 em adultos (Berglund *et al.*, 2000).

O cálcio é empregado em vários processos industriais, tais como a desulfurização e decarbonização de ligas ferrosas e não ferrosas (Winter, 1993). Na área rural é utilizado no solo como corretivo agrícola (sob a forma de calcário). A cal, por sua vez, é usada na construção civil e no tratamento de água (Licht, 2001).

2.4.3. FERRO

O ferro aparece com grande ocorrência na crosta terrestre como constituinte em quase todas as rochas, bem como nos seres vivos, vegetais e animais e em águas naturais. Este elemento desempenha um papel importante nos processos de metabolismo nos animais, sendo um constituinte vital nas células de todos os mamíferos. A principal função do ferro no corpo é o transporte de oxigênio no sangue, por intermédio da hemoglobina, existente nos glóbulos vermelhos, ambos presente em algumas enzimas do sistema respiratório que catalisam mecanismos de oxidação celular. Concentra-se nos ossos, na medula, nos rins e nos intestinos. No homem os órgãos mais ricos em ferro são: o fígado e o baço onde o elemento existe na forma de “ferritina”. Embora em menor quantidade, presente nos ossos, na medula, nos rins e nos intestinos (Cortecci, 2003).

A disponibilidade de ferro nos alimentos depende de fatores geoquímicos, pois a pequena quantidade de ferro na água e no solo atua na cadeia alimentar, cuja deficiência pode acarretar anemia ferropriva, baixa imunidade, deficiência

respiratória, predisposição a infecções. Esse tipo de anemia é comum nas mulheres, pela perda de ferro durante a menstruação. O excesso desse elemento pode contribuir para carcinogênese. Os alimentos ricos em ferro são os ovos, carnes, farinha integral, folhas verdes escuras, farelo de arroz e órgãos de animais, como fígado. Entretanto, o leite e seus derivados, batata e a maioria das frutas são pobre em ferro. O feijão é um alimento rico em ferro, mas somente é absorvido pelo organismo na presença da vitamina C (Bigazzi, 1996).

O ferro é o principal metal industrial, sendo destinado à metalurgia de ferro e aço. O Fe_2O_3 pode compor os resíduos de diversas atividades como indústrias metal-mecânicas ou pelo simples desgaste, oxidação e transporte de resíduos de ferramentas industriais e utensílios domésticos ou urbanos (Licht, 2001).

2.4.4. MAGNÉSIO

O magnésio é um elemento químico que atua na composição dos ossos e desempenha papel importante, como coenzima, nas reações de ATP que ocorrem no interior das células. Nos vegetais, o magnésio é encontrado nos cloroplastos, na composição da clorofila. Essas estruturas são responsáveis pelo processo da fotossíntese. O óxido de magnésio é usado como material refratário em fornos para a produção de ferro e aço (Winter, 1993).

Uma relação extraordinária entre a dureza das águas (controlada essencialmente por cálcio e magnésio) e a incidência de doenças cardiovasculares foi considerada em base a uma correlação negativa, ainda que fraca, entre esses dois parâmetros, em várias regiões do mundo industrializado e não industrializado. O elemento responsável por essa relação parece ser o magnésio, que nas águas examinadas era presente com mais de 10%. Além disso, o teor de magnésio no miocárdio de pacientes mortos por enfarto e que em vida haviam bebido água relativamente leve, resultou ser, na média, 6% mais baixo, que nos pacientes enfartados que em vida havia consumido água relativamente dura. Por fim, pacientes mortos por enfarto apresentaram teores de magnésio nos tecidos cardíacos estatisticamente menores que pacientes mortos por outras causas (Bigazzi, 1996)

2.4.5. ESTRÔNCIO

O estrôncio não tem aplicações diretas, como metal. No entanto, os seus compostos podem ser usados comercialmente, como é o caso do carbonato e do óxido, usados na indústria açucareira para recobrir as melaças, ou ainda do nitrato de estrôncio, usado em pirotecnia, na produção de fogo de artifício e fogos de sinal ou alarme, pois produz uma chama vermelho-carmim. O sulfeto de estrôncio é usado como depilatório e em tintas luminescentes devido às suas propriedades específicas. O estrôncio 90 é o isótopo radioativo que não existe na natureza, é produto das reações de fusão em centrais nucleares e armas nucleares tendo uma vida média de 28 anos, o que quer dizer que perde nesse tempo a metade de sua radiatividade (ECRR, 2004).

O estrôncio é um elemento disperso e ocorre em minerais portadores de cálcio. Similar ao cálcio, quimicamente, se armazena preferencialmente nos ossos e nos dentes, também apresenta uma afinidade particular pelos fosfatos do ADN e causa desintegrações dentro do material genético. Os efeitos do Estrôncio 90 na saúde humana, como de outros elementos radioativos não se limitam à incidência de câncer, mas em níveis elevados pela exposição correlacionam-se ao aumento da mortalidade infantil por defeitos cardíacos e circulatórios, abortos, mortes neonatais (Berrigan, 2003).

2.4.6. FLÚOR

O Flúor está presente em mamíferos na forma de fluoretos. O Flúor é uma substância que deve ser utilizada com cuidado, devido a sua toxicidade. Quando em pequenas quantidades se acumula nos dentes e nos ossos. São acrescentados fluoretos em médias quantidades nos cremes dentais (1000ppm~1500ppm), que não devem ser engolidos, e em baixa quantidade em águas de consumo para evitar o surgimento de cáries (0,6 ppm~1,0 ppm). Entretanto a fluoretação da água potável é motivo de controvérsias entre muitos cientistas, políticos e ativistas, pois o Flúor é considerado medicamento pela Organização Mundial de Saúde, que endossa sua adição na água, leite ou sal como forma eficaz de combate às infecções dentárias,

em especial a cárie, uma doença epidêmica. No Brasil há leis de fluoretação de águas públicas. É muito importante o total controle sobre a dosagem depositada na água, sal e leite por parte de químicos, técnicos e engenheiros. A OMS também recomenda que seja feita a pesquisa das fontes de flúor extra-água, para saber se as pessoas já estão sendo expostas aos níveis adequados do elemento no ar e comida cabendo as autoridades públicas punição severa para seus praticantes (indústria, técnicos das estações de tratamento da água, etc.). Muitas águas têm fluoretos naturais, a maioria das águas minerais. Em chás e peixes ele existe em grande abundância, o que poderia justificar a boa qualidade dental de indígenas e orientais juntamente com um menor consumo de açúcares refinados (OPAS, 1987).

Fluoretos orgânicos talvez sejam nutrientes essenciais, mas essa possibilidade ainda não foi provada inequivocamente, embora um ser humano normal tenha em média 500ppm/F nos ossos do corpo. A intoxicação por Flúor se manifesta com um aspecto quebradiço e cromaticamente disforme dos dentes chamado fluorose. Geralmente acontece quando do consumo de grandes quantidades de águas naturalmente com concentrações ideais de flúor, por parte de crianças, e em alimentos processados com estas águas. É importante que com a fluoretação seja feito um suplemento nutricional, para que a criança não sofra de má mineralização com cristais defeituosos decorrente da falta de cálcio e iodo, o que geraria problemas endócrinos (Cortecci, 2003).

2.4.7. CLORO

O Cloro está presente sobretudo na forma iônica. Ele é necessário para o balanço hídrico e controle da pressão osmótica. Participa da digestão e assimilação dos alimentos. A dose diária recomendada para boa saúde de uma pessoa adulta é de 750 a 3.600mg (Cortecci, 2003).

2.4.8. NITRATO

O Nitrato pode estar presente nas águas potáveis, o qual pode causar efeitos adversos à saúde, como a indução à metemoglobinemia, através da conversão

bacteriana do Nitrato à Nitrito durante a digestão, o que pode ocorrer na saliva e no trato gastrintestinal (Mato, 1996). Crianças pequenas, principalmente as menores de três meses de idade, são bastante susceptíveis ao desenvolvimento desta doença devido às condições mais alcalinas do seu trato intestinal – fato também observado em pessoas adultas que apresentam gastroenterites, anemia, porções do estômago cirurgicamente removidas e mulheres grávidas (Oliveira *et. al*, 1987).

2.4.9. SULFATO

O sulfato (SO_4) é um íon que ocorre naturalmente em vários minerais, incluindo a barita (BaSO_4), epsomita ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). O sulfato é usado na produção de fertilizantes, produtos químicos, tintas, vidro, papel, sabão, têxteis, fungicidas, inseticidas, adstringentes e eméticos. É também utilizado na mineração, indústria siderúrgica, produção de celulose, processamento de couro e tratamento de esgoto (Greenwood & Earnshaw, 1997).

2.5. TRATAMENTO DE ÁGUA NAS ETA'S

A água utilizada pela população é captada em rios e córregos (mananciais de superfície) ou em poços (mananciais subterrâneos). Antes de chegar à casa das pessoas, ela é tratada pela SANEAGO passando por um rigoroso processo de controle de qualidade. São realizadas diversas análises físico químicas e bacteriológicas durante todo o seu percurso. Depois do tratamento, a água vai para os reservatórios, localizados em pontos estratégicos da cidade. A distribuição é feita por adutoras e redes que levam a água potável para o consumo. Ela chega nas casas através do sistema de ligação domiciliar e fica armazenada em caixas d'água, que devem ser lavadas a cada seis meses. (SANEAGO, 2011)

Os serviços públicos de abastecimento de água devem fornecer sempre água de boa qualidade, para isso requer tratamento e os processos exigidos devem ser determinados com base nas inspeções sanitárias e nos resultados de exames e análises periódicas. A água de abastecimento para consumo humano, após tratamentos físicos e químicos nas ETA's deve atender à um padrão de qualidade,

para que esta seja declarada como água adequada para consumo humano, conforme Portaria 518/2004 à qual: “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”. Os tratamentos realizados nas ETA’s têm como finalidade fornecer uma água límpida, isenta de microorganismos patógenos, sabor e odores e para ser utilizada em processos de industrialização sem interferentes (CETESBa, 1973; CETESBb, 1973; Netto *et al*, 1987). Nas ETA’s da área de estudo a fonte de captação da água é um manancial de superfície e o tratamento utilizado é o convencional, conforme ilustrado na Figura 2. O tratamento utilizado agrupa os processos de aeração, coagulação, floculação, decantação ou sedimentação, filtração, desinfecção e correção para controle de dureza e corrosão e eliminação de esgotos e odores.

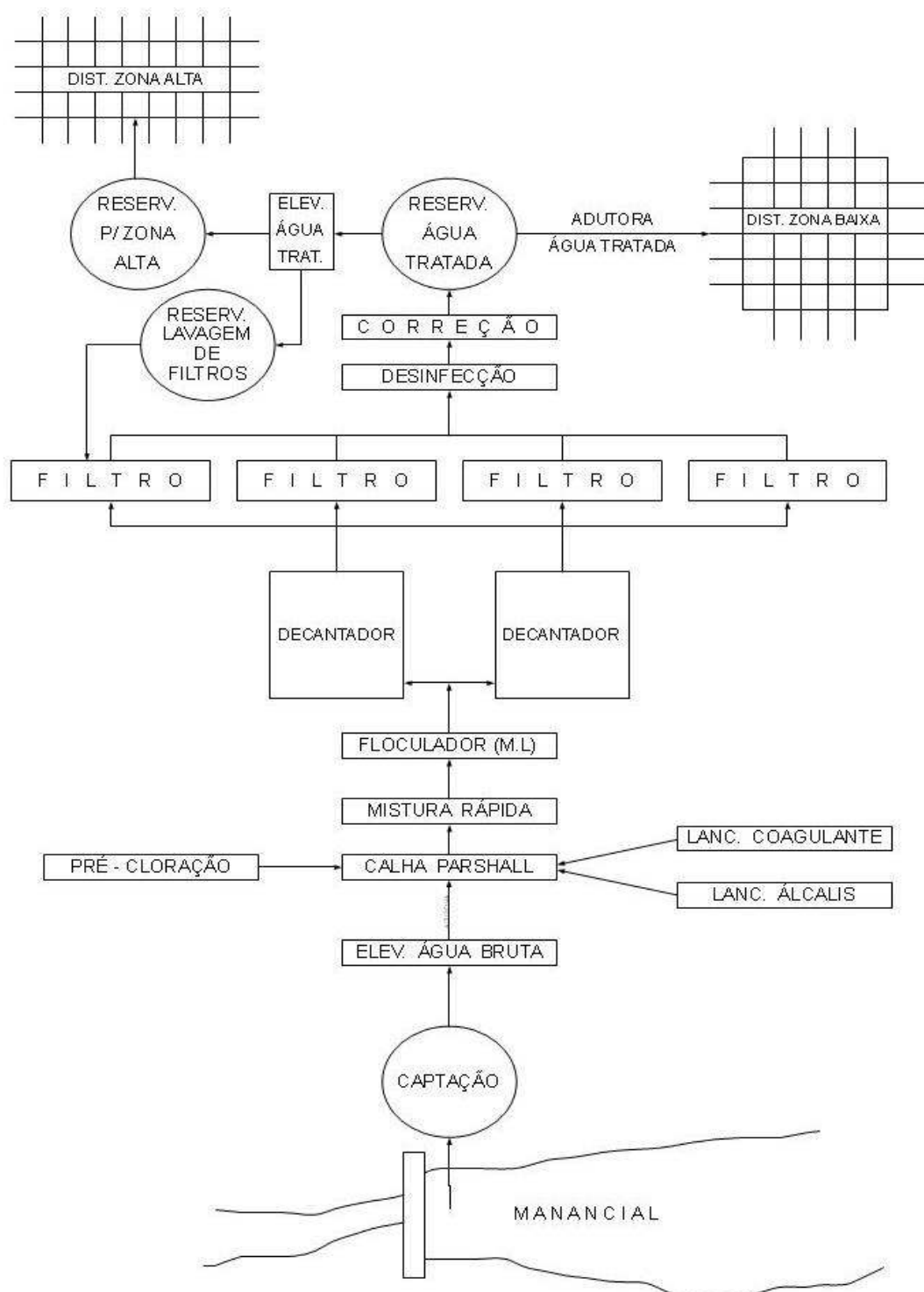


Figura 2. Fluxograma do Tratamento Convencional de Água em uma ETA

(Fonte: CETESBa, 1973; CETESBb, 1973; Oliveira *et al*, 1984)

Partes constituintes de um sistema produtor de tratamento de água (E.T.A.) (CETESBa, 1973; CETESBb, 1973; Oliveira *et al*, 1984; Netto *et al*, 1987)

- Manancial: É a fonte de onde a água é retirada para abastecimento e consumo, pode ser Rio, Ribeirão ou Represa;
- Captação: é a maneira utilizada para a retirada de água bruta, podendo ser tipo recalque ou gravidade;
- Elevatória de água bruta: composta por conjunto de motor-bomba
- Adutora: canalização para adução de água bruta até a estação de tratamento de água;
- Calha Parshall: chegada da água bruta, no qual é lançado o coagulante; sulfato de alumínio, álcalis, cal hidratada e pré-cloração. Usada para a mistura rápida dos produtos químicos com a água, aproveitando a turbulência formada (Figura 3);



Figura 3. Calha Parshall – parte constituinte do sistema de tratamento de água onde é realizada a mistura rápida dos produtos químicos com a água.

- Mistura rápida (coagulação): A mistura rápida é a que permite a dispersão dos produtos químicos (coagulante) na água a ser tratada, dando uma distribuição uniforme aos mesmos.
- Floculador (mistura lenta): unidades onde ocorrem a agregação das

partículas após ter recebido o coagulante (sulfato de alumínio) na Calha Parshall, onde iniciou o processo de coagulação, o qual envolve fenômenos físicos e químicos e consiste no tratamento da água com certos compostos químicos necessários para agrupar estas pequenas partículas em outras de maior tamanho e peso, chamadas “flocos”. A finalidade da coagulação e floculação é transformar impurezas que se encontram em suspensão fina, em estado coloidal ou em solução, bactérias protozoários e/ou plâncton, em partículas maiores (flocos) para que possam ser removidas por sedimentação e/ou filtração.

- Decantador: tanques no qual ocorre o processo de decantação da água e a sedimentação dos flocos, carreando para o fundo nesses aglomerados de flocos, vírus, algas, microorganismos diversos, vermes, etc.
- Filtro: constituído de camadas de material filtrante, seixos de tamanhos variados, areia e carvão ativado, retirando os remanescentes dos flocos.
- Desinfecção: Realizado em poço de contato com adição de cloro e seus compostos (hipocloritos e cal clorada), o cloro é usado para destruir ou dificultar o desenvolvimento de microorganismos de significado sanitário como, por exemplo, a ação contra microorganismos patogênicos, algas e bactérias ferro-redutoras;
- Fluoretação: Realizado em poço de contato com adição de flúor; é um processo utilizado para a aplicação de produtos de flúor na água de abastecimento público, consistindo em uma simples adição, de maneira controlada;
- Correção: adição de cal para correção de pH, com finalidade de evitar corrosões nas tubulações;
- Reservatório de água tratada: unidades de grande reserva de água tratada;
- Elevatória de água tratada: composta por conjunto de motor-bomba para adução de água tratada para reservatórios localizados em pontos estratégicos da cidade;
- Reservatórios de distribuição: para distribuição de água ao cliente.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. LOCALIZAÇÃO

A área de estudo consiste em 6 municípios (Acreúna, Maurilândia, Rio Verde, Santo Antônio da Barra, Santa Helena de Goiás e Turvelândia) , os quais estão localizados na Região de Planejamento Sudoeste Goiano, possuindo uma área de 12.861,79 Km², uma população estimada de 238.570 habitantes com densidade demográfica de 18,55 hab./Km² (Brasil, 2009a).

3.2. CLIMA

As condições climáticas desta região são determinadas através dos fatores dinâmicos que asseguram uma certa homogeneidade de clima característico de toda a região Centro-Oeste. O clima é predominantemente quente, úmido e semi-árido, com 1 a 5 meses secos. Segundo a classificação de Koppen (Trewartha & Horn 1980) enquadram-se no tipo AW, característico dos climas úmidos tropicais, possuindo duas estações bem definidas: seca no inverno e úmida no verão (Brasil, 2005a).

A temperatura média apresenta diferenças pouco significativas, as diferenças acentuadas ocorrem geralmente com as mínimas (inverno) e máximas (primavera) diárias, atingindo valores respectivamente, da ordem de 40 a 1°C.

As características climatológicas predominantes são:

- Precipitação média anual entre 1200 e 1800 mm;
- Período chuvoso estende-se de novembro a março, com o trimestre mais úmido correspondendo aos meses de janeiro, fevereiro e março;
- Período seco e representado pelos meses de junho, julho e agosto, com os meses de maio e setembro sendo os de transição entre as estações seca e úmida, respectivamente (Brasil, 2005a).

Os municípios do sudoeste goiano abordados neste trabalho compõem a sub-bacia do Rio Paranaíba (Figura 4), que compõe a grande bacia hidrográfica do Rio Paraná, a bacia do Rio Paranaíba é a primeira bacia em importância, quanto à área drenada e ocupação antrópica com 149.488 km², na parte centro-sul do Estado (Brasil, 2005a).

O rio Paranaíba nasce na Serra da Mata da Corda no Estado de Minas Gerais a uma altitude de 1.140m e percorre uma extensão de 1.120 km até sua

desembocadura no rio Paraná. Sua bacia de captação e drenagem totaliza 220.195 km². Os principais afluentes são: rio Aporé, rio dos Bois, rio Claro, rio Corrente, rio Corumbá, rio Meia Ponte, rio Piracanjuba, rio São Marcos, rio Turvo, rio Verde, rio Verdão (Brasil, 2005a).

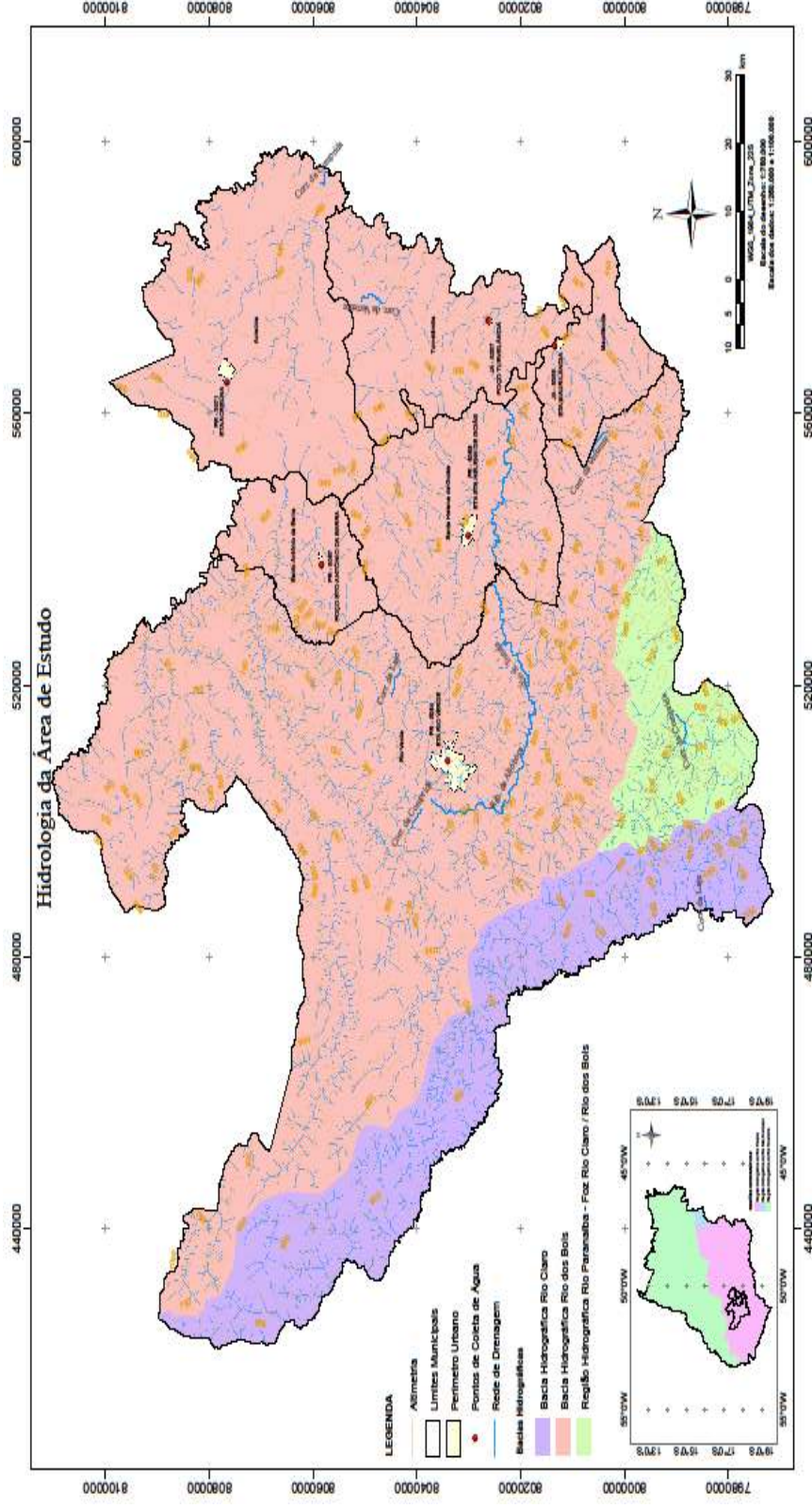


Figura 4. Mapa Hidrográfico dos Municípios em estudo.

(Fonte: Modificado de CPRM, 2012).

3.3. ASPECTOS SÓCIO ECONÔMICOS

A área em estudo corresponde a aproximadamente 3,8% da área total do Estado de Goiás e representa aproximadamente 4% da população total do Estado. A densidade demográfica média da área em estudo é maior que a densidade demográfica do Estado de Goiás (Tabela 1).

Tabela 1. Área, população censitária urbana e rural e densidade demográfica – 2010.

Municípios	Área Territorial (km ²)	População Censitária Urbana- (habitantes)	População Censitária Rural – (habitantes)	Densidade Demográfica (hab/Km ²)
Acreúna	1.565,99	17.696	2.583	12,95
Maurilândia	393,793	11.120	401	29,56
Rio Verde	8.388,30	163.540	12.884	21,05
Santa Helena de Goiás	1.127,86	34.815	1.654	31,95
Santo Antônio da Barra	451,596	3.372	1.051	9,79
Turvelândia	934,26	3.138	1.261	4,71
Total da Região selecionada	12.861,79	233.681	19.834	19,71
Estado de Goiás	340.086,698	5.420.714	583.074	17,65

Fonte: IBGE

Elaboração: Brasil, 2010b

Os municípios abordados neste trabalho somam uma totalidade de 12.861,79 Km², conforme descrito acima, tendo o município de Rio Verde como destaque por ser o maior município em área territorial.

O PIB per capita da área em estudo apresenta-se bastante elevado em relação à média goiana, sendo que um destes municípios tem como valor do PIB per capita, o quádruplo do PIB per capita goiano. O PIB da área em estudo perfaz aproximadamente 6,18% do PIB total de Goiás, assim como a arrecadação de ICMS desta área perfaz aproximadamente 2,74% da arrecadação do Estado (Tabela 2). O IDH-M dos municípios em estudo apresenta-se ligeiramente inferior à média do IDH-M do Estado. Portanto, podemos observar que os municípios analisados possuem uma atividade econômica representativa para o Estado, no entanto, a qualidade de vida da população mostra-se deficiente.

Tabela 2. PIB per capita, Arrecadação ICMS e IDH –M de cada município da área de estudo.

Municípios	PIB Per Capita (R\$ mil) 2007	Arrecadação ICMS (R\$ mil) 2009	IDH - M			IDH M 2000
			IDH (educação) 2000	IDH (Longevidade) 2000	IDH Renda 2000	
Acreúna	11.487,64	7.990	0,845	0,751	0,694	0,763
Maurilândia	7.500,92	620	0,8	0,734	0,644	0,726
Rio Verde	20.644,52	142.201	0,871	0,803	0,746	0,807
Santa Helena de Goiás	11.657,22	18.853	0,84	0,726	0,674	0,747
Santo Antônio da Barra	7.124,08	3.898	0,766	0,844	0,629	0,746
Turvelândia	55.204,33	12.883	0,764	0,651	0,641	0,685
TOTAL: 6	18.936,50	186.445	0,814	0,751	0,671	0,745
Estado de Goiás	11.547,68	6.810.431	0,866	0,745	0,717	0,776

Fonte: Brasil (2010b)

A área em estudo possui uma importante economia agropecuária, produzindo aproximadamente 14% do total de grãos e 16% do total de cana-de-açúcar produzidos no Estado de Goiás (Brasil, 2010b). Possui aproximadamente 3% do total do rebanho bovino e 39% do rebanho suíno do Estado (Brasil, 2009a) (Tabela 3).

Tabela 3. Quantidade produzida de grãos, soja e cana-de-açúcar em toneladas ano 2010, efetivo do rebanho bovino e efetivo do rebanho suíno em cabeças de cada município da área de estudo no ano de 2009.

Municípios	Produção Grãos (t)	(%)	Produção Cana-de-açúcar (t)	(%)	Rebanho Bovino (cab)	(%)	Rebanho suíno (cab)	(%)
Acreúna	94.617	0.69	1.219.400	2.55	90.500	0.43	4.500	0.23
Maurilândia	18.229	0.13	866.520	1.81	24.000	0.11	9.400	0.48
Rio Verde	1.369.879	10.1	1.008.000	2.11	412.000	1.97	660.000	34.2
Santa Helena de Goiás	226.962	1.66	3.207.600	6.72	62.000	0.3	14.900	0.77
Santo Antônio da Barra	34.410	0.25	329.220	0.69	32.000	0.15	40.240	2.08
Turvelândia	63.705	0.46	996.000	2.08	46.000	0.22	18.000	0.93
Total dos Municípios	1.807.802	13.29	7.626.740	15.96	666.500	3.18	747.040	38.69
Total Goiás	13.614.394	100	47.733.283	100	20.874.943	100	1.929.062	100

Fonte: Brasil, 2009a e Brasil, 2010b

A área em estudo possui uma importante economia agrícola, sendo que aproximadamente 14 % da área colhida de soja e cerca de 22% da área colhida de algodão herbáceo no Estado de Goiás estão situadas na área em estudo (Tabela 4).

Tabela 4. Área colhida em hectares (ha) da Produção Agrícola de Algodão Herbáceo e Soja no ano de 2005.

Município	Soja (ha)	(%)	Algodão herbáceo (ha)	(%)
Acreúna	30.000	1,12	17.833	11,95
Maurilândia	9.000	0,33	-----	-----
Rio Verde	265.000	9,94	4.280	2,87
Santa Helena de Goiás	46.000	1,72	503	
Santo Antônio da Barra	10.000	0,37	2.200	1,47
Turvelândia	14.000	0,52	8.058	5,40
Total dos municípios	374.000	14,04	32.874	22,04
Total Goiás	2.663.380	100	149.114	100

Fonte: Brasil, 2005b

3.4. ASPECTOS FÍSICOS

A área em estudo de uma forma geral constitui-se da Unidade Geotectônica: Bacia Sedimentar Fanerozóica com suas Unidades Litoestratigráficas: Bacia Paleozoica do Paraná e Bacia Cenozóica e Unidade Geotectônica: Província do Tocantins com sua Unidade Litoestratigráfica: Ortognaisses Oeste de Goiás, conforme Figura 5 (Moreira *et al.*, 2008).

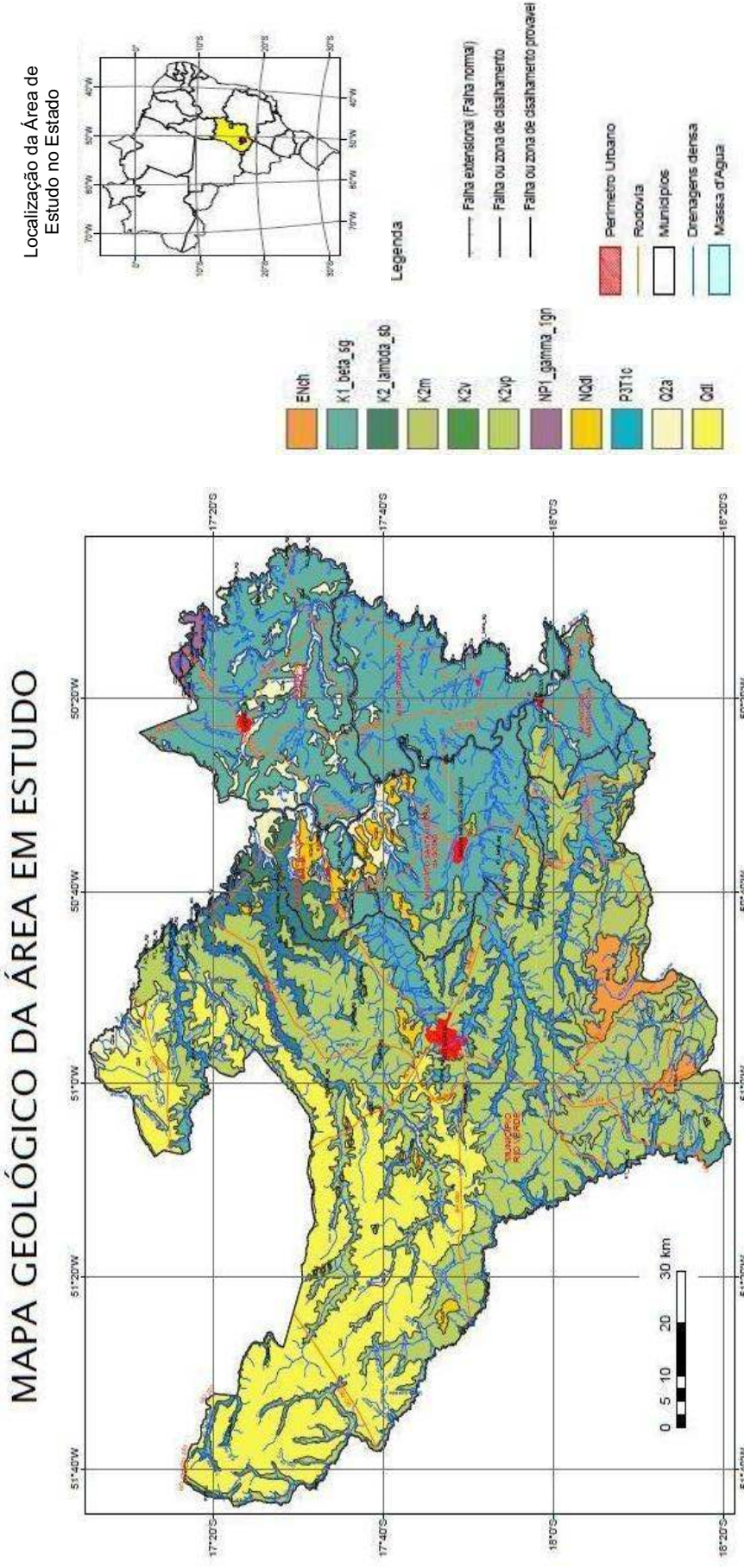


Figura 5. Mapa Geológico da área em estudo (Fonte: Modificado de CPRM, 2012).

3.4.1. GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO - UNIDADES GEOLÓGICAS

A Bacia Sedimentar Fanerozóica ocupa grande parte do Estado de Goiás, especificamente na porção sul, correspondendo tanto às sinéclises paleozóicas, descritas por Milani & Thomaz Filho (2000), quanto às bacias cenozóicas, em alguns casos sobrepostas às sinéclises (Moreira *et al.*, 2008).

3.4.1.1 BACIA SEDIMENTAR FANEROZÓICA

3.4.1.1.1 GRUPO BAURU – FORMAÇÃO VALE DO RIO DO PEIXE - K2VP

Esta unidade litoestratigráfica tem ampla distribuição em Goiás, ocupando significativas áreas nas regiões sul e sudoeste do estado, inclusive o município de Rio Verde (Fernandes, 1998).

A formação é composta por estratos de arenitos cinza-claros, bege ou róseos, maciços, finos a muito finos, às vezes médios, em geral mal selecionados e com estratificação plano-paralela e cruzada subordinada. Os grãos de quartzo são subangulosos e subarredondados e podem estar cimentados por sílica e calcita. Os arenitos basais são em geral mais maciços do que os do topo, mais estratificados. Aos arenitos se intercalam lentes de arenito conglomerático e siltitos areno-argilosos creme arroxeados e rosados. Bolas de argila ocorrem em toda seqüência, notadamente na porção superior, bem como orifícios tubiformes, nódulos e esfoliações esferoidais (Moreira, *et. al.*, 2008)

4.1.1.2. GRUPO BAURU – FORMAÇÃO MARÍLIA – K2M

Esta formação ocorre na região sudoeste de Goiás, inclusive no município de Rio Verde. Consiste de arenitos vermelhos, finos a grossos, mal selecionados, cimentados por sílica amorfa, bem como de arenitos argilosos, siltitos e lamitos, em estratos com acamadamento incipiente e poucas estratificações cruzadas. Apresenta níveis conglomeráticos com cimentação e concreções carbonáticas e lentes de silixito e brechas conglomeráticas de calcários.(Moreira *et al.*, 2008)

3.4.1.1.3. FORMAÇÃO VERDINHO - K2V

Sob a denominação de Fácies Ponte Alta do Grupo Bauru, Bez *et al.* (1971) descrevem, na região de Santo Antônio da Barra, a ocorrência de conglomerado com seixos e matacões das rochas vulcânicas sotopostas. Gaspar (1977) propôs denominá-lo de Formação Verdinho e separá-lo da Província Alcalina de Rio Verde-Iporá, atribuindo-lhe origem sedimentar em contato erosivo com as rochas subjacentes e área deposicional restrita a das lavas.

3.4.1.1.4. FORMAÇÃO SANTO ANTÔNIO DA BARRA – K2ASB

Compreende lavas kamafugíticas e melaleucíticas com raras intercalações de piroclásticas. Localizada a noroeste de Santo Antônio da Barra, a formação se estende por cerca de 270 km² em platôs. Compõe-se de kamafugitos, melaleucitos, Os kamafugitos são escuros, afaníticos ou microporfíricos, com fenocristais de kalsilita, olivina e piroxênio subordinado. Os melaleucitos são escuros e ricos em fenocristais de olivina, piroxênio e leucita transformada em analcima (Junqueira-Brod *et al.*, 2002).

3.4.1.1.5. GRUPO SÃO BENTO – FORMAÇÃO SERRA GERAL - K1BSG

Possui sua maior representação em uma faixa com cerca de 200 km de comprimento e 100 km de largura que se estende de Itumbiara até próximo de Paraúna. De forma mais restrita, ocorre em faixas lineares nos leitos dos rios Claro, Corrente, Aporé e Verde, e em áreas reduzidas da bacia (White, 1908). Em Goiás a espessura do pacote rochoso é da ordem de 100 m, mas pode ser maior, como a obtida em sondagem das proximidades de Santa Helena de Goiás. O contato desta unidade litoestratigráfica com a Formação Botucatu indica a coexistência de ambas na fase inicial do vulcanismo (Souza Jr., 1983).

3.4.1.1.6. GRUPO PASSA DOIS - FORMAÇÃO CORUMBATAÍ - P3T1C

A Formação Corumbataí compreende as rochas sedimentares da seção superior do Grupo Passa Dois. Em Goiás, ocorre inclusive nos vales dos rios Verde e Verdão (Moreira *et al.*, 2008).

A base da formação é composta de seqüência rítmica de siltitos, argilitos e folhelhos escuros. O topo compreende siltitos arroxeados e arenitos finos a muito finos, avermelhados a róseos, lilás, cinza-esverdeados e cinza escuros com intercalações de calcário finamente estratificado, níveis coquinóides silicificados são freqüentes e, por vezes, oólitos silicificados e *chert*. Estruturas primárias comuns compreendem estratificação plano-paralela, microestratificações cruzadas, estrutura *flaser* e gretas de contração (Marques, 1981).

3.4.1.1.7. BACIA CENOZÓICA - FORMAÇÕES SUPERFICIAIS - FORMAÇÃO CACHOEIRINHA - ENCH

Pena *et al.*,(1975) descrevem a Formação Cachoeirinha como composta de lentes argiloarenosas lateríticas intercaladas com níveis de conglomerados. Contudo, a unidade compreende lentes centimétricas a decimétricas de conglomerados com clastos subarredondados a arredondados de quartzo, arenito e silexito em matriz argilosa, bem como sedimentos areno-argilosos vermelhos, lamitos com grânulos angulosos, argilitos cinza com estratificação incipiente e arenitos mal classificados.

Segundo Pena & Figueiredo (1972) a espessura é da ordem de 20 a 30 m, podendo alcançar até 70 m. Apesar da ausência de fósseis, estudos geomorfológicos sugerem que a unidade é do Terciário.

3.4.1.1.8. COBERTURA ARENOSA INDIFERENCIADA - QDI

Esta unidade litoestratigráfica é composta por todas as coberturas residuais ou transportadas que sustentam terraços, resultam do retrabalhamento de sedimentos arenosos durante o Pleistoceno e relacionadas a superfície de aplainamento Velhas. Ocorrem no sudoeste de Goiás, sua espessura máxima é inferior a 3 m e consistem de areias, siltes, argilas e eventuais cascalheiros cimentados por óxi-hidróxidos de ferro, mas sem desenvolver lateritos (Moreira *et al.*, 2008).

3.4.1.1.9. DEPÓSITOS ALUVIONARES - Q2A

Estes depósitos se associam à rede de drenagem que flui sobre o embasamento cristalino e as bacias sedimentares, notadamente a tributária dos rios Araguaia e Tocantins. Os depósitos são pouco extensos e somente foram cartografados os de maior extensão, compatíveis com a escala do mapa. Estes compreendem as acumulações de sedimentos de calha e de planície de inundação, compostos por areias finas a grossas, cascalhos e lentes de material silto-argiloso e turfa. As frações mais grossas podem conter concentrações de rutilo, ouro, zircão e diamante, as quais podem constituir depósitos de interesse econômico (Moreira *et. al.*, 2008).

3.5. MANANCIAL SUPERFICIAL QUE ABASTECE A ETA DE ACREÚNA

O manancial que abastece a ETA de Acreúna é o Córrego da Comprida, o qual apresenta as seguintes coordenadas geográficas no ponto de captação com maior volume de água: Longitude (em decimais) 50°23'26" e Latitude (em decimais) 17°23'39" (SANEAGO, 2012). Ao percorrer toda a sua extensão (Figura 27), identificamos diferentes pontos potencialmente poluidores próximos à margem do Córrego ilustrados no Anexo II e Tabela 5.

Tabela 5. Coordenadas Geográficas de pontos próximos à margem do Córrego da Comprida

Figuras	Pontos próximos ao Córrego da Comprida	Latitude	Longitude	Distância entre cada ponto e o Córrego da Comprida
Figura 28 do Anexo II	Chiqueiro/Curral	50°23'32"	50°23'28"	140 m
	Córrego da Comprida: Captação água pela Saneago	17°23'40"	50°23'30"	-----
	Lavoura de soja	17°23'42"	50°23'35"	130 m
Figura 29 do Anexo II	Córrego da Comprida	17°21'14"	50°23'18"	-----
	Lavoura de soja	17°21'18"	50°23'21"	90 m
	Córrego	17°21'17"	50°23'18"	-----
	Lavoura de soja	17°21'18,33281"	50°23'14"	130 m
Figura 30 do Anexo II	Lavoura de soja	17°18'27"	50°22'17"	50 m
	Córrego	17°18'28"	50°22'16"	-----
Figura 31 do Anexo II	Nascente córrego	17°17'27"	50°22'00"	-----
	Lavoura de soja	17°17'25"	50°22'02"	90 m
Figura 32 do Anexo II	Aterro sanitário	17°21'12"	50°23'17"	
	Córrego	17°21'11"	50°23'17"	

Fonte: Datum WGS 1984 (GPS)

3.6 PRINCIPAIS AGROTÓXICOS COM APLICAÇÃO NAS CULTURAS DE SOJA

Tabela 6. Principais agrotóxicos com aplicação nas culturas de soja

INGREDIENTE ATIVO	GRUPO QUÍMICO	FÓRMULA BRUTA	CLASSE	USO NA AGRICULTURA
Carbendazim	Benzimidazol	C9H9N3O2	Fungicida	aplicação foliar na cultura de soja
Epoxiconazol	Triazol	C17H13ClFN3O	Fungicida	aplicação foliar na cultura de soja
Trifloxistrobina	Estrobilurina	C20H19F3N2O4	Fungicida	aplicação foliar na cultura de soja
Azoxistrobina + Ciproconazol	estrobilurina + triazol	C22H17N3O5 + C15H18ClN3O	Fungicida	aplicação foliar na cultura de soja
Ciproconazol + Picoxistrobina	triazol + estrobilurina	C15H18ClN3O + C18H16F3NO4	Fungicida	aplicação foliar na cultura de soja
Acefato	Organofosforado	C4H10NO3PS	Inseticida	aplicação nas partes aéreas da cultura da soja
Clorpirifós	Organofosforado	C9H11Cl3NO3PS	Fungicida	aplicação foliar na cultura de soja
Metomil	metilcarbarnato de oxima	C5H10N2O2S	Inseticida	aplicação foliar na cultura de soja
Trifluralina	Dinitroanilina	C13H16F3N3O4	Herbicida	aplicação em pré-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
Beta-ciflutrina	Piretróide	C22H18Cl2FNO3	Inseticida	aplicação foliar na cultura de soja
Imazetapir	Imidazolinona	C15H19N3O3	Herbicida	aplicação em pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
Clorimurrom-etílico	Sulfoniluréia	C15H15ClN4O6S	Herbicida	aplicação em pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
Lactofem	éter difenílico	C19H15ClF3NO7	Herbicida	aplicado em pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
Haloxifope-P-metilico	ácido ariloxifenoxipropiônico	C16H13ClF3NO4	Herbicida	aplicado em pré ou pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
2,4-D-dimetilamina	ácido ariloxiacetico	C10H13Cl2NO3	Herbicida	aplicado em pré e pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
Glifosato	Glicina substituída	C3H8NO5P	Herbicida	aplicado em pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja
Fomesafen	éter difenílico	C15H10ClF3N2O6S	Herbicida	aplicado em pós-emergência das plantas infestantes na cultura de soja

Fonte: Brasil, 2011A

4. MATERIAIS E MÉTODOS

A área em estudo foi delimitada a partir do fracionamento de um projeto em desenvolvimento no Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, cujo tema é “Pesquisa nas ETA’s, Análise de elementos e compostos químicos, Qualidade de Vida e Saúde no Estado de Goiás”. Optou-se por alguns municípios da região sudoeste de Goiás: Acreúna, Maurilândia, Rio Verde, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra e Turvelândia, conforme Figura 6 onde foi realizado um estudo de análise química multi-elementar de amostras de água obtidos nas ETA’s destes municípios.

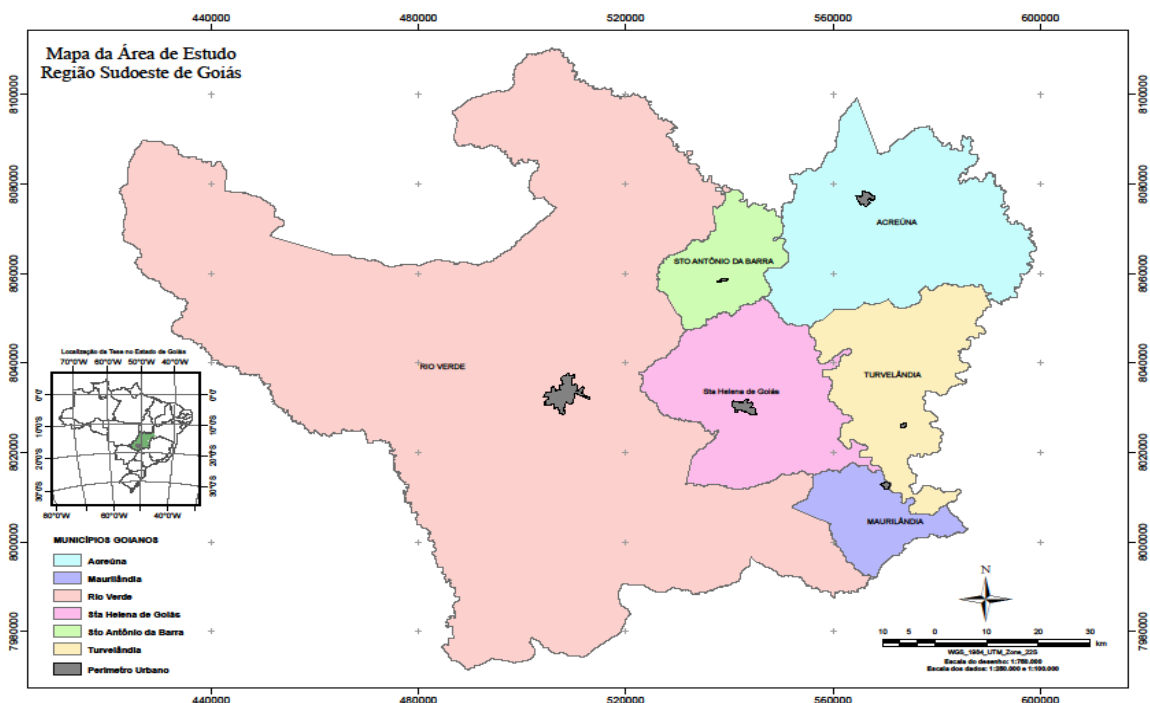


Figura 6. Mapa dos municípios da área de estudo (Fonte: Modificado de CPRM, 2012).

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica da área de estudo, onde foram pesquisados dados epidemiológicos de mortalidade e morbidade, aspectos demográficos, socioeconômicos, climáticos, hidrográficos e físicos, assim como informações sobre saneamento básico: água, esgoto e destino do lixo. Esses dados foram trabalhados paralelamente aos obtidos na análise química da água.

4.1. ATIVIDADES DE CAMPO

As atividades de campo seguiram as orientações do Manual Técnico PGAGEM - Brasil (Lins *et al.*, 2003). Foram utilizados equipamentos (GPS) para georreferenciamento das estações de amostragem e kits para coleta de amostras de água. As equipes de coleta foram compostas por técnicos da CPRM. Cada estação de amostragem recebeu uma codificação alfanumérica derivada da inicial do nome dos técnicos do PGAGEM/CPRM, José (J) e Paulo Roberto (PR), que realizaram a coleta, acrescidas da letra A, que indica que é amostra de água, seguidas do número da amostra correspondente a ETA de cada município. As amostras foram obtidas nos reservatórios de água tratada em cada ETA estudada, num total de 6 (seis) amostras (Tabela 1), em junho de 2006. As amostras dos municípios de Turvelândia e Santo Antônio da Barra foram coletadas diretamente dos poços artesianos.

Tabela 7. Amostras coletadas na área de estudo.

Nº Campo	Nº Lab.	X	Y	Toponímia
PR-5071	GHQ -596	564673	8076693	ETA Acreúna
JA-5056	GHQ-528	570010	8013445	ETA Maurilândia
PR-5064	GHQ-589	508913	8034151	ETA Rio Verde
PR-5069	GHQ-594	542036	8030054	ETA Santa Helena de Goiás
PR-5067	GHQ-592	537744	8058387	Poço Santo Antônio da Barra
JA-5057	GHQ-529	573695	8026289	Poço Turvelândia

4.2. ATIVIDADES LABORATORIAIS

4.2.1. ÁGUA

Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Espectroscopia Atômica da Universidade Católica de Brasília.

No Laboratório de Espectroscopia Atômica foram realizadas as análises químicas de forma multi-elementar por ICP-AES (para os elementos Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, V, Be e Ti) e por cromatografia líquida (para brometo, cloreto, fluoreto, nitrito, nitrato, fosfato e sulfato).

4.3. ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO

Os dados estatísticos absolutos adquiridos do banco de dados foram submetidos a percentuais processados em análise para cada município da área em estudo.

4.4. TRATAMENTO DOS DADOS

4.4.1. ÁGUA

O tratamento estatístico e as matrizes de correlação feitos à partir dos dados obtidos da análise química das amostras de água foram realizadas com o software OASIS 6.1 – módulo Chimera (Geosoft, 2011). Como primeira determinação realizada, houve a obtenção individual dos parâmetros estatísticos de cada elemento químico (média aritmética, desvio padrão e valores anômalos de 1ª, 2ª e 3ª ordens). Os valores de terceira ordem são aqueles situados entre dois limites correspondentes respectivamente à média somada ao desvio padrão e à média somada ao dobro do desvio padrão. Valores de segunda ordem são aqueles situados entre os valores das somas da média e o dobro do desvio padrão e da média e o triplo do desvio padrão. Valores de primeira ordem, que correspondem às maiores concentrações encontradas, são aqueles acima do valor da média somada ao triplo do desvio padrão.

Após a obtenção destes parâmetros e limites estatísticos, foram construídas suas respectivas matrizes de correlação utilizando o software OASIS (Geosoft, 2011). A partir destas determinações, foram definidas as associações geoquímicas (afinidades entre os elementos) que constituíram a base de dados para a confecção dos mapas de distribuição dos elementos químicos selecionados.

Para a confecção dos mapas de distribuição dos elementos químicos, foi utilizado o programa Geosoft Mapping and Processing System (MPS), associado a um software de modelamento da empresa canadense Geosoft (Geosoft, 2011). Estes mapas são apresentados em formas de figuras, de acordo com as associações estabelecidas através das matrizes de correlação.

4.4.2. QUADRO EPIDEMIOLÓGICO

Os dados epidemiológicos foram processados em percentuais e apresentados em tabelas e gráficos. Também foi observada a correlação entre consumo de água e os agravos que acometem a população. Concomitante ao processamento dos dados, foi estabelecida uma correlação entre o consumo de água e os agravos que acometem a população.

4.5. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO

Tabela 8. Sistemas de Abastecimento de Água dos municípios da Área de estudo

ETA's e POÇOS	QTDE	TIPO	CAPTAÇÃO	MISTURA RÁPIDA	FLOCULADOR	DECANTADOR	FILTROS	POÇO DE CONTATO / TIPO TRATAMENTO	RESERVATÓRIO ÁGUA TRATADA	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO
ETA Acreúna (Figura 8)	1	Convencional	Recalque	Calha Parshall	Chicana	2 (Dois)	4 (Quatro)	Desinfecção, Fluoretação e Correção PH	450 m ³	2.485,73 m ³ /dia
Poço Acreúna	2	Recalque	-	-	-	-	-	Desinfecção	-	1950 m ³ /dia
ETA Maurilândia (Figura 9)	1	Convencional	Gravidade	Calha Parshall	Chicana	2 (Dois)	4 (Quatro)	Desinfecção, Fluoretação e Correção PH	750 m ³	3.456 m ³ /dia
ETA Rio Verde (Figuras 10 e 11)	1	Convencional	Recalque	Calha Parshall	8 (Oito)	6 (Seis)	6 (Seis)	Desinfecção, Fluoretação e Correção PH	12.641 m ³	36.172 m ³ /dia
Poços Rio Verde	13	-	Recalque	-	-	-	-	Desinfecção e Fluoretação	3.608 m ³	13.631,09 m ³ /dia
ETA 1 Santa Helena de Goiás (Figura 7)	1	Convencional	Recalque	Calha Parshall	Chicana	2 (Dois)	3 (Três)	Desinfecção, Fluoretação e Correção PH	2870 m ³	12.096 m ³ /dia
ETA 2 Santa Helena de Goiás	1	Convencional	Recalque	Calha Parshall	Alabama	2 (Dois)	4 (Quatro)	Desinfecção, Fluoretação e Correção PH	-	-
Poço Turvelândia (Figura 12)	1	-	Recalque	-	-	-	-	Desinfecção e Fluoretação	125 m ³	580,8 m ³ /dia
Poço Santo Antônio da Barra (Figura 13)	1	-	-	-	-	-	-	Desinfecção e Fluoretação	200 m ³	1.288,22 m ³ /dia

Fonte: SANEAGO, 2012

Obs.: Nos sistemas de abastecimento descritos acima, o Cloro é utilizado na desinfecção e o Sulfato de Alumínio [Al₂(SO₄)₃] é utilizado na coagulação (SANEAGO, 2012).



Figura 7. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Santa Helena de Goiás

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 17/11/11



Figura 8. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Acreúna

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 12/08/11



Figura 9. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Maurilândia

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 12/08/11



Figura 10. ETA – Estação de Tratamento de Água- município de Rio Verde

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 17/08/11



Figura 11. ETA – Estação de Tratamento de Água – município de Rio Verde

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 17/08/11



Figura 12. Poço do município Turvelândia

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 12/08/11



Figura 13. Poço município Santo Antônio da Barra

Autor: Nara Gontijo. **Data:** 23/11/11

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISE QUÍMICA DA ÁGUA

Os resultados da análise multi-elementar das amostras de água são apresentados na Tabela 9, com exceção dos resultados da análise multi-elementar dos elementos: Al, As, B, Cd, Co, Cr, Cu, Li, Mo, Zn, Mn, Ni, Pb, Se, V, Be, Ti, NO₂, Br e PO₄, que apresentaram valores abaixo dos limites mínimos de detecção químicos dos métodos utilizados (ICP-AES e Cromatografia Líquida), os quais não foram considerados (Anexo I).

Tabela 9. Concentrações (mg/L) dos elementos químicos de 06 (seis) amostras de água das ETAs de 6 (seis) municípios da área em estudo, coletadas em agosto de 2005, dosadas por ICP – AES e por cromatografia líquida e referência nacional e internacional de VMP respectivo a cada elemento.

MUNICÍPIOS	AMOSTRAS	Ba	Ca	Fe	Mg	Sr	F	Cl	NO ₃	SO ₄
Acreúna	PR-5071	0,035	4,24	0,009	1,53	0,031	0,57	0,66	10,3	1,6
Maurilândia	JÁ-5056	0,016	2,15	0,008	0,89	0,018	0,76	0,88	0,1	2,1
Rio Verde	PR-5064	0,038	6,30	0,004	1,46	0,027	0,64	0,87	0,2	6,0
Santa Helena de Goiás	PR-5069	0,018	4,27	0,004	1,21	0,021	f. vazio	f. vazio	f. vazio	f. vazio
Santo Antônio da Barra (PA) ¹	PR-5067	0,020	7,13	0,013	2,95	0,087	0,09	0,26	0,7	0,2
Turvelândia (PA) ¹	JÁ-5057	0,002	8,52	0,052	3,82	0,087	0,17	9,59	3,6	0,2
MS água pot. ²	0,7	-	0,3	-	-	1,50	2	10		
OMS água pot. ³	0,7	250	0,3	250	-	1,30	-	50		
EPA água pot. ⁴	2	-	0,3	-	4	4	-	10		

¹Água coletada em poço artesiano (PA).

²VMP para água potável segundo Portaria n.518/2004 do MS (Brasil, 2004a).

³VMP para água potável segundo o "Guidelines for Drinking-water Quality" da OMS (OMS, 2006).

⁴VMP para água potável segundo EPA (2008a)

Verifica-se que somente o valor de NO₃ (Nitrato) da amostra de Acreúna está acima dos VMP recomendados nacional e internacionalmente. Os parâmetros estatísticos, como valores mínimos (X_{\min}) e máximos (X_{\max}) das concentrações, médias aritméticas (M) e desvio padrão (s), a partir dos quais foram calculados os valores de primeira, segunda e terceira ordens, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Sumário estatístico e valores de 1ª, 2ª e 3ª ordens de cada elemento e composto químico dosados em amostras d'água coletadas nas ETA's dos 6 (seis) municípios da área de estudo.

Elemento	X_{\min}	X_{\max}	M	s	1ª Ordem $X \geq (M + 3s)$	2ª Ordem $(M+2s) \leq X < (M+3s)$	3ª Ordem $(M+s) \leq X < (M + 2s)$
Ba	0,002	0,038	0,02	0,01	0,05	0.04 - 0.05	0.03 - 0.04
Ca	2,15	8,52	5.4	2.3	12.3	10 - 12.3	7.7 - 10
Fe	0,004	0,052	0,01	0,01	0,04	0.03 - 0.04	0.02 - 0.03
Mg	0,89	3,82	1,97	1.14	5.39	4.25 - 5.39	3.11 - 4.25
Sr	0,01	0,08	0,04	0,03	0.13	0.1 - 0.13	0.07 - 0.1
F	0,09	0,76	0,44	0,29	1.31	1.02 - 1.31	0.73 - 1.02
Cl	0,26	9,59	2,4	3,9	14.1	10.2 - 14.1	6.3 - 10.2
NO ₃	0.1	10.3	2.98	4.3	15.88	11.58 - 15.88	7.28 - 11.58
SO ₄	0.2	6.0	2.0	2.3	8.9	6.6 - 8.9	4.3 - 6.6

A Tabela 11 mostra as concentrações de cada elemento químico que se enquadram nos valores de primeira, segunda e terceira ordens. Os valores abaixo do limite de terceira ordem são aqueles considerados *background*, e não foram considerados para análise. Foram padronizados cores específicas para cada limite estatístico, sendo a cor vermelha para os valores de primeira ordem, a cor azul para os de segunda ordem e a verde para os valores de terceira ordem.

Tabela 11. Valores de primeira, segunda e terceira ordens de cada elemento químico dosado nas amostras de água das ETAs dos 6 (seis) municípios da área em estudo (Região Sudoeste de Goiás).

ETA por município	Ba	Ca	Fe	Mg	Sr	F	Cl	NO ₃	SO ₄
Acreúna	0.035							10.3	
Maurilândia						0.76			
Rio Verde	0.038								6.0
Santa Helena de Goiás									
Santo Antônio da Barra		7.13			0.087				
Turvelândia		8.52	0.052	3.82	0.087		9.59		

— 1ª ordem

— 3ª ordem

Após a obtenção dos valores de 1ª, 2ª e 3ª ordens, com a utilização do software OASIS (Geosoft, 2011), foi confeccionada a matriz de correlação dos cátions e ânions dosados nas amostras d'água em diferentes níveis de significância (muito fortes, fortes, moderados, fracos, muito fracos e nulos) (Figura 14). Neste trabalho, os níveis de significância “muito forte” e “forte” foram utilizados para determinação das correlações dos elementos e compostos químicos. A partir da elaboração desta matriz, tornou-se possível a confecção dos mapas geoquímicos.

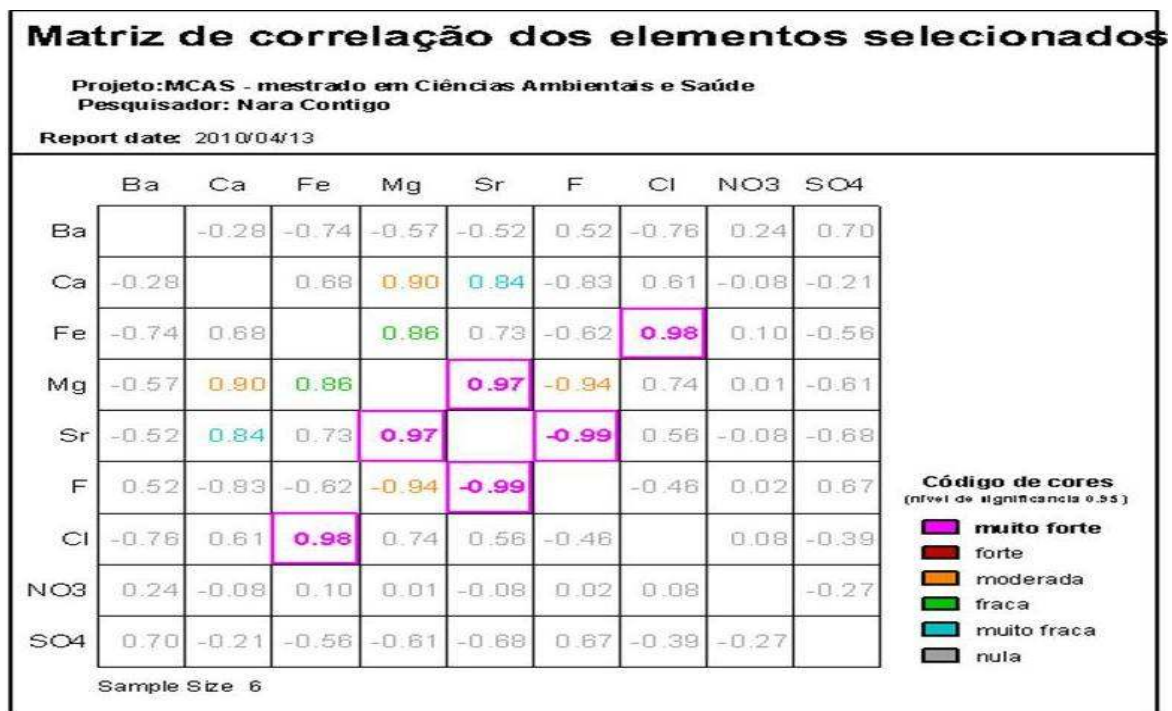


Figura 14. Matriz de correlação dos elementos de 1ª, 2ª e 3ª ordem (significância de 95%).

A partir da matriz de correlação foi possível determinar as correlações mais significativas entre os elementos e compostos químicos apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Correlações mais significativas entre os elementos selecionados.

Correlação	Nível de Significância	
F – Sr	0,99	Muito Forte
Cl – Fe	0,98	
Sr – Mg	0,97	
F – Mg	0,94	Moderada
Ca – Mg	0,90	

De acordo com Maia (2004), mapas geoquímicos são utilizados tanto na detecção de áreas com excesso de elementos químicos potencialmente tóxicos como também na revelação de regiões onde há uma deficiência de elementos essenciais a saúde humana. Partindo-se deste pressuposto, visando uma melhor análise da ordenação espacial das associações mais significativas entre os elementos e compostos químicos presentes nos 6 (seis) municípios da área de estudo, foram confeccionados os mapas geoquímicos.

A primeira associação geoquímica, F – Sr (Figuras 15 e 16) assume uma tendência de distribuição dos elementos químicos na região Sul, Nordeste e uma faixa que se entende do Noroeste ao Leste. A amostra PR - 5067 (coletada no Poço Artesiano do município de Santo Antônio da Barra) e a amostra J - 5057 (coletada no Poço Artesiano do município de Turvelândia) apresentaram concentrações pouco significativas (valores de 3ª ordem) para o elemento Sr. A amostra J-5056 (coletada na ETA do município de Maurilândia) apresentou concentração pouco significativa (valor de terceira ordem) para o elemento F. Estes valores de terceira ordem se configuram pouco significativos, por estarem bem abaixo dos VMP para água potável, segundo Portaria do MS (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA, 2008a).

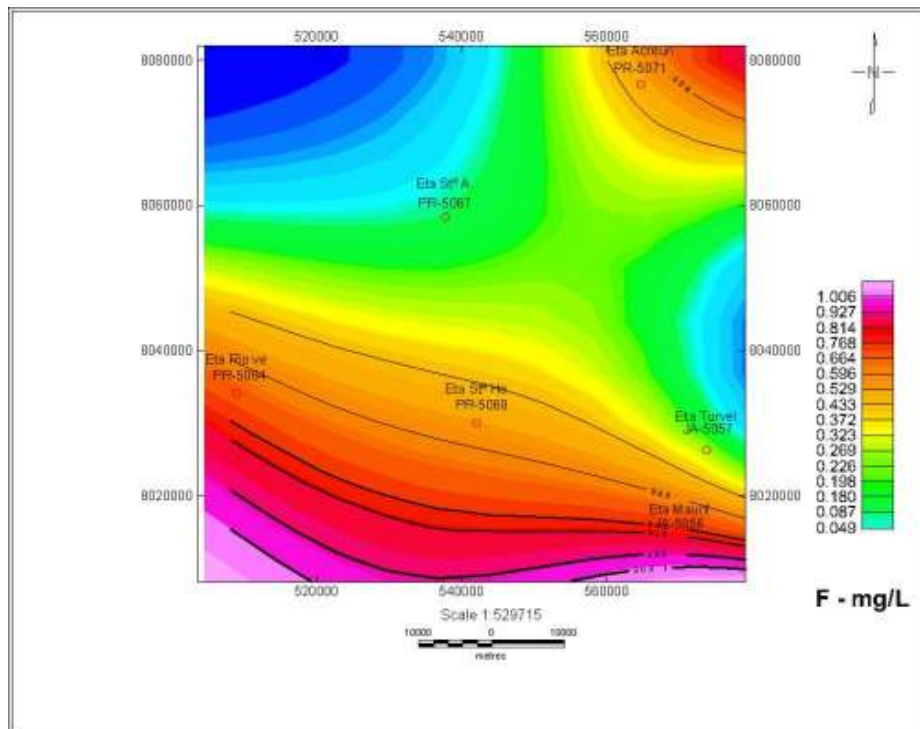


Figura 15. Mapa de distribuição do Flúor.

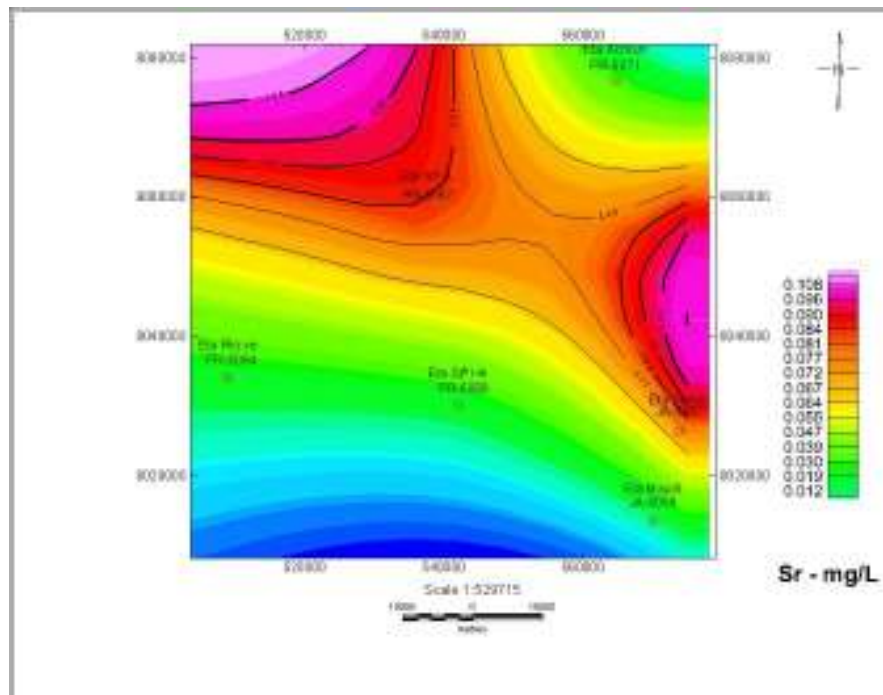


Figura 16. Mapa de distribuição do Estrôncio.

A segunda associação Cl – Fe (Figuras 17 e 18) assume uma tendência de distribuição dos elementos químicos na Região Leste, Sudoeste e Noroeste. A amostra J-5057 (coletada no Poço Artesiano do município de Turvelândia) apresentou concentração pouco significativa (valor de 1ª ordem) para o elemento Fe e concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento Cl, pois estes valores: tanto de 1ª, quanto de 3ª ordens estão bem abaixo dos VMP segundo Portaria do MS (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA, 2008a).

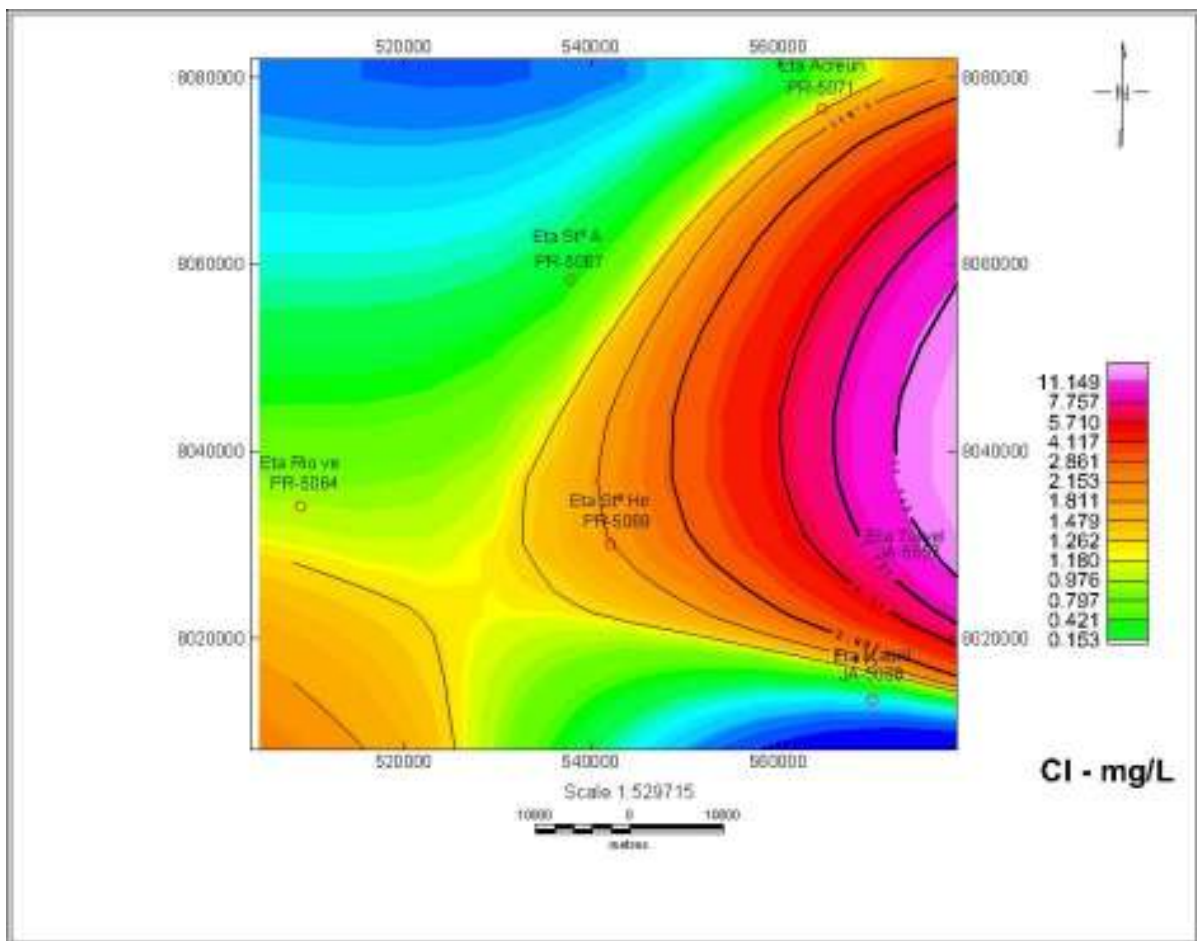


Figura 17. Mapa de distribuição do Cloro.

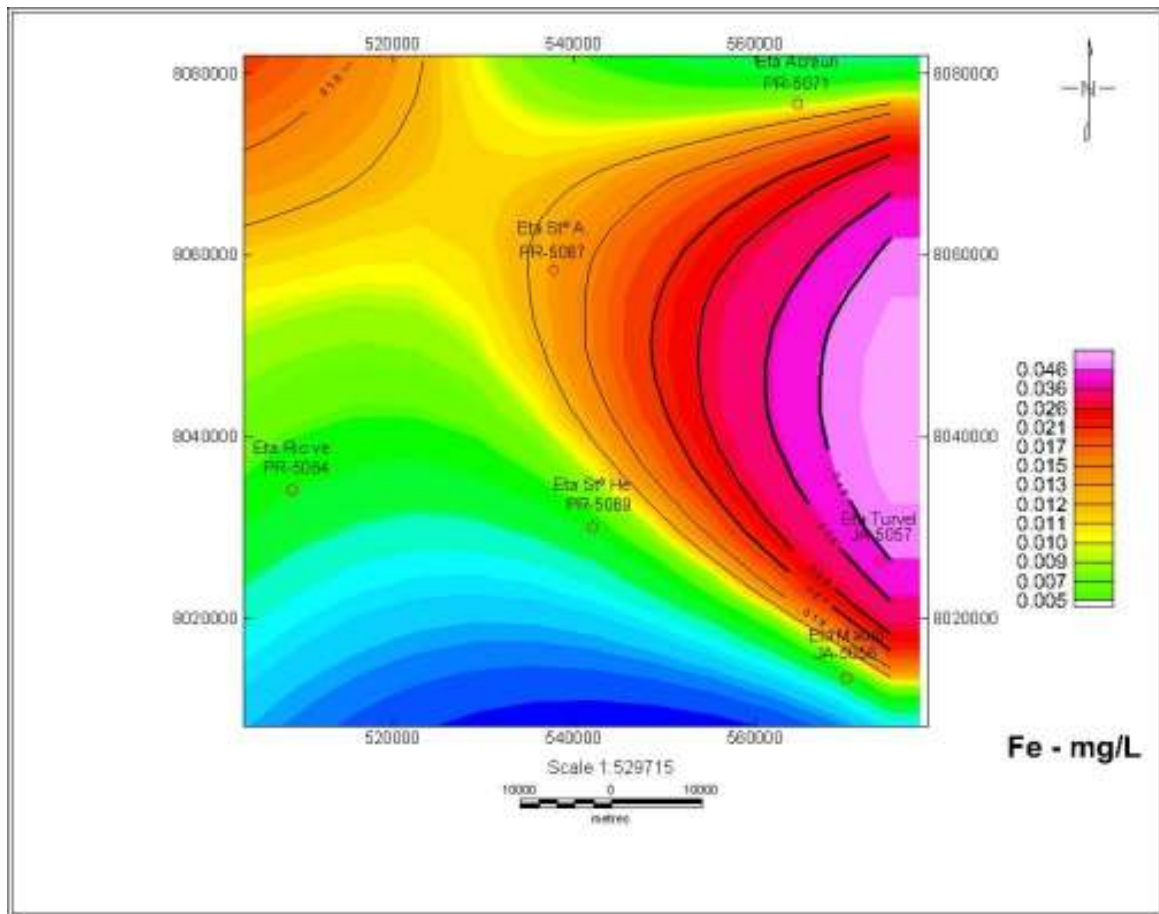


Figura 18. Mapa de distribuição do Ferro.

A associação Sr – Mg (Figuras 16 e 19) assume uma tendência de distribuição dos elementos químicos numa faixa localizada desde o Noroeste até a região central Leste. A amostra PR-5067 (coletada no Poço Artesiano do município de Santo Antônio da Barra) apresentou concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento Sr e concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento Mg. A amostra J-5057 (coletada no Poço Artesiano do município de Turvelândia) apresentou concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento químico Mg. Estes valores encontrados são pouco significativos por estarem bem abaixo dos VMP segundo Portaria do MS (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA, 2008a).

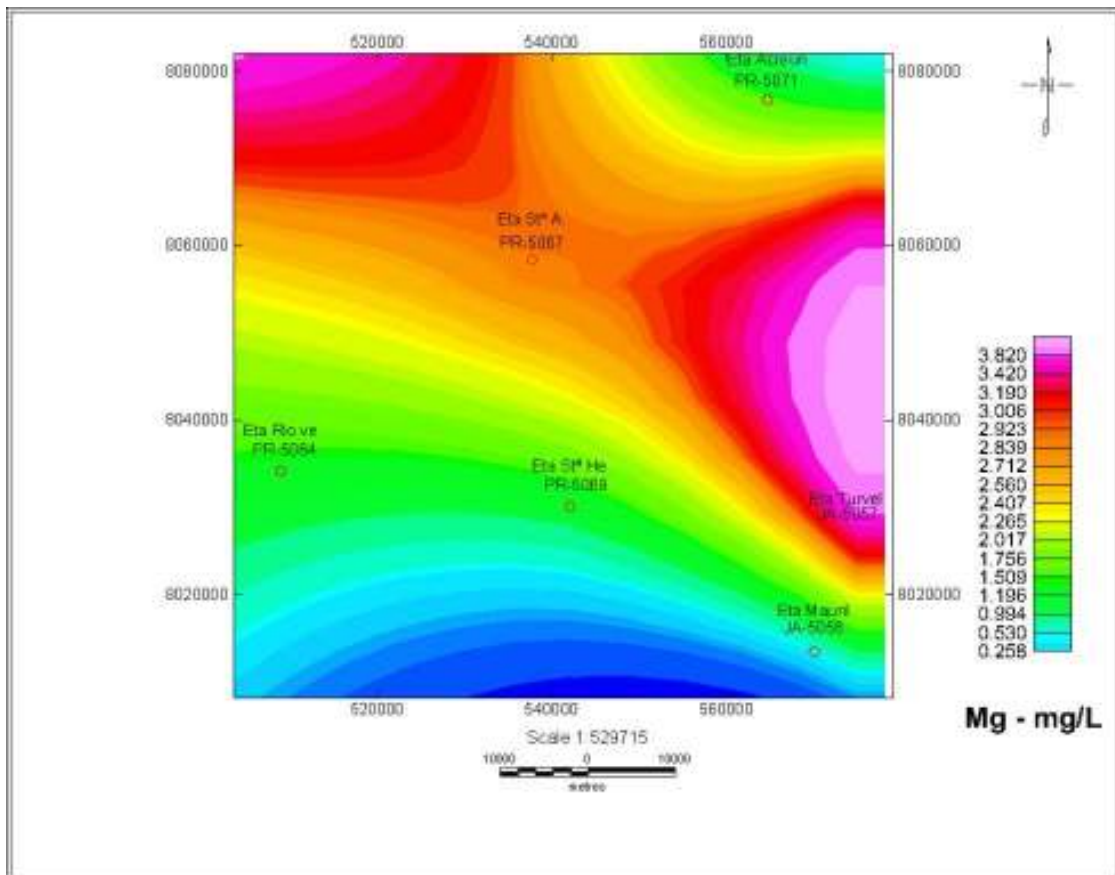


Figura 19. Mapa de distribuição do Magnésio.

A associação F – Mg (Figuras 15 e 19) assume uma tendência de distribuição dos elementos químicos na região Nordeste, Sul e numa faixa localizada desde Noroeste até a região central Leste. A amostra J-5056 (coletada na ETA do município de Maurilândia) apresentou concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento químico F. A amostra J-5057 (coletada no Poço Artesiano do município de Turvelândia) apresentou concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento químico Mg. Estes valores encontrados são pouco significativos por estarem bem abaixo dos VMP segundo Portaria do MS (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA, 2008a).

A associação Ca – Mg (Figuras 20 e 19) assume uma tendência de distribuição dos elementos químicos numa faixa localizada desde o Noroeste até a região central Leste. A amostra J-5057 (coletada no Poço Artesiano do município de Turvelândia) apresentou concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o

elemento Mg e concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento Ca. A amostra PR-5067 (coletada no Poço Artesiano do município de Santo Antônio da Barra) apresentou concentração pouco significativa (valor de 3ª ordem) para o elemento químico Ca. Estes valores encontrados são pouco significativos por estarem bem abaixo dos VMP segundo Portaria do MS (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA, 2008a).

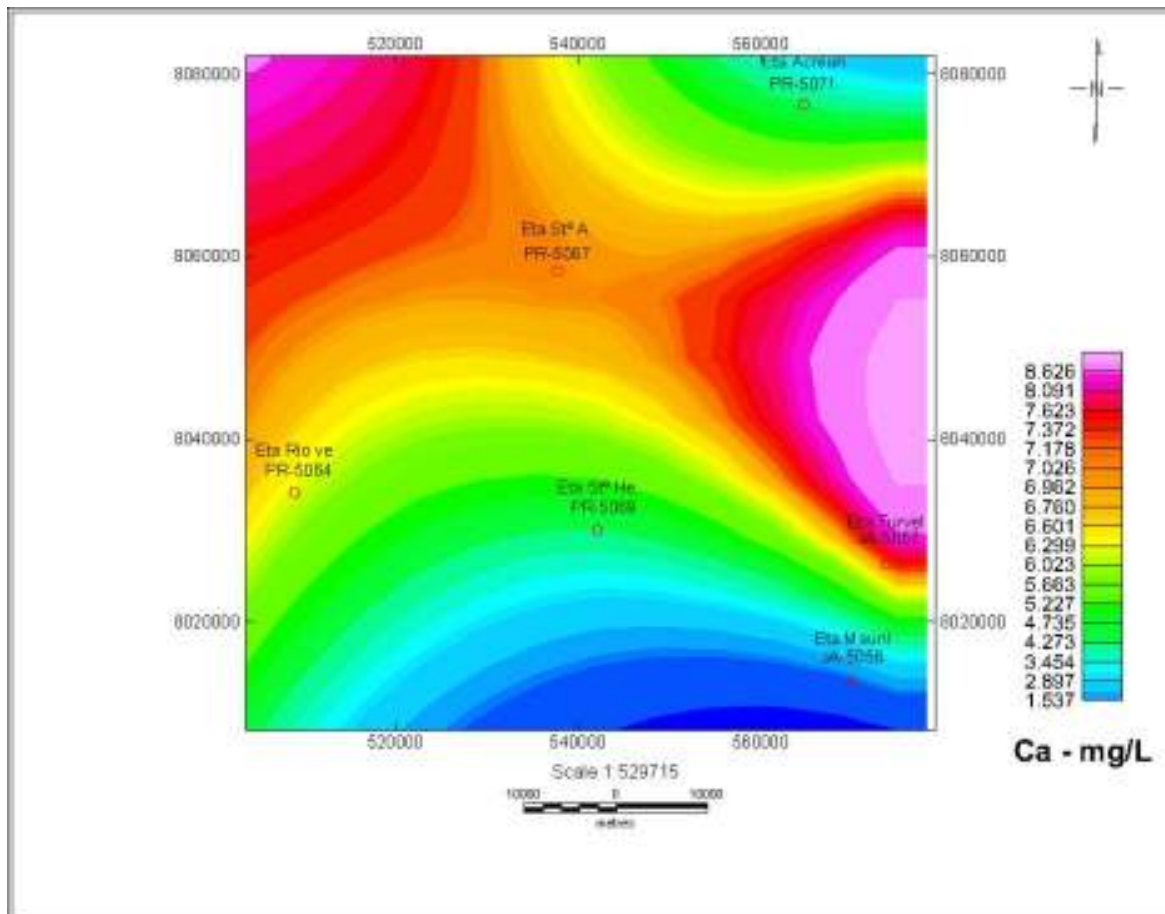


Figura 20. Mapa de distribuição do Cálcio.

5.2. RESULTADOS EPIDEMIOLÓGICOS

De acordo com os dados das Tabelas 13 e 14 apresentadas abaixo, a maioria (89%) da população residente na área de estudo tem acesso à água tratada. A maior parte da população (90,5%) não possui rede geral de esgoto. Uma quantidade significativa da população estudada (80,9%) é atendida por coleta de lixo.

Tabela 13. Porcentagem da população atendida por redes de água tratada e esgoto, segundo os municípios atendidos pela Saneago - 2004 e destino do lixo em 2000, na área de estudo.

Municípios	2004		2000	
	Água tratada	Esgoto	Destino do lixo	
	População atendida %	População atendida %	Coletado	Outro destino ¹
Acreúna	74	---	87,01	12,99
Maurilândia	100	---	88,7	11,3
Rio Verde	92	57	85,93	14,06
Santa Helena de Goiás	95	---	86,72	13,28
Santo Antônio da Barra	91	---	74,73	25,27
Turvelândia	82	---	62,67	37,33
Total da região	89	9,5	80,96	19,03

¹ Queimado ou enterrado na propriedade, jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio e outros,

Fonte: (Brasil, 2005b).

Tabela 14. Domicílios particulares permanentes, por forma de abastecimento de água, existência de banheiro ou sanitário e destino do lixo, segundo os municípios da área de estudo, em 2000.

Municípios	Domicílios particulares permanentes								
	Forma de abastecimento de água				Existência de banheiro ou sanitário			Destino do Lixo	
	Total	Rede Geral ¹	Poço ou nascente ²	Outra	Tinham		Não Tinham	Coletado	Outro Destino ⁴
					Total ³	Rede geral de esgoto ou pluvial			
Acreúna	5.183	3.253	1.914	16	4.878	34	305	4.510	673
Maurilândia	2.592	2.163	402	27	2.491	23	101	2.299	293
Rio Verde	32.769	24.054	8.542	173	31.870	16.231	899	28.161	4.608
Santa Helena de Goiás	9.891	7.251	2.592	48	9.393	2.000	498	8.578	1.313
Stº Antonio da Barra	1.112	737	374	1	881	5	231	831	281
Turvelândia	959	608	308	43	881	1	78	601	358

- 1 Canalizada em pelo menos um cômodo, canalizada só na propriedade ou terreno.
- 2 Canalizada em pelo menos um cômodo, canalizada só na propriedade ou terreno e não canalizada.
- 3 Incluso fossa séptica e rudimentar, vala, rio e outros.
- 4 Queimado ou enterrado na propriedade, jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio e outros.

Fonte: (Brasil, 2005b)

De acordo com os dados de morbidade hospitalar obtidos do (Brasil, 2009b), observa-se que na área de estudo há um predomínio de internações hospitalares decorrentes de estados de saúde relacionados à gravidez, seguidas pelas doenças do aparelho respiratório, doenças cardiovasculares, doenças do aparelho digestivo e doenças geniturinárias. Estes dados estão apresentados na Tabela 15 e nas Figuras 21 e 22.

Tabela 15. Índice de morbidade dos municípios da área de estudo no ano de 2009, valores absolutos e percentuais dos agravos.

Município	Gravidez		DAR		DAC		DAD		DAG		DIP		Total
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº
Acreúna	232	19,4	380	31,7	113	9,4	73	6,1	111	9,2	146	12,2	1199
Maurilândia	123	34,3	67	18,7	31	8,6	28	7,8	38	10,6	13	3,6	359
Rio Verde	1730	28,4	1211	19,9	777	12,8	626	10,3	409	6,7	401	6,6	6085
Santa Helena de Goiás	30	15,2	40	20,2	17	8,6	33	16,6	23	11,6	22	11,1	198
Santo Antônio da Barra	5	33,3	2	13,3	1	6,7	4	26,7	2	13,3	---	---	15
Turvelândia	3	10,4	11	37,9	3	10,4	2	6,9	4	13,8	5	17,2	29
Total	2123	26,9	1711	21,7	942	11,9	766	9,7	587	7,5	587	7,5	7885

Fonte: (Brasil, 2009b)

Onde:

DAR – Doenças do aparelho respiratório

DAC – Doenças do aparelho circulatório

DAD – Doenças do aparelho digestivo

DAG – Doenças do aparelho geniturinário

DIP – Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias

As Figuras 21 e 22 mostram os eventos relacionados à Gravidez, parto e puerpério, com 26,9% das ocorrências nos 6 municípios da região sudoeste de Goiás, sendo esta a morbidade predominante, contribuindo desta forma para o aumento da morbidade geral nesta área com os municípios de Maurilândia (34,3%), Santo Antônio da Barra (33,3%), Rio Verde(28,4%). Em seguida aparece as DAR (21,7% da região)

predominam com maior incidência em 3 municípios: Turvelândia (37,9%), Acreúna (31,7%) e Santa Helena de Goiás (20,2%). Os municípios de Rio Verde (12,8%), Turvelândia (10,4%) e Acreúna (9,4%) apresentam para as DAC (11,9% da região) os maiores índices de morbidade. As DAD (9,7 % da região) se destacam com maior ocorrência em Santo Antônio da Barra (26,7%), Santa Helena de Goiás (16,6%) e Rio Verde (10,3%). As DAG (7,5% da região) apresentam baixa incidência de morbidade, os municípios de Turvelândia(13,8%), Santo Antônio da Barra (13,3%) e Santa Helena de Goiás(11,6%).As DIP (7,5% da região), apresentam a maior incidência nos municípios de Turvelândia (17,2%), Acreúna (12,2%) e Santa Helena de Goiás (11,1%).

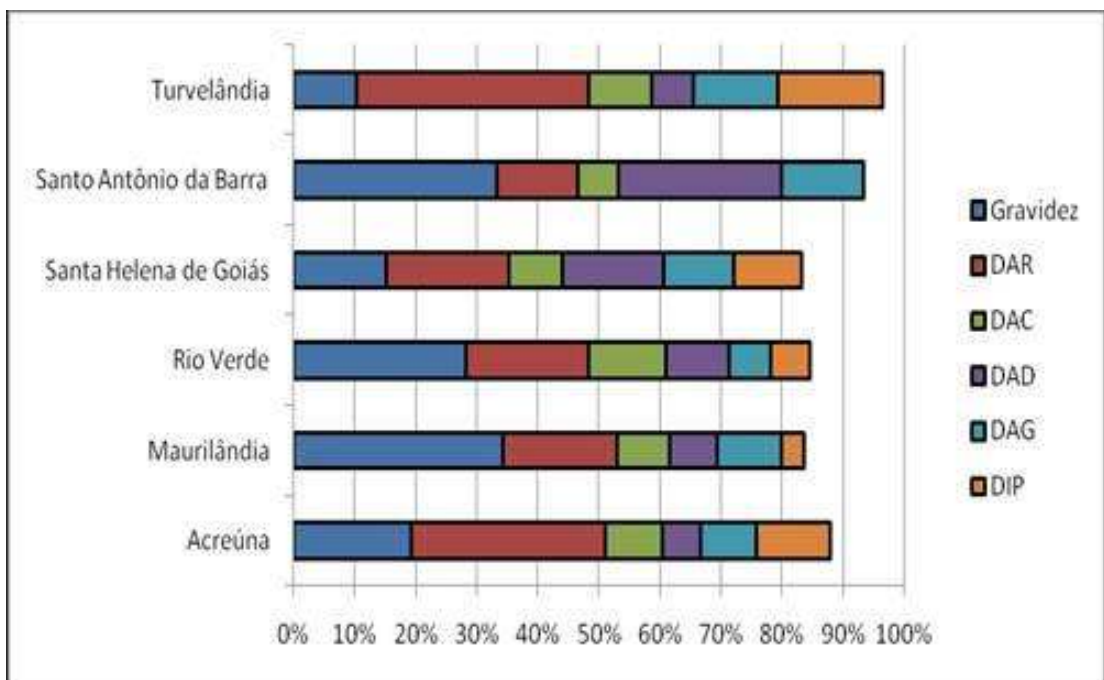


Figura 21. Percentual de Morbidade por agravos – Municípios da área em estudo, 2009.

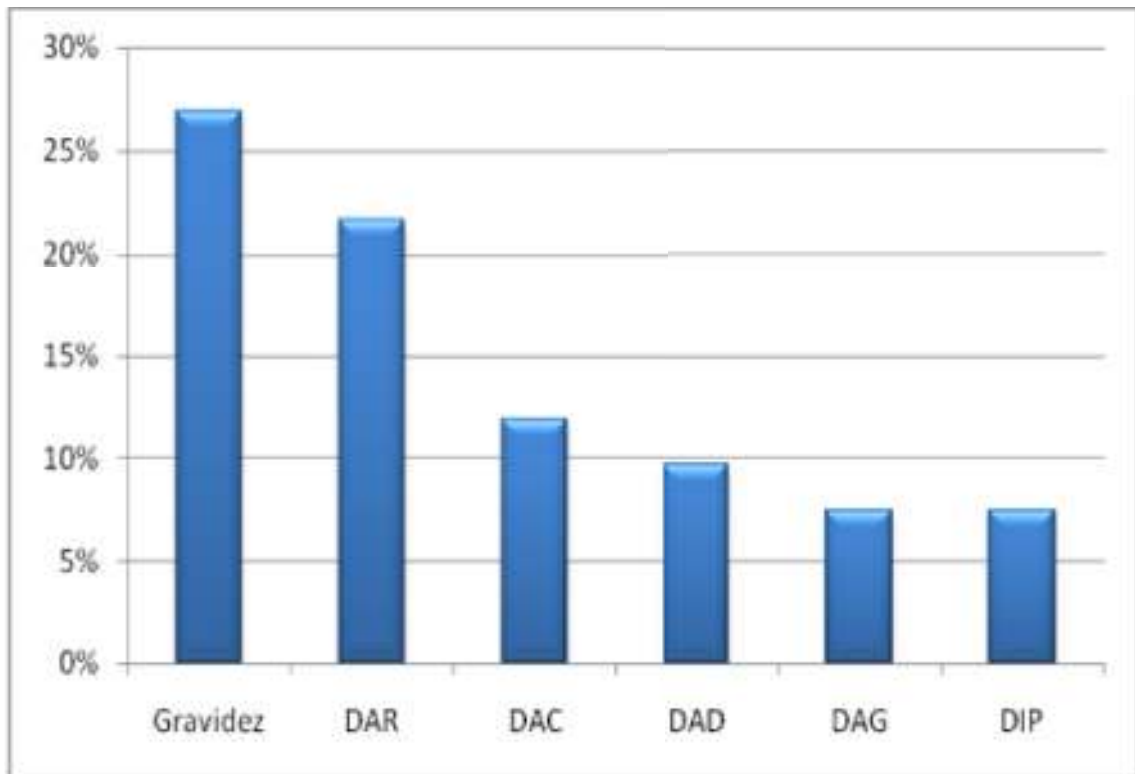


Figura 22. Morbidade hospitalar em 2009 da área de estudo por tipo de doença.

De acordo com os dados de mortalidade obtidos no site do Ministério da Saúde DATASUS (Brasil, 2007) foi realizada a confecção do sumário do índice de mortalidade por município e os respectivos valores percentuais (Tabela 16).

Tabela 16. Índice de mortalidade dos municípios da área de estudo no ano de 2007, valores absolutos e percentuais dos agravos.

Município	DAC		CE		Neoplasias		DAR		SSAAE		DAD		DIP		TOTAL
		%		%		%		%		%		%		%	
Acreúna	20	31.8	3	4.8	9	14.3	8	12.7	12	19	7	11.1	4	6.3	63
Maurilândia	16	41	6	15.4	5	12.9	7	18	1	2.5	3	7.7	1	2.5	39
Rio Verde	205	32.8	111	17.8	93	14.8	79	12.6	49	7.8	49	7.8	40	6.4	626
Santa Helena de Goiás	69	42.1	20	12.2	33	20.1	18	11	8	4.8	6	3.6	10	6.2	164
Santo Antônio da Barra	10	47.7	6	28.6	2	9.6	-	-	1	4.7	1	4.7	1	4.7	21
Turvelândia	5	38.4	3	23.1	3	23.1	1	7.7	1	7.7	-	-	-	-	13
TOTAL	325	35.2	149	16.1	145	15.7	113	12.2	72	7.7	66	7.1	56	6	926

Fonte: Brasil, 2007.

Onde:**DAC** – Doenças do aparelho circulatório**CE** – Causas Externas**DAR** – Doenças do Aparelho Respiratório**SSAAE** – Sintomas sinais e achados clínicos anormais em exames laboratoriais**DAD** – Doenças do aparelho Digestivo**DIP** – Algumas Doenças Infecciosas e Parasitárias

De acordo com as Figuras 23 e 24, observa-se que a doença que mais contribuiu com a mortalidade em todos os municípios da área em estudo foram as Doenças do Aparelho Circulatório (DAC) com um percentual de 34,3%, seguidas dos óbitos provocados por causas externas (15,4%), as Neoplasias (15,3%), as Doenças do aparelho respiratório – DAR (11,9%), os Sintomas, sinais e achados clínicos e laboratoriais – SSAAE (7,6%), as Doenças do aparelho digestivo – DAD (6,3%) e as Doenças Infecciosas e Parasitárias - DIP (5,8%). Observamos que as Doenças do Aparelho Circulatório apresentam uma letalidade alta, pois a morbidade por esta doença (11,9%) é bem menor que a letalidade (34,3%). As Doenças do Aparelho Respiratório – DAR apresentam uma letalidade baixa, pois o percentual de mortalidade (11,9%) é bem inferior ao percentual de morbidade (21,7%). As Doenças Infecciosas e parasitárias preservam o percentual relativo ao quadro de morbidade.

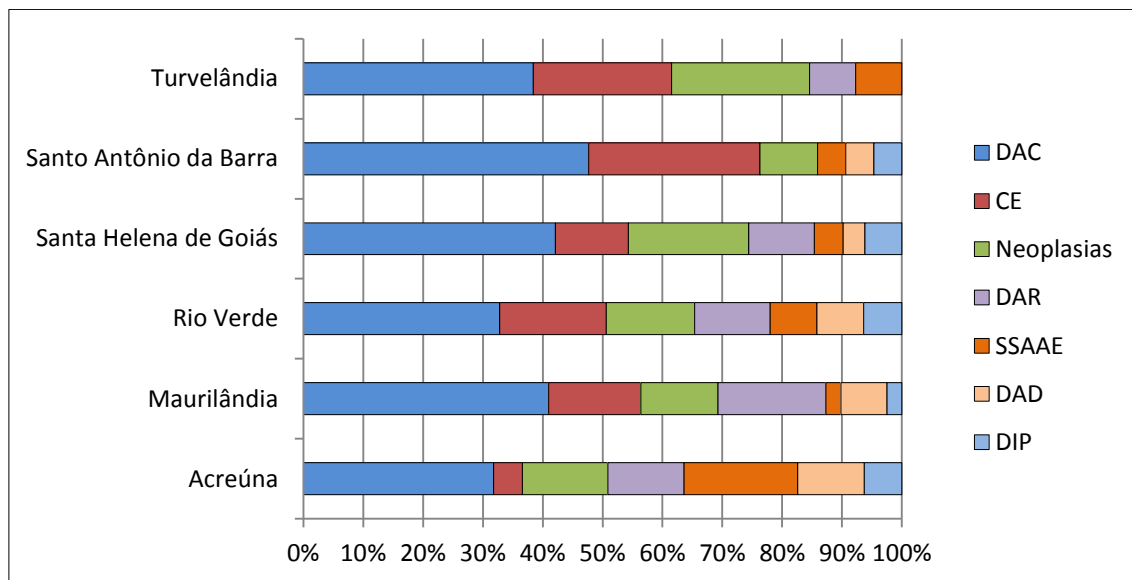


Figura 23. Percentual de Mortalidade por Agravos - Municípios área em estudo, 2007.

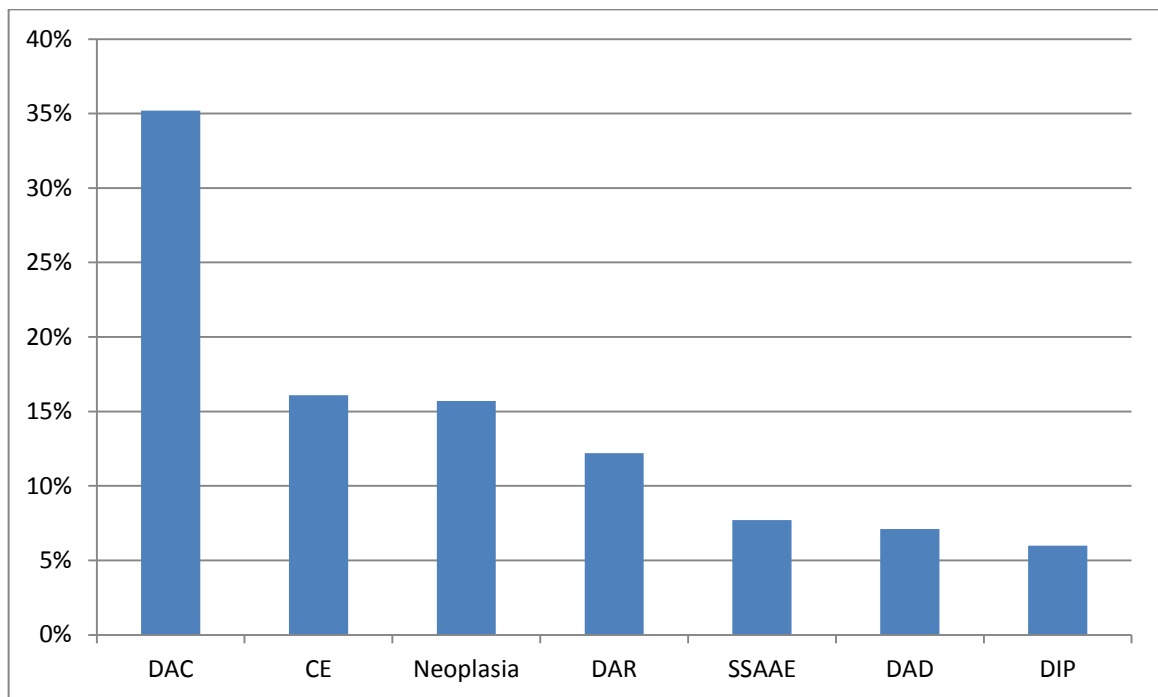


Figura 24. Mortalidade total em 2007 da área de estudo por tipo de doença, em porcentagem.

6. DISCUSSÃO

Aqui será feita a análise dos dados obtidos, ressaltando as associações geoquímicas (F-Sr, Cl-Fe, Sr-Mg, F-Mg, Ca-Mg) e o composto químico que apresentou valor anômalo (NO_3), relacionando-os com os dados epidemiológicos. Os elementos bário e SO_4 não apresentaram relevância significativa na matriz de correlação, nem mesmo valores anômalos, portanto não participam das associações geoquímicas encontradas e não são discutidos.

6.1. ASSOCIAÇÕES GEOQUÍMICAS

As associações geoquímicas F-Sr; F-Mg; Sr-Mg; Mg-Ca não apresentaram valores significativos nas amostras analisadas.

6.2. FLÚOR

O elemento F apresentou valor de 3ª ordem na amostra do município de Maurilândia (J-5056).

O Flúor está presente em mamíferos na forma de fluoretos. O Flúor é uma substância que deve ser utilizada com cuidado, devido a sua toxicidade. Quando em pequenas quantidades se acumula nos dentes e nos ossos (OPAS, 1987). A intoxicação por Flúor se manifesta com um aspecto quebradiço e cromaticamente disforme dos dentes chamado fluorose. Geralmente acontece quando do consumo de grandes quantidades de águas naturalmente com concentrações ideais de flúor por parte de crianças, e em alimentos processados com estas águas (Cortecci, 2003).

As amostras analisadas apresentaram valores de concentração de F bem abaixo dos VMP, assim não têm risco à saúde humana, como preconizados pela OMS (OMS, 2006), Ministério da Saúde (Brasil, 2004a) e EPA (EPA, 2008a).

6.3. ESTRÔNCIO

O elemento Sr apresentou valor de 3ª ordem na amostra dos municípios de Turvelândia (J-5057) e Santo Antônio da Barra (PR – 5067).

O estrôncio é um metal alcalino-terroso que ocorre naturalmente em rochas, solo, poeira, carvão, petróleo, águas superficiais e subterrâneas, ar, plantas e animais na forma de quatro isótopos estáveis, Sr-84 (0,56%), Sr-86 (9,86%), Sr-81 (7,0%) e Sr-

88 (82,58%), estando presente amplamente no ambiente em diminutas concentrações, numa média de 340 ppm nas rochas ígneas (EPA, 2008b)

Os minerais de estrôncio comercialmente importantes são a celestita, que contém sulfato de estrôncio, e a estroncianita, com carbonato de estrôncio. O estrôncio está presente em quase todas as águas doces em quantidades aproximadamente de 0,5-1,5mg/L, com altos níveis ocorrendo onde há depósitos de calcário ricos em celestita. (EPA, 2008b).

A função fisiológica do estrôncio é similar a do cálcio, sendo importante na mineralização óssea e dental, coagulação sanguínea, excitabilidade nervosa, contração muscular e secreção hormonal. A deficiência de estrôncio está relacionada à osteoporose senil (Ferrini *et al.*, 1990).

Não existe evidência direta de toxicidade do estrôncio em seres humanos sob exposição ambiental normal. Altas doses orais de estrôncio parecem ter efeito toxicológico em animais de laboratório provocando raquitismo. Adolescentes subnutridos são particularmente vulneráveis ao estrôncio, que, como um substituto imperfeito do cálcio, interfere na mineralização óssea de esqueletos em desenvolvimento. O cromato de estrôncio é carcinogênico pela inalação, entretanto a sua genotoxicidade está relacionada ao cromo hexavalente e não ao estrôncio (EPA, 2008b).

As amostras analisadas apresentaram valores de concentração de F bem abaixo dos VMP preconizados pela (EPA, 2008b), assim não têm risco à saúde humana.

6.4. CÁLCIO

O elemento Cálcio apresentou valor de 3ª ordem nas amostras dos municípios de Turvelândia (J- 5057) e Santo Antônio da Barra (PR – 5067).

O cálcio é o quinto elemento químico mais abundante na crosta terrestre (46.000 ppm ou 4,66%), ocorrendo por todo o mundo na forma de muitos minérios comuns (Pádua, 2005). Em sua forma pura, o cálcio se apresenta como um metal de baixa dureza, prateado, que reage facilmente com o oxigênio presente no ar e na água (Barbalace, 2007a)

O cálcio não pode ser encontrado em estado natural no meio ambiente, mas como constituinte de rochas ou minerais de grande interesse industrial, por exemplo as que apresentam em sua composição carbonatos (mármore, calcita, calcário e dolomita) e sulfatos (gipso, alabastro), a partir dos quais se obtém a cal viva, o estuque, o cimento, etc (Winter, 1993, Peixoto, 2004). Existem na natureza grandes depósitos sedimentares de carbonato de cálcio (CaCO_3) formando montanhas inteiras de calcário, mármore e greda, incluindo também os corais (Pádua, 2005).

Este elemento tem importância vital em vários processos fisiológicos, como o da coagulação sanguínea, a transmissão dos impulsos nervosos, a manutenção do mecanismo de contração e o relaxamento das musculaturas esquelética e cardíaca, as ativações enzimáticas, a regulação das glândulas endócrinas e exócrinas e a manutenção da integridade e da permeabilidade da membrana celular, principalmente em relação ao mecanismo de troca sódio/potássio (Ferrini et al., 1990; Williams 1997; Czajka-Narins, 1998).

A ingestão diária recomendada de cálcio para o ser humano (Ferrini et al., 1990) é 800-1200mg para adultos, 800mg para crianças e 400-600 mg para lactentes. A principal fonte é a alimentação (leite), sendo que a ingestão pela água costuma ter pouco impacto no fornecimento diário do elemento (Ferrini *et al.*; 1990, Williams, 1997, Czajka-Narins, 1998).

Segundo Motta (2000), a hipercalcemia é a existência de cálcio sérico total acima de 10,5 mg/dl em adultos e é um problema potencialmente sério que pode levar à enfermidade renal, arritmias cardíacas e mau estado geral. Segundo Paula & Foss (2003), cerca de 90% das hipercalcemias se devem ao hiperparatireoidismo primário ou neoplasias malignas que afetam a função das glândulas paratireóides, provocando aumento da secreção de paratormônio.

As amostras analisadas apresentaram valores de concentração de Ca bem abaixo dos VMP, assim não têm risco à saúde humana, como preconizados pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (2008a).

6.5. MAGNÉSIO

O elemento Magnésio apresentou valor de 3ª ordem no município de Turvelândia (J- 5057).

O magnésio é o sexto elemento mais abundante na crosta terrestre (27.640 ppm ou 2,76%) e entra na constituição do mineral dolomita, muito comum, e também de minerais do grupo dos silicatos (olivina, talco, crisotilo) e micas (Pádua, 2005). Como o cálcio é um metal alcalino-terroso (Barbalace, 2007a) e seus íons tem a configuração eletrônica semelhante a dos gases nobres (Pádua, 2005).

A principal aplicação industrial do magnésio é como elemento de liga com alumínio mas também tem vários outros usos tais como aditivo em propelentes convencionais, obtenção de fundição nodular (Fe-Si-Mg), agente redutor na obtenção de urânio e outros metais a partir de seus sais, uso medicamentoso (hidróxido, cloreto, sulfato e citrato), uso no esporte para eliminar suor das mãos (pó de carbonato de magnésio), na composição de flashes fotográficos, uso na pirotecnia e em bombas incendiárias (Friedrich & Mordike, 2006).

Entre as funções fisiológicas do magnésio salienta-se (Ferrini *et al.*, 1990; Williams, 1997, Czajka-Narins, 1998) composição óssea, ativador de inúmeros sistemas enzimáticos que controlam o metabolismo, o transporte celular e a integridade da membrana celular, mediador da contração muscular e da transmissão do impulso nervoso e cofator da fosforilação oxidativa.

O excesso de magnésio é geralmente provocado por insuficiência renal, mas pode estar relacionado com ingestão excessiva, cetoacidose diabética, hipercalcemia-hipocalciúria familiar, ingestão de lítio e insuficiência da glândula adrenal. A intoxicação pelo magnésio provoca hipocalcemia transitória, sintomas neuromusculares (arreflexia, fraqueza muscular generalizada, insuficiência respiratória por paralisia muscular) e cardiotoxicidade, com alterações eletrocardiográficas e risco de parada cardíaca (Ferrini *et al.*, 1990; Williams, 1997; Czajka-Narins, 1998; Motta, 2000).

As amostras analisadas apresentaram valores de concentração de magnésio bem abaixo dos VMP preconizados pela OMS (OMS, 2006), assim não têm risco à saúde humana.

A associação geoquímica Cl-Fe não apresentou valores significativos nas amostras analisadas.

6.6. CLORO

O elemento cloro apresentou valor de 3ª ordem na amostra do município de Turvelândia (J – 5057).

O cloro é amplamente encontrado na natureza, geralmente combinado com outros elementos, visto que tem alta reatividade (Barbalace, 2007b).

O íon cloreto (Cl-1) é amplamente distribuído na natureza na forma de cloretos, especialmente o cloreto de sódio, encontrado nas minas de sal gema e dissolvido no mar, o cloreto de potássio, presente no mineral silvina, e cloreto de cálcio, no calcário (OMS, 2003).

O cloreto de sódio é amplamente usado na indústria química na produção de substâncias como soda cáustica, cloro puro, clorito de sódio e hipoclorito. Cloreto de potássio é usado na produção de fertilizantes (NWQMS, 2004).

O cloreto é lixiviado de várias rochas para o solo e para a água através da erosão (OMS, 2003). Também ocorre contaminação de águas superficiais ou subterrâneas por ânion cloreto através de ação antrópica, mediante o uso de fertilizantes inorgânicos, deposição de efluentes industriais e domésticos, de alimentos para animais, em drenagens provenientes de irrigação de plantações (NWQMS, 2004). A quantidade de cloreto na água pode ser consideravelmente aumentada pelos processos de tratamento no qual o cloro ou cloreto é utilizado (OMS, 2003).

Indivíduos saudáveis podem tolerar ingestão de cloreto em elevadas quantidades, sendo que é pouco conhecido o efeito da ingestão prolongada de grandes quantidades de cloreto na dieta, mas em animais experimentais a ingestão excessiva de cloreto de sódio é associada à hipertensão arterial, que parece ser provocada mais pelo íon sódio que pelo cloreto (NWQMS, 2004).

As amostras analisadas apresentaram valores de concentração de Cl bem abaixo dos VMP, assim não têm risco à saúde humana, como preconizados pelo MS (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA,2008a).

6.7. FERRO

O elemento Ferro apresentou valor de 1ª ordem na amostra do município de Turvelândia (J- 5057)

O Ferro é um dos metais encontrados em maior quantidade na natureza, sendo o quarto elemento químico mais abundante na crosta terrestre (Lindh, 2005).

O Ferro é o principal metal utilizado pelo setor industrial, sendo destinado à metalurgia do ferro e aço. Entre seus subprodutos, o Fe_2O_3 (encontrado em resíduos de indústrias metais-mecânica, por exemplo), constitui uma importante fonte de contaminação – tanto de ambientes aquáticos como terrestres (Licht, 2001).

Em termos de toxicidade, o depósito crônico de ferro geralmente está relacionado à hemocromatose hereditária (doença desenvolvida a partir do consumo excessivo de ferro através da dieta ou de freqüentes transfusões sanguíneas – requeridas para o tratamento de alguns tipos de anemias) (Powell, 2002).

As amostras analisadas apesar de apresentar no município de Turvelândia valor de primeira ordem para o elemento Fe, este valor está bem abaixo dos VMP, assim não têm risco à saúde humana, como preconizados pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004a), OMS (OMS, 2006) e EPA (EPA, 2008a).

6.8. NITRATO

Foi encontrado valor anômalo de nitrato na amostra PR-5071 no município de Acreúna (10,3mg/l), sendo que esta concentração está acima dos VMP pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004a) e EPA (EPA, 2008a). A ETA de Acreúna encontra-se na unidade litoestratigráfica Formação Serra Geral – Grupo São Bento.

A Formação Serra Geral do Grupo São Bento, de Idade Mesozóica (Período Juro-Cretáceo), compreende um espesso pacote de rochas vulcânicas de natureza basáltica, sendo associados *sills* e diques de diabásio. Sua importância econômica está restrita na utilização para fins da construção civil, na produção de brita, paralelepípedos e pedras de revestimentos (Mamede, 2000).

As rochas da Formação Serra Geral têm em sua composição química principalmente alumínio, silício e oxigênio, além de sódio, cálcio, ferro, magnésio,

titânio, crômio, manganês, escândio, vanádio, zinco e lítio (Machado *et al.*, 2010).

Esta unidade litoestratigráfica não apresenta nitrato ou compostos nítricos em sua composição química, conforme mencionado acima. A causa de contaminação das referidas amostras de água talvez esteja relacionada a lixiviação do solo, que pode conter elevada carga de nitrato de causa natural ou antrópica (pelo uso de agrotóxicos nitrogenados), e também efluentes domésticos, como esgoto originado por suinocultura ou bovinocultura em confinamento instalado às margens do córrego, podem estar provocando a contaminação (Silva & Araújo, 2003). Podemos observar que a área onde foi encontrado valor anômalo do Nitrato: município de Acreúna possui uma importante economia agrícola de acordo com os dados obtidos na caracterização da área de estudo.

O Nitrato pode ser encontrado em águas superficiais e profundas como consequência de atividade agrícola, devido ao excesso de aplicação de fertilizantes inorgânicos nitrogenados e adubos orgânicos (estrupe), ou proveniente do tratamento de águas residuais e da oxidação de resíduos nitrogenados nas fezes humanas e animais, inclusive nas fossas sépticas. O nitrito também pode ser formado quimicamente em canos de distribuição de água por bactérias *Nitrosomonas* durante a estagnação do conteúdo de nitrato, em água potável pobre em oxigênio dentro de canos de aço galvanizado ou em sistemas de tratamento de água em que a cloração é utilizada para desinfecção e o processo não está suficientemente bem controlado (OMS, 2007).

Níveis elevados de nitrato indicam a possibilidade de contaminação por disposição inadequada de dejetos humanos, industriais ou de indústrias alimentícias, além do uso de fertilizantes nitrogenados na agricultura (Silva & Araújo, 2003).

De acordo com a caracterização da área de estudo o município de Acreúna possui uma importante produção agrícola de soja, perfazendo 30.000 hectares de área colhida de soja no ano de 2005 e os agrotóxicos utilizados nesta cultura possuem em sua unanimidade compostos nitrogenados, que através da lixiviação são carregados para os rios e córregos.

Como pode ser observado no Anexo II existem várias lavouras de soja bem

próximas às margens do Córrego da Comprida (manancial de superfície que abastece a ETA do município de Acreúna) Figura 25 .



Figura 25. Córrego da Comprida: Manancial superficial que abastece a Estação de Tratamento de Água do município de Acreúna.

O anexo II ilustra o que foi constatado em visita ao longo da margem do Córrego da Comprida: a Figura 27 deste anexo revela toda a extensão do Córrego da Comprida, a Figura 28 evidencia o local de captação de água do Córrego da Comprida pela SANEAGO, uma lavoura de soja situada à 130 metros da margem deste; um chiqueiro e um curral situados à 174 metros desta mesma margem. A Figura 29 apresenta uma lavoura de soja à 90 metros e outra lavoura de soja à 130 metros da margem do Córrego. A Figura 30 apresenta outra lavoura de soja situada à 50 metros da margem do Córrego da Comprida. A Figura 31 apresenta uma lavoura de soja à 90 metros da Nascente do Córrego da Comprida. De acordo com a Figura 32 o Aterro

Sanitário está situado à 850 metros da margem Córrego da Comprida.

De acordo com o que constatamos em toda a extensão do Córrego da Comprida, estes pontos apresentados no Anexo II, são os pontos de contaminação que apresentam maior proximidade ao Córrego e, portanto são os pontos mais importantes, pudemos observar que o chiqueiro e o curral (dejetos de suínos e bovinos) contribuíram para a contaminação do Córrego, no entanto o fato das lavouras de soja estarem presentes em vários pontos e com grande proximidade ao Córrego, além dos agrotóxicos utilizados nesta lavoura conterem compostos nitrogenados, são as maiores responsáveis pela presença de Nitrato na água do Córrego da Comprida devido à presença de agrotóxicos nitrogenados através da lixiviação do solo e carreamento destes compostos até a água do Córrego. No caso de dejetos humanos, não foi constatado este tipo de poluição no Córrego, pois conforme descrito anteriormente, a população não era atendida por rede de esgoto; seus dejetos eram destinados aos sumidouros existentes nas residências no município de Acreúna (Saneago, 2012) desta forma descartando a possibilidade de despejo de esgoto neste Córrego, assim como o aterro sanitário está localizado à uma distância de 850 metros da margem do Córrego, portanto não é considerado potencial fonte de contaminação deste.

A contaminação por nitrato pode ocorrer quando o nitrato ingerido a partir dos alimentos for reduzido a nitrito (NO_2^-) no trato digestivo e ao chegar à corrente sanguínea oxida o ferro (Fe^{2+} Fe^{3+}) da hemoglobina, produzindo a metahemoglobina. A metahemoglobina é incapaz de transportar oxigênio para a respiração celular, o que leva a doença conhecida como metahemoglobinemia, ou doença do “sangue azul” (Wright & Davison, 1964). A contaminação por nitrato na água de beber pode trazer graves conseqüências à saúde principalmente em crianças muito pequenas e idosos pode causar cianose intensa (metahemoglobinemia), e levar à morte (Silva & Araújo, 2003).

Existe também a possibilidade do nitrito combinar-se com aminas formando “nitrosaminas”, substâncias caracterizadas como carcinogênicas e mutagênicas. Como o íon nitrato é transformado a nitrito já na saliva, por meio de diversos complexos de redução, presentes na boca, esse nitrito poderia formar nitrosaminas

a partir de aminas secundárias, causando câncer gastrointestinal, como foi detectado em animais experimentais recebendo dieta rica em compostos N-nitrosos (Maynard *et al.*, 1976).

A presença do nitrato em concentrações acima dos VMP, sugere condições higiênico sanitárias insatisfatórias. Sabe-se que em muitas regiões isto pode significar que a quantidade de matéria orgânica na água aumentou o que é um indício de poluição ou provável degradação ambiental (Scorsafava *et al.*, 2010).

Packham (1992) relata que mais de 2000 casos de metahemoglobinemia, com casos fatais em torno de 8%, foram descritos na literatura até 1970, e cita a existência de diversos estudos relacionando níveis elevados de nitrato em água de poços, com incidência de câncer gástrico. Segundo Bouchard & William (1992), estudos realizados na Austrália e Canadá mostraram aumento significativo de malformação congênita associada a ingestão de alta concentração de nitrato.

As últimas pesquisas estão se voltando para a desmistificação dos males causados pelo nitrato, surgindo inclusive citações sobre importantes funções do nitrato no organismo humano, principalmente com funções de defesa contra patógenos (Luz *et al.*, 2008).

Pesquisando casos de metahemoglobinemia no Reino Unido, Leifert *et al.* (1999) mencionam que a última ocorrência registrada em bebês foi em 1972. Além disso, os autores citam que não existem evidências epidemiológicas comprovando a ligação do nitrato dietético com o câncer causado por nitrosaminas. Recentes pesquisas vêm trazendo evidências de que o nitrato dietético apresenta destacado papel benéfico, protegendo a área gastrintestinal contra patógenos que se desenvolvem nos alimentos. Estudos nutricionais e epidemiológicos mostram que a adição de nitrito ao ácido estomacal controla melhor patógenos como Salmonella, Escherichia coli e Helicobacter pylori, que poderiam sobreviver apenas com o ácido estomacal. Além disso, indicam que dietas contendo alto conteúdo de nitrato é protetora contra alguns tipos de câncer, particularmente câncer gástrico (Addiscott & Benjamin, 2000; Archer, 2002).

À partir do texto anterior podemos perceber que os estudos sobre o nitrato

começaram a ter resultados diferentes, até então não vistos: o de ser benéfico ao organismo humano. Desta forma abre caminho para se discutir e aprofundar os estudos sobre os efeitos do nitrato no organismo humano.

De acordo com os dados dos resultados epidemiológicos observa-se que no município de Acreúna a terceira maior causa de mortalidade é por neoplasias (14,3%), no entanto, de acordo com estudos mais antigos, sugere-se que o nitrato seja um dos fatores de risco na ocorrência de neoplasia gástrica e esofágica neste município. Não existe um número significativo de transtornos hematológicos, pois estes não aparecem entre as maiores causas de mortalidade ou morbidade neste município, portanto aparentemente não existe possível correlação de intoxicação por nitrato e meta-hemoglobinemia no município de Acreúna.

Deve-se investigar melhor a área de estudo, talvez se fazendo um acompanhamento a longo prazo, com coletas mensais e análise química multielementar de amostras de água das ETA, para verificar-se alterações nos elementos-traço acima dos VMP recomendados, além de se fazer um estudo de morbidade e mortalidade relacionada com as alterações encontradas. A investigação deve ser feita também no sentido de maiores pesquisas a respeito dos efeitos do nitrato no organismo humano, pois como já foi citado, estudos atuais mostram resultados antes não vistos em relação ao possível efeito benéfico do nitrato dietético.

6.9. TRATAMENTO DE ÁGUA, ESGOTO, LIXO E QUADRO EPIDEMIOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO

Os resultados obtidos revelaram que em relação ao tratamento de água, esgoto e lixo, a população da área em estudo tem um percentual significativo dos habitantes atendidos pela rede geral de água tratada (89% da população residente na área de estudo tem acesso à água tratada), a coleta de lixo na área de estudo atende 80,96% desta população, com destino no aterro sanitário e no entanto a maior parte desta população (90,5%) não é atendida por rede geral de esgoto, sendo que a população possui sumidouros em suas residências.

Tendo em vista este quadro, propõe-se aos órgãos competentes uma

melhoria e ampliação nos processos de saneamento básico, especificamente na instalação de redes de coleta e tratamento de esgoto, como também na coleta do lixo, com o objetivo duplo de proteger o meio ambiente e atuar na prevenção de doenças relacionadas com o ciclo da água e do lixo.

Este quadro nos mostra, que apesar da área em estudo apresentar uma economia bastante produtiva e PIB bastante elevado em relação à média goiana, esta renda não está sendo bem distribuída pelo poder público, pois algumas áreas de sua atuação como tratamento e coleta de esgoto encontram-se deficientes. Este quadro também revela que o saneamento básico é um tema antigo, mas essencial que, no entanto, não se efetiva plenamente por falta de uma política adequada.

As maiores causas de morte na área de estudo, de acordo com os resultados epidemiológicos são as doenças cardiovasculares, em seguida aparece causas externas, Neoplasias, Doenças do aparelho respiratório e achados anormais em exames. Estes dados coincidem com a mortalidade geral brasileira (Brasil, 2004b).

A mortalidade no Brasil tem passado por importantes mudanças ao longo dos anos com queda das doenças infecciosas e aumento das doenças não infecciosas, como as doenças cardíacas, as neoplasias e a morte violenta (causas externas), conforme Figura 26. A área em estudo também apresenta como causa de mortalidade predominantemente as doenças não infecciosas, conforme resultados epidemiológicos já vistos.

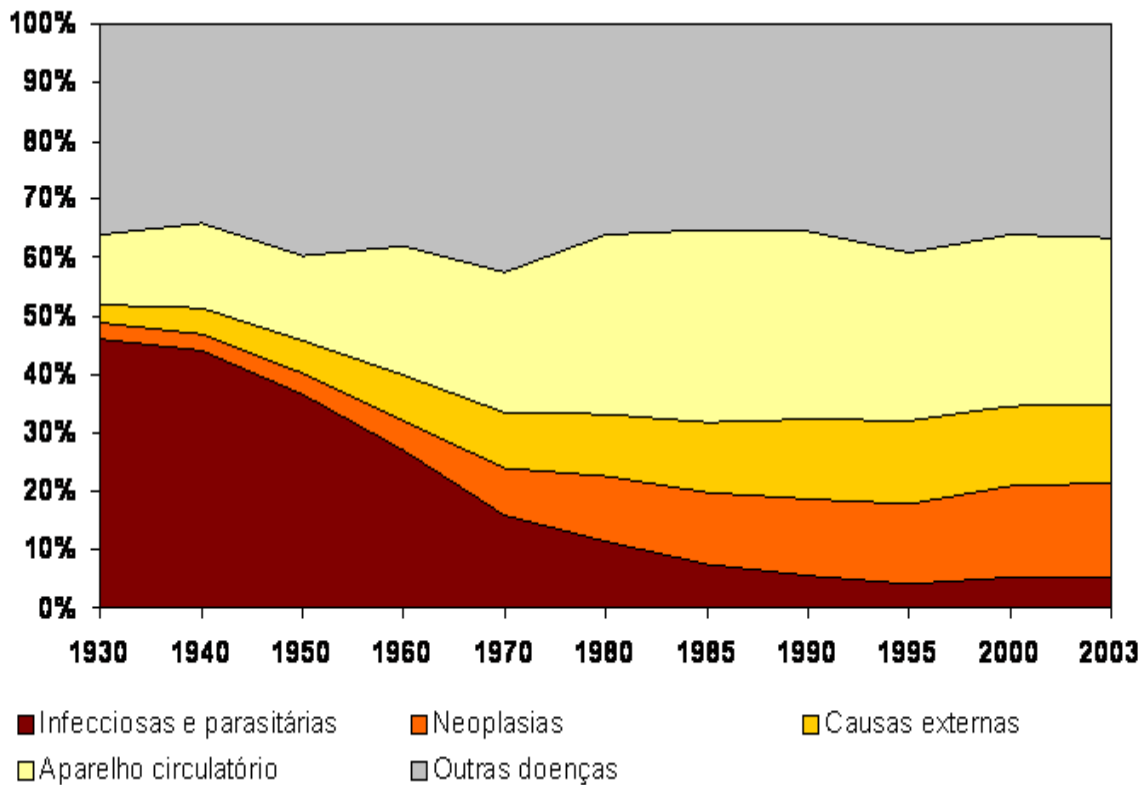


Figura 26. Evolução da mortalidade no Brasil. Cenário brasileiro (Fonte: Brasil, 2004c).

De acordo com os dados obtidos sobre morbidade, podemos observar que as doenças predominantes incidentes na população da área de estudo são estados de saúde relacionados à gravidez, seguida das Doenças do aparelho respiratório, doenças do aparelho circulatório, doenças do aparelho digestivo, doenças do aparelho geniturinário e doenças infecciosas e parasitárias. Isso mostra que a área de estudo apresenta os dados sobre morbidade muito semelhantes aos dados brasileiros de morbidade hospitalar (Brasil, 2011b).

6.10. CONCENTRAÇÕES ANÔMALAS DE NITRATO NA ÁGUA E SEU IMPACTO NA MORBIMORTALIDADE DA ÁREA DE ESTUDO

O valor anômalo de nitrato encontrado na água tratada e sua relação com o impacto para a saúde humana, não apresentou evidências diretas, mas, no entanto,

existem alguns estudos que mostram a possibilidade do nitrato ingerido ser carcinogênico ou até mesmo causar metahemoglobinemia, em contrapartida estudos mais recentes sugerem a possibilidade do nitrato ingerido apresentar efeitos benéficos ao organismo (Addiscott & Benjamin, 2000; Archer, 2002; Silva & Araújo, 2003).

Outros estudos devem ser feitos na área , para identificar a possibilidade do nitrato estar influenciando as morbimortalidades, assim como verificar as possíveis alterações que os compostos químicos podem causar quando em concentrações anômalas.

7. CONCLUSÕES

A utilização da geoquímica e da geologia médica neste trabalho possibilitou analisar e identificar os elementos químicos na água das ETAs (Estações de Tratamento de água) e as condições de saúde da população de 6 (seis) municípios da Região Sudoeste de Goiás.

Os resultados das análises químicas realizadas na água das ETAs (Estações de Tratamento de água) dos municípios estudados identificou contaminação antrópica por Nitrato no município de Acreúna. Os valores encontrados estão acima dos VMP pelo MS, OMS e EPA. A origem da contaminação por nitrato é a contaminação por agrotóxicos nitrogenados utilizados na agricultura local, pois as lavouras de soja estão presentes em diferentes pontos muito próximos à margem do Córrego da Comprida. Nas demais amostras de água analisadas foram encontrados resultados dentro dos VMP preconizados pelos órgãos nacionais e internacionais acima citados, os quais também têm significância estatística para o estudo. Isso mostra que os demais municípios da área em estudo possuem água tratada de boa qualidade do ponto de vista da composição química.

De um modo geral, a mortalidade e a morbidade da área de estudo é semelhante à mortalidade geral brasileira, por apresentar dados semelhantes ao do Brasil como um todo, reforçando assim a idéia de que este é um problema de saúde pública de grande magnitude, necessitando a implantação de um programa de saúde preventiva, para que as enfermidades crônico-degenerativas (doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, doenças respiratórias) sejam evitadas por meio de transformações sociais, como mudança de hábitos da população. É importante a implantação de uma política com o objetivo de diminuir a violência urbana, obter melhoria no trânsito, na qualidade de vida e renda da população, de forma a proporcionar redução da morbimortalidade originada por causas externas.

O tratamento de água, esgoto e lixo da área em estudo apresenta-se um pouco deficiente, pois apesar de fornecer água tratada e coleta de lixo à grande parte da população, significando qualidade de vida e boas condições de saúde pública, remete a necessidade de melhorias na rede geral de esgoto, à qual se encontra deficiente.

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se que seja realizado:

- Intervenção na área próxima ao manancial Córrego da Comprida, no sentido de evitar a contaminação por Nitrato e outros elementos e compostos químicos;
- Estudos sistemáticos, por período prolongado na área onde foi encontrado valor anômalo de nitrato, com análises químicas periódicas da água da ETA e a correlação com a saúde da população;
- Implantação de programas educativos ambientais e de saúde, com ênfase na redução da degradação ambiental, na mudança de comportamento da população em relação ao meio ambiente e a adoção de bons hábitos de saúde;
- Implantação e melhoria na rede de esgoto e coleta de lixo. Monitorização e intervenção da contaminação química ambiental.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addiscott, T.; Benjamin, N. (2000). Are you taking your nitrate? Food Science and Technology Today. London. v.14, n.1, p. 59 - 61.
- Alves S. R.; Silva, J. J. O. (2003). Avaliação de ambientes contaminados por agrotóxicos. In: Peres, F.; Moreira, J. C. e organizadores. É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; p. 137-156.
- Amaral, J. E.; Krebs, A. S. J. (2010). Drenagem ácida da mineração de carvão e sua interrelação com metais pesados e recarga de aquíferos na bacia carbonífera do Estado de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16. São Luís - MA. Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo: ABAS
- Archer, D. L. (2002) Evidence that ingested nitrate and nitrite are beneficial to healthy. Journal of Food Protection, Des Moines, v. 65, n.5, p.872-875.
- Barbalace, K. L. (2007 a). *Periodic Table of Elements: Calcium*. Acesso em: 04/03/2011. Disponível em: <http://EnvironmentalChemistry.com/yogi/periodic/Ca.html>.
- Barbalace, K. L. (2007 b). *Periodic Table of Elements: Chlorine*. Acessado em 04/03/2011. Disponível em <http://enviromentalchemistry.com/yogi/periodic/Cl.html>.
- Berglund, M.; Akesson, A.; Bjellerup, P.; Vahter, M. (2000). Metalbone interactions. Toxicology Letters. v. 15, n. 112 - 113, p. 219 - 25.
- Berrigan, M. M. (2003). Niveles elevados de estrôncio-90 em niños cerca de reactores nucleares. Newsweek Pathfinder, verano.
- Bez, L.; Guimarães, J.; Guimarães, D. (1971). Distrito Vulcânico de Rio Verde. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 25, 1971, São Paulo. Anais do Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo: SBG. p. 121 - 128.
- Bigazzi, P. E. (1996). Autoimmunity induced by metals. In: Toxicology of Metals. MAUSA, CRC Press. p. 835 - 852.
- Boniolo, M. R. (2008). Biossorção de Urânio nas cascas de banana. Dissertação de Mestrado. São Paulo.
- Bouchard, D. C.; William, S. M. K. (1992). Nitrate contamination of groundwater; sources and potential health effects. *Journal of the American Water Works Association*. (9): 85 - 90.
- Brasil (2011a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins/ DFIA/SDA. Acesso em: 23/01/2012 Disponível em http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons
- Brasil, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. (1986). Resolução Conama nº. 20, de 18 de junho de 1986. *Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional*. Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- Brasil, Ministério da Saúde (2007). Mortalidade – Goiás. DATASUS. Acesso em 10/08/2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sim/cnv/obtgo.def>

- Brasil, Ministério da Saúde (2009b). Morbidade Hospitalar do SUS - por local de residência – Goiás. DATASUS. Acesso em 10/08/2010. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/nrgo.def>
- Brasil, Ministério da Saúde (2010a). VIGIÁGUA - Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Acesso em: 18/02/11. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1255
- Brasil, Ministério da Saúde. (2011b). Morbidade hospitalar do SUS por local de residência – Goiás. DATASUS Acesso em: 20/07/2011. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nrbr.def>.
- Brasil, Ministério da Saúde. (2004a). Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. *Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências*. Diário Oficial da União. Brasília.
- Brasil, Ministério da Saúde. (2004b). Secretaria de Vigilância em Saúde: Uma análise da mortalidade no Brasil e regiões. Acesso em: 18/07/11. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=24421.
- Brasil, Ministério da Saúde. (2004c). Evolução da mortalidade por violência no Brasil e Regiões. Acesso em: 18/07/2011. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=24448.
- Brasil, SEPLAN - Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás (2005a). Anuário Estatístico do Estado de Goiás – 2005. Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. Goiânia – GO. Pp. 41- 45.
- Brasil, SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. (2005b). Estatísticas Municipais (Séries Históricas). Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. Acesso em: 05/07/2010. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>
- Brasil, SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. (2009a). Estatísticas Municipais (Séries Históricas). Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. Acesso em: 05/07/2010. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>
- Brasil, SEPLAN – Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento do Estado de Goiás. (2010b). Estatísticas Municipais (Séries Históricas). Superintendência de Estatística, Pesquisa e Informação. Acesso em: 30/12/2011. Disponível em: <http://www.seplan.go.gov.br/sepin/>
- CETESBa – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (1973). Operação e Manutenção de ETA. volume I. Edição 1973. São Paulo – SP. 290 p.

- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (1973). Operação e Manutenção de ETA. volume II. Edição 1973. São Paulo – SP. 736p.
- Christofidis, D. (2002). Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. Brasília: Ed. Garamont.
- Confalonieri, U. E. C.; Chame, M.; Najjar, A.; Chaves, S. A. M.; Krug, T.; Nobre, C.; Miguez, J. D. G.; Cortesão, J.; Hacon, S. (2002). Mudanças globais e desenvolvimento: importância para a saúde. *Inf. Epidemiol. SUS.* v.11, n.3. Brasília.
- Cortecci, G. (2003). Geologia e saúde. Acesso em 20/02/2011. Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geosaude.pdf>.
- Costa, S. S.; Filho, A. A. M.; Cancio, J. A.; Oliveira, M. L. C. (2000). A seleção de indicadores sanitários como instrumento de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano na prevenção e controle de doenças de veiculação hídrica. *In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental.* ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 17p.
- Costa, S. S.; Heller, L.; Brandão, C. C. S.; Colosimo, E. A. (2005). Indicadores epidemiológicos aplicáveis a estudos sobre a associação entre saneamento e saúde de base municipal. *Eng. Sanit. Ambient.* vol.10, n.2. Rio de Janeiro.
- Cotta, J. A. O.; Rezende, M. O. O.; Piovani, M. O. (2006). Avaliação do teor de metais em sedimento do rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, São Paulo, Brasil. *Química Nova.* vol. 29, n. 1. p 40 - 45.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. (2012) – Serviço Geológico do Brasil- Superintendência Regional de Goiânia- Goiás.
- Czajka-Narins, D. M. (1998). Minerais. *In: Mahan, L. K.; Escott-Stump, S. (Org.). Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia.* (pp. 123-166). Roca. São Paulo. 1180p.
- Diniz, J. A. O. (2010). Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Nordeste Brasileiro: alternativas de captações para o abastecimento integrado de pequenas comunidades. *In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16.* São Luís - MA. Anais do Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo: ABAS.
- ECRR - Recomendaciones Del Comité Europeo sobre los Riesgos de la Radiación. (2004). *Los efectos de la exposición a radiación ionizante a bajas dosis sobre la salud con aplicaciones sobre la protección radiactiva.* AMC. Madrid.
- EPA - Environmental Protection Agency. (2008b). *Drinking water contaminants.* *In: ATDSR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (2004). Toxicological profile: strontium.* Acesso em: 21/02/2011. Disponível em: <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html#1>.
- Epa. (2008a). United States Environmental Protection Agency. *Drinking water contaminants.*

Acesso em 21/12/2011. Disponível em <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html#1>.

- Fernandes, L. A. A. (1998). Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 216 p.
- Ferrini, M. T.; Borges, V. C.; Waitzberg, D. L. (1990). Minerais: oligoelementos e elementos traço. *In: Waitzberg, D. L. (Org.). Nutrição enteral e parenteral na prática clínica.* Livraria Atheneu. Rio de Janeiro. 442p.
- Freitas, M. B.; Almeida, L. M. (1998). Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. *In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.* CD-ROM, São Paulo: Sonopress - Rimo.
- Freitas, M. B.; Brilhante, O. M.; Almeida, L. M. (2001). Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad. Saúde Pública.* Rio de Janeiro, 17(3) : 651 - 660.
- Friedrich, H. E.; Mordike, B. L. (2006). *Magnesium technology: metallurgy, design data, applications.* Springer-Verlag. Berlin. 708p.
- Gaspar, J. C. (1977). Contribuição ao Estudo do Magmatismo Alcalino de Santo Antônio da Barra - GO. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, Brasília. 142p.
- Geosoft Oasis Montaj (2011) – Software for Earth Science Mapping and Processing. Acesso em 18/02/2011. Disponível em: [//www.geosoft.com/media/uploads/resources/brochures/montaj_bro_e_oct11-11.pdf](http://www.geosoft.com/media/uploads/resources/brochures/montaj_bro_e_oct11-11.pdf)
- Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the elements.* Elsevier, Oxford. 1600p.
- Junqueira-Brod T.C.; Roig, H. L.; Gaspar, J. C.; Brod, J. A.; Meneses, P.R.; (2002). A província Alcalina de Goiás e a extensão do seu Vulcanismo Kamafugítico. *Revista Brasileira de Geociências.* São Paulo, v.32, n.4, p. 559 - 566.
- Leifert, C.; Fite, A.; Li, H.; Golden, M.; Mowet, A.; Frazer, A. (1999). Human health effects of nitrate. *In: IFA Agricultural Conference On Managing Plant Nutrition.* Barcelona. *Proceedings IFA Agricultural Conference On Managing Plant Nutrition.* Barcelona: IFA. p.1 - 12.
- Leite, M. A.; Dornfeld, C. B.; Espíndola, E. L. G. (2004). Análise da concentração de metais na água do reservatório de salto grande: diagnóstico ambiental e saúde pública. *In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.* San Juan. 6p.
- Libânio, P. A. C.; Chernicharo, C. A. L.; Nascimento, N. O. (2005). A dimensão da qualidade da água: avaliação da relação entre indicadores sociais, de disponibilidade hídrica, de

saneamento e de saúde pública. Engenharia Sanitária e Ambiental Vol. 10 nº 3. Rio de Janeiro. Acesso em 30/11/2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522005000300006&script=sci_arttext

- Licht, O. A. B. (2001). A Geoquímica Multielementar na Gestão Ambiental Identificação e Caracterização de Províncias Geoquímicas Naturais, Alterações Antrópicas da Paisagem, Áreas Favoráveis À Prospecção Mineral e Regiões de Risco para a Saúde no Estado do Paraná, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.
- Lin, N-F. (1991). Medical Environmental Geochemistry. Changchun City of China: Jilin Science and Technology Publishing House; 125–256.
- Lin, N-F.; Tang, J.; Bian, J-M. (2004). O ambiente geoquímico e os problemas de saúde na China. *Environmental Geochemistry and Health*. 26: 81 - 88. Kluwer Academic Publisher. Printed in Netherlands. Acesso em: 15/11/2010. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/pgagem/puerto/china_tradu.pdf
- Lindh, U. (2005). Medical Geology: Impacts of the natural environment on public health. Amsterdam: Elsevier. p. 115 - 156.
- Lins, C. A. C.; Souza, C. J. M.; Cunha, F. G.; Machado, G. J.; Lopes Jr., I. (2003). Manual técnico PGAGEM – Brasil. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. São Paulo. 28p.
- Luz, G. L.; Medeiros, S. L. P.; Manfron, P. A.; Amaral, A. D.; Müller, L.; Torres, M. G.; Mentges, L. (2008). A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. *Ciência Rural*. Santa Maria. v. 38, n. 8, p. 2388 – 2394.
- Machado, F. B.; Moreira, C. A.; Zanardo, A.; Andre, A. C.; Godoy, A. M.; Ferreira, J. A.; Galembeck, T.; Nardy, A. J. R.; Artur, A. C.; Oliveira, M. A. F. Enciclopédia Multimídia de Minerais. Acessado em 20/11/2010. Disponível em: <http://ns.rc.unesp.br/museudpm/banco/grm.html>
- Maia, Y. L. M. (2004). Análise multielementar em água e sedimentos de corrente da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte na Região Metropolitana de Goiânia e sua relação com a saúde. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Goiás. Goiânia: UCG. 92p.
- Mamede, L. (2000). Geomorfologia. In: Lacerda Filho, J. V.; Rezende, A.; Silva, A. (Org.) *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. (pp. 15-18). CPRM, Goiânia. 200p.
- Marques, V. J. (1981). Projeto Prospecção de Carvão Energético nas bordas Norte e Oeste da Bacia do Paraná. Áreas I, II e III. Relatório Final. Goiânia: DNPM / CPRM. v.1.
- Mato, A. P. (1996). Determinação de nitratos, nitritos e prováveis fontes de contaminação em águas de poços e sua influência na metemoglobinemia infantil. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Saneamento Ambiental, Universidade Mackenzie. São Paulo.

- Maynard, D. N. Barker, A. V.; Minotti, P. L.; Peck, N. H. (1976). Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy*. New York. v.28. p. 71 – 118.
- Milani, E.J.; Thomaz Filho, A. (2000). Sedimentary basins of South of America. *In: Cordani, U.G. et al. Tectonic Evolution of South America. In: International Geological Congress, 31. Rio de Janeiro. Anais do International Geological Congress*. Rio de Janeiro. p. 389 - 452.
- Miranda, L. H. (2007). Análise dos metais pesados e sua relação com o meio ambiente e a saúde na bacia do Ribeirão Anicuns. Dissertação de Mestrado. PUC-Goiás. 139 p.
- Moraes, D. S. L.; Jordão, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista Saúde Pública*. 36(3) : 370 - 4.
- Moreira, M. L. O.; Moreton, L. C.; Araújo, V. A.; Lacerda Filho, J. V.; Costa, H. F. (Org.). (2008). Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. CPRM / SIC - FUNMINERAL, Goiânia. 147 p.
- Motta, V. T. (2000). Bioquímica Clínica: Princípios e Interpretações. Editora Médica Missau. Porto Alegre. 358p.
- Muñoz, S. I. S. (2002). Impacto ambiental na área do aterro sanitário e incinerador de resíduos sólidos de Ribeirão Preto, SP: Avaliação dos níveis de metais pesados. Tese Doutorado. Universidade de São Paulo. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto.
- Nascimento, C. A.; Naime, R. (2009). Panorama do uso, distribuição e contaminação das águas superficiais no Arroio Pampa na bacia do Rio dos Sinos. *In: Estudos Tecnológicos*. Vol.5, nº 1: 101-120.
- Neto, M. L. F.; Tambellini, A T; Daniel, M. H. B.; Bezerra, N. R. (2007); Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano em municípios acima de 100.000 habitantes: Avaliação do desenvolvimento de ações mínimas e desafios para sua efetiva implementação. *In: XIV Congresso ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental)* 8p.
- Netto, J. M. A.; Parlatore, A. C.; Rossin, A. C.; Manfrini, C.; Hespanhol, I.; Campos, J. R.; Povinelli, J.; Yaguinuma, S. (1987). Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água Vol. 2 – Tratamento de Água. 3ª edição. São Paulo. 320p.
- NWQMS - National Water Quality Management Strategy. (2004). *Australian Drinking Water Guidelines*. Acessado em 10/03/2011. Disponível em: http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/_files/adwg_11_06.pdf.
- Oliveira, J. J. V.; Vallilo, M. I.; Pedro, N. A. R.; Zenebon, O. (1987). Estudo comparativo de métodos para determinação de nitrato em águas naturais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. 47: 25 - 30.
- Oliveira, W. E.; Nogami, P. S.; Martins, J. A. (1984). Técnica de abastecimento e Tratamento

de Água. volume II. Editora CETESB. São Paulo – SP.

- OMS – Organização Mundial de Saúde. (2003). *Chloride in drinking-water*. Acesso em: 20/03/2011. Disponível em: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chloride.pdf.
- OMS – Organização Mundial de Saúde. (2006). *Guidelines for Drinking-water Quality*. Acesso em: 20/02/2011. Disponível em: http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf.
- OMS – Organização Mundial de Saúde. (2007). *Nitrate and nitrite in drinking-water*. Acesso em: 20/03/2011. Disponível em: http://www.who.int/entity/water_sanitation_health/dwq/chemicals/nitratenitrite2ndadd.pdf.
- ONU – Organização das Nações Unidas. (1993). Agenda 21: Programa de Ação para o Desenvolvimento Sustentável. Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, Brasil. In: Von Shirnding, E. R. (1998). OMS – Organização Mundial da Saúde. *Indicadores para o estabelecimento de políticas e a tomada de decisão em saúde ambiental. Minuta para Discussão na Oficina de Indicadores de Saúde e Monitoramento Ambiental*. Organizado e coordenado pelo CNEPI / FUNASA e OPAS, Rio de Janeiro – Genebra. 97p.
- OPAS (1987). Organização Panamericana de Saúde - Guias para la calidad del agua potable. Anexo 3. Washington (DC) Vol. 3 p. 76 - 83.
- OPS – Organização Pan Americana de Saúde. (1999). FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. *Relatório da Oficina de Indicadores de Vigilância da Qualidade da Água de Consumo Humano*. XX Congresso ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental). Rio de Janeiro. 38p.
- Packham, R. F. (1992). Public health and regulatory aspects of inorganic nitrogen compounds in drinking water. *Water Supply* 10(3): 1 - 6.
- Pádua, H. B. (2005). *Química Bioinorgânica*. Acesso em: 10/03/2011. Disponível em: <http://www.ruralnet.com.br/upload/artigos/quimica%2520bioinorganica%2520parte%2520xviii%2520b%2520s%25c3%2589rie%2520%253%2581gua.doc>.
- Pathak, S. P.; Kumar, S.; Ramteke, P. W.; Murthy, R. C.; Bhattacharjee, J. W.; Gopal, K. (1994). Potability of water sources in relation to metal and bacterial contamination in some northern and northern eastern districts of India. *Environmental Monitoring and Assessment*. 33 : 151 - 160.
- Paula, F. J. A.; Foss, M. C. (2003). Tratamento da hipercalcemia e hipocalcemia. *Medicina*. Ribeirão Preto. 36: 370 - 374.
- Peixoto, E. M. A. (2004). *Cálcio*. Acesso em: 04/04/2011. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc20/v20a12.pdf>.
- Pena, G. S.; Pereira, A. D. C.; Takahashi A. T.; Oguino, K.; Ferreira Neto, M. H.; Araújo, V.

- A.(1975).Projeto Goiânia II - Relatório Final. Goiânia: DNPM / CPRM. v. 5.
- Pena, G.S.; Figueiredo, A.J. (1972). Projeto Alcalinas – Relatório Final. Goiânia: Convênio Departamento de Mineralogia e Petrologia Universidade de Brasília/ CPRM, 143 p.
- Peres, F.; Moreira, J. C. (2007). Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saúde Pública*. vol.23. suppl.4. Rio de Janeiro.
- Powell, L. W. (2002). Diagnosis of hemochromatosis. *Seminars Gastrointestinal Disease*. 13 (2): 80 - 8.
- Ramalho, F. G. P.; Amaral-Sobrinho, N. M. B.; Velloso, A. C. X. (2000). Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 35 : 1289 - 303.
- Samanidou, V.; Fytianos, K. (1990). Mobilization of heavy metals from river sediments of northern: Greece by complexing agents. *Water air and soil pollution*. v.52. p.217-225.
- SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A (2011). Saneamento – Água – Nosso Produto. Acesso em: 04/09/2011. Disponível em <http://www.saneago.com.br/site/?id=aqua>
- SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A (2012). SUPEA – Superintendência de Engenharia Operacional de Controle Ambiental. Acesso em 23/01/2012. Disponível em <http://intranet.saneago.com.br/novaintra/index.php>
- Scorsafava, M. A.; Souza, A.; Stofer, M.; Nunes, C. A.; Milanez, T. V. (2010). Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. São Paulo, 69(2):229-32.
- Selinus, O.; Alloway, B.; Centeno, J. A.; Finkelman, R. B.; Fuge, R.; Lindh, U.; Smedley, P. (2005). *Essentials of Medical Geology Impacts of the Natural Environment on Public Health* Elsevier. Academic Press, San Diego, California, USA. 812p.
- Shils, J.; Shike, M. (1994). Modern Nutrition in health and disease. *Biol. Trace Element. Reserch*. 29: 133 - 136.
- Silva, C. R.; Figueiredo, B. R.; Capitani, E. M. D.; Cunha, F. G. (Org.). (2006). *Geologia Médica no Brasil: efeitos dos materiais e fatores geológicos na saúde humana, animal e meio ambiente*. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro. 220p.
- Silva, M. R. C. (2002). Estudo de sedimento da bacia hidrográfica do Moji-Guaçu, com ênfase na determinação de metais. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Instituto de Química. São Carlos – SP. 99p.
- Silva, R. C. A.; Araújo, T. M. (2003). Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). *Ciência & Saúde Coletiva*. 8 (4): 1019 - 28.

- Souza Júnior, J. J. (1983). Geologia da Bacia Sedimentar do Paraná. *In: Projeto RADAMBRASIL – Folha SE. 22 - Goiânia*. Rio de Janeiro. p. 23 – 348.
- Tiller, K. G. (1989). Heavy metals in soils and their environmental significance. *In: Tiller, K. G. Advances in soil science*. New York: Springer. v.9. p. 113 - 114.
- Tucci, C. E. M. (2008). Águas urbanas. *Estudos avançados*, v.22, n.63, p.1-16.
- Tundisi, J. G. (2008). Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados*. vol. 22. Nº 63. São Paulo. Acesso em: 31/10/2010. Disponível em: www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf.
- Trewartha, G.T. & L.H. Horn (1980). An introduction to climate. New York, Mc Graw-Hill, 5ª ed.416p.
- Vitor, R. J. (2006). Análise comparativa das estações de tratamento de água com análise de elementos traços e quadro epidemiológico em municípios do sudoeste goiano. Dissertação de Mestrado, Programa de Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde, Universidade Católica de Goiás.
- Wang, M-Y, Zhang, S. (1985). The discussion on bio-geochemical area and endemic disease. *Sci Sinica B*. 932 – 936.
- White, I. C.(1908) Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil. Rio de Janeiro: Imp. Nacional. Parte I p. 1-300.
- Williams, S. R. (1997). Fundamentos de nutrição e dietoterapia. *Artes Médicas*. Porto Alegre. 664p.
- Winter, M. (1993). *Calcium: the essentials*. Acesso em: 04/03/2011. Disponível em: <http://www.webelements.com/calcium>.
- Wright, M. J.; Davison, K. L. (1964). Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Advances in Agronomy*. New York. v.16, p.197 - 274.
- Zebarth, B. J. (1999). Improved manure, fertilizer and pesticide management for reduced surface and groundwater. Ottawa: The Pacific Agri-Food Research Centre. *The Pacific Agri-Food Research Centre Technical Publications*.

ANEXOS

ANEXO I - CONCENTRAÇÃO DOS ELEMENTOS QUÍMICOS QUE APRESENTARAM VALORES ABAIXO DOS LIMITES MÍNIMOS DE DETECÇÃO DOS MÉTODOS USADOS PARA ANÁLISE QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA DA ÁREA DE ESTUDO

Município	Al	As	B	Cd	Co	Cr	Cu	Li	Mo
ETA Acreúna	0,1	0,01	0,002	0,001	0,002	0,02	0,01	0,002	0,005
ETA Maurilândia	0,1	0,01	0,002	0,001	0,002	0,02	0,01	0,002	0,005
ETA Rio Verde	0,1	0,01	0,002	0,001	0,002	0,02	0,01	0,002	0,005
ETA Santa Helena de Goiás	0,1	0,01	0,002	0,001	0,002	0,02	0,01	0,002	0,005
PA Santo Antônio da Barra	0,1	0,01	0,002	0,001	0,002	0,02	0,01	0,002	0,005
PA Turvelândia	0,1	0,01	0,002	0,001	0,002	0,02	0,01	0,002	0,005

Município	Ni	Pb	Se	V	Be	Ti	NO₂	Br	PO₄
ETA Acreúna	0,004	0,005	0,02	0,02	0,001	0,05	0,1	0,05	0,2
ETA Maurilândia	0,004	0,005	0,02	0,02	0,001	0,05	0,1	0,05	0,2
ETA Rio Verde	0,004	0,005	0,02	0,02	0,001	0,05	0,1	0,05	0,2
ETA Santa Antônio da Barra	0,004	0,005	0,02	0,02	0,001	0,05	0,1	0,05	0,2
PA Santa Helena de Goiás	0,004	0,005	0,02	0,02	0,001	0,05	Frasco vazio		
PA Turvelândia	0,004	0,005	0,02	0,02	0,001	0,05	0,1	0,05	0,2

ANEXO II – IMAGEM DE PONTOS PRÓXIMOS À MARGEM DO CÓRREGO DA COMPRIDA



Figura 27. Córrego da Comprida: Manancial que abastece a ETA de Acreúna

Data: 13/01/12



Figura 28. Chiqueiro, Curral, Lavoura de soja e Córrego da Comprida (ponto de captação de água pela Saneago)

Data: 13/01/12



Figura 29. Lavouras de soja e Córrego da Comprida.

Data: 13/01/12



Figura 30. Lavoura de soja e Córrego da Comprida

Data: 13/01/12



Figura 31. Nascente do Córrego da Comprida e Lavoura de soja.

Data: 13/01/12



Figura 32. Córrego da Comprida e Aterro Sanitário

Data: 13/01/12