

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**ESTUDOS DE GEOQUÍMICA AMBIENTAL E O IMPACTO NA SAÚDE
PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO PIAUÍ, ESTADO DO PIAUÍ**

**Programa Nacional de Pesquisa em
Geoquímica Ambiental e Geologia Médica
“PGAGEM”**



**FERNANDA GONÇALVES DA CUNHA
GILBERTO JOSÉ MACHADO**
(AUTORES)



MINISTÉRIO DE MINAS E METALURGIA

Dilma Vana Rousseff

SECRETARIA DE GEOLOGIA E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Giles Carriconde Azevedo

CPRM–SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Diretoria Executiva

Presidente

Agamenon Sergio Lucas Dantas

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

José Ribeiro Mendes

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Administração e Finanças

Alvaro Rogério Alencar Silva

DEGEO – Departamento de Geologia

Edilton J. dos Santos

DEGET – Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

**ESTUDOS DE GEOQUÍMICA AMBIENTAL E O IMPACTO NA SAÚDE
PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO PIAUÍ, ESTADO DO PIAUÍ**

**Programa Nacional de Pesquisa em
Geoquímica Ambiental e Geologia Médica
“PGAGEM”**

Autores

**FERNANADA GONÇALVES DA CUNHA
GILBERTO JOSÉ MACHADO**

Equipe de campo

**Geóloga Fernanda Gonçalves da Cunha
Geólogo Gilberto José Machado
Geólogo Francisco Chagas Lages C. Filho
Técnico de Mineração Ney Gonzaga de Souza**

AGRADECIMENTOS

Às Secretarias do Meio Ambiente e da Saúde do Estado do Piauí, à Prefeitura de São Gonçalo do Piauí e a todos os moradores do município que contribuíram para o desenvolvimento das atividades deste estudo.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do estudo de geoquímica ambiental desenvolvido no município de São Gonçalo do Piauí, no Estado do Piauí. Ele deverá servir de base para os futuros trabalhos geoquímicos a serem desenvolvidos na região, bem como para estudos de geologia médica.

Foram coletadas amostras de água dos poços tubulares que são utilizados para o abastecimento das comunidades rurais e urbana, amostras de sedimentos do leito do riacho São Gonçalo e de solos superficiais em alguns locais com lavouras de arroz/feijão, milho e abóbora.

Nessas amostras foram realizadas análises químicas dos principais elementos, incluindo aqueles mais tóxicos que podem causar efeitos adversos à saúde humana, como o mercúrio (Hg), o chumbo (Pb), o arsênio (As) e o cádmio (Cd).

Os resultados obtidos não evidenciaram graves problemas ambientais naturais, nem causados por atividades antropogênicas, que possam estar correlacionados com a alta taxa de incidência de deficiências físicas e mentais no município de São Gonçalo do Piauí. Porém, o fato do uso intensivo de herbicidas e agrotóxicos organofosforados nas lavouras é preocupante, porque são substâncias altamente tóxicas ao ser humano. Sendo assim, é importante dar continuidade aos estudos de geoquímica ambiental para quantificar os resíduos dos herbicidas e agrotóxicos nas águas dos poços de abastecimento, nos solos e nos alimentos. E, a partir desses resultados, se necessário, promover estudos epidemiológicos e de avaliação de risco, como também desenvolver programas de educação ambiental em relação à utilização dos herbicidas e agrotóxicos e do descarte das embalagens vazias.

Além disso, este trabalho abre caminho para uma série de investigações: avaliar os reais benefícios do uso de agrotóxicos na área e avaliar a saúde dos agricultores e de suas famílias, melhorando a qualidade de vida dessas populações, de acordo com as diretrizes do programa do atual governo do país.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Localização do município de São Gonçalo do Piauí.....	4
FIGURA 2 - Vistas da zona urbana de São Gonçalo do Piauí	5
FIGURA 3 - Povoado de Embiratanha.....	5
FIGURA 4 - Povoado de Baixinha.....	5
FIGURA 5 - Povoado de Gado Bravo.	5
FIGURA 6 - Povoado de Lagoa do Coco.....	5
FIGURA 7 - Povoado de Mandacaru	6
FIGURA 8 - Aspectos das lagoas que ocorrem no leito do riacho São Gonçalo	7
FIGURA 9 - Localização dos pontos de amostragem.....	21
FIGURA 10 - HORIBA U10 - equipamento utilizado para medir <i>in loco</i> os parâmetros físico-químicos em amostras de água.	22
FIGURA 11 - Amostragem de solo no povoado de Mandacaru.	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Distribuição percentual das internações por doença e faixa etária no município de São Gonçalo do Piauí.	10
TABELA 2 - População residente no município de São Gonçalo do Piauí, por tipo de deficiência	11
TABELA 3 - Os elementos e substâncias químicas no meio ambiente e a saúde humana.....	14
TABELA 4 - Valores limiares da Resolução 20 do CONAMA (1986), da Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde (2001) e da CETESB (2001) para água de uso doméstico, potável e subterrânea, respectivamente	22
TABELA 5 - Valores orientadores para caracterizar a qualidade dos sedimentos em água doce segundo o CCME (2003)	24
TABELA 6 - Valores orientadores para solos agrícolas no Estado de São Paulo ($\mu\text{g/g}$)	26
TABELA 7 - Valores dos parâmetros físico-químicos	28
TABELA 8 - Resultados analíticos das amostras de água - cátions (mg/L)	28
TABELA 9 - Resultados analíticos das amostras de água - ânions (mg/L).....	28
TABELA 10 - Resultados analíticos das amostras de sedimentos de corrente ($\mu\text{g/g}$).....	31
TABELA 11 - Valores de pH e de matéria orgânica ($\mu\text{g/g}$) nas amostras de sedimentos de corrente	31
TABELA 12 - Valores de pH e teores de matéria orgânica ($\mu\text{g/g}$) nas amostras de solos superficiais	33
TABELA 13 - Resultados analíticos das amostras de solos superficiais ($\mu\text{g/g}$)	33

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Resumo	ii
Lista de figuras	iii
Lista de tabelas	iv
Sumário	v
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	3
3. Localização e aspectos fisiográficos	4
4. Aspectos sociodemográficos e econômicos	8
4.1 População.....	8
6.1 Saneamento básico.....	9
6.2 Saúde pública.....	9
6.3 Agricultura e pecuária.....	11
5. Considerações sobre Geoquímica Ambiental.....	13
5.1 Os elementos químicos, o meio ambiente e a saúde humana	14
5.2 Os agrotóxicos, o meio ambiente e a saúde humana	16
6. Materiais e métodos	18
6.1 Coleta e análise das amostras de água superficial e de consumo	19
6.2 Coleta e análise das amostras de sedimentos de corrente	23
6.3 Coleta e análise das amostras de solos.....	24
7. Apresentação e discussão dos resultados obtidos	27
7.1 Água superficial e de consumo	27
7.1.1 Água superficial.....	29
7.1.2 Água de consumo	29
7.2 Sedimentos de corrente	31
7.3 Solos.....	32

8. Conclusões e recomendações.....	34
9. Referências bibliográficas	36

1. INTRODUÇÃO

Este estudo está inserto no âmbito do Programa Nacional de Pesquisa em Geoquímica Ambiental e Geologia Médica - PGAGEM, que está sendo executado pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB em parceria com várias universidades e órgãos governamentais federais, estaduais e municipais, nas áreas de geologia, meio ambiente e saúde.

Um dos objetivos do PGAGEM é dar subsídios à saúde pública, através de um estudo geoquímico, com coleta e análises de água superficial e de consumo doméstico, sedimentos ativos de corrente e solos, visando identificar elementos químicos que podem ser prejudiciais à saúde do homem e dos animais.

O município de São Gonçalo do Piauí, no Estado do Piauí, apresenta o maior percentual (33,4%) do país em habitantes portadores de algum tipo de deficiência física ou mental, muito acima das médias estadual e nacional, que são de 17,6% e 14,5%, respectivamente. Esses dados foram disponibilizados pela Fundação Getúlio Vargas - FGV, no Rio de Janeiro e constam de um estudo realizado por um grupo de pesquisadores coordenados pelo economista Marcelo Néri. Esse estudo teve como base os dados do Censo Demográfico 2000, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. O Censo de 2000 incorporou como deficiências: deficiência mental; tetraplegia, paraplegia ou hemiplegia; falta de um membro ou parte dele; alguma ou grande dificuldade de enxergar; alguma ou grande dificuldade de ouvir; alguma ou grande dificuldade de caminhar; incapaz de ouvir; incapaz de caminhar e incapaz de enxergar.

O IBGE (Censo 2000) enfatiza que de um modo geral a taxa de pessoas portadoras de deficiência é maior na faixa etária de mais de 60 anos, principalmente com grande dificuldade múltipla. Em São Gonçalo do Piauí, a maioria das pessoas portadoras de alguma deficiência física ou mental é do sexo masculino (98,3%) e 35,1% delas são imigrantes.

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde - OMS dentre as causas das deficiências destacam-se os transtornos congênitos e perinatais, que são

conseqüência da falta de assistência pré-natal; as enfermidades transmissíveis; as enfermidades crônico-degenerativas; as alterações psicológicas; o alcoolismo e o abuso de drogas; causas diversas externas e desnutrição (Maior, 1995, apud FGV, 2003).

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo principal realizar um estudo geoquímico, com ênfase na qualidade do meio ambiente, na região do município de São Gonçalo do Piauí, no Piauí, visando reconhecer os condicionantes ambientais que podem ser considerados agentes reguladores da incidência das doenças veiculadas ou associadas à água e ao solo, procurando detectar as principais fontes naturais e/ou antropogênicas que possam estar correlacionadas com o grande número de habitantes portadores de deficiências físicas e mentais relatadas no estudo da FGV, em 2003.

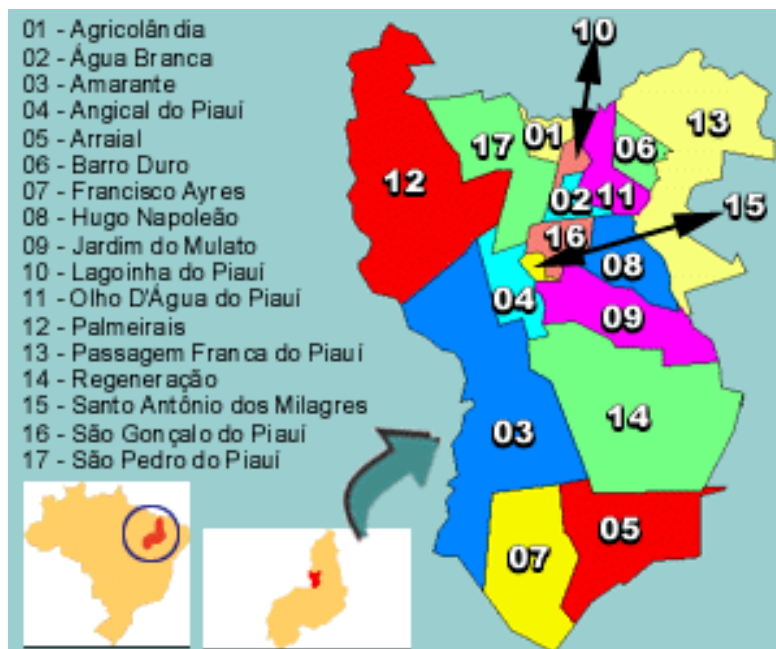
As informações obtidas no estudo poderão ainda ser utilizadas como indicadores de problemas de saúde (verminoses, diarreias, entre outros) e doenças endêmicas (cardiopatias, alergias, doenças de pele, problemas renais e até câncer), que podem estar presentes nas comunidades dessa região, bem como em animais que convivem no mesmo ambiente.

3. LOCALIZAÇÃO E ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O município de São Gonçalo do Piauí está situado na Bacia do Médio Parnaíba Piauiense, a Latitude $05^{\circ}58'58''\text{S}$ e Longitude $42^{\circ}42'10''\text{W}$, a 101 km de Teresina, na região centro-oeste do Estado do Piauí, ocupando uma área de 136 km^2 . Localiza-se a uma altitude de 270 metros (Figura 1).

FIGURA 1

Localização do município de São Gonçalo do Piauí



Fonte: www.citybrazil.com.br/pi

O município apresenta, além da zona urbana, alguns povoados na área rural denominados: Embiritanha, Baixinha, Gado Bravo, Lagoa Vermelha, Lagoa do Coco, Mandacaru, Grotão e Baixa do Barreiro (Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7).

FIGURA 2
Vistas da zona urbana de São Gonçalo do Piauí



FIGURA 3
Povoado de Embiratanha



FIGURA 4
Povoado de Baixinha



FIGURA 5
Povoado de Gado Bravo



FIGURA 6
Povoado de Lagoa do Coco



FIGURA 7

Povoado de Mandacaru



Na área urbana do município encontram-se sedimentos da Formação Corda (Jurássico) da Bacia do Parnaíba. A Formação Corda é constituída por arenitos com intercalações de folhelhos e leitos de sílex, assentada concordantemente sobre a Formação Pastos Bons. Ao sul do município afloram rochas intrusivas representadas pelos diabásios da Formação Sardinha (Cretáceo) (CPRM, 1995).

Os solos predominantes na região são classificados como latossolos amarelo e vermelho-amarelo. Esses solos são geralmente pobres em nutrientes e apresentam alta concentração de alumínio e óxido de ferro e com valor médio de pH em torno de 4,8, caracterizando solos ácidos. Apresentam ainda pouca disponibilidade de elementos essenciais, tais como cálcio, magnésio, potássio, nitrogênio e fósforo. O relevo é formado por tabuleiros com altitude, aproximadamente, de 270 metros (Fonseca, 1999; CODEVASF, 2004).

O município de São Gonçalo do Piauí dispõe de 70% de sua área coberta por mata rala ou capoeira, com reminiscências de vegetação de cerrado, devido à prática de queimadas que está sendo utilizada nos últimos 100 anos (Fonseca, 1999).

O clima é classificado como subúmido seco, com temperaturas variando entre 19° e 30°C. A precipitação anual é de 1.000 a 1.400 mm. O regime pluviométrico caracteriza-se por dois períodos, um seco e outro chuvoso. O período de chuvas vai de outubro até abril, sendo que os meses mais chuvosos são fevereiro e março, enquanto os meses mais secos são julho e agosto (Governo do Estado do Piauí, 2003).

Na bacia sedimentar do Parnaíba, devido a presença de possantes camadas areníticas que muitas vezes se alternam com estratos argilosos impermeáveis criam-se condições favoráveis a grandes acumulações hídricas subterrâneas, existindo na região um excelente potencial hídrico de água subterrânea. Localmente, os aquíferos subterrâneos são muito profundos, com mais de 100 metros, e são aproveitados para o abastecimento das populações.

Em razão da irregularidade das precipitações, as drenagens que percorrem a área do município de São Gonçalo do Piauí enquadram-se na classe intermitente, com água apenas em curto período da estação chuvosa, e secas na estiagem. O principal curso d'água é o riacho São Gonçalo, tributário do riacho São Pedro, que fazem parte da bacia do rio Parnaíba. O riacho São Gonçalo engloba duas pequenas barragens, formadas pelo acúmulo das águas da época das chuvas, onde é comum a presença de buritis, e que são utilizadas para dessedentação do gado ou para recreação (Figura 8).

FIGURA 8
Aspectos das lagoas que ocorrem no leito do riacho São Gonçalo



4. ASPECTOS SOCIODEMOGRÁFICOS E ECONÔMICOS

4.1 População

Em 2000, o município de São Gonçalo do Piauí possuía uma população de 4.249 habitantes, essencialmente de agricultores, sendo que 3.266 pessoas residiam na área urbana e 983 na área rural, com uma densidade demográfica de 31,2 hab/km² e taxa de urbanização de 76,87%. A pirâmide etária mostrava que: 1.484 habitantes tinham menos do que 15 anos; 2.529 tinham entre 15 e 64 anos e 236 habitantes estavam com 65 anos ou mais. A taxa de analfabetismo na população adulta (25 anos ou mais) em 2000 era de 39,1% (PNUD, 2003).

O IBGE estimou que em 2003 o município passou a ter 4.457 habitantes, com a pirâmide etária mostrando que: 1.555 habitantes têm menos do que 15 anos; 2.520 possuem entre 15 e 60 anos e 382 habitantes têm mais de 60 anos. Atualmente, as taxas de analfabetismo na população adulta são: 72,3%, de 20 a 49 anos, e de 32,5%, com mais de 50 anos (DATASUS, 2004).

A população é constituída basicamente por pessoas naturais do próprio lugar, e os poucos imigrantes são provenientes de áreas rurais dos municípios vizinhos (Fonseca, 1999). A maioria dos habitantes do município vive em casas de alvenaria e taipa.

Em 2000, o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH do município de São Gonçalo do Piauí foi 0,643, que, segundo a classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD, está entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IHD entre 0,5 e 0,8). Em relação aos outros municípios do Brasil, São Gonçalo do Piauí apresentou uma situação ruim: ocupava a 3.862^a posição, mas, em relação aos outros municípios do Estado, ocupava a 23^a posição, representando uma boa situação no quadro estadual (PNUD, 2003).

É alta a taxa relacionada à situação de miséria na região, 60,7% apresenta renda familiar *per capita* abaixo de ½ salário mínimo.

4.2 Saneamento Básico

Em relação ao acesso aos serviços de saneamento básico, 68,6% tem acesso à água encanada (sem tratamento prévio), 94,3% à energia elétrica e 70,3% à coleta de lixo, sendo que somente em domicílios urbanos. Na área rural, o lixo é queimado, enterrado ou é jogado em quaisquer locais a céu aberto (lixão) (Governo do Estado do Piauí, 2003).

O município de São Gonçalo do Piauí é abastecido por poços tubulares, sendo que na área urbana a distribuição da água é feita pelo poder estadual (AGESPISA) e na área rural a água é distribuída através de poços construídos e controlados pela prefeitura, mas existem muitas residências com poços particulares. As águas subterrâneas são caracterizadas pela presença de bicarbonato de sódio, magnésio e cálcio (Fonseca, 1999). Em alguns poços, por causa do alto teor desses sais associado ao clima árido, a água é salobra.

Em geral os poços apresentam tampa como proteção sanitária para evitar a contaminação das águas do aquífero, porém os poços que abastecem a zona urbana e o povoado de Embiratanha estão contaminados por substâncias relacionadas a fossas. Não existe um sistema de tratamento das águas para desinfecção, nem controle da qualidade da água que é distribuída à população, com análises físico-químicas e bacteriológicas (CPRM/SIAGAS, 2004; Governo do Estado do Piauí, 2004).

A maioria da população (50,3%) tem fossa séptica, porém 33,9%, têm fossa rudimentar, 0,1%, utiliza valas e 15,6% não tem instalação sanitária (DATASUS, 2004).

4.3 Saúde Pública

Em dezembro de 2002, o município de São Gonçalo do Piauí possuía 2 Postos de Saúde, 1 Centro de Saúde, 1 Policlínica e 2 Unidades Mistas, de responsabilidade estadual e municipal.

De acordo com os dados do DATASUS (2004), os atendimentos com internação, em 2002, foram principalmente devidos a doenças infecciosas e parasitárias (22,7%) e doenças do aparelho respiratório (39,8%), que atingem todas as faixas etárias.

A tabela 1 mostra a distribuição percentual das internações por grupo de causas e faixa etária, em 2003. A faixa etária de 20 a 49 anos é a que apresenta o maior número de pessoas com problemas de saúde.

As causas das mortalidades no município em 2003 foram: 66,7% de doenças do aparelho circulatório, principalmente na população com mais de 65 anos com doenças cerebrovasculares; 11% de doenças do aparelho respiratório, sendo que

100% ocorrem na faixa etária entre 20 a 49 anos; e 11% na população com menos de 1 ano, com infecções originadas no período pré-natal (DATASUS, 2004).

TABELA 1

Distribuição percentual das internações por doença e faixa etária no município de São Gonçalo do Piauí em 2003

Doenças/Faixa etária	<1	1-4	5-9	10-14	15-19	20-49	50-64	>65
Infecciosas e parasitárias	32,8	30,6	17,9	13,6	17,3	16,6	29,2	18,9
Neoplasias (tumores)	-	-	-	-	-	4,4	1,4	-
Nutricionais e metabólicas	1,7	-	-	-	-	2,8	4,2	-
Sistema nervoso	-	-	-	-	-	0,6	-	-
Do olho e anexos	-	0,8	-	4,5	-	0,6	-	-
Aparelho circulatório	-	-	-	-	-	2,6	11,1	26,4
Aparelho respiratório	51,7	62,7	66,7	59,1	28,8	22,7	29,2	32,1
Aparelho digestivo	5,2	1,7	2,6	4,5	7,7	10,5	15,3	7,5
De pele	-	-	-	-	1,9	0,6	-	-
Aparelho geniturinário	3,4	1,7	-	4,5	7,7	13,8	6,9	3,8
Malformação congênita	1,7	0,8	5,1	-	1,9	-	-	-

Fonte: MS/SE/DATASUS (2004)

Na tabela 2, os dados do Censo Demográfico de 2000 (IBGE, 2000), foram dispostos relacionando a população residente no município de São Gonçalo do Piauí com a do Estado do Piauí, classificados por tipo de deficiência. O número de pessoas portadoras de deficiência em São Gonçalo do Piauí corresponde a 33,4% de sua população total e, dessa população de deficientes, 74,8% possuem deficiência visual, englobando todas as pessoas com alguma ou grande dificuldade permanente de enxergar.

A Secretaria Municipal de Saúde informou que no município de São Gonçalo do Piauí ocorrem muitos casos de diabetes e hipertensão, principalmente na comunidade de Lagoa do Coco. Ocorrem, também, muitos casos de diarreia, tanto em crianças, quanto em adultos, principalmente na área urbana, que pode ser devido a problemas de contaminação da água distribuída para a população. Em um programa da prefeitura foram cadastrados, em 2003, aproximadamente 120 casos de deficiência visual e problemas mentais entre os habitantes de todo o município de São Gonçalo do Piauí (Francisca Ribeiro, Secretária da Saúde, comunicação verbal, 2003).

Nas entrevistas com os moradores das comunidades rurais foi relatado que em Lagoa do Coco e em Mandacaru existem muitos casos de problemas renais e hipertensão. De um modo geral, os moradores das áreas rurais disseram sofrer de dores de cabeça e no estômago, tonteadas e muita agitação mental.

Esses relatos confirmam os dados apresentados pelo DATASUS (2004) em relação às principais doenças que são atendidas nas unidades de saúde do município de São Gonçalo do Piauí.

TABELA 2

População residente no município de São Gonçalo do Piauí, por tipo de deficiência

Municípios	População residente								
	Total	Tipo de deficiência							
		Pelo menos uma deficiência	Deficiência mental permanente	Deficiência física		Deficiência visual (2)	Deficiência auditiva (3)	Incapacidade para caminhar (4)	Nenhuma dessas deficiências
				Tetraplegia, paraplegia ou hemiplegia permanente	Falta de membro (1)				
Piauí	2.843.428	501.409	53.571	17.745	7.233	375.296	113.294	145.325	2.320.401
São Gonçalo do Piauí	4.249	1.420	122	46	6	1.062	304	480	2.810

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2000

- (1) Falta de perna, braço, mão, pé ou dedo polegar; (2) Incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de enxergar; (3) Incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de ouvir; (4) Incapaz, com alguma ou grande dificuldade permanente de caminhar ou subir escadas

4.4 Agricultura e Pecuária

As principais atividades econômicas do município estão ligadas à agropecuária, com mais destaque para a agricultura de sequeiro (arroz, feijão, milho e caju), apesar de grande potencial para a fruticultura, principalmente manga e melancia. Essas atividades encerram a maioria das atividades produtivas no município, representando a fonte geradora de riqueza e de mão-de-obra. As terras são ocupadas pelos proprietários ou por posseiros, mas grande parte dos agricultores trabalha em terras arrendadas (Fonseca, 1999; CODEVASF, 2004).

As lavouras são irrigadas com as águas subterrâneas que, devido a sua composição química, requerem cuidados para evitar a salinização dos solos.

A agricultura é familiar, de subsistência, sendo cultivado principalmente o arroz de sequeiro, milho, mandioca e feijão, e em menor proporção, tomate, abóbora e melancia. São lavouras temporárias, com rotação de culturas, principalmente arroz com milho e/ou com feijão e/ou com mandioca, com semeadura manual e o emprego de fogo entre as colheitas.

Observam-se muitas lavouras abandonadas em consequência do empobrecimento do solo e falta de correção e adubação, uma vez que o solo já não dispõe de matéria orgânica proveniente da cobertura vegetal. Também não existem

quaisquer práticas de conservação do solo, nem preocupações conservacionistas. Atualmente, o Banco do Nordeste está incentivando a plantação, o beneficiamento e o processamento do caju, para produção da castanha (CODEVASF, 2004).

À exceção do milho, os outros produtos destinam-se ao autoconsumo e à venda e/ou é entregue a título de renda da terra.

A lavoura permanente é pequena, registrando-se apenas produção de banana, manga e caju, apesar de a região apresentar grande diversidade de frutas.

Ainda que a produção agrícola seja pequena, a utilização de agrotóxicos é generalizada, com uso intensivo. Em geral o trabalho é realizado sem equipamentos de proteção e sem assistência técnica especializada, que, adicionado ao baixo nível de escolaridade da população com mais de 30 anos de idade (que não chegaram a concluir o Ensino Fundamental) faz com que essa atividade se torne altamente perigosa em relação à saúde dos agricultores e das suas famílias.

Os principais agrotóxicos utilizados na região são o Tamaron, o Nuvacron e o Agrophos. O inseticida organofosforado Folidol é bastante empregado pelos agricultores, bem como o herbicida Gramaxone, usado para acabar com o “mato invasor”, o que é proibido em vários países do mundo, mas que no Brasil é largamente usado no combate às ervas daninhas. Esses agrotóxicos são classificados como organofosforados, a maioria com classes toxicológicas I e II, isto é, extremamente e altamente tóxicos. As pulverizações são feitas com bombas manuais, em geral de 8 em 8 dias, numa concentração de 50mL do agrotóxico/20L de água. Os agricultores, na maioria das vezes, vão para a lavoura com sandálias havaianas e bermudas, não se preocupando com a saúde.

Também não há preocupação com a qualidade das águas dos poços; há casos em que a localização do poço, cuja água é utilizada para consumo doméstico, é muito próxima da área de cultivo, podendo haver lixiviação de agrotóxicos para o lençol freático e conseqüentemente, contaminação da água utilizada pela população.

Fonseca (1999) relata que alevinos e peixes já não sobrevivem nas barragens e açudes em conseqüência do uso de herbicidas.

Segundo informações dos agricultores, as embalagens vazias dos agrotóxicos são abandonadas nas plantações ou enterradas na lavoura ou jogadas nos poços secos. Essas práticas podem contaminar os solos.

Alguns poucos produtores proprietários utilizam adubos químicos, a maioria faz uso de esterco.

A pecuária é semi-extensiva, com rebanhos bovinos, suínos, caprinos e criação de galinhas. A produção de leite é baixa.

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE GEOQUÍMICA AMBIENTAL

A partir das últimas décadas, o crescimento exponencial da população do planeta criou a necessidade do aumento da produção de energia e de alimentos, da industrialização e da urbanização, problemas que o homem vem tentando solucionar a curto e médio prazos. A ocupação desordenada dos espaços causa desmatamento, erosão e extinção de espécies. Os grandes aglomerados urbanos, que viabilizam as relações econômicas da sociedade industrial, são grandes consumidores de energia e recursos em geral, mas devido às dificuldades na reciclagem de seus resíduos, causam poluição. A agricultura intensiva, que se viabiliza pelo uso de pesticidas e fertilizantes e as atividades de mineração, também geram poluição ambiental. É necessário que os efeitos dessas atividades sejam monitorados para que sejam respeitados os limites aceitáveis de interferência sobre a qualidade ambiental.

A poluição dos corpos d'água é gerada principalmente por lançamentos de efluentes domésticos e industriais, pelas atividades de mineração, pela agricultura com a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas, como ainda pela pecuária, com os excrementos dos animais.

Vários países do mundo (Canadá, Suécia, Finlândia, China e Estados Unidos, entre outros) vêm realizando pesquisas científicas tentando estabelecer a relação entre os teores dos elementos químicos na água, no solo, nos sedimentos e nas poeiras, com a incidência de doenças endêmicas nos seres vivos.

A Geoquímica Ambiental gera conhecimentos sobre a distribuição areal e dos mecanismos de dispersão dos elementos químicos no meio ambiente, que são fundamentais para as pesquisas geomédicas e epidemiológicas.

Estudos geoquímicos são utilizados para identificar anomalias positivas e negativas de elementos traço no ambiente, em áreas com problemas de saúde, caracterizando o campo da Geologia Médica, que tem um papel importante para as decisões no âmbito da saúde pública relacionadas com áreas de risco ambiental, a

fim de reduzir a exposição da população aos elementos químicos considerados tóxicos para o homem.

5.1 Os Elementos Químicos, o Meio Ambiente e a Saúde Humana

Entre as substâncias tóxicas que chegam aos ecossistemas aquáticos, os metais pesados levados diretamente por despejo de efluentes ou transportados indiretamente pela chuva e/ou pela atmosfera merecem especial interesse devido à ação residual e principalmente pelos seus efeitos acumulativos na cadeia trófica.

As águas superficiais e os sedimentos de corrente representam importante meio de conexão entre a saúde humana, geoquímica das rochas e dos solos e a composição dos efluentes lançados pelo homem, nos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Sabe-se que alguns elementos químicos são macronutrientes essenciais à saúde dos seres vivos, como cálcio, ferro, magnésio, potássio, sódio, cloro, fósforo e o enxofre; outros são micronutrientes essenciais, fazendo parte de complicados sistemas enzimáticos, como por exemplo cobre, zinco, flúor, selênio, cromo, molibdênio e cobalto, porém podem ser tóxicos quando estão presentes no meio ambiente em altas concentrações. Outros elementos, tais como mercúrio, chumbo, arsênio, bário e cádmio, não são essenciais aos seres vivos do ponto de vista biológico e são considerados muito tóxicos quando estão presentes no meio ambiente, mesmo em baixas concentrações, porque são acumulativos nos organismos dos homens e dos animais. O boro é um elemento essencial à saúde das plantas.

É possível obter informações preliminares sugerindo influências do meio ambiente nos processos de saúde e doenças, estabelecendo-se correlações entre a incidência de doenças endêmicas com o excesso ou deficiência dos elementos químicos nos sedimentos, solos e água.

A tabela 3 mostra uma síntese dos possíveis efeitos na saúde humana relacionados a alguns elementos e substâncias químicas.

TABELA 3

Os elementos e substâncias químicas no meio ambiente e a saúde humana

Variável	Conseqüência na saúde (por deficiência ou excesso)
Alumínio	Não se conhece a importância biológica para o ser humano, mas sabe-se que a ingestão de altas concentrações (maior do que 1 ppm) é responsável pelo Mal de Alzheimer, laringite crônica e paralisia dos membros inferiores.
Arsênio	A ingestão de 100 mg envenena seriamente o organismo; é carcinogênico, causando principalmente câncer de pele e queratoses, e distúrbios no sistema nervoso. Antropicamente resulta de despejos industriais e herbicidas, porém pode ocorrer naturalmente nas rochas.

(continua)

(continuação)

Variável	Conseqüência na saúde (por deficiência ou excesso)
Bário	Concentrações de bário de 550 a 600 mg são fatais ao homem, causa bloqueio nervoso ou aumento da pressão sanguínea por vasoconstrição.
Cádmio	É altamente tóxico e acumulativo no organismo humano, pode causar osteomacia, calcificação nos rins, deformação óssea e disfunção renal, também câncer, doenças cardiovasculares, retardamento de crescimento e morte. Ocorre associado ao zinco em áreas de mineração, em rejeitos de metalurgias, indústrias de baterias e de lonas de freio.
Cloreto	Um aumento no teor de cloretos na água pode ser indicador de poluição por esgotos sanitários, por efluentes industriais ou através do uso de pesticidas clorados, podendo acelerar os processos de corrosão em tubulações de aço e de alumínio, além de alterar o sabor da água.
Chumbo	É muito tóxico, de efeito cumulativo, pode ser letal se ingerido por muito tempo; pode causar danos irreversíveis ao cérebro, principalmente em crianças, hiperatividade, retardamento de crescimento, anemia, como ainda tumores renais. Antropicamente, origina-se de efluentes industriais, de baterias, mineração, encanamentos e soldas.
Cobre	Quando presente em altas concentrações, o cobre pode causar danos ao fígado, rins e ao cérebro. Antropicamente, origina-se de efluentes de metalurgias, da mineração, de inseticidas e fungicidas.
Cromo	É importante para o metabolismo dos açúcares; a sua deficiência no organismo humano pode levar à neuropatia periférica e diabetes; porém, o cromo hexavalente em altas concentrações na água pode causar câncer.
Ferro	O ferro forma as enzimas e atua na atividade respiratória e nos processos biológicos redox. Tende a se concentrar nos sedimentos de fundo dos rios. A deficiência de ferro no organismo pode causar anemia e o excesso prejudica a absorção de outros metais. Quando associado ao manganês pode causar Mal de Parkison.
Flúor	Até 1,0 mg/L protege os dentes; teores acima de 1,5 mg/L causam fluorose dental e deformação óssea; doses excessivas levam à morte em uma só dose; porém em baixos teores na água pode provocar cáries dentárias.
Fosfato	Altos teores de fosfatos na água estão associados a eutrofização, causando o crescimento de algas ou outras plantas aquáticas prejudiciais ao ecossistema. Origina-se de fertilizantes, dejetos de animais, esgotos e detergentes. A presença de ferro, alumínio, cálcio e manganês ajudam a precipitar o fosfato.
Manganês	É parte integrante dos ossos e cartilagens e fator essencial nas reações enzimáticas nos metabolismos protéico, lipídico e glucídico; altos teores no meio ambiente podem causar alucinações e demências.
Níquel	Geologicamente origina-se de rochas ultrabásicas. Quando presente em altas concentrações no meio ambiente pode causar câncer no trato respiratório e dermatite de contato.
Nitrito	Em geral o nitrito é encontrado em diminutas quantidades em águas superficiais. A sua presença indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica. O efeito nocivo mais conhecido é sua capacidade de causar a metaloglobulinemia, principalmente em bebês.

(continua)

(continuação)

Variável	Conseqüência na saúde (por deficiência ou excesso)
Nitrato	Concentrações de nitrato superiores a 5 mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois as principais fontes de nitratos são os dejetos humanos e de animais. Estimulam o desenvolvimento de plantas e algas que são nocivas ao ecossistema aquático.
Selênio	Evita a oxidação dos radicais livres, retardando o processo degenerativo. Quando deficiente nos solos e na água pode causar cardiomiopatia e distrofia muscular, e em excesso, pode causar câncer e deformações nas unhas e cabelos. Os fertilizantes fosfatados, em geral, contêm selênio.
Sulfato	A maioria dos sulfatos em água origina-se nos esgotos e são derivados de bactérias. Pode provocar corrosão de tubos ferrosos.
Zinco	É essencial à saúde humana, sua deficiência pode causar dermatite e nanismo. Porém, altos teores de zinco no organismo podem causar problemas circulatórios pulmonares e de concentração mental. Antropicamente, origina-se de galvanoplastia e de efluentes industriais.

Fonte: Cunha *et al.*, 2001; Mello & Vasconcelos, 1998

5.2 Os Agrotóxicos, o Meio Ambiente e a Saúde Humana

A preocupação com a contaminação dos sistemas aquáticos superficiais e subterrâneos por pesticidas tem crescido no meio científico. Estudos desenvolvidos em diversas regiões do mundo têm mostrado que a quantidade dos produtos utilizados na agricultura que atingem os ambientes aquáticos é geralmente baixa.

O Brasil encontra-se entre um dos maiores consumidores de produtos praguicidas (agrotóxicos) do mundo e a notificação e investigação das intoxicações por agrotóxicos são precárias. Com a falta de controle no uso destas substâncias químicas tóxicas e o desconhecimento da população em geral sobre os riscos e perigos à saúde, estima-se que as taxas de intoxicações humanas no país sejam altas.

A concentração de pesticidas em água é baixa, principalmente porque são pouco solúveis. No entanto, altas concentrações de agrotóxicos podem ser encontradas nos corpos d'água em áreas onde tenham sido tratadas, recentemente, com altas doses de pesticida, após períodos de chuva forte. Mesmo em baixas concentrações, os pesticidas representam riscos para algumas espécies de organismos aquáticos que podem acumular esses produtos até 1.000 vezes, ocorrendo biomagnificação (Dores & De-Lamonica-Freire, 2001).

A preocupação aumenta com a contaminação de ambientes aquáticos quando a água é utilizada para consumo. No Brasil, a Resolução 20 do CONAMA (1986) estabelece limites máximos de contaminantes em água, entre eles alguns pesticidas organofosforados, e a Portaria 1469/2000, do Ministério da Saúde, estabelece padrões de potabilidade, com valores limites de pesticidas em águas destinadas ao consumo humano.

Os agrotóxicos podem determinar três tipos de intoxicação: aguda, subaguda e crônica. Na intoxicação aguda, os sintomas surgem rapidamente, algumas horas após a exposição excessiva. A intoxicação subaguda ocorre por exposição moderada a produtos altamente tóxicos e os sintomas aparecem mais lentamente e são subjetivos e vagos, tais como dor de cabeça, fraqueza, mal-estar, dor de estômago e sonolência, entre outros. E, a intoxicação crônica caracteriza-se por surgimento tardio, em meses ou anos, por exposição pequena ou moderada a produtos tóxicos ou a múltiplos produtos, acarretando danos irreversíveis, do tipo paralisias e neoplasias.

Os produtos utilizados nas lavouras do município de São Gonçalo do Piauí, os organofosforados, são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico, do ácido tiosfosfórico ou do ácido ditiosfosfórico, como por exemplo: Folidol, Malation, Nuvacron, Tamaron, Rhodiatox e Diazinon. São responsáveis pelo maior número de intoxicações e mortes no Brasil.

Esses produtos atuam como inibidores das colinesterases, agindo no sistema nervoso central, nos glóbulos vermelhos e em outros órgãos, principalmente no fígado e nos rins. Alguns grupos de inseticidas organofosforados podem também alterar outras enzimas (esterases), sendo a principal a neurotoxicoesterase, podendo determinar neuropatia periférica (membros inferiores) por ação neurotóxica retardada.

Os organofosforados não se acumulam no organismo, mas é possível o acúmulo dos efeitos na saúde através do tempo, ocasionando intoxicações leves e moderadas. É comum a ocorrência de distúrbios comportamentais que aparecem na forma de alterações diversas como ansiedade, irritabilidade, distúrbios da atenção e do sono, como ainda manifestações como dores de cabeça, vertigens, falta de apetite, nervosismo, depressão, esquizofrenia e fraqueza, e raramente se estabelece suspeita diagnóstica por intoxicação por agrotóxico. Pode também ocorrer doenças de pele, como dermatites e eczemas, e dos olhos, como conjuntivite e blefarite (www.geofiscal.eng.br/agrotoxico.htm).

Outro fator bastante importante é a destinação final das embalagens vazias, porque são altamente nocivas ao meio ambiente e representam uma fonte potencial de contaminação para o solo e mananciais hídricos, podendo intoxicar os homens e os animais.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Durante o período entre os dias 06 e 12 de dezembro de 2003 foi realizada uma etapa de campo com coleta de amostras de águas superficiais e de poços, que são utilizadas para consumo, como ainda coleta de amostras de sedimentos de corrente e de solos.

Inicialmente foi realizada uma visita de reconhecimento, onde se procurou percorrer toda a área do município, com o objetivo de detectar as principais características ambientais da região, bem como o modo de vida, os hábitos e costumes dos seus habitantes. Em contato com alguns moradores foram obtidas valiosas informações sobre o município.

Foram realizadas visitas à Prefeitura e à Secretaria Municipal de Saúde onde informações importantes sobre a infra-estrutura e as condições de saúde da população foram obtidas.

Durante o trabalho de campo realizaram-se entrevistas com os agricultores das comunidades rurais, procurando obter informações sobre os grãos plantados e período de plantio, quais as pragas da lavoura e como era realizado o combate a essas pragas, qual a frequência, época e forma de aplicação dos agrotóxicos, inseticidas e herbicidas empregados. Foi indagado ainda sobre a maneira de aplicação dos produtos e qual o destino das embalagens vazias, bem como sobre sintomas e doenças mais comuns nos moradores das comunidades. Em sua maioria, esses agricultores são analfabetos ou possuem baixa escolaridade, são do sexo masculino e idade variando entre 17 até 60 anos. Os problemas de saúde declarados foram digestivos, respiratórios e neurológicos. Eles não utilizam equipamentos de proteção individual e não entendem o que está escrito nos rótulos das embalagens dos produtos tóxicos que aplicam nas lavouras.

A partir dos dados obtidos na visita à área e daqueles obtidos nas entrevistas realizadas, foi traçado um planejamento para coleta das amostras. As bases cartográficas utilizadas foram as Folhas São Pedro do Piauí (SB.23-X-D-V) e Amarante (SB.23-Z-B-II), produzidas pelo Serviço Geográfico do Exército Brasileiro,

editadas em 1976 e 1973, respectivamente. Essas bases cartográficas estão na escala 1:100.000.

Como durante a época da coleta de amostra era de estiagem, o riacho São Gonçalo apresentava o seu leito seco, e somente foi possível coletar amostras de água nas duas represas que existem na área, decorrentes do acúmulo no período de chuva. Em relação à amostragem das águas utilizadas para consumo, coletaram-se 2 amostras nos poços controlados pela Águas e Esgotos do Piauí - AGESPISA na área urbana e 5 amostras nos poços municipais que são utilizados pelas comunidades rurais.

Foram coletadas ainda 5 amostras de sedimentos de corrente em pontos ao longo do leito seco do riacho São Gonçalo. Em alguns desses locais, na época da seca existe cultivo de feijão, quando os agricultores aplicam agrotóxico, e no período chuvoso, ocorre o cultivo do arroz.

Nas áreas de lavoura foram coletadas 7 amostras de solos, nos quais foram aplicados, intensivamente, agrotóxicos.

Todos os pontos de coleta estão representados na figura 9.

6.1 Coleta e Análise das Amostras de Água Superficial e de Consumo

Em cada estação de amostragem foram medidos os seguintes parâmetros físico-químicos nas amostras de água: pH, oxigênio dissolvido-OD, condutividade, turbidez e a temperatura, com o equipamento manual HORIBA U10 (Figura 10).

O teor de sólidos dissolvidos - TSD foi estimado para cada amostra de água coletada utilizando-se os valores encontrados para condutividade elétrica multiplicados pelo fator 0,6 (D'Águila, 2003).

As localizações geográficas dos pontos de coleta foram realizadas com o GPS - Global Positioning System. Logo após a coleta e medição dos parâmetros físico-químicos foram preenchidas as fichas de campo, que contêm algumas informações referentes à amostra coletada e ao ambiente local necessárias para interpretação final dos dados.

As amostras de água foram coletadas e armazenadas em tubos de polietileno graduados, descartáveis inertes, com capacidade de 50ml, após serem filtradas em filtro micropore 0,45µm, em duas alíquotas, para análise dos cátions e dos ânions. Para preservação dos cátions solúveis nas amostras foi adicionado 1ml de HNO₃ 1:1, mantendo o pH menor do que 2, enquanto as amostras para análise dos ânions permaneceram refrigeradas até o momento da análise.

As águas dos poços utilizadas para consumo doméstico foram coletadas diretamente das torneiras nas residências. Inicialmente abriu-se a torneira e deixou-

se escoar a água durante dois a três minutos para eliminar impurezas e água acumulada na canalização (CETESB, 1988).

As técnicas analíticas utilizadas para as amostras de água foram:

(a) Os cátions Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sc, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V, W e Zn foram analisados por Espectrometria por Emissão Atômica com Fonte de Plasma – ICP/AES.

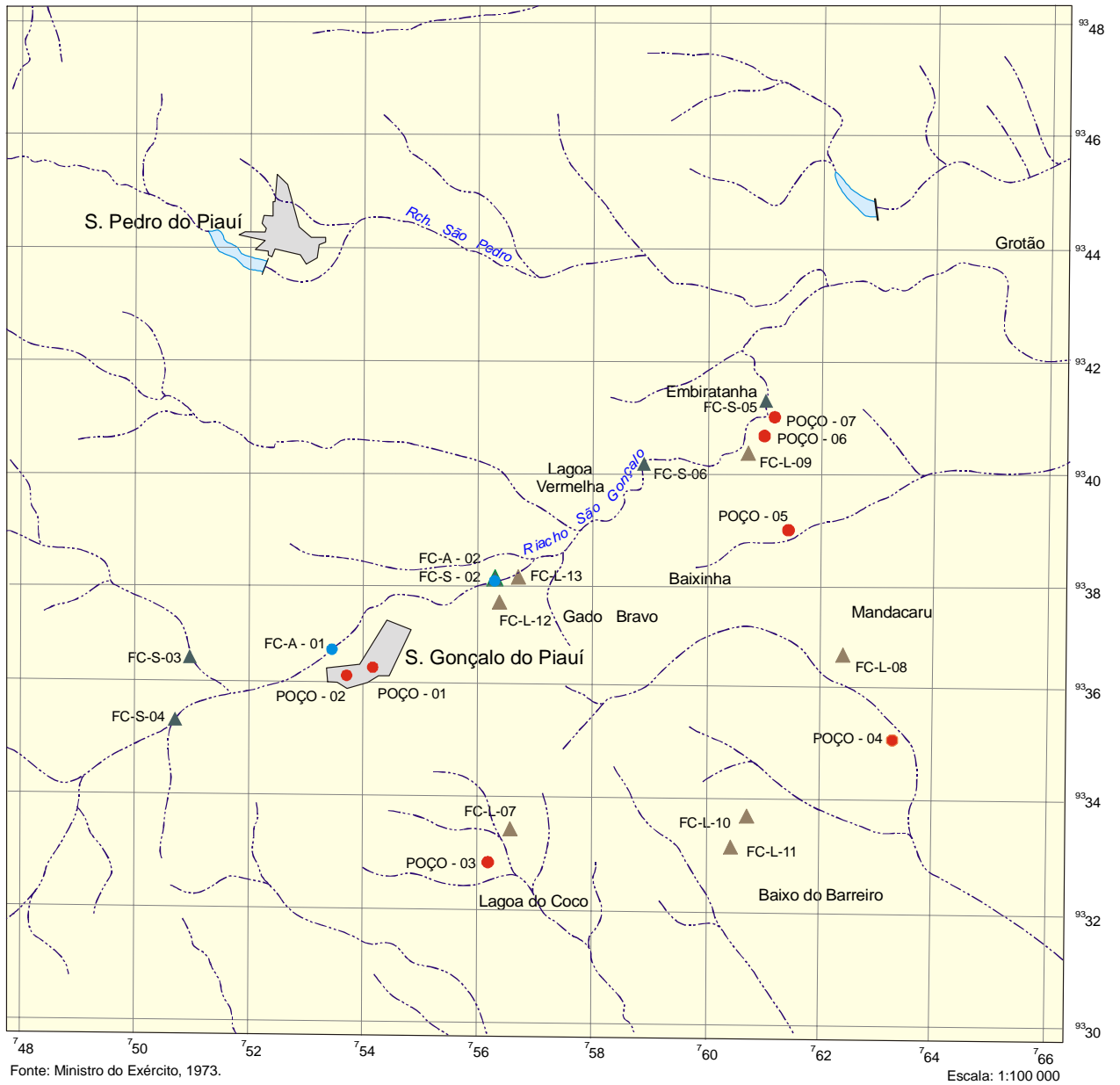
(b) Os ânions Br^- , Cl^- , F^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} e SO_4^{2-} foram analisados por Cromatografia de Íons.

As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Mineraias - LAMIN, na CPRM, no Rio de Janeiro. É importante relatar que os valores de fosfato solúvel, na maioria das vezes, não foram utilizados porque o limite de detecção do Cromatógrafo de Íons era 10 vezes acima do valor do limite máximo definido pela Resolução 020/86 do CONAMA (1986), devido a problemas técnicos no equipamento, na época das análises.

A avaliação da qualidade da água superficial foi realizada utilizando a Resolução 020/86 do CONAMA para Classe 2 (águas destinadas ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas e à aquicultura de espécies destinadas à alimentação humana) e para avaliação da qualidade da água para consumo doméstico foi utilizada a Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde (Tabela 4).

A CETESB (2001) definiu alguns valores orientadores (valores de referência) para águas subterrâneas no Estado de São Paulo, visando a proteção da qualidade e ao controle da poluição destas águas, nas áreas já contaminadas e/ou suspeitas de contaminação por elementos e/ou substâncias tóxicas à saúde humana. Esses valores de referência de qualidade indicam a concentração natural de um elemento e/ou substância nas águas subterrâneas que não tenham sido impactadas antropogenicamente. Os valores máximos permitidos por cada legislação e os valores orientadores estabelecidos pela CETESB estão discriminados na tabela 4.

FIGURA 9
Localização dos pontos de amostragem



LEGENDA








-  Curso d'água intermitente
-  FC-A Amostra de Água Superficial
-  Amostra de Água de Poço
-  FC-S Amostra de Sedimentos de Corrente
-  FC-L Amostra de Solos
-  Lagoa
-  Cidade

FIGURA 10
HORIBA U10 – equipamento utilizado para medir *in loco* os parâmetros físico-químicos em amostras de água



TABELA 4
Valores limiares da Resolução 20 do CONAMA (1986), da Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde (2001) e da CETESB (2001) para águas de uso doméstico, potável e subterrâneas, respectivamente

Parâmetro	Unidade	CONAMA (1986)	Portaria 1469/2000	CETESB (2001)
pH	-	6 a 9	6 a 9,5	-
OD*	mg/L O ₂	> 5	-	-
TSD**	mg/L	500	1.000	-
Turbidez	UT***	100	5	-
Alumínio	mg/L	0,10	0,20	0,20
Arsênio	mg/L	0,05	0,01	0,01
Bário	mg/L	1,00	0,70	0,70
Cádmio	mg/L	0,001	0,005	0,005
Chumbo	mg/L	0,03	0,01	0,01
Cobalto	mg/L	0,20	-	0,03
Cobre	mg/L	0,02	2	2
Cromo hexavalente	mg/L	0,05	0,05	0,05
Ferro solúvel	mg/L	0,30	0,30	0,30
Manganês	mg/L	0,10	0,10	0,10
Molibdênio	mg/L	-	-	0,25
Níquel	mg/L	0,025	-	0,05
Selênio	mg/L	0,01	0,01	0,01
Sódio	mg/L	-	200	-
Zinco	mg/L	0,18	5	5
Cloretos	mg/L	250	250	-
Fluoretos	mg/L	1,40	1,50	-
Nitrito	mg/L	1,00	1,00	-
Nitrato	mg/L	10	10	-
Sulfatos	mg/L	250	250	-
Fosfatos	mg/L	0,025	-	-

* Oxigênio Dissolvido; ** Total de Sólidos Dissolvidos; *** Unidade de turbidez

6.2 Coleta e Análise das Amostras de Sedimentos de Corrente

Tradicionalmente, os estudos para definir critérios de qualidade ambiental para proteção ao ecossistema aquático são baseados somente nas concentrações dos elementos químicos na água. Esses resultados analíticos representam uma “fotografia” da qualidade da água no instante da coleta. Os sedimentos de corrente refletem a qualidade das águas de forma cumulativa e contínua. Os elementos traço, que em geral estão presentes na água em baixíssimas concentrações, podem se acumular nos sedimentos em elevados teores.

A composição de uma amostra de sedimento de corrente depende da constituição geológica e pedológica da área-fonte, da topografia, do tipo de clima, da cobertura vegetal e da atuação dos processos de intemperismo. É constituído por materiais clásticos e orgânicos, fragmentos de rochas, por material fino de granulometria silte-argila (argilo minerais, óxidos hidratados de ferro, manganês e alumínio) e materiais produzidos por atividades antrópicas.

Existe um equilíbrio físico-químico entre a água e os sedimentos nos ecossistemas aquáticos. Os sedimentos de corrente servem como depósito para muitos elementos tóxicos, que podem retornar ao meio aquoso por mudanças físico-químicas no ecossistema, como mudança de pH, temperatura e ressuspensão dos sedimentos devida a chuvas fortes e grandes enchentes. Uma vez adsorvidos nos sedimentos, os elementos tóxicos podem entrar na cadeia alimentar dos microorganismos, dos peixes, podendo chegar até o homem e causar danos à sua saúde.

Como a composição de uma amostra de sedimento de corrente reflete o quimismo e a “história” da bacia hidrográfica, representa um excelente meio amostral, muito importante para os estudos de Geoquímica Ambiental.

Nesse estudo, a amostragem realizada foi do tipo simples, e as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetados.

No laboratório, as amostras dos sedimentos de corrente foram secas em estufa a 40°C. Em seguida, foram homogeneizadas, passadas por peneiras para separação da fração granulométrica menor do que 63µm (230 mesh), por ser preferencial na acumulação de metais pesados. As amostras depois de preparadas foram enviadas ao LakefieldGeosol Laboratórios Ltda, em Belo Horizonte para análise.

Os cátions Ag, Al, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sb, Sn, Sr e, Zn foram analisados por Espectrometria de Emissão Atômica com Fonte de Plasma – ICP/AES, com digestão de água régia (HCl:HNO₃ 3:1). O As e o Se foram analisados por Absorção Atômica com Geração de Hidretos, sendo que a determinação do As foi por fusão com pirossulfato de potássio e a do Se por digestão com ácido nítrico e fosfórico. O Hg foi determinado por Absorção Atômica por Geração de Vapor Frio.

As determinações do valor do pH e dos teores de matéria orgânica nos sedimentos e nos solos foram realizadas no Laboratório de Análises Mineraias – LAMIN, na CPRM, no Rio de Janeiro. O teor de matéria orgânica foi por gravimetria.

Contaminação é um conceito não definido claramente em relação a sedimentos. A presença de um elemento ou substância química no sedimento fluvial em concentrações elevadas pode constituir contaminação, mas não necessariamente ser prejudicial à vida aquática e ao homem.

No Brasil ainda não existe legislação para definir valores de referência para sedimentos contaminados. A CETESB, para o Estado de São Paulo, utiliza os critérios de qualidade para sedimentos definidos para o Canadá, pelo CCME. O Canadian Council of Ministers of the Environment - CCME (2003) desenvolveu estudos para estabelecer padrões de qualidade para os sedimentos, com base na avaliação dos efeitos adversos aos organismos aquáticos, para os metais mais tóxicos (Tabela 5). Para o desenvolvimento desse estudo optou-se por utilizar os padrões de qualidade do CCME (2003).

O CCME definiu: Nível 1 como limiar abaixo do qual espera-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota, e Nível 2, limiar acima do qual espera-se um provável efeito adverso à biota.

TABELA 5

Valores orientadores para caracterizar a qualidade dos sedimentos em água doce segundo o CCME (2003)

Elemento	Nível 1 ($\mu\text{g/g}$)	Nível 2 ($\mu\text{g/g}$)
Arsênio (As)	5,9	17
Cádmio (Cd)	0,6	3,5
Chumbo (Pb)	35,0	91,3
Cromo (Cr)	37,3	90,0
Cobre (Cu)	35,7	197
Níquel (Ni)	-	-
Zinco (Zn)	123	315

6.3 Coleta e Análise das Amostras de Solos

As amostras de solos foram coletadas em lavouras de feijão/arroz, milho e abóbora. Em todas as lavouras ocorre aplicação intensiva de grande quantidade de agrotóxicos. As amostras foram coletadas na camada superficial, aproximadamente de 0 até 30 cm de profundidade, com a utilização de uma pá cavadeira. A cada coleta, a vegetação e o material grosseiro da superfície do terreno foram removidos. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente etiquetados com a identificação do ponto coletado (Figura 11).

FIGURA 11
Amostragem de solo no povoado de Mandacaru



Os solos são de coloração cinza a preto e composição areno-argilosa a argilo-arenosa.

No laboratório, os procedimentos de preparação das amostras e os métodos analíticos empregados foram os mesmos utilizados para os sedimentos de corrente. As amostras foram analisadas no laboratório Lakefield GEOSOL, em Belo Horizonte.

No Brasil não existe legislação que regulamente os teores dos elementos tóxicos em solos, porém a CETESB (2001) estabeleceu valores orientadores para controle da contaminação em solos no Estado de São Paulo. Como não existe uma abordagem internacional padronizada, a CETESB fez comparações com valores já estabelecidos por alguns países, como Estados Unidos, Holanda e Alemanha, para solos não contaminados (valores de referência) e solos contaminados (valores de alerta e intervenção), para áreas residenciais, industriais e agrícolas.

Os valores de referência são considerados como teores naturais encontrados em solos. Os de alerta têm caráter preventivo, evitando que o solo em estudo torne-se uma área contaminada, representando um limite para adição de metais no solo por ações antropogênicas. E os valores de intervenção, derivados com base em avaliação de risco, representam uma ferramenta para suporte à decisão, no gerenciamento de áreas contaminadas. Os valores para áreas agrícolas estão descritos na tabela 6.

TABELA 6

Valores orientadores para solos agrícolas no Estado de São Paulo ($\mu\text{g/g}$)

Elemento	Referência	Alerta	Intervenção
Antimônio	< 0,5	2,0	5,0
Arsênio	3,50	15	25
Bário	75	150	300
Cádmio	< 0,5	3	10
Chumbo	17	100	200
Cobalto	13	25	40
Cobre	35	60	100
Cromo	40	75	300
Mercúrio	0,05	0,5	2,5
Molibdênio	< 25	30	50
Níquel	13	30	50
Prata	0,25	2	25
Selênio	0,25	5	-
Vanádio	275	-	-
Zinco	60	300	500

Fonte: CETESB (2001)

7. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 Água Superficial e de Consumo

A composição das águas superficiais e subterrâneas é influenciada pela geologia regional e local. As características químicas das águas subterrâneas dependem, inicialmente, da composição das águas de recarga e, em seguida, das litologias percorridas, e também são suscetíveis de contaminação por fontes externas de poluição. As variações naturais de qualidade nas águas subterrâneas são pequenas, assim sendo, valores anômalos indicam a presença de situações como corpos mineralizados ou ação antrópica. É importante que se conheçam os valores de *background* nos aquíferos através de um programa de monitoramento de poços, com a finalidade de identificar as influências antropogênicas, porém no município de São Gonçalo do Piauí não existe um programa de monitoramento da qualidade das águas dos poços .

Os valores dos parâmetros físico-químicos medidos no campo estão na tabela 7, e os resultados obtidos nas análises químicas das amostras de água, tanto superficial quanto subterrânea estão expressos nas tabelas 8 e 9. Foram disponibilizados somente aqueles elementos que mostraram resultados acima do limite de detecção dos equipamentos analíticos e/ou os que podem causar efeitos adversos à saúde.

TABELA 7
Valores dos parâmetros físico-químicos

Amostra	Poço	Comunidade	pH	OD mg/L	Condutividade uS/cm	Temperatura °C	Turbidez UT	Sólidos dissolvidos mg/L
FC-A-01*	-	-	7,75	2,3	73	33,3	80	43,8
FC-A-02*	-	-	9,24	4,5	134	34,3	30	80,4
Poço 1	HM083	urbano	10,80	3,7	130	29,1	0	78,0
Poço 2	HM080	urbano	7,03	4,2	110	32,2	0	66,0
Poço 3	HM062	Lagoa do Coco	8,20	3,2	230	30,2	0	138,0
Poço 4	HM055	Mandacaru	9,94	5,6	95	31,0	1,0	57,0
Poço 5	HM050	Baixinha	11,00	4,7	121	32,2	0	72,6
Poço 6	HM048	Embiratanha	9,04	4,6	206	32,6	0	123,6
Poço 7	HM049	Embiratanha	10,5	5,2	292	31,7	0	175,2

* Amostras coletadas nas duas represas no riacho São Gonçalo

TABELA 8
Resultados analíticos das amostras de água – cátions (mg/L)

Amostra	Ba	Ca	Fe	Li	Mg	Mn	Ni	Si	Sr	V	Zn	Na	K
FC-A-01	0,04	2,39	3,95	<0,001	1,25	0,121	<0,002	9,91	0,023	0,04	0,026	10,0	6,0
FC-A-02	0,02	3,02	1,03	<0,001	1,94	0,11	<0,002	7,62	0,030	0,04	0,001	25,0	6,4
Poço 1	0,13	0,98	0,007	0,001	1,32	0,013	0,002	13,99	0,020	0,04	0,055	22,0	10,5
Poço 2	0,09	1,39	<0,002	0,002	1,57	0,009	<0,002	13,94	0,020	0,05	0,007	19,0	7,5
Poço 3	0,04	27,8	0,003	0,013	14,71	<0,001	<0,002	31,22	0,077	0,03	0,052	8,1	2,4
Poço 4	0,10	3,16	0,012	0,002	1,86	0,002	0,002	10,77	0,020	0,03	0,011	12,0	5,9
Poço 5	0,06	9,91	0,003	0,002	5,99	<0,001	<0,002	23,85	0,035	0,04	0,008	7,1	7,7
Poço 6	0,04	21,1	0,002	0,004	12,88	<0,001	<0,002	20,75	0,040	0,04	0,006	8,9	4,4
Poço 7	0,06	32,2	<0,002	0,005	16,31	<0,001	<0,002	22,58	0,106	0,03	0,072	20,0	4,1

TABELA 9
Resultados analíticos das amostras de água – ânions (mg/L)

Amostra	F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ⁻³	SO ₄ ⁼
FC-A-01	0,03	14,24	<0,1	0,06	<0,1	<0,2	0,1
FC-A-02	0,07	34,03	<0,1	0,14	0,1	<0,2	<0,1
Poço 1	0,02	23,62	<0,1	0,08	36,7	<0,2	0,4
Poço 2	0,03	18,24	<0,1	0,08	29,5	<0,2	0,5
Poço 3	0,10	8,61	<0,1	0,07	1,7	<0,2	1,3
Poço 4	0,02	25,75	<0,1	0,07	1,5	<0,2	1,1
Poço 5	0,04	16,84	<0,1	0,08	1,1	<0,2	1,6
Poço 6	0,09	14,89	<0,1	0,06	1,0	0,3	1,4
Poço 7	0,06	11,7	<0,1	0,07	1,7	0,2	2,2

7.1.1 Água Superficial

As duas amostras de água coletadas nas represas do riacho São Gonçalo apresentaram os valores de pH entre 7,7 e 9,2, variando de levemente alcalino a alcalino. Os valores de oxigênio dissolvido (OD) estavam abaixo de 5, não atendendo o valor recomendado pelo CONAMA (1986) para água classe 2 (adequada para práticas de recreação, como natação) e classe 3 (para dessedentação de animais). Os valores de turbidez atenderam à legislação ambiental, apesar de as águas se apresentarem bem turvas, com coloração marrom. A turbidez tem influência na cor das águas e está relacionada com a presença de sólidos dissolvidos, tais como partículas inorgânicas (silte e argila) e de matéria orgânica. As águas exalavam forte odor de excrementos de animais. Esses fatores explicam os valores de OD tão baixos (2,3 e 4,5 mg/L). As amostras também apresentaram valores de condutividade relativamente elevados, indicando a presença de sólidos dissolvidos, representando uma medida indireta da concentração de poluentes. Essas características tornam as águas das represas impróprias para recreação e dessedentação de animais, o que é bastante comum na região.

Em relação aos resultados analíticos dos cátions e dos ânions, somente o ferro mostrou concentrações (3,95 e 1,03 mg/L) acima do limite máximo estabelecido pelo CONAMA.

7.1.2 Água de Consumo

O Serviço Geológico do Brasil mantém o Sistema de Informação de Águas Subterrâneas - SIAGAS, com uma base de dados que armazena as informações coletadas no programa Cadastramento Nacional de Poços, que cadastra as fontes de abastecimento de águas subterrâneas do país. Em pesquisa no SIAGAS foram obtidas informações dos poços cadastrados no município de São Gonçalo do Piauí, em julho de 2003. Os poços são tubulares, com água límpida e inodora. Os poços são para atendimento comunitário, para consumo doméstico e, em Mandacaru e Embiratanha são utilizados ainda para dessedentação de animais.

Em Embiratanha, Mandacaru e na Lagoa do Coco a instalação das fossas é muito próxima aos poços de abastecimento, constituindo uma fonte de contaminação das águas.

Em Lagoa do Coco, durante a campanha de coleta das amostras verificou-se que a distância entre o poço e a lavoura é muito pequena, podendo estar havendo contaminação das águas, também, por agrotóxicos.

As amostras de água, coletadas nos poços nos diversos povoados, apresentaram os valores de pH entre 7 e 11, variando de neutro a muito alcalino, fato explicado pela presença local de diques de diabásio e/ou pela presença de sais dissolvidos, como carbonatos e bicarbonatos. São águas claras, límpidas e sem odor.

O teor de oxigênio dissolvido em água subterrânea é geralmente baixo, o que condiz com os resultados encontrados para os poços analisados, que variaram de 3,2 a 5,6.

As amostras das águas coletadas nos poços em Embiratanha e Lagoa do Coco apresentaram os valores de condutividade mais elevados e conseqüentemente também os teores de sólidos dissolvidos. Esse fato pode estar associado à influência antrópica e/ou à grande quantidade de sais dissolvidos, como, por exemplo, carbonato ou bicarbonato de sódio, o que pode ser explicado pelo pH alcalino e a presença de altas concentrações de cálcio e sódio verificado nas amostras.

Em relação à presença de cátions nas águas, verificou-se que a maioria dos elementos apresentou concentrações abaixo do limite de detecção do equipamento e abaixo dos limiares definidos pelas legislações ambientais e pela CETESB (2001).

Porém, em relação aos teores dos ânions, observou-se que as duas amostras coletadas nos poços da AGESPISA, que abastecem a zona urbana do município, apresentaram elevadas concentrações de nitrato; três a quatro vezes o valor definido pelas legislações ambientais. Altas concentrações de nitrato na água de poço podem resultar da penetração direta da água de superfície ou da infiltração de água poluída no aquífero. Os esgotos sanitários e as fossas são fontes de nitrogênio orgânico, e elevado teor de nitratos na água de um poço pode também indicar poluição por essa origem. Nesse caso, é uma advertência de que a água deve ser analisada para verificar se contém bactérias patogênicas.

Nitratos em concentrações superiores a 45 mg/L são indesejáveis na água de uso doméstico, devido a um possível efeito tóxico em crianças, causando danos neurológicos ou redução da oxigenação do corpo. Esse efeito é a cianose, que torna a criança apática e sonolenta, e a pele adquire coloração azulada.

Observou-se ainda que as amostras de água dos poços no povoado de Embiratanha apresentaram altos teores de fosfato (0,2 e 0,3 mg/L), acima oito e doze vezes do limiar definido pelo CONAMA e pelo Ministério da Saúde. Como o limite de detecção do equipamento para fosfato já está acima do limiar das legislações ambientais, não foi possível identificar se as águas dos outros poços estavam também fora dos padrões ambientais. Altos teores de fosfato no ambiente têm origem em fertilizantes, dejetos de animais, esgotos e detergentes.

A presença de elevados teores de nitrato e fosfato (contaminação por esgotos domésticos) pode estar correlacionada com a incidência de doenças presentes em São Gonçalo do Piauí, como verminoses, diarreia e até mesmo outras doenças infecciosas e parasitárias.

7.2 Sedimentos de Corrente

Os resultados obtidos nas análises químicas, os valores de pH e os teores de matéria orgânica das amostras de sedimentos de corrente coletadas no leito do riacho São Gonçalo estão nas tabelas 10 e 11. Foram disponibilizados somente aqueles elementos que mostraram resultados acima do limite de detecção dos equipamentos analíticos e/ou que tenham implicações na saúde humana.

TABELA 10

Resultados analíticos das amostras de sedimentos de corrente ($\mu\text{g/g}$)

Amostra	Al %	As	B	Ba	Ca %	Cd	Cr	Cu	Fe %	K %	Mg %	Mn %	Ni	P %	Pb	Se	V	Zn
FC-S-02	0,78	6	<10	31	0,04	<1	10	18	0,5	0,01	<0,01	<0,01	1,3	0,01	6,4	<1	38	5,2
FC-S-03	1,8	7	12	23	0,02	4,9	67	23	3,4	0,02	<0,01	<0,01	3,6	0,03	15	1	187	17
FC-S-04	1,7	8	16	26	0,12	6,0	67	26	4,0	0,02	0,03	0,01	4,3	0,03	16	2	128	20
FC-S-05	2	5	<10	51	0,13	3,3	27	15	2,5	0,02	0,02	0,01	1,5	0,05	9,5	<1	79	23
FC-S-06	1,7	3	<10	39	0,04	<1	20	9,3	0,9	<0,01	0,01	<0,01	<1	0,03	10	<1	39	8,5

TABELA 11

Valores de pH e teores de matéria orgânica ($\mu\text{g/g}$) nas amostras de sedimentos de corrente

Amostra	pH	Matéria orgânica
FC-S-02	6,0	1,0
FC-S-03	5,6	11,5
FC-S-04	6,1	2,2
FC-S-05	5,8	4,8
FC-S-06	5,7	2,5

O leito do riacho é utilizado, nas épocas de seca para plantação de feijão e nas chuvosas para plantação de arroz. Na época do plantio do feijão os agricultores aplicam grande quantidade de herbicida e agrotóxico.

Os resultados das análises das amostras dos sedimentos do riacho São Gonçalo refletiram a geologia da área, formada essencialmente por arenitos, com os valores de pH variando de 5,7 a 6,1 e baixos teores de alumínio, cálcio, ferro, fósforo, potássio e magnésio. A presença de diques de diabásio na região sul da área do município está relacionada com os teores de cromo, cobre e níquel nas amostras. A maioria das amostras apresentou concentrações de matéria orgânica muito baixas.

Em relação aos elementos essenciais às plantas e aos seres humanos para a manutenção de uma boa saúde, tais como o boro para as plantas e o selênio e o zinco para o homem, os resultados analíticos indicaram concentrações bastante baixas para esses elementos.

Por outro lado, comparando-se os resultados obtidos com os valores orientadores definidos pelo CCME (2003) para caracterizar a qualidade dos sedimentos, observa-se que os sedimentos do riacho São Gonçalo apresentaram baixa probabilidade de causar efeitos adversos à biota, em relação ao As (arsênio), Pb (chumbo), Cr (cromo), Cu (cobre) e Zn (zinco). Somente nas amostras FC-S-03 e FC-S-04, o cádmio (Cd) apresentou concentrações superiores ao valor do nível 2, isto é, acima de 3,5 µg/g, caracterizando uma probabilidade de causar efeitos adversos à biota, e conseqüentemente ao homem.

7.3 Solos

Dos resultados obtidos nas análises químicas das amostras de solos superficiais coletadas nas lavouras de arroz/feijão, milho e abóbora, os valores de pH e os teores de matéria orgânica estão nas tabelas 12 e 13. Foram disponibilizados somente aqueles elementos que mostraram resultados acima do limite de detecção dos equipamentos analíticos e/ou que tenham implicações na saúde humana.

Similar aos resultados das análises das amostras dos sedimentos, as amostras dos solos refletiram a geologia da área, formada essencialmente por arenitos, que são rochas com baixos teores de elementos essenciais às plantas. Os valores de pH variaram de 5,6 a 6,2, caracterizando solos ácidos, típicos dessas rochas. Os resultados revelaram baixos teores dos micronutrientes alumínio, boro, cálcio, ferro e magnésio, bem como dos macronutrientes potássio e fósforo, essenciais para as plantas, evidenciando solos pobres para agricultura. Esses resultados diferem dos dados de Fonseca (1999) e da CODEVSF (2004) em relação aos teores de alumínio e ferro.

Os teores de cromo e cobre nas amostras estão associados à presença de basaltos e diabásios que ocorrem na área do município.

As concentrações de Co (cobalto), Se (selênio), Hg (mercúrio), Li (lítio) e Mo (molibdênio) ficaram abaixo dos limites de detecção dos equipamentos analíticos.

A deficiência de elementos tais como o selênio (Se) e o zinco (Zn) nos solos podem refletir na saúde humana, através do consumo de alimentos produzidos nestes solos, levando a cardiopatias, distrofia muscular e problemas no crescimento das crianças, em especial nas áreas rurais.

Os resultados analíticos das amostras de solos foram comparados com os valores orientadores para solos agrícolas definidos pela CETESB (2001) para caracterizar solos não contaminados. Observou-se que todos os elementos, com exceção do Cd (cádmio), apresentaram concentrações abaixo dos valores orientadores de referência, mostrando que os solos coletados correspondem a solos não contaminados, estando portanto dentro do intervalo dos teores naturais encontrados em solos. Somente nas amostras FC-L-07 (Lagoa do Coco) e FC-L-12 (Gado Bravo), o cádmio apresentou concentrações superiores ao valor de alerta

(3 µg/g), porém abaixo do valor de interferência, indicando que já estão no limite para adição do metal nos solos por ações antropogênicas, e portanto se deve evitar que o solo torne-se uma área contaminada. É interessante ainda notar que, a amostra FC-L-07 apresentou o teor de Ag (prata) cinco vezes acima do valor de referência (0,25 µg/g), mas abaixo do valor de alerta (2 µg/g). Essa amostra mostrou ainda os teores mais elevados de arsênio, boro, bário, cobalto, níquel e zinco em relação às outras amostras coletadas nos outros povoados.

A maioria das amostras apresentaram teores de matéria orgânica acima de 5,0 µg/g.

TABELA 12

Valores de pH e teores de matéria orgânica (µg/g) nas amostras de solos superficiais

Local	Amostra	pH	Matéria orgânica
Lagoa do Coco	FC-L-07	6,0	6,2
Mandacaru	FC-L-08	5,7	7,1
Embiratanha	FC-L-09	5,8	11,1
Baixa do Barreiro	FC-L-10	5,6	7,6
Baixa do Barreiro	FC-L-11	5,7	7,7
Gado Bravo	FC-L-12	6,1	5,2
Gado Bravo	FC-L-13	6,2	2,8

TABELA 13

Resultados analíticos das amostras de solos superficiais (µg/g)

Amostra	Al	Ag	As	B	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe %	K	Mg	Mn	Ni	P	Pb	V	Zn
	%					%						%	%	%		%			
FC-L-07	1,7	1,3	7	16	89	0,23	6,7	4,2	29	19	4,4	0,03	0,04	0,11	3,7	0,07	10	87	31
FC-L-08	1,8	<1	4	<10	6,1	0,02	3,1	<3	28	7,4	2,2	0,01	<0,01	<0,01	2,1	0,02	7	61	5,8
FC-L-09	1,6	<1	4	<10	35	0,10	2,1	<3	18	10	1,5	0,02	0,01	<0,01	<1	0,04	9,7	52	12
FC-L-10	1,7	<1	4	<10	4,4	0,02	1,8	<3	19	3,6	1,4	<0,01	<0,01	<0,01	1	0,01	7,6	42	3,2
FC-L-11	1,4	<1	4	<10	4,7	0,01	2,0	<3	20	3,4	1,5	<0,01	<0,01	<0,01	1,1	0,01	7,5	44	3,4
FC-L-12	1,2	<1	5	12	54	0,33	4,2	<3	12	12	2,9	0,03	0,04	0,02	<1	0,08	3,9	61	25
FC-L-13	1,1	<1	5	<10	39	0,26	2,3	<3	7,1	9,0	1,7	0,03	0,02	0,02	1,2	0,07	<3	46	17

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados apresentados e com os valores orientadores utilizados para caracterizar a qualidade das águas, dos sedimentos de corrente e dos solos em relação à saúde humana, pode-se afirmar que a região do município de São Gonçalo do Piauí não se encontra impactada por elementos inorgânicos provenientes de fontes naturais e/ou antropogênicas, não mostrando correlação com o alto percentual de habitantes portadores de deficiências físicas ou mentais. Porém, levando em consideração as condições socioeconômicas e de saúde do município estudado e as observações feitas durante os trabalhos de campo, é importante ressaltar a questão da utilização do agrotóxico como um grave problema ambiental e de saúde pública.

Analisando as informações: (1) do Censo 2000 - 98,3% das pessoas portadoras de alguma deficiência física ou mental são do sexo masculino; (2) do DATASUS (2003) - a faixa etária de 20 a 49 anos é a que apresenta mais problemas de saúde (neoplasias, nutricionais e metabólicas, dos sistemas circulatório, digestivo, nervoso e respiratório, dos olhos, de pele e do aparelho geniturinário); (3) das observações de campo - são os homens dessa faixa etária que vão para as lavouras e manipulam os produtos agrícolas tóxicos; (4) das informações coletadas nas entrevistas com a população sobre os problemas de saúde que ocorrem nas áreas rurais - dores de cabeça, problemas renais e gástricos, tonteiras e muita agitação mental; verifica-se que provavelmente existe correlação entre a utilização dos produtos tóxicos com os problemas de saúde que ocorrem entre os agricultores do município de São Gonçalo do Piauí.

Na literatura há vários casos e estudos relacionados à intoxicação por agrotóxicos. Em São Paulo, foi constatado que mais de 80% das intoxicações ocorriam devidas à penetração de pesticidas através da pele (Branco, 2003). Pesquisadores de várias universidades brasileiras identificaram inúmeros problemas dermatológicos, neurológicos, hepáticos e gastrointestinais, além de cânceres e alterações no sistema imunológico, relacionados à exposição prolongada ao agrotóxico (Almeida & Novo, 2004).

A partir dos resultados desse estudo foi possível apresentar algumas sugestões e considerações:

1. Embora ainda muito limitados, os resultados já obtidos, mesmo que de forma compartimentada, mostram claramente a necessidade de se continuar ampliando e complementando os estudos ambientais, com a introdução de novos parâmetros, como, por exemplo, monitoramento das águas subterrâneas, coleta de amostras de água, sedimentos, de solos e dos alimentos cultivados nas lavouras locais para análise dos resíduos de agrotóxicos.
2. É importante uma investigação epidemiológica com um levantamento dos fatores socioeconômicos, educacionais e de saúde, através de entrevistas e da aplicação de um questionário específico, e de um monitoramento humano com coleta de sangue para determinação dos níveis de contaminação dos agricultores e de seus familiares, com ajuda de profissionais da área da saúde.
3. Detectou-se que o trabalho na lavoura é realizado majoritariamente pelos homens e ficou claro a falta de orientação técnica, tanto em relação à utilização dos produtos tóxicos quanto da necessidade de proteção na lavoura e em casa, com as roupas utilizadas no trabalho e o descarte das embalagens vazias. Devido ao baixo nível de escolaridade dos agricultores, tornando difícil o entendimento das informações contidas nos rótulos das embalagens dos agrotóxicos, a orientação de técnicos especializados se torna imprescindível. A falta de uso de equipamentos de proteção e de vestimentas adequadas pelos agricultores certamente deve levar à intoxicação através do contato direto com os inseticidas.
4. E como etapa final é muito importante trabalhar com a comunidade a conscientização do perigo no manuseio dos agrotóxicos e herbicidas, através de um programa de educação ambiental.
5. Outra alternativa é implementar núcleos de agricultura natural ou orgânica (sem uso de agrotóxico) que privilegia a produtividade sem prejuízo da saúde dos lavradores e dos consumidores.
6. Sabendo-se que os solos são pobres em macro e micronutrientes, isto é, nos elementos necessários para a manutenção da saúde humana, e, como principalmente a população rural de São Gonçalo do Piauí consome alimentos produzidos localmente, é importante que haja uma diversificação nas fontes de alimentos, de outros locais; ou a adição desses elementos nos solos através dos insumos agrícolas; ou até mesmo uma suplementação de minerais na alimentação da população, com acompanhamento médico.
7. A distribuição das águas para a população deve ser precedida por análises químicas e bacteriológica para garantir melhores condições de saúde da população do município de São Gonçalo do Piauí.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA,C.; NOVO,A. As vítimas do agrotóxico. O Globo. Caderno Economia. p.37-39. 29/agosto/2004.
- BRANCO.M.C. Evaluating the knowledge of insecticide's labels by growers from an agricultural area in District Federal, Brazil. Horticultura Brasileira, vol.21, nº3, Brasília, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: julho 2004.
- CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. Guidelines: Setting Safe Levels. Disponível em: <http://www.ccme.ca/sourcetotap/guidelines.html>. Acesso em: março 2004.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Guia de coleta e preservação de amostras de água. São Paulo, 1988. 150p.
- _____. Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no Estado de São Paulo. São Paulo, 2001. 103p.
- CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. 2004. Disponível em: <http://www.codevasf.gov.br/menu/os_vales/caracterizacao>. Acesso em: 05 julho 2004.
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº20. Em 18 de junho de 1986. Brasília. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/frlegis.html>>. Acesso em maio 2001.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Mapa Geológico do Estado do Piauí. Brasília. 1995.
- CUNHA,F.G.; MACHADO,G.J.; MORAIS,E.C.; RAMOS,A.J.A. Levantamento Geoquímico do Estado do Rio de Janeiro. Brasília. CPRM, 2000.42p.
- D'AGUILA,P.S. Águas subterrâneas. FIOCRUZ/FUNASA.2003.28p.
- DATASUS. Cadernos de Informações da Saúde. Disponível em: <<http://www.tabnet.datasus.gov.br>>. Acesso em: junho 2004.
- DORES,E.F.G.C.; DE_LAMONICA_FREIRE,E.M. Contaminação de ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: Águas usadas para consumo em Primavera do Leste, Mato Grosso. Análise preliminar. Quim. Nova, vol.24, nº1, p.27-36. 2001.

- FGV – Fundação Getúlio Vargas. Retrato das Deficiências no Brasil (PPD). Rio de Janeiro, FGV/IBRE, CPS, 2003. 250p.
- FONSECA, G.G. Identificação de Oportunidades de DLIS no município de São Gonçalo do Piauí. FUNDAPE/SEBRAE-PIAUI/PRODER Especial. Teresina, 1999. 35p.
- GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ. III Fórum estadual para inclusão da pessoa portadora de deficiência – São Gonçalo do Piauí. Teresina, 2003. 15p.
- _____. Atlas do abastecimento de água do Piauí. Análise por bacia. Análise da bacia do Médio Parnaíba. 2004. Disponível em:
<<http://www.piaui.pi.gov.br/bancodados.php?id=51>> . Acesso em julho 2004.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2000. Disponível em:
<<http://ibge.gov.br>> . Acesso em: março 2004.
- MELLO, C.A.B.; VASCONCELOS, G.C. As águas do rio Paraíba do Sul: uma análise de tendências dos elementos e das substâncias. In: BIZZERRIL, C.R.S.F.; ARAÚJO, L.M.N.; TOSIN, P.C. Contribuição ao conhecimento da bacia do rio Paraíba do Sul. Coletânea de Estudos. Rio de Janeiro. ANEEL/CPRM, p.55-73, 1998.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº1469/GM/29 de dezembro de 2000. Norma de qualidade da água para consumo humano. 2001. Disponível em:
<<http://www.saude.gov.br/portarias/2000.htm>>. Acesso em: abril 2002.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. PNUD/IPEA. 2003. Disponível em:
<<http://www.pnud.org.br/atlas>>. Acesso em: março 2004.
- SIAGAS – Sistema de Informação de águas subterrâneas. Disponível em:
<<http://www.cprm.gov.br>>. Acesso em junho 2004

