

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS LEVANTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS



REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Relatório Diagnóstico

SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA

BACIA SEDIMENTAR SANFRANCISCANA

Volume 10



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

**PROJETO
REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**RELATÓRIO DIAGNÓSTICO
SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA
BACIA SEDIMENTAR
SANFRANCISCANA**

VOLUME 10

**RECURSOS HÍDRICOS
ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS
SUBÁREA: LEVANTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**



2012

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DIVISÃO DE HIDROGEOLOGIA E EXPLORAÇÃO

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PROJETO
REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM/Serviço Geológico do Brasil.
Superintendência Regional de Belo Horizonte.

CPRM – Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 – Bairro Funcionários
Belo Horizonte – MG – 30140-002
Fax: (31) 3878-0388
Tel: (31) 3878-0307
<http://www.cprm.gov.br/bibliotecavirtual/estantevirtual>
seus@cprm.gov.br

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Urucuia. Bacia sedimentar Sanfranciscana /Paulo Cesar Carvalho M. Villar, Maria Antonieta Alcântara Mourão, Coord. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012.

43 p, il. v.10 . Inclui mapas de aquíferos (Serie: Área de Recursos Hídricos Subterrâneos, Subárea, Levantamento de Recursos Hídricos Subterrâneos). Versão digital e impresso em papel.

Conteúdo: Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas – Inclui listagem da coleção com 16 volumes de Relatórios dos Aquíferos Sedimentares no Brasil, descritos na página 7.

1-Hidrogeologia. 2- Aquífero Urucuia. 3- Bacia Sanfranciscana. I – Título. II – Villar, P.C.C.M. III – Mourão, M.A.A., Coord. IV - Série

CDU 556.3(81)

Direitos desta edição: CPRM – Serviço Geológico do Brasil
É permitida a reprodução desta publicação, desde que mencionada a fonte.

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

**PROJETO
REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**RELATÓRIO DIAGNÓSTICO
SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA
BACIA SEDIMENTAR
SANFRANCISCANA**

VOLUME 10

**RECURSOS HÍDRICOS
ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS
SUBÁREA: LEVANTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS**

PAULO CESAR CARVALHO M. VILLAR



2012

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DIVISÃO DE HIDROGEOLOGIA E EXPLORAÇÃO

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Edison Lobão
MINISTRO

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
Carlos Nogueira
SECRETÁRIO

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

Manoel Barretto da Rocha Neto
DIRETOR-PRESIDENTE
Roberto Ventura Santos
DIRETOR DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS
Thales de Queiroz Sampaio
DIRETOR DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
Antônio Carlos Bacelar Nunes
DIRETOR DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DESENVOLVIMENTO
Eduardo Santa Helena da Silva
DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS
Frederico Cláudio Peixinho
CHEFE DO DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
José Carlos da Silva
CHEFE DA DIVISÃO DE HIDROGEOLOGIA E EXPLORAÇÃO
Ernesto Von Sperling
CHEFE DO DEPARTAMENTO DE RELAÇÕES INSTITUCIONAIS E DIVULGAÇÃO
José Marcio Henrique Soares
CHEFE DA DIVISÃO DE MARKETING E DIVULGAÇÃO

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DIVISÃO DE HIDROGEOLOGIA E EXPLORAÇÃO

ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS
SUBÁREA: LEVANTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

PROJETO
REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

CRÉDITOS DE AUTORIA

Maria Antonieta Alcântara Mourão
COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Daniele Tokunaga Genaro
Marcio Junger Ribeiro
Elvis Martins Oliveira

Thiago de Castro Tayer (estagiário)
APOIO TÉCNICO E EXECUTIVO

Manfredo Ximenes Ponte
SUREG-BE

João Batista Marcelo de Lima
GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Ariolino Neres Souza
SUPERVISOR TÉCNICO

Manoel Imbiriba Junior

Homero Reis de Melo Junior (de 2009 a 2011)
COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Rosilene do Socorro Sarmento de Souza
Celina Monteiro (Estagiária)
APOIO TÉCNICO

Marco Antônio de Oliveira
SUREG-MA

Daniel de Oliveira
GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Carlos José Bezerra de Aguiar
COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Silvia Cristina Benites Goncales
Hugo Galúcio Pereira
EQUIPE EXECUTORA

Francisco Sandoval Brito Pereira
Cláudia Vieira Teixeira
APOIO TÉCNICO

Maria Abadia Camargo
SUREG-GO

Cíntia de Lima Vilas Boas

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Tomaz Edson de Vasconcelos

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO - SUPERVISOR
TÉCNICO

Dario Dias Peixoto (de 2009 a 2012)
APOIO EXECUTIVO

Claudionor Francisco de Souza
APOIO TÉCNICO

Marco Antônio Fonseca
SUREG-BH

Márcio de Oliveira Cândido

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Haroldo Santos Viana
SUPERVISOR TÉCNICO

Raphael Elias Pereira

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Claudia Silvia Cerveira de Almeida
José do Espírito Santo Lima
Reynaldo Murilo Drumond Alves de Brito
APOIO EXECUTIVO

José Carlos Garcia Ferreira
SUREG-SP

Ângela Maria de Godoy Theodorovicz
GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Andrea Segura Franzini
SUPERVISORA TÉCNICA

Guilherme Nogueira Santos
COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO
David Edson Lourenço
APOIO TÉCNICO

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DIVISÃO DE HIDROGEOLOGIA E EXPLORAÇÃO

Teobaldo Rodrigues de Oliveira Junior

SUREG-SA

Gustavo Carneiro da Silva

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Amilton de Castro Cardoso

SUPERVISOR TÉCNICO

Paulo Cesar Carvalho Machado Villar

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Cristovaldo Bispo dos Santos

Cristiane Neres Silva (SIAGAS)

EQUIPE EXECUTORA

Juliana Mascarenhas Costa

Rafael Daltro (Estagiário)

Bruno Shindler Sampaio Rocha (Estagiário)

APOIO TÉCNICO

José Leonardo Silva Andriotti

SUREG-PA

Marcos Alexandre de Freitas

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Marcelo Goffermann

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO - SUPERVISOR

TÉCNICO

Guilherme Troian

Mario Wrege (2009-2010)

EQUIPE EXECUTORA

Pedro Freitas

Bruno Francisco B. Schiehl

Luiz Alberto Costa Silva

APOIO TÉCNICO

José Wilson de C. Temóteo

SUREG-RE

Adriano da Silva Santos

GERENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Melissa Franzen

SUPERVISORA TÉCNICO

Joao Alberto Oliveira Diniz

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Carlos Eugenio da Silveira Arraes

Guilherme Troian (de 2009 a 2012)

EQUIPE EXECUTORA

Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão

APOIO EXECUTIVO

Paulo Magalhães

APOIO TÉCNICO

Darlan F. Maciel

CHEFE DA RESIDÊNCIA DE FORTALEZA

Jaime Quintas dos S. Colares

ASSISTENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Liano Silva Verissimo

José Alberto Ribeiro (de 2009 a mar/2012)

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Helena da Costa Bezerra

CHEFE DA RESIDÊNCIA DE PORTO VELHO

Francisco de Assis dos Reis Barbosa

ASSISTENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Claudio Cesar Aguiar Cajazeiras

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Elvis Martins Oliveira

Luiz Antonio da Costa Pereira

Marcos Nóbrega II

APOIO EXECUTIVO

Wladimir Ribeiro Gomes

APOIO TÉCNICO

Francisco das Chagas Lages Correia Filho

CHEFE DA RESIDÊNCIA DE TERESINA

Carlos Antônio da Luz

ASSISTENTE DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

Mickaelon Belchior Vasconcelos

COORDENADOR REGIONAL DO PROJETO

Ney Gonzaga de Souza

Cipriano Gomes de Oliveira

APOIO TÉCNICO

Alceu Percy Mendel Junior

Fabio Silva da Costa

Rubens Esteves Kenup

LEVANTAMENTO ALTIMÉTRICO

Maria Antonieta Alcântara Mourão

REVISÃO DO TEXTO

Homero Coelho Benevides

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

Alessandra Morandi Pidello

Patrícia Silva Araújo Dias

DIAGRAMAÇÃO

Elizabeth de Almeida Cadete Costa

ARTE GRÁFICA DA CAPA

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

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA
DIVISÃO DE HIDROGEOLOGIA E EXPLORAÇÃO

PROJETO
REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

COLEÇÃO DE RELATÓRIOS-DIAGNÓSTICO DOS AQUÍFEROS SEDIMENTARES DO BRASIL

VOLUME 1. Aquífero Missão Velha. Bacia Sedimentar do Araripe.

Robério Bôto de Aguiar
José Alberto Ribeiro
Liano Silva Veríssimo
Jaime Quintas dos Santos Colares

VOLUME 2. Aquífero Açú. Bacia Sedimentar Potiguar.

João Alberto Oliveira Diniz
Francklin de Moraes
Alexandre Luiz Souza Borba
Guilherme Casaroto Troian

VOLUME 3. Aquífero Tacaratu. Bacia Sedimentar Jatobá.

João Alberto Oliveira Diniz
Francklin de Moraes
Alexandre Luiz Souza Borba
Guilherme Casaroto Troian

VOLUME 4. Aquífero Serra Grande. Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Mickaelon B. Vasconcelos
Carlos Antônio Da Luz

VOLUME 5. Aquífero Itapecuru no Estado do Pará. Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Homero Reis de Melo Junior

VOLUME 6. Aquífero Alter do Chão no Estado do Amazonas. Bacia Sedimentar do Amazonas.

Carlos José Bezerra de Aguiar

VOLUME 7. Aquífero Alter do Chão no Estado do Pará. Bacia Sedimentar do Amazonas.

Homero Reis de Melo Junior

VOLUME 8. Sistema Aquífero Parecis no Estado de Rondônia. Bacia Sedimentar dos Parecis.

Cláudio Cesar de Aguiar Cajazeiras

VOLUME 9. Aquíferos Ronuro, Salto das Nuvens e Utiariti no Estado do Mato Grosso. Bacia Sedimentar dos Parecis.

Dario Dias Peixoto
Tomaz Edson Vasconcelos
Jamilo José Thomé Filho

VOLUME 10. Sistema Aquífero Urucuaia. Bacia Sedimentar Sanfranciscana.

Paulo Cesar Carvalho M. Villar

VOLUME 11. Aquíferos Furnas e Vale do Rio do Peixe nos Estados de Mato Grosso e Goiás. Bacia Sedimentar do Paraná.

Dario Dias Peixoto
Tomaz Edson Vasconcelos
Jamilo José Thomé Filho

VOLUME 12. Aquífero Furnas nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Bacia Sedimentar do Paraná.

Maria Cecília de Medeiros Silveira

VOLUME 13. Sistema Aquífero Bauru–Caiuá no Estado de Minas Gerais. Bacia Sedimentar do Paraná.

José do Espírito Santo Lima
Cláudia Sílvia Cerveira de Almeida

VOLUME 14. Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Bacia Sedimentar do Paraná.

Andréa Segura Franzini

VOLUME 15. Sistema Aquífero Guarani nos Estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Bacia Sedimentar do Paraná.

Armando Teruo Takahashi

VOLUME 16. Sistema Aquífero Guarani no Estado do Rio Grande do Sul. Bacia Sedimentar do Paraná.

Mario Wrege

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. O SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA - BACIA SANFRANCISCANA	19
2.1. Características Gerais	19
2.2. Subtipos de Aquíferos e Condições de Circulação	24
2.3. Aspectos Hidrodinâmicos	26
2.4. Características Químicas	26
2.4.1. Análises Isotópicas	27
2.4.2. Análise dos Riscos de Contaminação	27
2.5. O Uso da Água Subterrânea	27
2.6. Potenciometria	30
2.7. Reservas.....	31
2.7.1. Reservas Permanentes	31
2.7.2. Reservas Reguladoras	31
2.7.3. Reservas de Exploração ou Explotáveis	31
2.7.4. Potencialidades	31
3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	33
3.1. Aspectos Climáticos	33
3.2. Síntese do Balanço Hídrico na Bacia do SAU	34
4. A REDE DE MONITORAMENTO PROJETADA PARA O SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA	37
4.1. Poços de Monitoramento Implantados	37
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do Sistema Aquífero Urucuia	19
Figura 2. Perfil leste-oeste esquemático do contexto geológico do sistema aquífero Urucuia no oeste da Bahia	20
Figura 3. a) Distribuição das bacias sedimentares (em verde) e dos domínios cristalinos (fissurados - em amarelo); b) Mapa geológico simplificado do sistema aquífero Urucuia	21
Figura 4. Área efetiva do sistema aquífero Urucuia, com representação de poços cadastrados utilizados por GASPAR (2006)	22
Figura 5. Eixo divisor de fluxo subterrâneo no sistema aquífero Urucuia	23
Figura 6. Mapa de áreas de recarga do sistema aquífero Urucuia e áreas de recarga comprometidas pelo manejo do solo na agricultura até o ano de 2000	24
Figura 7. Mapa de delimitação espacial preliminar dos subtipos de aquíferos do Sistema Aquífero Urucuia	25
Figura 8. Modelo esquemático dos subtipos de aquíferos presentes no sistema aquífero Urucuia (SAU). Perfil composto de uma seção EW e NS. Linha tracejada representa a superfície potenciométrica regional	26
Figura 9. Gráfico representativo da quantidade de outorgas de águas concedidas pela SRH-BA, na região do oeste da Bahia, nos anos de 2003, 2005 e 2006	28
Figura 10. Gráfico representativo do aumento da vazão outorgada pela SRH-BA, referente à água subterrânea, na região do oeste da Bahia, nos anos de 2003, 2005 e 2006	28
Figura 11. Representação porcentual de outorgas de águas subterrâneas no SAU, destinados a diferentes usos	29
Figura 12. Comparação entre os dados de nível estático (NE) para as cinco campanhas de monitoramento	30
Figura 13. Mapa potenciométrico para as bacias dos rios Arrojado e Formoso. a) novembro/05, b) julho/06	30
Figura 14. Mapa de isoietas do oeste da Bahia. Período de 1982 a 2002	33
Figura 15. Gráfico das precipitações médias mensais para o período de 1982 a 2002, nas estações pluviométricas Posse, Correntina, Fazenda Prainha e Ponte Serafim-Montante	34
Figura 16. Gráficos dos balanços hídricos climatológicos das estações meteorológicas de Barreiras (a) e Posse (b), para o período de 1995 a 2005	35
Figura 17. Área de exposição do sistema Aquífero Urucuia, estações da rede hidrometeorológica nacional, operadas pela CPRM, e pontos de monitoramento construídos.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do sistema aquífero Urucuia	26
Tabela 2. Principais características dos poços construídos para o monitoramento	38

**RELATÓRIO DIAGNÓSTICO
SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA
BACIA SEDIMENTAR
SANFRANCISCANA**

RECURSOS HÍDRICOS

ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

SUBÁREA: LEVANTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

1. INTRODUÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil-CPRM, empresa pública vinculada ao Ministério de Minas e Energia, em consonância com suas atribuições, propôs e definiu as bases para a implantação de rede de monitoramento integrado das águas subterrâneas abrangendo os principais aquíferos do país.

A rede de monitoramento, de natureza fundamentalmente quantitativa, foi concebida tendo como principal objetivo o conhecimento mais detalhado a respeito dos aquíferos de modo a propiciar a médio e longo prazos: i) A identificação de impactos às águas subterrâneas em decorrência da exploração ou das formas de uso e ocupação dos terrenos; ii) A estimativa da disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo; iii) A avaliação da recarga e o estabelecimento do balanço hídrico; iv) Informações do nível d'água, v) Determinação de tendências de longo termo tanto como resultado de mudanças nas condições naturais quanto derivadas de atividades antropogênicas etc.

Um dos principais aspectos do programa refere-se à proposição de um monitoramento integrado (águas subterrâneas e superficiais) em que o ambiente aquático é considerado de forma inteiramente inter-relacionável e não fracionado nos diversos componentes. Um aspecto que favorece esta integração é o fato da CPRM ser responsável pela implantação e operação de redes hidrometeorológicas, telemétricas, de qualidade de água e sedimentométricas bem como monitoramento de níveis em açudes.

A estruturação do programa de monitoramento para cada aquífero ou local selecionado exige que seja feita

uma caracterização hidrogeológica a partir da integração, análise e interpretação de dados existentes. Além disso, considerando a integração com o monitoramento hidrometeorológico são incluídos também dados relativos às estações existentes no domínio dos aquíferos enfocados além de estudos hidrológicos e climatológicos realizados na região enfocada.

A reunião e a interpretação dessas informações visam subsidiar a seleção dos locais para monitoramento bem como a avaliação da viabilidade de emprego dos dados das estações fluviométricas e pluviométricas para interpretação dos resultados do monitoramento quanto à representatividade do aquífero nas bacias hidrográficas monitoradas, densidade, localização etc.

O presente relatório apresenta a integração das informações para o Sistema Aquífero Urucuia, e constitui o estágio atual de conhecimento de suas características naturais, pressões percebidas e impactos identificados. Como resultados da análise dessas informações são apresentadas as principais demandas ao monitoramento e promovida a configuração da rede de monitoramento para o aquífero.

Devido à ausência de trabalhos específicos sobre o sistema aquífero Urucuia - SAU como um sistema único e levando-se em consideração a existência de características hidrogeológicas diferenciadas entre aquíferos inter-relacionados dentro do sistema maior, de dimensão regional, e a realização de estudos isolados em algumas de suas bacias principais, é que se tomou como norte para este relatório diagnóstico, a Tese de Doutorado de Marcia Tereza Pantoja Gaspar (2006).

2. O SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA - BACIA SANFRANCISCANA

2.1. Características Gerais

O sistema aquífero Urucuia ocorre principalmente na região do oeste do estado da Bahia, estendendo-se desde o extremo sul do Maranhão e Piauí, até o extremo noroeste de Minas Gerais. Seus limites meridionais são balizados a oeste pelo limite da serra Geral de Goiás, desde a região nordeste de Goiás até o sudeste do Tocantins; e a leste na altura das sedes dos municípios de Barreiras (BA), Correntina (BA), Cocos (BA), Formosa do Rio Preto (BA) e Gilbués (PI) (Figura 1).

Segundo Gaspar (2006), o sistema aquífero Urucuia representa o principal manancial subterrâneo do oeste baiano. Sua importância estratégica remete-se, não somente pelas crescentes demandas de água, mas também pela sua função de regulador das vazões dos afluentes da margem esquerda do médio rio São Francisco; e pela alimentação de nascentes de tributários da margem direita do rio Tocantins, na borda ocidental da serra Geral de Goiás.

Apesar de sua importância, os estudos realizados no âmbito desse aquífero têm enfoque local, como aqueles desenvolvidos pela SRH-BA e Universidade Federal da Bahia (UFBA) em bacias hidrográficas específicas (AQUINO *et al.* 2002, AQUINO *et al.* 2003, SANTANA *et al.* 2002, SILVA *et al.* 2002, RAMOS E SILVA, 2002, *apud* GASPARGASPAR, 2006). Esses estudos pilotos buscaram

obter informações técnicas que servissem de base para a concessão de outorgas e com isso racionalizar o uso da água para irrigação. Os resultados e produtos abrangem informações sobre a qualidade de água, hidrogeologia e estudos hidrológicos.

A ocupação do oeste da Bahia promoveu uma progressiva e sistemática supressão do cerrado, em função da instalação de extensas lavouras de monoculturas. Esse quadro de ocupação e manejo do solo levanta preocupação com relação à sustentabilidade da área de recarga do sistema aquífero Urucuia (SAU).

GASPARGASPAR (2006) realizou pesquisa de caráter regional no sistema Urucuia, envolvendo a caracterização dos subtipos de aquíferos existentes, os parâmetros hidrodinâmicos, espessuras, áreas de distribuição e estimativas de reservas hídricas totais. Os procedimentos adotados incluíram: delimitação da área do aquífero por meio da avaliação do mapa geológico da região; obtenção dos parâmetros hidrodinâmicos e condições de fluxo por meio da avaliação de perfis de poços tubulares profundos e de ensaios de bombeamento; estimativa da espessura das rochas por intermédio de levantamento geofísico preliminar; determinação da espessura saturada estimada com base nos resultados da pesquisa de Amorim Junior (2003, *apud* GASPARGASPAR, 2006) e avaliação das condições da área de recarga, a partir dos diferentes tipos de solos e formas de ocupação da superfície.

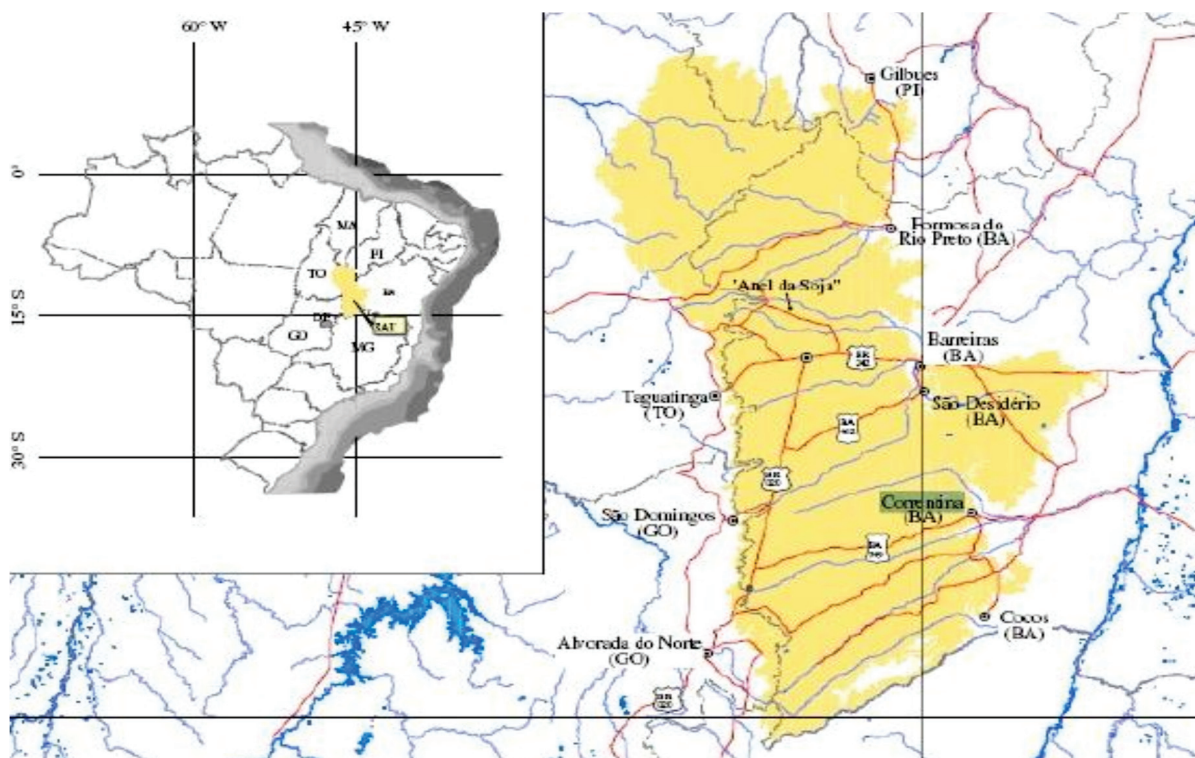


Figura 1. Mapa de localização do sistema aquífero Urucuia
Fonte: Gaspar (2006)

O termo sistema aquífero Urucuia é proposto como denominação para o conjunto de aquíferos que ocorrem no domínio do Grupo Urucuia, pertencente à sub-bacia Urucuia definida por Campos e Dardenne (1997) como a parte setentrional da compartimentação da bacia Sanfranciscana, abrangendo a maior parte da cobertura fanerozoica do cráton do São Francisco.

Esse sistema enquadra-se na província hidrogeológica São Francisco. É do tipo intergranular, que se dispõe como um espesso tabuleiro, e constitui-se de quartzo-arenitos

e arenitos feldspáticos eólicos, bem selecionados, com presença de níveis silicificados, e em menor proporção de níveis conglomeráticos.

Ocorre em quase toda a sua extensão, sobreposto ao conjunto de rochas pelito-carbonáticas que formam o sistema cárstico-fissural Bambuí, nos estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais (Figura 2). Na parte norte, repousa sobre rochas sedimentares da bacia do Parnaíba (aquíferos Poti-Piauí/Serra Grande/Cabeças) ou sobre o embasamento granito-gnássico (aquífero Cristalino) (figura 3).

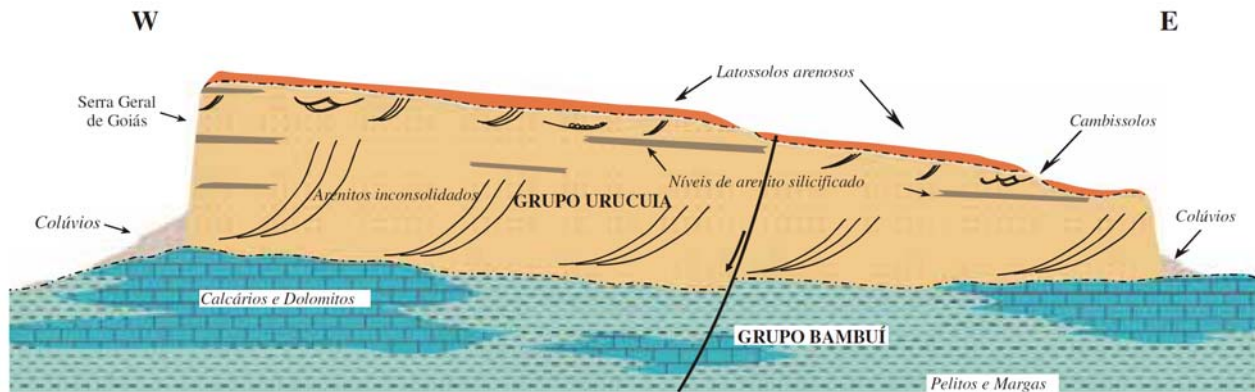


Figura 2. Perfil leste-oeste esquemático do contexto geológico do Sistema Aquífero Urucuia no oeste da Bahia
Fonte: Gaspar (2006)

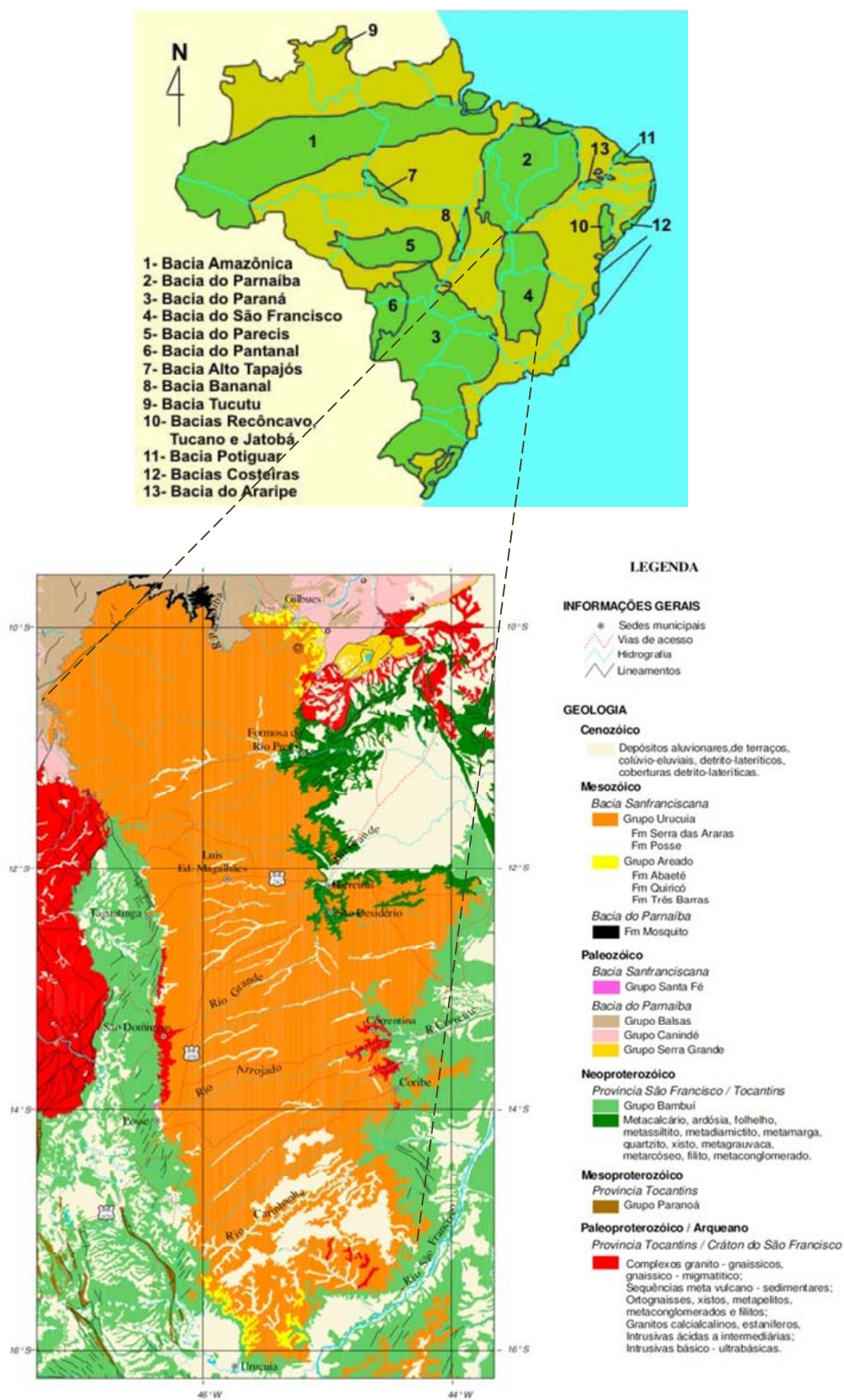


Figura 3. a) Distribuição das bacias sedimentares (em verde) e dos domínios cristalinos (fissurados – em amarelo); b) Mapa geológico simplificado do sistema aquífero Urucua
 Fonte: GASPAR (2006)

A área de abrangência do sistema aquífero Urucuia é menor que a de ocorrência das rochas do Grupo Urucuia, visto que a unidade aquífera refere-se somente ao pacote sedimentar com funções armazenadora, reguladora e filtro. Deste modo o sistema aquífero é mais representativo ao norte do rio Carinhanha, pois ao sul as ocorrências de rochas do Grupo Urucuia são descontínuas e menos espessas (GASPAR, 2006).

A área efetiva do sistema aquífero estende-se por cerca de 76.000 km² na região do oeste da Bahia e sudeste do Tocantins (Figura 4). Os poços representados no mapa da figura 4 constituem o cadastro utilizado no trabalho, que inclui informações coletadas em campo e cedido por empresas de perfuração na região por empresas governamentais.

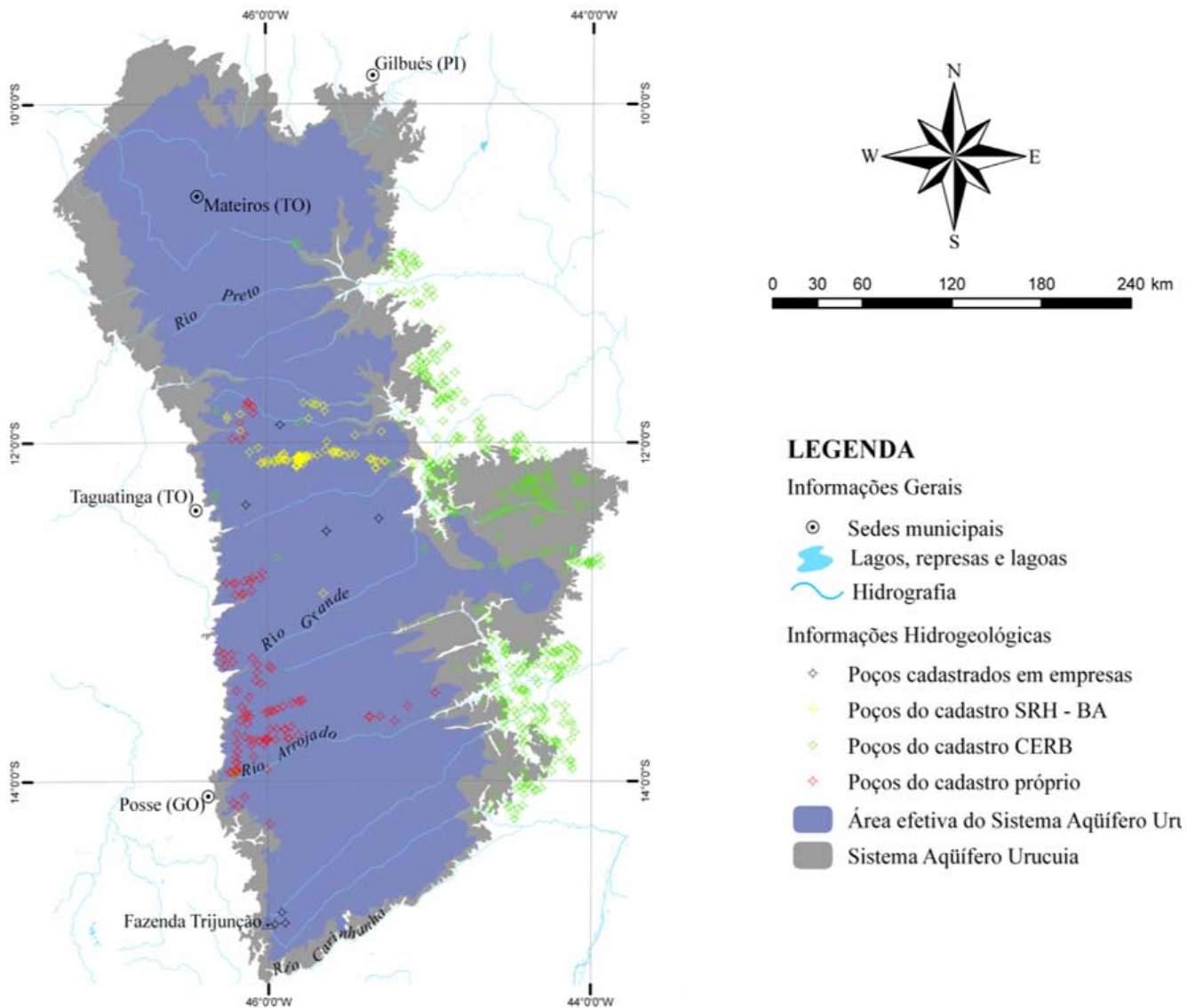


Figura 4. Área efetiva do sistema aquífero Urucuia, com representação de poços cadastrados utilizados por GASPAR (2006)

Além da área considerada como efetiva do sistema aquífero, verifica-se a presença de arenitos do Grupo Urucuia, pouco espessos, em perfis construtivos de poços que captam outros sistemas aquíferos, compondo somente a zona não saturada.

Conforme constatado por Gaspar (2006), no limite oeste de sua área efetiva, o sistema aquífero Urucuia exibe um eixo longitudinal divisor do fluxo subterrâneo, que separa o sentido do fluxo regional do sistema para leste e para oeste (Figura 5). A presença desta estrutura, confere ao sistema aquífero uma assimetria entre as bacias hidrográfica e hidrogeológica. Assim sendo, qualquer bacia hidrológica comporta duas

bacias hidrogeológicas que constituem um mesmo sistema aquífero. A bacia hidrogeológica leste (oriental) contribui com fluxo de base para a alimentação da rede de drenagem pertencente à bacia hidrográfica do São Francisco, enquanto que a bacia hidrogeológica oeste (ocidental) contribui para os cursos superficiais que alimentam a bacia do rio Tocantins.

Concluiu-se que esta divisão regional do fluxo subterrâneo é decorrente da rápida depleção da superfície potenciométrica vinculada à feição fisiográfica da serra Geral de Goiás, que determina intensa drenança por intermédio das nascentes, em geral, situadas na base da quebra de relevo.

Os níveis estáticos mostram-se mais profundos a oeste do eixo divisor, atingindo cerca de 180 metros na parte

meridional do aquífero, conforme atestam os dados de poços da Companhia de Engenharia Rural da Bahia (CERB).

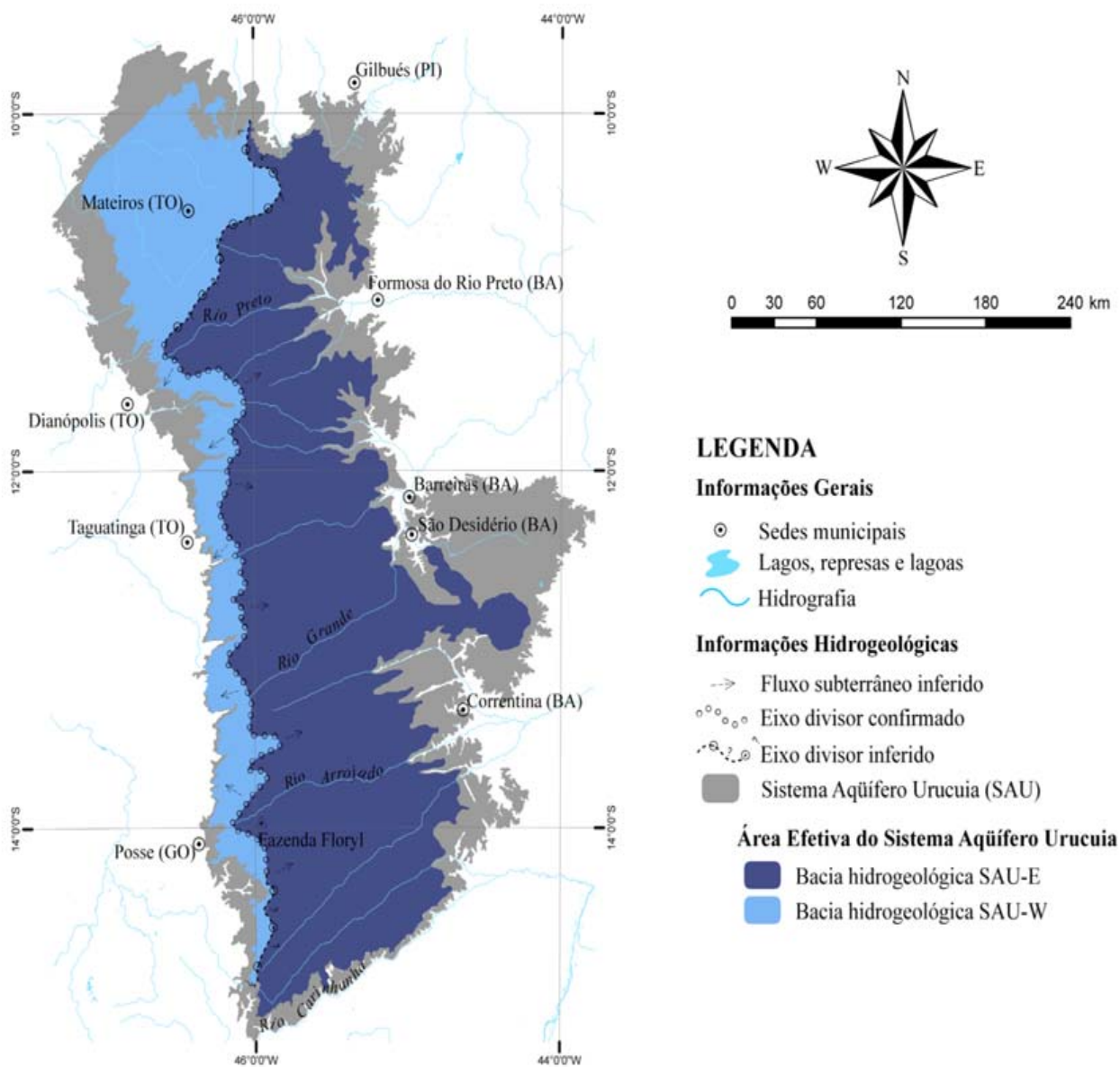


Figura 5. Eixo divisor de fluxo subterrâneo no sistema aquífero Uruçuia
Fonte: Gaspar (2006)

A espessura saturada do sistema aquífero varia desde 80 a 460 metros. A oeste do eixo divisor o fluxo diminui progressivamente até atingir a base da serra Geral de Goiás, onde surgem nascentes que alimentam os rios afluentes da bacia do rio Tocantins.

A recarga ocorre por infiltração da água das chuvas nas áreas de chapada, com relevo plano e elevado, onde

ocorrem espessos latossolos de textura média e arenosa e altos índices pluviométricos (isoietas normalmente superiores a 1.000 mm por ano). Destaca-se que nessa região está instalada grande parte das áreas agricultáveis da região, o que compromete o processo de recarga devido à compactação provocada pelo manejo dos solos (Figura 6).

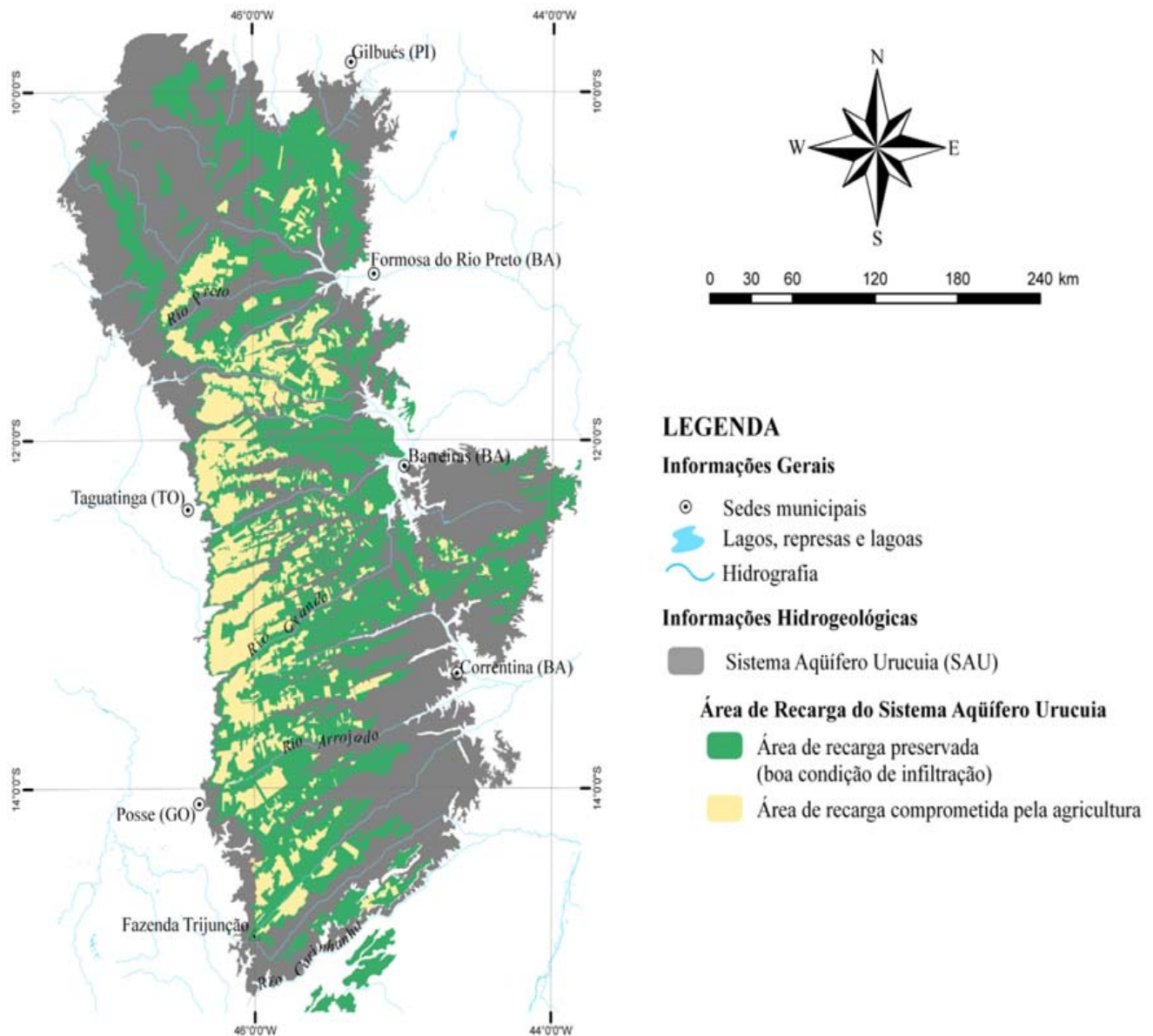


Figura 6. Mapa de áreas de recarga do sistema aquífero Urucuia e áreas de recarga comprometidas pelo manejo do solo na agricultura até o ano de 2000
 Fonte: Gaspar (2006)

2.2. Subtipos de Aquíferos e Condições de Circulação

Variações faciológicas pequenas e restritas no Grupo Urucuia conferem ao sistema aquífero importantes mudanças hidrodinâmicas, permitindo-se diferenciar subtipos de aquíferos (GASPAR, 2006).

Os principais parâmetros condicionantes da existência e/ou predominância de um subtipo de

aquífero dentro do sistema são: presença de níveis silicificados e sua posição estratigráfica, variações granulométricas nos arenitos e a profundidade das superfícies potenciométricas.

Quatro subtipos foram identificados: aquífero livre regional; aquífero suspenso local; aquífero confinado ou semiconfinado e aquífero livre profundo. A distribuição destes subtipos encontra-se representada na figura 7.

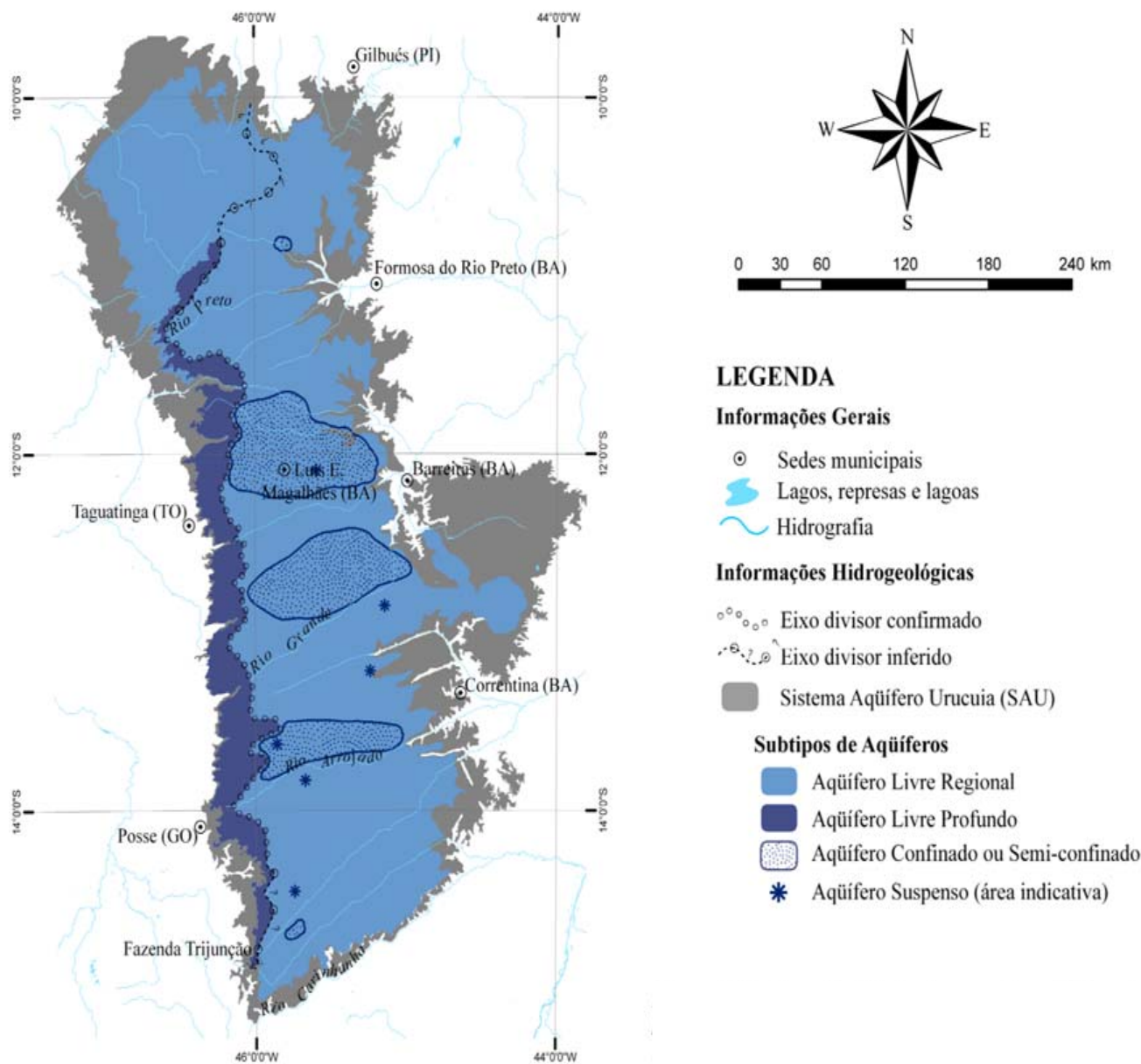


Figura 7. Mapa de delimitação espacial preliminar dos subtipos de aquíferos do sistema aquífero Urucuia
Fonte: Gaspar (2006)

O aquífero livre regional corresponde a aquífero de grande distribuição espacial na área. Apresenta nível estático variável, sendo comumente explorado por meio de poços tubulares de cerca de 100 metros de profundidade utilizados, de forma geral, no abastecimento doméstico e como insumo na diluição e aplicação de agrotóxicos nas lavouras. Representa a maior unidade hidrogeológica, dentro do sistema aquífero Urucuia, e normalmente sobrepõem-se aos demais subtipos. Tem importância na manutenção do fluxo de base da rede de drenagem da região do extremo oeste baiano. Apresenta sistemas locais e regionais de fluxo e águas de excelente qualidade e pouco mineralizadas.

O aquífero suspenso local representa um subtipo de aquífero desenvolvido em função da presença de níveis silicificados rasos e de extensão limitada que atuam como aquitardes e formam uma zona saturada, provavelmente temporária, acima do nível d'água regional. No mapa da figura 7 constam apenas as ocorrências conhecidas desse subtipo na área.

A presença do aquífero confinado ou semiconfinado é controlada pela existência de níveis silicificados em maiores profundidades, que podem funcionar como aquitardes ou aquifugos. A ocorrência desse subtipo de aquífero foi confirmada em poços localizados em afluentes do rio Grande (SCHUSTER, *et al.*, 2002, *apud* GASPAR, 2006). A maioria dos poços tubulares profundos utilizados para irrigação com uso de pivôs, na região de Luís Eduardo Magalhães (BA), nas bacias dos rios Grande e Arrojado, e na parte norte, no município de Formosa do Rio Preto, explora água desse subtipo. Os níveis potenciométricos são bastante variáveis, desde 7 a 70 metros de profundidade.

O aquífero livre profundo é encontrado na bacia hidrogeológica oriental, a oeste do eixo divisor do fluxo do sistema aquífero Urucuia. A superfície potenciométrica mostra-se não confinada, e em geral, mais profunda que 100 metros, com aumento progressivo na direção do limite físico da serra Geral de Goiás. O elevado gradiente hidráulico determina um sistema de fluxo relativamente rápido que alimenta os rios da região cárstica de Goiás e Tocantins.

Os perfis esquemáticos da figura 8 retratam a disposição espacial dos quatro subtipos de aquíferos dentro do sistema aquífero Urucuia. O perfil leste-oeste mostra a conformação dos subtipos livre

regional (I) e livre profundo (IV), enquanto que o perfil norte-sul apresenta a disposição espacial dos subtipos suspenso local (II) e confinado ou semiconfinado (III).

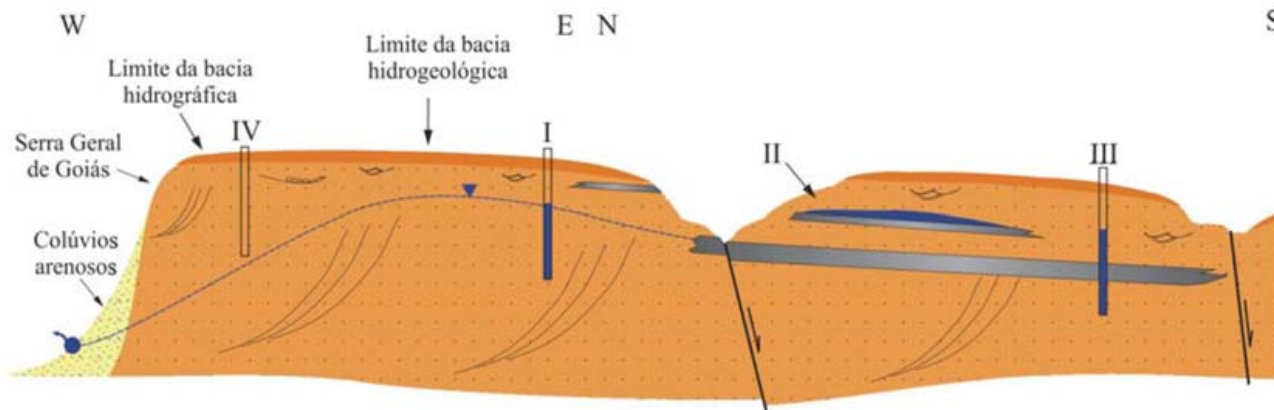


Figura 8. Modelo esquemático dos subtipos de aquíferos presentes no sistema aquífero Urucuia (SAU). Perfil composto de uma seção EW e NS. Linha tracejada representa a superfície potenciométrica regional
Fonte: Gaspar (2006)

2.3. Aspectos Hidrodinâmicos

Segundo Gaspar (2006), os parâmetros dimensionais dos subtipos de aquíferos foram obtidos pela interpretação de dados de ensaios de bombeamento. A caracterização hidrodinâmica desses subtipos de aquíferos baseou-se na utilização de informações disponíveis de poços existentes na região.

Os dados disponíveis permitiram uma caracterização preliminar para os subtipos: aquífero livre regional, aquífero livre profundo e aquífero semiconfinado. Apesar de restritos, os dados utilizados foram considerados pela autora consistentes e de boa qualidade, quando confrontados os resultados obtidos com as informações descritivas dos perfis geológicos.

A tabela 1 relaciona os parâmetros obtidos por meio da interpretação dos dados com o método de Neuman (1975) para os subtipos livres e Cooper e Jacob (1946) para o subtipo confinado. Os resultados são comparáveis àqueles obtidos por outros autores (SCHUSTER *et al.*, 2002, SCHUSTER, 2003 e NASCIMENTO, 2003; *apud* GASPAS, 2006).

Tabela 1. Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do sistema aquífero Urucuia

POÇO/CÓDIGO	FROF. (m)	NE (m)	K (m/s)	T (m ² /s)
1(1953)	60	3,6	2,46 x 10 ⁻⁷	4,92 x 10 ⁻⁵
2 (1907)	40	3,2	1,38 x 10 ⁻⁶	2,76 x 10 ⁻⁴
3 (950)	40	9,0	3,98 x 10 ⁻⁷	7,96 x 10 ⁻⁵
4 (1976)	40	3,10	7,87 x 10 ⁻⁷	1,57 x 10 ⁻⁴

Fonte: Gaspar (2006)

É importante salientar que todos os poços até então construídos na região são parcialmente penetrantes e que esse atributo foi levado em consideração

durante a modelagem para a determinação dos dados hidrodinâmicos para os vários subtipos considerados.

2.4. Características Químicas

Avaliação hidroquímica preliminar feita por Lima (2000) indicou que as águas subterrâneas na bacia do rio do Cachorro são muito pouco mineralizadas, neutras a levemente ácidas (pH de 5,2 e 6,6), com ordenamento de cátions, em meq/L, de Na > Ca > Mg, enquanto os ânions mostram ordenamento irregular.

Bahia (2003b) apresentou dados sobre a qualidade química das águas subterrâneas na bacia do rio das Fêmeas. De modo geral as águas exibiram como cátions principais, em valores médios de meq/L, Fe > Na > Ca > Mg > K e para os ânions, em média, HCO₃⁻ > NO₃⁻ > SO₄²⁻ > Cl. O pH variou de 4,01 a 7,68, com média de 5,48. As concentrações médias de sólidos totais dissolvidos (STD) foram de 48,39 e 28,60 mg/L para as campanhas de coleta em 2001 e 2002, respectivamente. Quimicamente há dificuldades de distinção entre as águas superficiais e subterrâneas, tal como foi observado por Lima (2000). Embora a bacia mostre aptidão fortemente agrícola, não foi detectada presença de pesticidas (organoclorados e organofosforados).

Ainda na bacia do rio das Fêmeas, Aquino (2003) selecionou 27 amostras entre 2001 e 2002 de água subterrânea e superficial para caracterização química e isotópica. De modo geral, a água subterrânea apresenta baixa salinidade com valores médios de condutividade elétrica de 19,01 µS/cm para setembro de 2001 e 12,04 µS/cm para junho de 2002. Os cátions principais, em valores médios, são o ferro total e o cálcio e os ânions principais são o bicarbonato e o cloreto.

Luz *et al.* (2007a) estabeleceram a caracterização hidroquímica das águas do sistema aquífero Urucuia a partir da coleta de amostras, em quatro campanhas, de 34

poços tubulares. Os resultados analíticos demonstraram a baixa mineralização das águas subterrâneas. São águas ácidas de pH médio variando entre 5,3 a 5,7 com mínimo de 4,4 e máximo de 7,4. Não foram encontradas variações sazonais significativas ou de comportamento compreensível.

A condutividade elétrica exibiu tendência de aumento de oeste para leste. Com exceção do ferro e alumínio, as águas do sistema aquífero Urucuia estão dentro dos padrões de potabilidade (Portaria 1914 MS,12/2011).

As análises não detectaram a presença de pesticidas (organoclorados e organofosforados), embora a bacia tenha aptidão fortemente agrícola (LUZ e OLIVEIRA, 2007).

2.4.1. Análises Isotópicas

Estudos isotópicos realizados por Luz *et al.* (2007a) mostraram para as águas subterrâneas média isotópica para o ^{18}O de -4,4‰. Os valores de deutério variaram de -10,9‰ a -35,9‰ em setembro de 2001 e de -13,6‰ a -36,9‰ em junho de 2002. Os valores isotópicos para as águas superficiais se equiparam aos das águas subterrâneas, sendo que na estação seca os valores apresentaram-se agrupados, indicando que toda a contribuição das águas superficiais provém do fluxo de base subterrâneo.

2.4.2. Análise dos Riscos de Contaminação

De acordo com o estudo de Luz e Oliveira (2007), qualquer área urbana ou rural apresenta uma complexa ocupação, com a presença de várias atividades potencialmente contaminantes. Os programas de proteção das águas subterrâneas, em que se tentam controlar ou monitorar todas as atividades, são pouco viáveis economicamente e sua aplicação apresenta restrições econômicas, administrativas e sociais. Então, a melhor estratégia de proteção deve envolver:

a) A identificação de áreas que necessitam de maior atenção ambiental ou atividades que representem maior ameaça à qualidade das águas subterrâneas, com a finalidade de dirigir a elas os recursos técnicos e financeiros de órgãos de controle ambiental, em estudos de detalhes e aplicação de programas de monitoramento;

b) O condicionamento da vulnerabilidade da zona não saturada, que pode reduzir os custos e exigências ambientais para a instalação de novas atividades;

c) O controle de ocupação das áreas mais sensíveis à contaminação de aquíferos;

d) A proteção de mananciais subterrâneos importantes, que são ou serão utilizados para o abastecimento público.

Conforme apresentado por Luz e Oliveira (2007) a vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas pode ser definida como a sensibilidade da qualidade das águas subterrâneas a uma carga poluente, função apenas das características intrínsecas do aquífero. Desta forma é possível existir um aquífero com um alto índice de vulnerabilidade, porém sem risco de poluição, se não houver fonte poluente. Por outro lado, o aquífero estar em elevado risco de poluição apesar do índice de vulnerabilidade ser baixo. O risco está associado à presença de atividades poluentes, que podem ser monitoradas, controladas e mitigadas, e não somente pelas características intrínsecas do aquífero,

Foram feitas, por Luz e Oliveira (2007), tentativas de se estabelecer o índice de vulnerabilidade adotando-se os métodos GOD (FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988, *apud* LUZ e OLIVEIRA, 2007) e DRASTIC (ALLER *et al.*, 1987, *apud* LUZ e OLIVEIRA, 2007). No entanto estes métodos não se mostraram aplicáveis às bacias dos rios Arrojado e Formoso visto que a escala de mapeamento disponível para solos, vegetação e outros índices não permitiu diferenciações.

Os riscos de contaminação na bacia relacionam-se, principalmente, às atividades agrícolas, com a utilização intensiva de agrotóxicos e fertilizantes. Como a fonte de poluição é não pontual, foi ressaltada por Luz e Oliveira (2007) a dificuldade em delimitar áreas mais vulneráveis à contaminação no ponto de conhecimento do aquífero que foi alcançado até o momento.

2.5. O Uso da Água Subterrânea

Em virtude da baixa densidade de drenagem e a crescente demanda de água para o suprimento das sedes de fazendas, vilarejos e projetos de irrigação, na porção oeste da Bahia, tem ocorrido um incremento na exploração da água subterrânea (GASPAR, 2006) refletido no aumento expressivo de outorgas de uso pelo órgão gestor de recursos hídricos, INGÁ.

Esse número crescente de concessão de outorgas de direitos de uso da água subterrânea é interpretado por Silva *et al.* (2005, *apud* GASPAR, 2006), como resultado de se ter alcançado o limite legal máximo outorgável para os recursos superficiais e também pelo aumento de áreas de culturas irrigadas e as adversidades climáticas sofridas pela região, prejudicando a produtividade das lavouras.

As culturas com irrigação representam os maiores usuários de águas na região do oeste baiano. As sedes das regiões administrativas de água em Barreiras e Santa

Maria da Vitória registravam até maio de 2006 uma soma de 326.033,39 m³/h de vazão outorgada para os mananciais superficiais e subterrâneos. A figura 9 ilustra o crescimento

do número de outorgas concedidas pela SRH-BA, na região do oeste da Bahia, podendo ser notada a preponderância das águas superficiais (mais de 90% do total).

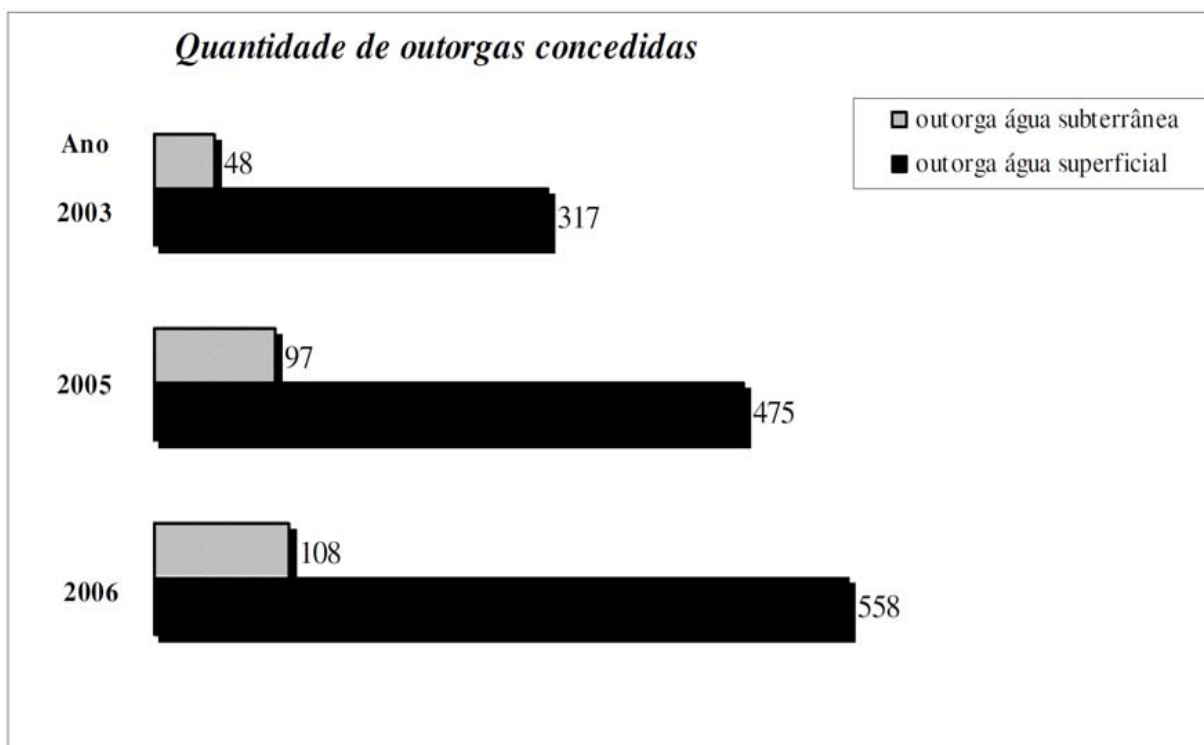


Figura 9. Gráfico representativo da quantidade de outorgas de águas concedidas pela SRH-BA, na região do oeste da Bahia, nos anos de 2003, 2005 e 2006

Fonte: SRH-BA (2006, apud GASPARGASPAR, 2006)

Embora, em termos absolutos, o número de concessões de outorgas de águas subterrâneas ainda seja pequeno, entre 2003 e 2006, houve um aumento de 125% contra 76% das águas superficiais. Esse montante

representa uma evolução de vazão (Figura 10) outorgada para águas subterrâneas de cerca de 4.500 m³/h em 2003 para 14.340 m³/h no ano de 2006 (SRH-BA, 2006, apud GASPARGASPAR, 2006).

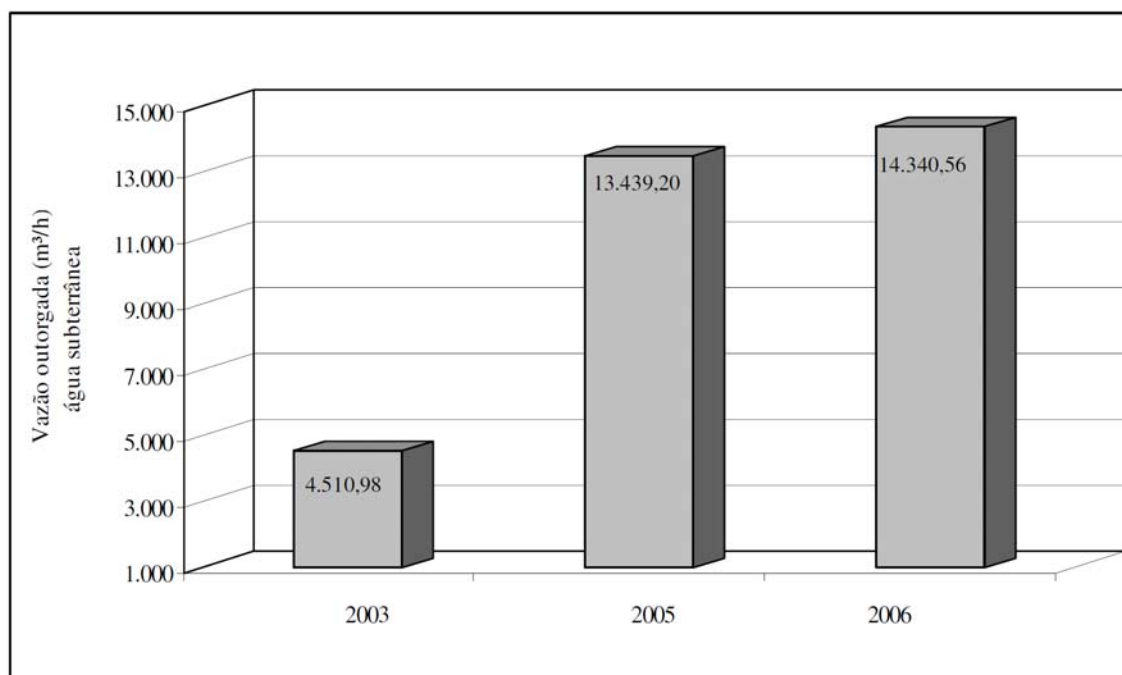


Figura 10. Gráfico representativo do aumento da vazão outorgada pela SRH-BA, referente à água subterrânea, na região do oeste da Bahia, nos anos de 2003, 2005 e 2006

Fonte: SRH-BA (2006, apud GASPARGASPAR, 2006)

Dados da SRH-BA (2006, *apud* GASPAS, 2006) mostravam que existiam apenas 300 poços, com vazões outorgadas, explotando água subterrânea do sistema aquífero Urucuia. Desse universo o maior volume outorgado (93%) referia-se ao uso destinado

para irrigação (Figura 11). O município de Luís Eduardo Magalhães detinha a maior vazão outorgada para este uso (5.079 m³/h), seguido de São Desidério (3.394 m³/h), Barreiras (2.311 m³/h), Correntina (2.139 m³/h), Jaborandi (337 m³/h) e Catolândia (36 m³/h).

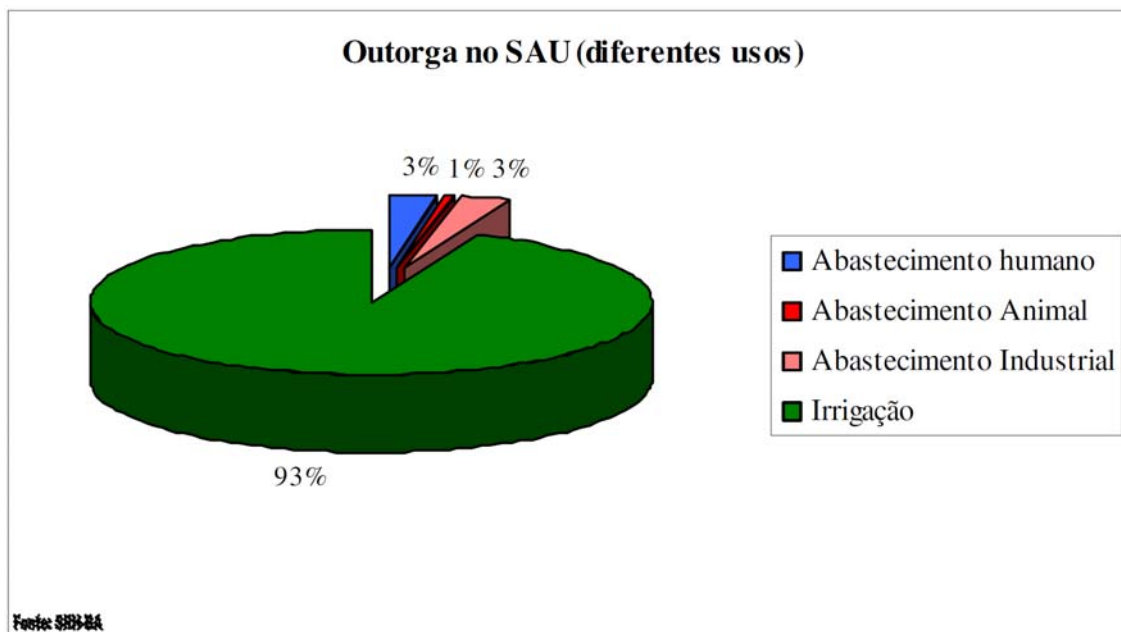


Figura 11. Representação percentual de outorgas de águas subterrâneas no SAU, destinados a diferentes usos

Fonte: SRH-BA (junho de 2006, *apud* GASPAS, 2006)

Conforme destacado por Gaspar (2006) ainda existem muitos poços na região sem outorga, especialmente aqueles destinados a exploração de água subterrânea para uso doméstico e para aplicação de agrotóxicos cujo volume explotado deve ser considerado tendo em vista o intenso bombeamento durante o ciclo de crescimento da soja e de outras culturas. A estimativa do volume total consumido, no procedimento de pulverização de agrotóxicos, para a

área plantada de soja e algodão durante a safra 2005/06, foi de $7,5 \times 10^5$ m³. Este valor, no entanto, deve ser muito maior, pois não foi computado o consumo relacionado às culturas de milho, sorgo, café e frutas irrigadas; e ao uso doméstico nas sedes das fazendas. Para agravar o quadro, apenas poucas propriedades cumprem a exigência legal de manutenção de áreas destinadas à preservação dos ecossistemas naturais.

2.6. Potenciometria

Na ausência de um trabalho de maior representação do sistema aquífero Urucuia, em toda sua área de ocorrência, foram tomados como exemplo os estudos nas bacias hidrográficas dos rios Arrojado e Formoso (LUZ *et al.*, 2007).

Mapas potenciométricos foram construídos a partir de dados do monitoramento realizado em 30 poços, de frequência trimestral, durante dois anos e meio. Os dados do nível d'água não evidenciaram variabilidade nos níveis

máximos, ao contrário dos níveis mínimos que foram influenciados pelo período de estiagem (Figura 12). Os poços com níveis estáticos mais profundos não mostraram qualquer variação durante o período.

Os mapas potenciométricos foram gerados a partir de interpolação utilizando-se análise geoestatística, com análise variográfica e krigagem ordinária (Figura 13). A análise dessas superfícies permite inferir que a direção predominante de fluxo se dá de SW para NE. As variações das curvaturas dos isovalores, para meses distintos, estão relacionadas a flutuações da profundidade dos níveis estáticos.

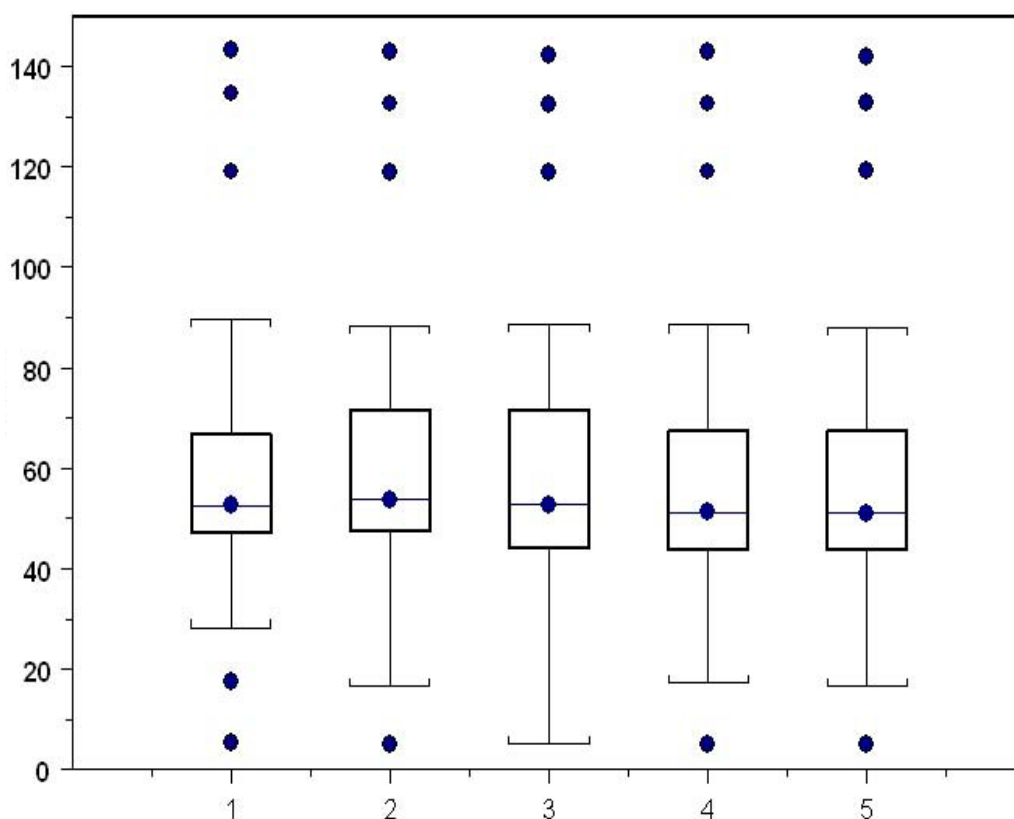


Figura 12. Comparação entre os dados de nível estático (NE) para as cinco campanhas de monitoramento
Fonte: Luz *et al.* (2007b)

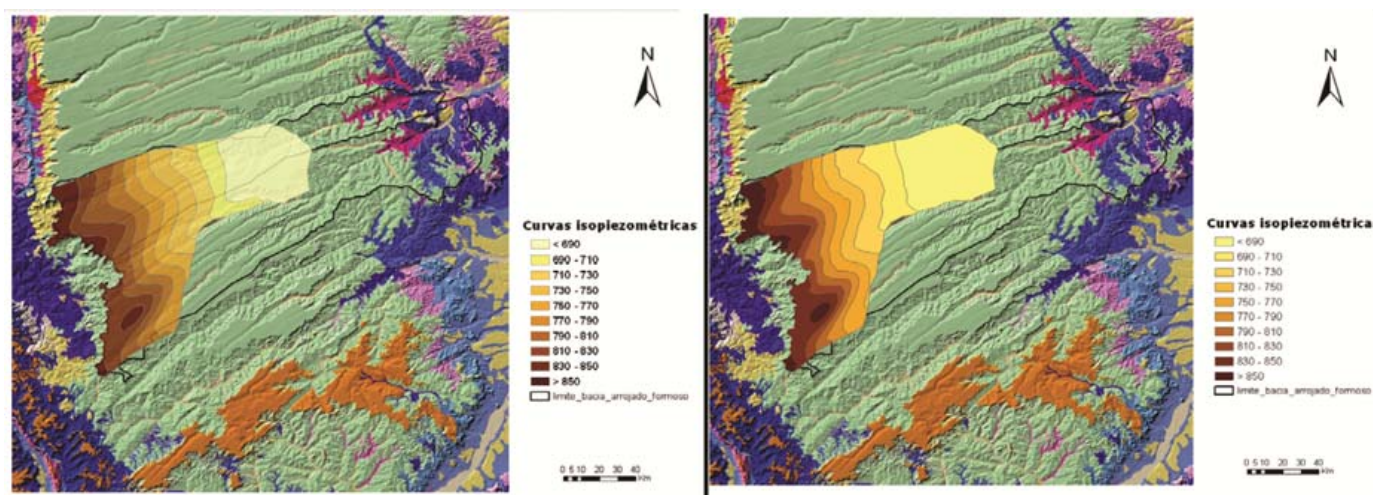


Figura 13. Mapa potenciométrico para as bacias dos rios Arrojado e Formoso. a) novembro/05, b) julho/06
Fonte: Luz *et al.* (2007b)

2.7. RESERVAS

Gaspar (2006) efetuou o cálculo das reservas hídricas para o sistema aquífero Urucuia utilizando valores médios, obtidos de cadastros da CERB, estudos da SRH-BA, estudos geofísicos e informações de campo, para os seguintes parâmetros: área do sistema (A), oscilação anual do nível estático (Δh), porosidade efetiva (η_e), espessura saturada do aquífero (b), carga hidráulica média (h) e coeficiente de armazenamento (S).

Os valores considerados para cálculo foram:

- Área efetiva = $76 \times 10^9 \text{ m}^2$
- Área de confinamento = $11,33 \times 10^9 \text{ m}^2$
- Área para cálculo de reserva permanente = $6,46 \times 10^{10} \text{ m}^2$
- Porosidade efetiva = 15%
- Espessura saturada = 260 m (aquífero livre profundo) e 340 m (aquífero livre regional)
- Oscilação média do nível d'água = 2,7 m
- Carga hidráulica (confinado) = 7 m
- Coeficiente de armazenamento = 10^{-4}

2.7.1. Reservas Permanentes

As reservas permanentes de água representam o volume armazenado abaixo do nível mínimo de água, medido no período de estiagem e depende, portanto, do tipo de aquífero analisado. Foi considerado por Gaspar

(2006), para efeito de cálculo da reserva permanente total, como a soma das reservas dos subtipos aquífero livre profundo, livre regional e confinado ou semiconfinado. Os cálculos totalizaram $3,77 \times 10^{12} \text{ m}^3$.

2.7.2. Reservas Reguladoras

Correspondem ao volume de água da zona de flutuação sazonal, ou anual, do nível de saturação. Levando em conta a oscilação média do NA, medida em 2003, foi feita a estimativa da reserva reguladora (Rr) em $30,78 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$.

2.7.3. Reservas de Exploração ou Explotáveis

Constituem a quantidade máxima de água que poderia ser explorada de um aquífero, sem riscos de prejuízos ao manancial, e abrangem as reservas reguladoras e uma parcela da reserva permanente (COSTA, 2000; *apud* GASPAR, 2006). Para o cálculo foi considerada a reserva reguladora somada a 10% da reserva permanente, totalizando $4,08 \times 10^{11} \text{ m}^3$.

2.7.4. Potencialidades

A potencialidade pode ser considerada como sendo 10% das reservas do sistema aquífero, que para os valores do SAU é de $3,77 \times 10^{11} \text{ m}^3$. Ao se considerar a exploração desse volume em 50 anos, foi estimada uma potencialidade de $7,54 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$.

3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

3.1. Aspectos Climáticos

Na região do oeste baiano o clima é classificado como tropical tipo Aw, segundo Köppen, com inverno seco. Apresenta duas estações bem definidas, com um verão chuvoso, que se estende de outubro a abril, e um inverno seco, de maio a setembro.

As temperaturas médias variam anualmente entre 26° e 20°C, e a umidade relativa do ar encontra-se em torno de 80%, com a máxima, no mês de dezembro, e a mínima de 50%, em agosto.

A pluviometria aumenta de leste para oeste com médias anuais entre 900 a 1.000 mm (mínima), na altura de Barreiras e Correntina, e 1.500 mm (máxima), na parte ocidental, no extremo oeste da borda da serra Geral de Goiás (Figura 14). Os maiores volumes concentram-se nos meses de outubro a abril. As médias mensais podem atingir cerca de 200 a 250 mm ao mês, enquanto que no período seco a altura pluviométrica é quase zero (GASPAR, 2006).

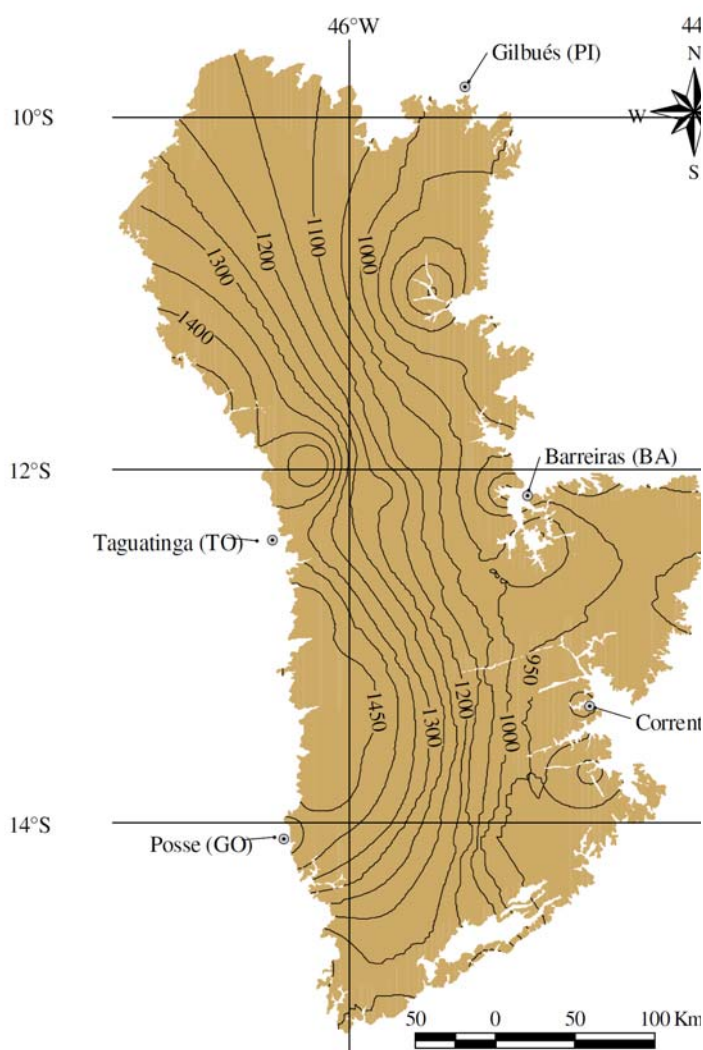


Figura 14. Mapa de isoietas do oeste da Bahia. Período de 1982 a 2002
Fonte: Gaspar (2006)

3.2. Síntese do Balanço Hídrico na Bacia do SAU

O gráfico da figura 15 ilustra a variação mensal da precipitação nas estações meteorológicas Posse, Correntina, Fazenda Prainha e Ponte Serafim-Montante, para o período de 1982 a 2002. A estação Posse situa-

se na cidade de Posse (GO), parte sudoeste da área; a Correntina fica na cidade de Correntina (BA), parte leste da área, enquanto que as estações Fazenda Prainha situa-se a cerca de 30 km a leste de São Domingos, e a estação Ponte Serafim-Montante está a cerca de 30 km a nordeste de Luís Eduardo Magalhães. A não homogeneidade das chuvas ocasiona períodos de excesso e de déficits hídricos.

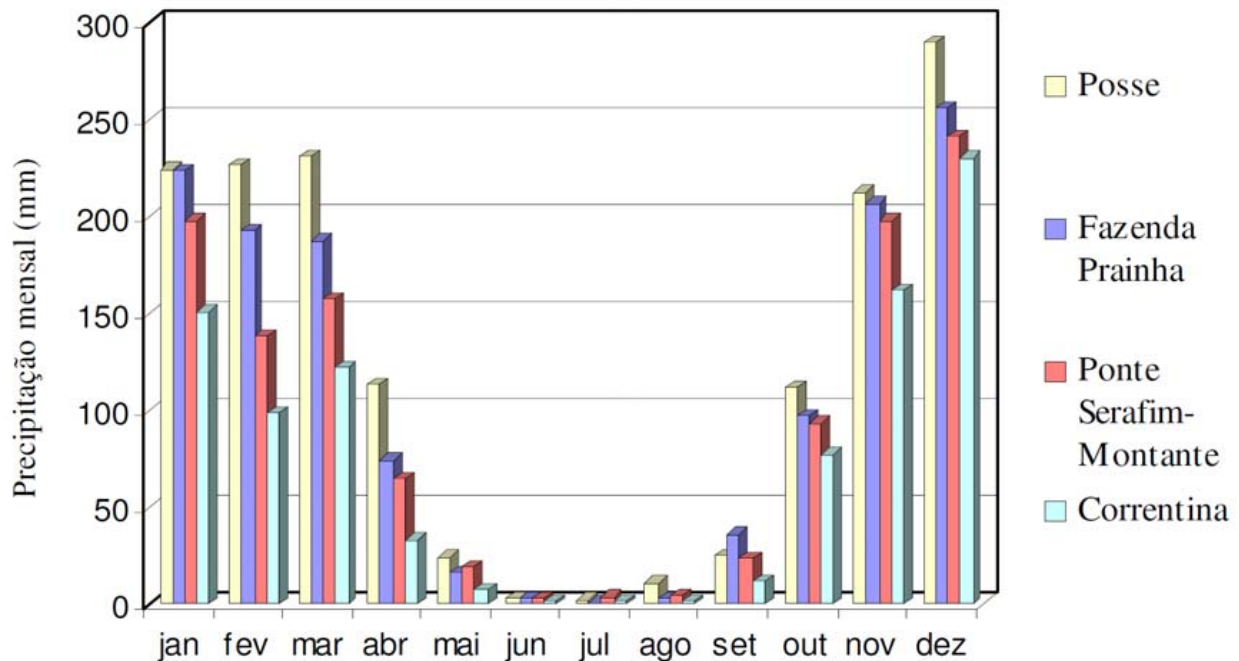


Figura 15. Gráfico das precipitações médias mensais para o período de 1982 a 2002, nas estações pluviométricas Posse, Correntina, Fazenda Prainha e Ponte Serafim-Montante
Fonte: Gaspar (2006)

Os gráficos de balanços hídricos realizados por Gaspar (2006) para as estações meteorológicas de Barreiras (BA) e Posse (GO), para o período de 1995 a 2005 (figuras 16a e 16b), mostram comportamento diferenciado quanto ao tempo de permanência dos excessos e dos déficits hídricos.

O período de excesso hídrico corresponde ao verão (chuvoso), que vai de meados de setembro/outubro a abril, quando o volume da precipitação é maior que o da evapotranspiração. No inverno (seco), que se estende de maio a setembro/outubro, a evapotranspiração é maior que a precipitação, gerando déficit hídrico.

O período de déficit hídrico na estação de Posse é menor do que na estação Barreiras e conseqüentemente, o período de excesso é maior para aquela estação.

O clima da região do oeste baiano vem desempenhando um importante papel na forma de ocupação e manejo do solo, desde os primórdios até os dias atuais, em especial quanto às atividades agrícolas da região e, conseqüentemente, no uso dos recursos hídricos. Na parte leste da região, onde os índices pluviométricos são menores, é mais comum a prática de culturas irrigadas com emprego tanto da água superficial quanto subterrânea na irrigação.

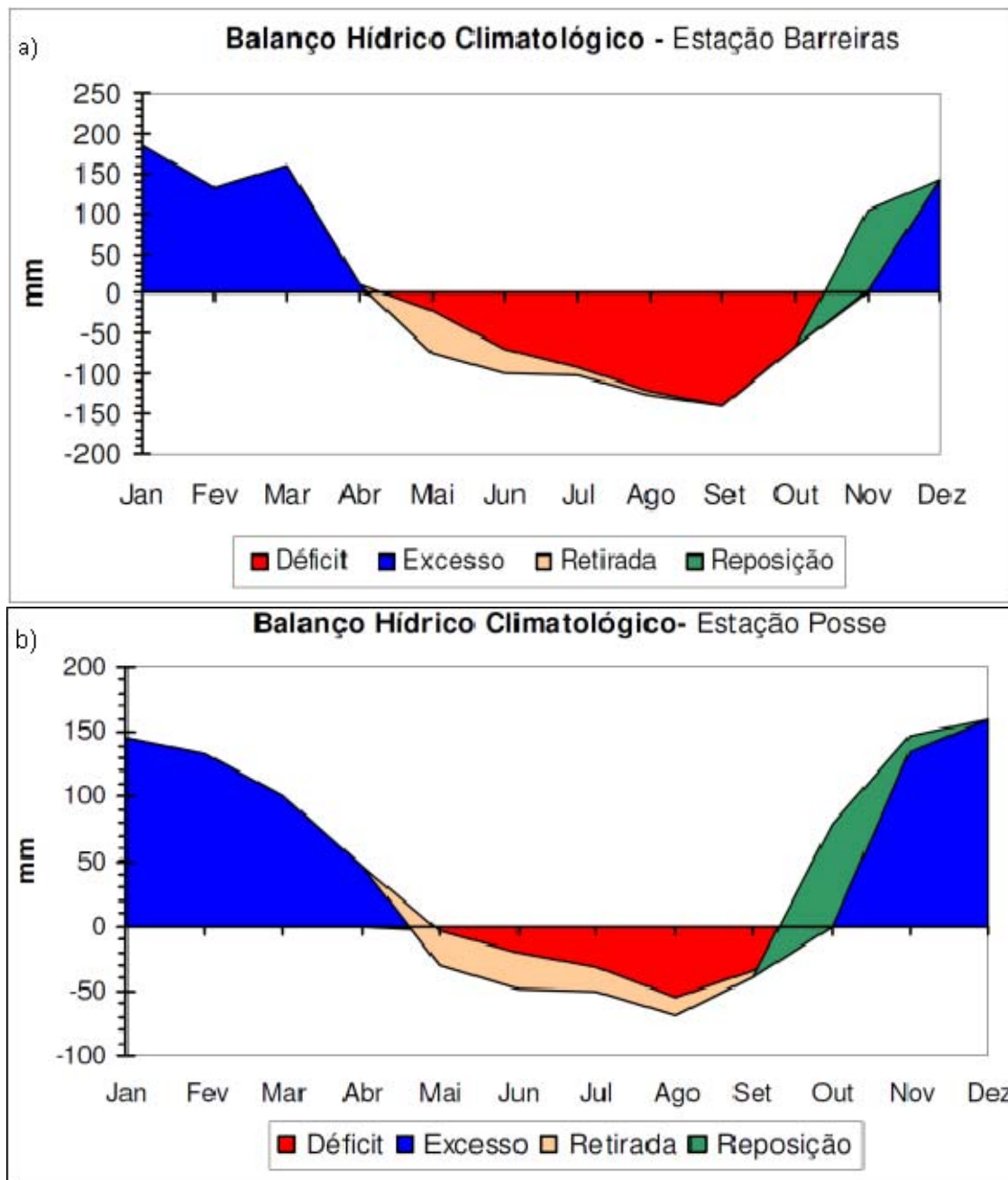


Figura 16. Gráficos dos balanços hídricos climatológicos das estações meteorológicas de Barreiras (a) e Posse (b), para o período de 1995 a 2005
Fonte: Gaspar (2006)

4. A REDE DE MONITORAMENTO PROJETADA PARA O SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA

Para o Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas - RIMAS está prevista para a primeira fase de implantação a construção de poços visando o monitoramento do sistema aquífero Urucuia.

Os poços estão sendo posicionados, preferencialmente, próximo ou dentro de uma Estação da Rede Hidrometeorológica Nacional da ANA, operada pela CPRM, devido aos fatores de segurança e pela importância na interpretação dos dados de níveis de água subterrânea com os valores de precipitação.

Segundo as informações do banco de dados do Projeto Pesquisa Hidrogeológica nas Bacias Sedimentares do Nordeste - Aquífero Urucuia (CAMPOS e OLIVEIRA, 2007), nas sub-bacias dos Rios Arrojado e Formoso os poços apresentam valores médios para profundidade, nível estático e vazão, respectivamente, de 128 m, 53,72 m e 21,36 m³/h. Estas informações, entre outras, foram utilizadas na elaboração dos projetos de perfuração dos poços de monitoramento.

De posse das futuras informações obtidas através da RIMAS, espera-se, dentre outros benefícios, contribuir para a avaliação qualitativa da exploração de água subterrânea no sistema aquífero, para estimativa das

reservas e de parâmetros hidráulicos, bem como para avaliação da qualidade da água.

Ressalta-se que todo o planejamento da rede foi feito após discussões técnicas com representantes do órgão gestor de recursos hídricos - INGÁ, da companhia de saneamento EMBASA (Barreiras), da CERB – Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia e da AIBA – Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia, para assimilação das demandas.

4.1. Poços de Monitoramento Implantados

Até o momento foram perfurados e encontram-se em operação 38 poços de monitoramento no sistema aquífero Urucuia, cujas principais características são apresentadas na tabela 2.

A figura 17 mostra a área de afloramento do sistema Urucuia, as estações da rede hidrometeorológica nacional e os poços de monitoramento construídos.

Informações mais completas a respeito dos poços de monitoramento podem ser obtidas no banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, disponível no site <http://siagas.cprm.gov.br>.

Tabela 2. Principais características dos poços construídos para o monitoramento

MUNICÍPIO	LOCALIDADE	LAT	LONG	ESTADO	NE (m)	PROF. (m)	Q (m ³ /h)
Barreiras	Faz. Izeta	-12.072	-45.487	BA	28.32	82	10.42
Barreiras	Faz. Ponta Pedra do Rio	-12.234	-45.296	BA	12	72	12.77
Barreiras	Faz. São João	-12.159	-45.329	BA	74.1	121	7.2
Barreiras	Vila Campo Ere	-12.299	-45.450	BA	8.69	51	8
Barreiras	Faz. Agro Basso	-12.055	-45.641	BA	20,78	60,0	12,32
Barreiras	Faz. Sta. Helena	-12.191	-45.592	BA	28,90	50,0	11,84
Luis Eduardo Magalhães	CEABA (Faz. N. S. de Fatima)	-12.263	-45.762	BA	30.3	114	10.849
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Baldissarela	-12.403	-46.134	BA	66.34	110	7.68
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Joha	-12.136	-45.811	BA	33.15	71.5	6.6
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Liberdade	-12.318	-45.827	BA	14.04	62	7.6
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Novos Tempos	-12.356	-46.074	BA	45.3	103	6.33
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Savai	-12.167	-46.218	BA	14.3	83	10.7
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Tonini	-12.179	-45.753	BA	16.93	64	7.7
Luis Eduardo Magalhães	Faz. Sertaneja	-12.223	-46.028	BA	51,20	70,0	9,39
Sao Desidério	Faz. Alvorada	-12.738	-45.537	BA	18	62	
Sao Desidério	Faz. Bom Retiro	-12.821	-44.920	BA	7,5	73	
Sao Desidério	Faz. Buritis	-12.634	-45.455	BA	12.2	101	12.18
Sao Desidério	Faz. Cabeceira Grande	-12.664	-45.020	BA	3.48	63	12.37
Sao Desidério	Faz. Catarinense	-13.287	-46.024	BA	55.95	124	8.25
Sao Desidério	Faz. Chaparral	-12.579	-45.941	BA	26.63	92	12.184
Sao Desidério	Faz. Estancia	-12.733	-45.744	BA	8.2	64	12.98
Sao Desidério	Faz. Flor da Esperança	-12.432	-45.219	BA	48.62	82	7.92
Sao Desidério	Faz. Galho do Furtado	-12.475	-45.481	BA	3.9	72	9.6
Sao Desidério	Faz. Pioneira	-12.453	-45.856	BA	20.3	62	7.6
Sao Desidério	Faz. Rio Brilhante	-12.801	-45.727	BA	7.8	73	12.7
Sao Desidério	Faz. Santo Ângelo	-12.798	-46.094	BA	72.55	131	8.25
Sao Desidério	Faz. São Miguel	-12.655	-45.626	BA	4.82	51	5.5
Sao Desidério	Faz. Sikue Bioenergia	-12.967	-45.527	BA	13	70	
Sao Desidério	Faz. Vereda Nova	-12.837	-45.306	BA	3.86	91	12.37
Sao Desidério	Faz. Vista Alegre	-12.784	-45.161	BA	16	80	
Sao Desidério	Faz. Xinguagri (Tabuleiro III)	-13.085	-45.675	BA	12,5	68	
Sao Desidério	Faz. Xinguagri (Tabuleiro IV)	-13.105	-45.839	BA	20	70	
Sao Desidério	Loteam. Campos Belos	-12.746	-45.946	BA	58.36	83	7.542
Sao Desidério	Faz. Durr I	-12.663	-45.362	BA	7,81	60,0	15,03
Sao Desidério	Faz. Irmãos Gratt	-12.371	-45.599	BA	27,70	63,0	11,51
Sao Desidério	Faz. Santa Maria	-12.995	-46.082	BA	67,91	93,0	8,69
Sao Desidério	Faz. São Roque	-12.617	-46.118	BA	67,85	110,0	7,75
Sao Desidério	Faz. Uemura	-12.572	-45.765	BA	25,70	72,0	25,33

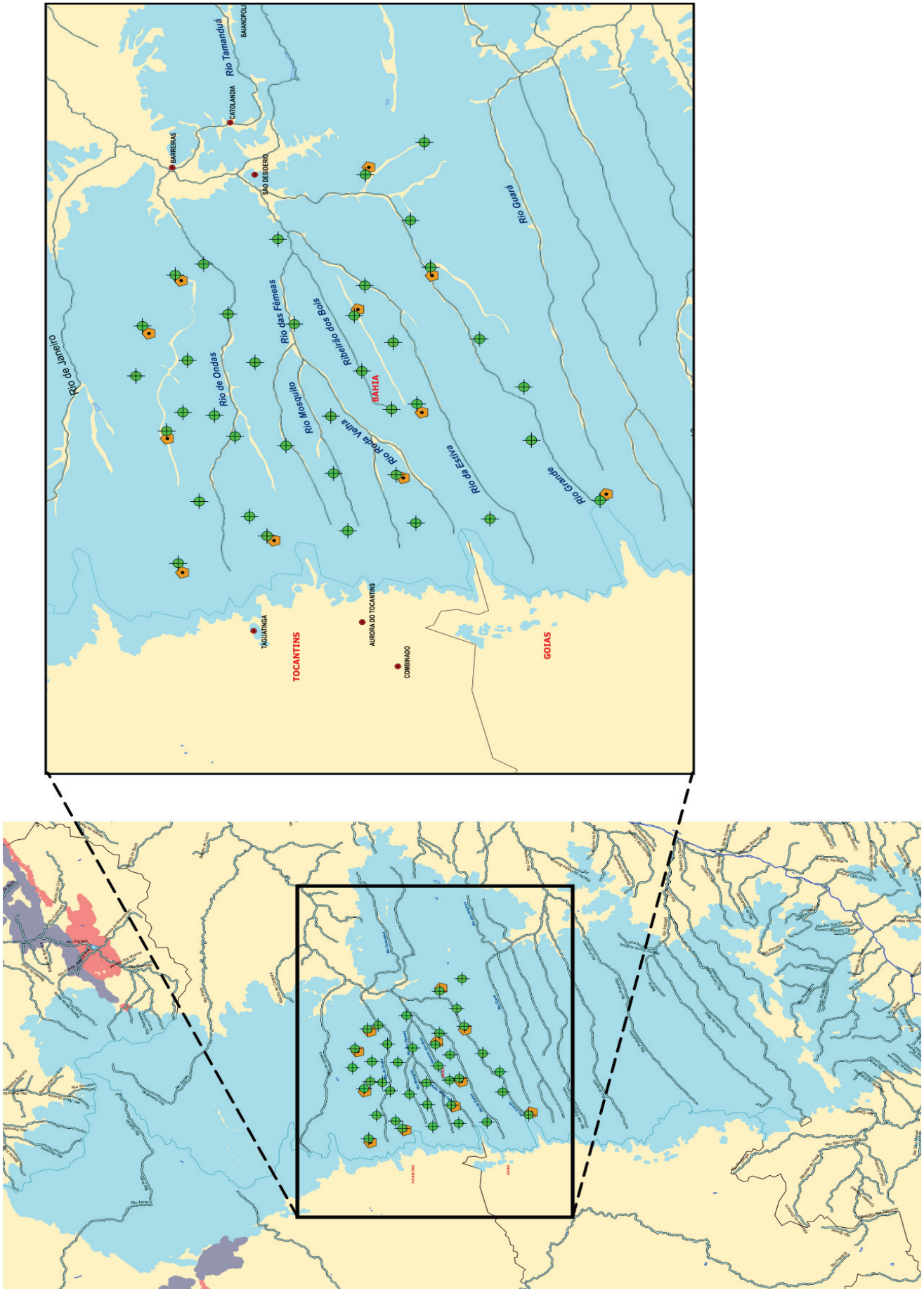


Figura 17. Área de exposição do Sistema Aquífero Urucuia, estações da rede hidrometeorológica nacional, operadas pela CPRM, e pontos de monitoramento construídos

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os princípios básicos para um estudo hidrogeológico no tocante ao planejamento e à gestão da água, são o correto dimensionamento de oferta e a demanda dos recursos hídricos. Porém, na hidrogeologia nem sempre é fácil definir o dimensionamento da oferta, ou seja, o cálculo de reservas e disponibilidades, pois envolvem aspectos geológicos e o uso e ocupação do solo, que quase sempre resulta em interferência antrópica sobre a quantidade (e também qualidade) das águas armazenadas em subsuperfície.

O monitoramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos é fundamental para definir qualquer situação no planejamento e gestão das águas.

Para a implantação de monitoramento de águas subterrâneas é necessário que haja uma estrutura de caracterização hidrogeológica a partir da integração, análise e interpretação dos dados existentes e ampla pesquisa bibliográfica.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. *Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília: ANA – Agência Nacional de Águas. 2005. Cadernos de Recursos Hídricos. Disponível em: [http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/01%20Disponibilidade%20e%20Demandas/VF%20Disponibilidade Demanda.pdf](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/01%20Disponibilidade%20e%20Demandas/VF%20Disponibilidade%20Demanda.pdf).
- AQUINO, R. F. de; NASCIMENTO, K. R. F.; RODRIGUES, Z. R.; VIEIRA, C.; MAIA, P. H. P. & COSTA, A. B. Caracterização hidrogeoquímica e isotópica das águas superficiais e subterrâneas do oeste baiano – Bacia do rio das Fêmeas – Bahia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2003, Curitiba (PR). *Anais... Curitiba:ABRH, 2003*. CD-ROM.
- BAHIA. Superintendência de Recursos Hídricos. *Uso Conjunto das águas superficiais e subterrâneas da sub-bacia do Rio das Fêmeas - Bahia*. Relatório Final, Salvador, 2003. 165 p.
- CAMPOS J.E.G. e DARDENNE, M.A. 1997. Estratigrafia e sedimentação da bacia São Franciscana: uma revisão. *Rev. Bras. Geoc.*, v.27, p.269-282. 1997.
- CAMPOS, J. C. V. & OLIVEIRA, L. T (Org.). *Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: Bacias Hidrográficas dos Rios Arrojado e Formoso*. Salvador: CPRM/UFBA/FINEP, 2007.1 CD-ROM.
- COOPER, H.H. and C.E. JACOB, 1946. A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history, *Am. Geophys. Union Trans.*, vol. 27, pp. 526-534.
- GASPAR, M.T.P. *Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização Regional e Propostas de Gestão*. 2006. 158 f. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.
- LIMA, O. A. L. *Estudos Geológicos e Geofísicos do Aquífero Urucuia na Bacia do rio do Cachorro – Oeste da Bahia*. 42p. 2000. Publicação da SRH-BA e UFBA. Disponível em www.srh.ba.gov.br/publicações.
- LUZ, J. A. G, KLAMMLE, H., PIRES, A. S., CAMPOS, J. C. V., OLIVEIRA, L. T. Elaboração de Mapas Potenciométricos. In: CAMPOS, J.C.V. e OLIVEIRA, L.T (Orgs). *Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: Bacias Hidrográficas dos Rios Arrojado e Formoso*. Meta C – Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos. Salvador: CPRM/UFBA/FINEP, 2007. 1 CD-ROM.
- LUZ, J. A. G., OLIVEIRA, L. T. Estudos de Vulnerabilidade e Riscos de Contaminação In: CAMPOS, J.C.V. e OLIVEIRA, L.T (Orgs). *Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: Bacias Hidrográficas dos Rios Arrojado e Formoso* Meta D – Caracterização Hidroquímica e de Vulnerabilidade Salvador: CPRM/UFBA/FINEP, 2007. 1 CD-ROM.
- LUZ, J. A. G., OLIVEIRA, L. T., LEAL, L. R. B., BARBOSA, N. S. Estudos Hidroquímicos e Isotópicos In: CAMPOS, J.C.V. e OLIVEIRA, L.T (Orgs). *Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: Bacias Hidrográficas dos Rios Arrojado e Formoso*. Meta D – Caracterização Hidroquímica e de Vulnerabilidade. Salvador: CPRM/UFBA/FINEP, 2007a. 1 CD-ROM.
- NEUMAN, S.P. Analysis of pumping test data from anisotropic unconfined aquifers considering delayed gravity response, *Water Resources Research*, vol. 11, n. 2, pp. 329-342. 1975.

www.cprm.gov.br

PAC PROGRAMA DE
ACELERAÇÃO DO
CRESCIMENTO

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de
**Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**

Ministério de
Minas e Energia

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA