

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA: CARACTERIZAÇÃO
REGIONAL E PROPOSTAS DE GESTÃO**

MARCIA TEREZA PANTOJA GASPAR

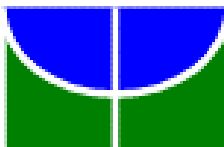
TESE DE DOUTORADO Nº 76

Orientador

JOSÉ ELOI GUIMARÃES CAMPOS

BRASÍLIA

2006



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA: CARACTERIZAÇÃO
REGIONAL E PROPOSTAS DE GESTÃO**

MARCIA TEREZA PANTOJA GASPAR

TESE DE DOUTORAMENTO

Orientador

JOSÉ ELOI GUIMARÃES CAMPOS

Co-Orientador

ROBERTO ALEXANDRE VITÓRIA DE MORAES

Banca Examinadora:

José Eloi Guimarães Campos (Orientador)

Gerson Cardoso da Silva Junior

Leila Nunes Menegasse Velásquez

Carlos Tadeu Carvalho do Nascimento

Carlos José Souza de Alvarenga

BRASÍLIA

2006

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a toda minha família e amigos

"É preciso de saber os trechos de se descer para Goiás, o chapadão por lá vai terminando, despenha.

Tem quebra-cangalhas e ladeiras vermelhas terríveis...Por aí extremando, se chegava até no Jalapão."

"O chapadão é sozinho – largueza...Ali chovia? Chove - e não encharca poça, não rola enxurrada, não produz lama: a chuva inteira se sorvete em um minuto terra a fundo, feito um azeitinho entrador."

Grande Sertão: Veredas

João Guimarães Rosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, minha força e garra interior e pelas bênçãos em minha vida.

Quero expressar meus sinceros agradecimentos a todos que foram essenciais para a realização deste trabalho, em especial:

A toda minha família pelo incentivo, compreensão, investimento, educação, amor. Em especial ao André, que foi meu alicerce profissional e pessoal nesse trabalho; pela sua dedicação ao trabalho e pelo seu amor.

Ao CNPq pela concessão da bolsa e pelo financiamento do projeto Edital Universal 472575/03-1.

Ao professor José Eloi pela sua orientação e ativa participação em todas as etapas deste trabalho; pela sua companhia nos trabalhos de campo, pela transmissão de conhecimento, pela sua presteza na orientação.

Ao professor Roberto de Moraes pela sua orientação e atenção nos assuntos da geofísica.

Aos fazendeiros da região do oeste da Bahia que nos atenderam com gentileza e nos forneceram informações e relatos importantes para o desenvolvimento desta pesquisa, além de nos acolherem em suas propriedades com acampamento. Ao agrônomo Rildo.

A Mauerberg Poços Artesianos Ltda, nas pessoas do Sr. Edgar, Edson e da Sra. Sueli, pela sua simpática recepção e pela cessão de fotos e relatórios de poços perfurados na região.

A CERB pela cessão dos dados de poços perfurados pela empresa na região.

Ao INMET pela cessão de dados meteorológicos da região.

A HGEO pela disponibilidade de uso de computadores e software e ao geólogo Heitor pela sua ajuda com o software de geofísica.

Aos funcionários Osmar, "Serjão", "Tião", Estela, Bubu, Francisca, Marcos, Rômulo, Rogério e Abel, Fátima, e todos do Instituto de Geociências que me deram apoio técnico nessa empreitada.

Ao João Pacheco pela sua amizade e profissionalismo; pela transmissão de seus conhecimentos e práticas de geofísica e do nosso Cerrado. A toda equipe de geofísica Mauro, Vilmes, Sandoval, Eduardo, Eloi, Márcio, pela dedicação, respeito e responsabilidade nos trabalhos de campo e acampamentos.

Ao Zilberto e Correa pelo seu profissionalismo, responsabilidade e amizade que cativamos ao longo das campanhas de campo.

Aos meus queridos amigos: Luciana, Maria, Sandrine, Glória, Andréa, Ana Maria, Sandra, Fátima, Cíntia, Bárbara, Poliana, Eristelma, Fátima; Wilton, Enéas, Caio, Marcos, Cláudio, Magno, Luciano, e todos os amigos que fiz na UnB.

RESUMO

O Sistema Aquífero Urucuia (SAU) representa um manancial subterrâneo de extensão regional, composto por subtipos de aquíferos inter-relacionados. O aquífero é constituída de quartzo arenitos e arenitos feldspáticos eólicos, bem selecionados, com presença de níveis silicificados, e em menor proporção níveis conglomeráticos, relacionados ao Grupo Urucuia, Neocretáceo da Bacia Sanfranciscana, cobertura fanerozóica do Cráton São Francisco.

A área efetiva do SAU estende-se por 76.000 km² desde o sul do Piauí até o noroeste de Minas Gerais, com maior expressão no oeste da Bahia. Apresenta um eixo divisor longitudinal que separa o fluxo subterrâneo para o oeste (bacia hidrográfica do Tocantins) e para leste (bacia hidrográfica do São Francisco). À oeste do divisor há um aumento progressivo da profundidade da superfície potenciométrica, caracterizada por níveis estáticos profundos. Os dados disponíveis admitem a proposição de quatro subtipos de aquíferos no SAU: aquífero livre regional; aquífero suspenso local; aquífero confinado ou semiconfinado e aquífero livre profundo.

Os parâmetros hidrodinâmicos são os seguintes: condutividade hidráulica (K) de 10⁻⁶ a 10⁻⁷ m/s e transmissividade (T) de 10⁻⁴ a 10⁻⁵ m²/s para o aquífero livre regional; K=10⁻⁶ m/s e T=10⁻³ m²/s para o aquífero livre profundo; K=10⁻⁵ m/s, T=10⁻³ a 10⁻² m²/s e coeficiente de armazenamento (S) de 10⁻⁴ para o aquífero confinado ou semiconfinado.

As espessuras das rochas do Grupo Urucuia variaram da ordem de 100 a 600 metros nos 27 pontos avaliados pelo estudo geofísico, com uso do método de sondagem eletromagnética. As espessuras saturadas no SAU variam de cerca de 80 a 460 metros.

O balanço hidrogeológico realizado em uma área específica do SAU no período de 1982 a 2002 mostrou que a recarga na zona saturada do SAU representa cerca de 24% da precipitação. O fluxo de base representa em média 90% do escoamento total registrado nas estações no período avaliado. No balanço que avaliou a zona saturada do SAU como sistema obteve-se o valor da soma do armazenamento na zona saturada com o volume transmitido para os aquíferos subjacentes (embasamento). Esse valor representa 17% em relação a recarga na zona saturada do SAU nessa área e apenas 4% em média da precipitação, para o período considerado.

A reserva permanente do SAU totaliza 3,77·10¹² m³; a reserva reguladora obtida foi de 30,78·10⁹ m³/ano, enquanto que a reserva explotável foi de 4,0778·10¹¹ m³. Como contribuição para o sistema de gestão sugere-se: monitoramento sazonal dos níveis estáticos; implantação efetiva da outorga pra todos os poços; cadastramento universal do número e tipos de usuários da água subterrânea; implantação da cobrança pelo uso da água; melhoria na fiscalização ambiental no que tange à manutenção das reservas legais; realização de campanhas educativas quanto ao uso racional e valor econômico da água e incentivo à aplicação da técnica de captação da água da chuva e armazenamento para uso na pulverização ou para usos menos exigentes.

ABSTRACT

The Urucuia Aquifer System (UAS) represents a groundwater reservoir of regional extension, composed by related aquifers subtypes. The aquifer is constituted by aeolian quartz and feldspatic sandstones, well selected, with the presence of silicified levels, and in smaller proportion conglomeratic levels, related to the Urucuia Group, Upper Cretaceous of the Sanfranciscana Basin, the Phanerozoic São Francisco Craton cover.

The effective area of UAS extends for 76.000 km² from the south of PiauÍ state to the northwest of Minas Gerais state, with the larger expression in the west of Bahia state. It presents a longitudinal divisor axis that separates the flow to the west (Tocantins river watershed) and to east (São Francisco river watershed). Westward of the divisor there is a progressive increase in the depth of the potentiometric surface, characterized by deep static levels. The available data allows the proposition of four aquifers subtypes in the UAS: regional free aquifer; perched local aquifer; confined or semi-confined aquifer and deep free aquifer.

The hydrodynamic parameters are: hydraulic conductivity (K) of 10⁻⁶ to 10⁻⁷ m/s and transmissivity (T) of 10⁻⁴ to 10⁻⁵ m²/s (regional free aquifer); K=10⁻⁶ m/se T=10⁻³ m²/s (deep free aquifer); K=10⁻⁵ m/s, T=10⁻³ to 10⁻² m²/s and storage coefficient (S) of 10⁻⁴ (confined or semi-confined aquifer).

The thickness of the Urucuia Group rocks vary from 100 to 600 meters in the 27 points submitted by geophysics study, with use of the electromagnetic vertical sounding. The saturated thickness in the UAS, vary from 80 meters up to 460 meters.

The hydrogeologic budget applied to a specific area of the UAS for the period from 1982 to 2002 showed that the recharge in the saturated area of the system is about 24% of the rain precipitation. The base flow represented 90% of the total discharge registered in the stations in the period. The budget that evaluated the saturated area as the observation system it was obtained the sum of the storage in the saturated area plus the volume transmitted for the underlying aquifers (basement rocks). This value represents 17% of the recharge in the saturated area of the UAS in that area and only 4% of the precipitation, for the considered period.

The permanent reserve of the UAS is 2.46·10¹² m³, the renewable reserve was of 3.13·10¹⁰ m³/year, while the exploitable reserve was about 3.13·10¹⁰ m³. The following activities are suggested to the management of the system: seasonal monitoring of the static levels; data collection for the majority of the wells including the number and types of users of the groundwater; application of economic parameters to the use of water; improvement in the environmental monitoring with respect to the maintenance of natural areas; observe the rational use of the water and to develop the technique of storage of rainwater to use in plantation pulverization.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO E JUSTIFICATIVAS	1
1.2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
1.3 OBJETIVOS	4
CAPÍTULO II	
MÉTODOS E ASPECTOS TEÓRICOS	6
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	6
2.2 GEOLOGIA	8
2.3 GEOFÍSICA	8
2.4 HIDROGEOLOGIA	9
2.4.1 Zona Vadosa	9
2.4.2 Caracterização do Sistema Aquífero	11
2.4.3 Determinação dos Parâmetros Hidrodinâmicos	12
2.4.3.1 <i>Aquífero Confinado</i>	13
2.4.3.2 <i>Aquífero Livre</i>	15
2.4.4 Elaboração do Balanço Hidrogeológico	17
2.4.5 Estimativas das Reservas Hídricas Subterrâneas	19
CAPÍTULO III	
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	21
3.1 CONTEXTO GEOLÓGICO	21
3.1.1 Embasamento	21
3.1.2 Bacia Sanfranciscana	26
3.2 GEOMORFOLOGIA	38
3.3 PEDOLOGIA	42
3.4 ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS	43
3.5 HIDROLOGIA	47
3.6 HIDROGEOLOGIA	53
CAPÍTULO IV	
CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA	56
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	56
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ZONA VADOSA DO SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA	57
4.3 DEFINIÇÃO DO SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA	67

4.4 SUBTIPOS DE AQUÍFEROS E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	74
4.5 PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS	79
4.5.1 Produtividade dos Poços	88
CAPÍTULO V	
BALANÇO HIDROGEOLÓGICO	90
5.1 SISTEMA E VARIÁVEIS DO BALANÇO	90
5.2 O BALANÇO	94
5.3 FLUXO DE BASE (SISTEMA AQUÍFERO X SISTEMA DE DRENAGEM)	99
CAPÍTULO VI	
GEOFÍSICA	105
6.1 ESTUDOS ANTERIORES	105
6.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	108
6.2.1 Aplicações em hidrogeologia	113
6.3 RESULTADOS	114
6.3.1 Aquisição dos dados	114
6.3.2 Tratamento e interpretação dos dados	117
6.3.3 Apresentação dos resultados finais	122
CAPÍTULO VII	
CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS	130
7.1 ASPECTOS GERAIS DE USO E OCUPAÇÃO	130
7.2 RESERVAS HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS	137
7.3 SUGESTÕES PARA INTERVENÇÕES E MONITORAMENTO	141
CAPÍTULO VIII	
DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	144
CAPÍTULO IX	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
 ANEXOS	

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

SIGLAS

AIBA – Associação de Agricultores e Irrigantes do Oeste da Bahia.

ANA – Agência Nacional de Águas

APA – Área de Proteção Ambiental

CBHSF - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral.

CERB – Companhia de Engenharia Rural da Bahia

CPRM – Companhia Brasileira de Pesquisas Minerais/Serviço Geológico do Brasil.

DOS – Disk Operating System (sistema operacional)

EE – Estação Ecológica

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

FUAD RASSI – Fuad Rassi Engenharia, Comércio e Indústria Ltda.

FGV – Fundação Getúlio Vargas.

FN/FLONA – Floresta Nacional

FUNATURA – Fundação Pró-Natureza (organização não-governamental)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

LEM – Luís Eduardo Magalhães (BA)

MAUERBERG – Mauerberg Poços Artesianos Ltda.

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PN – Parque Nacional

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

RVS – Refúgio da Vida Silvestre

SAU - Sistema Aquífero Urucuia

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SRH BA – Superintendência de Recursos Hídricos da Bahia

UC's – Unidades de Conservação

UFBA – Universidade Federal da Bahia

SÍMBOLOS

K_v – Condutividade hidráulica vertical (m/s)

K_h – Condutividade hidráulica horizontal (m/s)

T – Transmissividade (m^2/dia)

Q – Vazão (m^3/s)

K – Condutividade Hidráulica (m/s)

Q/s – Vazão ou Capacidade Específica ($m^3/h/m$)

S – Coeficiente de armazenamento ou armazenamento (adimensional)

S_y – Coef. de armazenamento específico ou armazenamento específico (adimensional)

s – Rebaixamento (m)

s' – Recuperação (m)

NE - Nível estático (m)

ND - Nível Dinâmico (m)

P – Precipitação (mm)

I – Infiltração

LVA – Latossolos Vermelho-Amarelos

NQ – Neossolos Quartzarênicos

ETP – Evapotranspiração Potencial (mm)

Es – Escoamento superficial (m^3/s)

Q_i – Interfluxo ou fluxo subsuperficial (m^3/s)

Q_b – Fluxo de Base (m^3/s)

V – Volume (m^3)

R – Recarga (m^3)

Ω - Ohm

ρ - Resistividade

ρ_a – Resistividade Aparente

B - indução magnética ($Wb/m^2=$ Tesla)

H - intensidade do campo magnético (A/m)

E - intensidade do campo elétrico (volts/m)

D - deslocamento elétrico (Coulomb/ m^2)

J - densidade de corrente elétrica (A/ m^2)

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

<i>Figura 1.1 – Mapa de localização da área de estudo.</i>	4
------------------------------------------------------------------	---

CAPÍTULO II

<i>Figura 2.1 – Organograma metodológico aplicado ao desenvolvimento da presente tese de doutoramento.</i>	7
<i>Figura 2.2 – Vista esquemática do método dos anéis concêntricos.</i>	10
<i>Figura 2.3 – Exemplo de gráfico utilizado para interpretação de dados de aquífero livre pelo método de Neuman (1975), no software Aquifer Test Pro 3.5®.</i>	17

CAPÍTULO III

<i>Figura 3.1 – Mapa de contextualização tectônica da Bacia Sanfranciscana. Fonte: (Campos & Dardenne, 1997b). I – Arco do Alto Paranaíba; II – Alto do Paracatu; III – Arco do São Francisco)</i> .22	
<i>Figura 3.2 – Mapa geológico simplificado da área em estudo. Modificado de CPRM (2002).</i>	23
<i>Figura 3.3 - Coluna estratigráfica da Bacia Sanfranciscana.</i>	27
<i>Figura 3.4 – Conglomerado da Formação Serra das Araras, observado ao longo da BR-020.</i>	35
<i>Figura 3.5 – Afloramentos de arenitos do Grupo Urucuia, na rodovia GO – 463, de acesso à cidade de São Domingos.</i>	36
<i>Figura 3.6 - Unidades de relevo da área de estudo e adjacências. Modificado de IBGE (1993).</i>	38
<i>Figura 3.7 - Vista da borda oeste da Serra Geral de Goiás, região do vale do rio São Domingos (GO).</i> ..39	
<i>Figura 3.8 – Vista do limite norte do Chapadão Central, na região do Jalapão (TO).</i>	40
<i>Figura 3.9 – "Morro do Moleque". Feição de relevo da Serra Geral de Goiás. Vista da GO -463, região de São Domingos (GO)</i>	40
<i>Figura 3.10 - Colunas ruineformes na borda oeste da Serra Geral de Goiás, na região de Roda Velha (BA).</i>	41
<i>Figura 3.11 – Feições ruineformes em arenitos do Grupo Urucuia, comuns na região do aeroporto de Barreiras (BA).</i>	41
<i>Figura 3.12 - Mapa de isoietas do oeste da Bahia. Período de 1982 à 2002.</i>	44
<i>Figura 3.13 - Gráfico das precipitações médias mensais para o período de 1982 a 2002, nas estações pluviométricas Posse, Correntina, Fazenda Prainha e Ponte Serafim-Montante.</i>	44

<i>Figura 3.14 - Gráficos dos balanços hídricos climatológicos das estações meteorológicas de Barreiras (a) e Posse (b), para o período de 1995 a 2005.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 3.15 - Contexto hidrográfico da região de ocorrência do Sistema Aquífero Urucuia.</i>	<i>47</i>
<i>Figura 3.16- Vereda do rio Arrojado, com captação de água para irrigação por pivôs centrais.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3.17 - Área de nascente do rio do Sono, região do Jalapão (TO).</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3.18 - Rio das Balsas, próximo do limite ocidental do SAU.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3.19 - Cachoeira no rio Sobrado, afluente do rio Palma, Taguatinga (TO). Instalações da PCH Sobrado.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3.20 - Rede de drenagem da região do oeste da Bahia, médio São Francisco.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 3.21- Enquadramento para os corpos de água para a região do médio rio São Francisco. Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004).</i>	<i>52</i>
<i>Figura 3.22- Províncias hidrogeológicas e principais aquíferos brasileiros. Fonte: BRASIL/MMA/SRH/ANA, 2003.</i>	<i>53</i>

CAPÍTULO IV

<i>Figura 4.1 – Mapa de localização dos ensaios de infiltração realizados em Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA) e Neossolos Quartzarênicos na região do Sistema Aquífero Urucuia, oeste baiano.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4.2 –Sítios de realização dos ensaios de infiltração. A – área de leito de estrada bastante compactado; B – área de reflorestamento por eucalipto e C – área de cerrado nativo.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 4.3- Gráfico dos valores de Kv superficiais obtidos em Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Vermelho-Amarelos na região do oeste baiano.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 4.4- Diagrama de textura dos solos dos pontos 03, 06, 08, 12 e 23 na região do oeste baiano.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 4.5 - Gráfico dos valores Kv em nas profundidades (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 metros), dos pontos 6, 7 e 26, realizados em NQ no oeste baiano.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4.6 - Gráfico dos valores de Kv nas profundidades (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 metros), dos pontos 10, 11, 13 16, 17, 18, 28, 29 e 30, realizados em LVA, com vegetação preservada no oeste baiano.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 4.7- Gráfico dos valores de Kv nas profundidades (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 metros), dos pontos 8, 12, 14, 22, 23, 24 e 27, realizados em LVA localizados em áreas com diversos tipos de manejos, no oeste baiano.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.8- Gráfico dos valores de Kv em diferentes profundidades (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 metros), realizados em LVA localizados em áreas com cerrado modificado, no oeste baiano</i>	<i>65</i>
<i>Figura 4.9- Correlação entre a condutividade hidráulica vertical e a composição granulométrica em latossolos.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 4.10 - Perfil leste-oeste esquemático do contexto geológico do Sistema Aquífero Urucuia no oeste da Bahia.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 4.11 - Área efetiva do Sistema Aquífero Urucuia, com representação dos poços do cadastro utilizados nesta pesquisa.</i>	<i>69</i>

<i>Figura 4.12 - Poços representativos da presença de arenitos do Grupo Urucuia sobre o sistema aquífero Bambuí. Poço à esquerda (Vereda dos Cocos) e poço à direita (Vereda do Sapé), São Desidério (BA). Fonte: cadastro CERB.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 4.13- Posicionamento aproximado do eixo divisor do fluxo subterrâneo no SAU.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 4.14 – Mapa das áreas de recarga do Sistema Aquífero Urucuia e áreas de agricultura.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 4.15 – Mapa de delimitação espacial preliminar dos subtipos de aquíferos dentro da área efetiva do Sistema Aquífero Urucuia.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 4.16 – Exemplo de área indicativas da presença de aquíferos suspensos locais. Feições indicadas com setas. Recorte de fotografia (esquerda) e cena 220/68 da imagem Landsat 7/ETM (direita), composição RGB 5,4,3, de 2000.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 4.17 – Exemplo de poço perfurado em aquífero semiconfinado no SAU. Poço Nº 3 instalado na Fazenda Poletto (LEM). Modificado de Schuster et al. (2002).</i>	<i>78</i>
<i>Figura 4.18 - Modelo esquemático dos subtipos de aquíferos presentes no SAU. Perfil composto de uma seção EW e NS. Linha tracejada representa a superfície potenciométrica regional.</i>	<i>78</i>
<i>Figura 4.19 – Gráfico de interpretação do ensaio de bombeamento do poço 1 da Fazenda Trijunção, pelo método de Neuman (1975).</i>	<i>81</i>
<i>Figura 4.20 – Gráfico de interpretação do ensaio de bombeamento do poço 2 da Fazenda Trijunção, pelo método de Neuman (1975).</i>	<i>81</i>
<i>Figura 4.21 - Gráfico de rebaixamento versus tempo do ensaio de bombeamento do poço CERB Nº 2 da Vila Rosário, Correntina (BA).</i>	<i>82</i>
<i>Figura 4.22 - Gráfico de interpretação de ensaio de bombeamento no poço CERB Nº 2 na Vila Rosário, Correntina (BA), pelo método Neuman (1975).</i>	<i>83</i>
<i>Figura 4.23 – Gráfico do $s \times t$ referente aos ensaios com vazões de 510 e 631 m³/h no poço nº 2 da Fazenda Espírito Santo, na bacia do rio de Janeiro.</i>	<i>85</i>
<i>Figura 4.24 - Gráfico de interpretação de ensaio de bombeamento no poço nº 2 da Fazenda Espírito Santo, na bacia do rio de Janeiro, pelo método Theis (1935).</i>	<i>85</i>
<i>Figura 4.25 - Gráfico de interpretação de ensaio de bombeamento no poço nº 2 da Fazenda Espírito Santo, na bacia do rio de Janeiro, pelo método Cooper & Jacob (1946).</i>	<i>86</i>
<i>Figura 4.26 – Gráfico do $s \times t$ referente aos ensaios com vazões de 350 e 460 m³/h no poço nº 1 da Fazenda Hirata, na bacia do rio das Fêmeas.</i>	<i>86</i>
<i>Figura 4.27 - Gráfico de interpretação de ensaio de bombeamento no poço nº 1 da Fazenda Hirata, na bacia do rio das Fêmeas, pelo método Theis (1935).</i>	<i>87</i>
<i>Figura 4.28 - Gráfico de interpretação de ensaio de bombeamento no poço nº 2 da Fazenda Hirata, na bacia do rio das Fêmeas, pelo método Cooper & Jacob (1946).</i>	<i>87</i>
<i>Figura 4.29 – Exemplos de poços de pivôs da Fazenda Hirata (a e b), São Desidério e da Fazenda Espírito Santo (c), Luís Eduardo Magalhães. Fotografias cedidas por: Mauerberg Poços Artesianos Ltda.</i>	<i>89</i>
<i>Figura 4.30 – Exemplos de poços de uso doméstico, comuns nas sedes das fazendas.</i>	<i>89</i>

CAPÍTULO V

<i>Figura 5.1 – Área do SAU utilizado como sistema de observação para o balanço hidrogeológico.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 5.2 – Apresentação esquemática das variáveis de entrada e saída do balanço hidrogeológico na zona vadosa (sistema) da área selecionada.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 5.3 – Área do sistema do balanço hidrogeológico em interseção com as isoietas.</i>	<i>95</i>
<i>Figura 5.4 – Gráfico de $Q \times t$ com ilustração da separação gráfica de Q_b na estação Mocambo.</i>	<i>99</i>
<i>Figura 5.5 – Gráfico de $Q \times t$ com ilustração da separação gráfica de Q_b na estação Correntina.</i>	<i>100</i>
<i>Figura 5.6 – Gráficos de $Q \times t$ com ilustração da separação gráfica de Q_b na estação Arrojado.</i>	<i>100</i>
<i>Figura 5.7 – Gráficos de $Q \times t$ com ilustração da separação gráfica de Q_b na estação Gatos.</i>	<i>101</i>
<i>Figura 5.8 – Apresentação esquemática das variáveis de entrada e saída do balanço hidrogeológico na zona saturada (sistema) da área selecionada.</i>	<i>102</i>

CAPÍTULO VI

<i>Figura 6.1 - Perfis AA', BB' e CC', interpretados por Bonfim & Gomes (2004), baseados no projeto do levantamento gravimétrico do estado da Bahia, CPRM de 1980.</i>	<i>106</i>
<i>Figura 6.2 – Localização da bacia do rio das Fêmeas. Centro das SEV's. Fonte: Amorim Jr. (2003). .</i>	<i>107</i>
<i>Figura 6.3 - Esquema generalizado do princípio utilizado nos levantamentos dos métodos eletromagnéticos. Modificado de Reynolds (1997).</i>	<i>109</i>
<i>Figura 6.4 – Formas de onda no TEM. Fonte: McNeil (1990).</i>	<i>110</i>
<i>Figura 6.5 – Ilustração esquemática do fluxo das contra-correntes (eddy currents): (a) imediatamente após a interrupção da corrente, (b) algum tempo depois. Modificado de McNeil (1990).</i>	<i>110</i>
<i>Figura 6.6– Comportamento da "taxa de difusão" da máxima intensidade de corrente para um meio uniforme, a diferentes valores de resistividade. Fonte: McNeil (1980) apud Mills et al. 1988.</i>	<i>112</i>
<i>Figura 6.7 – Equipamentos utilizados na aquisição geofísica. (a) Sistema transmissor (GGT-10 e XMT-32); (b) Sistema receptor (antena TEM/3 e GDP-32).</i>	<i>115</i>
<i>Figura 6.8 – Configuração esquemática do arranjo in loop, quadrado de 350 x 350 metros, com a bobina receptora centralizada, utilizada no levantamento geofísico.</i>	<i>116</i>
<i>Figura 6.9 - Mapa de localização das estações geofísicas.</i>	<i>117</i>
<i>Figura 6.10 – Exemplos de gráficos brutos de campo, com frequência de 0,5; 1,0 e 2,0 Hz.</i>	<i>118</i>
<i>Figura 6.11 – Exemplos de gráficos brutos e modificações feitas, com indicação da área utilizada no tratamento final.</i>	<i>119</i>
<i>Figura 6.12 – Exemplos de pseudo-seções de loops alinhados aproximadamente na direção leste-oeste.</i>	<i>120</i>
<i>Figura 6.13 – Pseudo-seção integrada dos loops 17, 21, 22, 25 e 26.</i>	<i>121</i>
<i>Figura 6.14 - Exemplos de curvas de resistividade aparente ($\Omega.m$) versus tempo (s).</i>	<i>123</i>

<i>Figura 6.15 - Curvas interpretadas e modelos dos loops 02 e 06, Formosa do rio Preto (BA).</i>	124
<i>Figura 6.16- Curvas interpretadas e modelos dos loops 12 e 17, município de São Desidério (BA), parte central da área.</i>	125
<i>Figura 6.17 - Curvas interpretadas e modelos dos loops 12 (teste) e 24, município de Jaborandi (BA), parte sul da área.</i>	125
<i>Figura 6.18 – Mapa de isópacas das rochas do Grupo Urucuia, na sub-bacia Urucuia, parte norte da Bacia Sanfranciscana.</i>	126
<i>Figura 6.19 – Perfis geológicos integrados pelos resultados da investigação geofísica.</i>	128

CAPÍTULO VII

<i>Figura 7.1 – Gráfico de representação da área total de cobertura nativa na região do oeste da Bahia, nos anos de 1985 e 2000. Fonte EMBRAPA (2003).</i>	131
<i>Figura 7.2 – Vista aérea de uma típica lavoura (a) e pivôs de irrigação (b) na região do oeste baiano. Fonte: Fotografia tomada por satélite ou avião, Google Earth®.</i>	132
<i>Figura 7.3 – 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).</i>	133
<i>Figura 7.4 – 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).</i>	133
<i>Figura 7.5 – Representação percentual de outorgas de águas subterrâneas no SAU, destinados a diferentes usos. Fonte: SRH-BA.</i>	134
<i>Figura 7.6 – Mapa de localização das unidades de conservação na região do oeste baiano. Limites das aproximados produzidos pelo IBAMA/DIREC/SIUC (exceto APA da Bacia do rio de Janeiro).</i>	136
<i>Figura 7.7 – Exemplo de sistema de captação e reservação de água da chuva para uso em aspersão de agrotóxico, Fazenda São Luiz.</i>	142
<i>Figura 7.8 – Disposição irregular em solo "nu" de embalagens de agrotóxicos, em lavoura de soja situada próximo à Vila Rosário, Correntina (BA).</i>	143

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 3.1 - Parâmetros hidrodinâmicos obtidos do SAU no oeste baiano.</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 4.1 - Valores de Kv e breve descrição da área e tipo de solo no oeste baiano.</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 4.2 – Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do aquífero livre regional.</i>	<i>80</i>
<i>Tabela 4.3 – Parâmetros hidrodinâmicos obtidos no poço CERB Nº 2 (Vila Rosário, Correntina-BA). ..</i>	<i>82</i>
<i>Tabela 4.4 – Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do aquífero confinado ou semiconfinado, obtidos com o método de Theis (1935).</i>	<i>83</i>
<i>Tabela 4.5 – Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do aquífero confinado ou semiconfinado, obtidos com o método de Cooper & Jacob (1946).</i>	<i>84</i>
<i>Tabela 4.6 – Valores de vazão específica obtidos de ensaios realizados em poços de pivôs.</i>	<i>88</i>
<i>Tabela 5.1 – Relação das estações pluviométricas e fluviométricas utilizadas no balanço hidrogeológico.</i>	<i>92</i>
<i>Tabela 5.2 - Variáveis de entrada e saída consideradas para o balanço hidrogeológico tendo como sistema a zona vadosa do SAU nas áreas das bacias dos rios Formoso, Arrojado, Correntina e Guará.</i>	<i>93</i>
<i>Tabela 5.3 - Relação dos cálculos das precipitações médias pelo método das isoietas, consideradas no balanço hidrogeológico.</i>	<i>96</i>
<i>Tabela 5.4 – Balanço hidrogeológico para o período de 1982 a 2002 na zona vadosa da área da bacia hidrogeológica do SAU, região de Correntina (BA).</i>	<i>98</i>
<i>Tabela 5.5 – Valores de fluxo de base (Qb) e percentuais em relação a precipitação(P) e ao escoamento total (E) para o período de 1982 a 2002.</i>	<i>101</i>
<i>Tabela 5.6 – Percentuais do escoamento superficial (Es) em relação a precipitação(P) e ao escoamento total (E) para o período de 1982 a 2002.</i>	<i>101</i>
<i>Tabela 5.7- Variáveis de entrada e saída consideradas para o balanço hidrogeológico tendo como sistema a zona saturada do SAU, nas áreas das bacias dos rios Formoso, Arrojado, Correntina e Guará.</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 5.8 – Balanço hidrogeológico para o período de 1982 a 2002 na zona saturada da área da bacia hidrogeológica do SAU - região de Correntina (BA).</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 6.1 – Resistividades de alguns tipos de rochas. Fonte: Telford et al. 1990.</i>	<i>111</i>
<i>Tabela 6.2 – Profundidade de investigação teórica investigadas, segundo (Zonge 2005).</i>	<i>123</i>
<i>Tabela 7.1 – Relação das Unidades de Conservação existentes na região do oeste baiano.</i>	<i>135</i>