GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - INEMA

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.

PP-02A – DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

NT6 – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



MARÇO DE 2025

REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	VALIDAÇÃO
1	17/03/2025	Parecer INEMA 009/2025	A.C.B.	R.C.L.
0	30/11/2024	Emissão Inicial	A.C.B.	R.C.L.

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU.

PP-02A – DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

NT6 – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

ELABORADO: André Luiz Bonacin		VALIDADO: Renato Cavalcanti Lins	
VERIFICADO: Andrea Carla Brock		COORDENADOR GERAL: Hélio A. Machado Pessôa Filho ART Nº: BA20240891514 CREA Nº: 1805389122 - RNP	
Nº CONTRATO:	INEMA 004/2024		
		DATA: 17/03/25	FOLHA:
CÓDIGO DO DOC:	PP-02A_PRHParaguacu_NT-06_R01	REVISÃO: R01	2 DE 135

DADOS CADASTRAIS

DADOS CADASTRAIS DO CONSÓRCIO

Nome Consórcio ENGECONSULT-ENGEPLUS			**CNPJ** 53.872.940/0001-37
Endereço Rua Almirante Noronha de Carvalho, 45			
Cidade Recife	**UF** PE	**CEP** 52.041-345	**DDD/Telefone** 81 3194-4800
Nome do Dirigente Hélio Augusto Machado Pessôa			**CPF** 001.041.754-00
RG/Órgão Exp. 2.183.569-SDS/PE	**Cargo** Administrador/Responsável Técnico		**Função** Engenheiro Civil

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

Jerônimo Rodrigues Souza
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE

Eduardo Mendonça Sodré Martins
Secretário

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Maria Amélia de Coni e Moura Mattos Lins
Diretora Geral

DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

Antônio Martins de Oliveira Rocha
Diretor

Equipe Técnica

Ângela Cristina Pinheiro Timbó
Antônio Pereira Menezes
Daniella Blinder
Fabio Ribeiro Gondim
José George dos Santos Silva
Rossana Cavalcanti Araújo Silva
Silvia Cristiane Rivas Pereira Kucharski

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU

PP-02A – DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

NT6 – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

EQUIPE TÉCNICA DO CONSÓRCIO ENGECONSULT-ENGEPLUS

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS

Engº Hélio Augusto Machado Pessoa – ENGECONSULT

Engº Jairo Barth – ENGEPLUS

COORDENAÇÃO EXECUTIVA

Antônio Eduardo Leão Lanna (Engº Civil)

COORDENAÇÃO TÉCNICA ADJUNTA

Sandro Luiz de Camargo (Geólogo)

Daniela Reitermajer (Bióloga)

Andrea Carla Brock (Eng. Sanitarista e Ambiental)

COORDENAÇÃO ADJUNTA E GESTÃO DO CONTRATO

Anderson Ricardo Farias de Oliveira (Eng. Civil)

António José Trigo Relvas (Eng. Civil)

Daniel Lima (Eng. Civil)

Fernando Ronaldo Furtado Fagundes (Eng. Civil)

Giuliana Vargas (Arquiteta e Urbanista)

Hélio Augusto Machado Pessoa Filho (Eng. Civil)

Luiz Carlos Kraemer Campos (Eng. Civil)

Michelle Pinheiro Pessoa (Eng. Civil)

Renato Cavalcanti Lins (Eng. Civil)

EQUIPE CHAVE

André Luiz Bonacin (Geólogo)

Antônio Eduardo Leão Lanna (Engº Civil)

Daniela Reitermajer (Bióloga)

Eduardo Antonio Audibert (Sociólogo)

Fernando Genz (Eng. Civil)

Roseane Simões Palavizini (Arquiteta e Urbanista)

EQUIPE TÉCNICA

Anderson Ricardo Farias de Oliveira (Eng. Civil)

Andrea Carla Brock (Eng. Sanitarista e Ambiental)

António José Trigo Relvas (Eng. Civil)

Ariely Albuquerque (Geoprocessamento)

Bruno Adriano Farias dos Anjos (Biólogo)

Bruno Eduardo Gonçalves (Eng. Civil)

Bruno Jardim da Silva (Eng. Civil)

Daniel Lima (Eng. Civil)

Emanuel de Araújo Melo (Designer Gráfico)

Felipe Picinini (Eng. Civil)

Fernando Genz (Eng. Civil)

Genivaldo Santos de Matos (Geógrafo)

Giuliana Vargas (Arquiteta e Urbanista)

Graziela Zim (Eng. Civil)

Hélio Augusto Machado Pessoa Filho (Eng. Civil)

Isaac Góes de Queiroz (Geólogo)

Lavínia Bonsucesso (Esp. Eng. Ambiental)

Michelle Pinheiro Pessoa (Eng. Civil)

Paula Ivana Riedger (Eng. Ambiental)

Renato Cavalcanti Lins (Eng. Civil)

Rodolfo Bogo Ferreira (Eng. Civil)

Vânia Dalpizzol (Esp. Ed. Ambiental)

APRESENTAÇÃO

O **Consórcio ENGECONSULT-ENGEPLUS**, doravante neste documento denominado simplesmente de Consórcio, apresenta o **PP-02A – Diagnóstico Preliminar**, parte integrante do escopo definido pelo Contrato nº 004/2024 de prestação de serviços de consultoria para a Elaboração do PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU, firmado entre o CONSÓRCIO e a SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DA BAHIA (SEMA), com interveniência do INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (INEMA).

O Diagnóstico Preliminar consolida a leitura técnica da Fase B do presente estudo, abrangendo o conteúdo de forma temática em doze Notas Técnicas produzidas pela equipe técnica de especialistas nesta etapa. A etapa seguinte consolida a leitura social a partir da realização das Oficinas de Diagnóstico e elaboração do PP-02B – Relatório de Percepção Social. A fase se encerra com a consolidação das leituras técnica e social na elaboração do PP-02C – Diagnóstico Integrado.

Assim, o produto PP-02A – Diagnóstico Preliminar é apresentado em 12 volumes:

1. NT1 – Regionalização, Uso e Ocupação do Solo;
2. NT2 – Caracterização Física e Biótica;
3. NT3 – Caracterização Socioeconômica e Demográfica;
4. NT4 – Saneamento Ambiental;
5. NT5 – Águas Superficiais;
6. **NT6 – Águas Subterrâneas;**
7. NT7 – Qualidade das Águas;
8. NT8 – Usos e Demandas Hídricas;
9. NT9 – Balanço Hídrico;
10. NT10 – Estrutura Institucional, Legal, Planos, Programas e Projetos e Atores Estratégicos;
11. NT11 – Análise da Situação Atual dos Instrumentos de Gestão
12. NT12 – Situação e Estudo de Potencial de Cobrança.

ÍNDICE

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS 17
1. INTRODUÇÃO 20
1.1. ÁREA DE ESTUDO 22
1.2. REGIONALIZAÇÃO DA RPGA 26
2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 34
3. PRINCIPAIS UNIDADES / DOMÍNIOS AQUÍFEROS 37
4. ENTENDIMENTO HIDROGEOLÓGICO 60
4.1. INTERPRETAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS A PARTIR DA BASE DE POÇOS DA CERB 64
4.2. BASE DE POÇOS DO SIAGAS - CPRM 79
4.3. USOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA - BASE DE POÇOS DO CNARH 84
4.4. REDES DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 94
4.5. MODELO CONCEITUAL HIDROGEOLÓGICO E REALIDADES HÍDRICAS 98
5. ESTIMATIVA DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS 121
5.1. CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS E INDICADORES ESTIMADOS 121
5.2. DADOS OBTIDOS DE INDICADORES DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA 126
6. REFERÊNCIAS 133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Localização da RPGA X 25
Figura 1.2: Unidades de Balanço da RPGA X 30
Figura 1.3: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos 32
Figura 3.1: Distribuição da precipitação pluviométrica média anual na RPGA em função das cotas de relevo (MDT) 38
Figura 3.2: Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição aflorante nas UPGRH/UB da RPGA 46
Figura 3.3: Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição aflorante nas UPGRH/UB da RPGA, com coberturas recentes filtradas 47
Figura 3.4: Afloramento de gnaisses (Embasamento Cristalino) no leito do rio Paraguaçu. Vista a partir de São Félix (UPGRH7) 51
Figura 3.5: Terrenos de alto grau metamórfico do Embasamento Cristalino (unidade A4co) – afloramento em Feira de Santana (UPGRH7) 51
Figura 3.6: Relevo residual em terrenos de alto grau metamórfico do Embasamento Cristalino (unidade A4co) – rodovia BA-052, em Feira de Santana (UPGRH7) 51
Figura 3.7: Formas de relevo residual (com "inselberg") – terrenos do Embasamento Cristalino, com vista a partir de Itaberaba (UPGRH5) 51
Figura 3.8: Relevo residual, com afloramento de terrenos do Embasamento Cristalino (unidade A34jc2), sob efeito de processos de erosão/intemperismo e presença de porções fraturadas, entre Itaberaba e Ruy Barbosa (UPGRH5) 51
Figura 3.9: Afloramento de gnaisses e quartzitos dobrados e milonitizados (com porções com minerais estirados), do Embasamento Cristalino (unidade PP1s2) –Ruy Barbosa (UPGRH5) .51
Figura 3.10: Afloramento com rochas do Embasamento Cristalino bastante fraturadas (além de outras estruturas, como juntas, camadas e estruturas verticalizadas, diques etc.) – Rodovia BR407, entre Ruy Barbosa e Boa Vista do Tupim (UPGRH5) 52
Figura 3.11: Relevo residual, com afloramento de blocos sob efeito de processos de erosão/intemperismo e presença de porções fraturadas/arredondadas; Embasamento Cristalino (possivelmente unidade A34jc2) - Iaçu (UPGRH5) 52
Figura 3.12: Afloramento do Embasamento Cristalino (no local e arredores, afloram gnaisses e granitoides) junto à barragem de Bandeira de Melo (rio Paraguaçu) - Itaetê (UPGRH5) 52
Figura 3.13: Rocha alterada (gnaisse) –Embasamento Cristalino – Piritiba (UPGRH6) 52
Figura 3.14: Gnaisse milonítico-migmatítico - Embasamento Cristalino - Mairi (UPGRH5) 52
Figura 3.15: Gnaisse milonítico-migmatítico - Embasamento Cristalino - Baixa Grande (UPGRH5). Obs.: notar megacristais de feldspato branco 52
Figura 3.16: Relevo em destaque (morro ao fundo) em terrenos do Embasamento Cristalino - João Ramalho (UPGRH5) 53
Figura 3.17: Morros em terrenos gnáissicos de alto grau - Embasamento Cristalino- Serra Preta (UPGRH5) 53

Figura 3.18: Gruta Lapa do Bode (vista de dentro, sendo a parte externa ao lado do rio Una) – feição cárstica (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) - Itaetê (UPGRH4) 53
Figura 3.19: Gruta Lapa do Bode (vista de dentro, com teto, processo erosivo e espeleotemas) – feição cárstica (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) - Itaetê (UPGRH4) 53
Figura 3.20: Rio Una, ao lado da Gruta Lapa do Bode (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) - Itaetê (UPGRH4).....54
Figura 3.21: Gruta Lapa do Bode (presença de sulfetos, indício da possibilidade de contribuição por processo hipogênico, com hidrólise de sulfetos disseminados) – feição cárstica (Dom. Aq.Cárstico Una/Utinga) - Itaetê (UPGRH4).....54
Figura 3.22: Gruta da Lapinha -– feição cárstica (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) – Ibiquera (UPGRH4).....54
Figura 3.23: Estratificação / processo de carstificação e árvore – gameleira (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga), entre Ibiquera e Andaraí (UPGRH4) 54
Figura 3.24: Caverna da Torrinha – feição cárstica (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3) 54
Figura 3.25: Processo de carstificação nos arredores da Caverna da Torrinha (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3).....54
Figura 3.26: Espeleotemas na Caverna da Torrinha –feição cárstica (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3).....55
Figura 3.27: Helictites e outras feições na Caverna da Torrinha (rica pela diversidade de elementos de carstificação - Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3).....55
Figura 3.28: Vista parcial de Iraquara (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares), com a área urbana e a baixada do riacho Água de Rega (UPGRH3) 55
Figura 3.29: Processo de carstificação nos arredores da Caverna da Torrinha (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3).....55
Figura 3.30: Caneluras de dissolução (lapiás) – Lapa Doce (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) – Iraquara (UPGRH3).....55
Figura 3.31: Processo de carstificação - Lapa Doce (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) – Iraquara (UPGRH3) 55
Figura 3.32: Relevo da Chapada Diamantina – vista desde Nova Redenção, rumo oeste - UPGRH4 56
Figura 3.33: Metassedimentos - Grupo Chapada Diamantina – desde a área urbana (sede) de Mucugê (UPGRH2) 56
Figura 3.34: Relevo da Chapada Diamantina (com relevo em destaque, aos fundos – Grupo Chapada Diamantina/Tombador), Dom. Aquífero Metassedimentar entre Mucugê e Boninal (UPGRH 1 e3).....56
Figura 3.35: Cidade de Seabra – terrenos metassedimentares variados - Dom. Aquífero Metassedimentar (UPGRH3).....56
Figura 3.36: Rochas/blocos de metassedimentos e rio Coisa Boa – Andaraí (UPGRH2) 56
Figura 3.37: Parque Nacional da Chapada Diamantina – Dom. Aquífero Metassedimentar - Palmeiras (UPGRH2) 56

Figura 3.38: Arenitos da Fm. Tombador/ Grupo Chapada Diamantina – Dom. Aquífero Metassedimentar, BA052 (UPGRH6) 57
Figura 3.39: Arenitos da Fm. Tombador/ Grupo Chapada Diamantina, Dom. Aquífero Metassedimentar – BA052 (UPGRH6) 57
Figura 3.40: Metassedimentos – Fm. Morro do Chapéu / Grupo Chapada Diamantina, Dom. Aquífero Metassedimentar, em Morro do Chapéu (UPGRH6) 57
Figura 3.41: Metassedimentos – Fm. Morro do Chapéu / Grupo Chapada Diamantina e rio Ferro Doido, Dom. Aquífero Metassedimentar, em Morro do Chapéu (UPGRH6) 57
Figura 3.42: Metassedimentos – Metarenitos - Fm. Lagoa de Dentro - Dom. Aquífero Metassedimentar, em Barra da Estiva (UPGRH1) 57
Figura 3.43: Metassedimentos - Fm. Açuruá - Dom. Aquífero Metassedimentar, em Boninal (UPGRH3) 57
Figura 3.44: Rocha pelítica– Fm. Caboclo/Grupo Chapada Diamantina (UPGRH4) 58
Figura 3.45: Rocha pelítica– Fm. Bebedouro/Grupo Una (UPGRH4) 58
Figura 4.1: Poço na área do Domínio aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) – SSAA de Quixaba - Iraquara (UPGRH3) 61
Figura 4.2: Poço particular em chácara – Domínio Aquífero Metassedimentar - Mucugê (UPGRH1) 61
Figura 4.3: Tubulação (boca) - poço abandonado – Vale do rio Mucambo – Utinga (UPGRH4) 62
Figura 4.4: Antigo Poço Sede P2 (CERB), abandonado (tubulação sem tampa) – Domínio Aquífero Metassedimentar- Mucugê (UPGRH2) 62
Figura 4.5: Poço particular (área rural) – vale do rio Capãozinho – Domínio Aquífero Metassedimentar - Mucugê (UPGRH1) 62
Figura 4.6: Aspecto da incrustação (ferro) - tubulação do poço 14 / EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 62
Figura 4.7: Poço particular (Gleba 7), usado para irrigação - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 62
Figura 4.8: Poço particular (uso rural) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 62
Figura 4.9: Poço 7 - SAA EMBASA (primeiro plano) Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6). Notar poço abandonado (ao lado) e, aos fundos, poço particular (flechas) 63
Figura 4.10: Poço 5 – SAA EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6). Notar poços abandonados indicados por flechas 63
Figura 4.11: Poço desativado (tamponado) – instalado pela CERB – Escola em Feira de Santana (área urbana), Domínio Aquífero do Embasamento Cristalino (UPGRH7) 63
Figura 4.12: Poços desativados (indicados com flechas) e Poço 1 (atual) / SAA - EMBASA (Fazenda Tiririca) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Boninal (UPGRH3) 63
Figura 4.13: Poço cacimba (aparentemente abandonado) – arredores do leito do rio Jacuípe - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 63
Figura 4.14: Poços da base CERB na RPGA e envoltória de 20km, por tipologia – aproveitáveis, descartados e demais poços 68

Figura 4.15: Poços da base CERB na RPGA e envoltória de 20km, por década (instalação) – poços aproveitáveis/demais poços e descartados....70
Figura 4.16: Profundidade dos poços (base CERB na RPGA e envoltória de 20km) 71
Figura 4.17: Variação da profundidade de nível estático (Prof. NE, m) - base de poços da CERB na RPGA 72
Figura 4.18: Variação das vazões (m^3/h) - base de poços da CERB na RPGA....73
Figura 4.19: Variação da carga hidráulica (m) dos poços da base CERB na RPGA 75
Figura 4.20: Variação da capacidade específica (m^3/h / m) - poços da base CERB na RPGA .76
Figura 4.21: Variação do rebaixamento (m) - poços da base CERB na RPGA 77
Figura 4.22: Localização dos poços secos - base CERB na RPGA 78
Figura 4.23: Localização dos poços tubulares na RPGA e envoltória - base SIAGAS 80
Figura 4.24: Situação dos poços tubulares na RPGA - base SIAGAS 81
Figura 4.25: Tipo de uso da água dos poços tubulares na RPGA - base SIAGAS....83
Figura 4.26: Poços com outorga por direito de uso e cadastro de usos insignificantes na RPGA - base do CNARH....87
Figura 4.27: Finalidade de uso das águas subterrâneas (outorga por direito de uso e cadastro de usos insignificantes) na RPGA - base do CNARH....89
Figura 4.28: Poço 5 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....91
Figura 4.29: Poço 1 / EMBASA (desativado) (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....91
Figura 4.30: Poço 7/ EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....91
Figura 4.31: Poço 8 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....91
Figura 4.32: Poço 10 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....91
Figura 4.33: Poço 10 / EMBASA (SAA) e arredores - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....91
Figura 4.34: Poço 14 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....92
Figura 4.35: Poço 19 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....92
Figura 4.36: Poço 20 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....92
Figura 4.37: Poço sede 22 (CERB) - EMBASA (SAA)– poço 22 - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)....92
Figura 4.38: Poço 3 / EMBASA (SAA) (Fazenda Queimada) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Boninal (UPGRH3)....92
Figura 4.39: Poço 1 (atual) / EMBASA (SAA) (Fazenda Tiririca) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Boninal (UPGRH3)....92

Figura 4.40: Poço reserva ("poço 1", atualmente não utilizado – EMBASA-Iraquara) - vale do Riacho Água de Rega (área do aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3) 93
Figura 4.41: Poço reserva ("poço 3", atualmente não utilizado – EMBASA - Iraquara) - vale do Riacho Água de Rega (área do aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3) 93
Figura 4.42: Poço atual da EMBASA-Itaquara (Riacho do Mel) – interface entre Domínios Metassedimentar e Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3) 93
Figura 4.43: Poço desativado EMBASA-Itaquara (Riacho do Mel) – interface entre Domínios Metassedimentar e Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3) 93
Figura 4.44: Antigo poço Manoel Felix, local de importância histórica situado no leito/vale do riacho Água de Rega (área do aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3) 93
Figura 4.45: Placa indicativa ao lado do antigo poço Manoel Felix ("Atenção: água imprópria para consumo humano") - Iraquara (UPGRH3) 93
Figura 4.46: Poço Sede 2 (CERB), atualmente desativado (antes, utilizado pelo SAA – P.M. Mucugê) – Domínio Aquífero Metassedimentar- Mucugê (UPGRH2) 94
Figura 4.47: Poços abandonados ao lado de captação superficial (rio Paraguaçu) – Domínio Aquífero Metassedimentar- Mucugê (UPGRH2). Notar, da esquerda para a direita: revestimento com tampa (aos fundos, os metassedimentos); vista interna no revestimento e água abaixo; e revestimento com tampa ao lado da ETA – Mucugê (UPGRH2) 94
Figura 4.48: Poço utilizado para consumo humano – Domínio Aquífero Metassedimentar, Comunidade São Padro - Mucugê (UPGRH1). Notar: poço/casa de força/cercamento (aos fundos, os metassedimentos) 94
Figura 4.49: Detalhe do registro anterior, com poço utilizado para consumo humano – Domínio Aquífero Metassedimentar, Comunidade São Padro Mucugê (UPGRH1) 94
Figura 4.50: Localização dos poços da rede de monitoramento do INEMA na RPGA 96
Figura 4.51: Placa - poço de monitoramento INEMA – Sede 2 (14) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 97
Figura 4.52: Placa - poço de monitoramento INEMA – Guadalajara II (25) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 97
Figura 4.53: Poço de monitoramento INEMA – Guadalajara I (24) – trata-se do Poço 7/ EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 97
Figura 4.54: Poço de monitoramento INEMA – Guadalajara II (25) - trata-se do Poço 8/ EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 97
Figura 4.55: Poço de monitoramento INEMA – Sede 2 (14) - trata-se do EMBASA 19 - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 97
Figura 4.56: Poço de monitoramento INEMA – Sede – PÓ SO V (15) - trata-se do Poço sede 1 / EMBASA (só monitoramento) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6) 97
Figura 4.57: Mapa com fluxos preferenciais das águas subterrâneas na RPGA 99
Figura 4.58: Componentes e feições de sistemas cársticos 100

Figura 4.59: Mapa geológico do Aquífero Cárstico Salitre (azul claro) e Metassedimentos (verde) – Bacia de Irecê (predominantemente na RPGA dos rios Verde e Jacaré), com destaque para a porção sul, já na RPGA (em vermelho), onde se situa a Unidade Cárstica Iraquara/Souto Soares 101
Figura 4.60: Potenciometria do Aquífero Cárstico Salitre nas regiões de Irecê (RPGA – Verde/Jacaré) e Iraquara/Solto Soares, com indicação de sentido de fluxo 101
Figura 4.61: A - Mapa geológico (de IBGE/SEI, 2013), coluna estratigráfica (de PEDREIRA, 2004); B - Mapa de fenômenos cársticos a partir de fotointerpretação; e C - bloco diagrama esquemático 103
Figura 4.62: Capacidade Específica (m^3/h / m) em função: da densidade de lineamentos (à direita) e índice de dolineamento ou unidade de dolina (à esquerda) 104
Figura 4.63: Modelo conceitual hidrológico – bacia do rio Utinga 104
Figura 4.64: Perfis geológicos de trechos representativos (seção norte - Cabeceira do rio; seção intermediária – Utinga / rio Mucambo e seção sul – Wagner / rio Bonito, com o modelo hidrológico conceitual, associado à circulação das águas subterrâneas) 105
Figura 4.65: Modelo conceitual típico do Domínio do Embasamento Cristalino 106
Figura 4.66: Dia chuvoso - área do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Pai Inácio e arredores) – Dom. Aq. Metassedimentar – Palmeiras (UPGRH2) 108
Figura 4.67: Escoamento superficial (com formação de pequeno encachoeiramento) em dia chuvoso metassedimentos – Mucugê (UPGRH1) 108
Figura 4.68: Rio Paraguaçu (alto curso) – Ibicoara (UPGRH1) 108
Figura 4.69: Dia chuvoso – Metassedimentos (destaque aos fundos, com Fm. Tombador) e reservatório do Apertado – rio Paraguaçu (UPGRH1) 108
Figura 4.70: Rio Paraguaçu e rochas/blocos de metassedimentos – Andaraí (UPGRH2) 108
Figura 4.71: Rio Baiano, adentrando a área alagadiça / rio Paraguaçu na região dos "Marimbus" – Andaraí (UPGRH2) 108
Figura 4.72: Rio Paraguaçu (Dom. Embasamento Cristalino e coberturas/aluviões), entre os reservatórios de Bandeira de Melo e Pedra do Cavalo – Iaçu (UPGRH5) 109
Figura 4.73: Rio Paraguaçu (terrenos gnáissicos - Dom. Embasamento Cristalino e coberturas/aluviões) - entre São Félix e Cachoeira, a jusante do reservatório de Pedra do Cavalo (UPGRH7) 109
Figura 4.74: Tempo chuvoso (relevo residual/Embasamento Cristalino aos fundos) – vista no trajeto Ipirá - Itaberaba (UPGRH5) 109
Figura 4.75: Registro de chuva fraca – área urbana de Ipirá (UPGRH5) 109
Figura 4.76: Rio Paulista (leito seco), em nov./24 - Ipirá (UPGRH5) 109
Figura 4.77: Rio do Peixe (leito quase seco), em nov./24 - Ipirá (UPGRH5) 109
Figura 4.78: Reservatório com pequena barragem sobre terrenos do Embasamento Cristalino – Serra Preta (UPGRH5) 110
Figura 4.79: Trecho retilinizado - rio Jacuípe (alto curso) – Morro do Chapéu (UPGRH6) 110
Figura 4.80: Reservatório/barragem do França - rio Jacuípe Piritiba/Miguel Calmon (UPGRH6) 110

Figura 4.81: Rio Jacuípe (remanso do reservatório Pedra do Cavalo) – Feira de Santana (UPGRH7) 110
Figura 4.82: Local próximo da nascente do rio Utinga (zona de descarga/exsudação), em Utinga (UPGRH4) 110
Figura 4.83: Rio Utinga, em Utinga (UPGRH4) 110
Figura 4.84: Rio Mucambo - Utinga (UPGRH4) 111
Figura 4.85: Vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4) 111
Figura 4.86: Bomba extraindo água no rio Mucambo - Utinga (UPGRH4) 111
Figura 4.87: Poço de elevada vazão (>50 m³/h) e jorrante - vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4) 111
Figura 4.88: Poço de elevada vazão (>50 m³/h) e jorrante (tubulação de condição, a partir do poço) - vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4) 111
Figura 4.89: Local de saída da água, extraída em poço de elevada vazão (>50 m³/h) e jorrante (Foto anterior) - vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4) 111
Figura 4.90: Recolhimento de água de chuva/cisterna – Ipirá (UPGRH5) 112
Figura 4.91: Recolhimento de água de chuva/cisterna – Mairi (UPGRH5) 112
Figura 4.92: Recolhimento de água de chuva/cisterna, em encosta – Ipirá (UPGRH5) 112
Figura 4.93: Recolhimento de água de chuva/cisterna de produção, área íngreme– Ipirá (UPGRH5) 112
Figura 4.94: Recolhimento de água de chuva/cisterna – Iraquara (UPGRH4) 112
Figura 4.95: Caminhão pipa – Marcelino Souza (UPGRH5) 112
Figura 4.96: Declividade do terreno segundo classes da EMBRAPA e isoietas (precipitação pluviométrica média anual) 115
Figura 4.97: Abordagem de recarga no Formato 1, com pesos iguais a ambas as componentes – infiltração (INF) e declividade (DECL) 116
Figura 4.98: Abordagem de recarga no Formato 2, com peso 2 para componente de infiltração (INF) e peso 1 para declividade (DECL) 117
Figura 5.1: Distribuição da precipitação pluviométrica média anual na RPGA e seus aquíferos 127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1: Territórios municipais incluídos na RPGA X 22
Quadro 1.2: Unidades de Balanço da RPGA X 27
Quadro 1.3: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraguaçu 31
Quadro 3.1: Representação dos sistemas aquíferos através de cores e caracterização hidráulica das seis classes de produtividade - CPRM 40
Quadro 3.2: Áreas dos Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição nas UPGRH da RPGA 44
Quadro 3.3: Áreas dos Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição nas UPGRHs da RPGA, com coberturas recentes filtradas* 45
Quadro 3.4: Correlação dos Principais Domínios/Unidades Aquíferas e geologia, além das distribuições espaciais (UPGRH / UB) na RPGA 48
Quadro 4.1: Dados de poços da base CERB por UPGRH – aproveitáveis, descartados e demais poços 64
Quadro 4.2: Dados de poços da base CERB por UPGRH (% e densidades) 65
Quadro 4.3: Dados de poços aproveitáveis da base CERB por Unidade/Domínio Aquífero 65
Quadro 4.4: Dados de poços (aproveitáveis) da base CERB por Unidade/Domínio Aquífero (% e densidades) 65
Quadro 4.5: Dados de outorga por direito de uso da água subterrânea na RPGA – base CNARH 84
Quadro 4.6: Dados de cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH 85
Quadro 4.7: Dados totais, de outorgas por direito de uso e cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH 86
Quadro 4.8: Finalidade de uso das águas subterrâneas - outorgas por direito de uso e cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH 88
Quadro 4.9: Uso das águas subterrâneas na irrigação, por UPGRH e UB – base CNARH 88
Quadro 4.10: Listagem dos poços da rede de monitoramento do INEMA na RPGA 95
Quadro 4.11: Dados de outorgas por direito de uso e cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH 113
Quadro 4.12: Intervalos de declividade do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 113
Quadro 4.13: Abordagem de recarga no Formato 1, com pesos iguais a ambas as componentes – infiltração (INF) e declividade (DECL) 118
Quadro 4.14: Abordagem de recarga no Formato 2, com peso 2 para componente de infiltração (INF) e peso 1 para declividade (DECL) 118
Quadro 5.1: Reserva Reguladora (Rr) estimada para as UBs da RPGA, em hm^3/ano 128
Quadro 5.2: Reserva Reguladora (Rr) estimada para as UBs da RPGA, em m^3/s 128
Quadro 5.3: Potencialidade e Disponibilidade explotável, estimadas em m^3/s 129

Quadro 5.4: Vazões máximas (base CNARH, considerando-se outorga pelo uso de recursos hídricos e usos insignificantes) vs. Reserva Reguladora (Rr), Potencialidade (Pot), Disponibilidade como 50% Rr e Disponibilidade explotável (Dex) 130
Quadro 5.5: Dados de precipitação pluviométrica anual média, mínima e máxima (e respectivas variações % em relação à média) por UB, que podem influenciar nas condições de recarga dos aquíferos da RPGA 131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Arqueano

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

BH - Bacia Hidrográfica

BHO – Bacia Hidrográfica Ottocodificada

CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica

CERB - Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia

CNARH – Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

E - Cenozoico/Paleógeno

EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A

IAH - Associação Internacional de Hidrogeologia

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

J - Jurássico

K - Cretáceo

MDT – Modelo Digital do Terreno

ND – Nível Dinâmico

NE – Nível Estático

MP - Médio Proterozóico

NT – Nota Técnica

PAE – Plano de Ações Estratégicas

PAEP – Plano de Ações Estratégicas do Paraguaçu

PE – Proposta de Enquadramento

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PPP - Perímetros de Proteção de Poços

PRH – Plano de Recursos Hídricos

NP - Neo Proterozóico

NQ - Cenozoico/Neógeno

PP - Paleo Proterozóico

Q – Quaternário (Cenozoico)

Q - Vazão por poço

Q/s - Capacidade específica

RPGA – Região de Planejamento e Gestão das Águas

SAA - Sistemas de abastecimento de água

SSAA - Sistema simplificado de abastecimento de água

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPI – Índice de Precipitação Padronizada

T - Transmissividade

TR – Termo de Referência

UB – Unidade de Balanço

UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

CAPÍTULO 01: INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos no estado da Bahia tem como executor o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) que, em função da importância da RPGA X, contratou a elaboração de estudo específico para a região, o Plano de Ações Estratégicas do Paraguaçu (PAEP). O estudo foi realizado entre 2017 e 2018 e teve os instrumentos de gestão dos recursos hídricos como foco principal. Não se tem estabelecida a Agência de Bacia na Bahia, então o Inema, órgão executor dos recursos hídricos desempenha esse papel a partir da elaboração dos Planos de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos de Água como parte do seu planejamento. Ambos são importantes instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos e fazem parte do planejamento do Inema. Assim, o estudo específico - Plano de Ações Estratégicas – serve de base para a elaboração do PRH e enquadramento da RPGA X.

A elaboração do diagnóstico preliminar sob forma de Notas Técnicas já foi adotada pelo Inema na elaboração do Plano de Ações Estratégicas do Paraguaçu (PAEP), assim neste plano as notas técnicas serão utilizadas como base inicial, sendo atualizadas ou complementadas onde for identificada a necessidade.

De acordo com o Termo de Referência deste contrato, e considerando que as Notas Técnicas abordam praticamente todos os tópicos relacionados ao escopo de um Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento, o conteúdo disponível no PAEP será incorporado integralmente, sendo atualizado nos casos em que a base de dados tiver sido atualizada, além de incorporar abordagens que não tenham sido realizadas.

As Notas Técnicas do PAEP foram analisadas pelos especialistas da equipe técnica buscando identificar se os temas abordados necessitariam, ou não, de atualização. Esta avaliação considerou as especificações do Termo de Referência, bem como o nível de compreensão dos temas quando de sua elaboração, envolvendo atualizações conforme o contexto presente e os objetivos do estudo.

Observou-se no PAEP, a partir da análise das Notas Técnicas, que seus objetivos são distintos, quando comparados aos de um plano de recursos hídricos, assim, algumas abordagens feitas não se mostram pertinentes no atual estudo. No entanto, as Notas Técnicas desenvolvidas no PAEP serão o ponto de partida para os estudos temáticos, proporcionando um ganho significativo nesta fase inicial, uma vez que geralmente é a etapa mais trabalhosa e duradoura durante a elaboração de um plano de recursos hídricos.

Neste contexto portanto, as doze Notas Técnicas foram revisitadas, onde identificado, complementadas as questões que exigiram ajustes, de modo a abranger o conteúdo esperado para a elaboração de um Plano de Recursos Hídricos. Assim destaca-se novamente que, nas Notas Técnicas, os temas que não precisaram de atualização ou revisão foram usados integralmente, conforme acordado com o Inema, o que não configura plágio, uma vez que as notas técnicas são propriedade intelectual do contratante e atendem às especificações do Termo

de Referência. Assim, conforme apresentado no Diagnóstico Integrado do PAEP, os temas do presente diagnóstico estão estruturados nos mesmos doze volumes:

- NT1 – Regionalização, Uso e Ocupação do Solo;
- NT2 – Caracterização Física e Biótica;
- NT3 – Caracterização Socioeconômica e Demográfica;
- NT4 – Saneamento Ambiental;
- NT5 – Águas Superficiais;
- NT6 – Águas Subterrâneas;
- NT7 – Qualidade das Águas;
- NT8 – Usos e Demandas Hídricas;
- NT9 – Balanço Hídrico;
- NT10 – Estrutura Institucional, Legal, Planos, Programas e Projetos e Atores Estratégicos;
- NT11 – Análise da Situação Atual dos Instrumentos de Gestão;
- NT12 – Situação e Estudo de Potencial de Cobrança.

Na elaboração do Plano de Ações Estratégicas do Paraguaçu (PAEP) foram elaboradas duas Notas Técnicas adicionais, NT13 – Definição das Curvas Chaves das Estações Fluviométricas do Inema da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu e NT14 – Detalhamento da Demandas para Irrigação na RPGA X – Bacia do Paraguaçu. O conteúdo foi revisitado e utilizado na elaboração das notas técnicas com tema pertinente.

A Nota Técnica de Águas Subterrâneas (NT6) traz uma caracterização de águas subterrâneas e seus reservatórios assim como ressalta sua inegável importância econômica, social e ambiental na área compreendida pela RPGA, assim como características biogeoquímicas de seus reservatórios.

No capítulo 2 são apresentadas considerações iniciais sobre o tema. O capítulo 3 apresenta um panorama geral das principais unidades dos aquíferos presentes na RPGA, em seguida, no capítulo 4 podem ser encontrados dados e informações mais técnicas a respeito das características Hidrogeológicas das águas subterrâneas e seus reservatórios, assim como sua utilização pela sociedade em geral.

Já o capítulo 5 aborda indicadores de reservas e disponibilidade hídrica subterrânea, essenciais para o planejamento de recursos hídricos. Esses indicadores consideram a tipologia dos aquíferos, interações com águas superficiais, regime de chuvas e uso por poços, sendo a recarga dos aquíferos influenciada por fatores como urbanização e ocupação do solo e todas as referências usadas no presente estudo se encontram disponíveis no capítulo 6.

1.1. ÁREA DE ESTUDO

No estado da Bahia, as bacias hidrográficas são agrupadas e organizadas em 25 regiões, denominadas de Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA). A RPGA X, objeto do presente estudo, é formada pela bacia hidrográfica do rio Paraguaçu com a foz localizada na baía de Iguape, Baía de Todos-os-Santos.

A partir da análise do *shape* oficial da RPGA disponibilizado pelo Inema, a área e limites da RPGA foram ajustados, incluindo ajustes conforme as ottobacias[1] da ANA. Assim, a área da RPGA que era de 55.317 km² passou a ser de 55.017,32 km².

Em seu território estão inseridos 90 municípios de forma parcial ou total, onde uma grande parte das sedes encontra-se dentro da RPGA (67 municípios). Do total, 39 municípios estão inseridos integralmente na RPGA e apenas 24 com menos de 40% de seu território inseridos na RPGA (destes, seis municípios - Lamarão, São Felipe, Jaguaripe, Novo Horizonte, Nazaré e Salinas da Margarida - tem menos de 1% de participação e, portanto, serão excluídos das análises). O Quadro 1.1 apresenta a relação dos municípios, áreas e respectivos percentuais de inserção.

Quadro 1.1: Territórios municipais incluídos na RPGA X

Município	Sede na RPGA	Área do Município (km²)	Área na RPGA (km²)	% área na RPGA
Andaraí	Sim	1.591,33	1.591,33	100
Anguera	Sim	187,69	187,69	100
Antônio Cardoso	Sim	293,30	293,30	100
Baixa Grande	Sim	967,12	967,12	100
Barra da Estiva	Não	1.658,22	180,11	10,86
Barro Alto	Não	415,16	18,23	4,39
Barrocas	Não	207,13	77,46	37,39
Boa Vista do Tupim	Sim	2.972,17	2.972,17	100
Boninal	Sim	898,20	865,19	96,33
Bonito	Sim	791,89	518,43	65,47
Cabaceiras do Paraguaçu	Sim	221,85	221,85	100
Cachoeira	Sim	394,58	234,51	59,43
Candeal	Sim	447,23	447,23	100
Capela do Alto Alegre	Sim	629,21	629,21	100
Capim Grosso	Não	464,54	13,66	2,94
Castro Alves	Sim*	713,25	345,06	48,38
Conceição da Feira	Sim*	164,67	101,74	61,78
Conceição do Coité	Sim*	1.014,46	473,29	46,65
Cruz das Almas	Sim	139,01	98,20	70,65
Feira de Santana	Sim*	1.303,39	788,61	60,5
Gavião	Sim	384,35	384,35	100
Governador Mangabeira	Sim	106,76	106,76	100
Iaçu	Sim	2.341,49	2.149,70	91,81
Ibicoara	Não	817,99	684,79	83,72
Ibiquera	Sim	698,41	698,41	100
Ibitiara	Não	1.838,33	44,05	2,4
Ichu	Sim	137,91	137,91	100

[1] A Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) é utilizada pela ANA na gestão de recursos hídricos, representando a rede hidrográfica em trechos. Cada trecho é uma ottobacia, representando uma forma consistente de identificação de bacias e sub-bacias em diversos níveis de análise.

Município	Sede na RPGA	Área do Município (km²)	Área na RPGA (km²)	% área na RPGA
Ipecaetá	Sim	372,28	372,28	100
Ipirá	Sim	3.103,37	3.103,37	100
Iramaia	Sim*	1.708,59	541,60	31,7
Iraquara	Sim	992,97	992,97	100
Itaberaba	Sim	2.385,61	2.385,60	100
Itaetê	Sim	1.332,38	1.328,96	99,74
Itatim	Sim	547,16	420,64	76,88
Jaguaripe**	Não	862,74	0,53	0,06
Lajedinho	Sim	847,01	847,01	100
Lamarão**	Não	189,11	0,06	0,03
Lençóis	Sim	1.284,35	1.284,35	100
Macajuba	Sim	700,94	700,94	100
Mairi	Sim	906,33	906,33	100
Maracás	Sim*	2.413,04	576,86	23,91
Maragogipe	Sim	437,26	398,80	91,2
Marcionílio Souza	Sim	1.099,30	976,84	88,86
Miguel Calmon	Não	1.599,65	724,15	45,27
Milagres	Sim	420,10	110,67	26,34
Morro do Chapéu	Sim	5.748,39	2.800,70	48,72
Mucugê	Sim	2.464,58	2.129,15	86,39
Mulungu do Morro	Sim	647,31	515,32	79,61
Mundo Novo	Sim	1.491,87	1.491,87	100
Muritiba	Sim	86,24	86,24	100
Nazaré**	Não	278,41	1,09	0,39
Nova Fátima	Sim	346,55	346,55	100
Nova Itarana	Não	475,15	15,33	3,23
Nova Redenção	Sim	565,63	565,63	100
Novo Horizonte**	Não	628,79	0,96	0,15
Palmeiras	Sim	738,27	738,27	100
Pé de Serra	Sim	596,36	596,36	100
Piatã	Não	1.828,81	483,53	26,44
Pintadas	Sim	646,78	646,78	100
Piritiba	Sim	980,29	980,29	100
Planaltino	Não	955,16	305,19	31,95
Quixabeira	Não	366,23	84,96	23,2
Rafael Jambeiro	Sim	1.089,79	1.089,79	100
Retirolândia	Sim	242,15	176,54	72,9
Riachão do Jacuípe	Sim	1.154,56	1.154,56	100
Ruy Barbosa	Sim	1.991,75	1.991,75	100
Salinas da Margarida**	Não	150,45	1,51	1
Santa Bárbara	Não	346,74	138,52	39,95
Santa Terezinha	Sim	718,75	494,20	68,76
Santaluz	Não	1.622,27	217,33	13,4
Santo Estêvão	Sim	360,05	360,05	100
São Domingos	Sim	289,76	289,76	100
São Felipe**	Não	222,23	0,16	0,07
São Félix	Sim	103,14	103,01	99,87
São Gonçalo dos Campos	Não	294,53	112,08	38,05
São José do Jacuípe	Sim	362,16	327,25	90,36
Sapeaçu	Não	131,11	20,32	15,5
Saubara	Não	166,30	19,11	11,49
Seabra	Sim	2.406,11	1.491,90	62
Serra Preta	Sim	594,85	594,85	100
Serrinha	Sim*	582,85	233,57	40,07
Serrolândia	Não	321,92	59,82	18,58

Município	Sede na RPGA	Área do Município (km²)	Área na RPGA (km²)	% área na RPGA
Souto Soares	Sim	1.028,16	524,25	50,99
Tanquinho	Sim	243,64	243,64	100
Tapiramutá	Sim	714,79	714,79	100
Utinga	Sim	634,05	634,05	100
Valente	Sim	394,59	196,36	49,76
Várzea da Roça	Sim	468,19	468,19	100
Várzea do Poço	Sim*	206,42	146,77	71,1
Wagner	Sim	522,66	522,66	100

*Sede parcialmente inserida na RPGA **Município com menos de 1% de participação, excluído das análises.
Fonte: Elaboração própria a partir da malha municipal oficial do Estado (SEI, 2024).

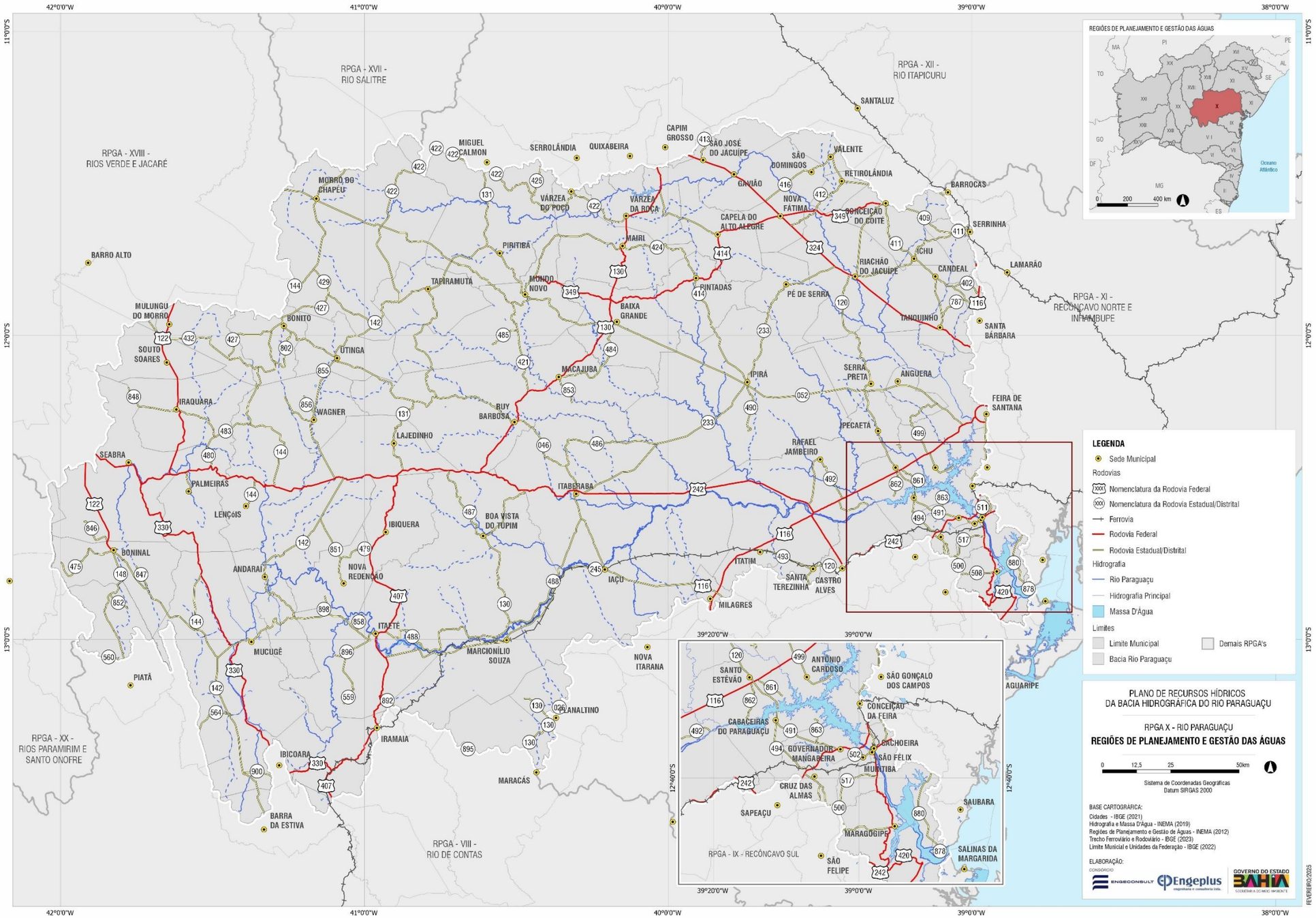
A RPGA abrange a área de dez territórios de identidade do estado, denotando a sua elevada diversidade: Bacia do Jacuípe, Baixo Sul, Chapada Diamantina, Irecê, Piemonte da Diamantina, Piemonte do Paraguaçu, Portal do Sertão, Recôncavo, Sisal e Vale do Jiquiriçá.

Um dos mais importantes rios da Bahia, o Paraguaçu percorre mais de 500 km, desde as suas nascentes principais na Chapada Diamantina, a uma altitude superior a 1.000 m, até a sua foz na baía de Todos-os-Santos. Seus principais afluentes são o rio Una e o rio Jacuípe. Destacam-se ainda na bacia hidrográfica os rios Cochó, Santo Antônio, Utinga e Capivari. Na RPGA está um dos maiores reservatórios do estado, Pedra do Cavalo, responsável pelo abastecimento de grande parte da cidade de Salvador e diversos municípios no entorno.

A RPGA X possui malha rodoviária com diversas conexões importantes como a BR-324, BR-116, BR-242 e a BR-101, além de trechos com rodovias estaduais relevantes, como a BA-052, BA-120, BA-245, BA-142, entre outras. Destaca-se ainda a Ferrovia Centro Atlântica que percorre diversos municípios da RPGA.

Os limites municipais e principais rodovias são apresentados na Figura 1.1 a seguir com a localização da RPGA X.

Figura 1.1: Localização da RPGA X



1.2. REGIONALIZAÇÃO DA RPGA

A área em estudo toma como referência e limites as bacias de drenagem da Região do Planejamento da Água (RPGA). Para efeito do estudo, portanto, a regionalização das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) consiste no processo de subdivisão da RPGA para fins de análise e planejamento, orientando e fundamentando a proposição e a implementação dos instrumentos de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

Para a elaboração do PRH e da PE do Paraguaçu, tomou-se como ponto de partida a regionalização definida para o PAEP, incluindo inicialmente pequenos ajustes relacionados ao refinamento dos limites externos da RPGA com base nas Ottobacias da ANA.

Para a definição das Unidades de Balanço (UB), o fator físico, representado pela rede hidrográfica, é o ponto principal a ser observado. Porém, na definição das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), há que se levar em conta fatores outros que não apenas a hidrologia (ou a hidrogeologia), uma vez que a dinâmica regional se apresenta influenciada por elementos internos e externos próprios ao seu contexto, condicionando alterações no território.

Assim, considerando estes aspectos, a regionalização proposta no PAEP, que considerou 10 Unidades de Balanço (UB) distribuídas em seis Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) foi reavaliada e reestruturada, distribuindo as 10 UB em sete UPGRH.

A metodologia adotada para a regionalização define inicialmente as Unidades de Balanço dos Recursos Hídricos superficiais (UB) para então, a partir de homogenias de demais fatores condicionantes, aproximar as Unidades de Balanço semelhantes, criando as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH).

As UPGRH se constituem, portanto, na base para a análise das unidades de paisagem no diagnóstico integrado e, posteriormente, no estudo de prognóstico e na fase final de planejamento. Com efeito, a compreensão da paisagem de forma sistêmica pressupõe metodologia de apreensão do conhecimento de forma a integrar elementos físicos, biológicos e antrópicos e como se dão as interações e inter-relações espaciais e, principalmente, seu potencial de interferência nos recursos hídricos.

No caso do PAE, a regionalização envolveu dois momentos: um primeiro que considerou critérios hídricos e hidrológicos associados às unidades de balanço e aos pontos de controle e um segundo envolvendo uma abordagem integrada e multidisciplinar das unidades de paisagem, que envolveu a análise do contexto de cada unidade de balanço a partir de fatores condicionantes de homogenia.

As unidades de balanço são definidas por um ponto de controle, que representa o extremo de jusante de uma unidade de balanço, sendo escolhidos segundo descontinuidades e/ou

mudanças de tendências sensíveis nas disponibilidades, demandas e transferências, as chamadas importações ou exportações).

No PAEP, os pontos de controle para a bacia do rio Paraguaçu foram definidos considerando diversos critérios. Especificamente no caso da UB 10.2, foram definidos dois pontos de controle, admitindo-se a simplificação de considerar que representam o local de confluência do Rio Santo Antônio com o riacho Baixa do Jacu e com o Rio Paraguaçu, em função da pequena distância da real confluência desses rios (4 km). Isso permitiu separar áreas do ambiente de metassedimentos (afluentes da margem direita Rio Santo Antônio e bacia incremental do Rio Paraguaçu) do ambiente cárstico.

No presente estudo, ao avaliar as características das UB10.1 e UB10.2, observou-se que a primeira UB compreende uma zona com predominância de irrigação com maior potencial de desmatamento e a segunda UB uma área com maior tendência a preservação e turismo, compondo área do parque nacional. Estes dois aspectos deixaram evidente a necessidade de tratá-los de forma individual e separada, ampliando assim o número de UPGRH para sete.

Considerando o conceito de pontos de controle, os critérios estabelecidos pelo PERH-BA para definir as unidades de balanço foram reformulados, adotando-se aqueles descritos no Quadro 1.2. Com a consolidação das Unidades de Balanço, também foram definidos os Fatores Condicionantes de Homogeneidade (FCH), tidos como fundamentais para uma análise consistente das condições de similaridade de características em relação aos demais elementos que condicionam a paisagem.

Assim a RPGA do rio Paraguaçu foi subdividida em 10 Unidades de Balanço, considerando os pontos de controle adotados e características específicas, conforme apresentado no Quadro 1.2. A Figura 1.2 apresenta as unidades de balanço definidas.

Quadro 1.2: Unidades de Balanço da RPGA X

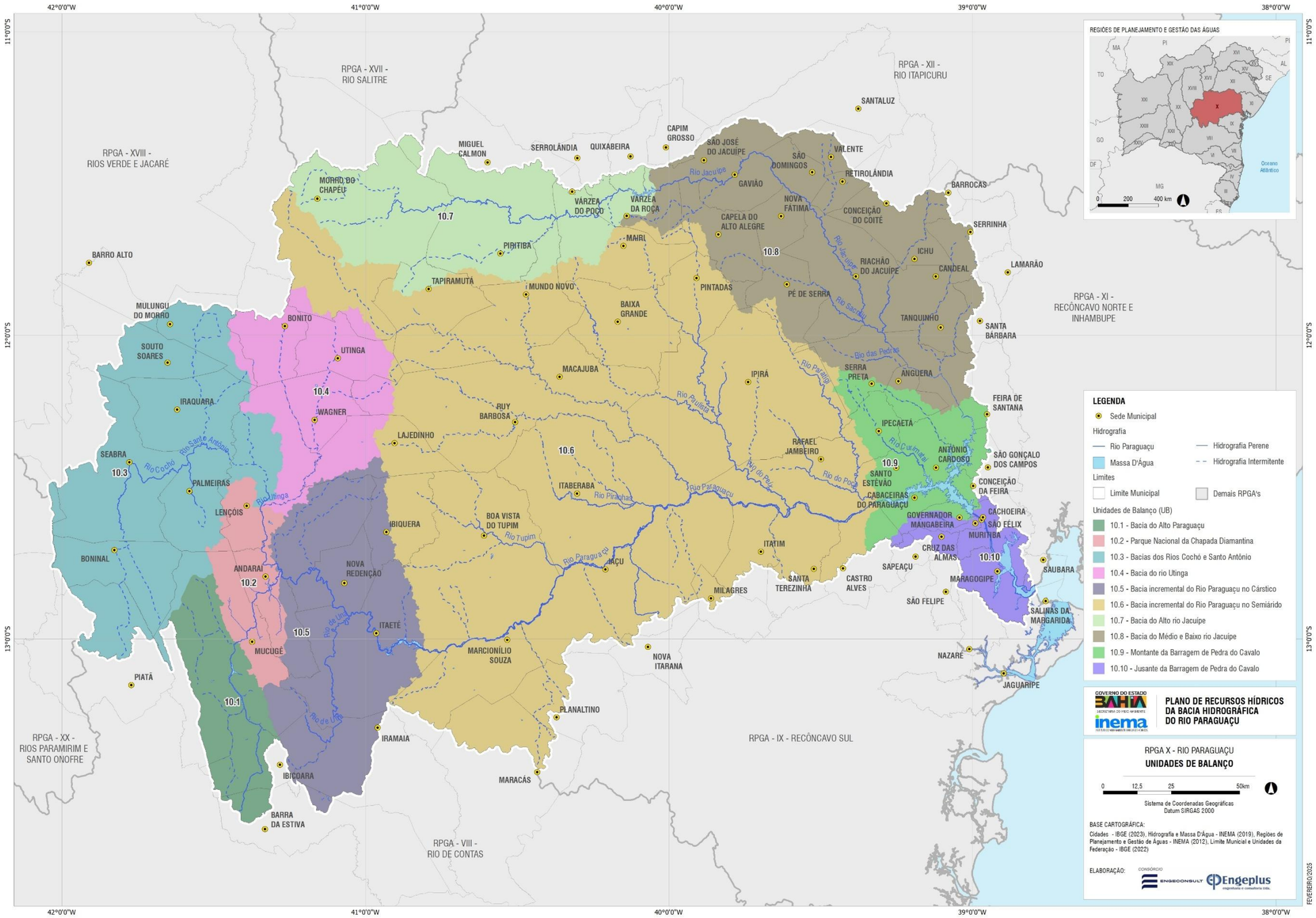
Unidade de Balanço	Características
UB 10.1 – Bacia do Alto Paraguaçu	Constitui a sub-bacia hidrográfica da nascente do rio Paraguaçu, que por conter um relevo relativamente plano, sobre um pacote de sedimentos espessos de Formação Guiné, que ocorre entre a Formação Lagoa de Dentro e Formação Tombador (Serra do Sincorá), associada a ocorrência de precipitação acima de 800 mm anuais, apresentou condições para o desenvolvimento agrícola. O rio Paraguaçu nessa UB é perene e contém a barragem de Apertado, instalada no curso principal do rio. O reservatório de Apertado possui um volume de 108,69 hm³ e vazão regularizada de 7,6 m³/s, interferindo de maneira significativa na disponibilidade hídrica da bacia. Hoje se encontra instalado o Agropolo de Mucugê, no entorno da barragem de Apertado e no trecho de rio a montante, tendo o uso intenso da água para a irrigação de culturas através de pivôs centrais.
UB 10.2 – Parque Nacional da Chapada Diamantina	A UB 10.2, como o indica o nome, tem grande parte de sua área dentro do Parque Nacional da Chapada Diamantina. Constitui-se uma bacia incremental do rio Paraguaçu que recebe vários afluentes que nascem e se desenvolvem no ambiente do Grupo Chapada Diamantina, de solos Neossólicos Litólicos, que geram grande escoamento superficial na época das chuvas. A região tem altos índices de pluviosidade (acima de 1.000 mm anuais) e relevo bastante acidentado, inúmeros rios e cachoeiras estão presentes. Os principais rios são: São José, Ribeirão, Brejinho, Baiano e Roncador. Destaca-se ainda a presença de um trecho do rio Santo Antônio, onde se forma os Marimbus, conhecido como "Pantanal Baiano".

Unidade de Balanço	Características
	Com exceção do curso principal do rio Paraguaçu, onde o escoamento é perene, os afluentes têm característica de rios intermitentes, já que o substrato não tem capacidade de armazenamento da água da chuva. A UB 10.2 se destaca pela qualidade ambiental dos remanescentes vegetais e pela paisagem ímpar associada ao relevo. Isso faz com que esta seja uma das principais zonas turísticas da Bahia, associada ao ecoturismo, o qual explora a rede hoteleira significativa e as inúmeras trilhas existentes.
UB 10.3 – Bacias dos Rios Cochó e Santo Antônio	Constitui a sub-bacia hidrográfica das nascentes do rio Cochó, que ao encontrar o rio Preto forma o rio Santo Antônio. Situa-se em uma região de domínio de metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina (Serras das Bordas Oriental e Ocidental), porém com ocorrência de rochas carbonáticas na área dos municípios de Iraquara, Souto Soares, Mulungu do Morro, Palmeiras e Seabra. No entanto, devido à falta de informações hidrológicas que permitam caracterizar os recursos hídricos dessa região de ambiente cárstico, essa área manteve-se integrada à bacia do rio Santo Antônio e a UB 10.3. Diferente das UB 10.1 e UB 10.2, a precipitação anual em grande parte da UB 10.3 é inferior a 700 mm. O rio Cochó tem característica de rio intermitente, enquanto o trecho do rio Santo Antônio é perene. A UB10.3 está ocupada com áreas de predomínio agropecuário (65%), que fica mais concentrado nas porções localizadas a oeste da Chapada Diamantina. A atividade turística é importante na região da Chapada Diamantina e nos municípios que contém cavernas e rios cristalinos do ambiente cárstico.
UB 10.4 – Bacia do rio Utinga	Esta unidade é definida pela totalidade da área sub-bacia hidrográfica do rio Utinga, um afluente importante pela margem esquerda do rio Santo Antônio. Parte da UB10.4, na sub-bacia do rio Bonito, que aflui ao rio Utinga pela margem direita, ocorrem rochas metassedimentares. Na outra parte ocorrem rochas carbonáticas do Grupo Una, estendendo-se desde a região de Utinga a norte até o vale do rio Utinga e seus afluentes pela margem esquerda. Apesar do índice pluviométrico anual desta UB ser mais baixo (entre 600 e 700 mm) que os observados nas UB anteriores, o rio Utinga é perene e adiciona uma vazão importante para o rio Santo Antônio no período de estiagem, devido ao substrato carbonático. O rio Utinga destaca-se atualmente em função da expansão da agricultura, inclusive irrigada, em suas margens, causando conflitos associados à menor disponibilidade de água, agravada pela baixa pluviosidade dos últimos anos.
UB 10.5 - Bacia Incremental do Rio Paraguaçu no Cárstico	A UB 10.5 constitui uma bacia hidrográfica incremental do rio Paraguaçu que inicia na confluência do rio Santo Antônio e finaliza na barragem Bandeira de Melo. Na UB10.5, que faz a transição entre o Alto e Médio Paraguaçu, ocorrem com menor expressão rochas metassedimentares, em terras de altimetria mais elevada, a oeste, e rochas carbonáticas, a leste, já em terrenos mais baixos, em contato com rochas do embasamento cristalino. Em ambas as margens do rio Paraguaçu são encontradas rochas carbonáticas. Sobre elas se desenvolvem na margem esquerda os riachos Baixa do Jacu, Boa Sorte e de Pedra. Na margem direita o principal afluente é o rio Una, que tem parte de suas nascentes ocorrendo sobre metassedimentos e o restante da bacia está sobre as rochas carbonáticas. A UB10.5, seguindo o curso rio Paraguaçu, avança cerca de 25 km sobre a área do embasamento cristalino para abranger o reservatório e a barragem Bandeira de Melo, que interfere de forma significativa na disponibilidade hídrica da bacia. O reservatório de Bandeira de Melo possui um volume de 111,59 hm³ e vazão regularizada de 20,6 m³/s.
UB 10.6 - Bacia Incremental do Rio Paraguaçu no Semiárido	A bacia hidrográfica incremental inicia a jusante da barragem Bandeira de Melo, acompanhando o curso principal do rio Paraguaçu e seus afluentes, até encontrar o reservatório da barragem Pedra do Cavalo. É a unidade de balanço com a maior área (23.340,92 km²). A UB10.6 abrange o médio curso da bacia, ocorre em área de topografia mais baixa, drenando predominantemente as rochas que compõem o embasamento cristalino. O clima é semiárido e em grande parte da unidade a precipitação anual varia entre menos de 500 mm a 700 mm. Com exceção do curso principal do rio Paraguaçu, onde o escoamento é perene na maioria dos anos, os afluentes são intermitentes. Apesar as áreas de drenagem dos afluentes chegarem a milhares de quilômetros quadrados, o substrato não tem capacidade de armazenamento da água da chuva.
UB 10.7 - Bacia do Alto Rio Jacuípe	A bacia hidrográfica do Rio Jacuípe se assemelha em parte com o padrão encontrado ao longo da bacia do rio Paraguaçu, quando nasce em áreas elevadas da borda da Chapada Diamantina, região de Morro do Chapéu, e tem seu curso principal orientado para leste. O rio tem regime de escoamento intermitente. A UB 10.7 abrange a sub-bacia do Alto rio Jacuípe. O rio, após um percurso de aproximadamente 60 km em terras altas do Planalto de Morro do Chapéu, desce a Serra do Tombador, nas encostas da

Unidade de Balanço	Características
	Chapada Diamantina, e adentra nos terrenos rebaixados do embasamento cristalino, em cotas de 600 metros, permanecendo neste tipo de terreno até o reservatório formado pela barragem de São José do Jacuípe. Nas terras altas de Morro do Chapéu o clima é do tipo Subúmido a Seco e a precipitação anual varia entre 700 a 1.000 mm. Logo abaixo dessa região se encontra a barragem de França. O reservatório de França possui um volume de 33,17 hm³ e vazão regularizada de 0,45 m³/s. No limite de jusante da UB7, localiza-se a barragem de São José do Jacuípe. O reservatório possui uma capacidade de armazenamento de 357 hm³ (cerca de dez vezes superior ao de França) e vazão regularizada de 1,6 m³/s. A barragem tem importante interferência na disponibilidade hídrica do rio Jacuípe.
UB 10.8 - Bacia do Médio e Baixo Rio Jacuípe	A UB 10.8 é uma bacia incremental do rio Jacuípe. Ela se inicia a jusante da barragem de São José do Jacuípe, estendendo-se até a posição da estação fluviométrica Ponte do Rio Branco, cerca de 5 km a montante do braço do reservatório da barragem de Pedra do Cavalo. Na UB ocorrem rochas do embasamento cristalino e o clima semiárido predomina, com precipitação anual variando entre 600 e 700 mm. O rio Jacuípe é intermitente nesse trecho. A agropecuária é a atividade predominante na unidade, associada à ampla degradação ambiental. Uma parte rural do município de Feira de Santana ocupa a UB8 no seu trecho final.
UB 10.9 - Montante da Barragem de Pedra do Cavalo	A UB 10.9 abrange as sub-bacias hidrográficas dos afluentes que drenam diretamente ao reservatório da barragem Pedra do Cavalo, com exceção do curso principal dos rios Paraguaçu e Jacuípe. A UB 10.9 contém o reservatório e a barragem Pedra do Cavalo. O reservatório possui um volume de 4.630,96 hm³ e vazão regularizada de 58,3 m³/s, gerando importante interferência na disponibilidade hídrica da bacia. O reservatório da barragem Pedra do Cavalo se estende por dois braços, um trecho sobre a calha do rio Paraguaçu e outro sobre o rio Jacuípe, que após a confluência formam o curso final do rio Paraguaçu. Os principais afluentes diretos ao reservatório são: o Ribeirão do Cavaco e o riacho Aguilhadas pela margem direita do braço sobre o rio Jacuípe; o rio Curumutaí pela margem esquerda do braço sobre o rio Paraguaçu e o rio Jenipapo pela margem direita. A UB 10.9 tem uma área total de 2.015 km², onde ocorrem rochas do embasamento cristalino. As nascentes dos rios Curumutaí e Ribeirão do Cavaco estão em área de clima semiárido, porém à medida que se aproxima do reservatório da barragem, a precipitação anual aumenta chegando a 1.000 mm. Parte da área urbana da sede do município de Feira de Santa ocupa a UB10.9, mas a atividade agropecuária predomina o uso do solo. O entorno do reservatório da barragem Pedra do Cavalo tem alto grau de degradação ambiental. Nesta UB estão localizadas as captações superficiais realizadas no reservatório da barragem de Pedra do Cavalo que fornecem água para o abastecimento humano das principais cidades no entorno e para a Região Metropolitana de Salvador.
UB 10.10 – Jusante da Barragem Pedra do Cavalo	A UB 10.10 abrange o curso principal do rio Paraguaçu e as sub-bacias hidrográficas dos afluentes a jusante da barragem Pedra do Cavalo, até a entrada do rio na Baía de Todos-os-Santos - BTS. Em função da dimensão do reservatório, a operação da barragem Pedra do Cavalo impõe as condições hidrológicas a jusante e tem alterado o regime de escoamento desse trecho do rio. As sub-bacias que drenam ao curso principal do rio têm tamanho relativamente pequeno diante da bacia contribuinte do rio Paraguaçu nesse ponto (mais de 50.000 km²). Os principais rios afluentes ao rio Paraguaçu são: rio Capivari (310 km²), Cachoerinha (116 km²) e Sinunga (67 km²). A precipitação anual varia entre 1.000 mm, próximo da barragem Pedra do Cavalo, e 1.700 mm, no trecho que deságua na BTS. O clima é úmido a subúmido. Nas áreas a montante da falha de Maragogipe, na Baía de Iguape, ocorre o embasamento cristalino, enquanto a jusante há a presença de sedimento da Bacia do Recôncavo, além de depósitos costeiros recentes. Nessa UB o rio Paraguaçu está na transição para o desague no Oceano Atlântico, que ocorre através da BTS, a partir da Baía de Iguape, constituindo um ambiente estuarino, que lhe traz comportamento hidrológico, hidrodinâmico e ecológico bastante rico, peculiar e complexo.

Fonte: Adaptado de BAHIA/ INEMA (2019).

Figura 1.2: Unidades de Balanço da RPGA X


42°0'0"W
41°0'0"W
40°0'0"W
39°0'0"W
38°0'0"W
11°0'0"S
12°0'0"S
13°0'0"S
RPGA - XVII - RIO SALITRE
RPGA - XII - RIO ITAPICURU
RPGA - XVIII - RIOS VERDE E JACARÉ
RPGA - XI - RECÔNCAVO NORTE E INHAMBUPE
RPGA - XX - RIOS PARAMIRIM E SANTO ONOFRE
RPGA - IX - RECÔNCAVO SUL
RPGA - VIII - RIO DE CONTAS
SANTALUZ
CAPIM GROSSO
MIGUEL CALMON
SERROLÂNDIA
QUIXABEIRA
SÃO JOSÉ DO JACUÍPE
SÃO DOMINGOS
VALENTE
RETIROLÂNDIA
GAVIÃO
BARROCAS
MORRO DO CHAPÉU
VÁRZEA DO POÇO
VÁRZEA DA ROÇA
NOVA FÁTIMA
CONCEIÇÃO DO COITÉ
SERRINHA
CAPELA DO ALTO ALEGRE
BARRO ALTO
PIRITIBA
MAIRI
ICHU
CANDEAL
LAMARÃO
TAPIRAMUTÁ
MUNDO NOVO
PINTADAS
RIACHÃO DO JACUÍPE
PÉ DE SERRA
MULUNGU DO MORRO
BONITO
BAIXA GRANDE
TANQUINHO
SANTA BÁRBARA
SOUTO SOARES
UTINGA
SERRA PRETA
ANGUERA
MACAJUBA
IPIRÁ
IRAQUARA
WAGNER
RUY BARBOSA
FEIRA DE SANTANA
IPECAETÁ
LAJEDINHO
RAFAEL JAMBEIRO
ANTÔNIO CARDOSO
SÃO GONÇALO DOS CAMPOS
SEABRA
SANTO ESTEVÃO
CONCEIÇÃO DA FEIRA
PALMEIRAS
ITABERABA
CABACEIRAS DO PARAGUAÇU
LENÇÓIS
IBIQUERA
BOA VISTA DO TUPIM
GOVERNADOR MANGABEIRA
CACHOEIRA
SÃO FÉLIX
MURITIBA
BONINAL
ITATIM
CRUZ DAS ALMAS
ANDARAÍ
NOVA REDENÇÃO
SAPEAÇU
SAUBARA
MARAGOGIPE
MILAGRES
SANTA TEREZINHA
CASTRO ALVES
SÃO FELIPE
SALINAS DA MARGARIDA
ITAETÉ
MUCUGÊ
MARCIONÍLIO SOUZA
NOVA ITARANA
NAZARÉ
PIATÃ
JAGUARIPE
PLANALTINO
IRAMAIA
IBICOARA
MARACÁS
BARRA DA ESTIVA
10.1
10.2
10.3
10.4
10.5
10.6
10.7
10.8
10.9
10.10
Rio Jacuípe
Rio Paraguaçu
Rio Utinga
Rio Cochó
Rio Santo Antônio
Rio Piraíchal
Rio Tupim
Rio Paraguaçu
Rio de Contas
Rio Paraguaçu
Rio Paraguaçu
Rio Jacuípe
Rio Jacuípe
Rio Paraguaçu
Rio Paraguaçu
Rio Paraguaçu

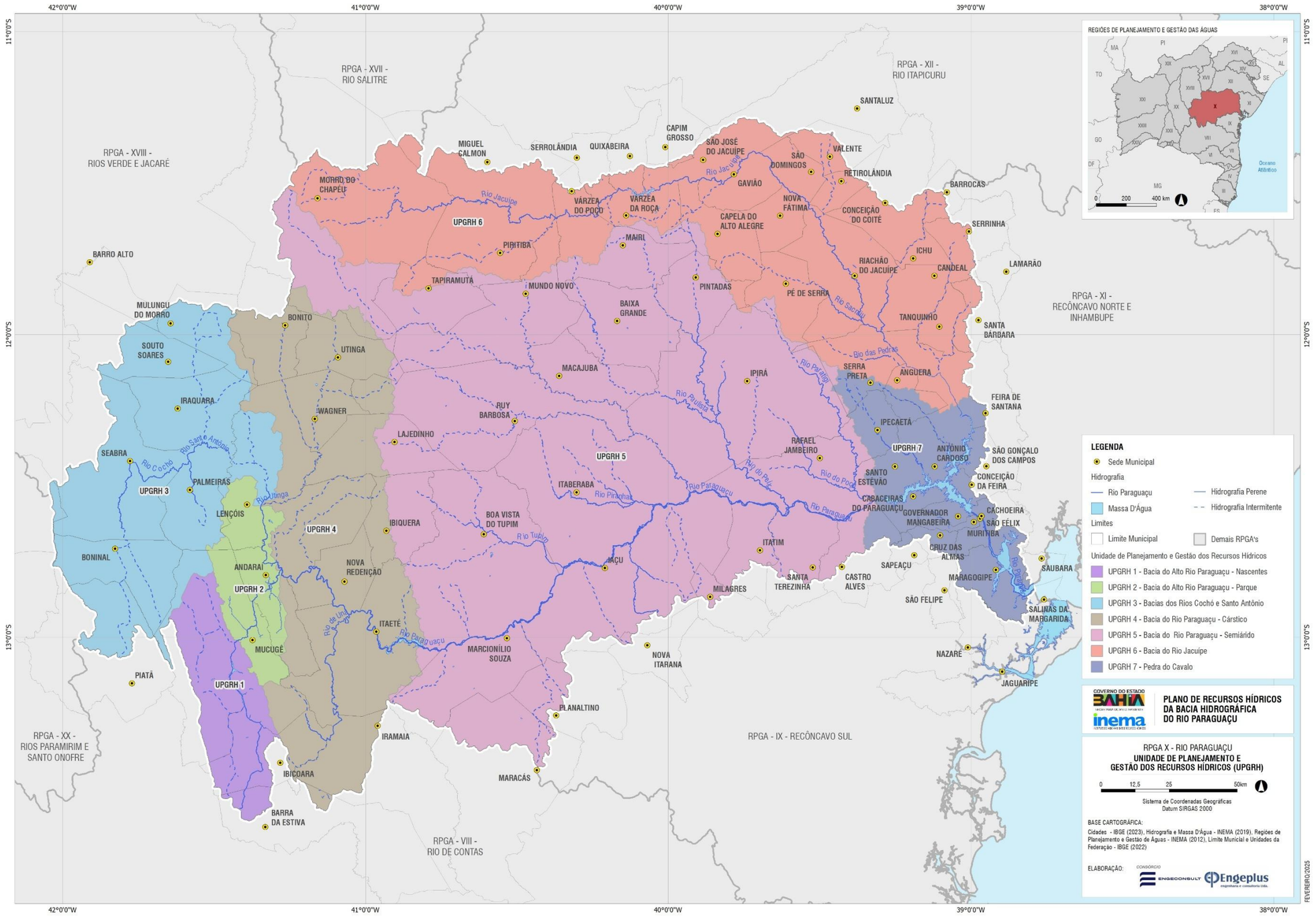
No Quadro 1.3 são apresentadas as Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH) definidas para a RPGA X e a Figura 1.3 apresenta a sua espacialização. A RPGA ficou agrupada em sete UPGRH, onde as UPGRH 4, UPGRH 6 e UPGRH 7 agrupam duas Unidades de Balanço em cada.

Quadro 1.3: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraguaçu

UPGRH	Unidades de Balanço na UPGRH	Características de Homogenia Identificadas
UPGRH1 – Bacia do Alto Rio Paraguaçu – Nascentes	UB 10.1	Clima úmido a subúmido. Rio principal com regime de escoamento perene. Interferência hídrica da barragem de Apertado no curso principal e outras nos afluentes. Predomínio do aquífero fissural nas bordas formando zonas de recarga do aquífero sedimentar e cárstico. Atividade agrícola pressionando a conservação ambiental. Baixa densidade demográfica.
UPGRH2 - Bacia do Alto Rio Paraguaçu – Parque	UB 10.2	Clima úmido a subúmido. Rio principal com regime de escoamento perene. Restrição de uso imposto pelo Parque Nacional da Chapada Diamantina. Baixa densidade demográfica. Turismo como atividade importante.
UPGRH3 – Bacia dos Rios Cochó e Santo Antônio	UB 10.3	Clima subúmido a seco. Predomínio de metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina. Ambiente cárstico sem informações hidrológicas. Atividade agropecuária e turismo são predominantes.
UPGRH4 – Bacia do Rio Paraguaçu - Cárstico	UB 10.4 e UB 10.5	Clima semiárido predominante. Transição entre o Grupo Chapada Diamantina e o Embasamento cristalino. Ocorrência predominante de rochas carbonáticas. Afluentes com regime de escoamento perene. Atividade agrícola em expansão. Potencial de exploração da água subterrânea.
UPGRH5 – Bacia do Rio Paraguaçu – Semiárido	UB 10.6	Clima semiárido e embasamento cristalino predominantes. Interferência hídrica de barragem no curso principal do rio. Afluentes intermitentes. Curso principal do rio perene, na maioria dos anos. Atividade agropecuária predominante. Captações de água ao longo do curso do rio principal.
UPGRH6 – Bacia do Rio Jacuípe	UB 10.7 e UB 10.8	Clima semiárido e embasamento cristalino predominantes. Afluentes intermitentes. Interferência hídrica das barragens no curso principal e afluentes. Atividade agropecuária predominante. UB muito antropizadas, com exceção da região mais a montante, em Morro do Chapéu, na UB10.7.
UPGRH7 – Pedra do Cavalo	UB 10.9 e UB 10.10	Ambas as UB estão fortemente ligadas a barragem Pedra do Cavalo, seja pelos efeitos de montante ou de jusante. Interferência hídrica de barragem. Captações de água expressivas no reservatório da barragem. Atividade agropecuária predominante. Maior densidade demográfica da bacia. Áreas urbanas, infraestrutura e logística importantes.

Fonte: Adaptado de BAHIA/ INEMA (2019).

Figura 1.3: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos



CAPÍTULO 02: *CONSIDERAÇÕES INICIAIS*

2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Água subterrânea é um recurso hídrico limitado que tem relação com: geologia (tipos e características das rochas/solos e estruturas geológicas) e relevo (geomorfologia, declividade); interações hidráulicas (condições de infiltração no solo e de circulação de água dentro dos aquíferos; interações águas atmosféricas – subterrâneas – superficiais; relações entre aquíferos) e clima (sobretudo quantidade e distribuição das chuvas), dentro do ciclo das águas. Está sob influência da ação humana: extração (por poços) e usos das águas; balanço entre disponibilidade e estes usos; ações antrópicas no uso e ocupação do solo; atividades potencialmente poluidoras e seus impactos nos aquíferos/águas; ações de gestão, monitoramento e proteção.

Aquífero é uma unidade ou conjunto de unidades geológicas quaisquer com características específicas, como a capacidade de armazenar e transmitir (circular) águas subterrâneas através de vazios (poros entre grãos, fraturas/fissuras ou cavidades nas rochas/solos), possibilitando seu aproveitamento como recurso hídrico. Logo, um dos principais elementos definidores do entendimento das unidades aquíferas e da dinâmica das águas subterrâneas é através do conhecimento aplicado da geologia.

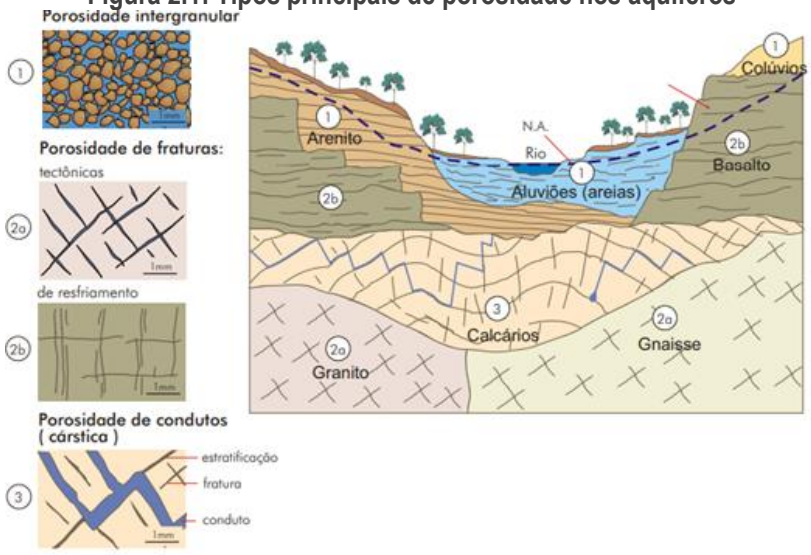
Entre as características dos aquíferos, está o volume de espaços vazios das rochas/solos (porosidade) e a conexão entre eles para que a água possa circular. Os principais tipos de aquíferos pela porosidade são: intergranular, em rochas e terrenos sedimentares ou ainda em porções de rocha alterada qualquer (manto de intemperismo); a fissural (ou de fraturas), sobretudo em fraturas e demais descontinuidades / estruturas de rochas ígneas ou metamórficas (terrenos cristalinos); e a cárstica (sobretudo em rochas metamórficas ou sedimentares), na qual pode ocorrer dissolução química de rochas de composição principalmente carbonática (gerando vazios de cavidades), além da porosidade intergranular ou de fissural – Figura 2.1.

No planejamento de recursos hídricos, é amplamente utilizado o indicador de vazão (Q) a partir de captações. No entanto, para um entendimento mais efetivo das águas subterrâneas, é necessária a compreensão dos principais domínios ou unidades aquíferas; e a consideração de suas características quantitativas (descritas na presente Nota Técnica – NT6) e qualitativas (NT7), bem como sua interação e correlação com uma série de condicionantes (hídrico-atmosféricos, físicos e antrópicos), os quais são também discutidos nestas Notas Técnicas, e prosseguirão no Diagnóstico Integrado e Etapas/produtos seguintes do PRH.

Deve-se ter em mente que a delimitação dos principais aquíferos não coincide necessariamente com as divisões hidrográficas ou de planejamento, levando cada unidade de planejamento a ter, por vezes, mais de um aquífero principal presente. Ao passo que, para uma gestão específica dos aquíferos, seria necessário considerar inclusive áreas situadas em outras RPGA (além da RPGA X) ou mesmo fora da Bahia em alguns casos, o que vai além do escopo deste trabalho. Por outro lado, para o foco atual neste PRH, na RPGA, é necessário efetuar a delimitação dos principais aquíferos e bases de dados hidrogeológicos dentro das divisões hidrográficas e de planejamento (como UPGRH ou UB), pois esta abordagem é consagrada na gestão de recursos

hídricos e para que se possibilite o diálogo e a integração com os temas das outras NT do Diagnóstico.

Figura 2.1: Tipos principais de porosidade nos aquíferos



Fonte: TEIXEIRA et al. (2009).

[

Os Capítulos a seguir descrevem: os principais Domínios/Unidades Aquíferas (Cap. 3); bases de dados de poços, seu tratamento e interpretação do ponto de vista quantitativo e entendimento preliminar de modelo conceitual hidrogeológico e integrado (4); e estimativa das disponibilidades hídricas subterrâneas (5). Estes conteúdos devem ser somados aos da avaliação dos aspectos qualitativos (NT7) e avançarão com a execução do Diagnóstico Integrado. Este conjunto de atividades subsidiará o elenco de ações de gestão e intervenção nas etapas seguintes do Plano.

O panorama atual verificado na presente NT indica a existência de ainda poucos estudos hidrogeológicos na Bacia do rio Paraguaçu; a necessidade de aprimoramento nas bases de dados; de maior atenção no zelo construtivo, de proteção sanitária e no controle dos poços, bem como no monitoramento hidrogeológico (já presente em algumas partes da RPGA, mas insuficiente).

O crescente aumento das demandas por água subterrânea, se não atentado pelos gestores, pode conduzir a uma retirada (extração) de água em quantidade superior à reposição natural dos aquíferos; levar ao rebaixamento da superfície potenciométrica (com poços que necessitam ser cada vez mais profundos e/ou que até secam); e ao aumento do potencial de interferências entre poços (caso de poços próximos entre si, sem dimensionamento integrado adequado).

A carência de dados mais detalhados e representativos, e o estágio atual do conhecimento, ainda não permite delimitar com detalhe e exatidão áreas mais críticas (sem contar que é isso um processo dinâmico), mas já sinalizam um retrato inicial a ser considerado, a partir do que é apresentado nas NT 6 (e também na NT7). Esse panorama demanda, assim, ações futuras específicas, as quais serão propostas na etapa do Plano de Ações, consubstanciadas com o diálogo participativo nas oficinas realizadas ao longo de todo processo de construção do PRH.

CAPÍTULO 03: *PRINCIPAIS UNIDADES/ DOMÍNIOS AQUÍFEROS*

3. PRINCIPAIS UNIDADES / DOMÍNIOS AQUÍFEROS

A RPGA como um todo está localizada predominantemente em clima semiárido (cerca de 2/3 do total), muito sensível do ponto de vista da disponibilidade ou oferta de água, com cerca de 700mm/ano de chuva ou menos (isoietas na faixa inferior de até 500mm/ano). Em sua porção oeste/noroeste (parte superior das bacias dos rios Paraguaçu e Jacuípe, sobretudo na Chapada da Diamantina), o clima torna-se mais ameno e relativamente mais úmido (com isoietas de 900 até 1.100mm/ano); também é distinta a porção do extremo sudeste da RPGA (reservatório Pedra do Cavalo, arredores e a jusante), com mais chuva à medida que se aproxima do litoral (isoietas até 1.400mm/ano).

O mapa da Figura 3.1 apresenta as isoietas médias anuais e a conformação do relevo com base no MDT – modelo digital de terreno, evidenciando a heterogeneidade e variações na RPGA; chuvas e relevo são fatores importantes neste entendimento. Interessante notar ainda as porções do estado (e RPGA) que vertem ao rio São Francisco (RPGA XVII – Salitre, XVIII – Verde e Jacaré e XX – Paramirim e Santo Onofre, a NW e oeste da RPGA); a RPGA em si e demais RPGA limítrofes (ao norte, nordeste, leste, sul, SE e SW), já na Região Hidrográfica do Atlântico Leste.

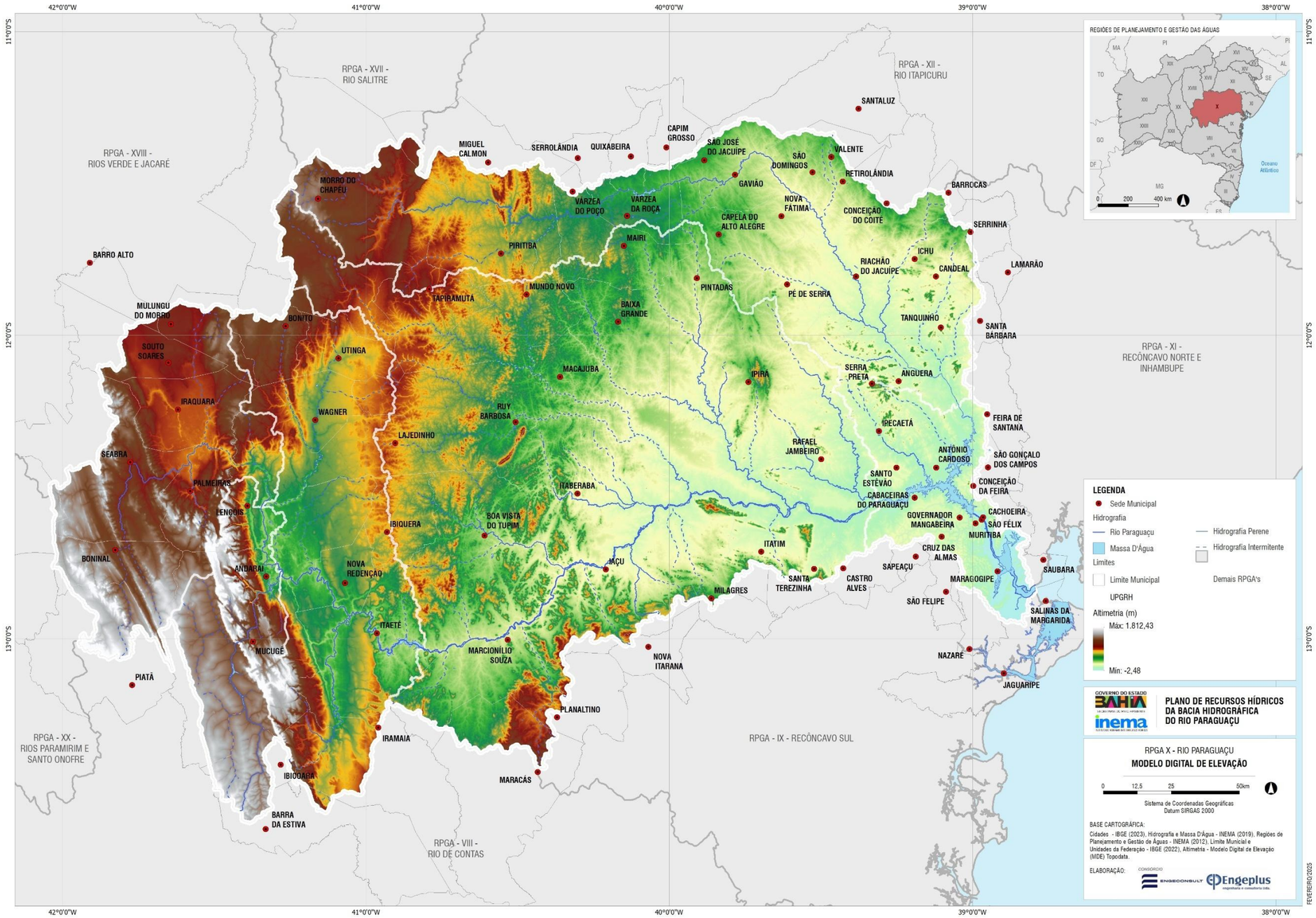
Com base na correlação com a geologia e uma série de dados e informações hidrogeológicas que são apresentados nas NT 6 e 7, foram delimitados os principais Domínios Aquíferos:

- Metassedimentar;
- Embasamento Cristalino;
- Cárstico: na região de Iraquara/Souto Soares e nos vales dos rios Una e Utinga;
- Sedimentares/Coberturas diversas (rochas e sedimentos recentes).

Na parte oeste da RPGA, é possível avistar, em destaque no relevo, a região da Borda Oriental da Chapada Diamantina, com cotas mais elevadas, de 800 a mais de 1.500m. Trata-se de área montanhosa, com predomínio de afloramentos de metassedimentos (e sedimentos associados), que perfazem o Domínio Aquífero Metassedimentar, do tipo fissural (eventualmente também de porosidade intergranular nas porções menos metamorfizadas ou intempericamente mais alteradas), de macro estruturação de relevo alongada mais visível a SSE-NNW (sobretudo nas UPGRH 1, 2 e 3).

A extensão aflorante deste Domínio Aquífero é de 25,7% do total da RPGA (10.158,66 km^2; e maior que 14.000 km^2 se interpretativamente suprimidas ou "filtradas" as coberturas mais recentes), presente nas UPGRH 1 a 6 (destacando-se a UPGRH 3 – maior extensão – e UPGRH 2 – maior %, com mais de 90% desta unidade). Aflora em vários municípios, como: Morro do Chapéu, Lençóis, Seabra, Mucugê, Palmeiras, Andaraí, Boninal, Bonito, Iramaia e Piatã.

Figura 3.1: Distribuição da precipitação pluviométrica média anual na RPGA em função das cotas de relevo (MDT)



Fonte: elaboração própria, com base no mapa do MDT adotado e isoietas da NT-2.

Os metassedimentos são formados por rochas sedimentares antigas, dobradas e metamorfizadas ao longo do tempo geológico, compostas de arenitos, conglomerados e algumas porções com rochas pelíticas (de granulometria mais fina, argilosa/siltosa) ou metavulcânicas. São litotipos do Supergrupo Espinhaço, com litotipos representados pelas Formações Rio dos Remédios, Ouricuri do Ouro, Mangabeira, Lagoa de Dentro e Açuruá (unidades do Paleo - Proterozóico - Grupo Paraguaçu ou Paraguaçu / Rio dos Remédios, em variação da nomenclatura presente na literatura), além do Grupo Chapada Diamantina (unidades do Meso-Proterozoico - Formações Tombador, Caboclo, Morro do Chapéu). Também foram considerados neste conjunto os sedimentos da Formação Bebedouro (mais recentes, da base do Grupo Una – Neo-Proterozoico), por sua composição predominantemente silicática.

Devido à complexa geologia da região, com dobramentos, basculamentos, falhas, entre outras estruturas e fenômenos comentados mais à frente, há uma série de efeitos específicos, sobretudo no limite do Domínio Metassedimentar com outros Domínios (como o Cárstico), gerando processos de exsudação, evidenciados por descargas em rios (caso, p.e., dos rios Utinga e Mucambo, na UPGRH 4) e poços com vazões extraordinariamente elevadas (como observados em Utinga), que não são resultado apenas das litologias locais e da recarga (direta) por infiltração, mas também com contribuições alogênicas (processos pelo qual a água subterrânea provém de fontes externas à área onde o aquífero aflora), refletindo-se em poços nas interfaces entre estes aquíferos ou adjacências (como nos casos mencionados acima). Também com contribuição de água que circula pelo Domínio Metassedimentar e descarrega superficialmente, estão os "Marimbus" (conhecido "Pantanal" da região), verificável, p.e., em áreas como entre Lençóis e Andaraí.

Nas adjacências da porção mais montanhosa da Chapada Diamantina, e rumo ao leste na RPGA, há relevo de transição (correspondente às unidades geomorfológicas dos Patamares do Médio Paraguaçu e Serras Marginais, além de unidades de menor expressão ao sul de Marcionílio Souza), até as superfícies planas e arrasadas do Pediplano Sertanejo. Nesta porção central e centro-leste da RPGA, predominam unidades geológicas do Embasamento Cristalino, como gnaisses, migmatitos, granitoides e outros litotipos (ígneos e metaígneos). Perfazem o Domínio Aquífero do Embasamento Cristalino, sob marcada influência de clima semiárido.

Compõem a maioria da RPGA (31.972,62 km^2, ou seja, 58,5%; e quase 35.300 km^2 se interpretativamente suprimidas ou "filtradas" as coberturas mais recentes as coberturas), presente nas UPGRH 4 a 7 (destacando-se a UPGRH 5 – maior extensão, com quase 20.000 km^2 de exposição, e 62% desta unidade – maior %; seguida da UPGRH 6 – 9.477,1 km^2 ou 29,6% desta unidade). Aflora em vários municípios, como: Boa Vista do Tupim (maior área em um município), Ipirá, Iaçu, Ruy Barbosa, Riachão do Jacuípe, Mundo Novo, Baixa Grande, Rafael Jambeiro, Mairi, Marcionílio Souza, Piritiba, Feira de Santana, Macajuba, Pintadas, Itatim, Capela do Alto Alegre, Miguel Calmon, Pé de Serra, Serra Preta, Conceição do Coité, Santa Terezinha e Maracás.

Trata-se de um Domínio Aquífero bastante heterogêneo, mas invariavelmente do tipo fissural, onde a água fica armazenada e circula em fraturas, falhas e outras estruturas geológicas,

podendo haver ainda manto de alteração e coberturas detríticas subjacentemente (nessas porções, é mais visível a correlação direta com o efeito das chuvas, dentro do ciclo das águas).

A identificação e correlação entre macro-estruturas geológicas (lineamentos, principais falhas etc.), a presença de água e produção dos poços (com correlação frequentemente positiva entre densidades/cruzamentos de estruturas geológicas com vazões ou capacidades específicas dos poços) é um dos critérios para seleção de locais para perfuração de novos poços.

As captações (poços) deste Domínio normalmente são de baixa vazão, com bastante incerteza, condicionada à ocorrência, grau de fraturamento e quão compacta (ou não) é a rocha, às dimensões/interconexões das fraturas/fendas e eventual preenchimento, sendo de difícil previsibilidade. O modelo conceitual deste Domínio se associa principalmente ao ciclo natural das águas, de chuva infiltrando no solo/rochas, com descargas de base para a rede de drenagem, além das perdas por evapotranspiração.

CPRM (2014) apresenta o Mapa Hidrogeológico do Brasil, em escala 1:1.000.000, que utiliza método da Associação Internacional de Hidrogeologia – IAH, com distinção entre os aquíferos intergranulares, representados em azul, e aquíferos fraturados (verde); tonalidade mais forte indicando maior produtividade; e aquicludes ou não aquíferos em marrom. A cartografia é feita com base em seis classes de produtividade (além das tipologias intergranular, fraturado e cárstico), as quais levam em consideração parâmetros hidrodinâmicos (capacidade específica - Q/s; transmissividade – T; condutividade hidráulica – K; e vazão por poço - Q) – Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Representação dos sistemas aquíferos através de cores e caracterização hidráulica das seis classes de produtividade - CPRM

Classes	Granulares	Fraturadas	Cársticas	Q/s ($m^3/h/m$) *	T (m^2/s)	K (m/s)	Q (m^2/h)	Produtividade **
(1)				≥ 4,0	≥ 10^{-2}	≥ 10^{-4}	≥ 100	Muito alta - Fornecimento de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos que se destacam em âmbito nacional.
(2)				2,0 ≤ Q/s < 4,0	10^{-3} ≤ T < 10^{-2}	10^{-5} ≤ T < 10^{-4}	50 ≤ Q < 100	Alta - Características semelhantes à classe anterior, contudo situando-se dentro da média nacional de bons aquíferos.
(3)				1,0 ≤ Q/s < 2,0	10^{-4} ≤ T < 10^{-3}	10^{-6} ≤ T < 10^{-5}	25 ≤ Q < 50	Moderada - Fornecimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades e irrigação em áreas restritas.
(4)				0,4 ≤ Q/s < 1,0	10^{-5} ≤ T < 10^{-4}	10^{-7} ≤ T < 10^{-6}	10 ≤ Q < 25	Geralmente baixa, porém localmente moderada - Fornecimento de água para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.
(5)				0,04 ≤ Q/s < 0,4	10^{-6} ≤ T < 10^{-5}	10^{-8} ≤ T < 10^{-7}	1 ≤ Q < 10	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa - Fornecimentos contínuos dificilmente são garantidos.
(6)				< 0,04	< 10^{-6}	< 10^{-8}	< 1	Pouco produtiva ou não aquífera - Fornecimentos insignificantes de água. Abastecimento restrito ao uso de bombas manuais.

*Obs.: capacidade específica (Q/s) como a razão entre vazão e rebaixamento do poço; **características esperadas da produtividade dos poços. Fonte: CPRM (2014).

No recorte para a RPGA, CPRM (2014) indica que a imensa maioria das áreas com Embasamento Cristalino na RPGA possuem produtividade de classe 5 (geralmente muito baixa). Este mapa não tem escala de detalhe necessário, inclusive apresenta tanto Embasamento Cristalino, quanto Metassedimentos com baixa produtividade.

Na presente NT, foram separadas duas unidades no Domínio Aquífero do Embasamento Cristalino, nas porções menos e mais secas, respectivamente com precipitações acima e abaixo de 800mm/ano (adotando a parametrização de NEGRÃO, 2007; PERH-BA, 2012; e BAHIA, 2019), mas atualizando a distribuição espacial em função do mapa de isoietas deste Plano (NT2).

O terceiro conjunto dos principais Domínios Aquíferos da RPGA é composto pelos terrenos cársticos, associados a rochas de composição predominantemente carbonática (ou com misturas desta composição) e ao relevo dos Pediplanos Carstificados – trata-se do Domínios de Aquíferos Cársticos, com porosidades cárstica (ocorrência de dissolução de rochas, gerando cavidades/vazios) e fissural, sendo que, pela configuração geológico-geográfica, optou-se pela segregação em duas porções (adotada também no PAEP – BAHIA, 2019):

- Domínio Cárstico Iraquara / Souto Soares: situado a noroeste na RPGA, na região Iraquara - Souto Soares - Mulungu do Morro, dentro da UPGRH 3 (UB 10.3 – rios Cochó e Santo Antônio), com 861,9 km^2 ou cerca de 2% da RPGA (e 1.398,64 km^2 com coberturas/sedimentos filtrados – 2,6% da RPGA). Possui processos de carstificação comparativamente mais evoluídos em relação à porção Una/Utinga. Compõe-se de rochas carbonáticas na parte central de um sinclinal (em que as camadas mais recentes se encontram no centro da estrutura), em feição formada, nas bordas, por rochas metassedimentares dobradas da Chapada Diamantina. Tem representantes de rochas carbonáticas do Supergrupo São Francisco (Grupo Una - Formação Salitre - unidades Jussara, Gabriel, Nova América e Lapão - NP2sj1, NP2sj2, NP2sg, NP2snl, NP2sn), que recobrem de forma discordante os sedimentos dobrados e metamorfizados do Supergrupo Espinhaço (Chapada Diamantina). Trata-se da porção sul da Bacia de Irecê, que se adentra, desde a RPGA, rumo à RPGA Verde-Jacaré, ao norte/noroeste. Além de Iraquara, Souto Soares e Mulungu do Morro, há áreas menores de seu afloramento em Palmeiras, Seabra e Barro Alto.
- Domínio Cárstico Una/Utinga: situado na região entre Utinga (limite norte), Wagner, Nova Redenção e Iramaia (mais ao sul); trata-se de porção de maior extensão cárstica na RPGA (com 3.224,3 km^2 ou cerca de 6% da RPGA; e 3.535,7 km^2 com coberturas/sedimentos filtrados – 6,5%), formando uma faixa norte-sul na bacia do rio Paraguaçu, notadamente na UPGRH 4 (UB 10.4 e 10.5). Os processos de carstificação são comparativamente menos evoluídos em relação à porção Iraquara/Solto Soares. Possui representação em rochas do Supergrupo São Francisco (Grupo Una - Formação Salitre - unidades Gabriel, Nova América e Lapão - NP2sa, NP2snl, NP2sn). As maiores exposições situam-se nos municípios de Itaetê, Andaraí, Nova Redenção, Lajedinho, Iramaia, Wagner, Ibiquera, Ruy Barbosa, Utinga e Boa Vista do Tupim.

A alimentação desses Domínios Cársticos ocorre tanto por infiltração a partir da água de chuva (recarga direta, nas áreas de afloramento), quanto de forma indireta. No segundo caso, por contribuição de rochas adjacentes e em condição topográfica mais elevada, nas quais, a água circula e, por caminhamento (de maior para menor carga hidráulica) e diferenças de cargas hidráulicas (em relação aos aquíferos), gera, quando da presença de descontinuidades e interconexão, a possibilidade de alimentação dos terrenos cársticos desde os metassedimentos.

Por isto, os principais exutórios, além da descarga de base na rede de drenagem local, também ocorrem na forma de surgências ao longo das vertentes, ou se manifestando da forma de poços de vazões anomalamente mais elevadas. Sem contar, evidentemente, a contribuição das feições cársticas (de dissolução e evolução deste processo) na circulação de água subterrâneas nas áreas de ocorrência.

CPRM (2014), no Mapa Hidrogeológico do Brasil, indica características variáveis das áreas com Aquífero Cárstico na RPGA, sendo no setor Iraquara / Souto Soares de classe 4/baixa (predominante) a 2/alta; e no setor Una/Utinga, predominantemente de classe 5 (geralmente muito baixa), mas podendo variar a classes de mais elevada produtividade.

As demais porções da RPGA correspondem a diversas coberturas e terrenos sedimentares recentes no tempo geológico (Cenozoico ao tempo presente), havendo dois conjuntos principais. As coberturas mais recentes, sobretudo detrítico-lateríticas e aluvionares, estão associadas aos terrenos dos principais Domínios Aquíferos descritos anteriormente (Metassedimentar, Embasamento Cristalino e Cárstico). Há ainda formações sedimentares distintas e áreas com sedimentos associados a relevos tabulares pouco elevados e de topos planos (Tabuleiros Interioranos, Tabuleiros Pré-Litorâneos) e, sobretudo nas proximidades da foz do rio Paraguaçu (na porção sudeste/leste da RPGA, há, aos Tabuleiros do Recôncavo e das Baixadas Litorâneas. Esses dois conjuntos, assim reunidos, são descritos a seguir:

- Coberturas interioranas/recentes (8.053,2 km^2 ou 14,7% da RPGA): coberturas detríticas indiferenciadas; coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas; coberturas detrito-lateríticas ferruginosas; coberturas residuais; e depósitos aluvionares. As maiores áreas estão nos municípios de Mucugê, Morro do Chapéu, Ibicoara, Boninal, Seabra, Ipirá, Tapiramutá, Ruy Barbosa, Mundo Novo, Andaraí, Iraquara, Bonito, Mulungu do Morro, Souto Soares, Planaltino, Itaberaba, Maracás e Várzea da Roça.

Em termos de distribuição nas UPGRH, destacam-se a UPGRH-5 (maior área – 2.630,8 km^2, sobretudo sobre o Embasamento Cristalino), 3 (notadamente sobre terrenos metassedimentares e cársticos) e 1 (esta, principalmente adentrando ao Domínio Aquífero Metassedimentar, com destaque para a presença do Agropolo de Mucugê, no alto curso do rio Paraguaçu e do reservatório do Apertado, em porção sedimentar espessa – até 150m, conforme mencionado por BAHIA, 2018, mas pouco estudada).

Esses conjuntos sedimentares mais recentes, ainda pouco investigados, podem apresentar papel importante na hidrogeologia regional/local, como meio de infiltração da água de chuva (possibilitando a recarga aos pacotes subjacentes dos três principais Domínios Aquíferos); no entanto, quando da presença de porções mais argilosas, podem representar tanto um fator de dificuldade à infiltração, quanto de atenuante para potenciais cargas contaminantes. Sua extensão e caráter heterogêneo dificultam uma cartografia mais detalhada, mas isto pode ser efetuado em estudos locais.

- Sedimentos/Coberturas - Recôncavo/Litoral (pequena área, menor que 1% da RPGA, ou 384,2 km²), com agrupamento de porções sedimentares distintas, formadas por: arenitos

e conglomerados da Formação Sergi (Grupo Brotas); folhelhos e sedimentos heterogêneos do Grupo Santo Amaro - indiviso; arenitos e sedimentos heterogêneos do Grupo Barreiras (Tabuleiros Pré-Litorâneos); terrenos litorâneos mistos, de depósitos flúvio-marinhos e eólicos Pleistocênicos; e depósitos litorâneos Holocênicos.

Essas porções sedimentares distintas possuem área notadamente nos municípios de Maragogipe, Cachoeira, São Gonçalo dos Campos, Conceição da Feira, Feira de Santana e Saubara; sendo praticamente a totalidade na UPGRH 7 (372,0 de 384,19 km^2).

Trata-se de terrenos da Bacia Sedimentar do Recôncavo e partes costeiras, na transição para o ambiente marinho (ou misto/marinho) da Baía de Todos-os-Santos, que possuem pequena área na RPGA, destacando-se, como aquíferos, mais nas outras RPGA, adjacentes à RPGA do rio Paraguaçu.

O Quadro 3.2 e o Quadro 3.3 apresentam os dados de áreas dos principais Domínios/Unidades Aquíferas, nas variações com as coberturas/sedimentos recentes, e alternativa com estas filtradas. O mesmo é retratado na Figura 3.2 e na Figura 3.3, respectivamente. Por fim, o Quadro 3.4 apresenta a correlação dos principais Domínios/Unidades Aquíferas e geologia, conforme descrito anteriormente.

A Figura 3.4 a Figura 3.45 apresentam alguns exemplos de exposições e características geológico-litológicas dos principais Domínios e Unidades Aquíferas, a partir de vistorias em campo: Embasamento Cristalino (Figura 3.4 até Figura 3.17); Cárstico - Iraquara/Souto Soares e Una/Utinga (Figura 3.18 até Figura 3.31); e Metassedimentar (Figura 3.32 até Figura 3.45).

Quadro 3.2: Áreas dos Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição nas UPGRH da RPGA

Domínio/Unidade	UPGRH-1	UPGRH-2	UPGRH-3	UPGRH-4	UPGRH-5	UPGRH-6	UPGRH-7	Área – RPGA (km²)	Área (%)
Metassedimentar	311,60	1.274,44	3.647,60	2.904,72	735,97	1.284,33	0,00	10.158,66	18,6
Embasamento Cristalino P ≤ 800mm/ano	0,00	0,00	0,00	598,14	17.041,24	8.719,41	788,50	27.147,30	49,7
Embasamento Cristalino P > 800mm/ano	0,00	0,00	0,00	0,00	2.778,63	757,64	1.289,05	4.825,32	8,8
Embasamento Cristalino	0,00	0,00	0,00	598,14	19.819,88	9.477,05	2.077,55	31.972,62	58,5
Cárstico - Iraquara/Souto Soares	0,00	0,00	861,92	0,00	0,00	0,00	0,00	861,92	1,6
Cárstico - Una/Utinga	0,00	2,32	0,00	3.187,26	32,11	2,65	0,00	3.224,34	5,9
Cárstico - Total	0,00	2,32	861,92	3.187,26	32,11	2,65	0,00	4.086,26	7,5
Coberturas interioranas/recentes	1.458,11	83,92	1.741,80	956,16	2.630,82	801,92	380,45	8.053,17	14,7
Coberturas - Recôncavo/Litoral	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,19	372,00	384,19	0,7
Sedimentos/Coberturas indiferenciadas - total	1.458,11	83,92	1.741,80	956,16	2.630,82	814,11	752,45	8.437,36	15,4
Total	**1.769,70**	**1.360,68**	**6.251,31**	**7.646,28**	**23.218,78**	**11.578,13**	**2.830,00**	**54.654,89**	**100,0**

Fonte: elaboração própria.

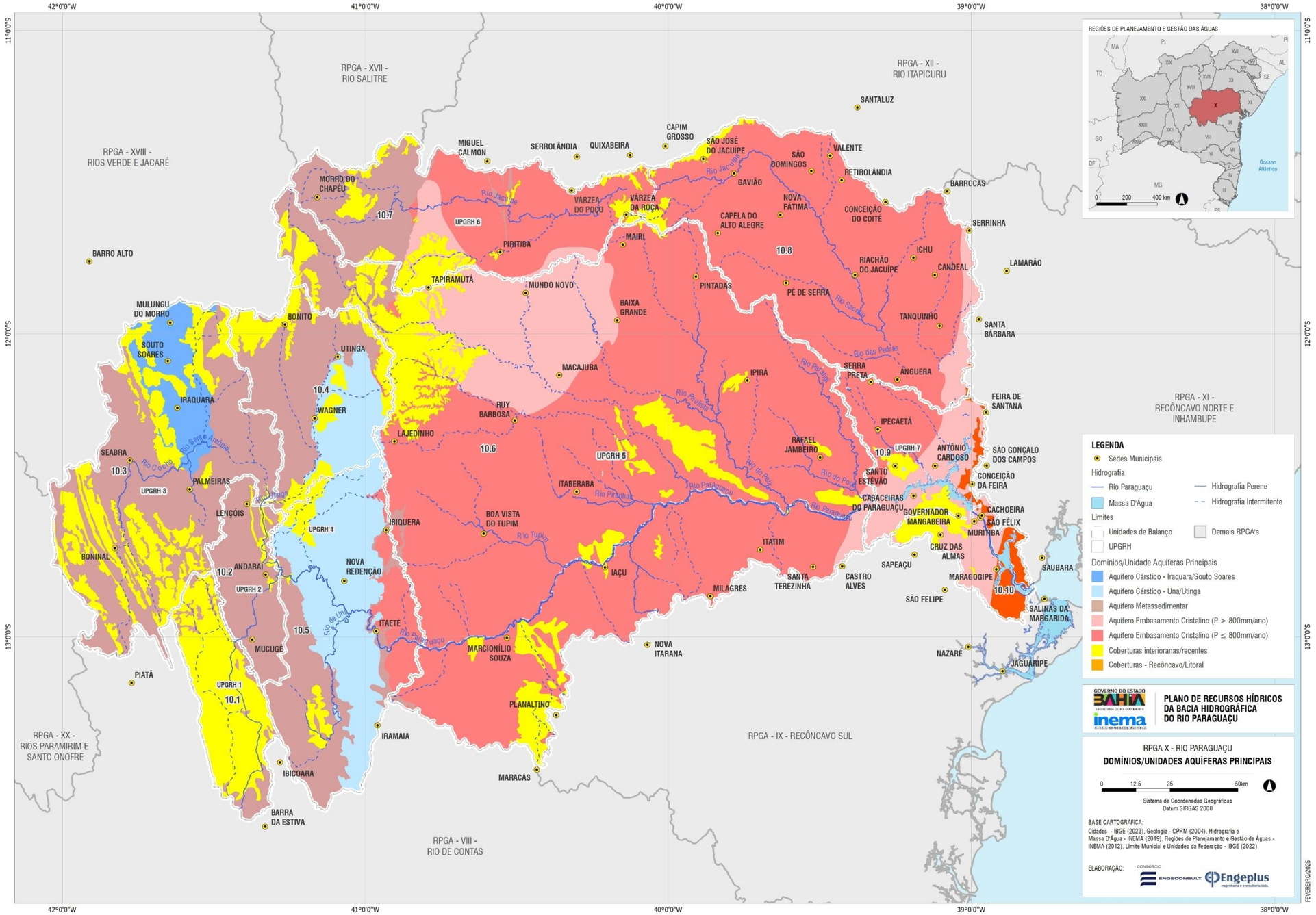
Quadro 3.3: Áreas dos Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição nas UPGRHs da RPGA, com coberturas recentes filtradas*

Domínio/Unidade	UPGRH-1	UPGRH-2	UPGRH-3	UPGRH-4	UPGRH-5	UPGRH-6	UPGRH-7	Área - RPGA (km²)	Área (%)
Metassedimentar	1.768,66	1.358,16	4.852,67	3.439,75	1.118,46	1.502,69	0,00	14.040,40	25,7
Embasamento Cristalino P ≤ 800mm/ano	1,04	0,00	0,00	708,15	18.838,67	9.009,63	875,95	29.433,43	53,9
Embasamento Cristalino P > 800mm/ano	0,00	0,00	0,00	0,00	3.229,52	1.050,97	1.582,06	5.862,55	10,7
Cárstico - Iraquara/Souto Soares	0,00	0,00	1.398,64	0,00	0,00	0,00	0,00	1.398,64	2,6
Cárstico - Una/Utinga	0,00	2,52	0,00	3.498,37	32,11	2,65	0,00	3.535,66	6,5
Coberturas - Recôncavo/Litoral	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,19	372,00	384,18	0,7
Total	**1.769,70**	**1.360,68**	**6.251,31**	**7.646,28**	**23.218,75**	**11.578,13**	**2.830,00**	**54.654,87**	**100,0**

*Obs.: Para a execução da abordagem complementar apresentada no Quadro 3.2, considerando-se uma visão prático-aplicada da hidrogeologia à RPGA, as divisões propostas no Quadro 3.1 tiveram as coberturas sedimentares mais recentes interpretativamente suprimidas ("filtradas"), para facilitar a visualização mais focada nos principais Domínios/Unidades Aquíferas.

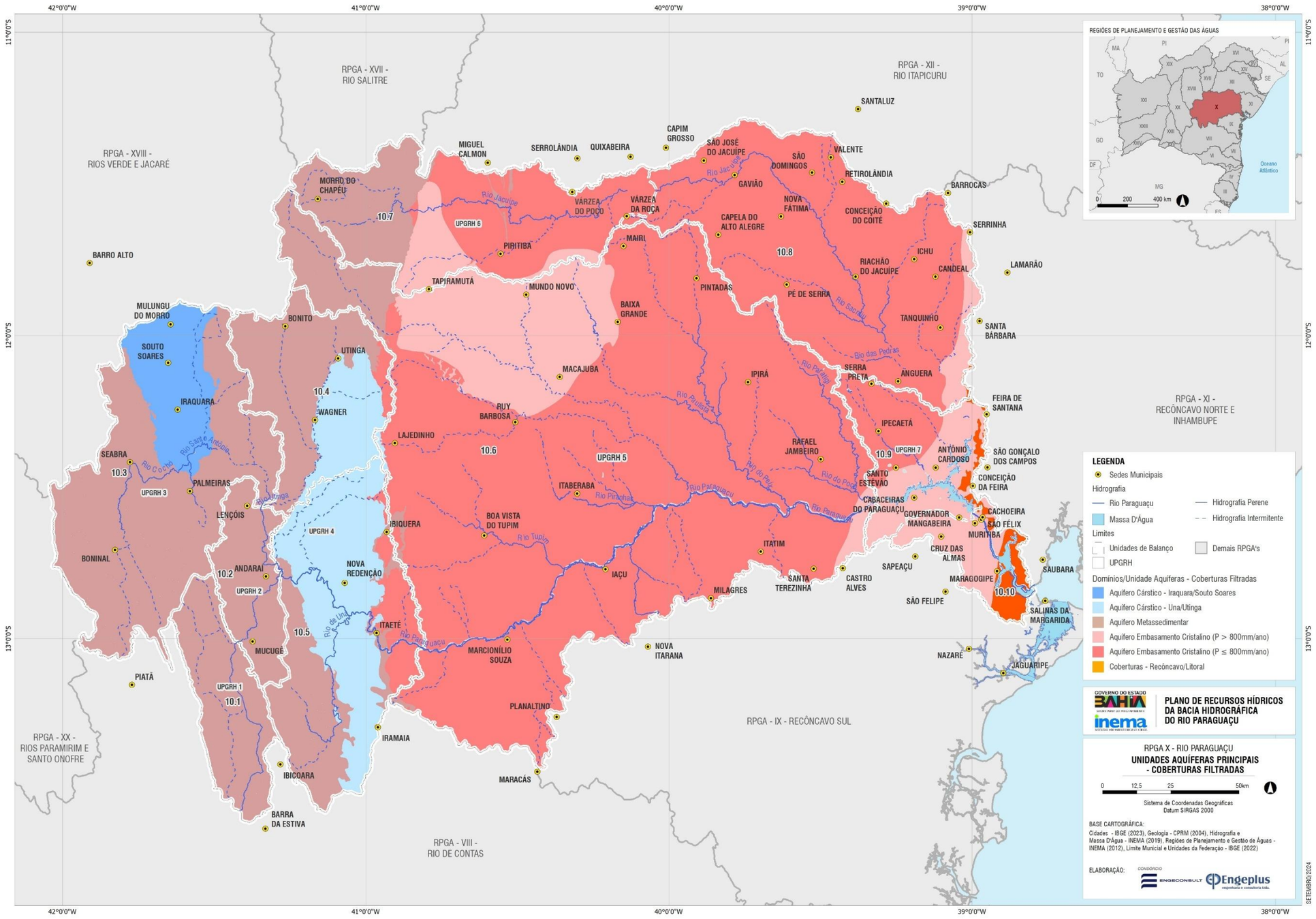
Fonte: elaboração própria.

Figura 3.2: Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição aflorante nas UPGRH/UB da RPGA



Fonte: elaboração própria, a partir da interpretação geológico-hidrogeológica com base no mapa geológico (CPRM, 2004), estudos da literatura e bases de dados de poços diversas

Figura 3.3: Principais Domínios/Unidades Aquíferas e distribuição aflorante nas UPGRH/UB da RPGA, com coberturas recentes filtradas



Fonte: elaboração própria, a partir da interpretação geológico-hidrogeológica com base no mapa geológico (CPRM, 2004), estudos da literatura e bases de dados de poços diversas

Quadro 3.4: Correlação dos Principais Domínios/Unidades Aquíferas e geologia, além das distribuições espaciais (UPGRH / UB) na RPGA

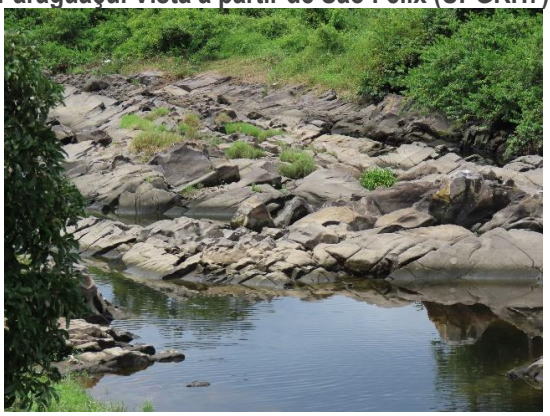
Aquíferos Principais		Geologia				Unidades de planejamento e gestão / balanço		Área (km²)
Domínios Aquíferos Principais	Unidades Aquíferas Principais	Unidade geológica	Unidade temporal (geologia)	Litologias principais	Faixas de idades	UPGRHs	UBs	
Sedimentos / Coberturas indiferenciadas	Coberturas interioranas / recentes	Q2a	Cenozoico - Quaternário - Holoceno - aluvionar	Depósitos aluvionares	<0,01Ma	1 a 4	10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5	125,62
		Q1rd	Cenozoico - Quaternário - Pleistoceno - coberturas	Coberturas residuais	1,75-0,01 Ma	3, 4, 5, 7	10.3, 10.4, 10.6, 10.7	1.072,34
		NQdi	Cenozoico - Neógeno - coberturas	Coberturas detríticas indiferenciadas	<23,5 Ma	5, 7	10.6, 10.9, 10.10	381,58
		NQdl		Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas		2, 3, 4, 5, 6, 7	10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8	4.523,38
		ENdl	Cenozoico - Paleógeno - coberturas	Coberturas detrito-lateríticas com concreções ferruginosas	65 - 1,75Ma	1, 3, 4	10.1, 10.3, 10.5	1.950,25
	Coberturas – Recôncavo / Litoral	Q2li	Cenozoico - Quaternário - Holoceno - litorâneo	Depósitos litorâneos	<0,01Ma	7	10.10	71,23
		Q1fme	Cenozoico - Quaternário - Pleistoceno - litorâneo-misto	Depósitos flúvio-marinhos e eólicos	1,75-0,01 Ma	7	10.10	13,68
		ENb	Cenozoico - Paleógeno- Grupo Barreiras	Arenito e sedimentos heterogêneos - Grupo Barreiras	65 - 1,75Ma	7	10.9, 10.10	116,87
		J3b	Jurássico - Grupo Brotas - Formação Sergi	Arenito/conglomerado - Grupo Brotas - Formação Sergi	154-135Ma	7	10.10	171,51
		K1sa	Cretáceo - Grupo Santo Amaro	Folhelho e sedimentos heterogêneos - Grupo Santo Amaro indiviso	154-135Ma	7	10.10	10,91

Aquíferos Principais		Geologia				Unidades de planejamento e gestão / balanço		Área (km²)
Domínios Aquíferos Principais	Unidades Aquíferas Principais	Unidade geológica	Unidade temporal (geologia)	Litologias principais	Faixas de idades	UPGRHs	UBs	
Cárstico	Cárstico - Una/Utinga	NP2sa, NP2snl, NP2sn	NeoProterozoico – Terrenos Cársticos	Rochas carbonáticas (puras a misturas) – Grupo Una – Formação Salitre, unidades Jussara (NP2sj1, NP2sj2), Gabriel (NP2sg), Nova América (NP2sn), Gabriel e Nova América indivisas (NP2sa), Lapão (NP2snl)	850-650	2, 4, 5, 6	10.2, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7 (sobretudo 10.4 e 10.5)	3.224,34
	Cárstico - Iraquara/Souto Soares	NP2sj1, NP2sj2, NP2sg, NP2snl, NP2sn				3	10.3	861,92
Metasse-dimentar	Metasse-dimentar	NP2be	NeoProterozoico - Supergrupo São Francisco - Grupo Una - Formação Bebedouro	Diamictitos, pelitos e arenitos - Formação Bebedouro – Grupo Una	850-650	2, 3, 4, 5	10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6	1.189,50
		M3N1mc1, M3N1mc2, M3N1mc3, M3N1mc5	Médio Proterozoico - Grupo Chapada Diamantina - Formação Morro do Chapéu	Arenitos, conglomerados - Grupo Chapada Diamantina - Formação Morro do Chapéu	1200-850	2, 3, 4, 5, 6	10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7	1.189,50
		M2N3β	Médio Proterozoico - soleiras e diques máficos	Soleiras e diques máficos	1300-900	3	10.3	2,70
		MPc, MPc1, MPc4	Médio Proterozoico - Grupo Chapada Diamantina - Formação Caboclo	Pelitos (siltitos, argilitos) - Grupo Chapada Diamantina - Formação Caboclo	1400-1200	2, 3, 4, 5, 6	10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7	2.570,13
		MPt, MPt1, MPt2, MPt3	Médio Proterozoico - Grupo Chapada Diamantina - Formação Tombador	Arenitos, conglomerados - Grupo Chapada Diamantina - Formação Tombador		1, 2, 3, 4, 5, 6	10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.7	2.817,72

Aquíferos Principais		Geologia				Unidades de planejamento e gestão / balanço		Área (km²)
Domínios Aquíferos Principais	Unidades Aquíferas Principais	Unidade geológica	Unidade temporal (geologia)	Litologias principais	Faixas de idades	UPGRHs	UBs	
Metasse-dimentar	**Metasse-dimentar**	P4M1pa	Paleo-Médio Proterozoico - Grupo Paraguaçu - Formação Açuruá	Ardósias, metassiltitos, lentes de metarenitos - Grupo Paraguaçu - Formação Açuruá	1800-1400	1, 2, 3, 4	10.1, 10.2, 10.3, 10.5	729,56
		P4M1pl	Paleo-Médio Proterozoico - Grupo Paraguaçu - Formação Lagoa de Dentro	Metarenitos eólicos e níveis pelíticos - Grupo Paraguaçu - Formação Lagoa de Dentro		1, 3, 4	10.1, 10.3, 10.5	168,57
		P4M1pm	Paleo-Médio Proterozoico - Grupo Paraguaçu - Formação Mangabeira	Metarenitos eólicos, intercalações de metaconglo-merados - Grupo Paraguaçu - Formação Mangabeira		1, 3	10.1, 10.3	992,92
		PP4po	PaleoProterozoico - Grupo Paraguaçu - Formação Ourucuri do Ouro	Metaconglomerados - Grupo Paraguaçu - Formação Ourucuri do Ouro	1800-1600	3, 4	10.3, 10.5	366,18
		PP4αrr	PaleoProterozoico - Grupo Paraguaçu - Formação Rio dos Remédios	Metavulcânicas ácidas - Grupo Paraguaçu - Formação Rio dos Remédios		3	10.3	8,53
		PP3js	PaleoProterozoico - Metassedimentar - Jacobina	Metaconglomerados a quartzitos - Grupo Jacobina - Fm. Serra do Córrego	1943-2086	6	10.7	36,51
Embasamento Cristalino	**Embasamento Cristalino**	P (Proter.); A (Arqueano)	PaleoProterozoico (PP) ao Arqueano (A) – n unidades	Gnaisses, migmatitos, granitoides e outros litotipos (ígneos e metaígneos)	>2300	4, 5, 6, 7	10.4, 10.5, 10.6, 10.7, 10.8, 10.9, 10.10	31.972,62

Fonte: elaboração própria, a partir da interpretação geológico-hidrogeológica com base no mapa geológico (CPRM, 2004) e estudos da literatura.

Figura 3.4: Afloramento de gnaisses (Embasamento Cristalino) no leito do rio Paraguaçu. Vista a partir de São Félix (UPGRH7)



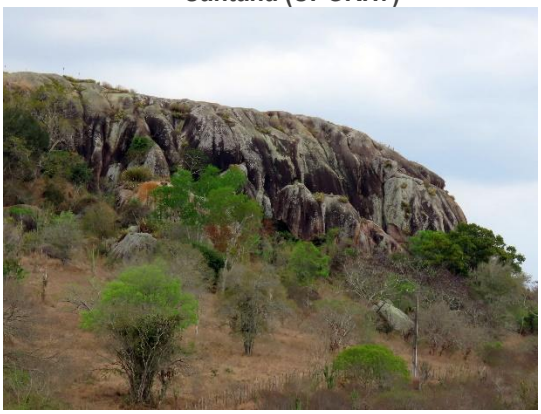
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.5: Terrenos de alto grau metamórfico do Embasamento Cristalino (unidade A4co) – afloramento em Feira de Santana (UPGRH7)



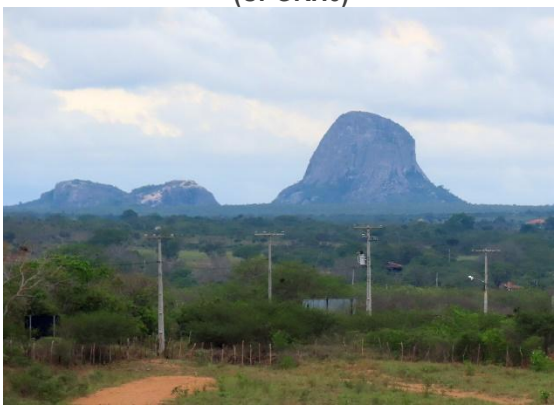
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.6: Relevo residual em terrenos de alto grau metamórfico do Embasamento Cristalino (unidade A4co) – rodovia BA-052, em Feira de Santana (UPGRH7)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.7: Formas de relevo residual (com "inselberg") – terrenos do Embasamento Cristalino, com vista a partir de Itaberaba (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.8: Relevo residual, com afloramento de terrenos do Embasamento Cristalino (unidade A34jc2), sob efeito de processos de erosão/intemperismo e presença de porções fraturadas, entre Itaberaba e Ruy Barbosa (UPGRH5)



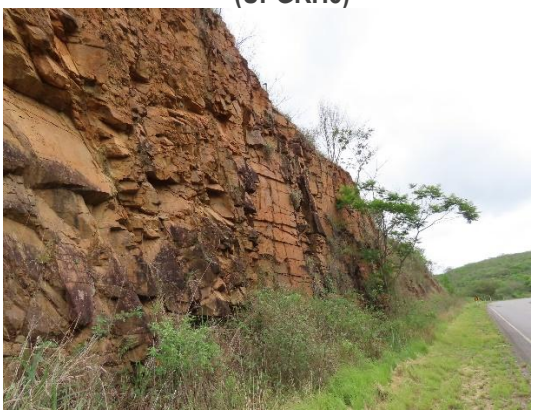
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.9: Afloramento de gnaisses e quartzitos dobrados e milonitizados (com porções com minerais estirados), do Embasamento Cristalino (unidade PP1s2) –Ruy Barbosa (UPGRH5)



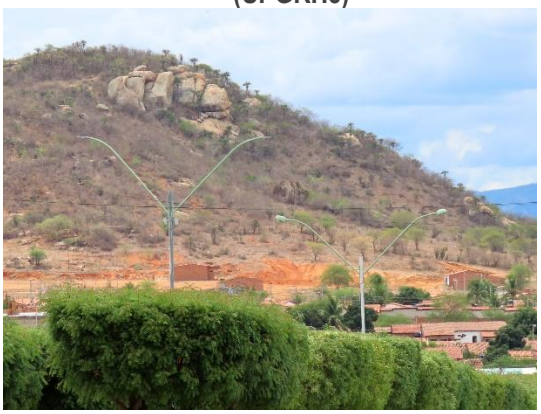
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.10: Afloramento com rochas do Embasamento Cristalino bastante fraturadas (além de outras estruturas, como juntas, camadas e estruturas verticalizadas, diques etc.) – Rodovia BR407, entre Ruy Barbosa e Boa Vista do Tupim (UPGRH5)



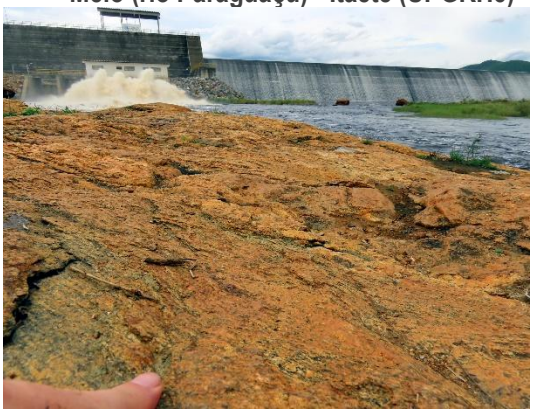
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.11: Relevo residual, com afloramento de blocos sob efeito de processos de erosão/intemperismo e presença de porções fraturadas/arredondadas; Embasamento Cristalino (possivelmente unidade A34jc2) - Iaçu (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.12: Afloramento do Embasamento Cristalino (no local e arredores, afloram gnaisses e granitoides) junto à barragem de Bandeira de Melo (rio Paraguaçu) - Itaetê (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.13: Rocha alterada (gnaisse) – Embasamento Cristalino – Piritiba (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.14: Gnaisse milonítico-migmatítico - Embasamento Cristalino - Mairi (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.15: Gnaisse milonítico-migmatítico - Embasamento Cristalino - Baixa Grande (UPGRH5). Obs.: notar megacristais de feldspato branco



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.16: Relevo em destaque (morro ao fundo) em terrenos do Embasamento Cristalino - João Ramalho (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.17: Morros em terrenos gnáissicos de alto grau - Embasamento Cristalino- Serra Preta (UPGRH5)



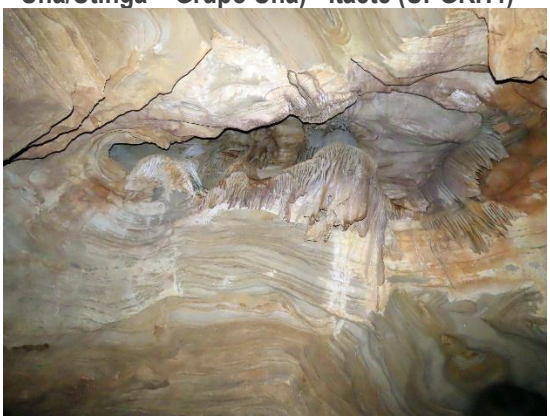
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.18: Gruta Lapa do Bode (vista de dentro, sendo a parte externa ao lado do rio Una) – feição cárstica (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) - Itaetê (UPGRH4)



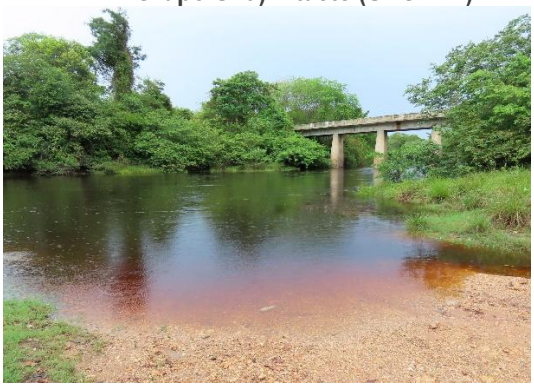
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.19: Gruta Lapa do Bode (vista de dentro, com teto, processo erosivo e espeleotemas) – feição cárstica (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) - Itaetê (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.20: Rio Una, ao lado da Gruta Lapa do Bode (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) - Itaetê (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.21: Gruta Lapa do Bode (presença de sulfetos, indício da possibilidade de contribuição por processo hipogênico, com hidrólise de sulfetos disseminados) – feição cárstica (Dom. Aq.Cárstico Una/Utinga) - Itaetê (UPGRH4)



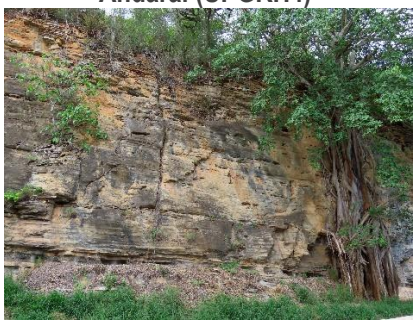
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.22: Gruta da Lapinha -– feição cárstica (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga – Grupo Una) – Ibiquera (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.23: Estratificação / processo de carstificação e árvore – gameleira (área do Dom. Aquífero Cárstico Una/Utinga), entre Ibiquera e Andaraí (UPGRH4)



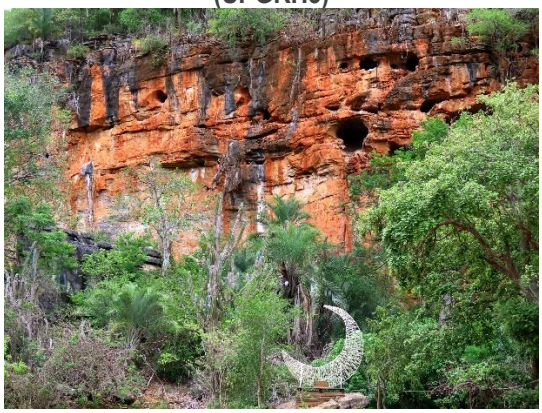
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.24: Caverna da Torrinha – feição cárstica (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.25: Processo de carstificação nos arredores da Caverna da Torrinha (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.26: Espeleotemas na Caverna da Torrinha – feição cárstica (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.27: Helictites e outras feições na Caverna da Torrinha (rica pela diversidade de elementos de carstificação - Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.28: Vista parcial de Iraquara (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares), com a área urbana e a baixada do riacho Água de Rega (UPGRH3)



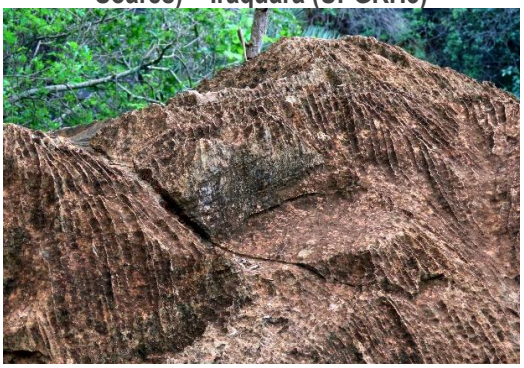
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.29: Processo de carstificação nos arredores da Caverna da Torrinha (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



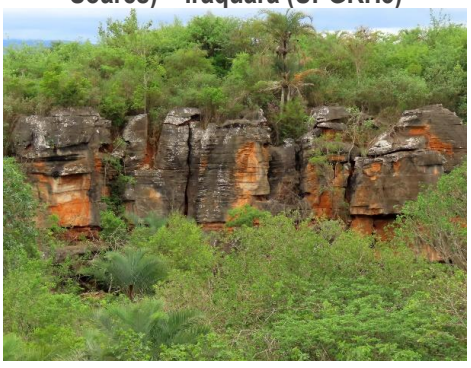
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.30: Caneluras de dissolução (lapiás) – Lapa Doce (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) – Iraquara (UPGRH3)



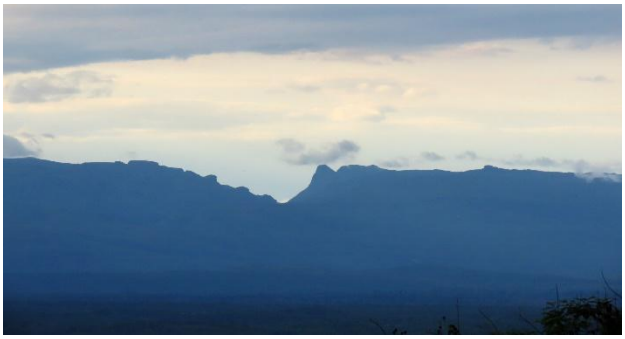
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.31: Processo de carstificação - Lapa Doce (Dom. Aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) – Iraquara (UPGRH3)



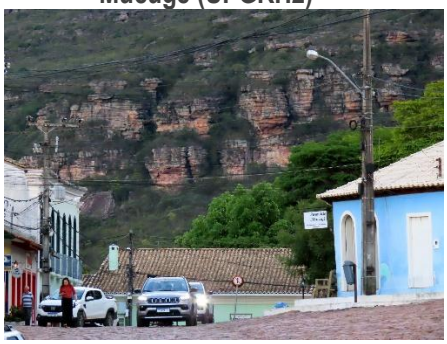
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.32: Relevo da Chapada Diamantina – vista desde Nova Redenção, rumo oeste - UPGRH4



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.33: Metassedimentos - Grupo Chapada Diamantina – desde a área urbana (sede) de Mucugê (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.34: Relevo da Chapada Diamantina (com relevo em destaque, aos fundos – Grupo Chapada Diamantina/Tombador), Dom. Aquífero Metassedimentar entre Mucugê e Boninal (UPGRH 1 e3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.35: Cidade de Seabra – terrenos metassedimentares variados - Dom. Aquífero Metassedimentar (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.36: Rochas/blocos de metassedimentos e rio Coisa Boa – Andaraí (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.37: Parque Nacional da Chapada Diamantina – Dom. Aquífero Metassedimentar - Palmeiras (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.38: Arenitos da Fm. Tombador/ Grupo Chapada Diamantina – Dom. Aquífero Metassedimentar, BA052 (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.39: Arenitos da Fm. Tombador/ Grupo Chapada Diamantina, Dom. Aquífero Metassedimentar – BA052 (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.40: Metassedimentos – Fm. Morro do Chapéu / Grupo Chapada Diamantina, Dom. Aquífero Metassedimentar, em Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.41: Metassedimentos – Fm. Morro do Chapéu / Grupo Chapada Diamantina e rio Ferro Doido, Dom. Aquífero Metassedimentar, em Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.42: Metassedimentos – Metarenitos - Fm. Lagoa de Dentro - Dom. Aquífero Metassedimentar, em Barra da Estiva (UPGRH1)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.43: Metassedimentos - Fm. Açuruá - Dom. Aquífero Metassedimentar, em Boninal (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.44: Rocha pelítica– Fm. Caboclo/Grupo Chapada Diamantina (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 3.45: Rocha pelítica– Fm. Bebedouro/Grupo Una (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

CAPÍTULO 04: *ENTENDIMENTO HIDROGEOLÓGICO*

4. ENTENDIMENTO HIDROGEOLÓGICO

As principais bases de dados de poços para a RPGA são aquelas da CERB (Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia) – CERB (2024); do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS, do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, 2024) e do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH (ANA, 2024). Cada uma delas possui um conjunto de características ou finalidades próprias, limitações e/ou inconsistências, demandando, assim, uma verificação, organização e interpretação caso a caso.

A base da CERB foi aproveitada neste Diagnóstico para várias finalidades, pois traz a boa experiência deste órgão baiano quanto aos recursos hídricos subterrâneos, apresenta dados de análises químicas nos mesmos poços (necessárias às classificações das águas - objeto da NT7) e informações que possibilitam correlação entre o poço e a geologia explotada (em profundidade).

A base do SIAGAS, por sua vez, embora também tenha um leque expressivo de dados, os reúne sem necessária prévia consistência, o que gera um nível bastante heterogêneo de qualidade de informação, com algumas inconsistências ou incertezas que nem sempre é possível corrigir ou eliminar. Ademais, uma parte considerável dos poços do SIAGAS tem como fonte o próprio cadastro de poços da CERB.

Por sua vez, a base do CNARH foi considerada sobretudo para aplicação em análise no Capítulo 5, no cotejo entre usos (captados e pertencentes a bases de outorgas) e indicadores de disponibilidade hídrica subterrânea. Neste caso, foram considerados tanto dados outorgados (direito de uso), quanto cadastrados (uso insignificante). Este retrato, inclusive, é interessante para se conhecer sobre o perfil de captações/usuários registrado nestas bases de dados.

Em algumas situações, se recorreu à base do SIAGAS para complementar as abordagens a partir das bases da CERB ou do CNARH, como será visto à frente.

A depender da finalidade de aplicação, foram realizadas distintas organizações e tratamento de dados, quer em Excel ou SIG, em alguns casos recorrendo-se a métodos de interpolação (para confecção de mapas temáticos, seja de análise quantitativa ou qualitativa, sendo que neste caso, quando disponíveis, foram considerados também dados de poços situados em envoltória de 20 km além dos limites da RPGA, como forma de mitigar os efeitos de imprecisões nos contornos com interpolações).

Invariavelmente, há de se observar que muito possivelmente quaisquer destas bases encontram-se subestimadas em relação à realidade (da situação atual do número de poços e vazões extraídas na RPGA), quer pelo não controle de perfurações (por vezes feitas sem o devido zelo técnico, incluindo avaliação e projeto prévios e a obra em si da perfuração/instalação e a proteção sanitária; além de seu não registro/cadastro ou outorga), quer pela dificuldade inerente a este formato de captação (pontual, "pulverizado" em uma "nuvem" de pontos/locais por toda bacia). Certamente ações de controle (como cadastros, fiscalizações etc.) são necessárias e oportunas,

mas nem sempre idealmente possíveis para as (enormes) áreas da Bacia e quantidade de poços, e recursos/pessoal limitados disponíveis por parte de órgãos de estado, CBH, CREA/CONFEA, entre outros.

Não é possível ter uma atualização de quanto destes poços foi posteriormente abandonado ou teve problemas (secou ou teve nível d´água rebaixado; teve vazão diminuída; obstrução ou falha no bombeamento; imponderáveis, como vandalismo ou ser atingido por raios; entre outros), salvo aqueles evidenciados nas bases disponíveis (que retratam mais o momento da instalação do poço, imediatamente após, ou até sua outorga).

A RPGA ainda não possui uma rede expressiva de monitoramento (quanti-qualitativa) das águas subterrâneas, ação fundamental para que haja não só um acompanhamento hidrogeológico mais sistemático (como subsídio à gestão dos aquíferos e pelo CBH), quanto também em possibilitar conhecer: nuances e variações decorrentes da operação dos poços; potencial ocorrência de superexplotação; interações águas atmosféricas/superficiais/subterrâneas; impactos de sazonalidades climáticas e eventos extremos (de escassez ou de excesso de chuvas) e flutuações de valores das variáveis monitoradas. Certamente estas questões de controle e monitoramento serão abordadas na Etapa do Plano de Ações.

As Figura 4.1 a Figura 4.13 apresentam alguns exemplos de poços vistoriados em campo: buscou-se contemplar distintos aquíferos (Metassedimentar; Cárstico; Embasamento Cristalino), situações (em operação, desativado ou abandonado); tipologias (tubulares profundos, cacimbas; revestimentos etc.; finalidade de uso da água – sistemas de abastecimento de água - SAA).

Figura 4.1: Poço na área do Domínio aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) – SSAA de Quixaba - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.2: Poço particular em chácara – Domínio Aquífero Metassedimentar - Mucugê (UPGRH1)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.3: Tubulação (boca) - poço abandonado – Vale do rio Mucambo – Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.4: Antigo Poço Sede P2 (CERB), abandonado (tubulação sem tampa) – Domínio Aquífero Metassedimentar- Mucugê (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.5: Poço particular (área rural) – vale do rio Capãozinho – Domínio Aquífero Metassedimentar - Mucugê (UPGRH1)



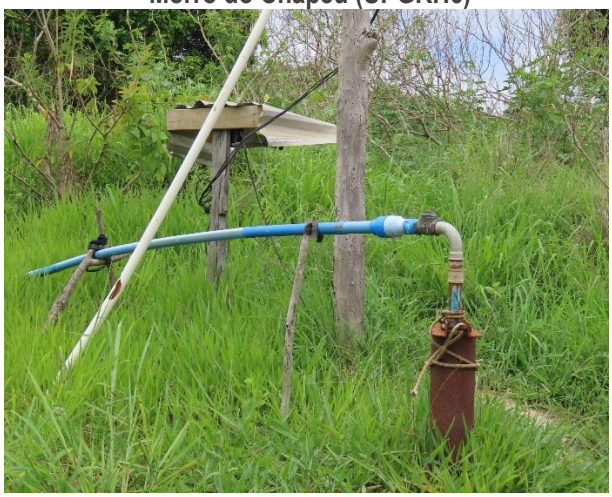
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.6: Aspecto da incrustação (ferro) - tubulação do poço 14 / EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.7: Poço particular (Gleba 7), usado para irrigação - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.8: Poço particular (uso rural) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.9: Poço 7 - SAA EMBASA (primeiro plano) Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6). Notar poço abandonado (ao lado) e, aos fundos, poço particular (flechas)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.10: Poço 5 – SAA EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6). Notar poços abandonados indicados por flechas



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.11: Poço desativado (tamponado) – instalado pela CERB – Escola em Feira de Santana (área urbana), Domínio Aquífero do Embasamento Cristalino (UPGRH7)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.12: Poços desativados (indicados com flechas) e Poço 1 (atual) / SAA - EMBASA (Fazenda Tiririca) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Boninal (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.13: Poço cacimba (aparentemente abandonado) – arredores do leito do rio Jacuípe - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

4.1. INTERPRETAÇÕES HIDROGEOLÓGICAS A PARTIR DA BASE DE POÇOS DA CERB

Quanto à base de poços da CERB, inicialmente foi feita uma avaliação e seleção, desconsiderando-se inconsistências como falta de ou erros mais grosseiros de coordenadas geográficas, além das seguintes situações: "abandonado", "abandonado posteriormente", "água com problema", "com queda de vazão", "desativado", "desmoronou", "obstruído", "poço com problema", "seco", "seco posteriormente", "substituído" e "vazão insuficiente". Este conjunto totalizou 779 poços na RPGA (e 338 na envoltória de 20km além da RPGA), sendo considerados "Poços descartados".

Adicionalmente, foram avaliados poços que, embora tenham apresentado algum dos problemas anteriormente indicados, possuem dados a partir de testes de bombeamento. Foram separados na categoria "Demais poços", mas seu pequeno número (apenas 71 na RPGA e 36 na envoltória) e incertezas quanto à situação atual (real) levam a limitações para sua consideração.

Feitas estas discriminações e ressalvas, obteve-se o conjunto de "Poços aproveitáveis": 1.735 na RPGA (e 826 na envoltória) - espacialização na Figura 4.14. Os dados são sintetizados no Quadro 4.1 (número e vazão por UPGRH), Quadro 4.2 (% e densidade por UPGRH), Quadro 4.3 (número e vazão por Domínio/Unidade Aquífera) e Quadro 4.4 (% e densidade por Domínio/Unidade Aquífera).

Quadro 4.1: Dados de poços da base CERB por UPGRH – aproveitáveis, descartados e demais poços

UPGRH/RPGA	Número de poços				Soma de vazão – Σ Q (m³/h)		Vazão (Q) média por poço (m³/h)	
	Poços aproveitáveis	Poços descartados	Demais poços	Total	Poços aproveitáveis	Demais poços	Poços aproveitáveis	Demais poços
UPGRH-1	53	5	1	59	567,42	0,25	10,71	0,25
UPGRH-2	12	2	0	14	354,35	0,00	29,53	0,00
UPGRH-3	428	142	5	575	4.625,70	19,65	10,81	3,93
UPGRH-4	199	95	9	303	1.902,99	3,19	9,56	0,35
UPGRH-5	501	268	20	789	2.713,36	6,99	5,42	0,35
UPGRH-6	369	165	23	557	2.403,83	8,16	6,51	0,35
UPGRH-7	173	102	13	288	791,21	4,68	4,57	0,36
RPGA	**1.735**	**779**	**71**	**2.585**	**13.358,86**	**42,92**	**7,70**	**0,60**

Fonte: elaboração própria.

Quadro 4.2: Dados de poços da base CERB por UPGRH (% e densidades)

UPGRH/RPGA	Poços aproveitáveis			Poços em geral		
	% de poços na RPGA	Densidade por UPGRH		% de poços- por situação por UPGRH		
		Densidade de poços (poços/ 100 km²)	Densidade de vazão Q / área (m³/h / km²)	Poços aproveitáveis	Poços descartados	Demais poços
UPGRH-1	3,1	2,99	0,32	89,8	8,5	1,7
UPGRH-2	0,7	0,88	0,26	85,7	14,3	0
UPGRH-3	24,7	6,85	0,74	74,4	24,7	0,9
UPGRH-4	11,5	2,60	0,25	65,7	31,4	3
UPGRH-5	28,9	2,15	0,12	63,5	34	2,5
UPGRH-6	21,3	3,19	0,21	66,2	29,6	4,1
UPGRH-7	10	5,65	0,26	60,1	35,4	4,5
RPGA	**100**	**3,15**	**0,24**	**67,1**	**30,1**	**2,7**

Fonte: elaboração própria.

Quadro 4.3: Dados de poços aproveitáveis da base CERB por Unidade/Domínio Aquífero

Domínio/Unidade Aquífera	Número de poços	Soma da vazão – Σ Q (m³/h)	Vazão média por poço – Q (m³/h)
Metassedimentar	540	6.481,42	12,00
Embasamento Cristalino P > 800mm/ano	146	642,36	4,40
Embasamento Cristalino P ≤ 800mm/ano	706	3.429,47	4,86
Embasamento Cristalino – Total	852	4.071,83	4,78
Cárstico - Iraquara/Souto Soares	120	1.126,20	9,39
Cárstico - Una/Utinga	100	777,05	7,77
Cárstico - Total	220	1.903,25	8,65
Coberturas - Recôncavo/Litoral	7	59,29	8,47
Não definido	116	843,07	7,27
RPGA	**1.735**	**13.358,86**	**7,70**

Fonte: elaboração própria.

Quadro 4.4: Dados de poços (aproveitáveis) da base CERB por Unidade/Domínio Aquífero (% e densidades)

Domínio/Unidade Aquífera	% de poços na RPGA	Densidade por aquífero	
		Densidade de poços (poços/ 100 km²)	Densidade de vazão - Q / área (m³/h / km²)
Metassedimentar	31,1	3,85	0,46
Embasamento Cristalino P > 800mm/ano	8,4	2,49	0,11
Embasamento Cristalino P ≤ 800mm/ano	40,7	2,40	0,12
Embasamento Cristalino – Total	49,1	2,41	0,12
Cárstico - Iraquara/Souto Soares	6,9	8,58	0,81
Cárstico - Una/Utinga	5,8	2,83	0,22
Cárstico - Total	12,7	4,46	0,39
Coberturas - Recôncavo/Litoral	0,4	1,82	0,15
Não definido	6,7	-	-
RPGA	**100**	**3,15**	**0,24**

Fonte: elaboração própria.

Estes dados mostram que as UPGRH com mais poços (dentre dados aproveitáveis) são: UPGRH 5/ Paraguaçu Semiárido (com 501 poços ou 28,9% do total da RPGA), UPGRH 3/ Rios Cochó e Santo Antônio (com 428 poços ou 24,7%) e UPGRH 6/ Jacuípe (com 369 poços ou 21,3% do total da RPGA). Por outro lado, quanto aos poços descartáveis, 268 (34,4%) estão na UPGRH 5.

Quanto à vazão total (soma de vazões dos poços), a maior está na UPGRH 3, com 4.625,70 m^3/h (34,6% do total da RPGA), a qual também possui as maiores densidades de poços (6,85 poços / 100 km^2) e de vazão (0,74 m^3/h / km^2). Na sequência, aparecem as UPGRH 5/ Bacia do Paraguaçu – Semiárido (2.713,36 m^3/h) e UPGRH 6/ Bacia do Rio Jacuípe (2.403,83 m^3/h), que assim se destacam por serem aquelas de maior extensão, respectivamente 42,4% e 21,0% da área total da RPGA.

A vazão média por UPGRH é tal que os maiores valores estão nas UPGRH 2/ Bacia do Alto Paraguaçu – Parque (29,53 m^3/h por poço), UPGRH 3/ Bacia dos Rios Cochó e Santo Antônio (10,81 m^3/h por poço), UPGRH 1/ Bacia do Alto Paraguaçu – Nascentes (10,71 m^3/h por poço) e UPGRH 4/ Bacia do Paraguaçu – Cárstico (9,56 m^3/h por poço), sendo relativamente menores nas UPGRH das porções central e leste da RPGA (em torno de 5 m^3/h por poço). Isso se reflete, respectivamente, nas áreas dos Domínios Metassedimentar (principalmente)/ Cárstico (maiores valores) e do Embasamento Cristalino (menores).

Quanto aos Domínios/Unidades Aquíferas:

- Metassedimentar (540 poços – 31,1% do total da RPGA), sendo: a maior vazão total (6.481,42 m^3/h, ou 48,5%) e a maior vazão média (12,0 m^3/h). Estas e outras características conferem a este Domínio como as melhores condições médias como recurso hídrico; no entanto, dado seu papel de fornecimento de água (para cursos d'água e outros aquíferos), sua explotação deve ser efetuada com atenção, zelo e embasada em estudos técnicos a serem efetuados.
- Embasamento Cristalino (852 poços, ou 49,1% do total da RPGA, sendo 706 em áreas com precipitação pluviométrica até 800mm/ano e 146 em locais com >800 mm/ano): vazão total de 4.071,83 m^3/h (30,5% do total da RPGA) e vazão por poço expressivamente inferior (4,78 m^3/h). É, em média, um aquífero de baixa produtividade, mas atende a extensas áreas carentes de outras alternativas de água e com baixa precipitação pluviométrica; logo, tem papel importante nestas áreas, mas com as limitações inerentes, quantitativas ou qualitativas (NT7).
- Cárstico - Iraquara/Souto Soares: 120 poços (6,9% do total da RPGA) e vazão total de 1.126,20 m^3/h, destacando-se quanto à vazão média (segunda mais elevada após o metassedimentar, com 9,39 m^3/h), a maior densidade de poços (8,58 poços / 100 km^2) e a maior densidade de vazão (0,81 m^3/h / km^2).
- Cárstico - Una e Utinga: 100 poços (5,8% do total da RPGA) e vazão total de 777,05 m^3/h, tendo vazão média de 7,77 m^3/h, densidade 2,83 poços / 100 km^2 e densidade de

vazão de 0,22 m^3/h / km^2 (portanto, com indicadores de desempenho hidrogeológico relativamente inferiores à porção Iraquara/Souto Soares).

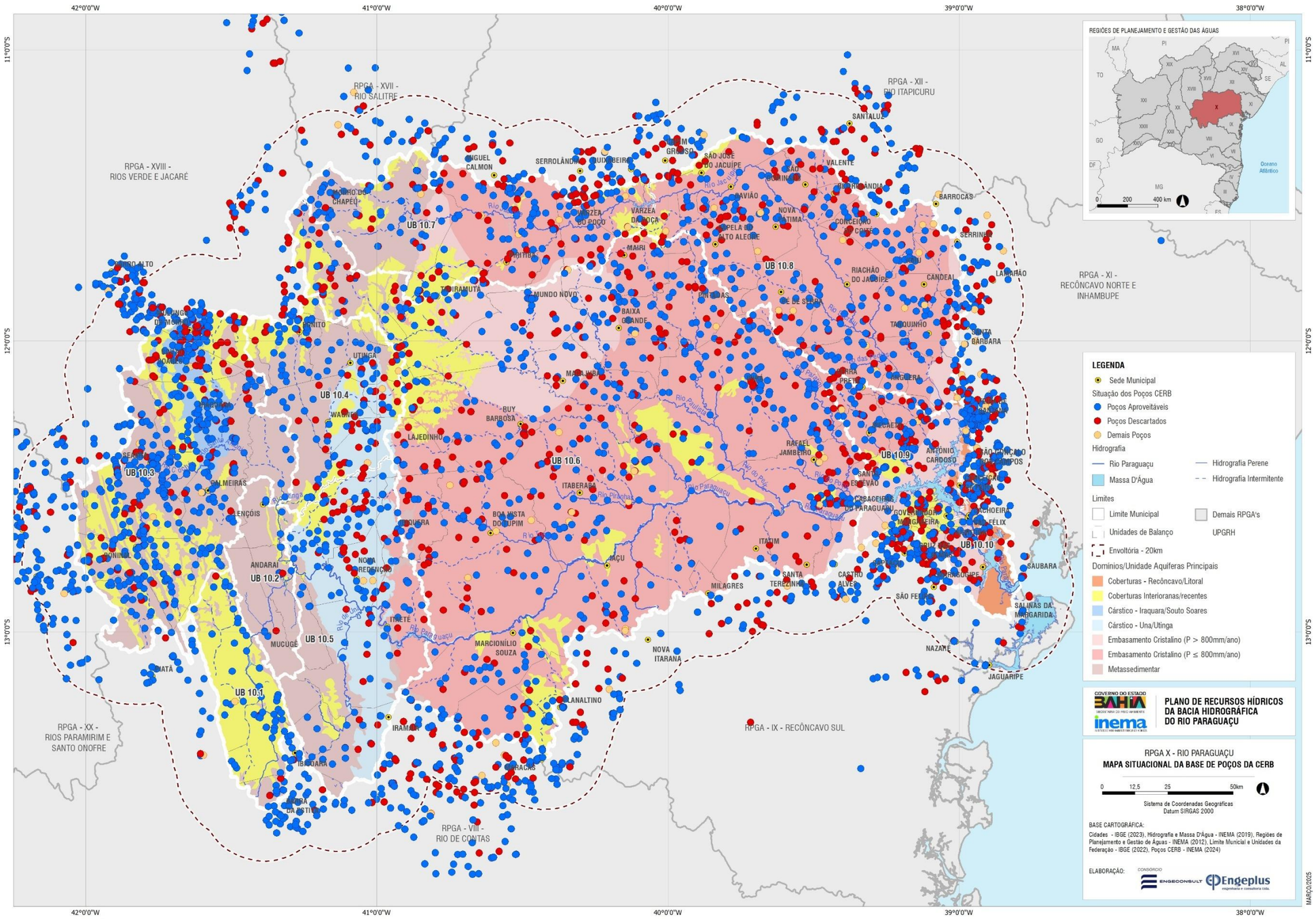
- Cárstico – total (duas porções anteriores): 220 poços (12,7% da RPGA), vazão total de 1.903,25 m^3/h (14,2%), vazão média de 8,65 m^3/h, densidade de 4,46 poços/100 km^2 e densidade de vazão de 0,39 m^3/h / km^2. Tende a ser melhor aquífero que o do Embasamento Cristalino, mas de grande complexidade, sobretudo pela presença de feições cársticas.
- Sedimentar (Recôncavo-Litoral): de extensão limitada na RPGA, com apenas 7 poços, vazão total de 59,29 m^3/h, vazão média de 8,47 m^3/h (semelhante ao conjunto Cárstico), densidade de 1,82 poços / 100 km^2 e densidade de vazão de 0,15 m^3/h / km^2.

No cômputo geral da RPGA, tem-se: vazão total de 13.358,86 m^3/h; vazão média de 7,70 m^3/h, densidade de 3,15 poços/100 km^2 e densidade de vazão de 0,24 m^3/h / km^2.

No planejamento de recursos hídricos, a vazão (Q) por poço (captação) é um indicador importante e amplamente utilizado, por sua perspectiva objetiva de aplicações e comparativos, além da possibilidade de projeções futuras, tendo sido descrita anteriormente por UPGRH e por Domínio/Unidade Aquífera a partir da base CERB (e no Capítulo 4.3, pela base do CNARH).

Outras variáveis agregam informação na avaliação dos aquíferos e águas subterrâneas: o aquífero efetivamente explotado (que nem sempre coincide com a geologia aflorante, mas que na base CERB foi possível efetuar em boa proporção a correlação a partir dos descritivos disponíveis, conforme apresentado anteriormente); a capacidade específica (Q/s), obtida pela razão entre vazão do poço (Q) e a diferença entre níveis d´água estático (NE) e dinâmico (ND) – ou seja, a vazão requerida por unidade de rebaixamento (s); a profundidade de NE (Prof. NE - referência prática da profundidade esperada de se encontrar água subterrânea) e o próprio NE (indicador da potenciometria ou cargas hidráulicas de um aquífero, obtido da diferença entre a cota/MDT e a Prof. NE); e a profundidade do poço (outro indicador prático importante em termos de gerenciamento de aquíferos, características esperadas de perfuração/explotação e custos).

Figura 4.14: Poços da base CERB na RPGA e envoltória de 20km, por tipologia – aproveitáveis, descartados e demais poços



Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

Claro que, como há um monitoramento hidrogeológico insuficiente na RPGA, não é possível especificar os níveis d´água (NE e ND) reais/atuais destes poços, e sim apenas aquele na época da perfuração (registrado na base CERB). Por outro lado, estes disponíveis já servem de balizamento aplicado à análise em um plano de recursos hídricos. Neste sentido, a Figura 4.15 ilustra os dados da base completa CERB, reunidos por década (incluindo aqueles não aproveitáveis – desconsiderados nos tratamentos das variáveis), indicando claramente diferenças temporais de instalação de poços (da década de 1970 à atualidade). Este mapa permite também identificar um aumento comparativamente maior de perfurações nas últimas décadas, mais concentrado no setor centro-oeste da RPGA, notadamente nas áreas dos Aquíferos Metassedimentar e Cárstico (maior concentração); além de áreas na bacia do rio Jacuípe e entre esta e a bacia do rio Paraguaçu (em números absolutos).

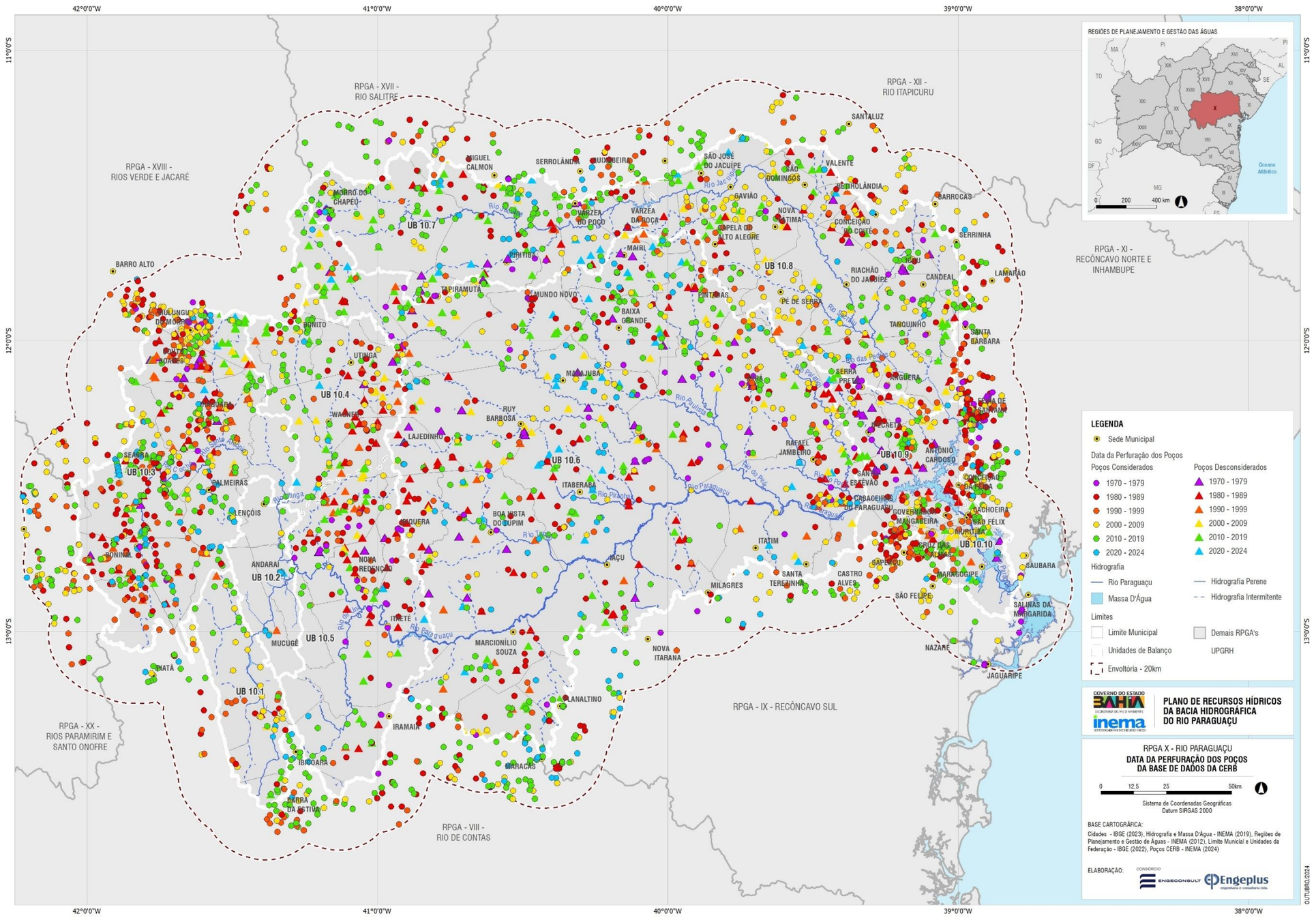
Para fins de Diagnóstico Preliminar, são apresentados os mapas a partir da Figura 4.16, e sua interpretação nos textos abaixo. A título ilustrativo, na Figura 4.16, há um exemplo de confecção de mapa por interpolação ainda com a envoltória de 20km, para o caso da profundidade dos poços. Nos demais mapas por interpolação, na sequência, apenas os trechos dentro da RPGA são apresentados.

Considerações sobre a hidrogeologia da bacia com base nestes levantamentos:

- Profundidade dos poços: pela Figura 4.16, são destacados valores mais elevados principalmente na abrangência do Domínio Cárstico (Una-Utinga e Iraquara-Souto Soares), além de algumas porções no Metassedimentar (com destaque para áreas entre Iraquara/Souto Soares/Mulungu do Morro, Bonito e Morro do Chapéu) e ainda poucos valores mais expressivos no extremo sudeste, em dois poços em Cachoeira (Sedimentos/Coberturas - Recôncavo/Litoral). Os valores mais elevados são na faixa de 200 a 250m (nos poços e corroborados na interpolação), localizados exatamente nestas partes da RPGA, nas UPGRH 3 e 4, além de áreas na porção mais elevada das UPGRH 5 (extremo NW) e UPGRH 6 (extremo oeste). Um padrão semelhante, sobretudo no Domínio Cárstico, é observado na variável de Profundidade de NE, como mostra a Figura 4.17.

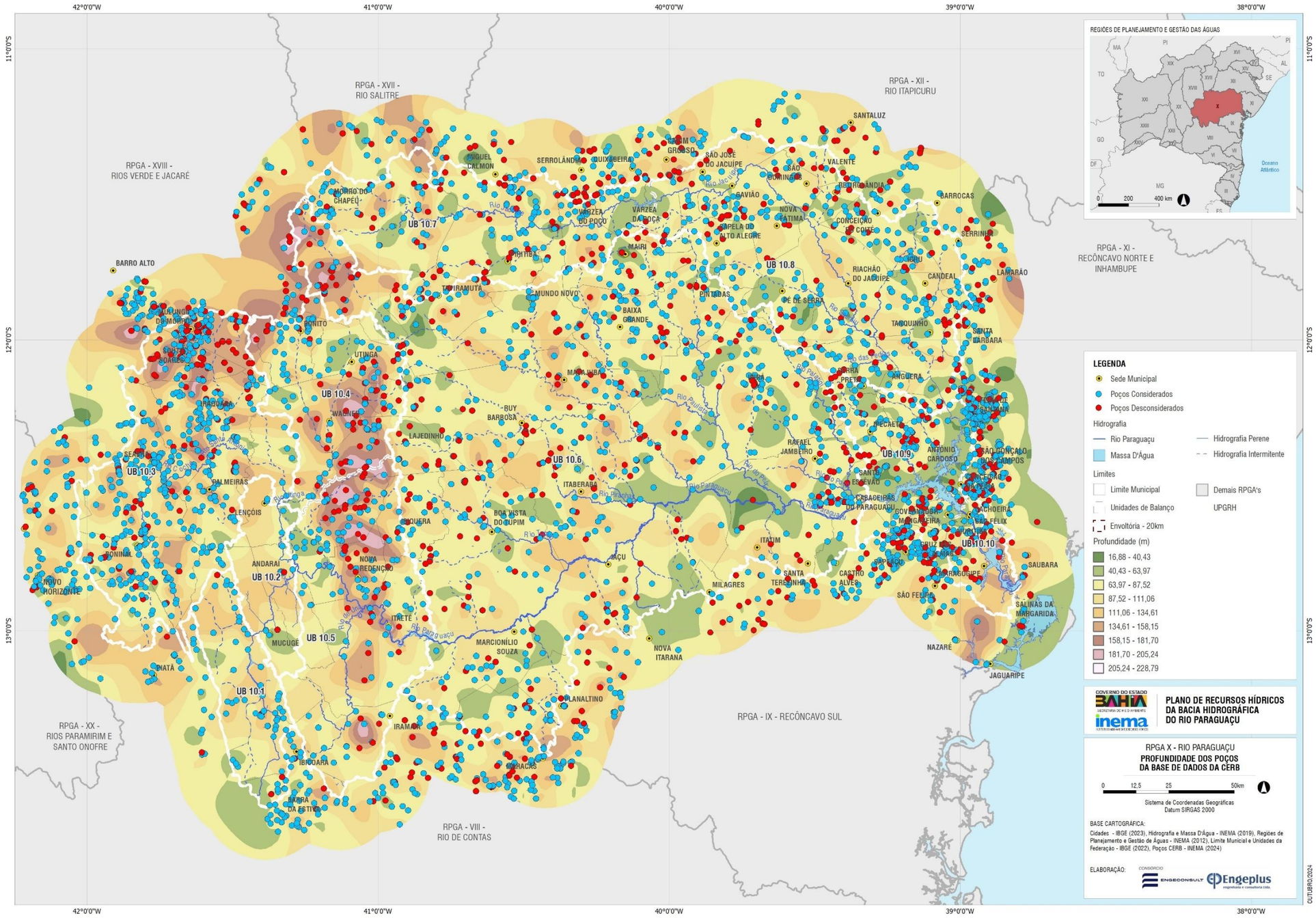
- Vazão dos poços: os dados, apresentados anteriormente e ilustrados na Figura 4.18, indicam maiores vazões com destaque no Domínio Metassedimentar (predomínio geral) e Domínio Cárstico (sobretudo em algumas porções, como em Utinga), com valores acima de 50 m^3/h (alguns acima de 100 m^3/h, como um poço aproveitável em Utinga com 132 m^3/h, valor máximo na base CERB). Por outro lado, variações e dispersões ao longo de toda RPGA podem ser vistas, indicando a heterogeneidade dos aquíferos e das características construtivas.

Figura 4.15: Poços da base CERB na RPGA e envoltória de 20km, por década (instalação) – poços aproveitáveis/demais poços e descartados



Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

Figura 4.16: Profundidade dos poços (base CERB na RPGA e envoltória de 20km)



Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

Figura 4.17: Variação da profundidade de nível estático (Prof. NE, m) - base de poços da CERB na RPGA

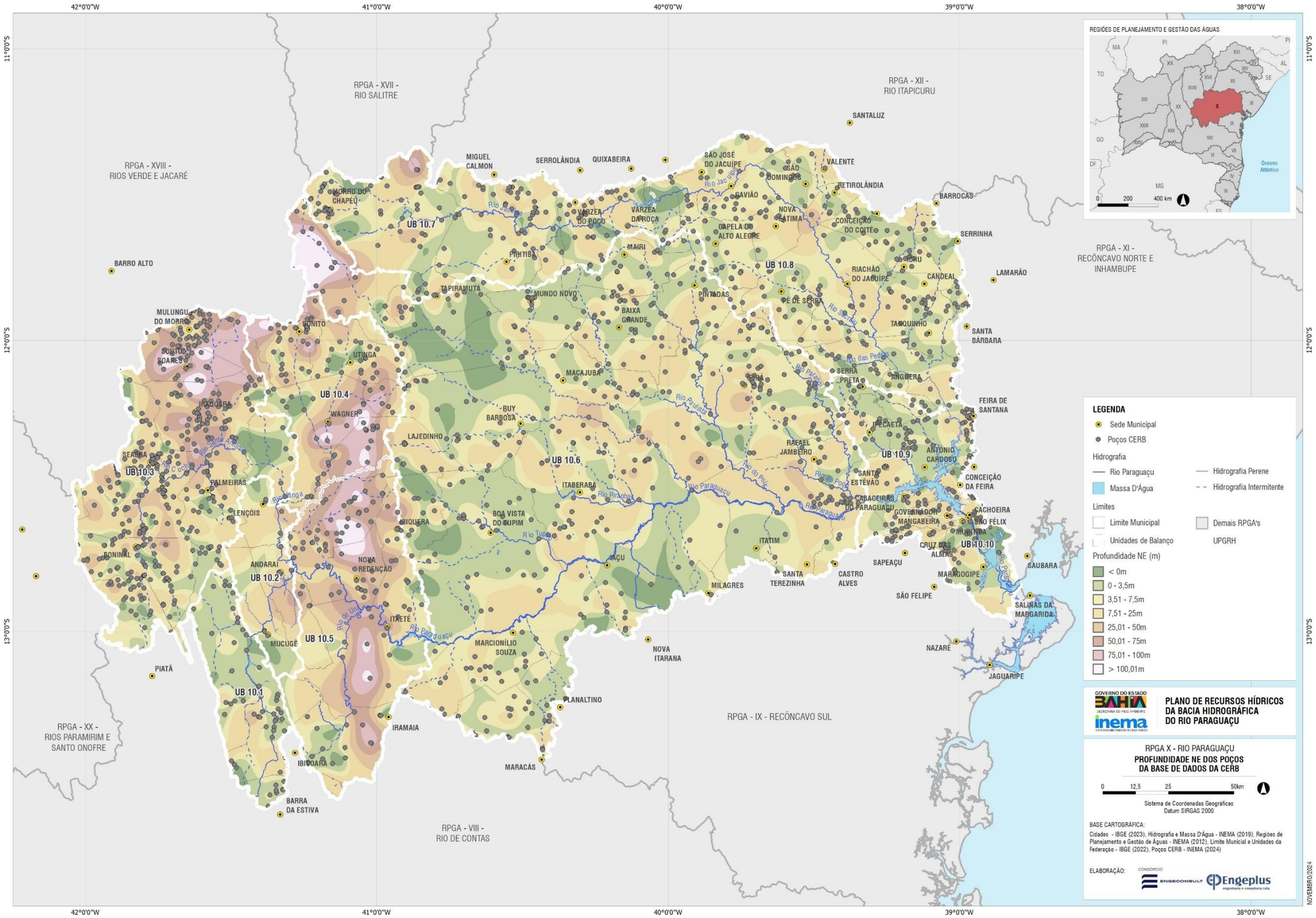
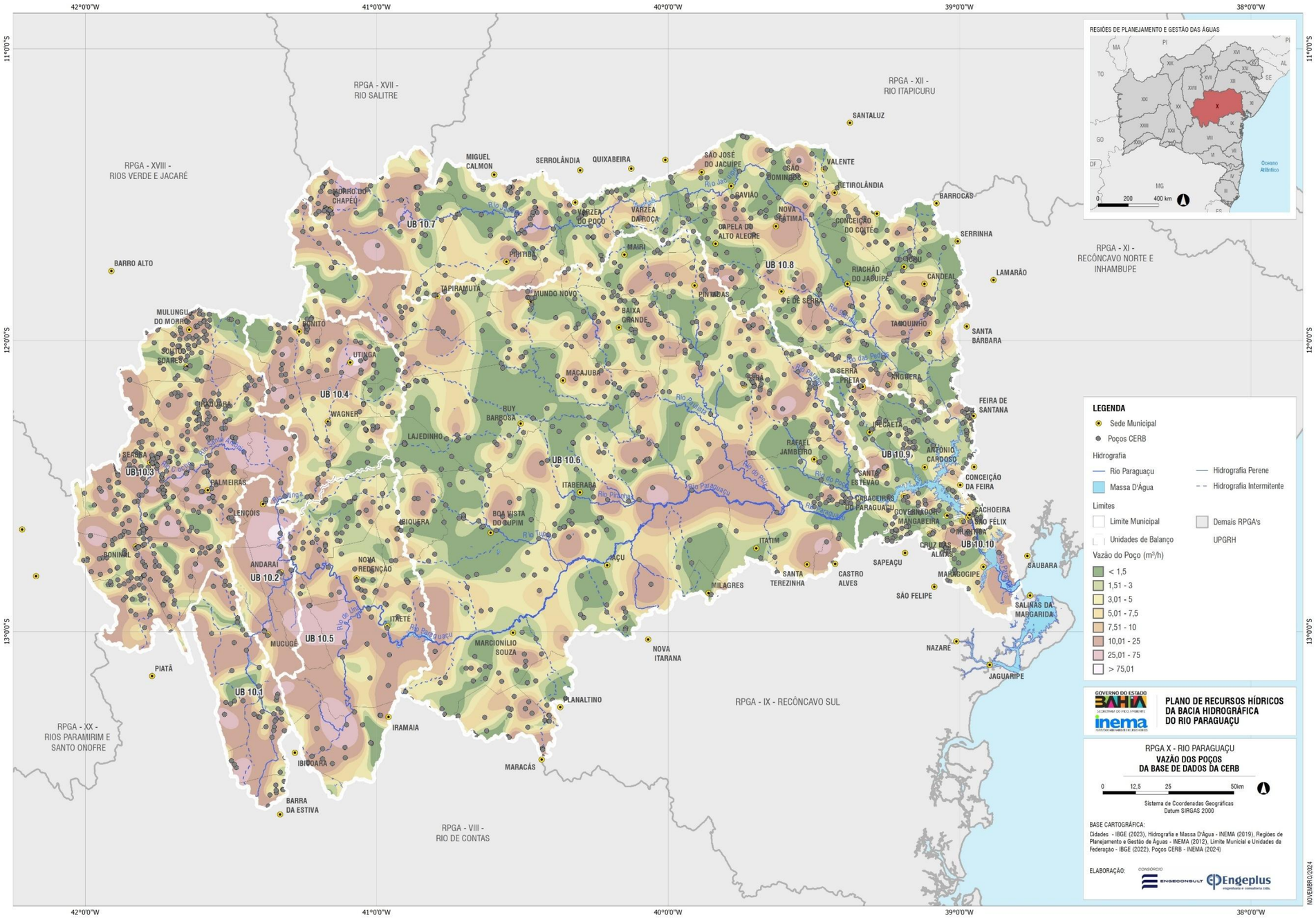

42°0'0"W
41°0'0"W
40°0'0"W
39°0'0"W
38°0'0"W
11°0'0"S
12°0'0"S
13°0'0"S
RPGA - XVII - RIO SALITRE
RPGA - XII - RIO ITAPICURU
RPGA - XVIII - RIOS VERDE E JACARÉ
RPGA - XI - RECÔNCAVO NORTE E INHAMBUPE
RPGA - XX - RIOS PARAMIRIM E SANTO ONOFRE
RPGA - IX - RECÔNCAVO SUL
RPGA - VIII - RIO DE CONTAS
UB 10.1
UB 10.2
UB 10.3
UB 10.4
UB 10.5
UB 10.6
UB 10.7
UB 10.8
UB 10.9
UB 10.10
SANTALUZ
MIGUEL CALMON
SERROLÂNDIA
QUIXABEIRA
SÃO JOSÉ DO JACUIPE
SÃO DOMINGOS
VALENTE
RETIROLÂNDIA
BARROCAS
SERRINHA
LAMARÃO
GAVIÃO
NOVA FÁTIMA
CAPELA DO ALTO ALEGRE
CONCEIÇÃO DO COITÉ
RIACHÃO DO JACUÍPE
CANDEAL
CORRO DO CHAPÉU
VARZEA DO POÇO
VARZEA DA ROÇA
PIRITIBA
MAIRI
BARRO ALTO
TAPIRAMUTÁ
MUNDO NOVO
PINTADAS
PÉ DE SERRA
BAIXA GRANDE
TAQUINHO
SANTA BÁRBARA
MULUNGU DO MORRO
BONITO
SOUTO SOARES
UTINGA
MACAJUBA
SERRA PRETA
ANGICAL
FEIRA DE SANTANA
IPIAÚ
WAGNER
BUY BARBOSA
LAJEDINHO
RAFAEL JAMBEIRO
IRECÊ
ANTÔNIO CARDOSO
SENTO SÉ
PALMEIRAS
ITABERABA
SANTO ESTÊVÃO
CONCEIÇÃO DA FEIRA
LENÇÓIS
BOA VISTA DO TUPIM
CABACEIRAS DO PARAGUAÇU
GOVERNADOR MANGABEIRA
CACHOEIRA
SÃO FELIX
CRUZ DAS ALMAS
ITATIM
IAÇU
SAPEAÇU
SAUBARA
BONINAL
ANDARAÍ
NOVA REDENÇÃO
MILAGRES
SANTA TEREZINHA
CASTRO ALVES
MARAGOGIPE
SÃO FELIPE
SALINAS DA MARGARIDA
ITAETÉ
MUCUGÊ
MARCIONÍLIO SOUZA
NOVA ITARANA
NAZARÉ
PIATÃ
JAGUARIPE
PLANALTINO
IRAMAIA
IBICOARA
MARACÁS
BARRA DA ESTIVA
Rio Jacuípe
Rio Paraguaçu
Rio Paraguaçu
Rio Pojuca
Rio Pitanga
Rio Una
Rio Tijuco
Rio Piranhas
Rio Paraguaçu
Rio Paraguaçu
Rio Paraguaçu

Figura 4.18: Variação das vazões (m³/h) - base de poços da CERB na RPGA

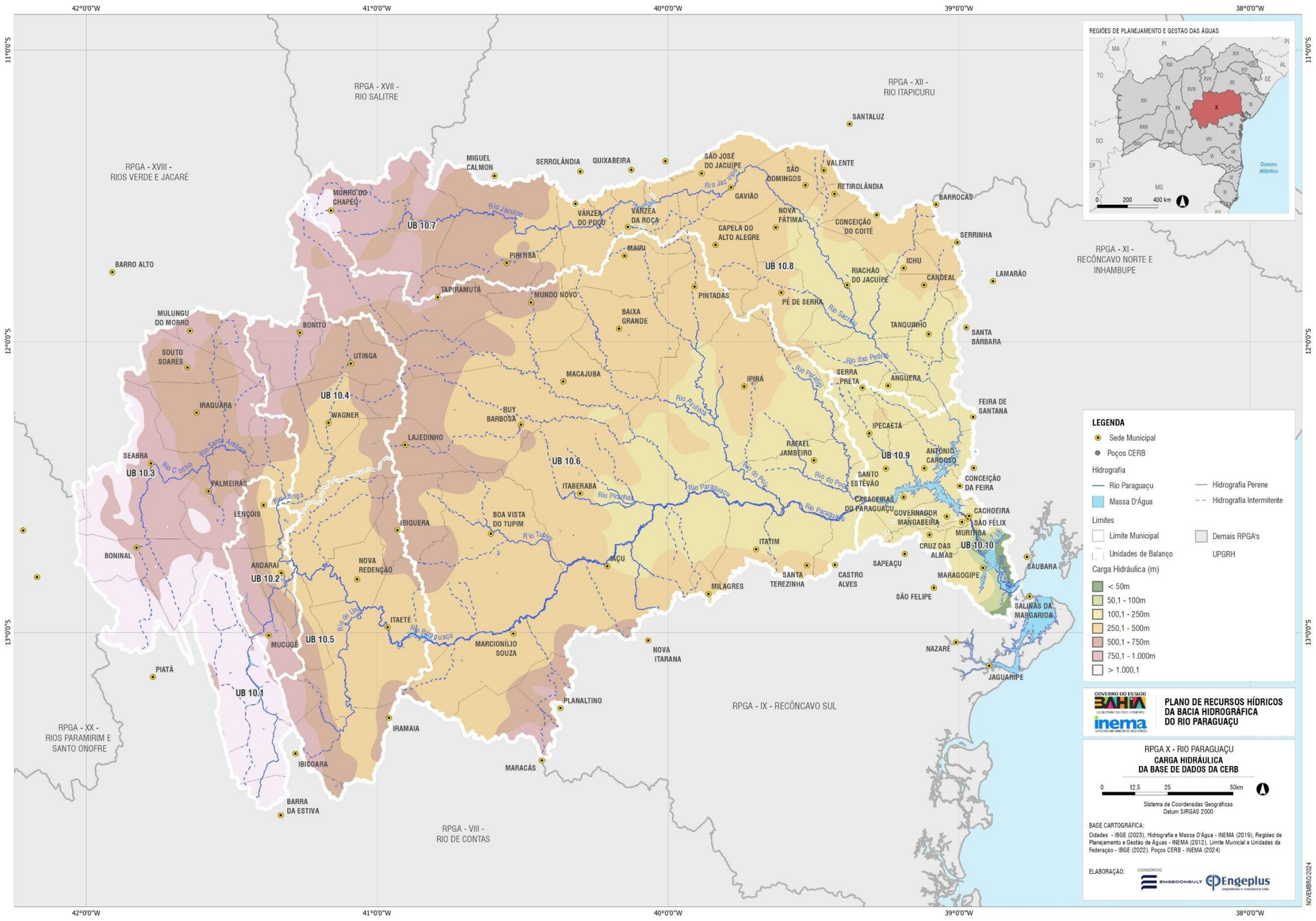


Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

- Cargas hidráulicas: o comportamento das cargas hidráulicas é mostrado na Figura 4.19, em que fica evidente que o fluxo subterrâneo principal acompanha o escoamento da bacia hidrográfica, com sentido de oeste a leste, desde a Chapada Diamantina (cargas hidráulicas acima de 1.000m sobretudo nas UPGRH 1 e 3) e abaixamento de valores até a parte litorânea (inferiores a 50m).
  Localmente, há fluxos que tendem a acompanhar as redes de drenagem (níveis de base locais/regionais, representados pelos afluentes/subafluentes dos rios principais, como o Paraguaçu e Jacuípe).
  Valores intermediários de cargas hidráulicas, entre 750 e 1.000m, são encontrados sobretudo nas UPGRHs 2, 3 e 4 (oeste da RPGA), além de algumas porções das UPGRHs 5 (em sua porção NW e arredores de Planaltino/Maracás) e 6 (Morro do Chapéu); e, entre 500 e 750m, concomitantes com altitudes menores que a faixa anterior, nos arredores. Na porção central da RPGA, predominam cargas de 250 a 500m (ou abaixo), diminuindo (< 250m) rumo ao leste.
- Capacidade específica (Q/s): os maiores valores estão nos Domínios Cárstico (nas porções Una/Utinga e Iraquara/Souto Soares) e Metassedimentar (exatamente os melhores aquíferos da RPGA), sendo os valores máximos na faixa de 5-7 m^3/h / m (valores acima de 4 m^3/h / m são considerados de muito alta produtividade – CPRM, 2014). No outro extremo, valores menores que 1 m^3/h / m são considerados de baixa produtividade, como se visualiza na maioria da RPGA, sobretudo no Domínio do Embasamento Cristalino – Figura 4.20; há inclusive, mais de 350 poços com valores abaixo de 0,04 m^3/h / m, considerados de muito baixa produtividade.
- Rebaixamento (diferença entre nível dinâmico e estático): o comportamento, visualizado na Figura 4.21, é variável e distinto dos indicadores anteriores, estando os maiores valores associados tanto a áreas de aquíferos de baixa produtividade (em que para se obter determinada vazão limitada, há um significativo rebaixamento; caso sobretudo do Domínio do Embasamento Cristalino), quanto, potencialmente, de concentração/interferência de poços (como possivelmente nos arredores entre Utinga e Wagner). Já dados menores de rebaixamento ficaram mais evidenciados em situações associadas ao ciclo das águas e à descarga em cursos d´água (p.e., ao longo de certos trechos do curso do rio Paraguaçu ou na área dos Marimbus) e em terrenos cársticos (em que condutos/cavidades oferecem condições de melhor circulação subterrânea). Estes dados nem sempre são precisos, pois pode haver problemas de exatidão da cota do poço; e são, em sua maioria, das épocas de instalação (já comentado anteriormente).

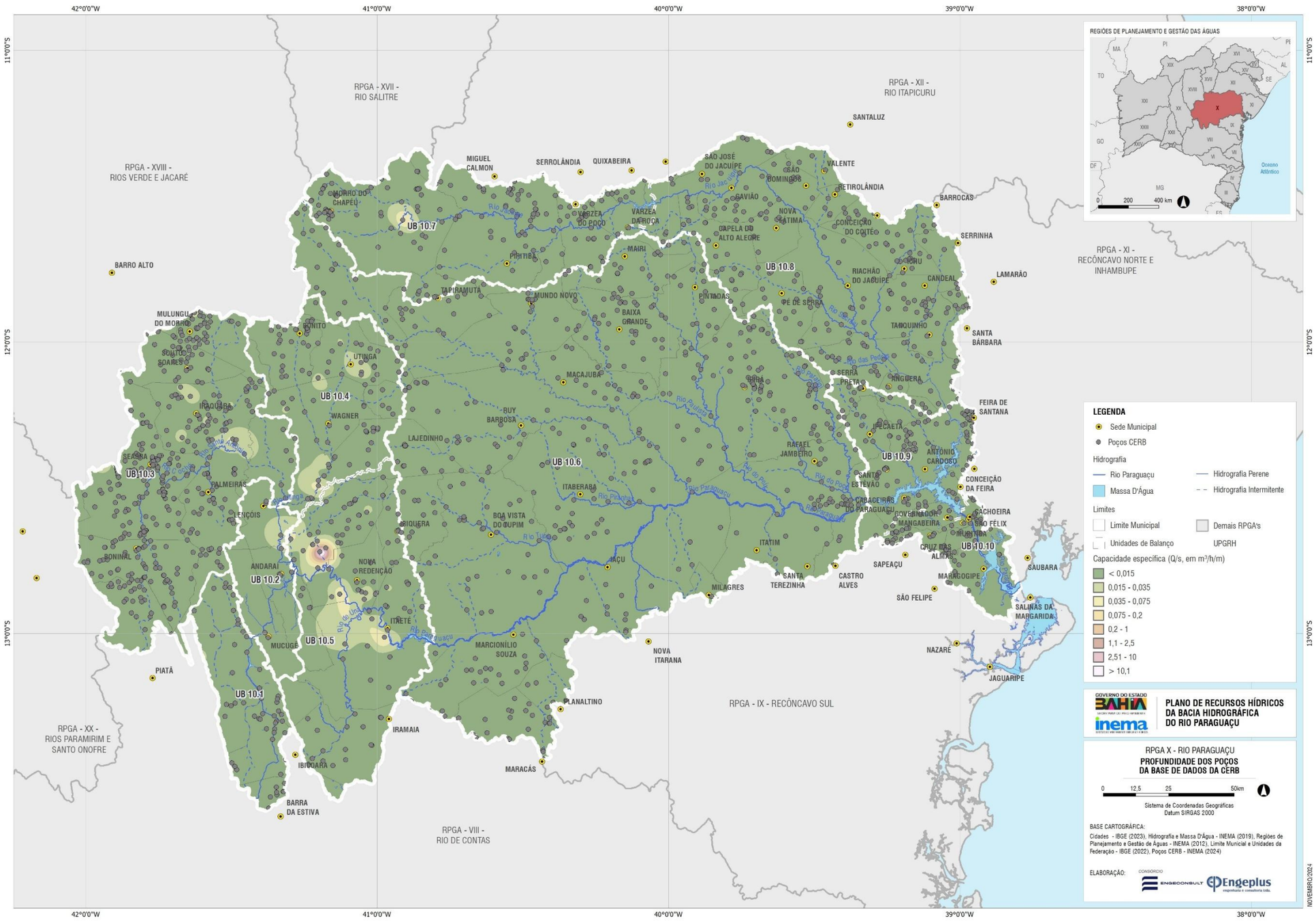
A Figura 4.22 apresenta a localização dos poços secos (incluídos no conjunto de poços descartados) – como fica evidente, a imensa maioria é no domínio aquífero menos produtivo e de maior extensão (Embasamento Cristalino), além de ser área mais afetada pela menor precipitação pluviométrica: são mais de 250 em 421 no total (cerca de 60%).

Figura 4.19: Variação da carga hidráulica (m) dos poços da base CERB na RPGA



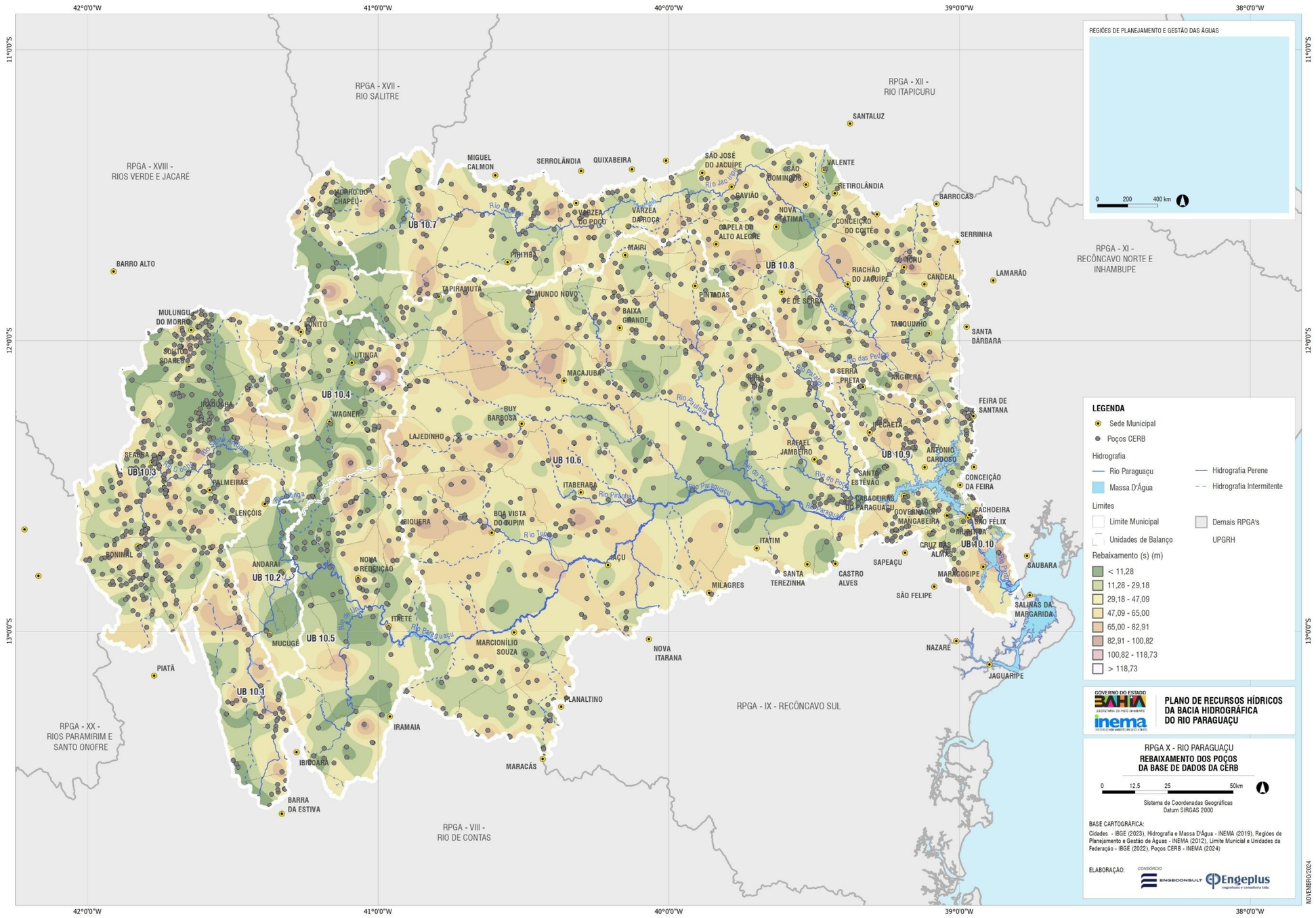
Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

Figura 4.20: Variação da capacidade específica (m³/h / m) - poços da base CERB na RPGA



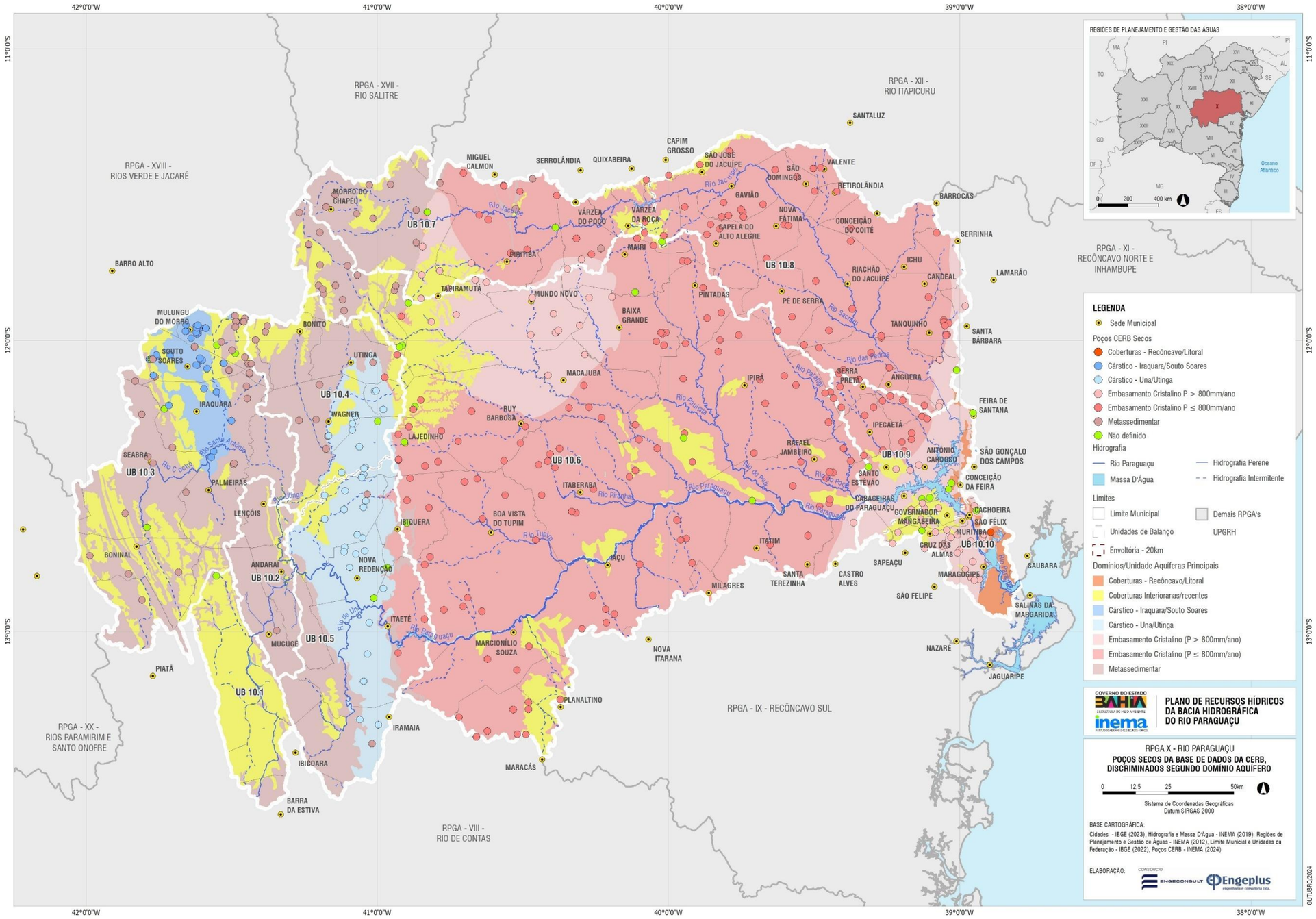
Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

Figura 4.21: Variação do rebaixamento (m) - poços da base CERB na RPGA



Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

Figura 4.22: Localização dos poços secos - base CERB na RPGA



Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

4.2. BASE DE POÇOS DO SIAGAS - CPRM

A base de poços do SIAGAS foi obtida junto à CPRM (2024), sendo inicialmente descartados aqueles com outras especificações além de poço tubular, como: "fonte natural", "nascente", "poço de monitoramento", "poço escavado(cacimba/cisterna)" e "poço ponteira". De forma análoga à base da CERB, também foram considerados poços em envoltória de 20km além dos limites da RPGA, para avaliação das condições dos arredores imediatos da RPGA.

Os dados são sintetizados a seguir e mostrados na Figura 4.23:

- RPGA + envoltória: 5.885 pontos, sendo 5.441 de poços tubulares; 399 sem informação; e os restantes (45) nas outras categorias descartadas (fonte natural, nascente etc.);

- Dentro da RPGA: 3.253 pontos, sendo 3.042 de poços tubulares e 191 sem informação.

Quanto à situação, os poços tubulares da base SIAGAS foram reunidos nos seguintes conjuntos:

- Bombeando: 546 poços (representando apenas 17,9% dos poços tubulares), sendo 180 na UPGRH-5, 138 na UPGRH-6, 91 na UPGRH-4 e 89 na UPGRH-3;

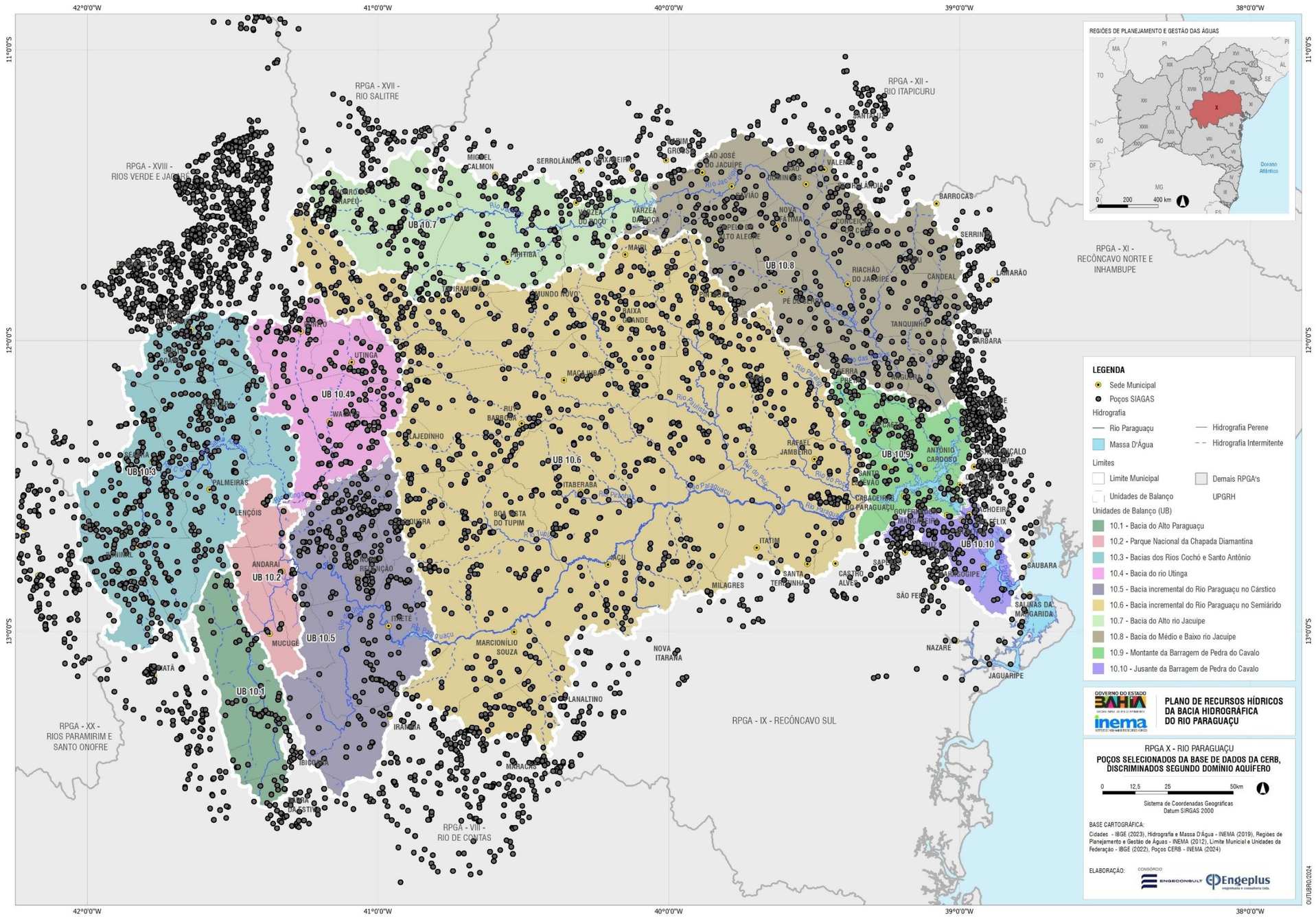
- Não bombeando ("equipado" ou "não instalado"): 344 poços (11,30%);

- Com alguma deficiência ("abandonado", "fechado", "não utilizável", "obstruído", "parado" ou "precário"): 456 poços (15,0%);

- Seco: 214 poços (7,0%); e

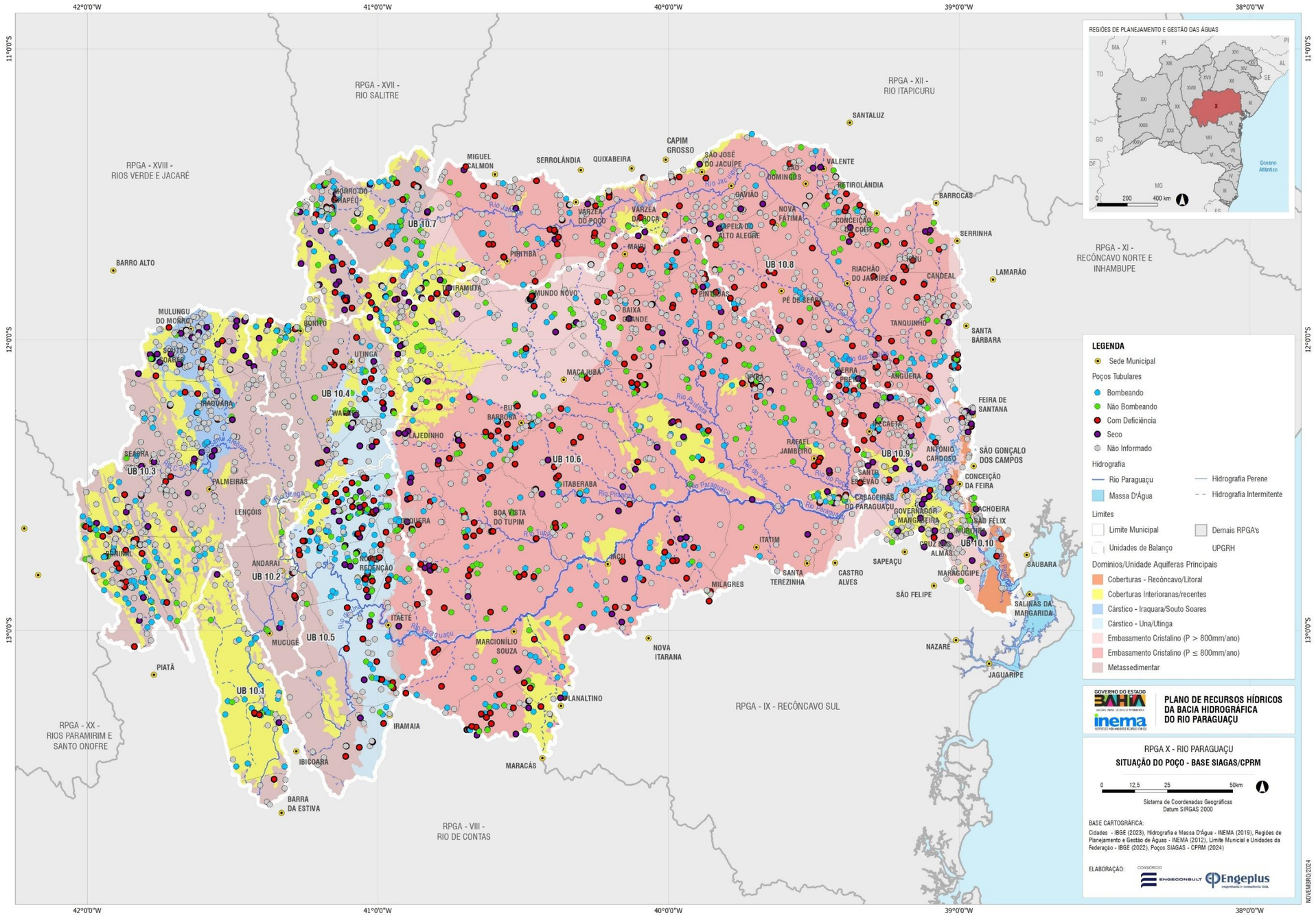
- Sem informação: 1.482 (48,7%, ou seja, quase a metade nesta base de poços).

Figura 4.23: Localização dos poços tubulares na RPGA e envoltória - base SIAGAS



Fonte: elaboração própria, a partir da base da SIAGAS – CPRM (2024).

Figura 4.24: Situação dos poços tubulares na RPGA - base SIAGAS



Fonte: elaboração própria, a partir da base da SIAGAS – CPRM (2024).

São apresentados na Figura 4.25 os tipos de uso indicados na base SIAGAS para os poços bombeando, verificando-se:

- Consumo humano - doméstico/urbano ("abastecimento doméstico" e "abastecimento urbano"): 167 poços (30,6% dos poços bombeando), sendo 141 na UPGRH-3;

- Consumo humano conjuntamente com outros usos ("abastecimento doméstico/animal", "abastecimento doméstico/irrigação", "abastecimento múltiplo" e "doméstico/irrigação/animal"): 259 poços (47,3% dos poços bombeando), sendo 83 na UPGRH-5, 73 na UPGRH-6, 58 na UPGRH-4 e 30 na UPGRH-3;

- Dessedentação animal ("pecuária"): 86 poços (15,8% dos poços bombeando), sendo 49 (mais da metade) na UPGRH-5 (Paraguaçu Semiárido) e 21 na UPGRH-6 (Jacuípe);

- Irrigação: apenas 5 poços (0,9%), nas UPGRH 5 a 7 (nenhum registro nas demais);

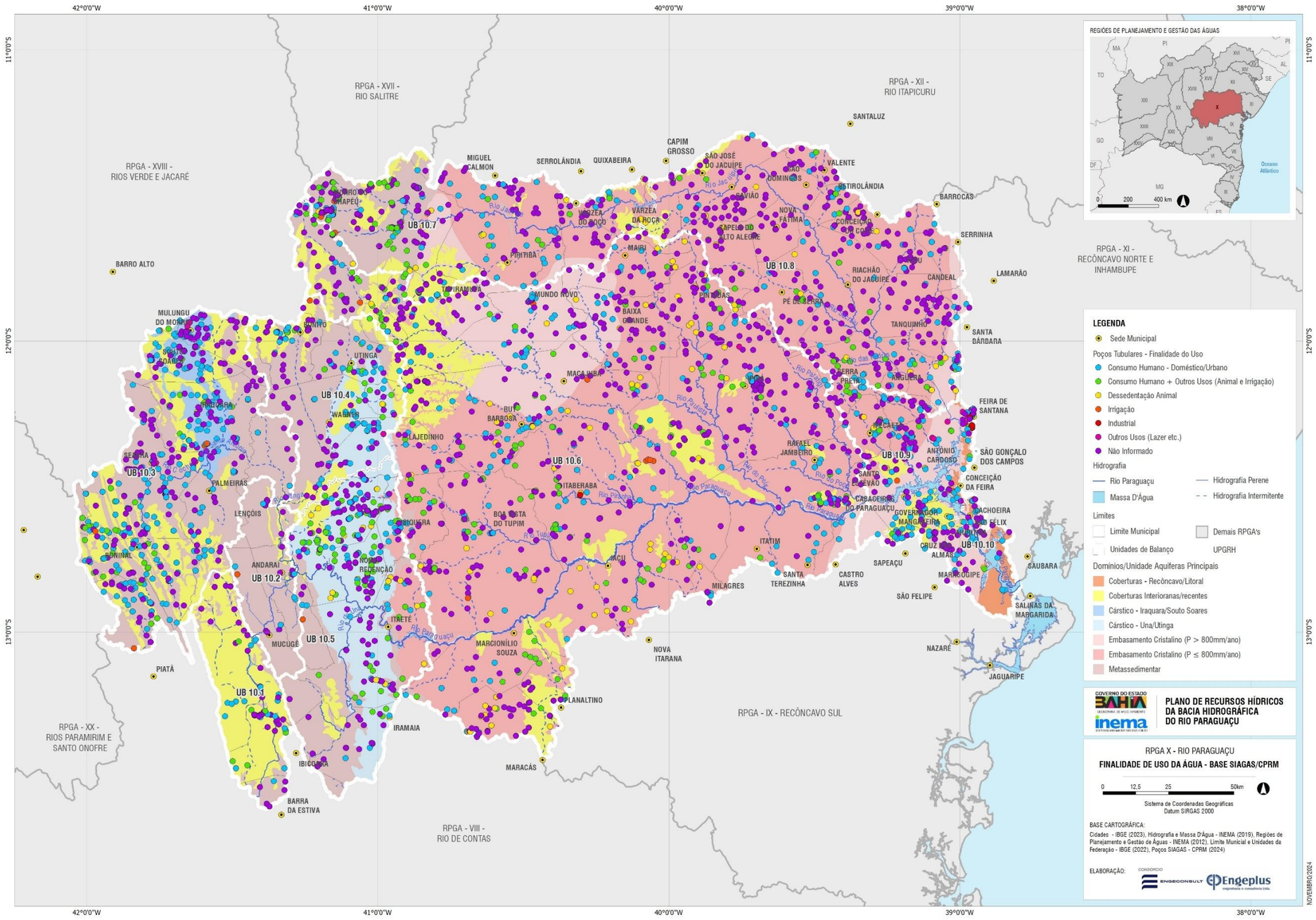
- Industrial ("abastecimento industrial"); 6 poços (1,1% dos poços bombeando), concentrados em Feira de Santana (5 – UPGRH-7), além de um em Itaberaba (UPGRH-5);

- Outros usos (lazer etc.): apenas dois poços;

- Não informado: 21 poços (3,8%).

Um dos problemas é a exatamente a imprecisão dos dados, seja pela indisponibilidade (dados em branco ou zerados); falta de padronização de nomenclaturas (p.e., sobre a finalidade de uso ou certa confusão quando nos casos de uso múltiplo); alguns valores pouco realistas (por exemplo, subestimados para finalidade de uso da água à irrigação); problemas de conversão de unidades (dados em distintas unidades e misturados); entre outras. Por este motivo, não foram efetuados tratamentos adicionais pela base SIAGAS, adotando-se as demais (CERB e CNARH) como mais apropriadas em suas respectivas abordagens.

Figura 4.25: Tipo de uso da água dos poços tubulares na RPGA - base SIAGAS



Fonte: elaboração própria, a partir da base da SIAGAS – CPRM (2024).

4.3. USOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA - BASE DE POÇOS DO CNARH

Foi obtida a base do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH (ANA, 2024), tanto de dados outorgados (direito de uso da água subterrânea), quanto cadastrados (uso insignificante).

O tratamento de dados aqui é estrito a sua interpretação hidrogeológica (inclusive pode ter diferenças na seleção de pontos tratados em relação a outras abordagens de outras NT, p.e, envolvendo outorgas e demandas) e para subsidiar o cotejo de dados de captações subterrâneas (poços) com indicadores de disponibilidade hídrica (Cap. 5), para a avaliação de situações potenciais de criticidade, com vistas a subsidiar medidas que serão tratadas na Etapa do Plano de Ações. Para tanto, foi considerado o cenário de vazão máxima em todos os poços e a distribuição de dados por UB. Estes dados foram previamente verificados e descartadas inconsistências mais evidentes antes de seu tratamento do ponto de vista hidrogeológico.

O Quadro 4.5 apresenta os dados de outorga por direito de uso da água subterrânea na RPGA. Quanto ao número de captações subterrâneas nesta modalidade (694 no total), as unidades com mais poços são: UB 10.1 / UPGRH 1 (187 ou 26,9% da RPGA), UB 10.3 / UPGRH 3 (171 ou 24,6%) e UB 10.4 / UPGRH 4 (167 ou 24,1%). Quanto à vazão (soma da vazão máxima dos poços), destacam-se as unidades UB 10.1 / UPGRH 1 (6.643,15 m^3/h ou 34,1% da RPGA) e UB 10.4 / UPGRH 4 (6.442,03 m^3/h ou 33,03% da RPGA), que juntas representam 2/3 da vazão da RPGA nesta base.

Quadro 4.5: Dados de outorga por direito de uso da água subterrânea na RPGA – base CNARH

UPGRH	UB	N. total de poços	Soma de vazão – Σ Q (m^3/h)	% da vazão (% Q)
UPGRH 1	UB 10.1	187	6.643,15	34,07
UPGRH 2	UB 10.2	7	164,72	0,84
UPGRH 3	UB 10.3	171	3.458,77	17,74
UPGRH 4	UB 10.4	167	6.442,03	33,03
	UB 10.5	22	695,37	3,57
UPGRH 5	UB 10.6	30	418,35	2,15
UPGRH 6	UB 10.7	53	1.202,10	6,16
	UB 10.8	9	166,61	0,85
UPGRH 7	UB 10.9	42	189,32	0,97
	UB 10.10	6	120,85	0,62
RPGA		**694**	**19.501,27**	**100**

Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

O Quadro 4.6 mostra os dados de cadastros de usos insignificantes na RPGA, que representam cerca de 14,5% da vazão total (somada à de outorgas pelo direito de uso).

Quanto ao número de captações subterrâneas nesta modalidade (609 no total), as unidades com mais poços são: UB 10.3 / UPGRH 3 (297 ou 48,7% da RPGA), UB 10.9 / UPGRH 7 (96 ou 15,8%) e UB 10.1 / UPGRH 1 (62 ou 10,2%).

Quanto à vazão total (soma da vazão máxima dos poços), destacam-se as unidades UB 10.3 / UPGRH 3 (1.863,09 m³/h ou 56,4% da RPGA) e UB 10.1 / UPGRH 1 (413,03 m³/h ou 12,53% da RPGA).

Interessante que este perfil de usuários (com captações mais modestas) se concentra mais nos aquíferos Metassedimentar e Cárstico Iraquara-Souto Soares da UPGRH 3, enquanto os usuários de poços outorgados (com vazões tipicamente mais elevadas), apresentam-se mais concentrados nas UPGRHs 1 e 4, além da 3.

Quadro 4.6: Dados de cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH

UPGRH	UB	N. total de poços	Soma de vazão – Σ Q (m³/h)	% da vazão (% Q)
UPGRH 1	UB 10.1	62	413,71	12,53
UPGRH 2	UB 10.2	21	71,77	2,17
UPGRH 3	UB 10.3	297	1.863,09	56,44
UPGRH 4	UB 10.4	17	89,27	2,70
	UB 10.5	22	111,76	3,39
UPGRH 5	UB 10.6	41	171,58	5,20
UPGRH 6	UB 10.7	14	80,66	2,44
	UB 10.8	18	71,38	2,16
UPGRH 7	UB 10.9	96	354,80	10,75
	UB 10.10	21	72,84	2,21
RPGA		**609**	**3.300,86**	**100**

Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

O Quadro 4.7 apresenta a totalização de dados (outorgas por direito de uso + cadastros de usos insignificantes) para águas subterrâneas na RPGA. Quanto ao número de captações subterrâneas (1.303 no total), as unidades com mais poços são: UB 10.3 / UPGRH 3 (468 ou 35,9% da RPGA), UB 10.1 / UPGRH 1 (249 ou 19,1%) e UB 10.4 / UPGRH 4 (184 ou 14,1%). Quanto à vazão (soma da vazão máxima dos poços), destacam-se as unidades UB 10.1 / UPGRH 1 (7.056,86 m³/h ou 30,95% da RPGA), UB 10.4 / UPGRH 4 (6.531,30 m³/h – 28,64%) e UB 10.3 / UPGRH 3 (5.321,86 m³/h ou 23,34% da RPGA) – estas três unidades totalizam mais de 80% da vazão.

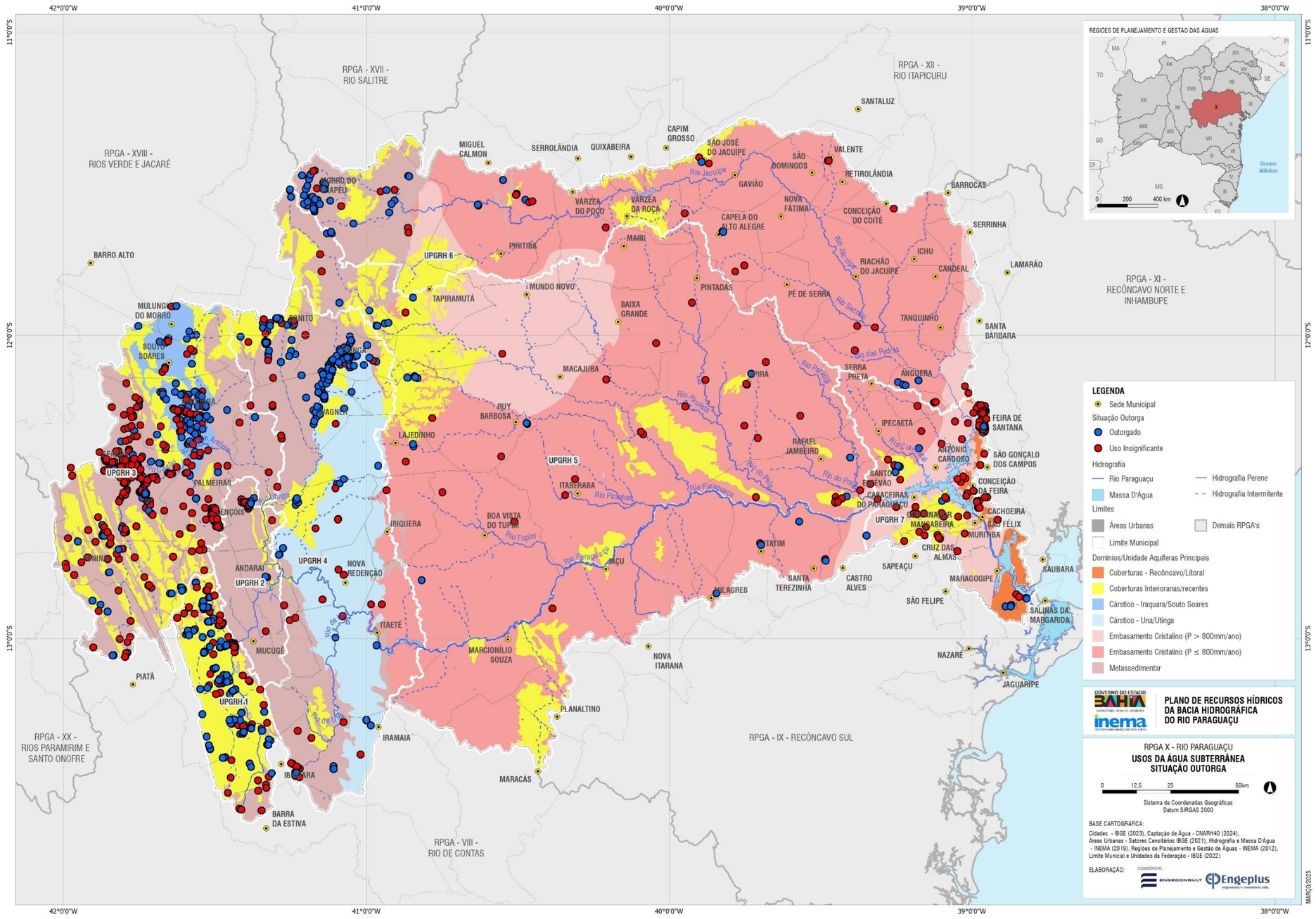
Quadro 4.7: Dados totais, de outorgas por direito de uso e cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH

UPGRH	UB	N. total de poços	Soma de vazão – Σ Q (m^3/h)	% da vazão (% Q)
UPGRH 1	UB 10.1	249	7.056,86	30,95
UPGRH 2	UB 10.2	28	236,49	1,04
UPGRH 3	UB 10.3	468	5.321,86	23,34
UPGRH 4	UB 10.4	184	6.531,30	28,64
	UB 10.5	44	807,13	3,54
UPGRH 5	UB 10.6	71	589,93	2,59
UPGRH 6	UB 10.7	67	1.282,76	5,63
	UB 10.8	27	237,99	1,04
UPGRH 7	UB 10.9	138	544,12	2,39
	UB 10.10	27	193,70	0,85
RPGA		**1.303**	**22.802,13**	**100**

Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

A espacialização dos dados do CNARH é apresentada na Figura 4.26. Nota-se uma nítida diferença entre as bases de poços da CERB (Cap. 4.1) e esta do CNARH, sobretudo na UPGRH-1 (que na base de CERB, apresenta uma expressividade bem menor tanto em número de poços, quanto em vazões totais captadas) e nas UPGRH 5 e 6 (o oposto). O que se abstrai destas diferenças é a necessidade de os gestores utilizarem ambas as bases, pois se complementam. E, evidentemente, que tais bases demandam um aprimoramento contínuo e integração.

Figura 4.26: Poços com outorga por direito de uso e cadastro de usos insignificantes na RPGA - base do CNARH



Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

Quanto aos usos da água, o Quadro 4.8 mostra que mais de 80% da vazão selecionada pelo CNARH (outorgas + usos insignificantes) está associada à irrigação (grande destaque nesta base de dados). Pelo Quadro 4.9, nota-se que esta finalidade de uso (irrigação) dá-se principalmente na UPGRH-1 (36,4% da vazão total máxima), UPGRH-4 (33,2%) e UPGRH-3 (21,3%). A espacialização na RPGA por finalidade de uso da água subterrânea é mostrada na Figura 4.27.

Quadro 4.8: Finalidade de uso das águas subterrâneas - outorgas por direito de uso e cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH

Finalidade de uso	N. de poços	Q total (m³/h)	Q total (m³/s)	% Q total
Abastecimento Público	125	1637,770	0,455	7,2
Consumo Humano	180	695,143	0,193	3,0
Criação Animal	71	400,593	0,111	1,8
Indústria	103	986,112	0,274	4,3
Irrigação	775	18786,460	5,218	82,4
Mineração	1	1,400	0,000	0,0
Outras	48	294,655	0,082	1,3
Total - RPGA	1303	22.802,132	6,334	100,0

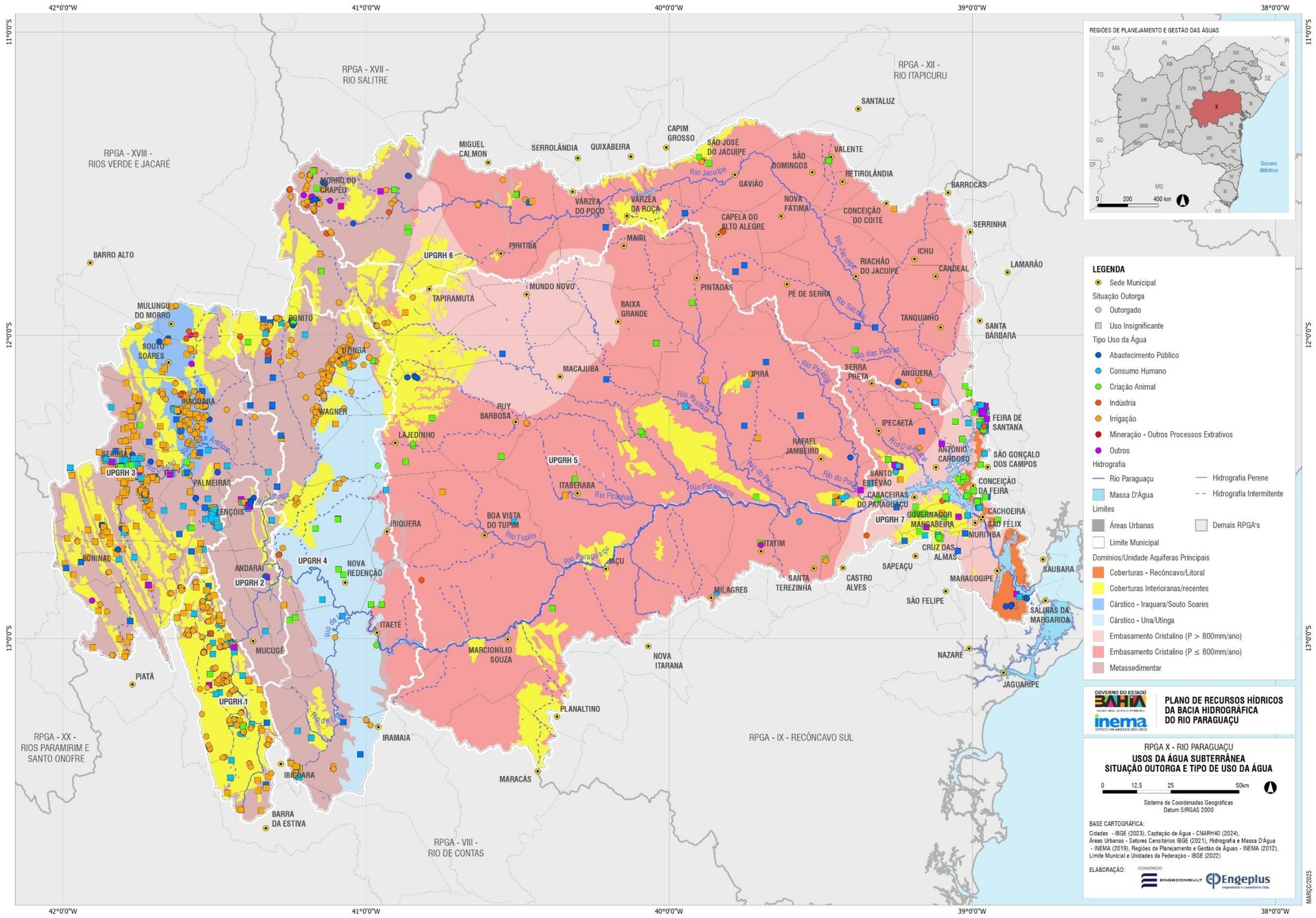
Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

Quadro 4.9: Uso das águas subterrâneas na irrigação, por UPGRH e UB – base CNARH

UPGRH	UB	N. de poços	Q total (m³/h)	% Q total
UPGRH-1	UB 10.1	219	6.840,298	36,4
UPGRH-2	UB 10.2	3	6,722	0,0
UPGRH-3	UB 10.3	209	4.008,930	21,3
UPGRH-4	UB 10.4	158	6.238,176	33,2
	UB 10.5	22	633,477	3,4
UPGRH-5	UB 10.6	22	333,321	1,8
UPGRH-6	UB 10.7	31	549,162	2,9
	UB 10.8	6	153,630	0,8
UPGRH-7	UB 10.9	3	18,744	0,1
	UB 10.10	1	4,000	0,0
Total - RPGA		**674**	**18.786,460**	**100**

Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

Figura 4.27: Finalidade de uso das águas subterrâneas (outorga por direito de uso e cadastro de usos insignificantes) na RPGA - base do CNARH



Fonte: elaboração própria, a partir da base do CNARH – ANA (2024).

Informações sobre captações subterrâneas utilizadas para sistemas de abastecimento de água (SAAs) foram obtidas para a NT-4 (Saneamento), indicando a existência de poços com esta finalidade de uso dentro da RPGA em: Boninal, Iraquara, Lençóis, Maracás, Morro do Chapéu, Mucugê e Seabra (todos com concessão de água da EMBASA, exceto Mucugê, que é operado pela Prefeitura), além de outros situados nos arredores, mas já fora da RPGA (caso, por exemplo, de Piatã, Ibitiara, Planaltino, Saubara, Conceição do Coité, Serrinha e Retirolândia).

Em vistorias de campo, foram constatadas algumas atualizações:

- Iraquara (UPGRH 3): os três poços antigamente utilizados, situados em baixada da área urbana (sede) rumo ao vale do riacho Água de Rega, estão atualmente desativados (dois deles, mantidos como reservas). O sistema da EMBASA que abastece hoje a sede municipal é predominantemente a partir de poço situado em Riacho do Mel (a oeste da sede, no limite entre os Domínios Cárstico e Metassedimentar). A ideia é utilizar-se de poços extraindo preferencialmente águas do Domínio Metassedimentar, evitando o Cárstico e frequentes não conformidades (excesso de sais dissolvidos, dureza etc.).
  Outro aspecto interessante observado é que parte da história do próprio município está associada ao Poço Manoel Félix, segundo relatos, executado décadas atrás no leito do riacho Água de Rega por um tropeiro de mesmo nome e que deu nome ao então povoado. Verificou-se que atualmente ainda há esta captação, mas considerada imprópria para consumo humano devido a problemas na qualidade da água.
- Mucugê (UPGRHs 2 e 1): constatou-se que o sistema que abastece a sede, operado pela Prefeitura Municipal, não utiliza atualmente os poços outrora instalados pela CERB, estando estes desativados (e há uma captação superficial, no rio Paraguaçu). Por outro lado, há vários poços utilizados para consumo humano em povoados do município (como, p.e., São Pedro), operados de forma independente.
- Morro do Chapéu (UPGRH 6): há um número maior de poços (10 poços – 1, 5, 7, 8, 10, 14, 19, 20, 21 e 22, sendo n. 1 desativado atualmente).
- Boninal (sede na UPGRH 3): constatou-se que os dois poços utilizados para abastecimento de água continuam localizados a oeste (Fazenda Queimada) e leste (Fazenda Tiririca) da sede, mas este já sofreu alteração de localização (substituição e instalação de poço novo nos arredores imediatos).

A Figura 4.28 a Figura 4.49 apresentam exemplos de poços vistoriados em campo de poços destes sistemas de abastecimento municipais e ilustram algumas das situações descritas anteriormente.

Uma questão importante, que será retomada na etapa do Plano de Ações, é sobre o instrumento dos Perímetros de Proteção de Poços - PPP, com resguardo das áreas destes poços e arredores. Seguindo buscas efetuadas e contatos em campo com representantes das concessionárias, ainda não há registro da implementação deste instrumento em quaisquer poços da RPGA.

Figura 4.28: Poço 5 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.29: Poço 1 / EMBASA (desativado) (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.30: Poço 7/ EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.31: Poço 8 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6).



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.32: Poço 10 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.33: Poço 10 / EMBASA (SAA) e arredores - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.34: Poço 14 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.35: Poço 19 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.36: Poço 20 / EMBASA (SAA) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.37: Poço sede 22 (CERB) - EMBASA (SAA)– poço 22 - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.38: Poço 3 / EMBASA (SAA) (Fazenda Queimada) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Boninal (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.39: Poço 1 (atual) / EMBASA (SAA) (Fazenda Tiririca) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Boninal (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.40: Poço reserva ("poço 1", atualmente não utilizado – EMBASA-Iraquara) - vale do Riacho Água de Rega (área do aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.41: Poço reserva ("poço 3", atualmente não utilizado – EMBASA - Iraquara) - vale do Riacho Água de Rega (área do aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.42: Poço atual da EMBASA-Itaquara (Riacho do Mel) – interface entre Domínios Metassedimentar e Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.43: Poço desativado EMBASA-Itaquara (Riacho do Mel) – interface entre Domínios Metassedimentar e Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.44: Antigo poço Manoel Felix, local de importância histórica situado no leito/vale do riacho Água de Rega (área do aquífero Cárstico Iraquara/Souto Soares) - Iraquara (UPGRH3)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.45: Placa indicativa ao lado do antigo poço Manoel Felix ("Atenção: água imprópria para consumo humano") - Iraquara (UPGRH3)



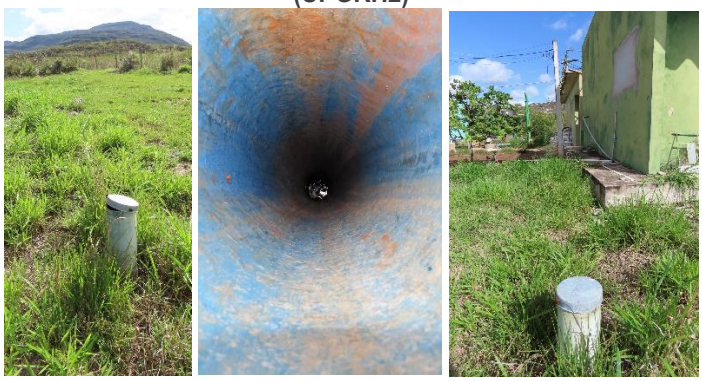
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.46: Poço Sede 2 (CERB), atualmente desativado (antes, utilizado pelo SAA – P.M. Mucugê) – Domínio Aquífero Metassedimentar-Mucugê (UPGRH2)



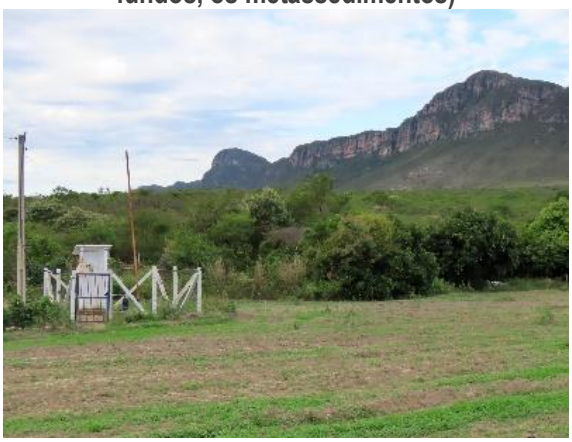
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.47: Poços abandonados ao lado de captação superficial (rio Paraguaçu) – Domínio Aquífero Metassedimentar- Mucugê (UPGRH2). Notar, da esquerda para a direita: revestimento com tampa (aos fundos, os metassedimentos); vista interna no revestimento e água abaixo; e revestimento com tampa ao lado da ETA – Mucugê (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.48: Poço utilizado para consumo humano – Domínio Aquífero Metassedimentar, Comunidade São Padro - Mucugê (UPGRH1). Notar: poço/casa de força/cercamento (aos fundos, os metassedimentos)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.49: Detalhe do registro anterior, com poço utilizado para consumo humano – Domínio Aquífero Metassedimentar, Comunidade São Padro Mucugê (UPGRH1)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

4.4. REDES DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Há diversos tipos de redes de monitoramento das águas subterrâneas, sejam com poços dedicados (exclusivos) ou não; sejam redes quantitativas, qualitativas ou quanti-qualitativas.

Inicialmente foi efetuada uma busca junto à rede de abrangência nacional, da RIMAS – Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas, operada pela CPRM (https://rimasweb.sgb.gov.br). No entanto, esta rede só possui poços de monitoramento no oeste do Estado da Bahia.

Por ocasião de vistorias em campo, notou-se que há alguns poços da EMBASA sendo monitorados pelo INEMA (entre poços para produção de água para SAAs, em funcionamento ou não). Em contato com o órgão estadual, foram obtidos dados, com listagem no Quadro 4.10 e localização na Figura 4.50. Trata-se de uma rede não dedicada, concentrada basicamente na bacia do rio Jacuípe (UPGRH 6), a maioria em Morro do Chapéu e no Domínio Aquífero Metassedimentar. As medições efetuadas são de profundidade do nível d´água, condutividade elétrica e temperatura. Os dados brutos podem ser acessados pelo Portal SEIA (http://monitoramento.seia.ba.gov.br/login.xhtml), mas ainda não se encontram consistidos.

Em todo o restante da RPGA (imensa maioria), não há monitoramento sistemático das águas subterrâneas, inclusive nas áreas de maiores concentrações de poços e vazões (e dos trechos de maior extração nos Domínios Aquíferos Metassedimentar e Cárstico – Iraquara/Souto Soares e Una/Itinga), o que se constitui em uma das lacunas à melhoria de conhecimento hidrogeológico.

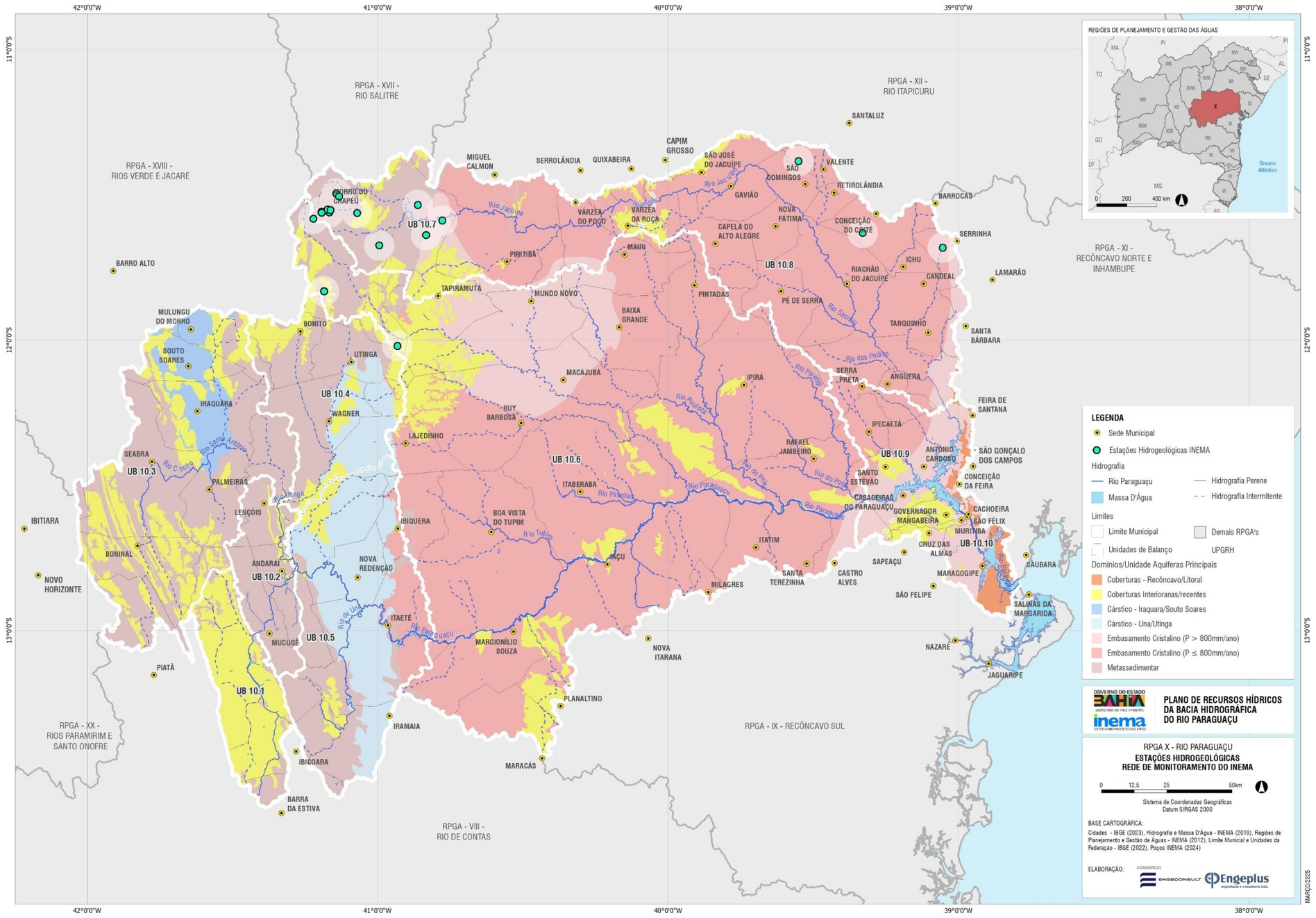
Quadro 4.10: Listagem dos poços da rede de monitoramento do INEMA na RPGA

N	Estação	Código INEMA	Município	Início da leitura	Última leitura disponível
1	SONHÉM	PG-HG-08	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
2	Faz. Canimambo I	PG-HG-12	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
3	Pé de Morro	PG-HG-17	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
4	Assentamento. Santana	PG-HG-20	Morro do Chapéu	Jan./18	Ago./19
5	Faz. Guadalajara I	PG-HG-24	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
6	Faz. Guadalajara II	PG-HG-25	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
7	Faz. Alto Bonito	PG-HG-16	Morro do Chapéu	nd	nd
8	Faz. Canimambo IV	PG-HG-13	Morro do Chapéu	Out./17	Jun./24
9	Rosa Benta	PG-HG-06	Morro do Chapéu	Out./20	Jun./24
10	Rio Branco	PG-HG-07	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
11	VENTURA	PG-HG-11	Morro do Chapéu	Dez./17	Jun./24
12	SEDE DOIS	PG-HG-14	Morro do Chapéu	Out./17	Jun./24
13	Sede - Po Só V	PG-HG-15	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./23
14	O. D. da Lagoa Nova	PG-HG-18	Morro do Chapéu	Jan./18	Jun./24
15	Caiçara	PG-HG-19	Utinga	Jan./18	Jun./24
16	Descanso G1	PG-HG-10	Serrinha	Jan./18	Jun./24
17	Domingos	PG-HG-22	Conceição do Coité	Jan./18	Jun./24
18	Alagadiço	PG-HG-28	Valente	Jan./18	Jun./24

Fonte: INEMA (2024). Obs.: nd = não disponível.

A Figura 4.51 a Figura 4.56 apresentam exemplos de poços de monitoramento do INEMA vistoriados em campo – todos foram instalados pela EMBASA para o sistema de abastecimento de água de Morro do Chapéu, sendo um deles atualmente desativado para produção de água, mas sendo monitorado (poço "Sede - Po Só V").

Figura 4.50: Localização dos poços da rede de monitoramento do INEMA na RPGA



Fonte: dados de INEMA (2024).

Figura 4.51: Placa - poço de monitoramento INEMA – Sede 2 (14) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.52: Placa - poço de monitoramento INEMA – Guadalajara II (25) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.53: Poço de monitoramento INEMA – Guadalajara I (24) – trata-se do Poço 7/ EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.54: Poço de monitoramento INEMA – Guadalajara II (25) - trata-se do Poço 8/ EMBASA - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.55: Poço de monitoramento INEMA – Sede 2 (14) - trata-se do EMBASA 19 - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.56: Poço de monitoramento INEMA – Sede – PÓ SO V (15) - trata-se do Poço sede 1 / EMBASA (só monitoramento) - Domínio Aquífero Metassedimentar – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

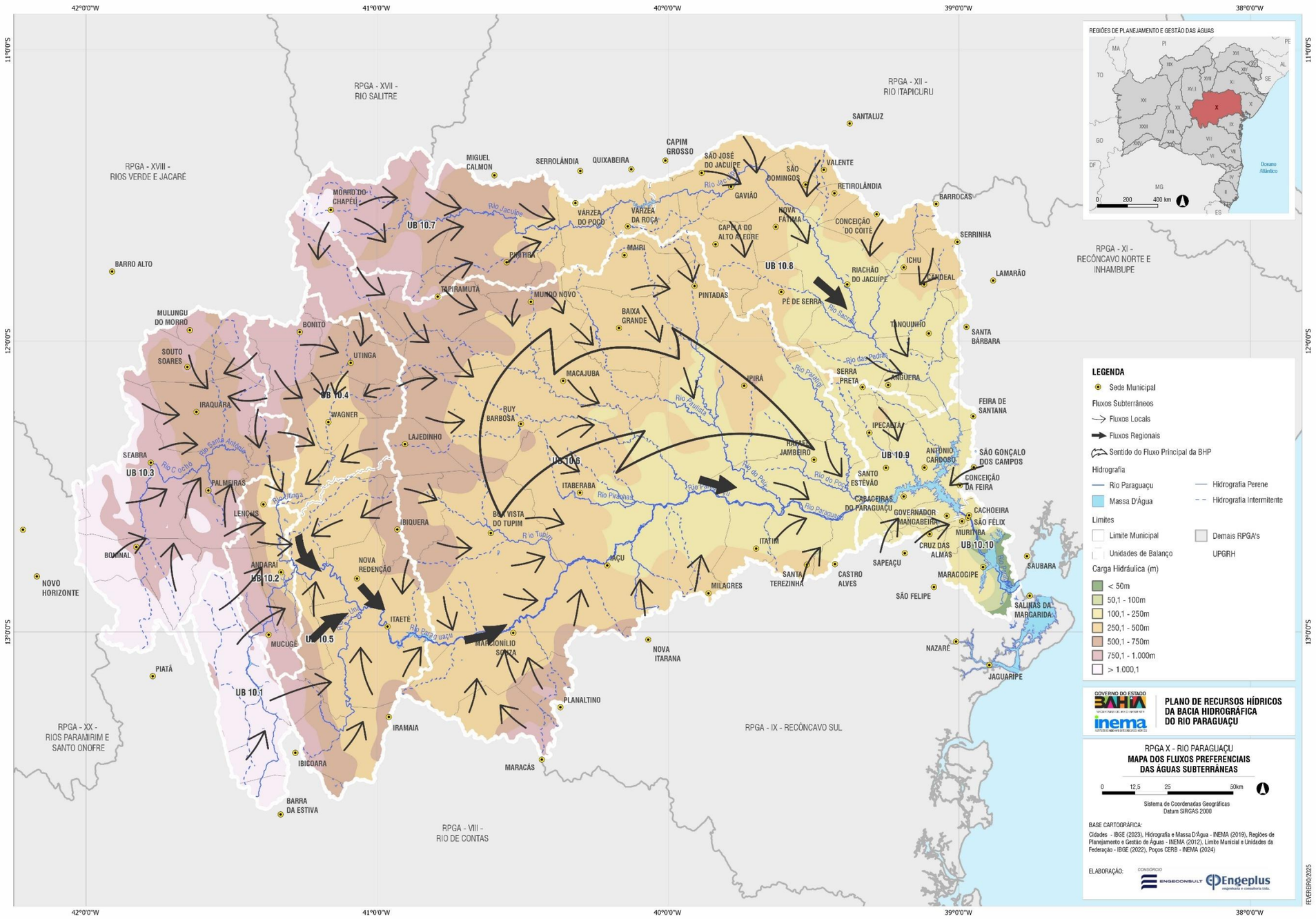
4.5. MODELO CONCEITUAL HIDROGEOLÓGICO E REALIDADES HÍDRICAS

De forma geral, o modelo conceitual de circulação das águas subterrâneas é determinado por características do clima (principalmente as precipitações pluviométricas e suas variações sazonais ou de eventos extremos), de relevo, da conformação hidrográfica, dos níveis de base mais destacados (o principal deles – o nível do mar; regionalmente, dos rios principais, como o Paraguaçu no caso da RPGA), litológicas (rochas), pedológicas (solo) e estruturais (fraturas, falhas, dobras, estratificações etc., além das feições cársticas, quando presentes), assim como de suas condições hidráulicas e de interações (águas atmosféricas – superficiais – subterrâneas), das extrações efetuadas (poços) e demais intervenções antrópicas.

A superfície potenciométrica (na forma de cargas hidráulicas), sobretudo quando em condição livre, tende a acompanhar a conformação topográfica dos terrenos, com fluxos subterrâneos com caminhamento rumo aos níveis de base principais (podendo diferenciar-se, regional ou localmente).

A Figura 4.57 apresenta o mapa com fluxos preferenciais das águas subterrâneas na RPGA a partir das cargas hidráulicas confeccionadas no Capítulo 4.1. O sentido principal de fluxo é rumo ao nível de base geral do Oceano Atlântico (W/E a levemente NW/SE), ou seja, tendendo ao caminhamento dos cursos d´água principais (sobretudo Paraguaçu). Regional a localmente, surgem algumas diferenciações. O trecho oeste, por exemplo, é bastante influenciado pelo relevo acidentado da Chapada Diamantina, tendo alguns divisores internos e diferenciam sentidos de fluxo, como fica evidenciado neste mapa. Outros trechos em escala de ainda menor detalhe podem apresentar fluxos locais em direções/sentidos distintos, refletindo a conformação de relevo, o caminhamento por gravidade e em função de relações com declividade e infiltração. De forma análoga, podem ocorrer outros divisores regionais/locais, como entre as bacias dos rios Jacuípe e Paraguaçu, ou dentro de bacias menores destes rios principais.

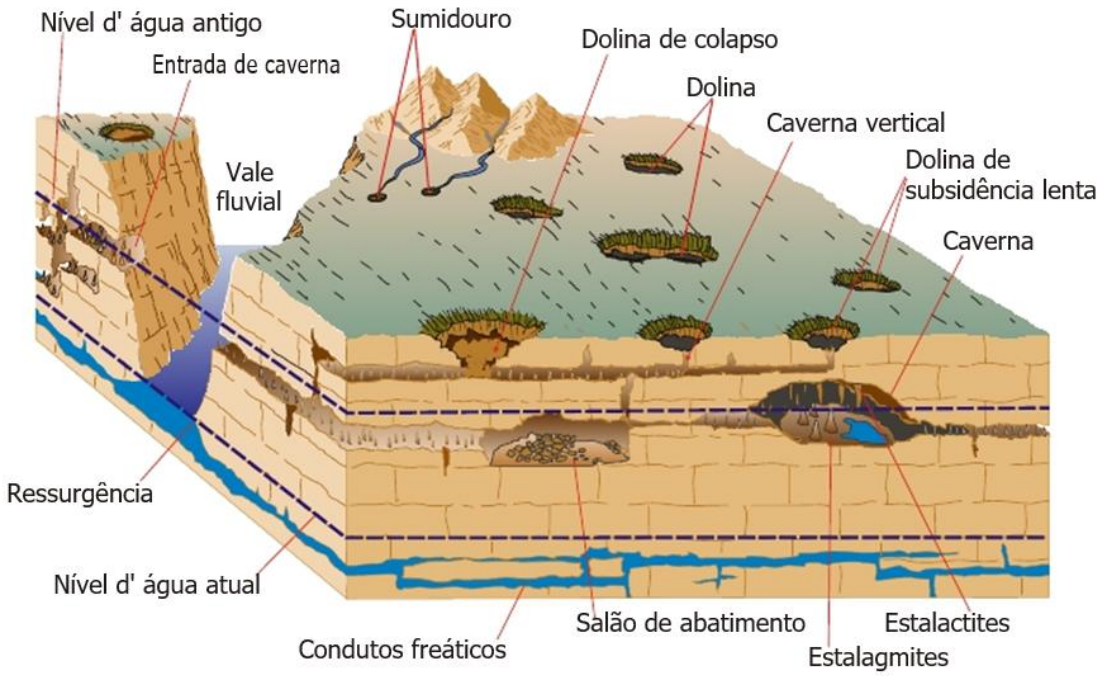
Figura 4.57: Mapa com fluxos preferenciais das águas subterrâneas na RPGA



Fonte: elaboração própria, a partir da base da CERB (2024).

A RPGA apresenta três Domínios Aquíferos principais: Metassedimentar (que pode ser considerado o melhor aquífero - notadamente pelas vazões médias e de retirada total –, mas que funciona também como reserva para outros aquíferos e rios na RPGA), Cárstico (Iraquara/Souto Soares e Una/ Utinga) e do Embasamento Cristalino. São terrenos heterogêneos e anisotrópicos, porém o Cárstico tende a ser mais complexo, incerto e difícil de caracterização, pelas suas particularidades, sobretudo pela presença de feições típicas (padrão de drenagem e formas superficiais cársticas, dolinas, condutos, cavernas, sumidouros, surgências etc. – Figura 4.58) e dinâmica distinta nas áreas de ocorrência; também pode apresentar problemas de qualidade natural de suas áreas, por vezes com elevada concentração de íons e dureza, por exemplo.

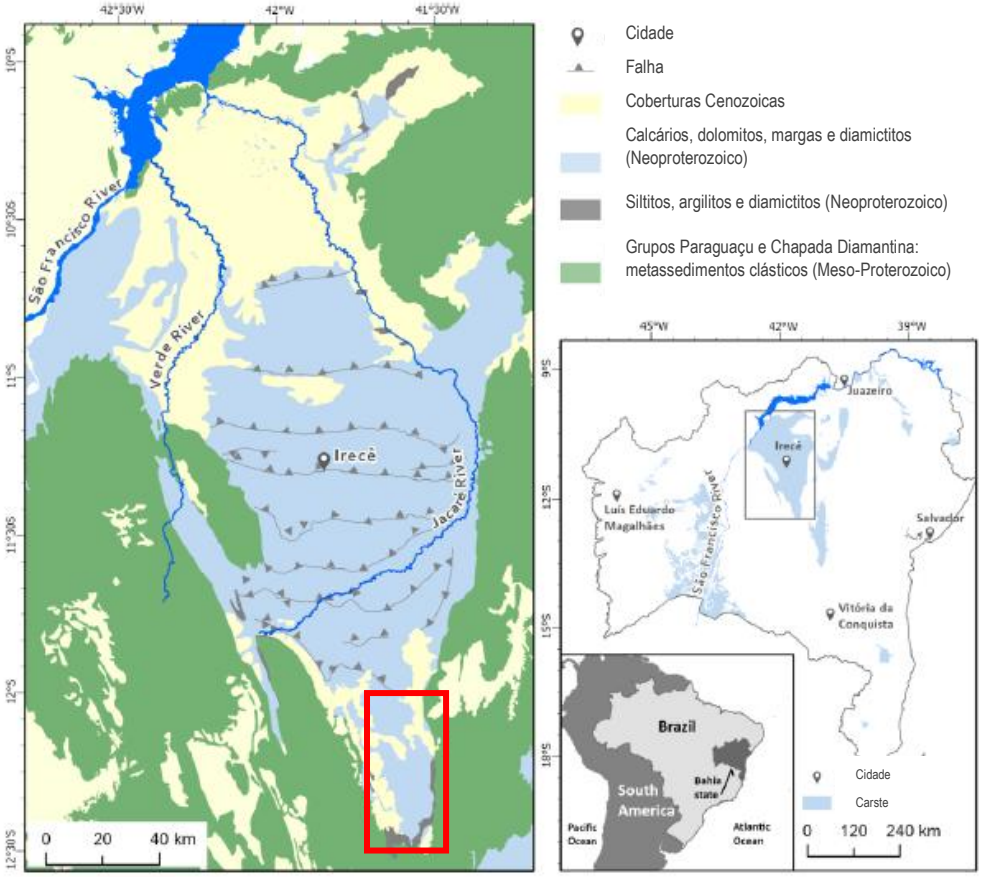
Figura 4.58: Componentes e feições de sistemas cársticos



Fonte: TEIXEIRA et al. (2000).

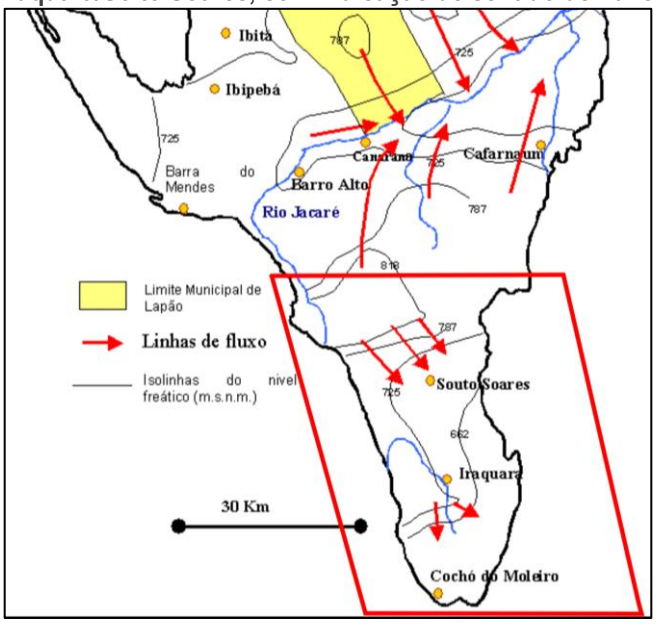
O Domínio Cárstico – Itaquara/Solto Soares compõe a parte sul da Bacia Irecê (Figura 4.59), com destaque para rochas de composição carbonática da Formação Salitre (Grupo Una), com continuidade na RPGA Verde-Jacaré (XVIII), ao norte e rumo ao rio São Francisco. No limite entre estas RPGAs XVII e X, há um divisor tanto hidrográfico, quanto hidrogeológico interno, com fluxos dentro da UPGRH-3 fluindo em sentido ao rio Paraguaçu (Figura 4.60), e fluxos a norte, rumo à RGPA Verde-Jacaré e rio São Francisco, a partir deste divisor.

Figura 4.59: Mapa geológico do Aquífero Cárstico Salitre (azul claro) e Metassedimentos (verde) – Bacia de Irecê (predominantemente na RPGA dos rios Verde e Jacaré), com destaque para a porção sul, já na RPGA (em vermelho), onde se situa a Unidade Cárstica Iraquara/Souto Soares



Fonte: GONÇALVEZ et al. (2024).

Figura 4.60: Potenciometria do Aquífero Cárstico Salitre nas regiões de Irecê (RPGA – Verde/Jacaré) e Iraquara/Solto Soares, com indicação de sentido de fluxo



Fonte: modificado de GUERRA (1996) in BAHIA, 2019.

Segundo Oliveira et al. (2018), na área de ocorrência do Domínio Cárstico Iraquara/Souto Soares (Figura 4.61), as feições superficiais do terreno mostraram correlação com os dados de capacidade específica (Q/s), principalmente levando em consideração a distribuição de dolinas (Figura 4.62); já quando comparados com a profundidade, os dados de Q/s apresentaram dois intervalos de maior produtividade: o primeiro para poços com menos de 60 m de profundidade, e o segundo para poços com profundidade variando entre 91 e 120m, sugerindo a formação de cavidades na zona saturada do aquífero.

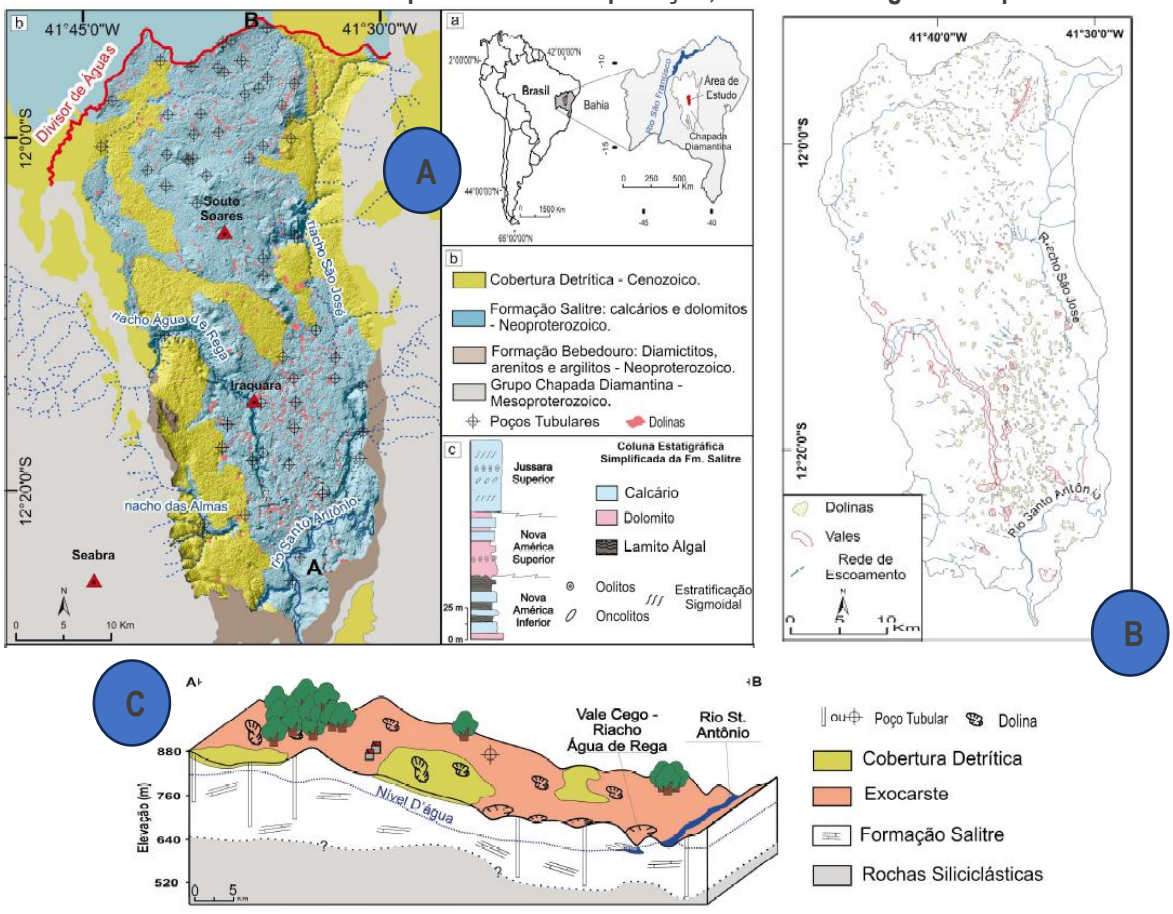
Essa maior conectividade hidráulica nesse intervalo de classe pode estar associada a uma carstificação hipogênica, causada pela hidrólise de sulfetos disseminados nas rochas. A evolução morfológica proposta por este estudo indica características provavelmente intrínseca a coalescência de dois processos de carstificação distintos: a carstificação hipogênica (já mencionada) e a epigênica (associada à infiltração de água meteórica – chuva - contendo dióxido de carbono dissolvido, resultando em cavernas frequentemente conectadas à superfície).

Oliveira et al. (2018) indicam que a superfície piezométrica tende a acompanhar a topografia do terreno, no sentido do rio Santo Antônio – principal sistema exutório subterrâneo. Entretanto, o fluxo subterrâneo pode ter pouca continuidade lateral, sendo limitado preferencialmente em três sistemas cársticos distintos: a) Sistema riacho das Almas – Cão - Talhão; b) Sistema riacho Água de Rega – Lapa Doce; e c) Sistema riacho São José – Gruta José Antônio - Pratinha. A evolução destes sistemas cársticos é intrínseco à combinação de diversos fatores, como: clima, tectônica, litologia, abrasão e processo de dissolução, sendo o estudo geométrico superficial, um dos principais recursos para o entendimento do sistema hidrogeológico.

Quanto ao Domínio Cárstico Una/Utinga, estudos de AMPLIHIDRO (2021) apresentaram proposta preliminar de modelo conceitual hidrológico (Figura 4.63) e perfis geológicos de trechos representativos (Figura 4.64), associados à circulação das águas subterrâneas na bacia do rio Utinga. Basicamente consideram como zonas principais de produção a porção metassedimentar (ou de coberturas associadas); áreas de exsudação / descarga no limite entre terrenos metassedimentares e cársticos (com papel relevante na formação ou manutenção de alguns cursos d´água superficiais); e as áreas cársticas como de recarga secundária / intermitente (o mesmo para sedimentos mais finos da Formação Bebedouro), com escoamento superficial efêmero. Estas características explicam a existência tanto dos processos de exsudação (com descarga em cursos d´água superficiais), quanto poços com vazões expressivas, acima de 100m^3/h, como no vale do rio Mucambo (Utinga).

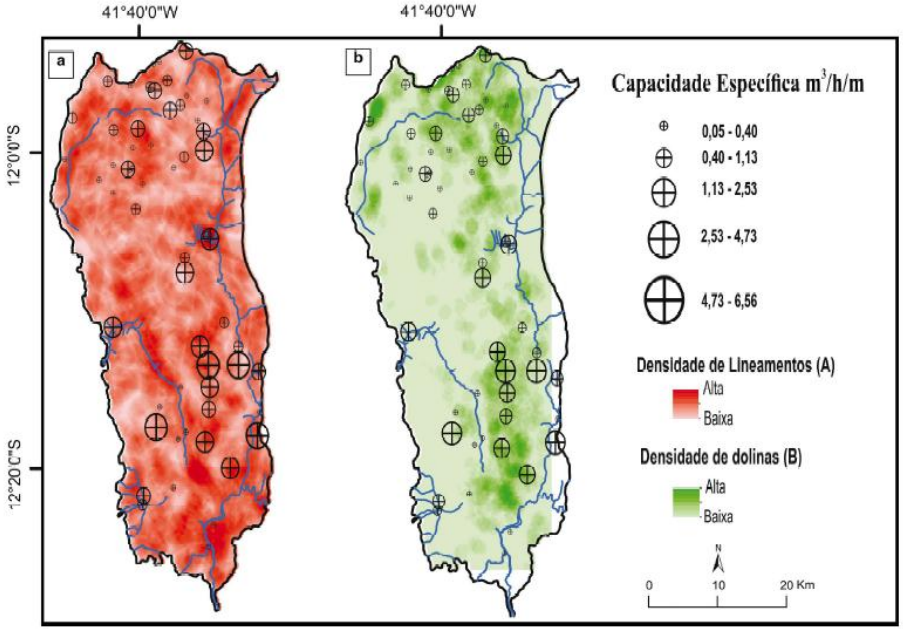
Conforme já indicado, devido à complexa geológico-estrutural da região, há uma série de efeitos específicos, sobretudo no limite do Domínio Metassedimentar (com quebra de relevo) rumo a outros Domínios (como o Cárstico), gerando processos de descarga que alimentam rios e poços com vazões mais elevadas, que não são resultado apenas de recarga direta (por infiltração nas áreas aflorantes), mas também contribuições alogênicas.

Figura 4.61: A - Mapa geológico (de IBGE/SEI, 2013), coluna estratigráfica (de PEDREIRA, 2004); B - Mapa de fenômenos cársticos a partir de fotointerpretação; e C - bloco diagrama esquemático



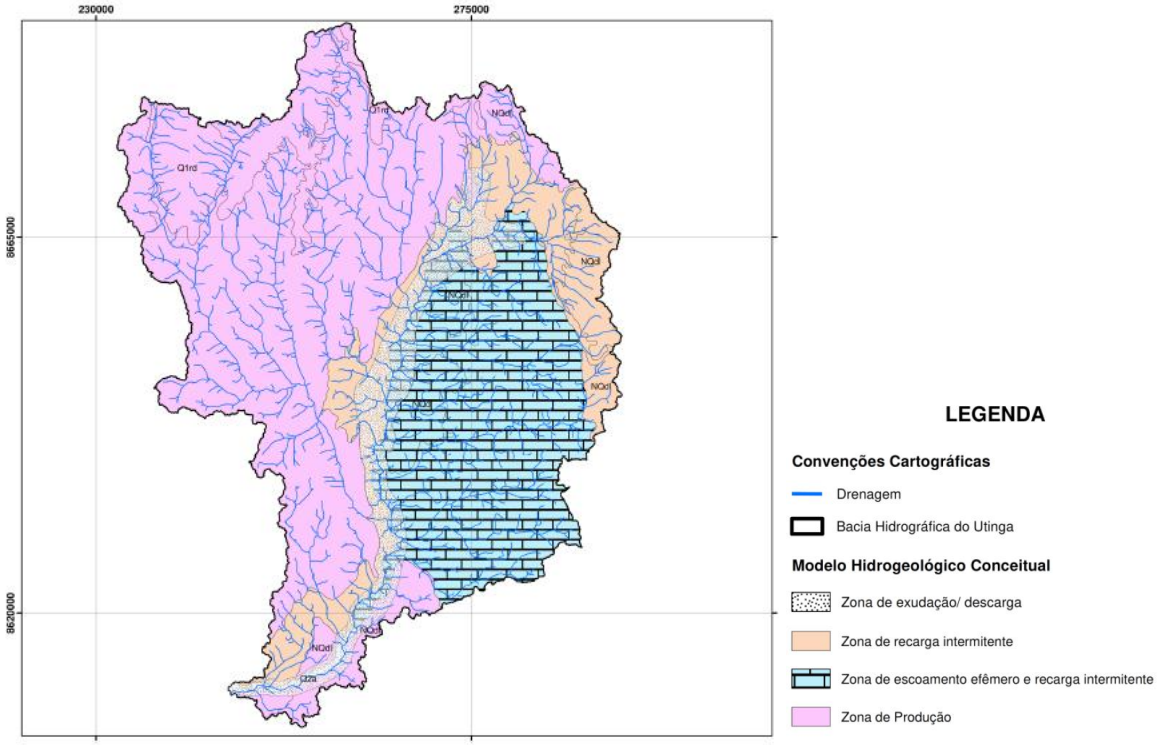
Fonte: OLIVEIRA et al. (2018).

Figura 4.62: Capacidade Específica (m³/h / m) em função: da densidade de lineamentos (à direita) e índice de dolineamento ou unidade de dolina (à esquerda)



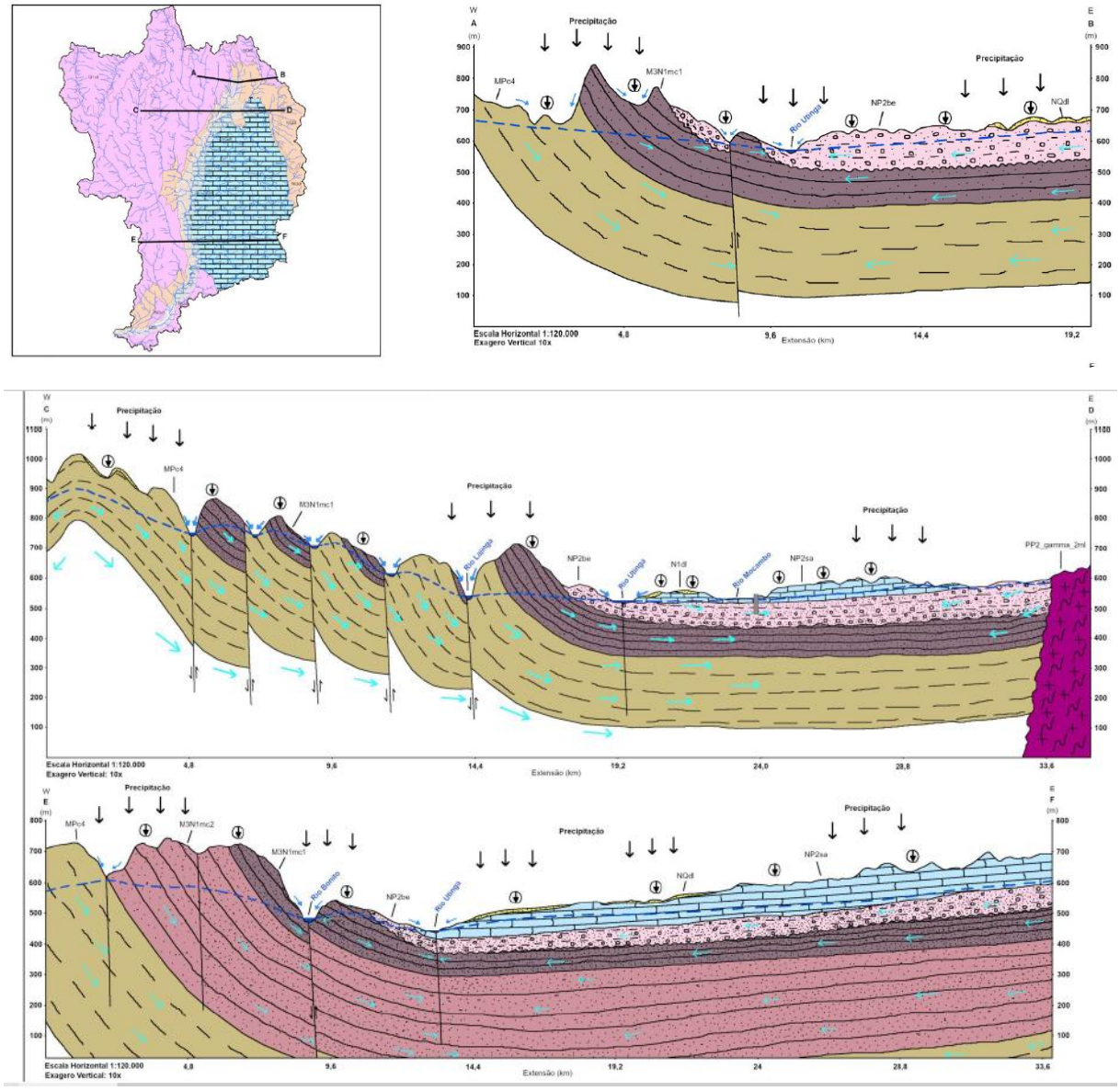
Fonte: OLIVEIRA et al. (2018).

Figura 4.63: Modelo conceitual hidrológico – bacia do rio Utinga



Fonte: AMPLIHIDRO (2021).

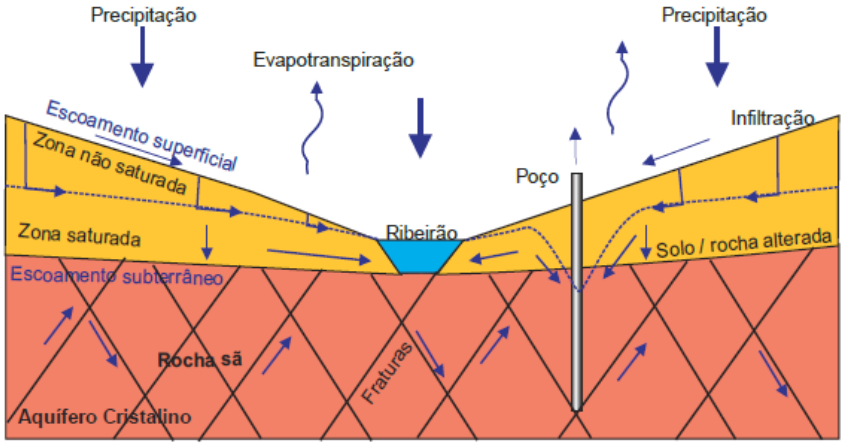
Figura 4.64: Perfis geológicos de trechos representativos (seção norte - Cabeceira do rio; seção intermediária – Utinga / rio Mucambo e seção sul – Wagner / rio Bonito, com o modelo hidrológico conceitual, associado à circulação das águas subterrâneas)



Fonte: AMPLIHIDRO (2021).

O Domínio Aquífero do Embasamento Cristalino é normalmente o de vazões médias mais baixas na RPGA e também apresenta grandes incertezas, pois depende da porosidade e permeabilidade de fraturas e outras estruturas geológicas (nem sempre fáceis de se encontrar/caracterizar), somado ao fato de predominar em porções de clima semiárido, em que a baixa precipitação pluviométrica, a elevada evapotranspiração, a falta de renovação da água e a natureza química das rochas pode gerar, além de produtividade pequena dos poços, também uma predisposição pela ocorrência de águas salinizadas. O modelo conceitual clássico deste domínio é aquele da Figura 4.65, com a variação na época seca, em que os cursos d´água superficiais podem secar.

Figura 4.65: Modelo conceitual típico do Domínio do Embasamento Cristalino



Fonte: PROFILL (2019).

O entendimento integrado da Hidrogeologia dos Domínios/Unidades Aquíferas da RPGA dá-se, assim, pela consideração tanto de modelos conceituais clássicos da hidrogeologia, quanto de particularidades da RPGA, quanto do reflexo dos dados a partir de bases de poços (CERB, CNARH e SIAGAS, que mostram variáveis como a profundidade dos poços, a vazão – Q, a capacidade específica – Q/s, as cargas hidráulicas e o esboço potenciométrico), e a consideração de publicações técnico-científicas, tal qual apresentado nesta NT.

As áreas de recarga ocorrem em toda a superfície da RPGA, na qual a água da chuva infiltra, variando em função das características do solo/rochas. Sabe-se que o Domínio Metassedimentar funciona como receptor dos maiores índices pluviométricos e, portanto, como áreas principais de produção. O Domínio Cárstico, embora tenha favorabilidade à infiltração pelas feições cársticas, possui pluviometria relativamente menor e maior complexidade geológico-hidráulica.

A Figura 4.66 a Figura 4.95 apresentam algumas situações vistoriadas em campo que auxiliam no entendimento do ciclo das águas e de algumas peculiaridades da hidrogeologia da RPGA.

Nas primeiras figuras, é possível verificar a situação ao longo da bacia do rio Paraguaçu desde o alto curso (na Chapada Diamantina) até o baixo curso (a jusante da barragem de Pedra do Cavalo), sobretudo ao longo de seu curso d´água principal homônimo.

As chuvas, concentradas sobretudo de novembro a abril no setor oeste da RPGA, escoam em função da ação da gravidade, das feições de relevo, da declividade, de divisores de bacias/microbacias e das condições de infiltração, rumo ao leste/sudeste. A situação nos "Marimbus" retrata uma abundância pelas descargas e fluxos ali concentrados. Na sequência, com escassez maior de chuvas na porção central da RPGA, apesar do rio Paraguaçu manter-se perene, seus afluentes começam a esboçar comportamentos mais evidentes de escassez, chegando a secar (esta situação de escassez não é exclusiva da porção central da RPGA, mas ali certamente isto é mais evidente). As localidades com escassez de água, por outro lado, não estão imunes a eventos extremos de chuva concentrada, que podem desencadear eventos críticos localizados. No rio Jacuípe (UPGRH6) ocorre algo semelhante à bacia do rio Paraguaçu.

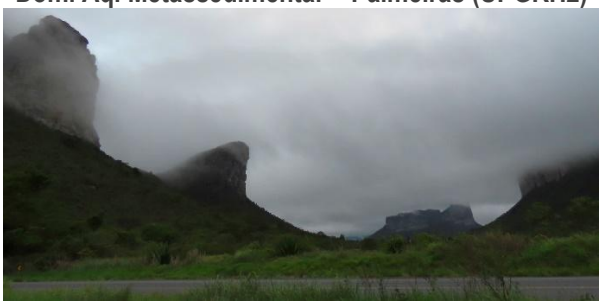
No caso específico da bacia do rio Utinga (UPGRH4 – UB10.4), as zonas de descarga/exsudação são evidenciadas desde a própria nascente do rio, induzindo a uma maior perenização do curso d´água que, à jusante, à medida que passa por um intenso uso (extração) da água, podem ocorrer situações de maior escassez e conflitos.

As particularidades do vale do rio Mucambo (em Utinga) foram evidenciadas também pela presença de poços de elevada vazão (acima de 50 m^3/h, podendo superar 100 m^3/h, alguns de caráter jorrante), o que é outro indicativo dos fenômenos específicos que ali ocorrem, corroborando com o Modelo Conceitual indicado por AMPLIHIDRO (2021). É uma área preferencial para estudos hidrogeológicos futuros de detalhe, quer pela sua complexidade e peculiaridades, quer pela significativa intensidade de extração de água e potencial de conflitos.

Evidentemente, que tanto esta região (sobretudo na UB10.4), quanto outras áreas da RPGA de maior consumo de água e potenciais conflitos (p.e., UBs 10.1 e 10.3) merecem estudos hidrogeológicos futuros de maior detalhe, visando a um aprimoramento do nível atual de conhecimento, e à integração com outras searas (hidrologia/clima, uso e ocupação do solo etc.).

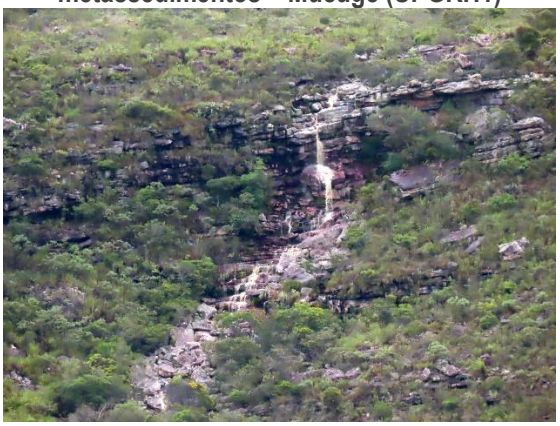
Há de se recorrer a alternativas, a exemplo do sempre bem-vindo recolhimento e aproveitamento da água de chuva (e uso de cisternas); o uso de barragens para acumulação de água (que serve tanto para uso local / sazonal da água, quanto para o potencial aumento da recarga de aquíferos e podendo ainda disciplinar melhor a dinâmica das águas e sedimentos); o aumento da recarga em áreas urbanizadas (desfavorecidas pela impermeabilização); entre outras.

Figura 4.66: Dia chuvoso - área do Parque Nacional da Chapada Diamantina (Pai Inácio e arredores) – Dom. Aq. Metassedimentar – Palmeiras (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.67: Escoamento superficial (com formação de pequeno encachoeiramento) em dia chuvoso metassedimentos – Mucugê (UPGRH1)



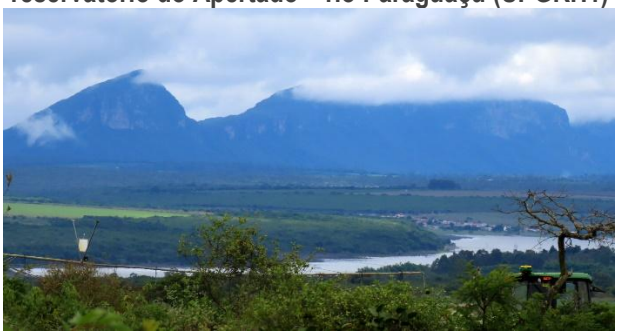
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.68: Rio Paraguaçu (alto curso) – Ibicoara (UPGRH1)



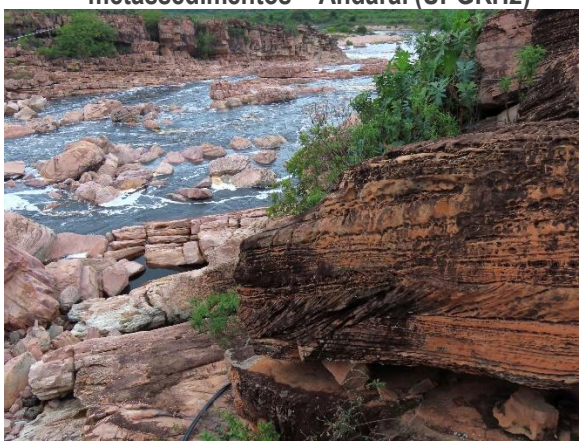
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.69: Dia chuvoso – Metassedimentos (destaque aos fundos, com Fm. Tombador) e reservatório do Apertado – rio Paraguaçu (UPGRH1)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.70: Rio Paraguaçu e rochas/blocos de metassedimentos – Andaraí (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.71: Rio Baiano, adentrando a área alagadiça / rio Paraguaçu na região dos "Marimbus" – Andaraí (UPGRH2)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.72: Rio Paraguaçu (Dom. Embasamento Cristalino e coberturas/aluviões), entre os reservatórios de Bandeira de Melo e Pedra do Cavalo – Iaçu (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.73: Rio Paraguaçu (terrenos gnáissicos - Dom. Embasamento Cristalino e coberturas/aluviões) - entre São Félix e Cachoeira, a jusante do reservatório de Pedra do Cavalo (UPGRH7)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.74: Tempo chuvoso (relevo residual/Embasamento Cristalino aos fundos) – vista no trajeto Ipirá - Itaberaba (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.75: Registro de chuva fraca – área urbana de Ipirá (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.76: Rio Paulista (leito seco), em nov./24 - Ipirá (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.77: Rio do Peixe (leito quase seco), em nov./24 - Ipirá (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.78: Reservatório com pequena barragem sobre terrenos do Embasamento Cristalino – Serra Preta (UPGRH5)



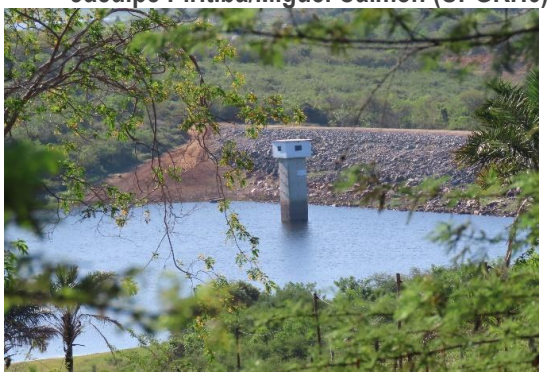
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.79: Trecho retilinizado - rio Jacuípe (alto curso) – Morro do Chapéu (UPGRH6)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.80: Reservatório/barragem do França - rio Jacuípe Piritiba/Miguel Calmon (UPGRH6)



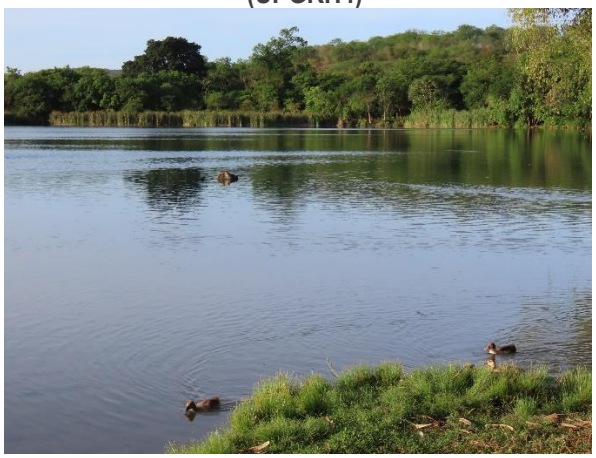
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.81: Rio Jacuípe (remanso do reservatório Pedra do Cavalo) – Feira de Santana (UPGRH7)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.82: Local próximo da nascente do rio Utinga (zona de descarga/exsudação), em Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.83: Rio Utinga, em Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.84: Rio Mucambo - Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.85: Vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.86: Bomba extraindo água no rio Mucambo - Utinga (UPGRH4)



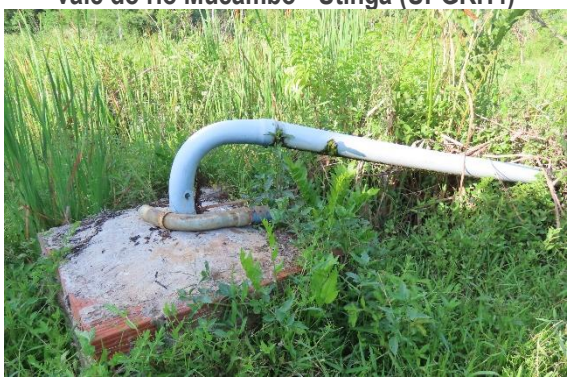
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.87: Poço de elevada vazão (>50 m³/h) e jorrante - vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.88: Poço de elevada vazão (>50 m³/h) e jorrante (tubulação de condição, a partir do poço) - vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.89: Local de saída da água, extraída em poço de elevada vazão (>50 m³/h) e jorrante (Foto anterior) - vale do rio Mucambo - Utinga (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.90: Recolhimento de água de chuva/cisterna – Ipirá (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.91: Recolhimento de água de chuva/cisterna – Mairi (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.92: Recolhimento de água de chuva/cisterna, em encosta – Ipirá (UPGRH5)



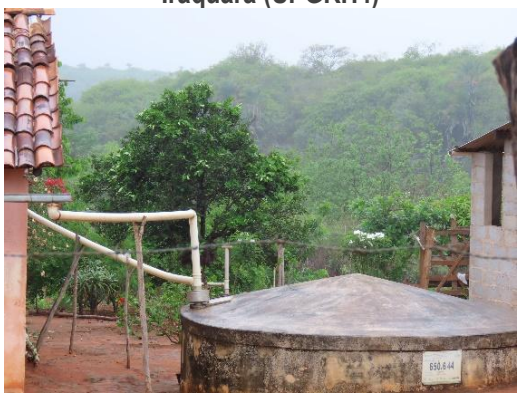
Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.93: Recolhimento de água de chuva/cisterna de produção, área íngreme– Ipirá (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.94: Recolhimento de água de chuva/cisterna – Iraquara (UPGRH4)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Figura 4.95: Caminhão pipa – Marcelino Souza (UPGRH5)



Fonte: André Bonacin/Consórcio ENGECONSULT/ENGEPLUS.

Adicionalmente, foi efetuada uma abordagem conceitual para avaliação complementar das condições de recarga, considerando-se especificamente as características de infiltração e declividade. Para tanto, foram adotadas, respectivamente, as parametrizações do Quadro 4.11 (com base na literatura por Domínio/Unidade Aquífera, discriminada no Cap. 5) e do Quadro 4.12 (intervalos de declividade da publicação do "Sistema Brasileiro de Classificação de Solos" - EMBRAPA, 2018). Foram considerados fatores 1 a 5 para cada um destes dois conjuntos de indicadores.

Quadro 4.11: Dados de outorgas por direito de uso e cadastros de usos insignificantes da água subterrânea na RPGA – base CNARH

Domínio/Unidade Aquífera	Taxa de infiltração	Fator considerado
Metassedimentar	1,2%;	3
Cárstico - Iraquara/Souto Soares	4%	5
Cárstico - Una/Utinga	4%	5
Cristalino (< 800mm/ano de precipitação pluviométrica)	0,50%	1
Cristalino (> 800mm/ano de precipitação pluviométrica)	1%	2
Coberturas Interioranas/Recentes	4%	5
Coberturas - Recôncavo/Litoral)	10%	5

Fonte: elaboração própria, a partir da base em dados da literatura (Capítulo 5).

Quadro 4.12: Intervalos de declividade do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

Classe de relevo	Declividade (%)	Fator considerado
Plano	0 a 3	5
Suave ondulado	3 a 8	4
Ondulado	8 a 20	3
Forte ondulado	20 a 45	2
Montanhoso	45 a 75	1
Escarpado	75 a 100	1

Fonte: EMBRAPA (2018).

A Figura 4.96 apresenta o mapa de declividades do terreno, que resulta do percentual entre altura e a profundidade da base de uma determinada "rampa", gerado em SIG, a partir do MDT adotado neste trabalho, sendo:

- Plano: superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%;

- Suave ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjuntos de colinas, apresentando declives suaves, predominantemente variáveis entre 3 e 8%;

- Ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%;

- Forte ondulado: superfície de topografia pouco movimentada, formada por morros (elevações de 100 a 200 m de altitudes relativas) e, raramente, colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%;

- Montanhoso: superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas usualmente constituída por morros, montanhas e maciços montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%;

- Escarpado: Superfícies muito íngremes, com vertentes de declives muito fortes, que ultrapassam 75%

Foram aplicadas duas abordagens para avaliação adicional da recarga (adaptadas de SANTOS & KOIDE, 2016; SERAPHIM & BEZERRA, 2019):

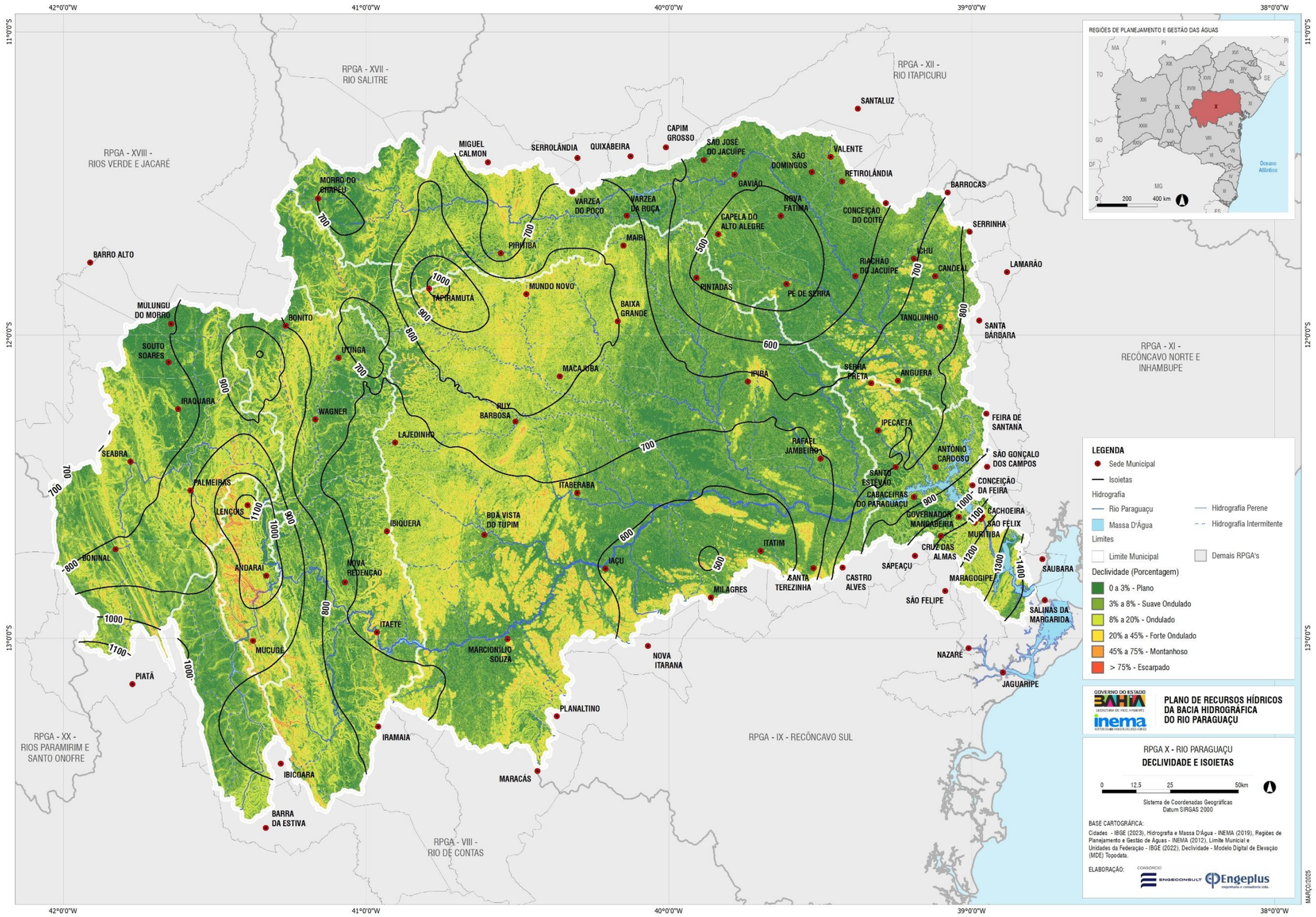
- Formato 1: com pesos iguais a ambas as componentes – infiltração (INF) e declividade (DECL), com cruzamento em SIG para avaliação da recarga (REC): REC = (INF + DECL)/2
- Formato 2: com peso 2 para componente de infiltração (INF) e peso 1 para declividade (DECL), com cruzamento em SIG para avaliação da recarga (REC): REC = (2 x INF + DECL)/3

Os mapas gerados são apresentados na Figura 4.97 e na Figura 4.98, respectivamente, com dados em área no Quadro 4.13 e Quadro 4.14.

Os valores obtidos dos cruzamentos foram agrupados em cinco categorias, adotando-se, conceitualmente: A – Pior condição de recarga; B - Condição intermediária baixa de recarga; C - Condição intermediária média de recarga; D - Condição intermediária alta de recarga; e E – Melhor condição de recarga.

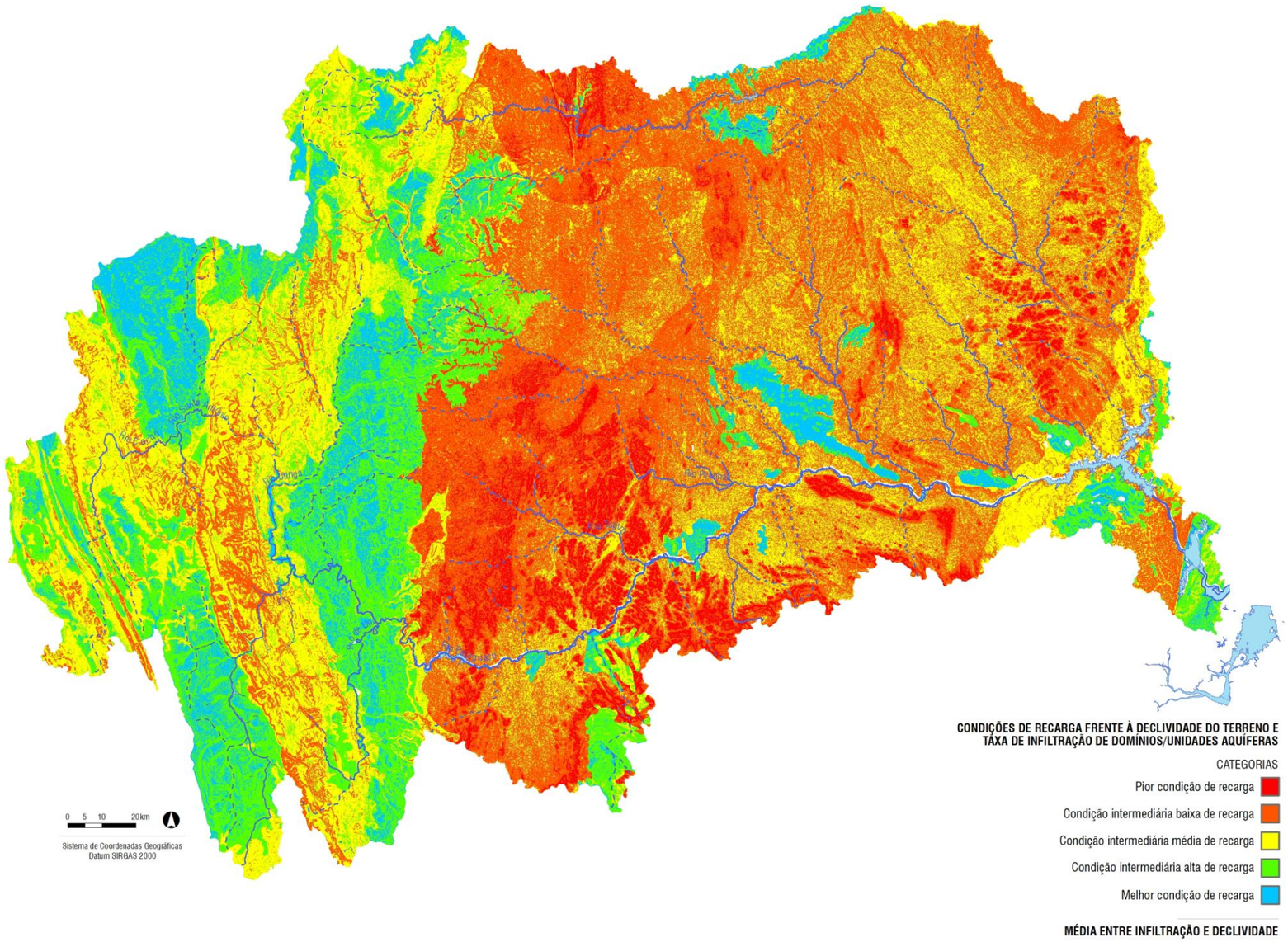
O Domínio Cárstico apresentou áreas principalmente nas categorias D e E, devido à taxa de infiltração mais elevada e declividade predominantemente não elevada; o mesmo em relação a Sedimentos/Coberturas. O Domínio Metassedimentar apresentou áreas de categoria intermediária, variando de B a D (predomínio de C), em função da taxa de infiltração média e flutuações de declividade (sendo que, nas áreas com grande declividade, o processo de escoamento superficial é favorecido). O Domínio do Embasamento Cristalino apresentou áreas evidentemente nas categorias mais baixa (ou média) - Categorias A a C, em função da baixa taxa de infiltração (mas com flutuações na declividade).

Figura 4.96: Declividade do terreno segundo classes da EMBRAPA e isoietas (precipitação pluviométrica média anual)



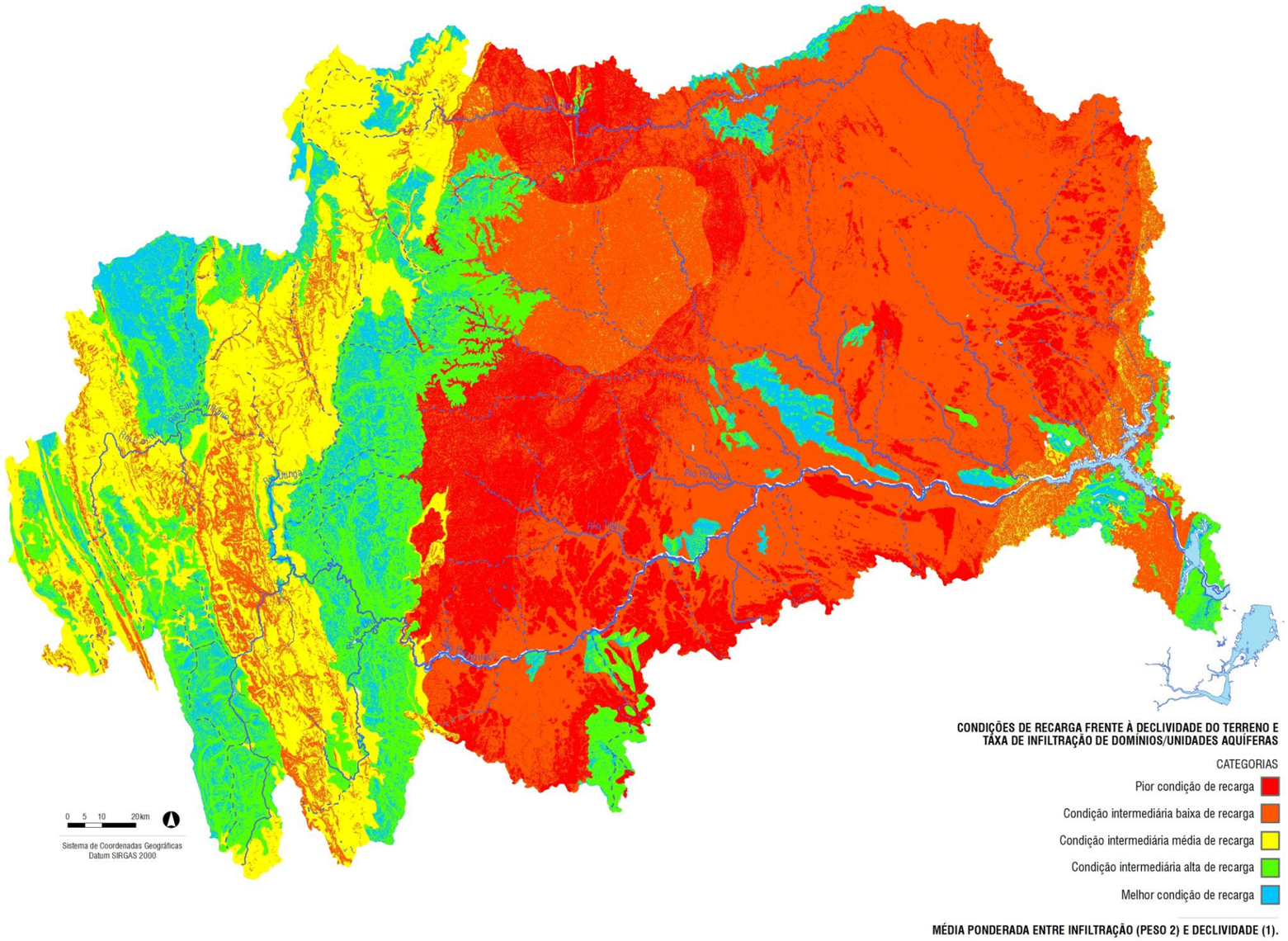
Fonte: elaboração própria, utilizando-se intervalos de declividade de EMBRAPA (2018).

Figura 4.97: Abordagem de recarga no Formato 1, com pesos iguais a ambas as componentes – infiltração (INF) e declividade (DECL)



Fonte: elaboração própria, utilizando-se taxas de infiltração (literatura), MDT, intervalos de declividade de EMBRAPA (2018).

Figura 4.98: Abordagem de recarga no Formato 2, com peso 2 para componente de infiltração (INF) e peso 1 para declividade (DECL)



Fonte: elaboração própria, utilizando-se taxas de infiltração (literatura), MDT, intervalos de declividade de EMBRAPA (2018).

Quadro 4.13: Abordagem de recarga no Formato 1, com pesos iguais a ambas as componentes – infiltração (INF) e declividade (DECL)

Domínio/ Unidade aquífera	Categoria A		Categoria B		Categoria C		Categoria D		Categoria E	
	Área (km²)	%	Área (km²)	%	Área (km²)	%	Área (km²)	%	Área (km²)	%
Metassedimentar	0,22	0,01	1.857,38	8,68	7.090,47	40,79	1.207,71	13,97	1,63	0,04
Embasamento Cristalino (P > 800mm/ano)	21,23	0,78	2.782,67	13,01	1.977,62	11,38	1,66	0,02	0,32	0,01
Embasamento Cristalino (P ≤ 800mm/ano)	2.714,07	99,20	16.743,98	78,28	7.723,71	44,43	2,59	0,03	1,15	0,03
Cárstico - Iraquara/ Souto Soares	0,00	0,00	0,01	0,00	8,89	0,05	346,50	4,01	506,44	11,27
Cárstico - Una/ Utinga	0,06	0,00	0,24	0,00	129,75	0,75	2.077,19	24,03	1.016,96	22,62
Coberturas - Recôncavo/ Litoral	0,00	0,00	0,16	0,00	52,28	0,30	244,92	2,83	86,15	1,92
Coberturas Interioranas/ recentes	0,48	0,02	4,15	0,02	401,04	2,31	4.763,75	55,11	2.882,43	64,12
Total - RPGA	**2.736,05**	**100,00**	**21.388,57**	**100,00**	**17.383,77**	**100,00**	**8.644,33**	**100,00**	**4.495,09**	**100,00**

Fonte: elaboração própria, utilizando-se taxas de infiltração (literatura), MDT, intervalos de declividade de EMBRAPA (2018).

Quadro 4.14: Abordagem de recarga no Formato 2, com peso 2 para componente de infiltração (INF) e peso 1 para declividade (DECL)

Domínio/ Unidade aquífera	Categoria A		Categoria B		Categoria C		Categoria D		Categoria E	
	Área (km²)	%	Área (km²)	%	Área (km²)	%	Área (km²)	%	Área (km²)	%
Metassedimentar	0,55	0,01	1.855,33	7,34	8.294,61	93,75	5,86	0,07	1,33	0,03
Embasamento Cristalino (P > 800mm/ano)	21,46	0,27	4.251,37	16,82	508,34	5,75	1,84	0,02	0,40	0,01
Embasamento Cristalino (P ≤ 800mm/ano)	8.023,37	99,71	19.158,20	75,81	0,77	0,01	2,83	0,04	0,88	0,02
Cárstico - Iraquara/ Souto Soares	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	355,27	4,45	506,45	11,27
Cárstico - Una/ Utinga	0,14	0,00	0,17	0,00	8,45	0,10	2.198,44	27,52	1.017,01	22,63
Coberturas - Recôncavo/ Litoral	0,00	0,00	0,27	0,00	2,06	0,02	295,09	3,69	86,14	1,92
Coberturas Interioranas/ recentes	1,14	0,01	4,84	0,02	33,39	0,38	5.130,02	64,21	2.882,47	64,13
Total - RPGA	**8.046,66**	**100,00**	**25.270,19**	**100,00**	**8.847,75**	**100,00**	**7.989,34**	**100,00**	**4.494,68**	**100,00**

Fonte: elaboração própria, utilizando-se taxas de infiltração (literatura), MDT, intervalos de declividade de EMBRAPA (2018).

Uma bacia, tão heterogênea como a RPGA, apresenta distintas situações vivenciadas pelos usuários quanto ao acesso à água. Grosso modo, tem-se as seguintes **realidades hídricas**:

- os locais e usuários atendidos pelos reservatórios de água superficial principais (p.e., Pedra do Cavalo, Bandeira de Melo, Apertado, São José do Jacuípe, do França);
- aqueles situados nas áreas de relevo mais elevado e com chuva um pouco mais abundante (setor oeste da RPGA), com crescentes demandas e conflitos pela água; e com variações entre porções de aquíferos metassedimentares (principalmente), cársticos ou de outros tipos; tendo ainda porções com características especiais, em que descargas de água subterrânea propiciam diferenciais locais, quer em outros aquíferos, quer nos rios da região, contribuindo para sua perenização ou, no mínimo, mitigando sua secagem;
- aqueles situados na porção de extremo leste/sudeste da RPGA, com mais chuvas rumo ao litoral (mas que é uma pequena área na RPGA, num universo que por vezes se identifica mais com áreas como nos arredores de Salvador); e
- porções situadas na imensa parte central da RPGA, com menos chuvas, mais carentes de acesso à água, em que, se não atendidos pelo acesso à água de reservatórios superficiais, dependem das opções de água subterrânea (poços, podendo ter restrição quantitativa – baixa vazão, poços secos etc. - ou qualitativa – salinidade elevada, não potabilidade; mas mesmo assim, por vezes, é o que se tem), água de chuva (com disponibilidade restrita ao período chuvoso e mediante armazenamento via recolhimento e cisternas) ou, no limite, o atendimento por caminhões-pipa ou outras formas de enfrentamento de carências.

Estas realidades se refletem tanto na bacia do rio Paraguaçu como um todo, quanto em boa parte da bacia do rio Jacuípe, com a diferença que, nesta, os índices máximos de chuvas nas porções oeste e sudeste são ainda mais baixos, e a maioria da bacia se situa em áreas de ocorrência de aquíferos de menor produtividade dos poços. Por outro lado, certas áreas na bacia do rio Paraguaçu, não obstante possuírem comparativamente mais chuvas, também apresentam maior demanda por água, gerando potenciais carências e conflitos.

Além dos principais reservatórios de barragem (água superficial), há pequenas estruturas (barragens), que servem para reter e acumular água sobretudo temporariamente, na estação chuvosa, permitindo uso da água, além de possibilitar certa redução do escoamento superficial e maior infiltração no solo.

Somando-se a estas realidades hídricas, a pequena ou discreta quantidade de chuvas em boa parte da RPGA dificulta atividades agrícolas, gerando demanda por irrigação (e consequente aumento de uso de poços para esta finalidade).

Para quaisquer dessas realidades, a água subterrânea representa um recurso hídrico valioso, essencial, seja como elemento inerente do ciclo das águas (por exemplo, com alimentação de cursos d´água superficiais, principalmente nos sopés das áreas de relevo mais acidentado e na alimentação de reservatórios superficiais – de quaisquer dimensões e finalidades); seja como a opção local disponível, para usos diversos (consumo humano, dessedentação animal, irrigação etc.), ou como complemento as outras fontes de água. Em alguns municípios, a água subterrânea é utilizada também nos sistemas de abastecimento, por exemplo, em: Boninal, Iraquara, Lençóis, Maracás, Morro do Chapéu, Mucugê e Seabra (poços dentro da RPGA).

CAPÍTULO 05: *ESTIMATIVA DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS*

5. ESTIMATIVA DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

5.1. CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS E INDICADORES ESTIMADOS

Indicadores de reservas e disponibilidade hídrica subterrânea, aplicados ao planejamento de recursos hídricos, estão associados a: tipologia e características dos aquíferos; interações entre aquíferos ou destes com águas superficiais; quantidade e distribuição de chuvas; intensidade de uso das águas subterrâneas por poços e seu cotejo com indicadores de disponibilidade. A literatura apresenta certa diversidade de conceitos, mas sem uma padronização.

Todo aquífero é um reservatório com capacidade, em diferentes graus, de armazenar e circular águas subterrâneas, segundo o ciclo das águas. Este processo inclui a infiltração das águas da chuva no solo, a recarga dos aquíferos, sua circulação subterrânea e descarga, com variáveis que as descrevam no tempo-espaço (cargas hidráulicas pontuais que, no conjunto, compõem a superfície potenciométrica e indicam o "caminhamento" das águas subterrâneas de um aquífero). Esta dinâmica pode sofrer interferência da extração por poços, de fatores climáticos (inclusive eventos extremos), entre outros.

As recargas, potencialmente de ocorrência em toda extensão dos aquíferos, são dependentes, principalmente no caso de aquíferos livres, do regime de chuva e da quantidade que efetivamente infiltra no solo/rochas; da declividade do terreno; do uso, ocupação do solo e de intervenções (p.e., a urbanização pode levar a uma maior impermeabilização, diminuindo a recarga; em contraponto, perdas nas redes de água e esgoto podem contribuir com recarga artificial; adicionalmente, canais e reservatórios de barragens podem alterar as condições locais de interações águas superficiais - subterrâneas).

Embora se tenha conhecimento da distribuição principalmente aflorante dos principais aquíferos, não há estudos hidrogeológicos de maior detalhe na RPGA, com uso de investigações geofísicas, sondagens exploratórias com descritivos geológicos mais consistentes, estudos em laboratório com amostras coletadas, testes padronizados em poços, monitoramento quanti-qualitativo ao longo do tempo, interpretação e integração destas investigações.

Isso tudo deverá ser objeto de ações futuras, na seara de gestão, com estudos específicos e paulatino aumento do conhecimento hidrogeológico.

Por outro lado, para o momento atual, é preciso que já haja alguma avaliação inicial que subsidie as discussões atuais do Plano de Recursos Hídricos. Assim, embora haja falta de dados, de estudos e de indicadores mais precisos, e seja inerente a complexidade e heterogeneidade dos aquíferos da RPGA, é possível utilizar alguns indicadores práticos de disponibilidade/reservas, que sirvam de ordem de grandeza aos gestores de recursos hídricos, nas discussões em andamento. Estas discussões são fundamentais, visando, através das ações do plano, a uma maior sustentabilidade do uso das águas subterrâneas, não só em relação ao ciclo regional das águas e às reservas subterrâneas, mas também tentando mitigar a depleção dos aquíferos, os

impactos em reservatórios (superficiais) e outros efeitos deletérios potenciais (como a degradação da qualidade da água dos aquíferos, a secagem de nascentes etc.).

Os conceitos de reservas, recursos e outros termos ainda suscitam controvérsias na hidrogeologia. É intuitiva a concepção de que a expressão de reservas implica uma certa quantidade armazenada. A utilização dessas reservas, ou seja, a retirada de volumes de água de um dado aquífero, destina-se, por sua vez, a um consumo, que vai ocorrer a uma certa taxa temporal (CPRM, 2018).

A estimativa de disponibilidade hídrica subterrânea foi efetuada principalmente com base nos indicadores de Reservas Reguladoras (Rr) e da Potencialidade (esta, além da Rr, inclui uma parcela das reservas permanentes).

As **Reservas Reguladoras (Rr)** dos principais aquíferos aflorantes na RPGA foram estimadas através da equação abaixo, na condição de Recarga Potencial Direta (RPD), considerando-se a distribuição das unidades aquíferas (apresentada no Capítulo sobre Principais Domínios Aquíferos desta NT), a precipitação média anual (a partir das isoietas médias anuais - NT-2) e a taxa de infiltração (um apanhado da literatura):

Rr = A x P x I, onde:

Rr = Reserva reguladora [L^3T^{-1}];

A = Área de recarga (afloramento) do aquífero [L^2];

P = Precipitação pluviométrica média anual na área de recarga [LT^{-1}];

I = Taxa de infiltração ou taxa de recarga.

A RPD corresponde à quantidade de água a partir da precipitação pluviométrica que infiltra e chega aos aquíferos, constituindo-se, assim, sua reserva renovável ou reguladora.

Quanto à taxa de infiltração, foram consultadas as seguintes referências:

a) Tese de doutorado – GUERRA (1986), referente ao Aquífero Cárstico (estudo na RPGA do Verde-Jacaré): taxa de infiltração: 4%.

b) Tese de doutorado – NEGRÃO (2007), taxas de infiltração dos aquíferos da Bahia:

- Coberturas profundas e Formação Vazante: 10-15% (citando PLANVASF – REBOUÇAS, 1985);
- Cársticos: 4% (mencionando GUERRA, 1986);
- Metassedimentar: 1,2%;
- Cristalino (< 800mm/ano de precipitação pluviométrica): 0,5%;
- Cristalino (> 800mm/ano de precipitação pluviométrica): 1%;

c) Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos – ANA (2014), levantamento para o Brasil, mencionando indicadores regionais ou para os principais aquíferos nacionais:

- Aquífero Salitre (Cárstico): 10%;
- Aquífero Fraturado Semiárido: 0,5%.

d) Estudos do Canal do Sertão Baiano - CODEVASF (2015), com áreas da RPGA-Salitre e a leste desta:

- Cársticos e Coberturas: 4%;
- Metassedimentar: 1,2%;
- Cristalino: 1,0%.

e) Diagnósticos dos Planos de Recursos Hídricos das RPGA do Paramirim-Santo Onofre (BAHIA, 2017a) e Salitre (BAHIA, 2017b):

- Cársticos e Coberturas Recentes: 4%;
- Metassedimentar: 1,2%;
- Cristalino (considerando-se predominância de precipitação < 800mm/ano): 0,5%.

f) Estudos de ampliação da oferta hídrica na sub-bacia do rio Utinga (AMPLIHIDRO, 2021):

- Coberturas: 10%;
- Metassedimentar: 1,2%;
- Cárstico (Una/Utinga): 5%;
- Cristalino: 0,5%.

g) Plano de Ações Estratégicas - bacias hidrográficas do rio Paraguaçu e do Recôncavo Norte e Inhambupe (BAHIA, 2019):

- Metassedimentar: 1,2%;
- Cárstico (Iraquara/Souto Soares) e Una/Utinga: 4%;
- Cristalino (< 800mm/ano de precipitação pluviométrica): 0,5%;
- Cristalino (> 800mm/ano de precipitação pluviométrica): 1%;
- Sedimentar (Grupo Brotas, depósitos litorâneos e fluviomarinhos - baixo curso da RPGA): 10%.

No presente Plano, dada a configuração de unidades aquíferas propostas e os dados de precipitação atualizados na NT-2, foram adotados os seguintes valores de taxa de infiltração:

- Metassedimentar: 1,2%;
- Cárstico (Iraquara/Souto Soares e Una/Utinga): 4%;
- Cristalino (< 800mm/ano de precipitação pluviométrica): 0,5%;
- Cristalino (> 800mm/ano de precipitação pluviométrica): 1%;
- Coberturas Interioranas/Recentes: 4%;
- Coberturas - Recôncavo/Litoral): 10%.

Quanto às coberturas em geral, o limitado nível de conhecimento atual de seu substrato (meio físico) ainda não permite um entendimento mais detalhado. Dessa forma, foram adotados:

- No caso de Coberturas Interioranas/Recentes, que incluem terrenos heterogêneos como coberturas detríticas, detrito-lateríticas (algumas com concreções ferruginosas) e residuais, além de depósitos aluvionares (que podem apresentar porções mais silto-argilosas misturadas a arenosas), adotou-se taxa de infiltração de 4% (equivalente a BAHIA, 2017a; BAHIA, 2017b);
- No caso da porção do conjunto de unidades do Recôncavo/Litoral, que possui menos expressão em área (<1%, concentrada na UB 10.10), adotou-se um valor maior (10%), mais frequente na literatura mencionada (como ANA, 2014; BAHIA, 2019).

Tais coberturas podem comportar-se como aquíferos livres sedimentares (de porosidade intergranular) e/ou como forma de alimentação subjacente do Embasamento Cristalino, Cárstico ou Metassedimentar, o que merece estudos mais aprofundados para seu entendimento e delimitação. Os valores obtidos, relativamente elevados nas áreas dessas coberturas sedimentares, não significam necessariamente que sejam "melhores aquíferos", mas sim que têm potencial de maior infiltração das chuvas, sobretudo em relação aos Terrenos do Embasamento Cristalino e Metassedimentar.

Há também a **Potencialidade (Pot)**, que é um conceito que normalmente inclui as reservas reguladoras e uma fração das reservas permanentes. É mencionado no Plano de Ações Estratégicas com área na RPGA (BAHIA, 2019).

Costa (1998) indica, sobretudo no caso de aquíferos fissurais que, na ausência de dados confiáveis sobre as reservas permanentes, a potencialidade será considerada como a reserva reguladora acrescida de 15%, ou seja, a Potencialidade = Rr x 1,15. Bahia (2019) adaptou Costa (1998), extrapolando esta aproximação para toda RPGA.

Outro conceito presente na literatura, especificamente em um dos Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil (ANA, 2014), considera indicadores mais restritivos como a dita Disponibilidade Explotável (Dex), conceito meio controverso no meio hidrogeológico, por não considerar qualquer parcela das reservas permanentes. Neste caso, a Dex é definida como:

> Dex = Rr x CS, onde:
>
> Dex = Disponibilidade explotável;
>
> Rr = Reserva reguladora; e
>
> CS = Coeficiente de Sustentabilidade, sendo 1,0 no Fraturado Semiárido; 0,4 para outras porções de Terrenos Fraturados; 0,3 para terrenos Cársticos; e 0,2 para Terrenos/Coberturas Cenozoicas (inclusive litorâneas).

Na prática, a Dex utiliza um fator redutor em relação às Reservas Reguladoras (Rr) em vários dos aquíferos (em alguns casos, de até 80%), o que nem sempre é realista para áreas no semiárido e com situações de escassez hídrica.

Ainda quanto às reservas reguladoras, alguns estudos pelo Brasil adotam como referência os dados de vazões mínimas de referência (p.e., Q_{95} ou $Q_{7,10}$), em correlação com o escoamento de base dos rios. Por exemplo, estudos do Plano de Recursos Hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ (PROFILL & RHAMA, 2017), adotaram a aproximação de reserva reguladora como o valor de $Q_{7,10}$. Por outro lado, há um desafio inerente quando de envolvem vazões de referência e áreas de clima semiárido.

Como não há uma rede mais efetiva de monitoramento de águas subterrâneas na RPGA (por hora restrita a alguns poços de monitoramento sobretudo na UPGRH 6 - UB10.7, e com dados ainda não consistidos), nem ainda um planejamento mais detalhado de sua implementação, este tipo de indicador fica prejudicado, pois não é possível efetuar a correlação entre variações de nível d´água (estático) de poços de monitoramento e dados de indicadores de postos hidrometeorológicos ao longo do tempo. Também não é possível efetuar uma verificação representativa de flutuações dos próprios níveis d´água, sejam associados a sazonalidades ou a eventos extremos, não havendo ainda séries históricas consistidas e mais robustas.

Outro aspecto que deve ser considerado é a necessidade de se realizar estudos investigativos experimentais sobre as reais condições e dinâmica desde a chuva, escoamento, infiltração/recarga (e caminhamento nas zonas não saturada e saturada), além da interação com águas superficiais (descargas). As abordagens aqui efetuadas, inclusive com utilização de indicadores da literatura (como, p.e., taxas de infiltração), servem para uma parametrização para fins de Diagnóstico de PRH, mas não devem ser assumidos como definitivos – pelo contrário, é necessário efetuar estudos futuros em realidades e locais-tipo. Estes aprimoramentos sucessivos são inerentes ao avanço esperado do conhecimento hidrogeológico regional/local.

Todas as peculiaridades e aproximações mencionadas anteriormente devem ser consideradas na leitura e na interpretação dos dados obtidos, os quais devem ser efetuadas com o devido bom senso, considerando-se as incertezas indicadas e a necessidade de estudos de maior detalhe. Ademais, além dos aspectos técnicos, é importante e fundamental a pactuação entre atores da RPGA, via discussões e decisões do CBH.

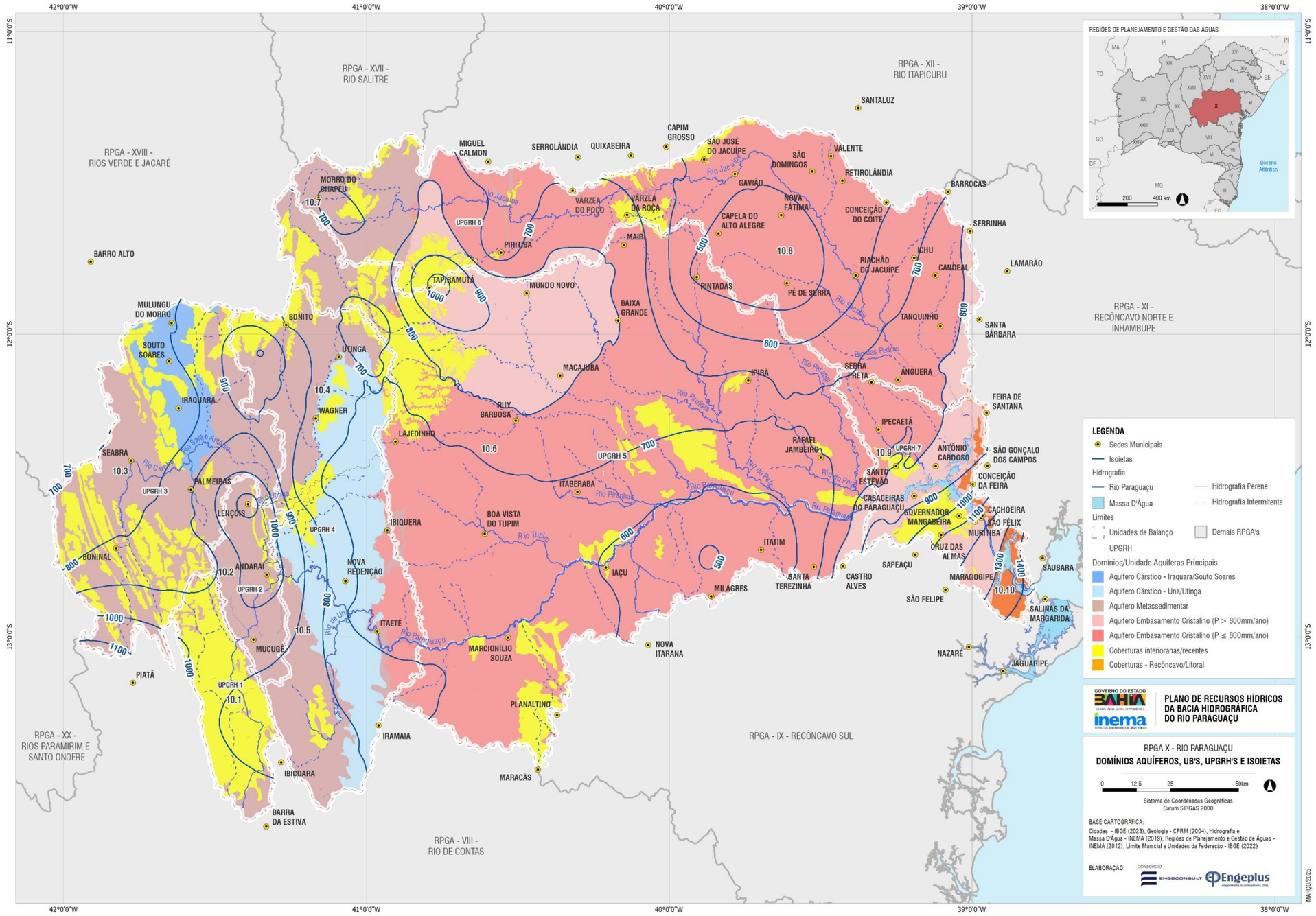
5.2. DADOS OBTIDOS DE INDICADORES DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

Na estimativa dos indicadores, foram aproveitados os valores médios de precipitação pluviométrica por UB da NT2, cuja distribuição de isoietas médias anuais ao longo da RPGA e seus principais Domínios/Unidades Aquíferas é apresentada na Figura 5.1.

Como se observa, há valores médios maiores de precipitação pluviométrica sobretudo nas porções leste (mais próximas ao litoral, com isoietas acima de 1.000mm/ano nas UB 10.9 e UB 10.10, chegando a pouco mais de 1.400mm/ano) e oeste (notadamente em áreas de Metassedimentos / Chapada, mas também em Terrenos Cársticos, com isoietas acima de 800 mm/ano, podendo chegar a mais de 1.000-1.100mm/ano nas UBs 10.1 a 10.3, além de trechos menores em outras unidades). No entanto, devido ao caminhamento natural das águas, predominante em sentido de oeste para leste, são as precipitações maiores do setor oeste da RPGA, que representam papel mais importante para os recursos hídricos da bacia.

De forma contrastante, na porção central da RPGA, sobretudo nas UPGRHs 5 e 6 (notadamente nas UB 10.6 e UB 10.8), há valores mais baixos de precipitação pluviométrica (até isoietas de 500mm/ano), concentrados sobre Terrenos do Embasamento Cristalino, que representam um desafio adicional por suas características comparativamente piores de infiltração e aquíferas.

Figura 5.1: Distribuição da precipitação pluviométrica média anual na RPGA e seus aquíferos



Fonte: elaboração própria, com base no mapa de principais Domínios/Unidades Aquíferas (desta NT) e isoietas da NT-2.

O Quadro 5.1 mostra os resultados de Reserva Reguladora (Rr) em hm³/ano; e o Quadro 5.2, as estimativas de Rr em m³/s (total de 20,8 m³/s para a RPGA).

Quadro 5.1: Reserva Reguladora (Rr) estimada para as UBs da RPGA, em hm³/ano

UB	Cárstico		Metasse-dimentar	Embasamento Cristalino		Coberturas		Total
	Iraquara/ Souto Soares	Una/ Utinga		P ≤ 800mm/ano	P > 800mm/ano	Interioranas/ recentes	Recôncavo/ Litoral	Total
UB 10.1	0,000	0,000	3,457	0,000	0,000	53,920	0,000	57,377
UB 10.2	0,000	0,092	15,245	0,000	0,000	3,346	0,000	18,683
UB 10.3	28,857	0,000	36,636	0,000	0,000	58,315	0,000	123,808
UB 10.4	0,000	23,818	13,922	0,046	0,000	21,061	0,000	58,846
UB 10.5	0,000	74,639	13,091	2,258	0,000	8,653	0,000	98,641
UB 10.6	0,000	0,885	6,083	58,689	19,139	72,483	0,000	157,279
UB 10.7	0,000	0,079	11,482	7,741	2,982	18,634	0,000	40,918
UB 10.8	0,000	0,000	0,000	20,113	2,164	4,279	0,738	27,294
UB 10.9	0,000	0,000	0,000	3,269	6,904	5,820	6,997	22,990
UB 10.10	0,000	0,000	0,000	0,000	5,569	10,004	35,094	50,667
Total	**28,857**	**99,513**	**99,916**	**92,115**	**36,759**	**256,516**	**42,830**	**656,504**

Fonte: elaboração própria.

Quadro 5.2: Reserva Reguladora (Rr) estimada para as UBs da RPGA, em m³/s

UB	Cárstico		Metasse-dimentar	Embasamento Cristalino		Coberturas		Total
	Iraquara/ Souto Soares	Una/ Utinga		P ≤ 800mm/ano	P > 800mm/ano	Interioranas/ recentes	Recôncavo/ Litoral	Total
UB 10.1	0,000	0,000	0,110	0,000	0,000	1,709	0,000	1,818
UB 10.2	0,000	0,003	0,483	0,000	0,000	0,106	0,000	0,592
UB 10.3	0,914	0,000	1,161	0,000	0,000	1,848	0,000	3,923
UB 10.4	0,000	0,755	0,441	0,001	0,000	0,667	0,000	1,865
UB 10.5	0,000	2,365	0,415	0,072	0,000	0,274	0,000	3,126
UB 10.6	0,000	0,028	0,193	1,860	0,606	2,297	0,000	4,984
UB 10.7	0,000	0,003	0,364	0,245	0,095	0,590	0,000	1,297
UB 10.8	0,000	0,000	0,000	0,637	0,069	0,136	0,023	0,865
UB 10.9	0,000	0,000	0,000	0,104	0,219	0,184	0,222	0,729
UB 10.10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,176	0,317	1,112	1,606
Total	**0,914**	**3,153**	**3,166**	**2,919**	**1,165**	**8,128**	**1,357**	**20,803**

Fonte: elaboração própria.

Adicionalmente, foi estimada a Potencialidade (1,15 x Rr), mostrada no Quadro 5.3, em m³/s (total de 23,9 m³/s para a RPGA). No mesmo Quadro, nas últimas colunas, são apresentados indicadores calculados mais restritivos: Disponibilidade como 50% da Rr (princípio adotado em trabalhos como do PERH-SP 2020-23 – COBRAPE, 2020 e no PRH-PCJ – PROFILL & RHAMA, 2017, que, no entanto, utilizaram parametrização em função de vazões superficiais mínimas) e a Disponibilidade Explotável de ANA (2013), que considera redutores (x 0,2 a x 1) em relação à Rr. Estes indicadores (50% Rr e DEx) totalizam 10,4 m³/s e 11,0 m³/s, respectivamente, para toda RPGA (DEx > 50% Rr no geral da RPGA, pois nos extensos domínios do Embasamento Cristalino, não há o redutor).

Estes dados não incluem a dita recarga alogênica (processo pelo qual a água subterrânea é provém de fontes externas à área onde o aquífero aflora), que é explicada nos Capítulos 3 e 4.5, e deve ser objeto de estudos futuros específicos, com integração entre águas atmosféricas (chuva), superficiais e subterrâneas, além de componentes de cunho geológico, de uso e ocupação do solo e antrópico. Por outro lado, mesmo que não se tenha como estivar valores destas situações, é evidente que estes fenômenos ocorrem, principalmente na transição entre metassedimentos e terrenos metassedimentares ou cársticos arredores. A materialização prática disto dá-se pelo regime dos rios (alimentados pelas águas subterrâneas e não explicados apenas pelas chuvas) ou ainda em locais com nascentes, surgências ou pela presença de poços de mais elevada vazão (tal qual verificado no vale do rio Mucambo, em Utinga).

Quadro 5.3: Potencialidade e Disponibilidade explotável, estimadas em m³/s

UB	Potencialidade								Disponibilidade (50% Rr)	Disponibilidade explotável (Dex)
	Cárstico		Metassedimentar	Embasamento Cristalino		Coberturas		Total		
	Iraquara/ Souto Soares	Una/ Utinga		(P ≤ 800)	(P > 800)	Interioranas/ recentes	Recôncavo/ Litoral			
UB 10.1	0,000	0,000	0,126	0,000	0,000	1,965	0,000	2,091	0,909	0,428
UB 10.2	0,000	0,003	0,556	0,000	0,000	0,122	0,000	0,681	0,296	0,229
UB 10.3	1,052	0,000	1,335	0,000	0,000	2,125	0,000	4,512	1,962	1,297
UB 10.4	0,000	0,868	0,507	0,002	0,000	0,767	0,000	2,144	0,932	0,616
UB 10.5	0,000	2,720	0,477	0,082	0,000	0,315	0,000	3,595	1,563	1,286
UB 10.6	0,000	0,032	0,222	2,139	0,697	2,641	0,000	5,731	2,492	4,433
UB 10.7	0,000	0,003	0,418	0,282	0,109	0,679	0,000	1,491	0,648	0,921
UB 10.8	0,000	0,000	0,000	0,733	0,079	0,156	0,027	0,995	0,432	0,846
UB 10.9	0,000	0,000	0,000	0,119	0,252	0,212	0,255	0,838	0,364	0,676
UB 10.10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,203	0,365	1,279	1,846	0,803	0,939
Total	**1,052**	**3,626**	**3,641**	**3,357**	**1,340**	**9,348**	**1,561**	**23,924**	**10,402**	**11,970**

Fonte: elaboração própria.

Para se ter uma parametrização inicial para fins de Diagnóstico deste PRH, como subsídio à gestão do uso das águas subterrâneas cotejado com indicadores de disponibilidade ou potencialidade, no Quadro 5.4, são apresentados os resultados de vazão captada (com base na soma das vazões máximas dos poços com outorga pelo uso de recursos hídricos e por uso insignificante – CNARH, 2024) e os % em relação aos indicadores de Reserva Reguladora (Rr), Potencialidade (Pot), 50% de Rr e Disponibilidade Explotável (Dex - ANA, 2013).

Quadro 5.4: Vazões máximas (base CNARH, considerando-se outorga pelo uso de recursos hídricos e usos insignificantes) vs. Reserva Reguladora (Rr), Potencialidade (Pot), Disponibilidade como 50% Rr e Disponibilidade explotável (Dex)

UB	Soma de vazões máximas captadas (base CNARH)		% de uso em relação aos indicadores estimados de disponibilidade hídrica subterrânea			
	Soma da vazão máxima (m^3/h)	Soma da vazão máxima (m^3/s)	% Rr	% Pot	50% Rr	% Dex
UB 10.1	7.056,86	1,960	107,8	93,8	215,6	458,4
UB 10.2	236,49	0,066	11,1	9,6	22,2	28,6
UB 10.3	5.321,86	1,478	37,7	32,8	75,4	114,0
UB 10.4	6.531,30	1,814	97,3	84,6	194,6	294,4
UB 10.5	807,13	0,224	7,2	6,2	14,4	17,4
UB 10.6	589,93	0,164	3,3	2,9	6,6	3,7
UB 10.7	1.282,76	0,356	27,5	23,9	55,0	38,7
UB 10.8	237,99	0,066	7,6	6,6	15,3	7,8
UB 10.9	544,12	0,151	20,7	18,0	41,5	22,4
UB 10.10	193,70	0,054	3,4	2,9	6,7	5,7
Total ou %	**22.802,13**	**6,334**	**30,4**	**26,5**	**60,9**	**52,9**

Fonte: elaboração própria.

Para quaisquer dos indicadores, os números obtidos mostram que as situações de potencial maior criticidade ocorrem principalmente nas UB 10.1 e 10.4; de forma intermediária na UB 10.3; diminuindo nas demais UB da RPGA. Estas constatações necessitam ser levadas em consideração pela gestão dos recursos hídricos da RPGA.

Outra situação importante a ser verificada é quando são considerados os dados extremos (máximos e mínimos) em relação à precipitação pluviométrica anual (dados a partir da NT2) – Quadro 5.5. Isso significa que um cenário de maior criticidade pode se agravar com eventos extremos de escassez hídrica, pois, com menos chuva, a reposição via recarga potencial direta é diminuída. Na outra ponta, em anos mais chuvosos, a recarga tende a aumentar.

Quadro 5.5: Dados de precipitação pluviométrica anual média, mínima e máxima (e respectivas variações % em relação à média) por UB, que podem influenciar nas condições de recarga dos aquíferos da RPGA

UB	Precipitação pluviométrica anual (mm/ano)				
	Média	Mínima	Variação (Mín. x Média, %)	Máxima	Variação (Máx. x Média, %)
UB 10.1	924	813	-12,1	1.007	+ 8,2
UB 10.2	997	854	-14,3	1.152	+ 13,4
UB 10.3	837	698	-16,6	1.136	+ 26,3
UB 10.4	780	647	-17,0	1.047	+ 25,5
UB 10.5	770	610	-20,7	1.020	+ 24,5
UB 10.6	689	465	-32,4	1.046	+ 34,1
UB 10.7	745	611	-17,9	1.057	+ 29,5
UB 10.8	606	419	-30,9	869	+ 30,3
UB 10.9	829	687	-17,2	1.098	+ 24,5
UB 10.10	1.220	920	-24,6	1.482	+ 17,7

Fonte: elaboração própria, com base em dados da NT-2.

Os conceitos e indicadores de disponibilidade são variados, não são padronizados, nem necessariamente consensuais na literatura em hidrogeologia e de recursos hídricos. Os dados gerados não devem ser vistos rigidamente (literalmente) ou como definitivos e sim com a devida ponderação, servindo de alerta para os casos de maior uso das águas subterrâneas. Independentemente, fornecem informações sobre a disponibilidade hídrica subterrânea e cotejo com usos por poços, úteis à gestão. Por outro lado, para uma caracterização mais ampla, devem ser considerados de forma integrada os diversos aspectos quantitativos e qualitativos apresentados, respectivamente, nas NT 6 e 7.

CAPÍTULO 06: REFERÊNCIAS

6. REFERÊNCIAS

AMPLIHIDRO (2021) Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS). Estudos de ampliação da oferta hídrica na sub-bacia do rio Utinga – Ações para segurança hídrica na Bahia. RAT 06 – Relatório de Atividade TÉCNICA 06 - Estimativas da Disponibilidade Hídrica Subterrânea.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2014. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos 2014. Brasília, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). 2024. Base de dados do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH. Municípios da RPGA e arredores imediatos. Obtido em julho/2024.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Diagnóstico das disponibilidades e demandas hídricas, balanço hídrico e diagnóstico integrado. TOMO 1 – PP-02b – MÓDULO 2. Plano de Recursos Hídricos – Paramirim-Santo Onofre. Consórcio Hydros - Engeplus, março de 2017a.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Diagnóstico das disponibilidades e demandas hídricas, balanço hídrico e diagnóstico integrado. Produto PP-02b. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Salitre. Consórcio Geohidro Hydros Engeplus, abril de 2017b.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Plano de Ações Estratégicas para gerenciamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas do rio Paraguaçu e do Recôncavo Norte e Inhambupe. Relatório de caracterização da bacia - PP02A - VII - NT6 – Águas Subterrâneas. Consórcio PAEPRNI Hydros Engeplus, novembro de 2018.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Plano de Ações Estratégicas para Gerenciamento dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Paraguaçu e do Recôncavo Norte e Inhambupe. Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu. Produto Parcial PP02A. Vol. I a XIII. Consórcio PAEPRNI Hydros Engeplus. Salvador, 2019.

BAHIA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Plano de Recursos Hídricos e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da RPGA do Rio Grande. Produtos Parciais PP01 a PP07. Consórcio Águas do Oeste Hydros Engeplus. Salvador, 2022.

COMPANHIA DE ENGENHARIA HÍDRICA E DE SANEAMENTO DA BAHIA (CERB). Bando de dados de poços - CERB. Municípios da RPGA e arredores imediatos. Fornecido em julho/2024.

CODEVASF - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (2015) 1ª Fase - Elaboração de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Canal do Sertão Baiano. Volume 2 - Estudos Básicos. Tomo 5 - Estudos da Disponibilidade Hídrica da Área de Atendimento do CSB. Parte 3/4 - Estudos Hidrogeológicos e

de Disponibilidade Hídrica dos Aquíferos de Tucano e da Bacia do Salitre. GEOHIDRO, Salvador, 2015.

COSTA, W.D. Avaliação de Reservas, Potencialidade e Disponibilidade de Aqüíferos. Em: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Anais – São Paulo, 1998.

COSTA, W. D.; et. al. Complementação de Análises Físico-Químicas para Utilização em Estudos Hidroquímicos. Suplemento do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2002.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2004) Mapa geológico da Bahia.

CPRM — SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2014) Mapa Hidrogeológico do Brasil, em escala 1:1.000.000.

CPRM — SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2018) Hidrogeologia e suas aplicações.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (2024) Base de poços do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS. Municípios da RPGA e arredores imediatos. Fornecido em julho/2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2018) Classes de declividade - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - EMBRAPA.

GONÇALVES, T.S. et al. (2024) Geospatial Analysis of Transmissivity and Uncertainty in a Semi-Arid Karst Region. Water 2024, 16, 780. https://doi.org/10.3390/w16050780

GONÇALVES, T.S. et al. (2024) Multivariate Geostatistics for Mapping of Transmissivity and Uncertainty in Karst Aquifers. Water 2024, 16, 2430. https://doi.org/10.3390/w16172430.

GUERRA, A. M. Processos de Carstificação e Hidrogeologia do Grupo Bambuí na Região de Irecê - Bahia. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, São Paulo. SP, 1986.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2024) Listagem dos poços da rede de monitoramento da Bacia Hidrográfica do rio Paraguaçu. Obtida junto aos técnicos do INEMA.

NEGRÃO, F. I. Hidrogeologia do Estado da Bahia: qualidade, potencialidade, disponibilidade, vulnerabilidade e grau de poluição. Tese de Doutoramento. Instituto Universitário de Xeoloxía Isidro Parga Pondal. Universidade de Coruña, 2007.

NEMUS (2015) Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio São Francisco 2016-25.

OLIVEIRA. A.I.L. ROCHA. W. J. S.F.; SILVA. A. A. Modelagem da Superfície Freática na Cabeceira da Bacia do Paraguaçu, Área do Agropolo Mucugê – Ibicoara, Estado da Bahia: Parâmetro para Estudos de Contaminação da Água Subterrânea em Aquíferos Livres. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.5592, 2011.

PEDREIRA A.J. O Supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina centro-oriental, Bahia: Sedimentologia, Estratigrafia e Tectônica. Tese de Doutorado, Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo.2004.

PROFILL & RHAMA (2017) Plano de Recursos Hídricos das Bacias PCJ. Fundação Agência PCJ, Piracicaba/SP, 2017.

SALLES, L.Q. et al. (2018) Influência dos aspectos hidrogeológicos de aquíferos cársticos na evolução do relevo: porção central da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, nº 1 (2018) http://dx.doi.org/10.20502/www.ugb.org.br

SANTOS, R.N. & KOIDE, S. (2016) Avaliação da Recarga de Águas Subterrâneas em Ambiente de Cerrado com Base em Modelagem Numérica do Fluxo em Meio Poroso Saturado. RBRH vol. 21 no.2 Porto Alegre abr./jun 2016 p. 451 – 465.

SERAPHIM, A.P.A.C.C. & BEZERRA, M.C.L. (2019) Identificação de áreas de recarga de aquíferos e suas interfaces com áreas propícias à urbanização. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo | Paranoá 23.