



PBAPGO

**Planos de Bacias dos
Afluentes do Paranaíba
do Estado de Goiás**

**PROGNÓSTICO DA UPGRH DO RIO MEIA
PONTE**

(PRODUTO 3)

Versão 6.0

ESTADO DE GOIÁS
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DAS
UNIDADES DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE GOIÁS
AFLUENTES AO RIO PARANAÍBA

PROGNÓSTICO DA UPGRH DO RIO MEIA PONTE

PROGNÓSTICO (PRODUTO 3)

Versão 6.0

Governador do Estado de Goiás

Ronaldo Ramos Caiado

Secretária de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Andrea Vulcanis

Subsecretário de Licenciamento Ambiental e Recursos Hídricos

José Bento da Rocha

Superintendente de Recursos Hídricos e Saneamento

Marco José Melo Neves

Gerente de Instrumentos de Gestão

Albano Henrique de Araújo

Gerente de Outorga

Og Arão Vieira Rubert

Gerente de Acompanhamento de Pós Outorga e Segurança de Barragens

Marcelo Martines Salles

Gerente do Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas do Estado de Goiás

André de Oliveira Amorim

Gerente de Políticas de Saneamento e Resíduos Sólidos

Ingrid Grazielle Reis do Nascimento

Gestor do Contrato SEMAD/FUNAPE

Marcos Aurélio Gomes Antunes

Fiscal do Contrato SEMAD/FUNAPE

Fabício de Campos Aires Silva

Servidores da Gerência de Instrumentos de Gestão

Amanda Rodrigues de Sousa e Silva

Fabício de Campos Aires Silva

Marcos Aurélio Gomes Antunes

Marcos Francisco Cabral

Maria Aparecida de Souza Araújo

Maria José Onofre Santos

Maria Silene Carneiro Soares

Pedro Paulo Alves Godoi

COORDENAÇÃO E ELABORAÇÃO

Grupo Técnico de Análise do Plano - SEMAD

Albano Henrique de Araújo
Diogo Lourenço Segatti
Franciele Parreira Peixoto
Fabrício de Campos Aires Silva
João Ricardo Raiser - **Coordenador**
Luiz Eduardo Giacomolli Machado
Marcos Aurélio Gomes Antunes
Natália Cristina Lino
Paulo Sérgio da Silva Lobo

Grupo Técnico de Análise do Plano – CBH Meia Ponte

Anselmo Claudino de Sousa
Antônio Martins Borges
Augusto César Campos de Sousa Machado
Elaine Lopes Noronha Farinelli
José Vicente Granato Araújo
Lucia Helena Santos Pinheiro
Paulo Henrique de Almeida - **Coordenador**
Pedro Silverio Pereira

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte - CBH Meia Ponte

Adonídio Neto Vieira Júnior
Adriano Rodrigo de Barcelos
Ana Cláudia Lima de Sousa
André de Oliveira Amorim
André Gustavo Umbelino Lousa
André Lunardelli
Anselmo Claudino de Sousa
Antônio Martins Borges Neto
Augusto César Campos de Sousa Machado
Bruno Netto do Espírito Santo
Bruno Vicente Marques
Camila Dantas Lúcio Roncato
Carlos Eduardo Silva de Faria
Daniel Rodrigues de Souza Santos
Dirceu Marcelo Hoffmann
Elaine Lopes Noronha Farinelli
Eli Cardoso Lessa
Ézio Inácio Rossi
Fábio Camargo Ferreira - **Presidente**
Gerson Tertuliano
Gustavo Alves Cruvinel
Henrique Luiz de Araújo Costa
Henrique Luiz Passos
João Bosco Rosa
João Essado

Jorge Antônio Carvalho Lima
José Aluizo Ferreira
José Vicente Granato de Araújo
Juber Henrique Amaral
Leonardo de Oliveira Machado
Lucas Thomé de Oliveira Otaviano
Lúcia Helena Santos Pinheiro
Luciano Jaime Peixoto
Luís Rogério Veiga Gouthier
Luiza Virgínia Duarte
Marcos Aurélio Gomes Antunes
Marcos Francisco Cabral
Marcus Vinícius Rodrigues Souza Lino
Marília Moraes Mendanha Rodrigues
Mário César Guerino
Murilo Mendonça Barra
Nielton Soares dos Santos
Og Arão Vieira Rubert
Onivan Rodrigues Rosa
Paulo Henrique de Almeida
Rafaela Wolff de Pina
Rodrigo Costa Silveira
Samantha Leandro de Sousa
Saulo Pereira da Silva
Thiago Castro de Oliveira
Vitor Hugo Antunes
Wanessa Silva Rocha
Yara Vanessa Portuguese Fonseca

EQUIPE TÉCNICA FUNEPE/UFG

Aline De Arvelos Salgado - **Qualidade da Água e Enquadramento**
Alexandre Kepler Soares – **Gestão de Recursos Hídricos**
Dirceu Scaratti – **Planejamento de Recursos Hídricos**
Humberto Carlos Ruggeri Júnior - **Saneamento Ambiental**
Joel Roberto Vasco Guimarães – **Transporte de Sedimento**
Jussanã Milograna - **Planejamento De Recursos Hídricos**
Karla Emmanuela Ribeiro Hora - **Sócio Economia**
Klebber Teodomiro Martins Formiga - **Coordenador Geral e Hidrologia**
Leandro Pinho - **Comunicação Social**
Luana Miranda Esper Kallas - **Sócio Economia**
Luiza Virgínia Duarte - **hidrologia**
Lutiana Casaroli - **Comunicação Social**
Nilson Clementino Ferreira - **Geoprocessamento**
Noely Vicente Ribeiro- **Geoprocessamento**
Rodrigo De Almeida Heringer - **Hidrogeologia**

BOLSISTAS

Adriana Costa E Silva
Ana Cláudia Lima De Sousa
Ananda Helena Nunes Cunha
Ariel Godinho Vespucci
Cleiton Fernando De Lima
Daiane Pereira Da Silva
Diogo Henrique m. De Moraes
Eliseo Hamu
Guilherme Da Cruz Dos Reis
Hugo José Ribeiro
Kamila Almeida Dos Santos
Luis Gustavo Lino
Márcia Gonçalves Da Mota Lima
Ozias Ricardo Arantes Barros
Patrícia Vieira Almeida Calderon
Rosane Borges De Oliveira
Tatiane Rodrigues Pereira
Thais Teodoro Didonet
Tomás Da Rosa Simões
Vilmar Martins Ferreira Filho
Wellington Nunes Oliveira

ESTAGIÁRIOS

Anna Luiza Maciel Pinheiro
Brenda Rabelo Berça
Daniele De Lima Da Silva
Dayane Martins Salles
Felipe veloso de paula.
Gabriel Marinho E Silva

Isabela Mesquita
Lara Maciel Feitosa
Laryssa Cristine Afonso Da Costa
Leonardo Dorninger Feitosa
Marcella Souza Guimarães
Márcia Barbosa De Oliveira
Maria Gabriella Souza Damasceno
Nathalia De Carvalho Oliveira
Nicole Lima Magny
Stefanny Hellen Sampaio Dos Santos
Talita Cintra Braga
Tainá Azevedo
Verônica Da Costa Rodrigues
Victor Lima Freire
Vitória Costa E Silva
Yan Machado Sousa

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização dos municípios pertencentes à UPGRH do Rio Meia Ponte.	26
Figura 2 – Base Hidrográfica da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	27
Figura 3 – Comparação dos modelos de projeção de crescimento.....	29
Figura 4 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	34
Figura 5 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	35
Figura 6 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	36
Figura 7 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	37
Figura 8 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	38
Figura 9 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	39
Figura 10 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	40
Figura 11 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	41
Figura 12 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	47
Figura 13 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	48
Figura 14 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	49
Figura 15 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	50
Figura 16 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	50
Figura 17 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	51
Figura 18 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	52
Figura 19 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	53
Figura 20 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	59
Figura 21 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	60
Figura 22 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	61

Figura 23 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	62
Figura 24 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	63
Figura 25 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	64
Figura 26 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	65
Figura 27 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	66
Figura 28 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	67
Figura 29 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	68
Figura 30 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	69
Figura 31 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	70
Figura 32 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	71
Figura 33 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	72
Figura 34 - Áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal nas sub-bacias	75
Figura 35 – Cobertura de vegetação nativa remanescente nas sub-bacias	76
Figura 36 - Distribuição de Latossolos nas sub-bacias hidrográficas	77
Figura 37 - Distribuição de outros tipos de solos que podem ser utilizados para atividades agrícolas e pecuária.	78
Figura 38 - Distribuição das áreas agrícolas nas sub-bacias hidrográficas	79
Figura 39 - Distribuição das áreas de pastagens nas sub-bacias.....	80
Figura 40 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	84
Figura 41 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	85
Figura 42 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	86
Figura 43 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	87
Figura 44 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	88
Figura 45 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	89
Figura 46 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	90
Figura 47 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	91
Figura 48 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	92
Figura 49 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	93

Figura 50 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	94
Figura 51 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	95
Figura 52 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	96
Figura 53 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	97
Figura 54 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	98
Figura 55 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	99
Figura 56 – Dados do Índice de Base Fixa da Indústria para o Estado de Goiás.....	100
Figura 57 – Distribuição dos consumos para o Cenário I para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	104
Figura 58 – Distribuição dos consumos para o Cenário IV para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	105
Figura 59 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	106
Figura 60 – Distribuição dos consumos para o Cenário I para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	107
Figura 61 – Distribuição dos consumos para o Cenário IV para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	108
Figura 62 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	109
Figura 63 – Distribuição dos consumos para o Cenário I para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	110
Figura 64 – Distribuição dos consumos para o Cenário IV para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	111
Figura 65 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	112
Figura 66 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	119
Figura 67 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	120
Figura 68 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	121
Figura 69 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	122
Figura 70 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	123

Figura 71 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	124
Figura 72 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	125
Figura 73 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	126
Figura 74 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	127
Figura 75 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	128
Figura 76 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	129
Figura 77 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	130
Figura 78 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	131
Figura 79 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	132
Figura 80 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	133
Figura 81 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	134
Figura 82 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	135
Figura 83 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	136
Figura 84 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2030.....	143
Figura 85 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2030	144
Figura 86 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2030.....	145
Figura 87 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2030	146
Figura 88 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2040.....	147
Figura 89 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2040	148
Figura 90 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2040.....	149
Figura 91 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2040	150

Figura 92 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2030	151
Figura 93 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2030	152
Figura 94 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2030.....	153
Figura 95 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2030	154
Figura 96 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2040	155
Figura 97 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2040	156
Figura 98 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2040.....	157
Figura 99 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2040	158
Figura 100 – Distribuição dos consumos para o Cenário II para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	166
Figura 101 – Distribuição dos consumos para o Cenário III para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	167
Figura 102 – Distribuição dos consumos para o Cenário V para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	168
Figura 103 – Distribuição dos consumos para o Cenário VII para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	169
Figura 104 – Distribuição dos consumos para o Cenário VIII para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	170
Figura 105 – Distribuição dos consumos para o Cenário II para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	171
Figura 106 – Distribuição dos consumos para o Cenário III para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	172
Figura 107 – Distribuição dos consumos para o Cenário V para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	173
Figura 108 – Distribuição dos consumos para o Cenário VII para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	174
Figura 109 – Distribuição dos consumos para o Cenário VIII para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	175
Figura 110 – Distribuição dos consumos para o Cenário II para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	176
Figura 111 – Distribuição dos consumos para o Cenário III para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	177
Figura 112 – Distribuição dos consumos para o Cenário V para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	178

Figura 113 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	179
Figura 114 – Distribuição dos consumos para o Cenário VIII para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	180
Figura 115 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	182
Figura 116 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	183
Figura 117 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	184
Figura 118 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	185
Figura 119 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	186
Figura 120 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	187
Figura 121 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	188
Figura 122 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	189
Figura 123 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	190
Figura 124 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	191
Figura 125 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	192
Figura 126 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	193
Figura 127 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	194
Figura 128 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	195
Figura 129 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	196
Figura 130 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	197
Figura 131 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	198
Figura 132 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	199
Figura 133 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	200

Figura 134 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	201
Figura 135 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	202
Figura 136 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	203
Figura 137 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	204
Figura 138 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	205
Figura 139 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	206
Figura 140 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	207
Figura 141 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	208
Figura 142 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	209
Figura 143 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	210
Figura 144 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.	211

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Demanda unitária por espécies de efetivos.....	42
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios que compõem a UPGRH do Rio Meia Ponte, com indicação da sede municipal e a porcentagem de sua área.	25
Tabela 2 – Dados populacionais para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	30
Tabela 3 – Resultados do ajuste dos dados populacionais para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	31
Tabela 4 – Dados de BEDA (em mil BEDA) dos anos de 1999 a 2018 para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	43
Tabela 5 – Resultados do ajuste (em mil BEDA) dos dados de BEDA para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	45
Tabela 6 – Dados de área irrigada dos Censos Agropecuários, projeções e taxa de crescimento para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.	54
Tabela 7 – Dados de área irrigada por pivôs central para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	56
Tabela 8 – Resultado do ajuste da área irrigada por pivôs central para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	57
Tabela 9 – Projeção da área irrigada para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o uso e tipo de solo.	81
Tabela 10 – Projeções de crescimento das demandas para Abastecimento Humano, Mineração e Termoelétrica da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	102
Tabela 11 – Projeções de crescimento das demandas para Indústria, Abastecimento Animal e Irrigação da UPGRH do Rio Meia Ponte.	102
Tabela 12 – Classificação das bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte para a condição atual de demandas considerando diferentes valores de vazões de referência	118
Tabela 13 – Classificação das bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte para os Cenários IV e VI considerando diferentes valores de vazões de referência	118
Tabela 14 - Eficiência das ETes dos Municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.....	138

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	17
2.	INTRODUÇÃO	18
2.1	PROGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA	20
2.2	CENÁRIOS DE DEMANDAS	21
3.	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA	24
4.	PROJEÇÕES DE DEMANDAS.....	28
4.1	Modelos de Projeções	28
4.2	Abastecimento Humano.....	29
4.3	Abastecimento Animal	42
4.4	Irrigação.....	54
4.4.1	Definição da Área Irrigável	73
4.5	Indústria	83
5.	Cenários Futuros.....	101
5.1	Cenários de Demanda	101
5.2	Cenários de Disponibilidade	113
6.	Balanço Hídrico Quantitativo	115
7.	Balanço Hídrico Qualitativo	137
7.1	Descrição das Cargas Poluentes Geradas na Bacia.....	137
7.1.1	Fontes Pontuais: Esgoto Doméstico	137
7.1.2	Fontes Difusas: Cargas da Pecuária.....	138
7.1.3	Fontes Difusas: Cargas de Origem Agrícola	139
7.2	Níveis de Risco	139
7.3	Cenários de Análise.....	140
8.	Considerações Finais.....	159
	Referências.....	162
	Anexo I	165
	Anexo II.....	181

1. APRESENTAÇÃO

Tendo em vista a assinatura do Contrato de Consultoria de pessoa jurídica visando a atualização e elaboração dos planos de recursos hídricos das unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos do Estados de Goiás Afluentes do Rio Paranaíba, este documento apresenta a Caracterização Socioeconômica da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Rio Meia Ponte .

2. INTRODUÇÃO

A água fornece a força vital de sistemas naturais, sociedades e economias. As pessoas vivem nas proximidades de rios, lagos, e deltas há muitos séculos. Os rios fornecem uma infinidade de serviços, como abastecimento de água, assimilação de resíduos, pesca, produção de energia, atenuação de enchentes, benefícios espirituais, culturais e recreativos, e o habitat que suporta uma ampla gama de ecossistemas (BALDWIN E HAMSTED, 2014).

É precisamente porque os recursos hídricos oferecem tantas funções que o planejamento para seu uso é tão complexo. As demandas sobre os rios excedem cada vez mais suas capacidades naturais, resultando em excesso de abstração, poluição, infestação de organismos estranhos, alteração de planície de inundação e destruição de habitat. Essas falhas são geralmente a consequência da tomada incorreta de decisões, gerenciamento e planejamento inadequado. O planejamento eficaz das bacias é o ponto de partida para o gerenciamento sustentável das bacias hidrográficas (LOUCKS, 1981).

A água está no centro dos desafios em torno da segurança alimentar, desenvolvimento econômico, geração de energia e mudanças climáticas e no uso do solo. Sob essas condições, os planos de bacias precisam reconhecer e estar alinhados com objetivos mais amplos de desenvolvimento econômico junto ao planejamento e gerenciamento de recursos hídricos. Nesse contexto, o planejamento da bacia deve ser uma abordagem coerente para gerenciar os recursos hídricos da bacia e seus usuários, a fim de identificar e satisfazer as prioridades sociais, econômicas e ambientais.

O objetivo do planejamento de bacias não é apenas atingir objetivos diretos e definidos externamente, mas escolher dentre uma série de possíveis objetivos de gerenciamento de recursos hídricos aqueles que melhor contribuirão para uma série de objetivos econômicos, sociais e ecológicos concorrentes. Além disso, alcançar esses objetivos normalmente envolve a participação de vários órgãos governamentais e partes interessadas, além daqueles diretamente envolvidos no gerenciamento da água. No seu cerne, o Plano de Bacia define a quantidade de água que pode ser retirada da bacia a cada ano, deixando uma quantidade suficiente nos rios para atender os múltiplos usos da água (LOUCKS E VAN BEEK, 2017).

A bacia abrange uma complexa rede de pessoas, indústrias e organizações com interesses concorrentes e é por isso que a água precisa ser gerenciada cuidadosamente para as gerações futuras. Gerenciar a água é um processo complexo. É uma parceria entre todos os envolvidos, pois dentro do planejamento não existe ganho individual, e todos os atores fazem parte desse coletivo. (MAZIBUKO E PEGRAM, 2006).

O planejamento e o gerenciamento de recursos hídricos são processos contínuos que envolvem a avaliação e documentação da disponibilidade da água, da demanda, qualidade da água, do planejamento financeiro, de fatores ambientais e alternativas de recursos hídricos para gerenciar efetivamente os recursos hídricos da bacia se preparando para o futuro (LOUCKS E VAN BEEK, 2017).

O processo do planejamento pode ser usado no nível local (referente à unidade de gestão básica) ou regional (considerando toda a bacia) para apoiar o processo de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos e para atender às necessidades específicas de água de uma região. Muitos fatores afetam a relação entre disponibilidade e a demanda de água em uma área, e o Plano de Bacias pode ajudar a identificar e planejar estratégias eficazes de gerenciamento de água nestas condições (DZURIK ET AL., 2018).

Em muitas áreas, o aumento da demanda de água com consequente aumento populacional está estressando a disponibilidade efetiva de água. As fontes e suprimentos de água de muitas comunidades também são cada vez mais imprevisíveis devido a fatores como mudanças no regime hídrico e secas mais extremas, disputas por direitos de água e falhas na infraestrutura de atendimento. Esses estressores e incertezas requerem planejamento regional de longo prazo para otimizar o uso dos recursos hídricos.

Assim, os planos de bacias podem fornecer estratégias e orientações de gerenciamento para ajudar a gestão de recursos hídricos a melhorar a resiliência e a confiabilidade do uso da água. Um componente principal do plano inclui uma avaliação da bacia para identificar a demanda atual de água, diagnosticar possíveis vulnerabilidades, determinar a base para projetar demandas futuras de água, comparar as demandas projetadas de água com a quantidade de água disponível das fontes existentes, e predizer em que momento se precisará definir fontes adicionais de água, no caso de abastecimento municipal.

Na fase anterior do Plano de Recursos Hídricos foi elaborado o diagnóstico das condições atuais da bacia, com um retrato das pressões exercida nos recursos hídricos pelos diversos usuários de água na bacia e as condições da bacia de atender essas demandas em diferentes escalas de tempo considerando aspectos quantitativos e qualitativos. Na fase de Prognóstico, pretende-se avaliar como essas pressões irão se comportar e fazer previsões para condições futuras.

2.1 PROGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA

O planejamento da bacia precisa claramente considerar as questões atuais de gerenciamento de água destacadas pela avaliação do diagnóstico, mas ao mesmo tempo deve identificar questões emergentes e ameaças potenciais. Essa avaliação futura é particularmente importante para o planejamento estratégico de bacias que adotam uma perspectiva de longo prazo em um ambiente dinâmico e incerto de clima e desenvolvimento (PEGRAM ET AL., 2013).

Existem duas maneiras distintas de abordar essa avaliação das possíveis condições da bacia, refletindo diferentes visões do futuro. O primeiro pressupõe que o futuro possa ser amplamente previsto (dentro dos limites) e que a resposta da gerência possa ser otimizada, possivelmente até considerando diferentes setores com suas probabilidades estimadas de ocorrência. O segundo reconhece que o futuro é altamente incerto e que as respostas da administração precisam ser robustas para várias vias alternativas (sem indicação de probabilidade de ocorrência) dentro do domínio de possíveis futuros. O planejamento tradicional de recursos hídricos tem sido amplamente baseado no primeiro. No entanto, este último está sendo cada vez mais explorado em resposta ao reconhecimento de que o desenvolvimento e os condicionantes de perspectivas futuras são muito grandes e implicam que o futuro é fundamentalmente incerto (PEGRAM ET AL., 2013).

Existem também duas maneiras distintas de avaliar em que grau a água e sua gestão causam impacto nos fatores mais amplos do desenvolvimento social e econômico da mudança. A gestão tradicional de recursos hídricos pressupõe que o futuro do desenvolvimento seja independente do futuro da água e, portanto, o planejamento da bacia precisa responder a esses fatores exógenos dos requisitos de água. Como alternativa, à medida que os recursos hídricos ficam estressados, a sua disponibilidade e gerenciamento têm uma maior influência nas vias de desenvolvimento econômico e social, e o papel da água como catalisador ou limitador do desenvolvimento está sendo considerado através do feedback para a compreensão dos requisitos futuros de água para formulação de estratégias presentes no planejamento da bacia (LOUCKS, 2000).

Há um reconhecimento crescente de que o planejamento estratégico da bacia exige que se olhe para um futuro repleto de incertezas, ao mesmo tempo em que está ciente do contexto da água na economia política em geral. A maneira pela qual os recursos hídricos são protegidos, desenvolvidos e utilizados influencia profundamente os riscos e as oportunidades mais amplos do setor público e do setor privado e, portanto, tem consequências significativas para a atividade econômica, o desenvolvimento social e a estabilidade política (SIPES, 2010).

Compreender e avaliar essas incertezas e seus impactos no futuro desenvolvimento da bacia, nos padrões hidrológicos e de demanda de água, é uma parte fundamental da fase de avaliação da situação do planejamento estratégico da bacia. A inclusão dessa incerteza no processo de planejamento pode ser feita empregando diferentes técnicas que podem considerar diretamente as probabilidades de ocorrência ou estimam faixas factíveis para futuros cenários (SPEED ET AL., 2016).

O objetivo final de entender o futuro é aperfeiçoar as decisões como parte do processo de planejamento da bacia. Portanto, as abordagens usadas para avaliar a situação futura também costumam apoiar a tomada de decisão que considera ou otimiza os objetivos e ações selecionados em relação a esse futuro (KAZBEKOV, 2016).

A consideração de perspectivas futuras em outros processos de planejamento deve enquadrar a avaliação do desenvolvimento relacionado à água integrando os recursos hídricos na formulação da visão ou objetivos da bacia. No entanto, o mais importante é que as lacunas e inconsistências potenciais em relação aos recursos hídricos devem ser destacadas e usadas para informar o engajamento entre o processo de planejamento da bacia e as instituições mandatárias responsáveis por esses outros planos, com a intenção de facilitar maior alinhamento desses planos (BASCO-CARRERA, ET AL, 2017).

A projeção de futuras condições hidrológicas e necessidades de água sempre foi uma parte fundamental do planejamento dos recursos hídricos, mas essas técnicas se tornaram cada vez mais sofisticadas, à medida que as inter-relações entre água e economia se tornaram mais complexas. O foco dessas projeções futuras é geralmente, primeiro, as necessidades de água (impulsionadas pela mudança dos padrões de desenvolvimento econômico e demográfico) e, segundo a hidrologia (impulsionada pela mudança dos padrões de uso da terra e, mais recentemente, a variabilidade climática). Os possíveis impactos das mudanças tecnológicas também devem ser considerados (como espécies de culturas com menor necessidade de água, técnicas de tratamento de esgotos), mas geralmente essas variáveis são menos presentes nessas avaliações. A próxima seção descreve em alto nível a variedade de técnicas que são normalmente usadas para prever ou vincular mudanças futuras nos requisitos de Hidrologia e água para o planejamento da bacia (VOINOV, ET AL, 2018).

2.2 CENÁRIOS DE DEMANDAS

A projeção de cenários futuros de recursos hídricos a partir de tendências históricas representa um método tradicional e mais direto de formar cenários que incorporam a incertezas indiretamente. A projeção de tendências pode incorporar técnicas de

regressão para avaliar as variáveis dependentes de recursos hídricos (normalmente demandas e padrões de água com base em setor ou área), de uma ou mais variáveis exógenas que refletem dados demográficos ou crescimento econômico (LOUCKS E VAN BEEK, 2017).

Os primeiros estudos de planejamento de recursos hídricos projetavam apenas as tendências da demanda de água, mas isso foi substituído por projeções de tendências no crescimento econômico e demográfico (distinguindo o crescimento rural-agrícola do urbano-industrial). A incerteza nessas projeções é geralmente refletida pela definição de limites, em termos de um cenário de crescimento alto, médio e baixo que definem as projeções de uso da água. Em alguns casos, as implicações das premissas de gerenciamento de demanda também são incluídas como cenários adicionais (LOUCKS E VAN BEEK, 2017).

A projeção de insumos hidrológicos (e da qualidade da água) para o sistema é feita de maneira semelhante, delineando mudanças futuras no uso da terra, desenvolvimento econômico e demografia, e modelando suas implicações para escoamento superficial, contaminação da qualidade da água e picos de inundação (VOINOV, 2018).

Embora vários cenários possam avançar para diferentes caminhos desenvolvidos, as diferenças entre eles tendem a ser relativamente insignificantes em escala de bacia, particularmente quando comparadas às mudanças nas necessidades de água, de modo que geralmente pode ser adotado um único futuro hidrológico. (PEGRAM ET AL, 2013).

No entanto, o uso da terra e as mudanças econômicas têm um impacto significativo nos cenários de enchentes e nos efluentes (particularmente em uma escala de que ocorre também a captação) e, portanto, podem receber atenção quando isso for um problema. Tradicionalmente, avaliações hidrológicas futuras assumem um regime estacionário (regimes estáveis de chuvas e vazões), com as mudanças sendo o resultado de atividades antropogênicas diretas, e recentemente, a variabilidade climática foi incluída em diversos locais (QUESNE ET AL., 2010).

Todas as avaliações acima requerem algum grau de modelagem analítica sobre a qual basear essas projeções futuras. Neste trabalho empregou-se uma abordagem determinística, em que as probabilidades e aleatoriedade não são abordadas de modo direto, não empregando formulações estocásticas tanto para dados hidrológicos que definem as probabilidades quanto às demandas, associadas aos dados de crescimento (BALETA E WINTER, 2014).

O planejamento de cenários é um meio de avaliar as consequências de múltiplos futuros igualmente plausíveis e, portanto, representa uma técnica que se afasta da análise de tendências exógenas e em direção ao planejamento da incerteza. Ele fornece uma técnica para envolver futuros de desenvolvimento e clima

potencialmente complexos em uma bacia e suas interações com estratégias de gerenciamento. O planejamento de cenários baseia-se na análise minuciosa das possibilidades futuras, combinada com o conhecimento e a percepção de indivíduos que conhecem e compreendem a bacia (HARWOOD ET AL, 2018).

O planejamento do cenário começa com a identificação de incertezas futuras (em várias escalas) que afetarão o desenvolvimento socioeconômico, o meio ambiente e os recursos hídricos da bacia. Uma avaliação do nível de incerteza em relação ao nível de impacto nos recursos hídricos permite identificar questões altamente incertas e de alto impacto, em torno de quais diferentes futuros podem ser formulados. Normalmente, esses futuros são capturados em três a quatro cenários plausíveis, refletindo futuros diferentes (sem indicação de sua probabilidade diferente de ocorrer), juntamente com uma narrativa sobre o caminho e os principais fatores do estado atual para o futuro (GARROTE, 2017).

Essas projeções fornecem o cenário no qual o planejador pode identificar os principais pontos que devem ser o foco das intervenções de planejamento e avaliar o grau em que possíveis mudanças são resilientes a alterações futuras. Como alternativa, eles podem fornecer uma paisagem dentro da qual o desenvolvimento relacionado à água pode ocorrer sem exceder os limites acordados (SONCINI-SESSA, 2007).

3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

A UPGRH do Rio Meia Ponte está localizada no centro-sul do Estado de Goiás, possui uma área de drenagem de 14.521,8 km², equivalente a 4% da área do Estado, sua população total, em 2010, era de 2.218.365 de habitantes, o que representa aproximadamente 37% da população do Estado distribuídos em 29 municípios que possuem sua sede dentro da bacia (Figura 1), abrangendo um total de 45 municipalidades que tem alguma área dentro da UPGRH, sendo o principal deles a capital do estado: Goiânia.

A UPGRH é composta pela bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte, que tem suas nascentes localizadas na Serra dos Brandões, e importantes sub-bacias afluentes como as dos Ribeirões João Leite, Santa Maria e da Campanha, e dos Rios Dourados e Caldas. Devido sua localização essa UPGRH recebe os esgotos provenientes de toda a Região Metropolitana de Goiânia, e consequentemente, as águas do Rio Meia Ponte são poluídas. Além do esgoto, outros efluentes como laticínios, frigoríferos, fábricas de bebidas e curtumes, também descartam seus efluentes no rio, comprometendo ainda mais a sua qualidade.

Essa UPGRH possui 3,4% de área urbana e 51,9% pastagens. O restante da composição do uso do solo é: 22,9% de vegetação natural; 20,6% de lavouras; 0,8% de corpos hídricos; e 0,4% de silvicultura. A região norte da bacia possui uma grande área urbana e a sul extensas áreas de lavouras, sendo elas separadas por áreas de pastagens. A área urbana ao norte é a região metropolitana de Goiânia, onde está localizada cerca de um sexto da população do estado de Goiás. Na parte sul da região o destaque está nas cidades de Itumbiara e Goiatuba, que são grandes produtores de cana de açúcar, e Morrinhos pela produção de leite, tomate, batata inglesa e goiaba, segundo dados do Instituto Mário Borges. A maior área de vegetação nativa está localizada no nordeste de Goiânia, sendo essa a Área de Proteção Ambiental do Ribeirão João Leite, a responsável pela proteção e manutenção da qualidade da água da barragem do João Leite.

A Figura 2 apresenta o recorte para a UPGRH do Rio Meia Ponte da Base Hidrográfica Ottocodificada – BHO, a qual é utilizada pela Agência Nacional de Águas - ANA na gestão de recursos hídricos. A BHO representa a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar. Cada trecho é associado a uma superfície de drenagem denominada ottobacia, à qual é atribuída a codificação de bacias de Otto Pfafstetter. Esta representação é topologicamente consistente, a qual representa o fluxo hidrológico dos rios por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo. A UPGRH do Rio Meia Ponte possui 333 ottobacias.

Tabela 1 – Municípios que compõem a UPGRH do Rio Meia Ponte, com indicação da sede municipal e a porcentagem de sua área.

Município	Sede	% do município na UPGRH
Abadia de Goiás	Sim	46
Aloândia	Sim	100
Anápolis	Não	24
Aparecida de Goiânia	Sim	100
Aragoiânia	Sim	97
Bela Vista de Goiás	Não	44
Bom Jesus de Goiás	Não	14
Bonfinópolis	Sim	100
Brazabrantes	Sim	100
Buriti Alegre	Sim	18
Cachoeira Dourada	Sim	57
Caldazinha	Sim	100
Campo Limpo de Goiás	Sim	98
Caturai	Não	<1%
Cromínia	Sim	90
Damolândia	Sim	98
Goianápolis	Sim	100
Goiânia	Sim	100
Goianira	Sim	65
Goiatuba	Sim	49
Guapó	Não	<1%
Hidrolândia	Sim	100
Inhumas	Sim	79
Itauçu	Sim	50
Itumbiara	Sim	78
Joviânia	Não	39
Leopoldo de Bulhões	Não	90
Mairipotaba	Não	41
Morrinhos	Não	47
Nerópolis	Sim	100
Nova Veneza	Sim	100
Ouro Verde de Goiás	Sim	89
Panamá	Sim	100
Petrolina de Goiás	Não	<1%
Piracanjuba	Sim	39
Pontalina	Não	39
Professor Jamil	Sim	100
Santa Rosa de Goiás	Não	<1%
Santo Antônio de Goiás	Sim	100
Senador Canedo	Sim	100
Silvânia	Não	5
Taquaral de Goiás	Não	<1%
Terezópolis de Goiás	Sim	100
Trindade	Não	<1%
Varjão	Não	<1%

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 26



Figura 1 – Localização dos municípios pertencentes à UPGRH do Rio Meia Ponte.

Fonte: SIEG, 2018. Elaborado por Nilson C. Ferreira.

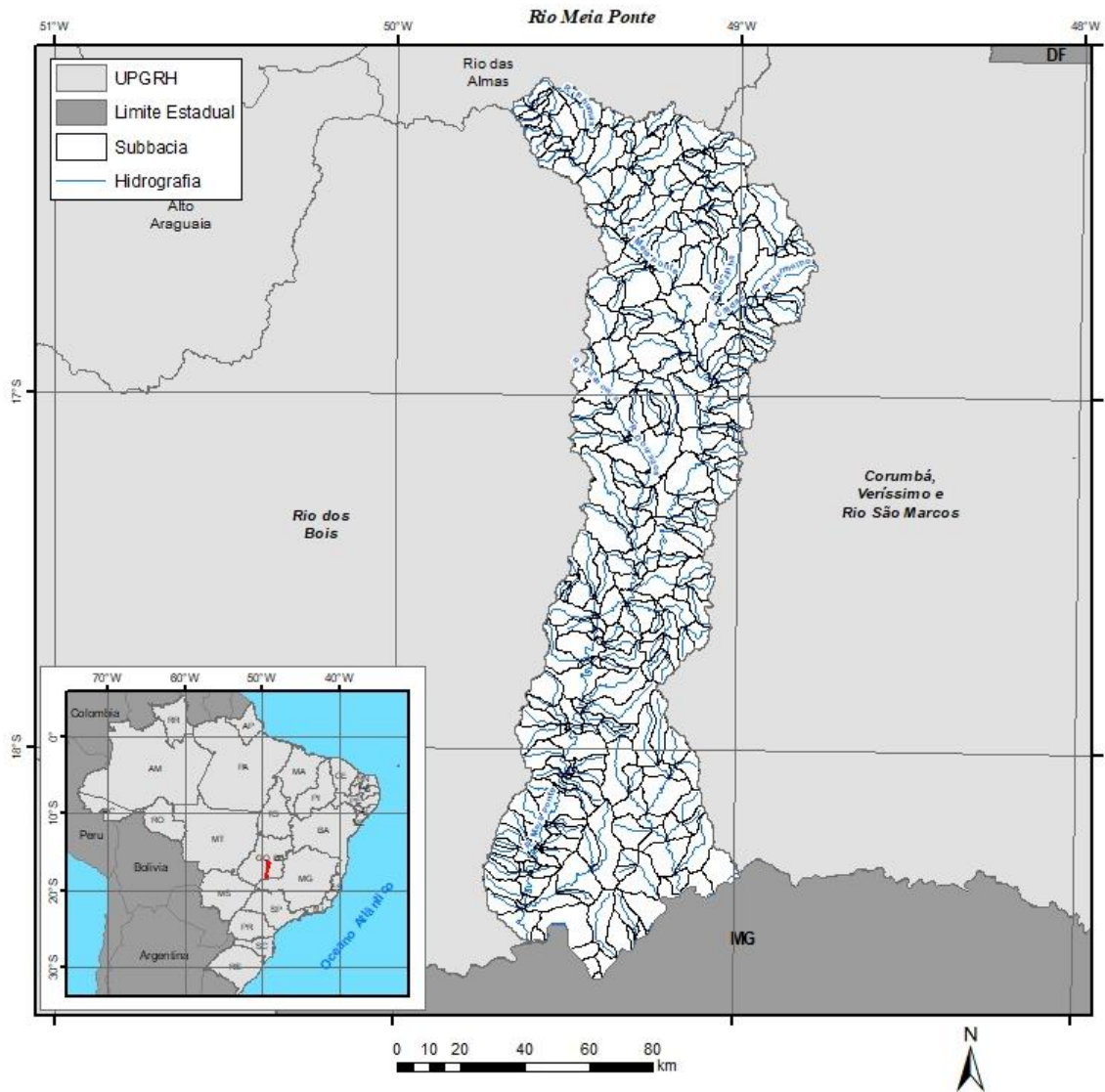


Figura 2 – Base Hidrográfica da UPGRH do Rio Meia Ponte.

4. PROJEÇÕES DE DEMANDAS

4.1 Modelos de Projeções

Existem diversos modelos que podem ser empregados na modelagem matemática para a previsão de crescimento (BARBOSA, 2009). Tradicionalmente na área de Saneamento os modelos mais empregados são dos de crescimento aritmético, crescimento geométrico, e crescimento logístico (TSUTYA, 2004). O uso desses modelos se dava principalmente pela facilidade de se obter os coeficientes da equação de modo direto, sem a necessidade de se empregar procedimentos iterativos.

Embora possa ser expresso por uma quantidade relativamente grande de equações, dependendo de cada caso, condição, e variável, pode-se prever a variação temporal de uma determinada variável considerando 3 tipos de comportamento: linear, exponencial (ou potencial) e logarítmico (Figura 3). Esses modelos apresentam a vantagem de terem poucos parâmetros a serem ajustados e poderem se adaptar à maioria dos dados. Equações mais complexas que trabalham com limitadores de crescimento (como curvas assintóticas) ou modelos baseados em equações diferenciais, são mais robustos, no entanto, requerem uma quantidade de informações mais detalhada e que foge ao escopo proposto no presente plano.

O modelo linear pressupõe que o aumento de uma variável ocorre de modo constante ao longo do tempo, assim, a forma que o crescimento se dá agora tende a ser a mesma daqui a 10 ou 20 anos. O modelo pode ser expresso pela Equação 1:

$$Y(t) = a + b \cdot t \quad \text{Equação 1}$$

sendo **Y** o valor da variável no tempo **t**, e **a** e **b** coeficientes ajustados da equação.

No modelo potencial, a taxa de crescimento (a diferença entre um ano e outro) aumenta com o passar do tempo fazendo que o crescimento ocorra de um modo mais rápido que o apresentado no modelo linear. Esse tipo de crescimento é comum em locais ou áreas ainda pouco exploradas e tende a ocorrer no início de processos. A Equação 2 apresenta o modelo potencial.

$$Y(t) = a \cdot t^b \quad \text{Equação 2}$$

Na condição onde ocorre uma tendência de redução da taxa de crescimento com o tempo o modelo logarítmico é um dos que tem melhor ajuste. Esse equacionamento se adapta às situações em que o impulso inicial de crescimento já ocorreu e novos incrementos se tornam cada vez mais difíceis de se conseguir (Equação 3).

$$Y(t) = a \cdot b \cdot \ln(t) \quad \text{Equação 3}$$

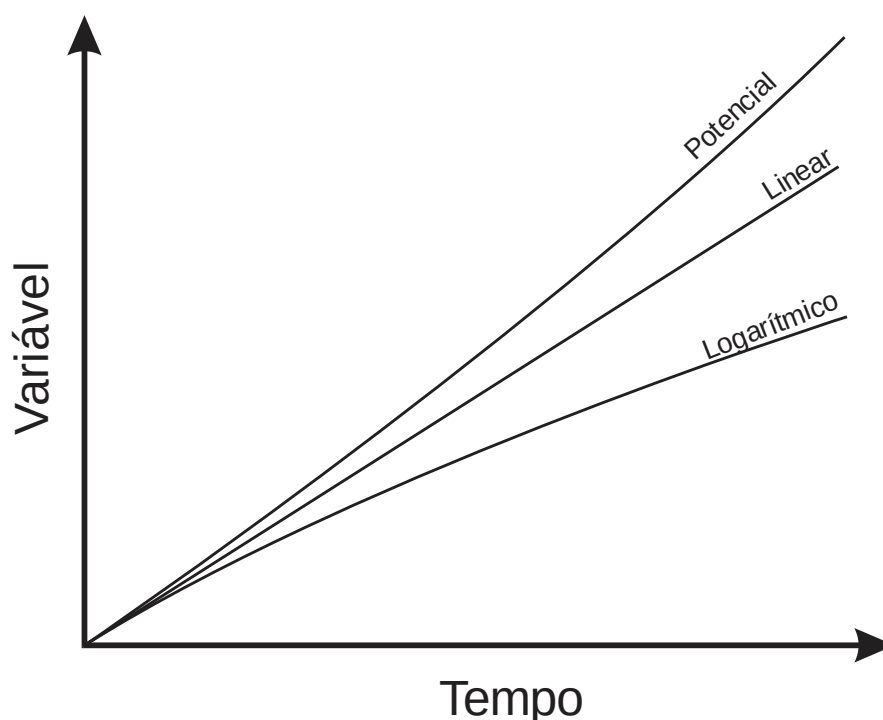


Figura 3 – Comparação dos modelos de projeção de crescimento.

O ajuste da equação aos dados foi realizado empregando o Software R versão 3.5.1 utilizando uma rotina de ajuste de curva. Os dados serão ajustados para cada tipo de curva. Aquele dado que apresentar um melhor valor do RMSE (Root-Mean-Square Error ou Raiz do Erro Médio Quadrático) foi considerada a mais adequada para aquele conjunto de dados.

Para o prognóstico das demandas do Plano foram considerados para três cenários: o primeiro para 5 anos (2025), o segundo para 10 anos (2030); e outro para 20 anos (2040). O uso dos cenários em 3 períodos é uma forma de mostrar a evolução dos usos. Porém é possível efetuar as projeções ano a ano, considerando as empregando-se as equações de regressão desenvolvidas, conforme a necessidade da informação ou como subsídio para os estudos. Isto pode ser feito.

4.2 Abastecimento Humano

A determinação das demandas futuras de abastecimento humano é feita considerando informações demográficas. Neste estudo, considerou-se para as projeções da população urbana as informações dos Censos Popacionais do IBGE de 2000 e 2010 e das Contagens da População de 2000 a 2019. Considerou-se que 20 anos de informações, e principalmente, uma série contínua de Contagem da

População mais recentes, são um indicador confiável para avaliar a variação populacional.

Dados anteriores principalmente relativos às décadas de 1950 a 1980, tendem a apresentar taxas de crescimento que não irão ser mais experimentadas, esse crescimento, principalmente das cidades decorreu do processo de passagem de uma população rural para urbana. Ademais, houve um decaimento na taxa de fecundidade que passou de 6 nascimentos por mulher, na década de 1960 para menos de 2 nascimentos (1,74) em 2017 (THE WORLD BANK, 2020).

A Tabela 2 apresenta os dados de cada município empregados para a projeção para cada município da bacia.

Tabela 2 – Dados populacionais para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	2000	2005	2010	2015	2019
Abadia de Goiás	4971	6294	6876	7895	8773
Aloândia	2128	2213	2051	2079	1995
Anápolis	288085	313412	334613	366491	386923
Aparecida de Goiânia	336392	435323	455657	521910	578179
Aragoiânia	6424	7519	8365	9444	10308
Bela Vista de Goiás	19210	21611	24554	27628	29975
Bom Jesus de Goiás	16257	17764	20727	23257	25216
Bonfinópolis	5353	6624	7536	8694	9706
Brazabrantes	2772	3046	3232	3526	3703
Buriti Alegre	8718	8703	9054	9467	9459
Cachoeira Dourada	8525	8539	8254	8384	8067
Caldazinha	2859	3435	3325	3624	3804
Campo Limpo de Goiás	4414	5188	6241	7090	7789
Caturai	4330	4453	4686	4977	5070
Cromínia	3660	3823	3555	3616	3486
Damolândia	2573	2560	2747	2903	2938
Goianápolis	10671	12825	10695	11024	11231
Goiânia	1093007	1201006	1302001	1430697	1516113
Goianira	18719	23613	34060	39484	44289
Goiatuba	31130	31924	32492	34043	34095
Guapó	13997	15199	13976	14441	14209
Hidrolândia	13086	14860	17398	19761	21706
Inhumas	43897	47361	48246	51543	52866
Itauçu	8277	8026	8575	8957	8938
Itumbiara	81430	85724	92883	100548	104742
Joviânia	6904	7205	7118	7422	7387
Leopoldo de Bulhões	7766	8010	7882	8167	7647
Mairipotaba	2403	2239	2374	2432	2368
Morrinhos	36990	39745	41460	44607	46136
Nerópolis	18578	22081	24210	27341	29850
Nova Veneza	6414	7298	8129	9105	9853

Município	2000	2005	2010	2015	2019
Ouro Verde de Goiás	4358	4420	4034	4016	3759
Panamá	2776	2948	2682	2722	2615
Petrolina de Goiás	10381	10155	10283	10547	10281
Piracanjuba	23557	24252	24026	24772	24524
Pontalina	16556	17257	17121	17873	17819
Professor Jamil	3403	3765	3239	3380	3223
Santa Rosa de Goiás	3548	3276	2909	2722	2319
Santo Antônio de Goiás	3106	3806	4703	5527	6283
Senador Canedo	53105	71399	84443	100367	115371
Silvânia	20339	19022	19089	20233	20695
Taquaral de Goiás	3587	3285	3541	3626	3529
Terezópolis de Goiás	5083	6085	6561	7389	8043
Trindade	81457	99235	104488	117454	127599
Varjão	3519	3579	3659	3827	3827
Total	2344715	2650107	2843750	3145012	3356708

Tabela 3 e nas Figura 4 a Figura 11.

Tabela 3 – Resultados do ajuste dos dados populacionais para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	Projeção	a	b	2030	2040	RMSE	R ²
Abadia de Goiás	Potencial	443,4	0,812	10644	12343	178	0,989
Aloândia	Linear	2338,8	2338,8	1927	1844	62	0,576
Anápolis	Linear	182351,3	182351,3	443347	495546	2827	0,996
Aparecida de Goiânia	Potencial	36749,6	0,749	689546	790508	18491	0,969
Aragoiânia	Linear	201,8	2399,192	12488	14506	71	0,998
Bela Vista de Goiás	Linear	573,5	7506,359	36180	41914	221	0,998
Bom Jesus de Goiás	Linear	487,4	6120,806	30489	35363	391	0,992
Bonfinópolis	Linear	224,2	899,989	12112	14355	100	0,997
Brazabrantes	Linear	48,8	1801,591	4242	4730	26	0,996
Buriti Alegre	Linear	47,0	7679,135	10030	10500	138	0,899
Cachoeira Dourada	Linear	-22,0	9008,186	7910	7691	123	0,710
Caldazinha	Logarítmica	-795,1	1248,745	4090	4318	152	0,865
Campo Limpo de Goiás	Linear	180,3	771,181	9787	11590	67	0,998
Caturai	Linear	41,8	3456,816	5548	5966	51	0,981
Cromínia	Linear	-11,4	3967,963	3398	3283	107	0,464
Damolândia	Linear	22,4	2076,515	3197	3421	58	0,919
Goianápolis	Linear	-14,5	11721,326	10996	10851	1020	0,015
Goiânia	Linear	22408,9	640781	1761224	1985313	7566	0,999
Goianira	Linear	1398,6	-9645,554	60285	74271	1475	0,986
Goiatuba	Linear	168,5	27715,887	36140	37825	317	0,956
Guapó	Linear	-6,6	14559,959	14232	14166	578	0,010
Hidrolândia	Linear	460,8	3629,255	26671	31279	228	0,997
Inhumas	Potencial	19429,7	0,273	56484	59365	650	0,975
Itauçu	Linear	47,1	7149,610	9507	9978	226	0,771
Itumbiara	Linear	1280,6	54903,401	118934	131740	1024	0,992

Município	Projeção	a	b	2030	2040	RMSE	R ²
Joviânia	Logarítmica	4796,3	716,039	7597	7728	104	0,817
Leopoldo de Bulhões	Logarítmica	7798,5	28,476	7910	7915	235	0,001
Mairipotaba	Linear	2,6	2284,413	2417	2443	82	0,074
Morrinhos	Linear	482,8	27401,276	51539	56367	348	0,993
Nerópolis	Linear	578,8	7164,411	36103	41891	340	0,996
Nova Veneza	Linear	180,8	2771,552	11812	13620	45	0,999
Ouro Verde de Goiás	Linear	-33,2	5105,345	3448	3116	118	0,859
Panamá	Linear	-11,3	3085,128	2520	2408	107	0,464
Petrolina de Goiás	Linear	4,4	10199,199	10418	10461	164	0,052
Piracanjuba	Logarítmica	19148,1	1508,230	25048	25323	276	0,739
Pontalina	Logarítmica	10951,6	1892,992	18357	18702	233	0,862
Professor Jamil	Linear	-15,4	3859,846	3092	2938	213	0,285
Santa Rosa de Goiás	Linear	-62,5	4817,197	1692	1067	69	0,985
Santo Antônio de Goiás	Potencial	120,7	1,077	8162	9933	59	0,998
Senador Canedo	Potencial	1841,3	1,128	151665	186282	1538	0,997
Silvânia	Linear	38,1	18739,946	20645	21026	822	0,142
Taquaral de Goiás	Linear	4,8	3370,333	3611	3659	148	0,075
Terezópolis de Goiás	Linear	150,4	2150,683	9670	11174	126	0,991
Trindade	Potencial	12352,6	0,635	148245	166448	2884	0,980
Varjão	Linear	18,1	3143,114	4048	4229	38	0,947

A população da bacia em 2019 é de 3.356.708 habitantes, e tende a crescer para 3.907.406 (2030), 4.409.396 (2040) com crescimento de 16,4% e 31,4% respectivamente.

Por ser uma região com crescimento já consolidado as projeções para quase todos os municípios se ajustaram melhor às equações Linear e Logarítmica. No caso daqueles em que o melhor ajuste foi a potencial, para Abadia de Goiás o expoente (b) foi menor do que 1, indicando um crescimento menor que o linear. Enquanto isso, Senador Canedo apresenta um crescimento decorrente da expansão urbana de Goiânia, sendo este crescimento não decorrente do aumento da população local, mas de transferência do crescimento que ocorreria em Goiânia para a região desta cidade.

A condição de crescimento mais baixo é verificada em toda população brasileira, devido ao declínio da taxa de natalidade ainda mais intenso do que a também declinante taxa de mortalidade, fazendo com que a taxa de crescimento vegetativo se reduza. O declínio da taxa de natalidade é uma condição cultural bem conhecida. O da taxa de mortalidade se deve aos avanços da medicina, dos hábitos de vida e da assistência de saúde. Sabe-se que atualmente as grandes flutuações da população decorrem mais dos fenômenos de migração do que dos demais fatores.

Os resultados indicam que para a maioria dos locais o ajuste pode ser considerado como excelente ($R^2 > 0,90$) e bom ($R^2 > 0,70$). As exceções são onde houve pequena variação na população no período de 2000 a 2019 (Aloândia, Goianápolis, Panamá, Petrolina de Goiás, Silvânia e Taquaral de Goiás). Estas cidades são quase todas muito pequenas (em torno de 3000 habitantes), ou pequenas (em torno de 10000 habitantes).

O município de Goiânia responde por quase 50% da população total da bacia, sendo que mais de 80% fica na região metropolitana. Essa aglomeração em uma região relativamente pequena, concentra o consumo trazendo problemas de atendimento comuns aos grandes aglomerados populacionais.

O ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte pode ser visto da Figura 4 até a Figura 11.

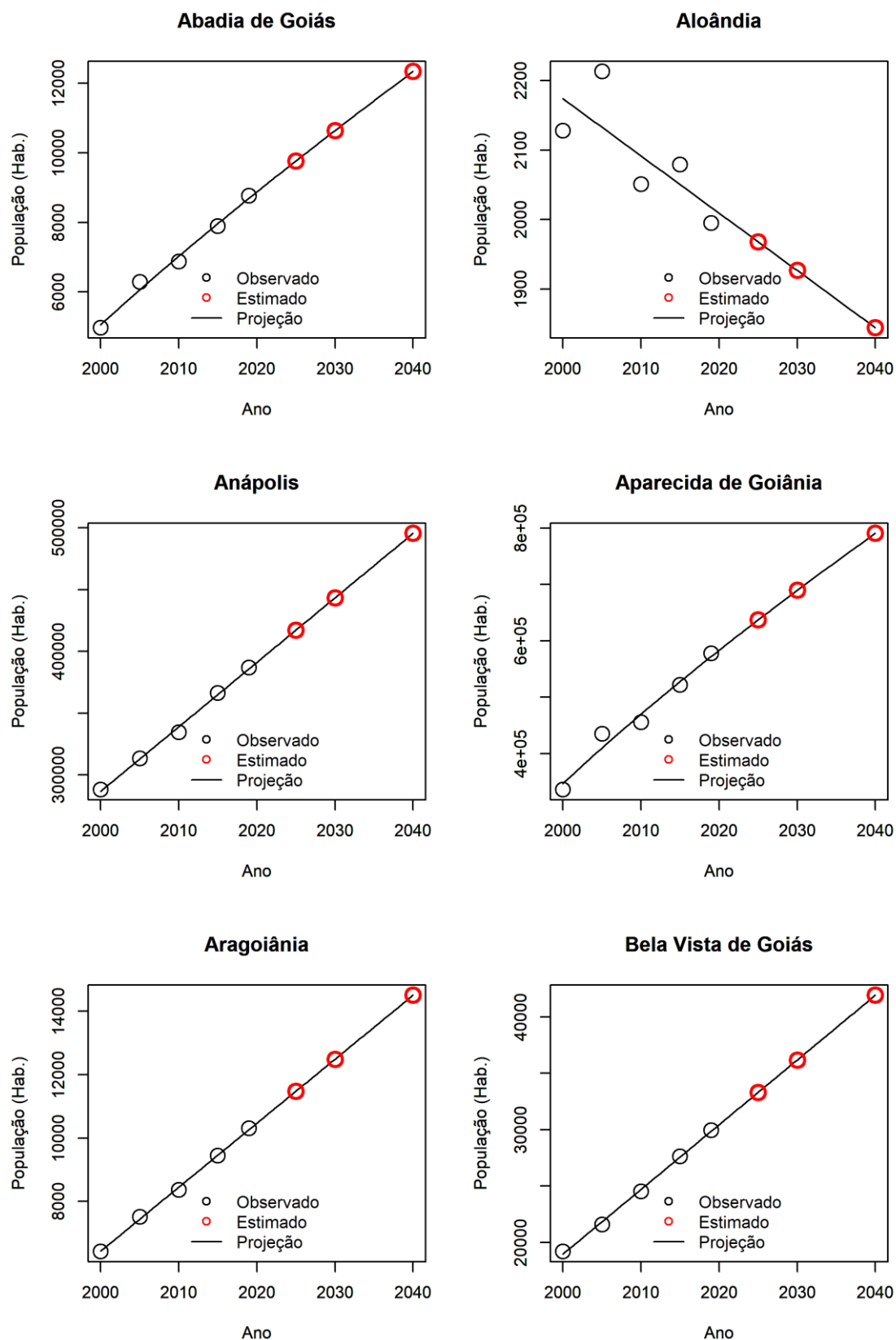


Figura 4 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

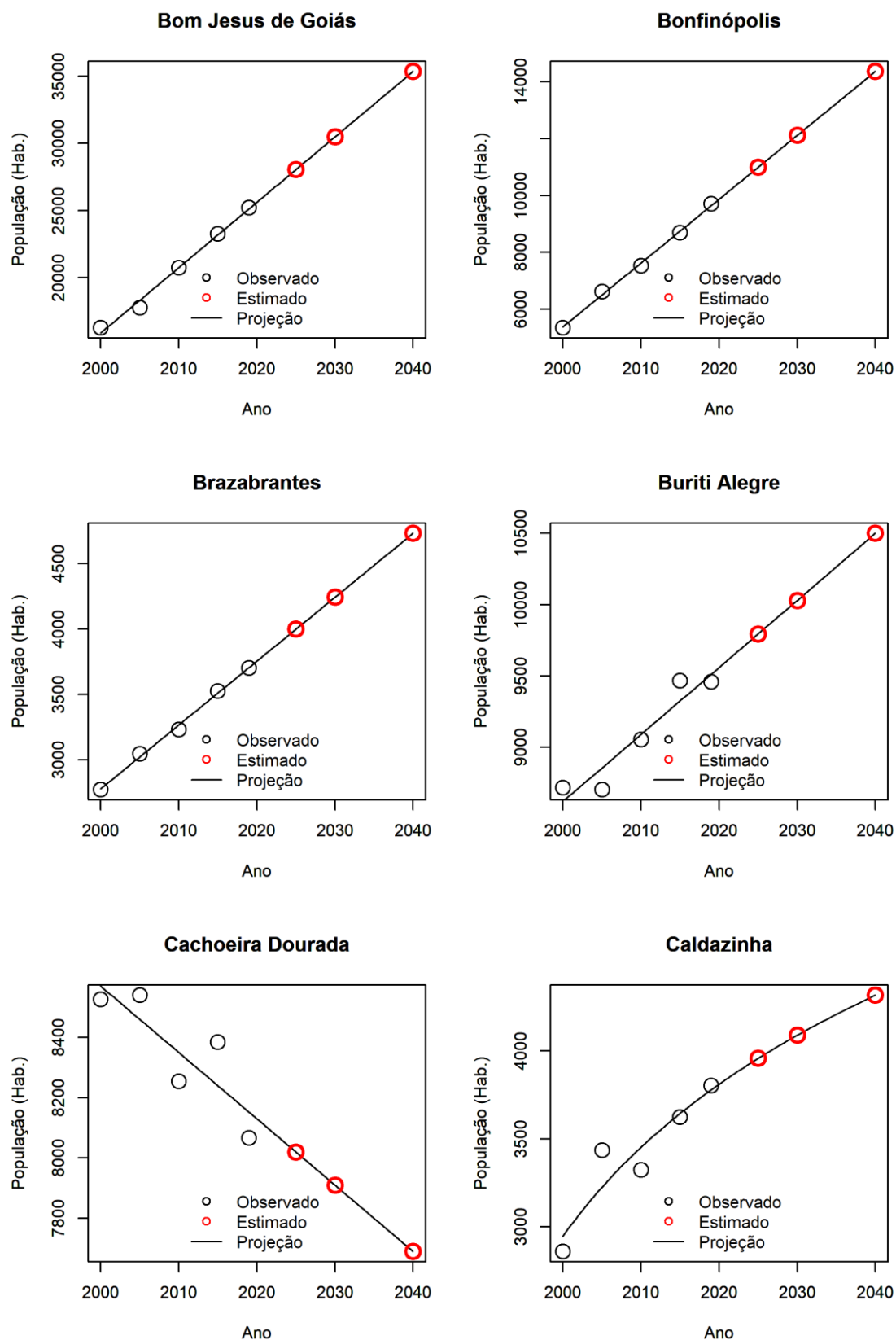


Figura 5 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

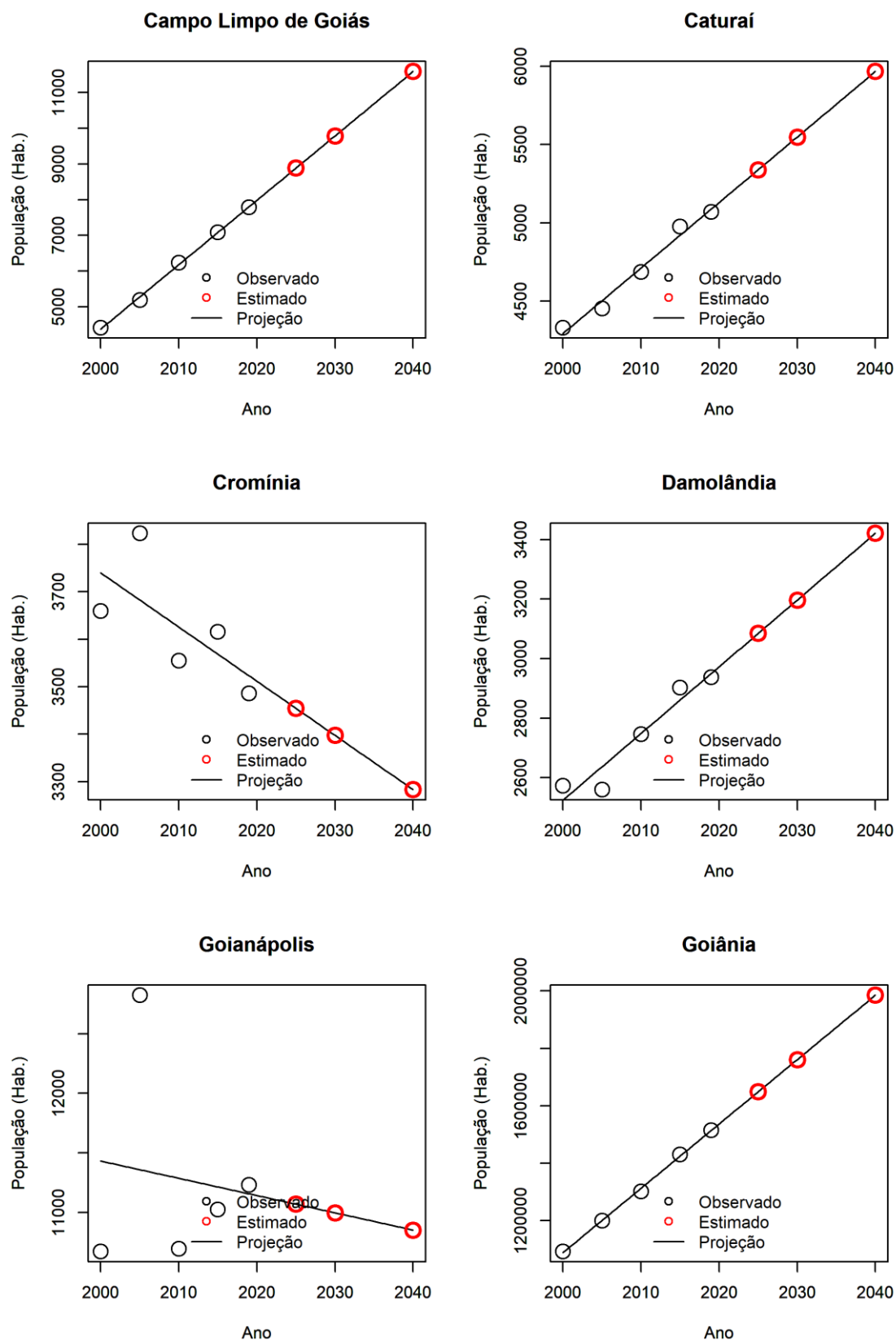


Figura 6 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

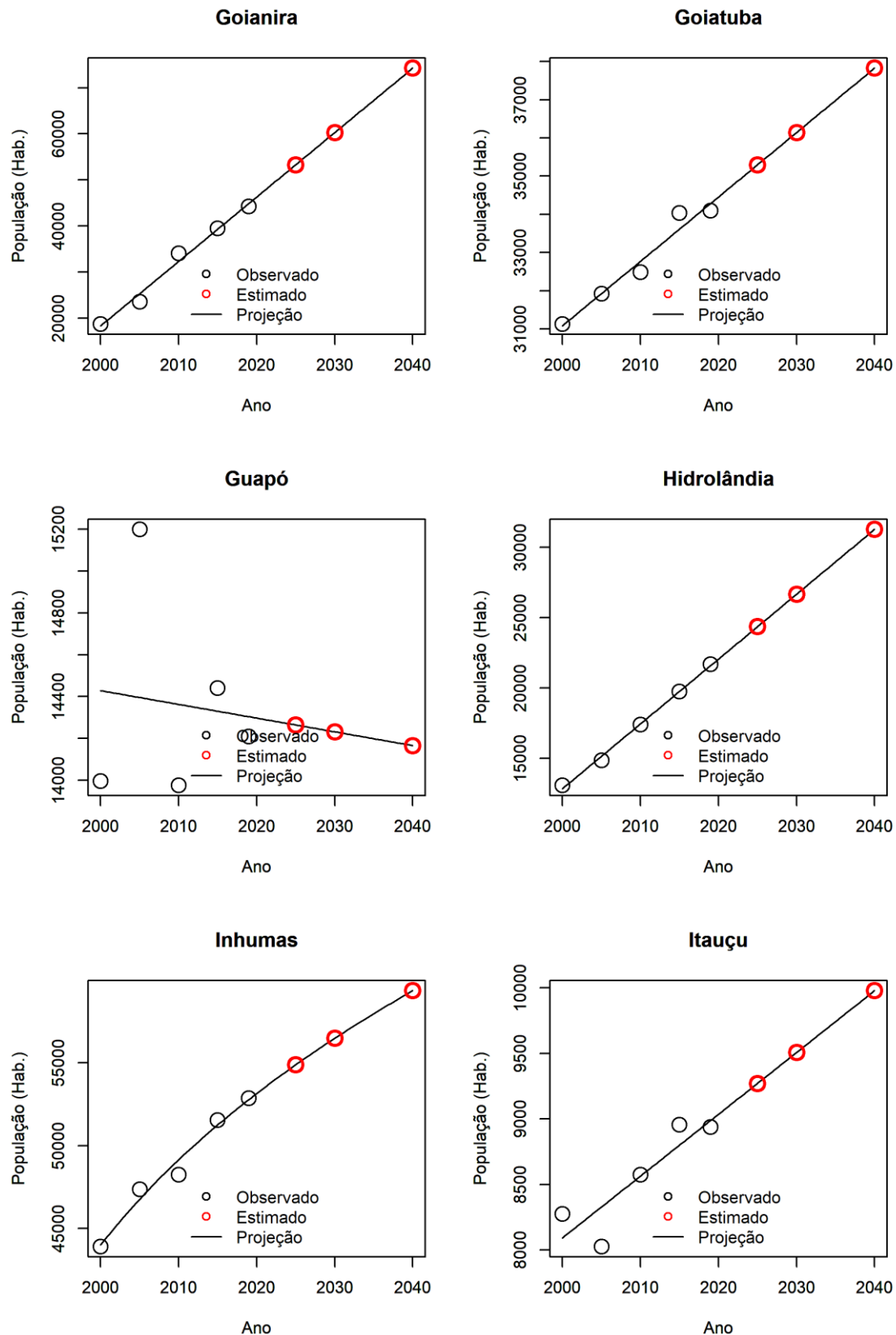


Figura 7 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

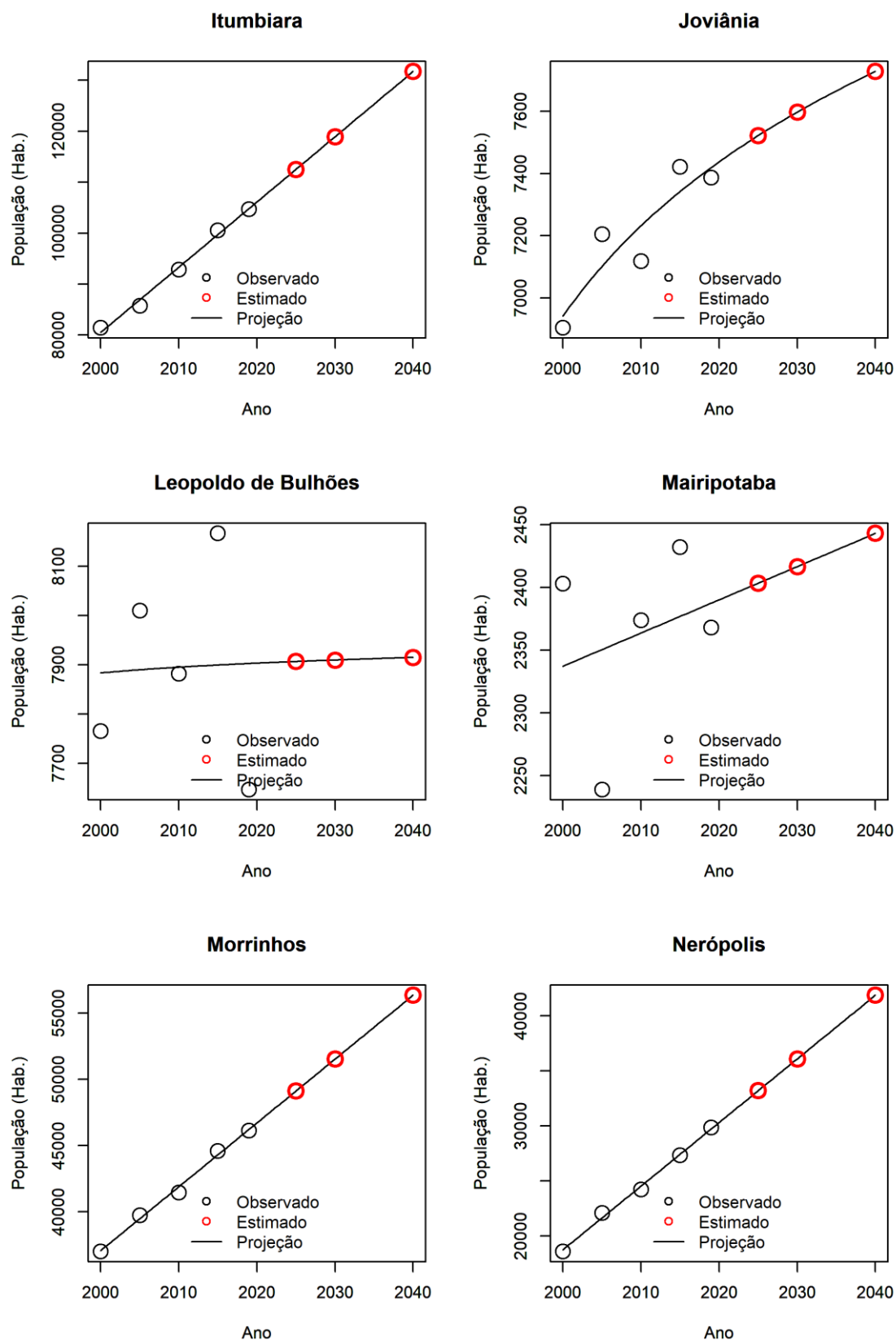


Figura 8 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

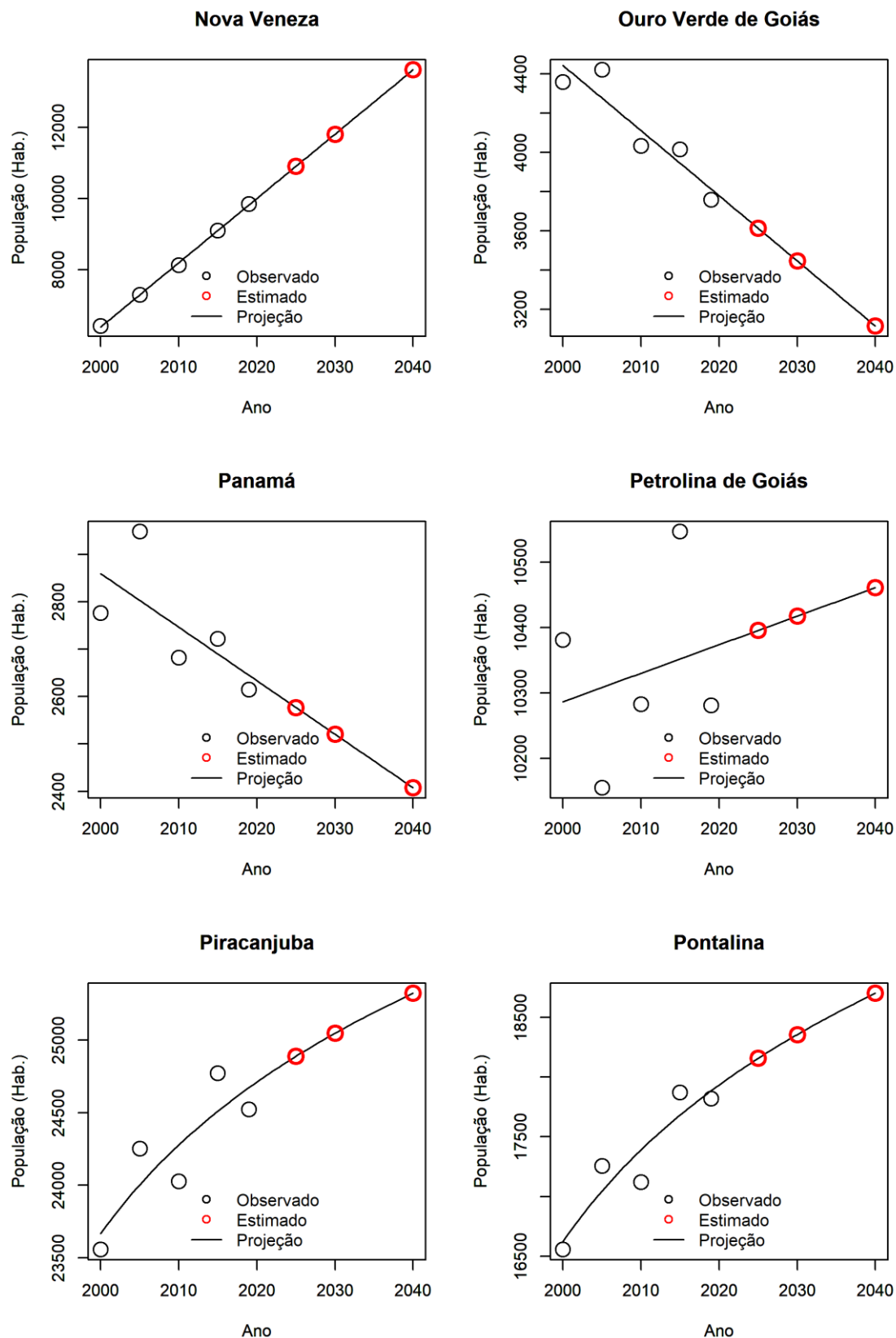


Figura 9 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

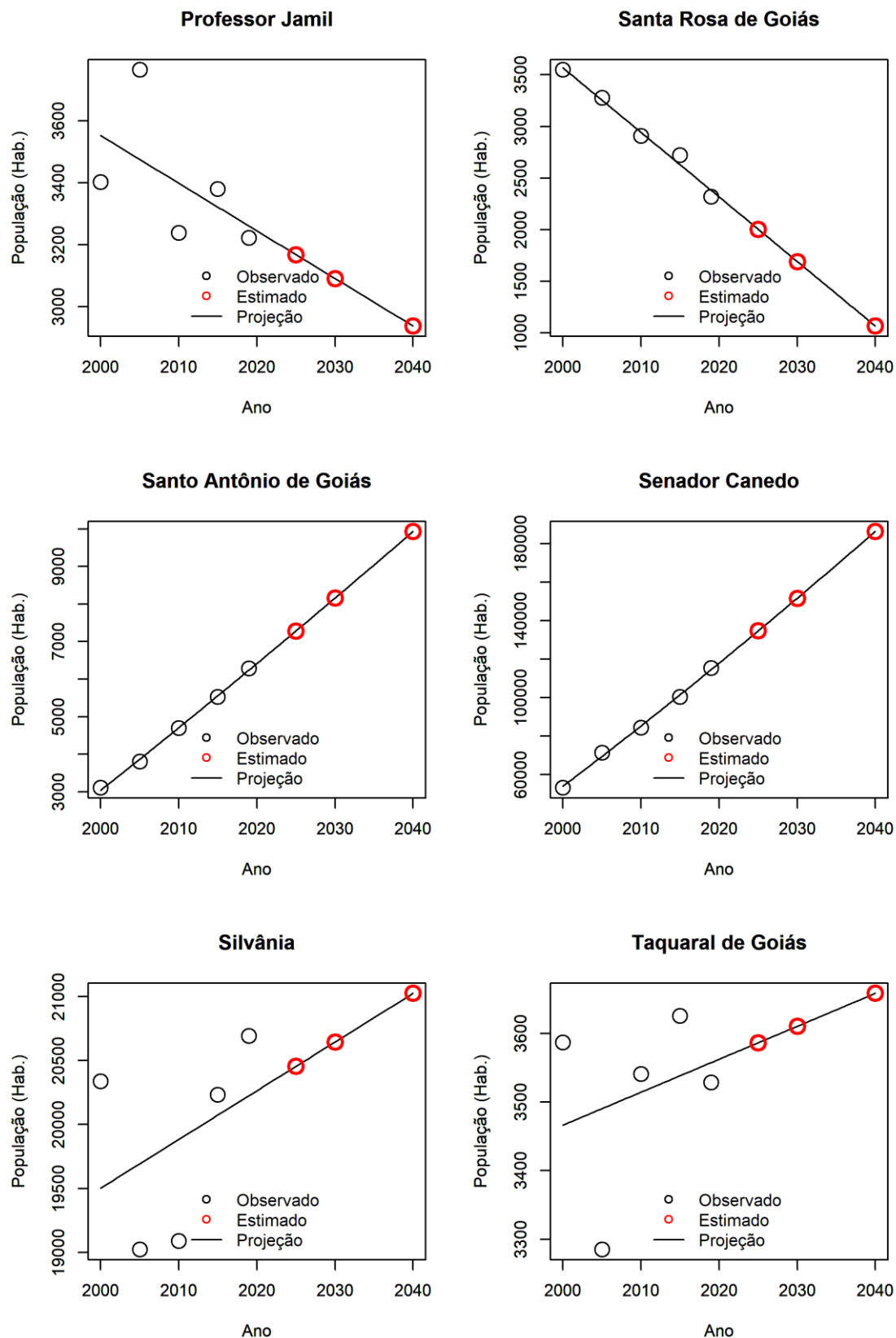


Figura 10 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

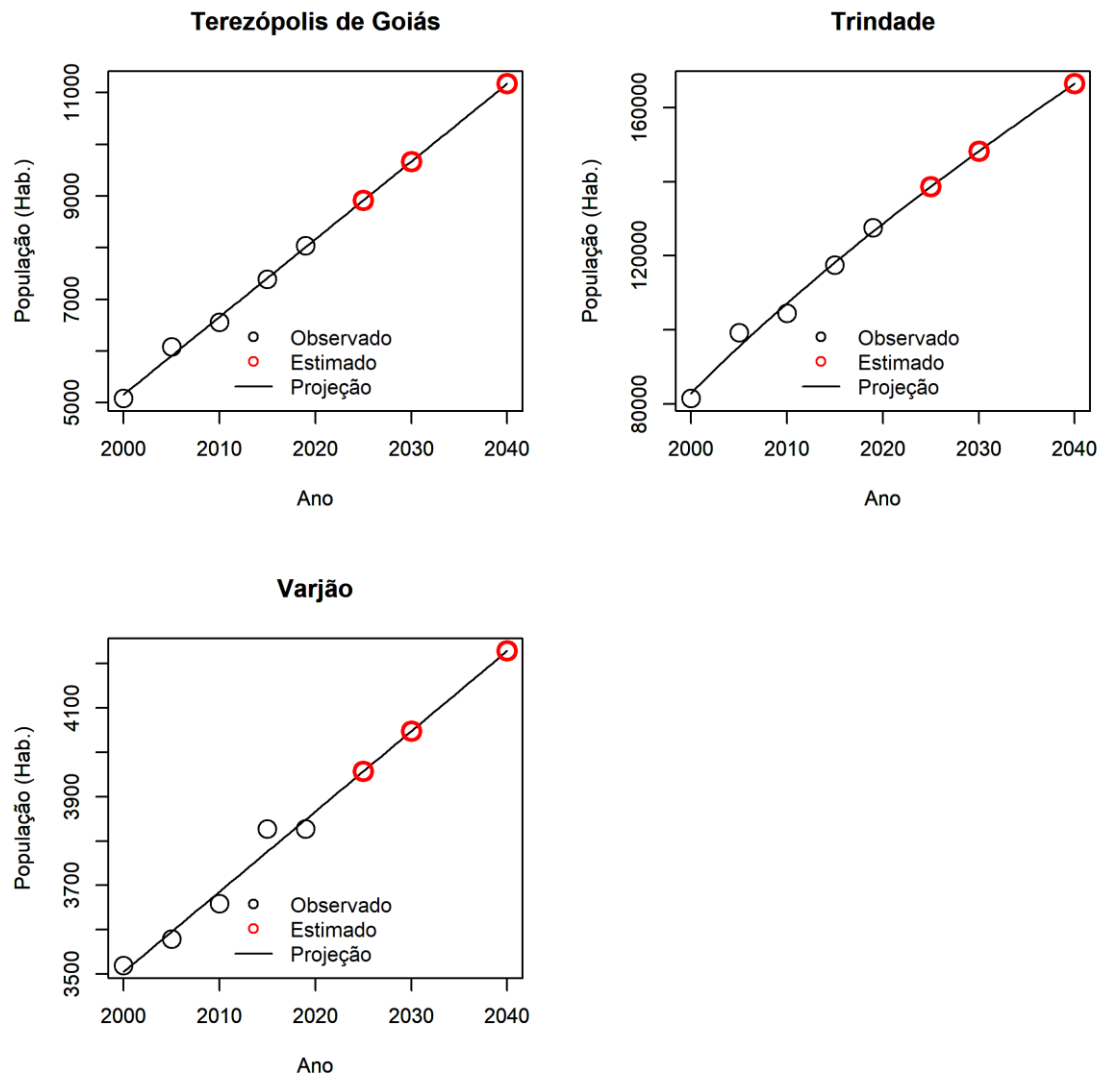


Figura 11 – Ajuste dos dados populacionais para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

4.3 Abastecimento Animal

Para a determinação das demandas de água para a atividade da pecuária na UPGRH do Rio Meia Ponte foram utilizados dados da série histórica da Pesquisa de Pecuária Municipal do IBGE em que são levantados os dados do número de efetivos bovinos, bubalinos, equinos, asininos, muares, caprinos, ovinos, suínos e aves (galinhas, galos, frangos e frangas), para cada município integrante desta UPGRH.

O período considerado foi de 20 anos abrangendo os dados de 1999 e 2018. Este período foi considerado como representativo para traçar a tendência de crescimento do rebanho da UPGRH.

A metodologia utilizada no Manual de Usos Consuntivos de Água no Brasil (ANA, 2019), considera o BEDA (Bovinos Equivalentes para Demanda de Água) que pondera o consumo unitário para dessedentação de cada espécie em relação a demanda unitária para o efetivo de bovinos. O Quadro 1 apresenta os valores de demanda unitária por espécie a partir da aplicação da metodologia.

Quadro 1 – Demanda unitária por espécies de efetivos

Efetivo	Demanda Unitária (L/dia. efetivo)	Relação BEDA
Bovinos	50	BEDA/1
Bubalinos	50	BEDA/1
Equinos	40	BEDA/1,25
Asininos	40	BEDA/1,25
Muare	40	BEDA/1,25
Caprinos	8	BEDA/6,25
Ovinos	8	BEDA/6,25
Suínos	10	BEDA/5
Aves	0,20	BEDA/250

Fonte: Rebouças *et al.* (2006)

Os dados da BEDA em cada ano, resultado da compilação dos montantes de cada tipo de rebanho (bovinos, bubalinos, equinos, asininos, muare, caprinos, ovinos, suínos e aves), é apresentado na Tabela 4.

Após a realização da regressão para as diferentes equações foram previstos os rebanhos para os anos de 2030 e 2040. Os resultados dessa análise são apresentados na Tabela 5 e na Figura 12 à Figura 19.

Tabela 4 – Dados de BEDA (em mil BEDA) dos anos de 1999 a 2018 para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Abadia de Goiás	10.2	11.3	15.9	19.4	15.3	15.6	16.7	18.0	15.3	15.9	16.7	16.9	17.6	16.9	16.7	16.1	16.4	18.2	18.5	18.2
Aloândia	17.5	15.6	16.6	17.4	15.7	15.5	17.0	17.1	15.2	14.7	16.3	17.9	19.3	17.8	16.7	17.0	17.9	17.2	17.4	17.6
Anápolis	82.72	85.80	71.07	67.10	69.17	79.37	86.40	86.68	76.51	74.05	78.62	78.26	81.02	81.30	82.47	84.82	84.29	85.94	86.26	86.11
Ap. de Goiânia	11.7	11.2	11.9	12.9	12.5	15.3	12.5	12.5	12.7	10.9	10.4	11.0	10.7	11.1	11.6	9.1	8.8	8.6	9.5	9.4
Aragoiânia	24.6	22.6	23.1	21.1	20.9	23.9	22.4	24.9	25.2	21.5	21.1	20.0	23.1	23.9	24.8	25.0	27.4	30.1	32.1	27.6
Bela Vista de Goiás	119.2	126.0	127.3	127.9	130.4	130.3	129.7	123.7	124.2	139.4	126.9	138.2	147.4	152.0	154.0	147.9	152.9	162.3	156.4	156.9
Bom Jesus de Goiás	67.4	85.1	66.1	62.1	58.2	52.0	60.4	63.9	71.6	73.5	68.7	69.6	71.2	65.6	57.9	52.8	55.4	57.2	53.9	51.4
Bonfinópolis	10.5	10.1	11.1	11.0	13.0	12.7	12.5	12.4	10.6	10.4	10.5	10.9	10.7	10.9	9.6	10.5	10.4	9.8	10.0	9.0
Brazabrantes	15.5	14.6	14.9	13.7	13.7	14.1	14.4	15.9	13.4	13.8	15.6	16.3	17.1	18.0	18.8	19.5	19.6	20.4	20.4	21.8
Buriti Alegre	78.7	73.5	73.5	84.4	87.7	87.6	90.9	85.1	90.3	95.3	109.6	104.7	113.9	111.1	109.4	111.5	112.9	126.6	126.7	110.6
Cachoeira Dourada	44.2	41.0	42.8	40.3	32.5	32.9	34.4	35.5	32.8	30.0	34.5	32.6	33.5	33.4	29.5	28.5	29.6	30.2	33.6	29.3
Caldazinha	23.2	24.1	24.8	25.2	26.8	26.1	27.2	27.0	27.2	26.9	25.9	25.0	27.5	27.2	26.4	29.0	30.1	30.7	30.2	30.6
Cmp. Limpo de Goiás	31.6	31.4	31.7	29.8	31.3	17.3	17.7	18.8	16.2	15.3	15.5	15.8	15.7	17.1	18.9	18.7	17.6	19.8	19.9	21.0
Caturai	21.8	23.9	24.1	25.2	25.3	26.5	25.7	23.9	23.7	24.5	20.9	23.8	25.0	26.3	26.5	27.5	28.2	29.3	29.3	29.8
Crominia	35.1	32.8	36.6	38.8	37.6	39.1	38.5	35.6	32.4	32.3	37.5	35.5	37.1	38.1	40.8	39.8	39.6	42.9	42.6	45.9
Damolândia	12.1	11.5	11.5	11.5	11.5	13.2	14.0	14.1	14.1	14.3	15.4	15.1	15.6	16.4	17.1	17.8	16.1	16.7	16.8	16.8
Goianópolis	12.6	13.6	17.1	17.0	17.7	16.7	16.7	15.7	13.9	16.0	16.0	13.5	15.8	15.2	14.7	15.2	15.7	17.7	19.1	17.6
Goiânia	43.6	65.6	64.7	63.5	44.8	36.5	33.7	37.1	37.5	34.9	33.0	29.9	31.2	36.8	33.8	32.4	30.7	31.1	34.5	33.4
Goianira	22.6	22.7	23.3	26.2	26.3	26.6	27.4	25.9	25.0	26.0	19.3	22.8	23.8	24.9	25.9	26.9	21.9	22.8	22.9	22.0
Goiatuba	104.0	122.1	125.4	121.9	106.7	98.4	105.4	103.8	116.0	123.6	109.2	117.2	117.5	127.8	115.2	108.3	105.7	111.7	119.9	114.3
Guapó	56.2	56.8	59.3	57.5	57.4	63.7	65.9	60.2	59.6	61.5	63.3	62.6	67.6	73.2	71.4	71.6	70.5	75.4	81.9	77.0
Hidrolândia	82.3	84.4	90.8	89.1	85.6	69.2	73.8	92.1	72.3	77.5	82.2	82.8	86.1	86.3	84.7	85.0	84.2	84.3	87.0	87.5
Inhumas	73.0	78.1	81.3	77.1	79.3	82.5	82.4	82.2	80.2	82.5	82.5	82.3	84.3	88.4	89.1	92.3	92.7	97.8	97.8	105.4
Itaçu	42.4	46.1	46.3	51.3	51.5	52.0	53.5	50.6	48.0	47.9	47.0	51.2	52.8	54.6	55.3	57.5	56.0	58.2	58.4	54.0
Itumbiara	159.6	156.9	168.4	169.6	158.5	153.7	157.4	160.9	177.1	169.6	167.4	170.0	168.6	163.2	145.7	131.8	133.3	142.1	131.6	142.4
Joviânia	50.7	39.8	43.0	39.4	36.9	38.1	39.8	40.1	37.9	37.1	37.7	35.9	38.2	40.5	32.2	29.6	32.1	30.8	32.9	34.0

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 44

Município	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Leopoldo de Bulhões	40.3	38.5	41.7	43.8	42.5	43.2	44.7	47.9	44.1	45.7	44.6	47.7	50.5	54.1	57.2	58.8	59.4	65.4	67.3	65.1
Mairipotaba	33.0	38.9	37.0	38.9	33.8	34.7	38.6	35.9	39.4	31.2	44.3	45.7	44.5	48.4	48.7	52.8	50.6	52.5	54.0	48.4
Morrinhos	249.4	248.1	266.1	267.0	268.7	295.3	275.1	269.8	282.7	287.1	295.8	309.4	311.8	313.9	315.9	307.3	306.1	315.4	302.1	307.7
Nerópolis	23.13	22.63	24.21	39.26	40.29	42.18	50.14	39.15	42.12	27.78	25.64	23.84	23.92	32.78	30.81	36.69	33.48	33.94	23.52	21.35
Nova Veneza	13.8	17.0	17.2	17.9	19.5	18.6	19.0	20.9	20.4	20.6	22.4	24.6	25.6	26.6	27.0	28.0	26.4	27.4	27.4	25.9
Ouro Verde de Goiás	22.7	23.5	28.4	29.5	31.5	29.5	29.5	29.9	31.5	30.2	32.3	32.5	36.0	35.6	36.9	36.9	36.6	37.2	38.7	35.8
Panamá	28.7	27.7	31.3	32.4	29.5	27.7	28.6	29.0	31.4	36.8	33.2	34.8	32.5	31.6	27.6	21.9	27.0	29.4	29.7	29.0
Petrolina de Goiás	63.05	49.96	63.56	71.72	71.21	61.98	64.11	64.70	64.98	65.76	89.40	77.61	79.67	85.13	79.68	81.40	85.94	92.44	97.82	96.02
Piracanjuba	234.1	232.2	231.3	229.8	202.4	205.0	214.6	209.0	215.9	218.8	223.6	227.1	232.2	236.4	245.4	244.0	253.4	246.7	238.7	231.7
Pontalina	143.9	134.5	132.4	135.2	129.6	125.0	130.9	127.1	138.2	136.4	151.4	148.8	149.4	151.4	148.6	142.5	142.7	148.6	151.0	150.6
Professor Jamil	38.2	41.5	39.6	41.7	46.5	49.6	46.4	41.8	43.3	42.4	43.0	43.9	44.3	44.5	44.9	48.8	46.6	44.5	42.0	42.3
Santa Rosa de Goiás	23.1	23.5	29.3	28.5	25.4	25.5	25.7	21.9	24.9	26.6	32.2	26.6	25.9	26.4	25.6	28.1	29.4	31.6	32.3	29.5
Snt. Antônio de Goiás	16.2	16.3	16.5	16.1	16.1	17.9	17.6	18.6	18.1	21.1	17.3	16.9	17.6	18.2	19.1	19.8	18.0	18.8	18.9	16.0
Senador Canedo	30.7	31.4	31.7	30.7	30.4	23.4	22.2	20.8	22.4	19.8	20.9	20.9	21.3	21.5	20.7	19.7	20.4	20.6	20.3	19.8
Silvânia	136.7	134.9	105.8	109.6	115.4	119.1	119.7	111.6	123.7	116.4	106.3	109.4	120.2	122.4	127.6	122.3	123.5	133.3	138.3	136.9
Taquaral de Goiás	25.2	25.9	26.6	26.7	26.8	27.5	28.3	27.4	26.1	26.6	29.3	30.5	32.1	33.4	33.8	35.1	29.0	30.2	30.3	28.6
Terezópolis de Goiás	12.22	11.23	12.74	16.74	17.26	16.74	14.74	11.75	15.85	16.47	12.44	12.84	12.79	13.45	10.47	11.29	11.16	15.13	13.35	13.22
Trindade	72.3	79.8	83.7	89.4	89.7	87.9	87.7	83.3	84.1	77.8	81.1	79.1	82.0	85.6	86.4	89.8	79.3	82.8	83.0	83.4
Varjão	40.83	42.17	46.75	45.83	49.89	53.42	54.23	49.97	49.00	47.23	50.05	51.33	56.35	57.89	57.03	57.87	61.09	65.25	61.91	65.53
Total	2500	2546	2588	2631	2553	2543	2588	2544	2587	2584	2637	2663	2751	2817	2773	2749	2750	2869	2860	2816

Tabela 5 – Resultados do ajuste (em mil BEDA) dos dados de BEDA para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	Projeção	a	b	2030	2040	RMSE	R ²
Abadia de Goiás	Logarítmica	4388.31	4155	19.72	20.64	1.726	0.421
Aloândia	Linear	75.46	15472	18.49	19.24	1.040	0.163
Anápolis	Linear	499.67	71154	91.14	96.14	5.457	0.237
Aparecida de Goiânia	Linear	-202.88	14970	6.86	4.83	1.164	0.529
Aragoiânia	Linear	334.41	18073	31.45	34.79	2.477	0.402
Bela Vista de Goiás	Linear	2100.50	99787	183.81	204.81	5.894	0.824
Bom Jesus de Goiás	Linear	-750.82	77087	47.05	39.55	7.711	0.259
Bonfinópolis	Linear	-98.99	12657.82	8.70	7.71	0.903	0.307
Brazabrantes	Linear	394.23	9283	25.05	28.99	1.335	0.763
Buriti Alegre	Potencial	25516.49	0.470	144.36	160.32	5.825	0.882
Cachoeira Dourada	Potencial	88077.47	-0.334	25.68	23.84	2.424	0.738
Caldazinha	Linear	314.35	21246	33.82	36.96	1.109	0.748
Campo Limpo de Goiás	Potencial	134676.30	-0.658	11.91	10.28	4.104	0.583
Caturai	Linear	295.43	20086	31.90	34.86	1.721	0.521
Cromínia	Linear	403.79	30453	46.60	50.64	2.689	0.455
Damolândia	Potencial	4433.45	0.412	20.28	22.23	0.695	0.898
Goianápolis	Linear	92.90	14161	17.88	18.81	1.605	0.110
Goiânia	Potencial	237864.48	-0.636	22.80	19.79	7.492	0.598
Goianira	Linear	-82.99	25793	22.47	21.64	2.146	0.052
Goiatuba	Linear	93.50	111974	115.71	116.65	8.503	0.004
Guapó	Linear	1171.05	43958	90.80	102.51	3.107	0.840
Hidrolândia	Linear	158.29	80424	86.76	88.34	6.059	0.025
Inhumas	Linear	1249.90	62444.66	112.44	124.94	3.354	0.837
Itauçu	Potencial	29075.34	0.200	60.88	63.66	2.717	0.639
Itumbiara	Linear	-1454.62	183286	125.10	110.56	11.367	0.377
Joviânia	Potencial	86891.72	-0.297	29.09	27.23	2.876	0.659
Leopoldo de Bulhões	Linear	1438.20	23516	81.04	95.43	3.151	0.885
Mairipotaba	Linear	1063.37	22882	65.42	76.05	3.786	0.744
Morrinhos	Logarítmica	120032.52	59246	338.58	351.80	9.213	0.839
Nerópolis	Linear	-259.07	36636	26.27	23.68	8.483	0.033
Nova Veneza	Logarítmica	-12285.91	12077	32.26	34.96	1.249	0.922
Ouro Verde de Goiás	Logarítmica	-2877.32	12259	42.34	45.08	1.554	0.887
Panamá	Linear	-75.53	31378	28.36	27.60	3.263	0.019
Petrolina de Goiás	Linear	1964.71	38959	117.55	137.19	6.346	0.780
Piracanjuba	Linear	1302.49	204514	256.61	269.64	12.213	0.296
Pontalina	Linear	1054.54	121389	163.57	174.12	6.604	0.485
Professor Jamil	Logarítmica	34645.65	3191	46.42	47.13	2.693	0.150
Santa Rosa de Goiás	Linear	288.60	21773	33.32	36.20	2.461	0.337
Santo Antônio de Goiás	Logarítmica	11794.61	2080.09	19.47	19.93	1.215	0.269
Senador Canedo	Potencial	94925.75	-0.493	15.41	13.81	2.077	0.801
Silvânia	Linear	611.99	110332	134.81	140.93	10.012	0.121
Taquaral de Goiás	Logarítmica	12027.39	5915	33.85	35.17	2.038	0.514

Terezópolis de Goiás	Linear	-90.77	15273	11.64	10.73	2.110	0.064
Trindade	Logarítmica	78693.78	1649	84.78	85.15	4.561	0.016
Varjão	Linear	1104.03	32756	76.92	87.96	2.915	0.841
Total	Linear	18233.34	2330170	2822.47	3059.50	51.463	0.823

Ao contrário do que ocorre com as populações humanas, a evolução do BEDA não apresenta regularidade, flutuando muito de um ano para outro. Isto reflete a tendência gerada pelo mercado, seja interno ou externo, uma vez que a carne está se tornando cada vez mais uma *commodity*. Por isto, os ajustes das funções matemáticas são menos aderentes às flutuações, principalmente nos locais com menos produção. No entanto, a tendência de crescimento da bacia mostra um ajuste excelente, com um R^2 de 0,82 que é considerado alto.

Os dados mostram que existem em parte dos municípios uma tendência de crescimento mais contido (Linear, Logarítmico e Potencial), com expoente b menor que 1. O Total apresenta uma tendência *linear* para o crescimento, com um aumento entre os anos de 2018 e 2030, e 2030 e 2040 de respectivamente de 8,6% e 15,1%.

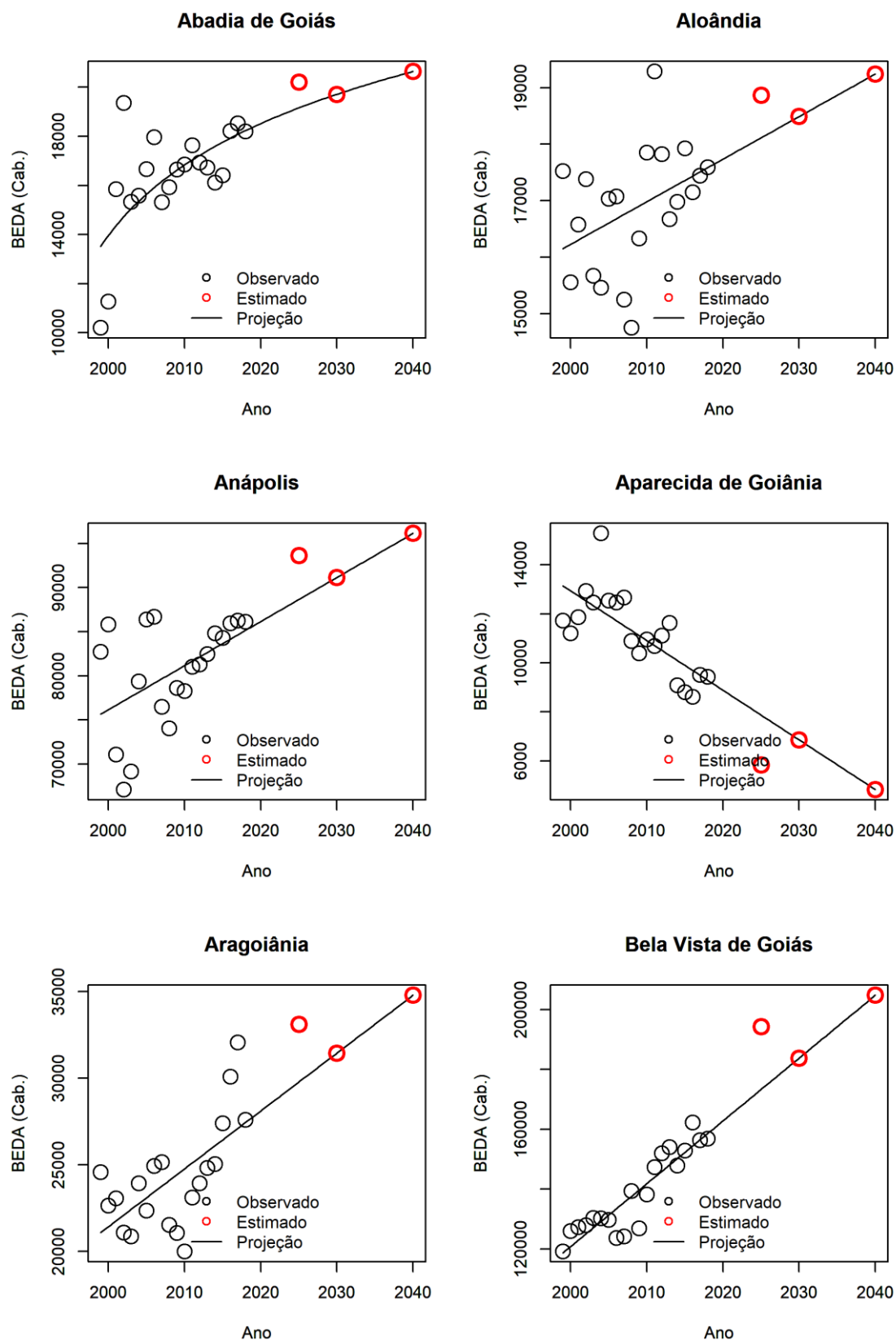


Figura 12 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

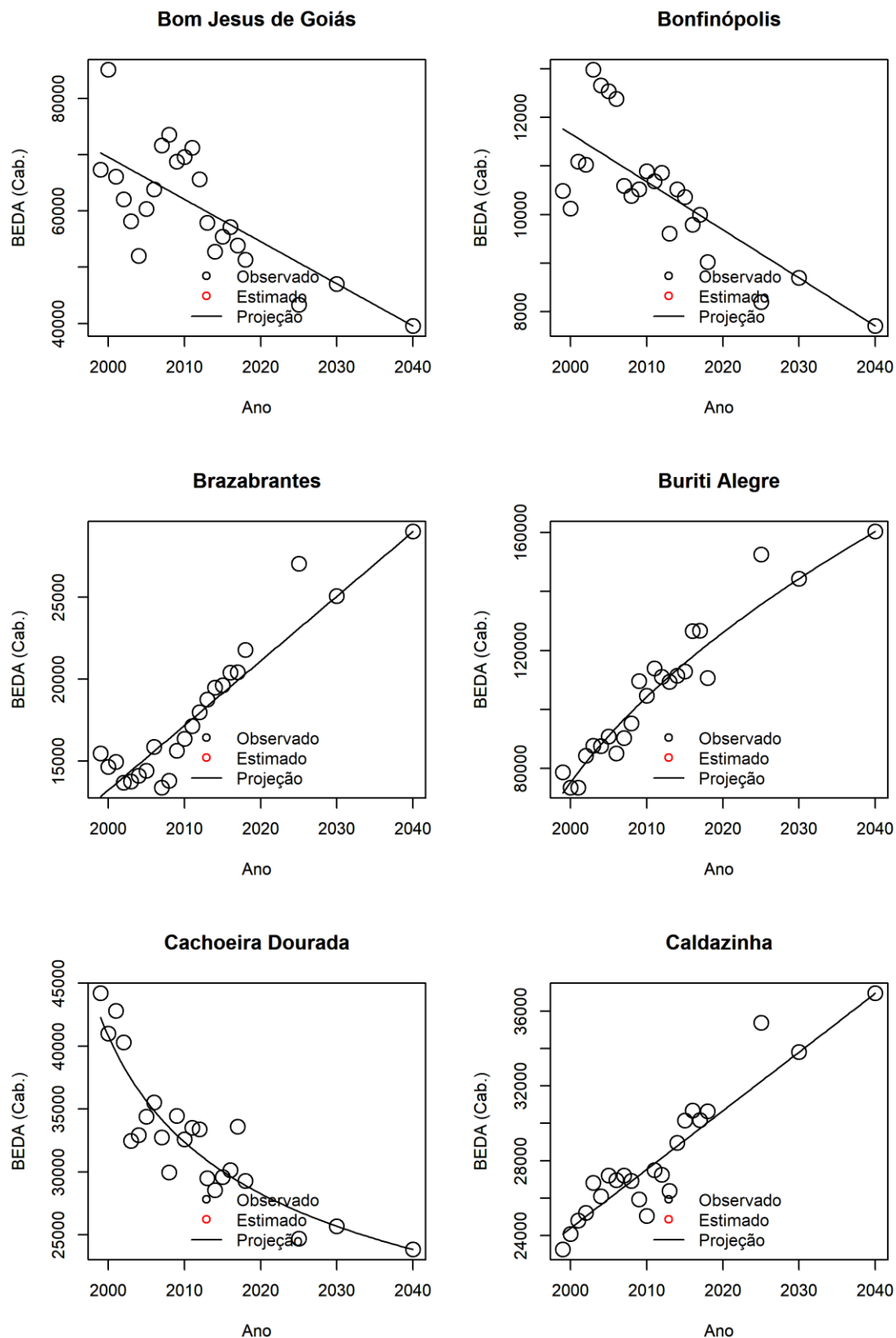


Figura 13 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

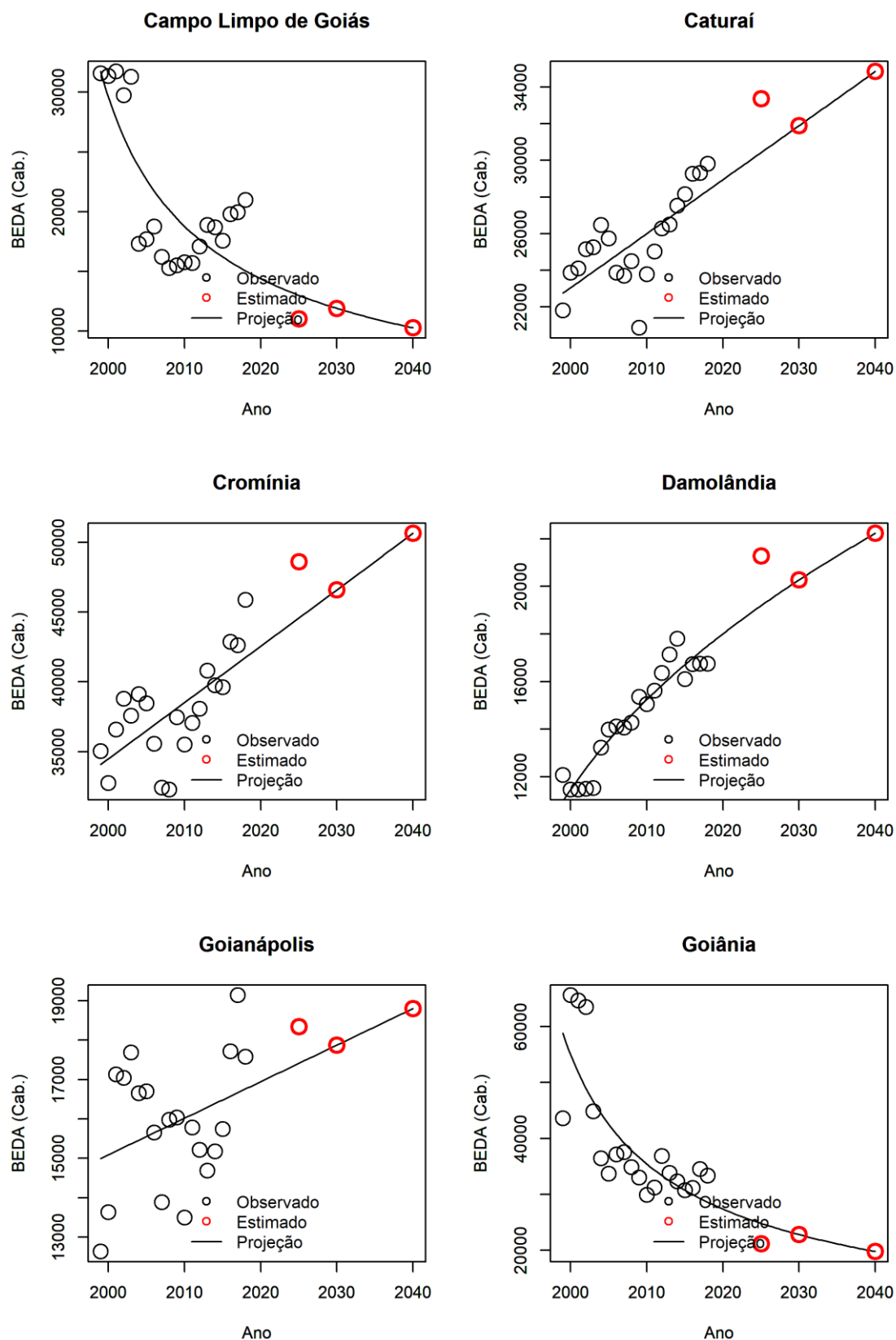


Figura 14 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Figura 15 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

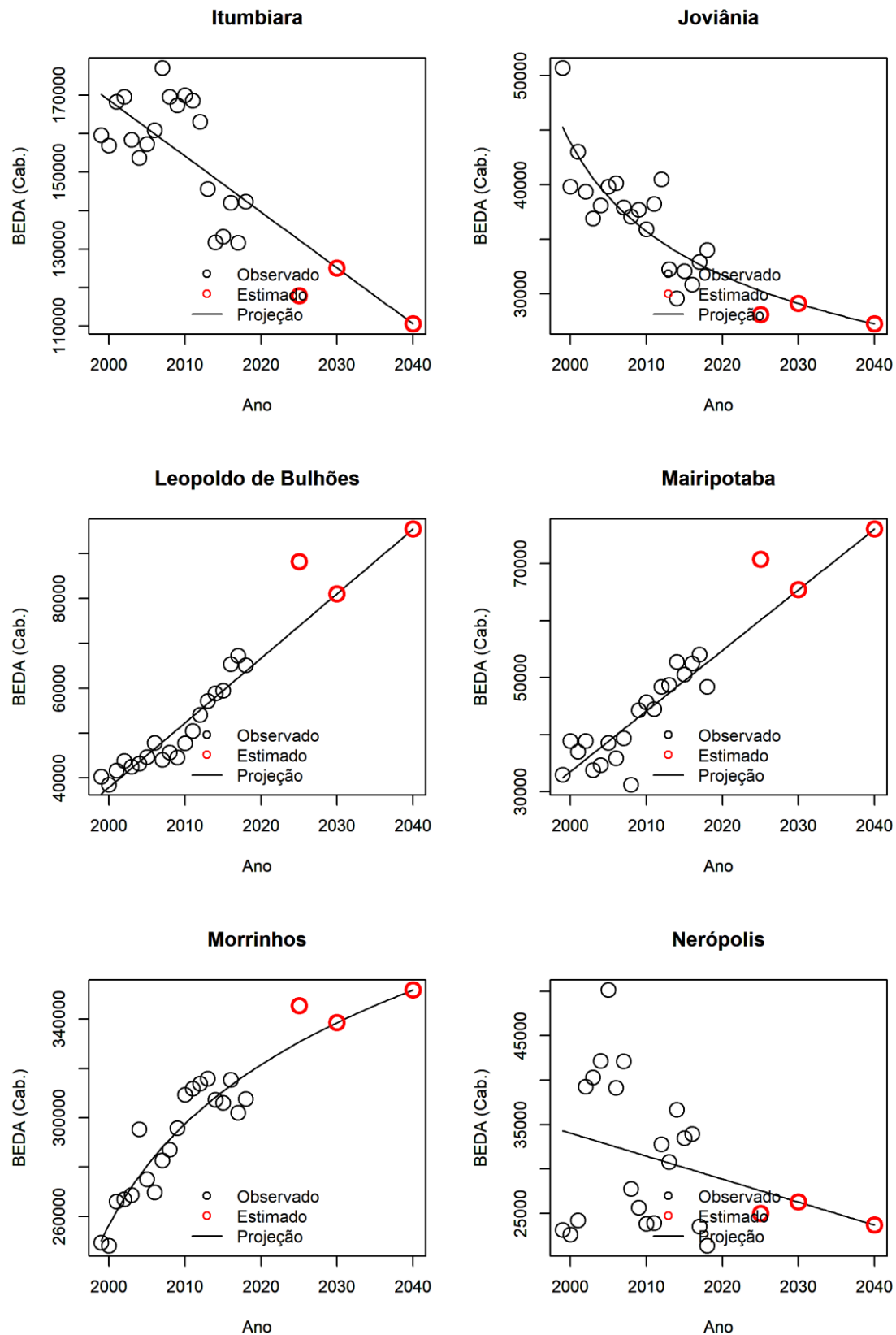


Figura 16 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

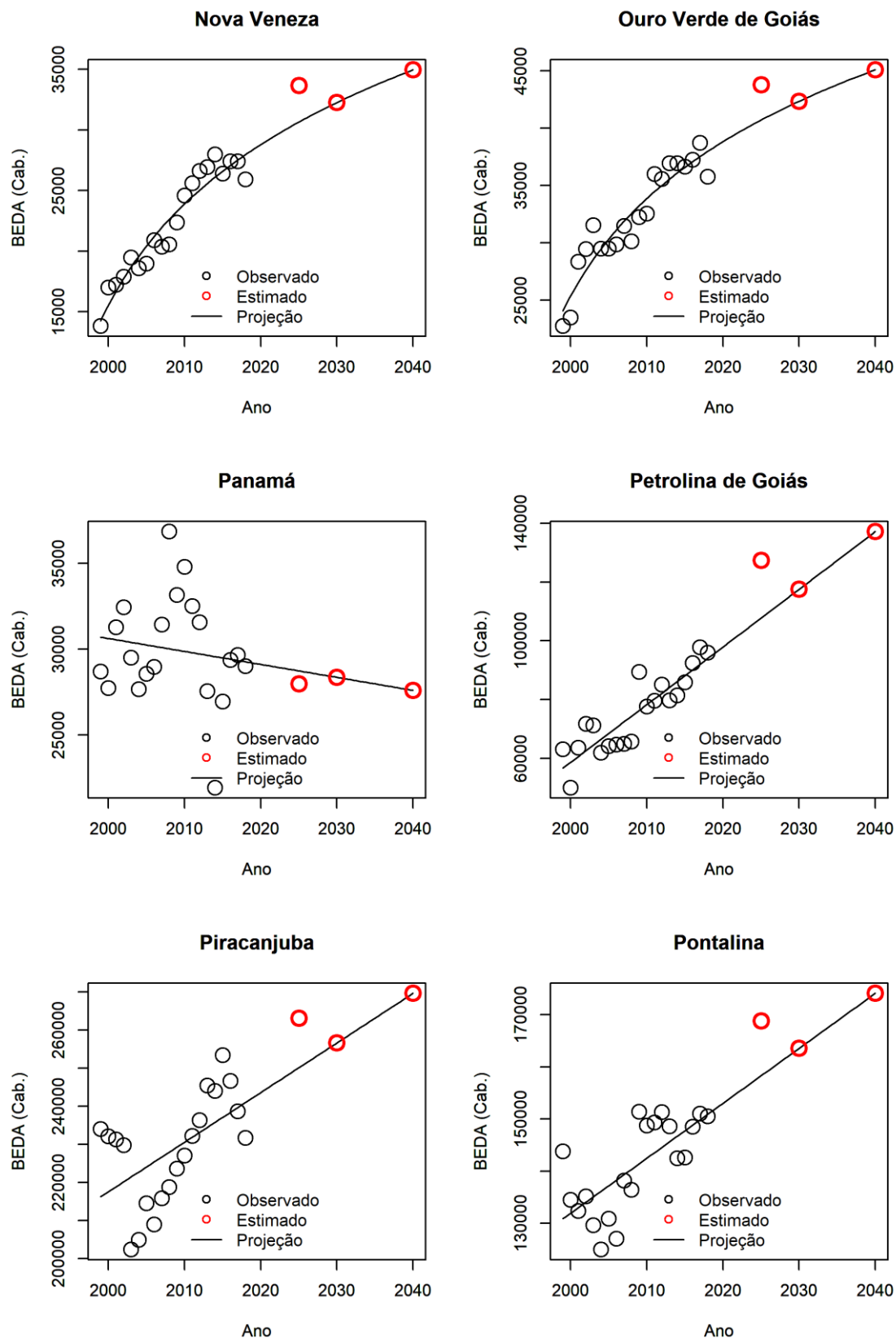


Figura 17 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

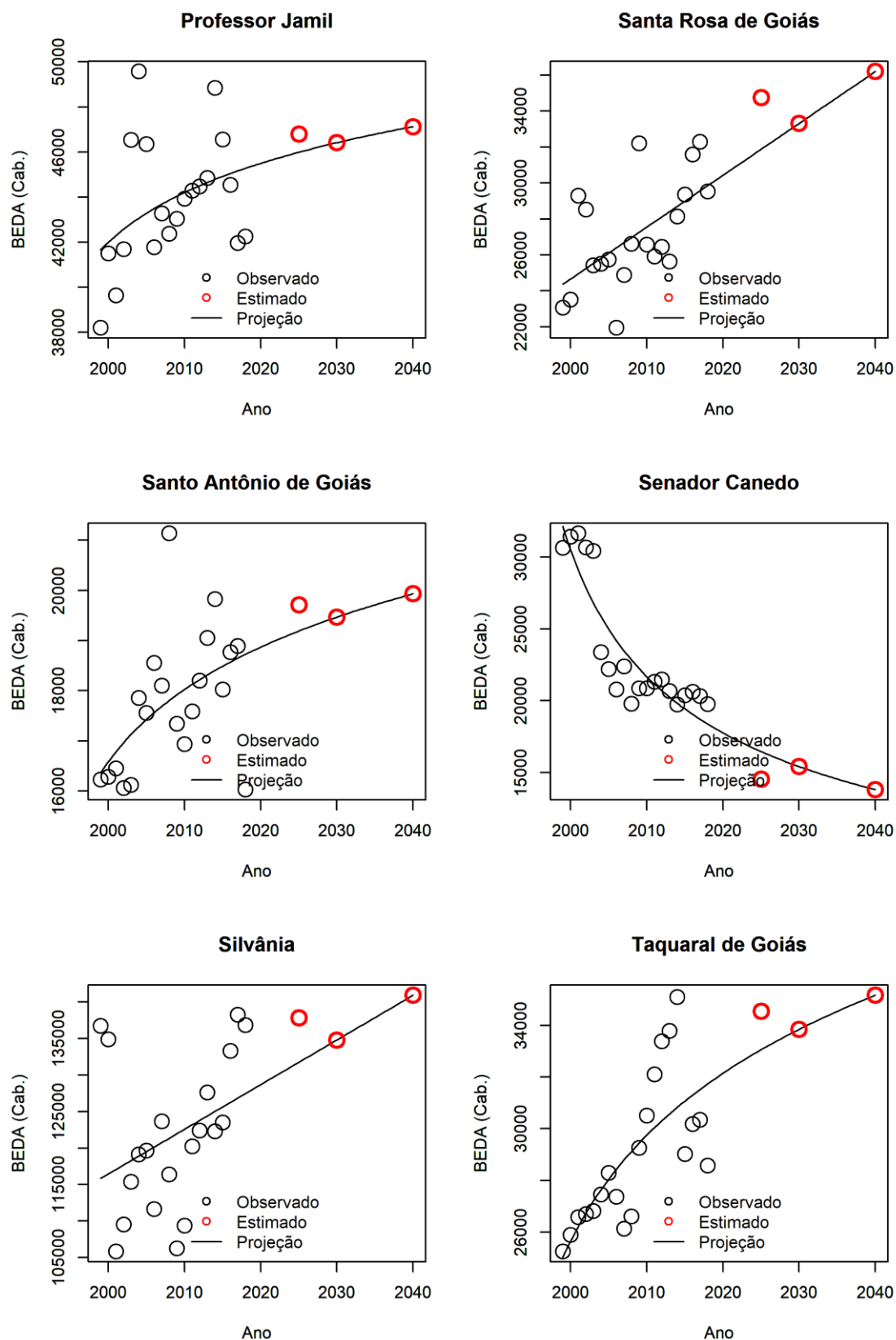


Figura 18 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

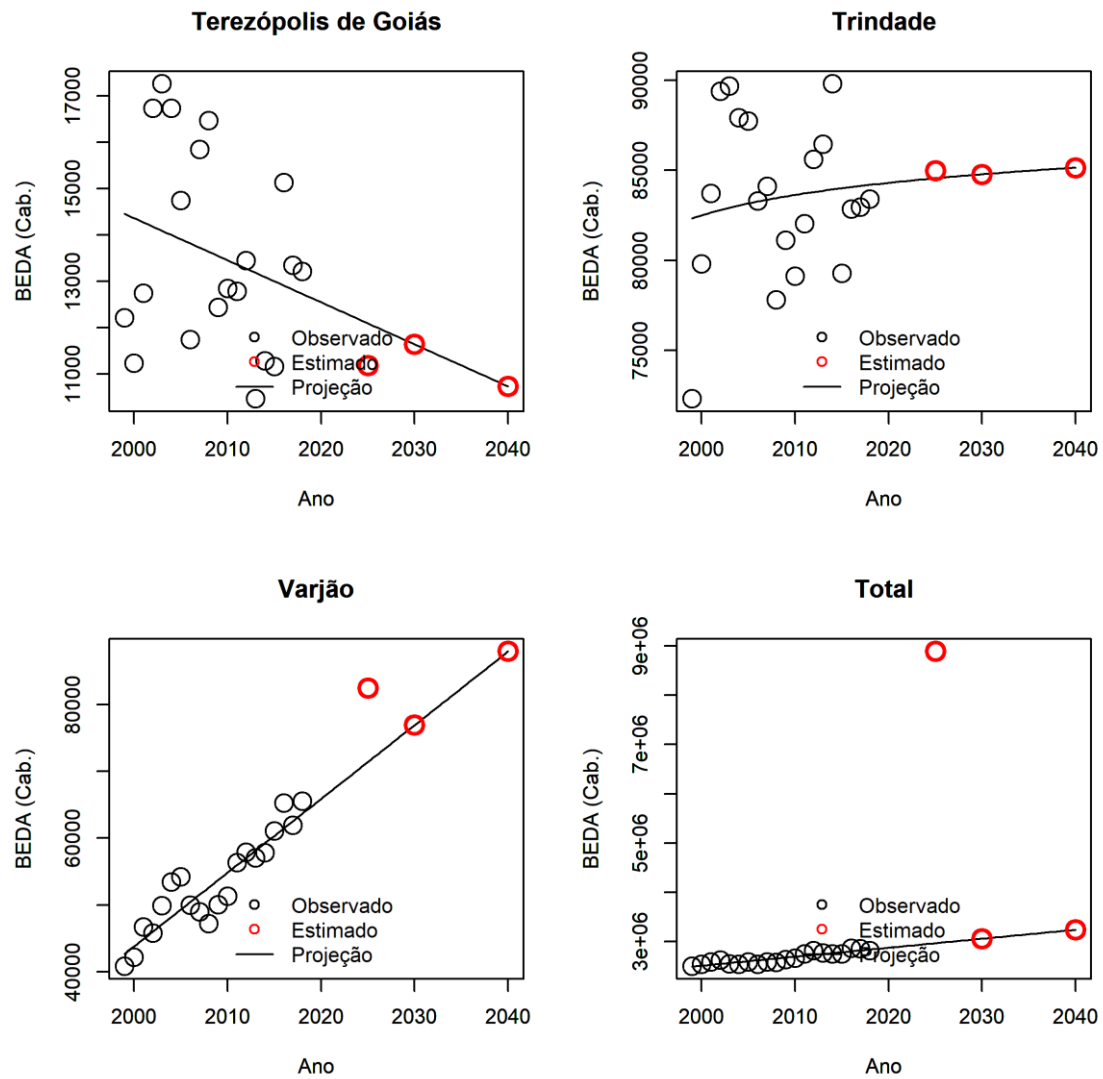


Figura 19 – Ajuste dos dados de BEDA para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

4.4 Irrigação

Após duas décadas de praticamente estagnação, a agricultura no Brasil cresceu de forma relevante a partir do início do século XXI. Isto ocorreu principalmente devido à exportação de diversos produtos agrícolas como soja, milho, café, etanol, dentre outros. O aumento da produção pode ocorrer de duas formas: crescimento das terras cultiváveis e produção de mais de uma safra por ano. O primeiro caso praticamente não é possível de se fazer mais na UPGRH do Rio Meia Ponte, uma vez que envolve desmatamento, e praticamente todas as áreas legalmente aproveitáveis já estão em uso. A outra possibilidade é por meio da agricultura irrigada que permite ter várias colheitas anuais (dependendo da cultura).

Assim, para atender esta demanda externa crescente, além do aumento da demanda interna, uma das tecnologias que tem sido adotada é a irrigação. Isto ocorre especialmente em regiões com déficits hídricos sazonais, onde o aumento de produção agrícola possa justificar o incremento dos custos da agricultura irrigada, que é a característica da região Centro-Oeste.

As informações sobre as áreas irrigadas na UPGRH do Rio Meia Ponte foram obtidas nos censos agropecuários do IBGE, em 2006 e 2017 (Tabela 6). Também se empregou o levantamento executado pela ANA e EMBRAPA (Tabela 7) relacionado às áreas de pivôs centrais em que foram feitas estimativas de áreas irrigadas por município na UPGRH do Rio Meia Ponte.

Para se estimar o crescimento da área irrigada foram considerados os padrões tradicionais atribuiu-se um crescimento linear relativo aos dois últimos censos agropecuários (Tabela 6 e Figura 20 a Figura 27).

Outro padrão de crescimento adotado é o relativo à evolução dos pivôs centrais conforme estudo da ANA/EMBRAPA (Tabela 8 e Figura 28 a Figura 33). Como este tipo de irrigação é o preponderante na região, se tem um panorama efetivo da evolução desse crescimento. A partir dessas duas informações criou-se um critério para a estimativa de consumo em 2030 e 2040.

Tabela 6 – Dados de área irrigada dos Censos Agropecuários, projeções e taxa de crescimento para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	2006	2017	2030	2040	Taxa (ha/ano)
Abadia de Goiás	0.0	146.0	318.5	451.3	13.3
Aloândia	0.0	19.0	41.5	58.7	1.7
Anápolis	1351.00	1815.00	2363.36	2785.18	42.18
Aparecida de Goiânia	86.0	80.0	80.0	80.0	0.0
Aragoiânia	102.0	78.0	78.0	78.0	0.0
Bela Vista de Goiás	723.00	609.00	609.00	609.00	0.00
Bom Jesus de Goiás	4228.0	3014.0	3014.0	3014.0	0.0

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 55

Município	2006	2017	2030	2040	Taxa (ha/ano)
Bonfinópolis	73.0	128.0	193.0	243.0	5.0
Brazabrantes	321.0	71.0	71.0	71.0	0.0
Buriti Alegre	405.0	5447.0	11405.7	15989.4	458.4
Cachoeira Dourada	1259.0	874.0	874.0	874.0	0.0
Caldazinha	13.0	32.0	54.5	71.7	1.7
Campo Limpo de Goiás	598.0	368.0	368.0	368.0	0.0
Caturai	523.0	305.0	305.0	305.0	0.0
Cromínia	111.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Damolândia	124.0	399.0	724.0	974.0	25.0
Goianápolis	744.0	417.0	417.0	417.0	0.0
Goiânia	1018.0	941.0	941.0	941.0	0.0
Goianira	246.0	165.0	165.0	165.0	0.0
Goiatuba	8450.0	19400.0	32340.9	42295.5	995.5
Guapó	108.0	95.0	95.0	95.0	0.0
Hidrolândia	747.0	1295.0	1942.6	2440.8	49.8
Inhumas	1643.0	1711.0	1791.4	1853.2	6.2
Itauçu	21.0	68.0	123.5	166.3	4.3
Itumbiara	3558.0	8700.0	14776.9	19451.5	467.5
Joviânia	833.0	766.0	766.0	766.0	0.0
Leopoldo de Bulhões	887.0	1109.0	1371.4	1573.2	20.2
Mairipotaba	0.0	38.0	82.9	117.5	3.5
Morrinhos	5269.0	9677.0	14886.5	18893.7	400.7
Nerópolis	365.00	440.00	528.64	596.82	6.82
Nova Veneza	0.0	274.0	597.8	846.9	24.9
Ouro Verde de Goiás	309.0	544.0	821.7	1035.4	21.4
Panamá	159.0	105.0	105.0	105.0	0.0
Petrolina de Goiás	261.00	435.00	640.64	798.82	15.82
Piracanjuba	2565.0	2736.0	2938.1	3093.5	15.5
Pontalina	2728.0	2999.0	3319.3	3565.6	24.6
Professor Jamil	34.0	5.0	5.0	5.0	0.0
Santa Rosa de Goiás	670.0	250.0	250.0	250.0	0.0
Santo Antônio de Goiás	1187.0	107.0	107.0	107.0	0.0
Senador Canedo	124.0	23.0	23.0	23.0	0.0
Silvânia	3076.0	3653.0	4334.9	4859.5	52.5
Taquaral de Goiás	12.0	56.0	108.0	148.0	4.0
Terezópolis de Goiás	507.00	145.00	145.00	145.00	0.00
Trindade	909.0	1345.0	1860.3	2256.6	39.6
Varjão	26.00	59.00	98.00	128.00	3.00
Total	48379	72960	108112	135152	-

Tabela 7 – Dados de área irrigada por pivôs central para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014	2017
Abadia de Goiás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aloândia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Anápolis	0.00	0.00	55.14	110.28	110.28	110.28	155.06	206.37
Aparecida de Goiânia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aragoiânia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.2	28.2
Bela Vista de Goiás	0.00	69.27	203.52	337.76	155.78	334.37	384.57	384.57
Bom Jesus de Goiás	0.0	210.1	679.5	1148.9	805.5	1128.9	1869.3	2179.9
Bonfinópolis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Brazabrantes	0.0	0.0	38.7	77.3	136.1	136.1	138.9	136.1
Buriti Alegre	0.0	0.0	116.1	232.3	377.6	377.6	377.6	377.6
Cachoeira Dourada	0.0	0.0	350.0	700.1	805.2	792.4	694.5	870.1
Caldazinha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Campo Limpo de Goiás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Caturai	0.0	0.0	51.9	103.8	85.2	85.2	116.3	127.9
Cromínia	0.0	0.0	69.4	138.7	138.7	138.7	138.7	149.0
Damolândia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Goianápolis	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Goiânia	0.0	63.3	199.7	336.1	314.2	314.2	373.0	373.0
Goianira	0.0	0.0	36.3	72.6	72.6	72.6	144.8	144.8
Goiatuba	0.0	407.2	1212.6	2018.1	2737.6	3390.6	4146.7	4634.8
Guapó	0.0	0.0	50.6	101.2	96.2	172.8	125.8	125.8
Hidrolândia	0.0	0.0	128.0	256.0	339.9	521.8	608.7	679.5
Inhumas	0.0	0.0	90.7	181.4	181.4	181.4	238.4	357.8
Itauçu	0.0	0.0	23.9	47.9	127.9	127.9	48.4	47.9
Itumbiara	0.0	0.0	736.1	1472.3	1382.7	1728.3	1810.6	1900.7
Joviânia	0.0	0.0	166.7	333.5	538.7	559.6	1077.1	1362.2
Leopoldo de Bulhões	0.0	78.8	198.3	317.8	317.9	317.9	319.7	319.7
Mairipotaba	0.0	0.0	12.2	24.4	0.0	24.2	24.2	24.2
Morrinhos	0.0	287.6	2472.1	4656.6	5928.7	6477.0	8273.7	8792.0
Nerópolis	0.00	0.00	25.98	51.97	51.97	51.97	51.97	51.97
Nova Veneza	0.0	0.0	0.0	0.0	54.6	54.6	54.6	54.6
Ouro Verde de Goiás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Panamá	0.0	0.0	0.0	0.0	153.5	153.5	153.5	153.5
Petrolina de Goiás	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.22	125.47	144.86
Piracanjuba	0.0	102.3	605.6	1108.9	1350.6	1709.3	2039.8	2092.4
Pontalina	0.0	0.0	612.9	1225.7	1721.2	2115.8	2656.6	2781.0
Professor Jamil	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Santa Rosa de Goiás	0.0	0.0	131.8	263.6	289.3	289.3	414.9	416.7
Santo Antônio de Goiás	0.0	0.0	39.2	78.4	117.1	163.1	270.0	270.1
Senador Canedo	0.0	0.0	30.0	60.1	60.1	60.1	60.1	60.1
Silvânia	0.0	536.6	1221.2	1905.9	2053.4	2880.2	3193.8	3494.2
Taquaral de Goiás	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 57

Município	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2014	2017
Terezópolis de Goiás	0.00	0.00	42.92	85.84	115.72	115.72	149.87	149.87
Trindade	0.0	0.0	191.7	383.3	413.4	456.6	466.7	578.6
Varjão	0.00	0.00	30.01	60.02	0.00	57.82	60.79	57.82
Total	0	1755	9823	17891	21033	25149	30792	33534

Tabela 8 – Resultado do ajuste da área irrigada por pivôs central para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	Projeção	a	b	2030	2040	RMSE	R2
Abadia de Goiás	-	-	-	-	-	-	-
Aloândia	-	-	-	-	-	-	-
Anápolis	Linear	5.50	-22.919	251.90	306.87	24.1	0.821
Aparecida de Goiânia	-	-	-	-	-	-	-
Aragoiânia	Linear	0.0	28.205	28.2	28.2	4.7	1.000
Bela Vista de Goiás	Linear	10.13	19.723	526.09	627.36	79.2	0.661
Bom Jesus de Goiás	Linear	62.8	-387.418	2751.2	3379.0	298.9	0.841
Bonfinópolis	-	-	-	-	-	-	-
Brazabrantes	Linear	4.4	-8.532	213.3	257.7	22.6	0.774
Buriti Alegre	Linear	11.5	0.760	576.6	691.8	60.9	0.760
Cachoeira Dourada	Linear	16.7	253.582	1089.2	1256.4	134.1	0.580
Caldazinha	-	-	-	-	-	-	-
Campo Limpo de Goiás	-	-	-	-	-	-	-
Caturai	Linear	2.6	25.234	155.4	181.4	17.7	0.657
Cromínia	Linear	2.6	58.911	189.2	215.3	21.9	0.556
Damolândia	-	-	-	-	-	-	-
Goianápolis	-	-	-	-	-	-	-
Goiânia	Linear	9.9	40.562	534.5	633.3	59.7	0.766
Goianira	Linear	4.7	-36.557	200.4	247.8	21.4	0.813
Goiatuba	Linear	154.2	-1117.2	6592.7	8134.6	63.0	0.999
Guapó	Linear	3.6	16.690	194.4	229.9	30.6	0.545
Hidrolândia	Linear	25.5	-260.991	1012.2	1266.9	21.0	0.992
Inhumas	Linear	9.2	-42.450	419.0	511.3	47.4	0.771
Itauçu	Linear	1.1	40.886	96.3	107.4	49.6	0.043
Itumbiara	Linear	46.4	259.946	2580.1	3044.2	189.0	0.842
Joviânia	Linear	51.0	-695.896	1854.8	2364.9	171.3	0.887
Leopoldo de Bulhões	Linear	7.7	78.406	464.7	542.0	59.7	0.667
Mairipotaba	Linear	0.4	10.637	31.2	35.3	4.3	0.512
Morrinhos	Linear	303.0	-2132.4	13018.1	16048.2	541.7	0.974
Nerópolis	Linear	0.87	24.383	67.71	76.38	8.60	0.474
Nova Veneza	Linear	0.0	54.589	54.6	54.6	0.0	0.498
Ouro Verde de Goiás	-	-	-	-	-	-	-
Panamá	Linear	0.0	153.506	153.5	153.5	0.0	0.790
Petrolina de Goiás	Linear	13.95	-363.287	334.44	473.99	17.58	0.940
Piracanjuba	Linear	73.7	-512.379	3170.5	3907.1	104.3	0.984
Pontalina	Linear	99.3	-811.884	4152.3	5145.1	82.4	0.992

Município	Projeção	a	b	2030	2040	RMSE	R2
Professor Jamil	-	-	-	-	-	-	-
Santa Rosa de Goiás	Linear	11.9	-19.299	577.4	696.7	39.1	0.892
Santo Antônio de Goiás	Linear	11.2	-144.881	416.4	528.6	25.2	0.946
Senador Canedo	Linear	1.0	28.198	78.3	88.3	10.0	0.474
Silvânia	Linear	107.1	-432.857	4922.5	5993.6	140.9	0.986
Taquaral de Goiás	-	-	-	-	-	-	-
Terezópolis de Goiás	Linear	4.67	-15.359	218.21	264.93	12.09	0.930
Trindade	Linear	14.2	34.862	743.3	885.0	52.0	0.868
Varjão	Linear	0.98	26.642	75.63	85.43	10.77	0.492

A bacia conta atualmente com 72.960 ha de área irrigada sendo que desses, 33.534 são de pivô central, o que representa 46% na bacia. A previsão de área irrigada para 2030 é de um crescimento de 48,2% considerando os dados do censo e 52,4% os de pivô central da EMBRAPA, passando, respectivamente, para 108.112 e 52.360 respectivamente.

Para 2040 espera-se, nas duas projeções, um crescimento de aproximadamente 85% da área irrigada na bacia, baseado em dados dos Censos do IBGE, passando a área total para 135.152 ha, sendo aproximadamente 58.400 ha de pivô central.

A distribuição da área irrigada na bacia não é homogênea, cerca de 80% do cultivo que emprega irrigação se concentra em 9 municípios: Anápolis, Bom Jesus de Goiás, Buriti Alegre, Goiatuba, Inhumas, Itumbiara, Morrinhos, Piracanjuba, Pontalina e Silvânia. Esta concentração ocorre tanto na situação atual quanto nas projeções.

O destaque da bacia no consumo vai para o município de Goiatuba que responde por 25% da área irrigada na bacia.

Do total de 45 municípios na UPGRH, 13 não apresentaram irrigação ou os valores foram inferiores à 100ha, ou seja, quase 29% deles praticamente não dispõem de área irrigada. Em diversos municípios, principalmente na Região Metropolitana de Goiânia, houve uma redução da área irrigada entre 2006 e 2017. Isto reflete a mudança do uso do solo que está ocorrendo nesta região, com as áreas antes dedicadas à agricultura passando para novas finalidades associadas ao uso urbano ou periurbano.

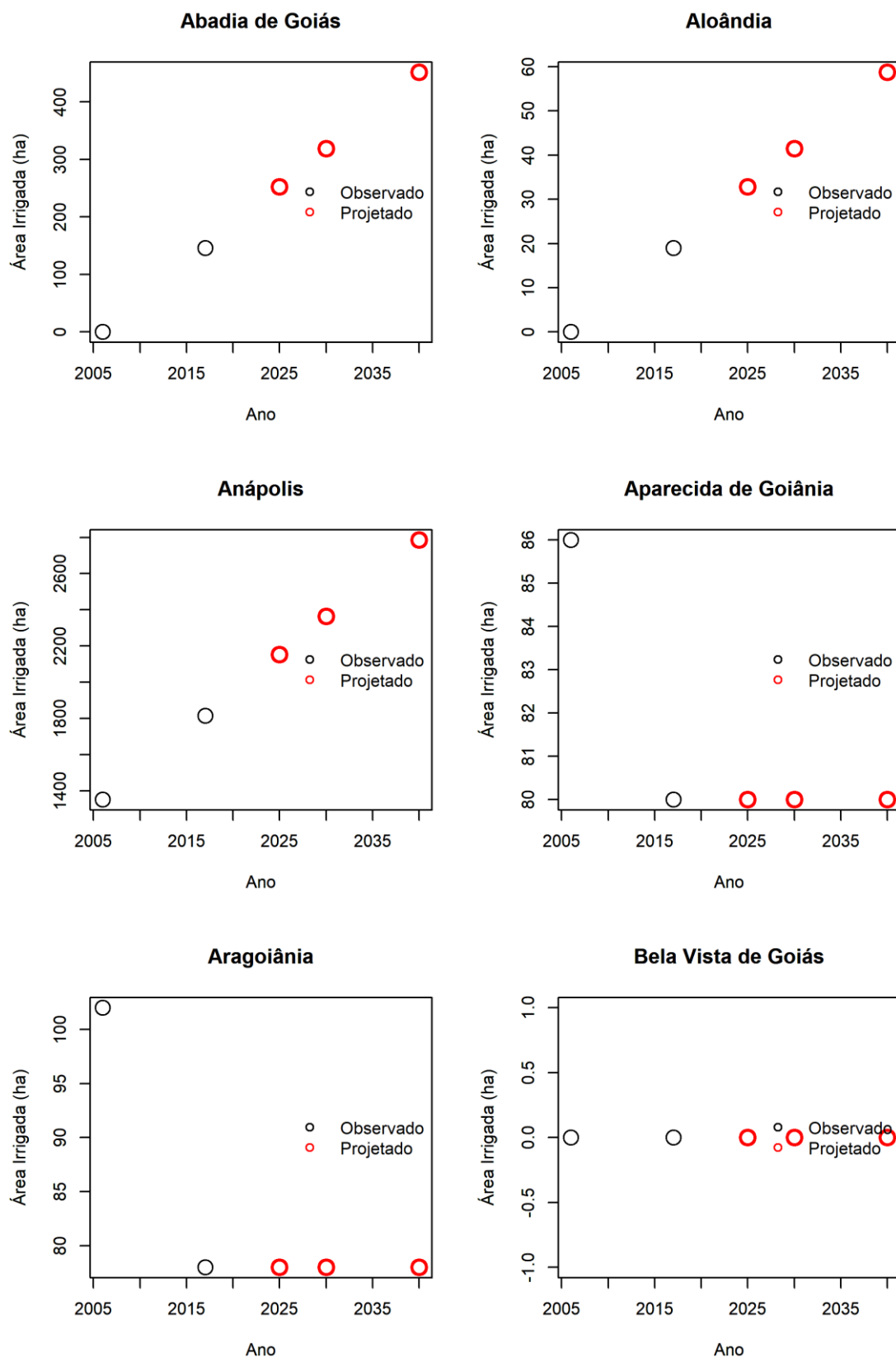


Figura 20 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

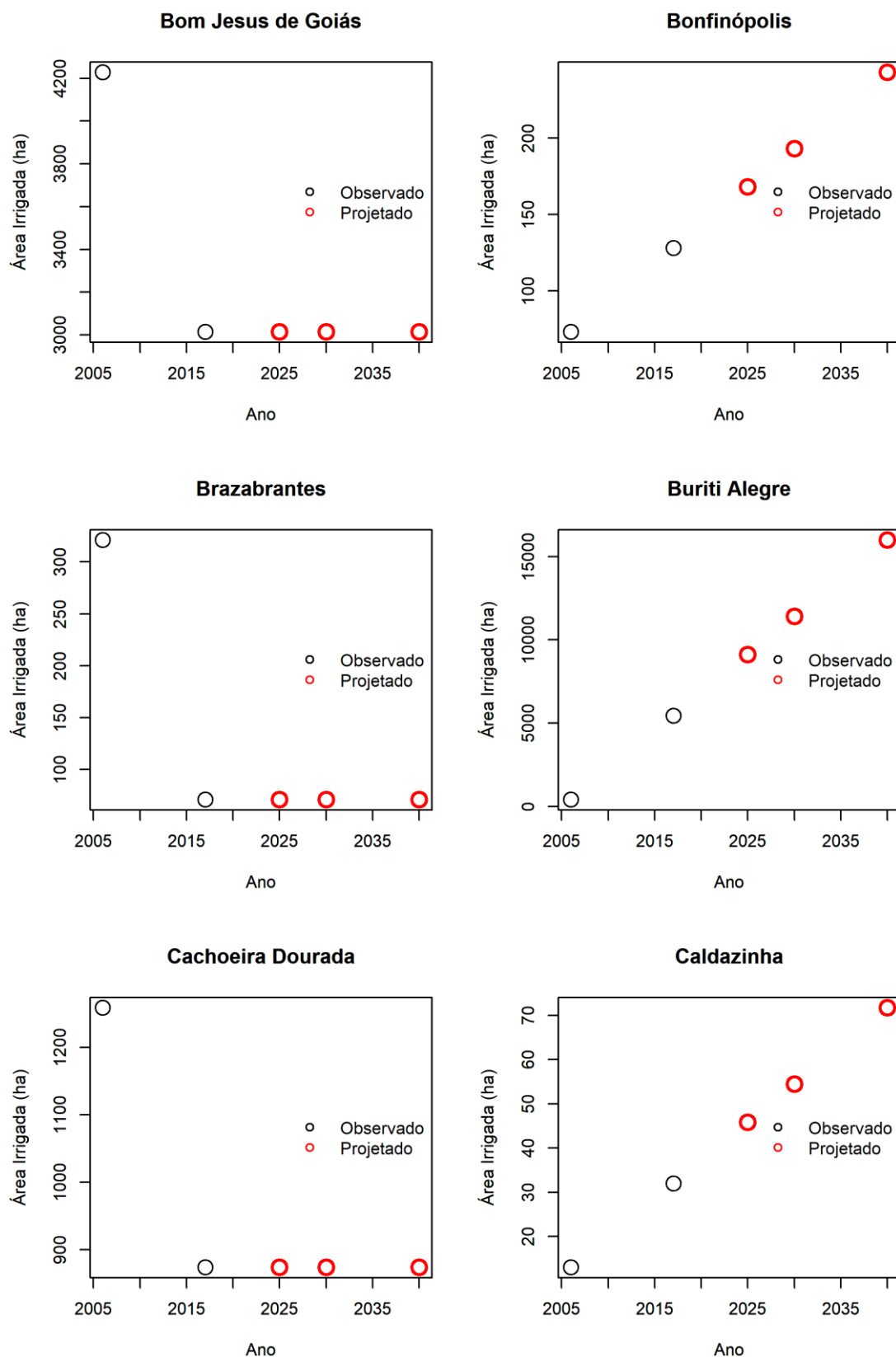


Figura 21 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

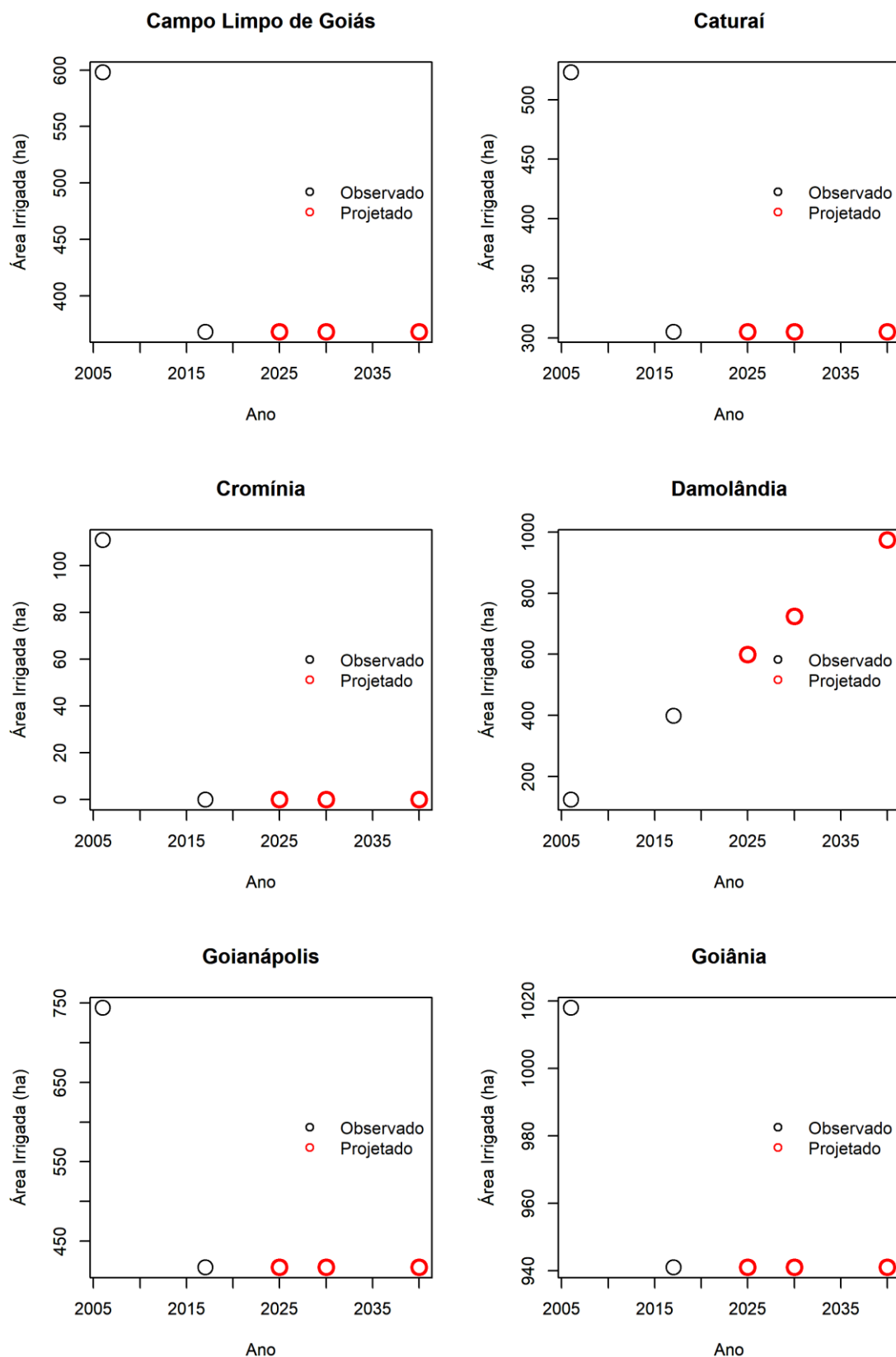


Figura 22 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

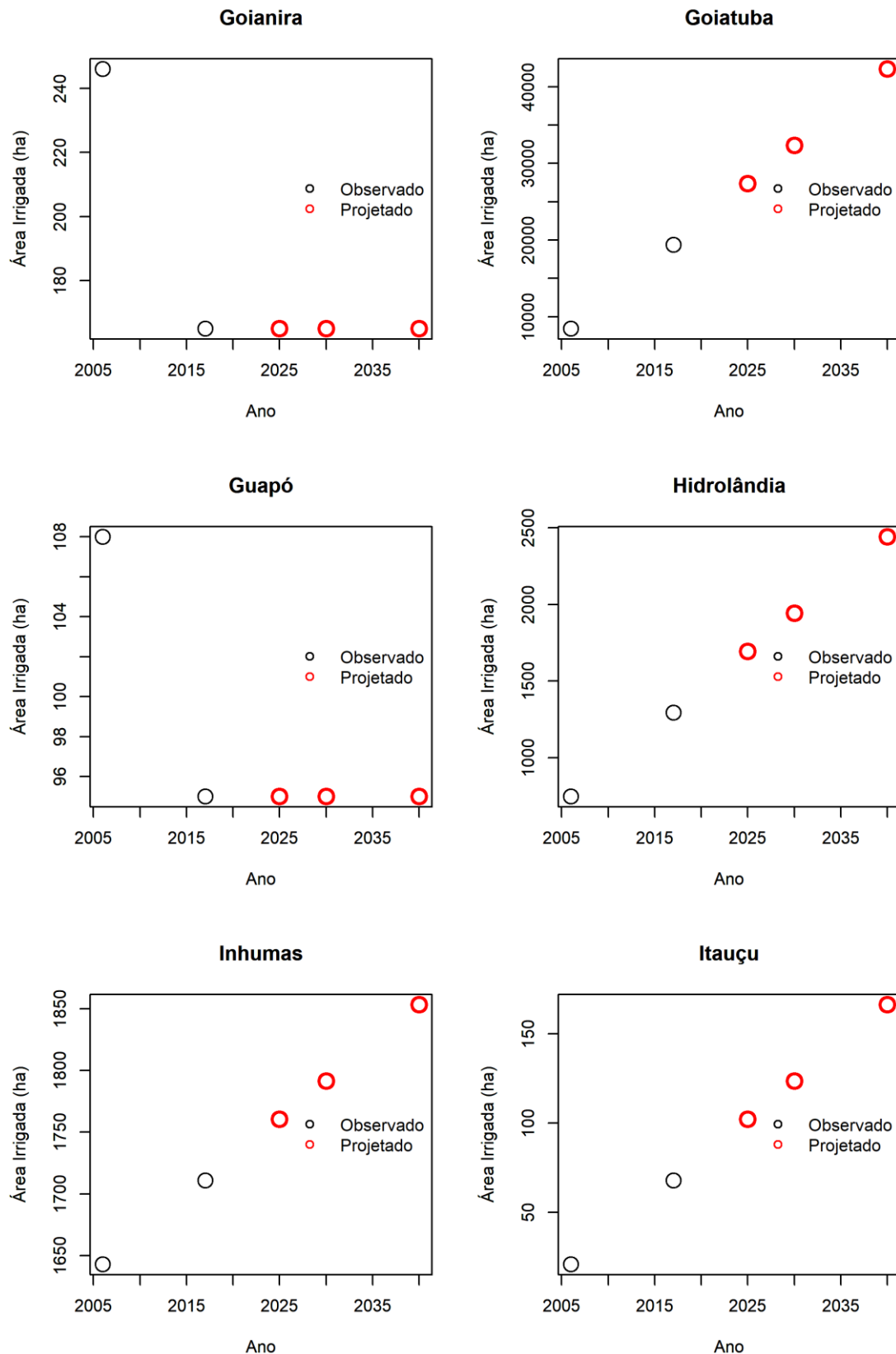


Figura 23 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

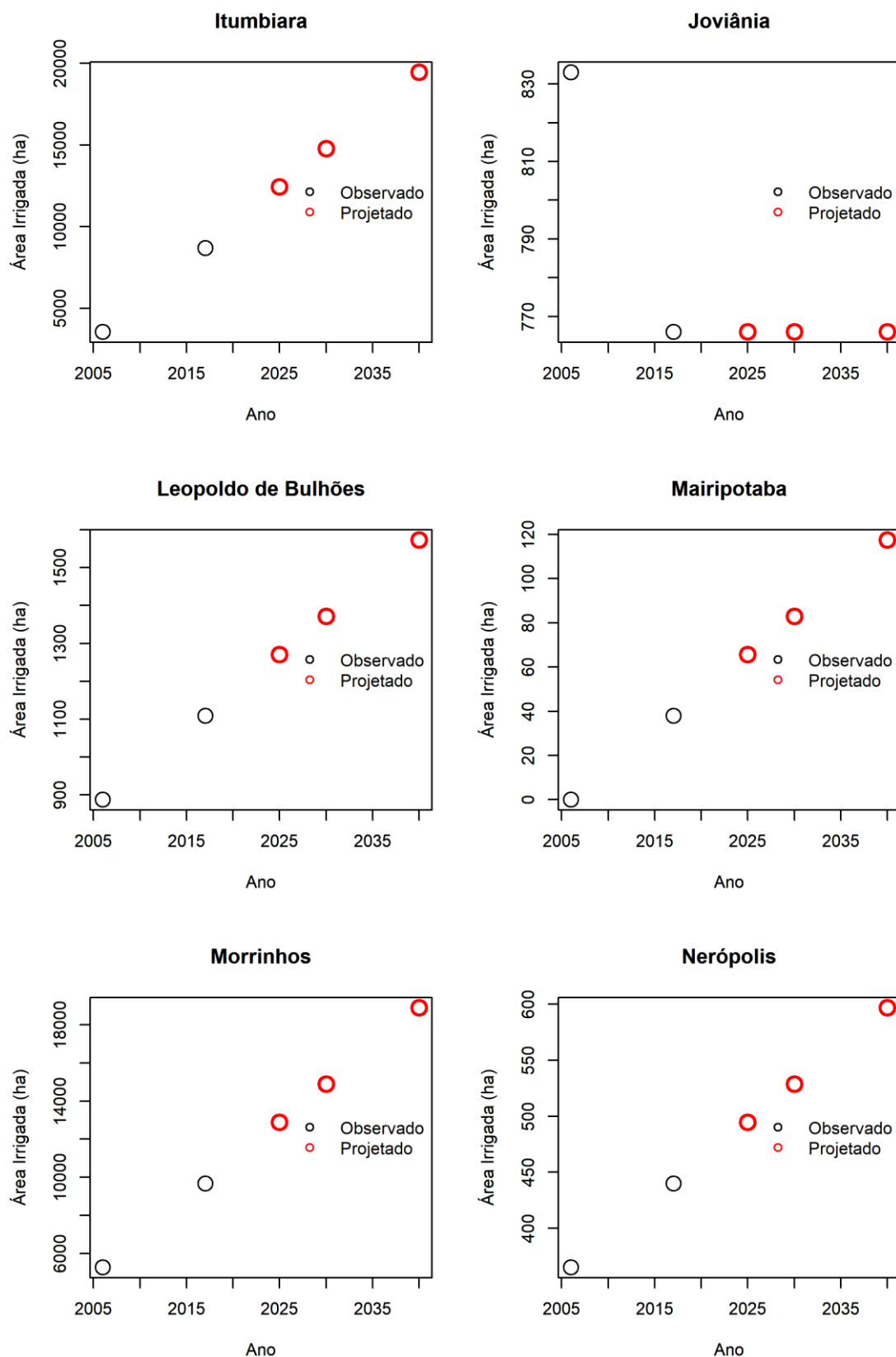


Figura 24 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

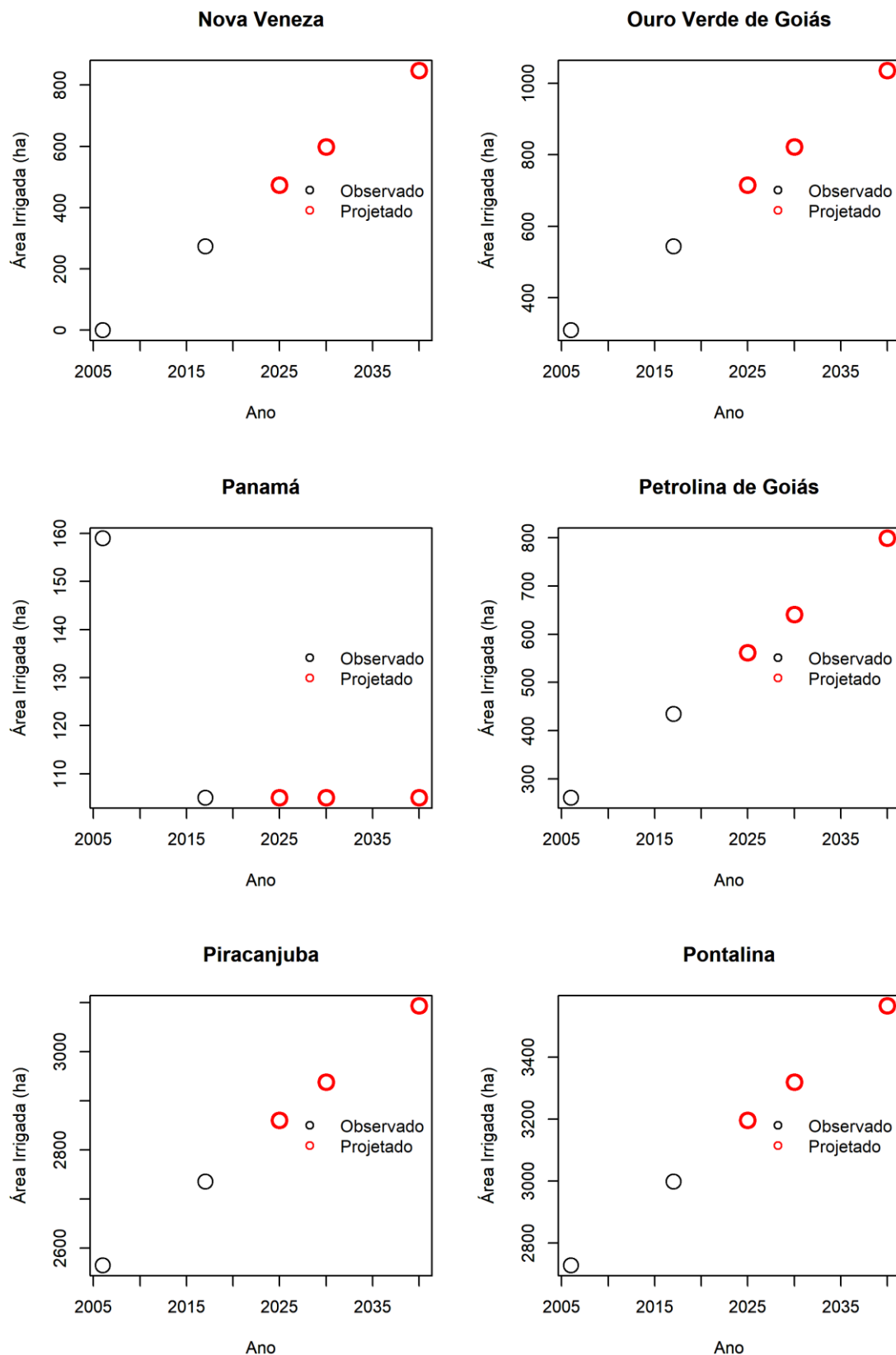


Figura 25 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

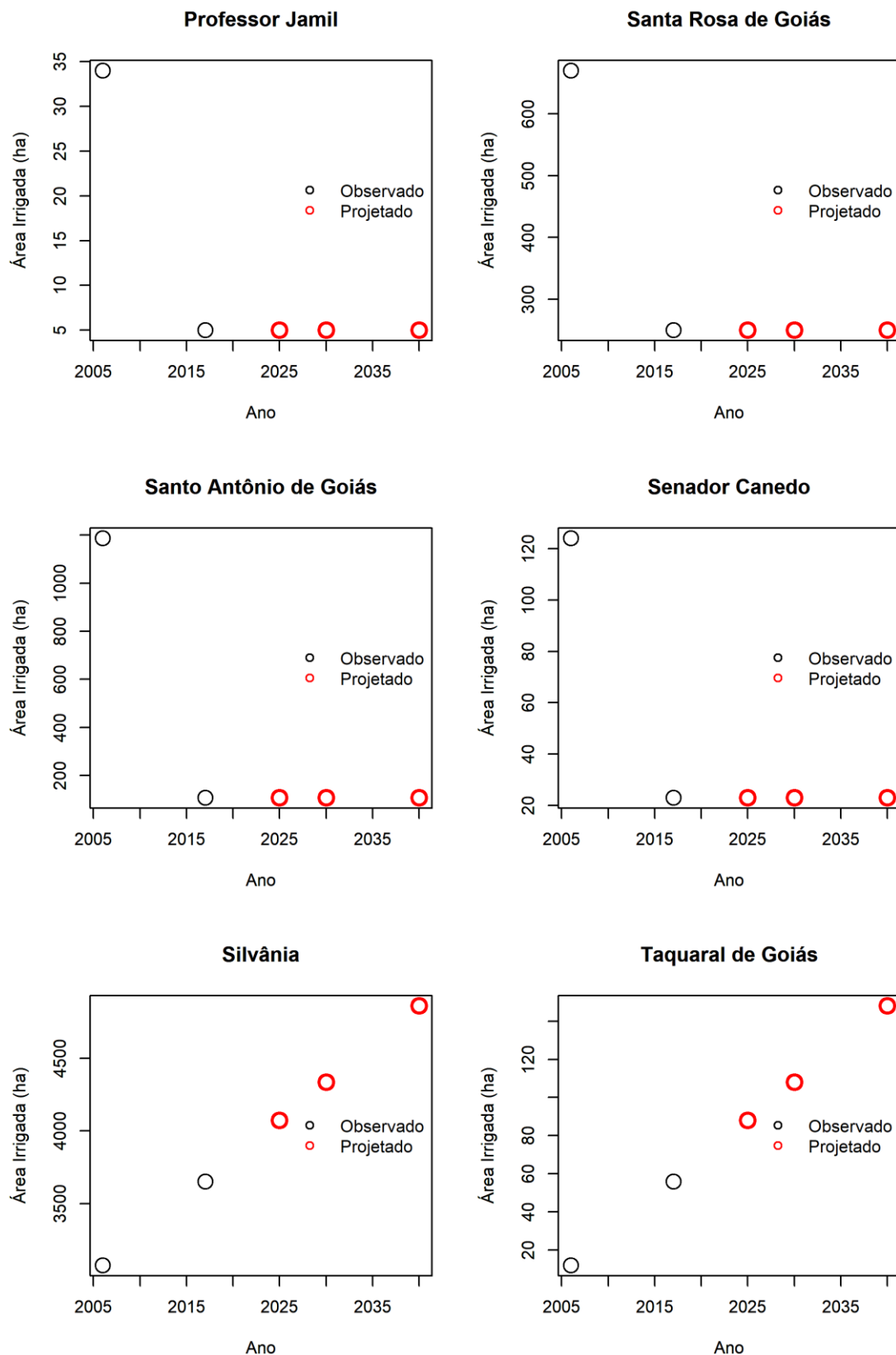


Figura 26 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

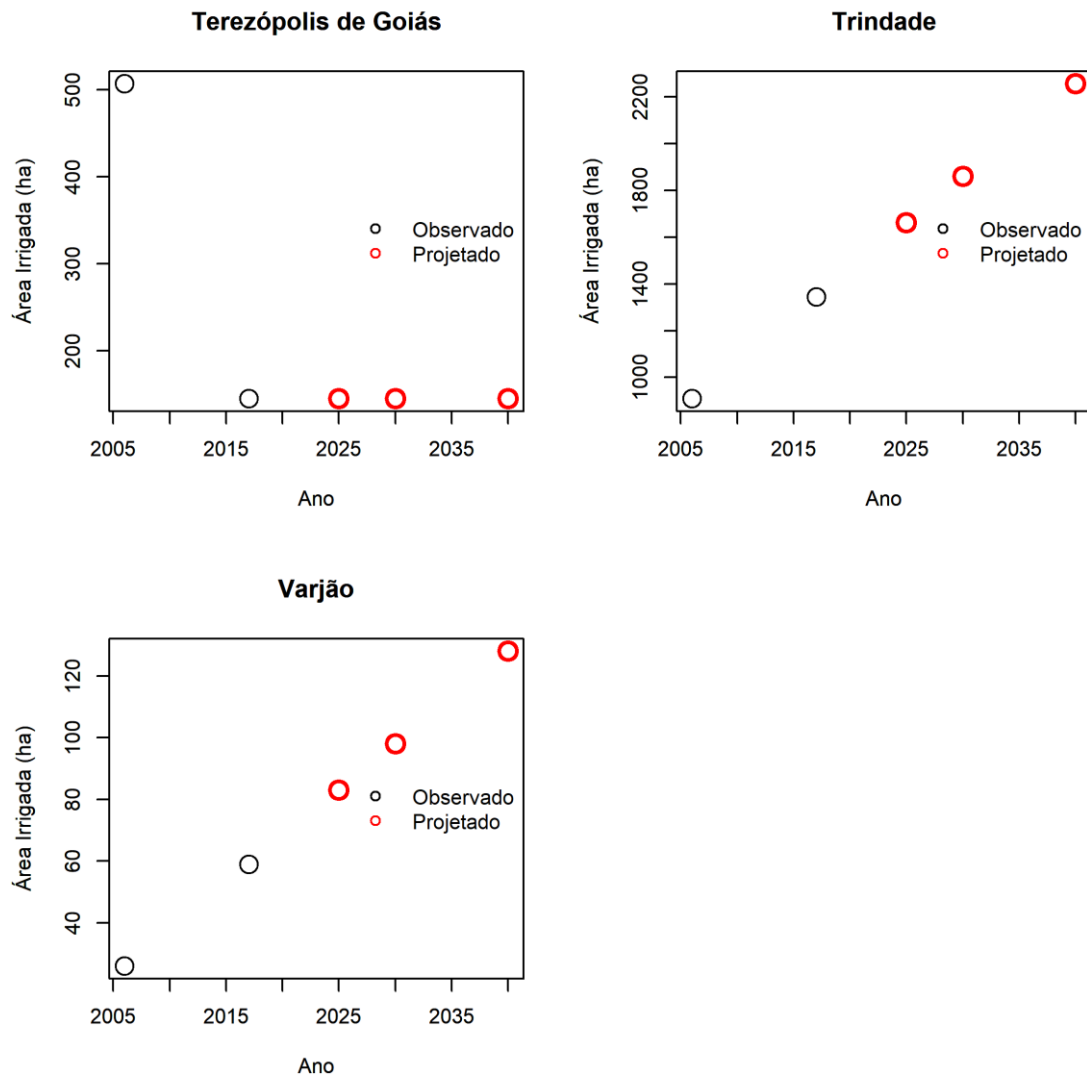


Figura 27 – Projeção dos dados de irrigação considerando os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

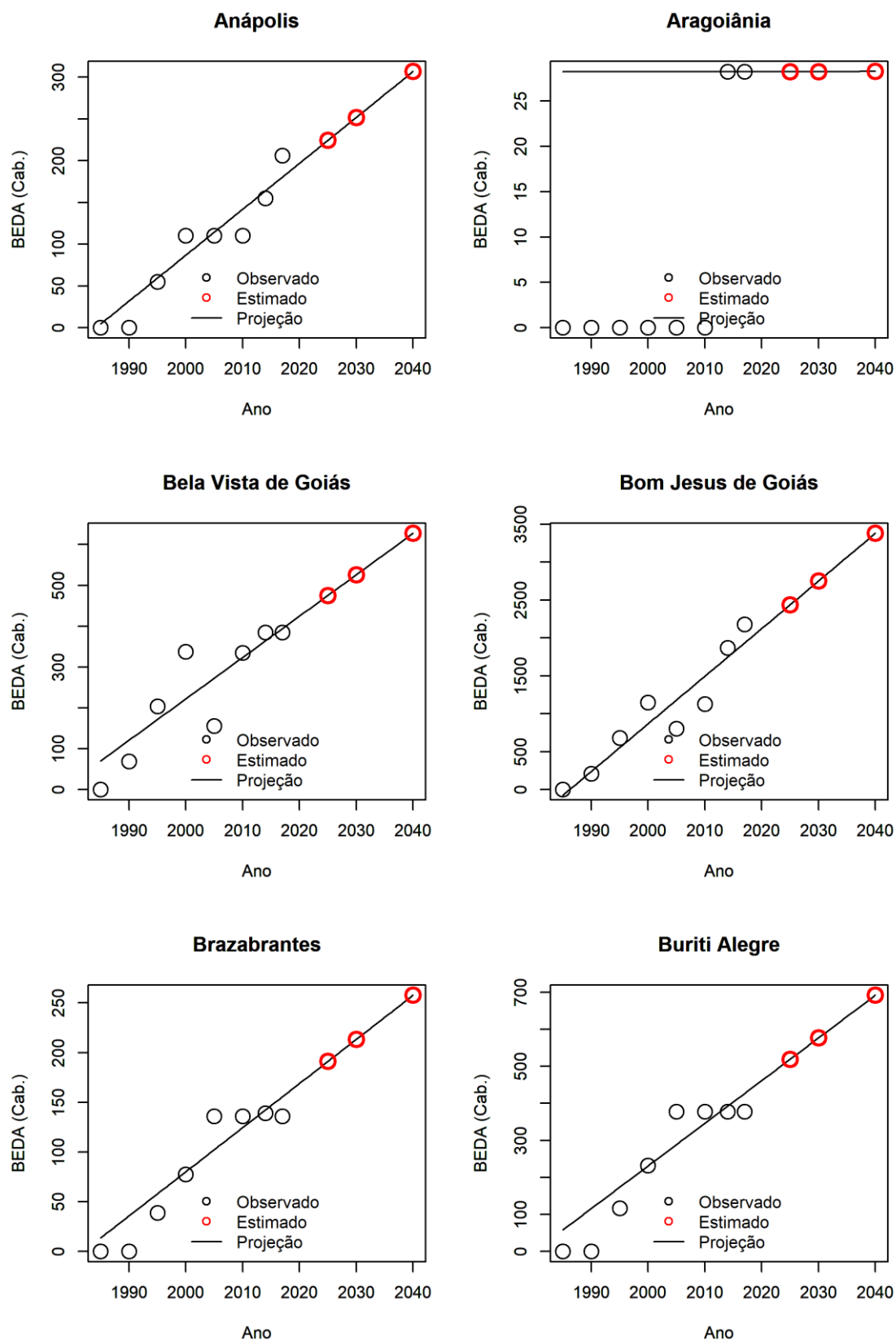


Figura 28 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

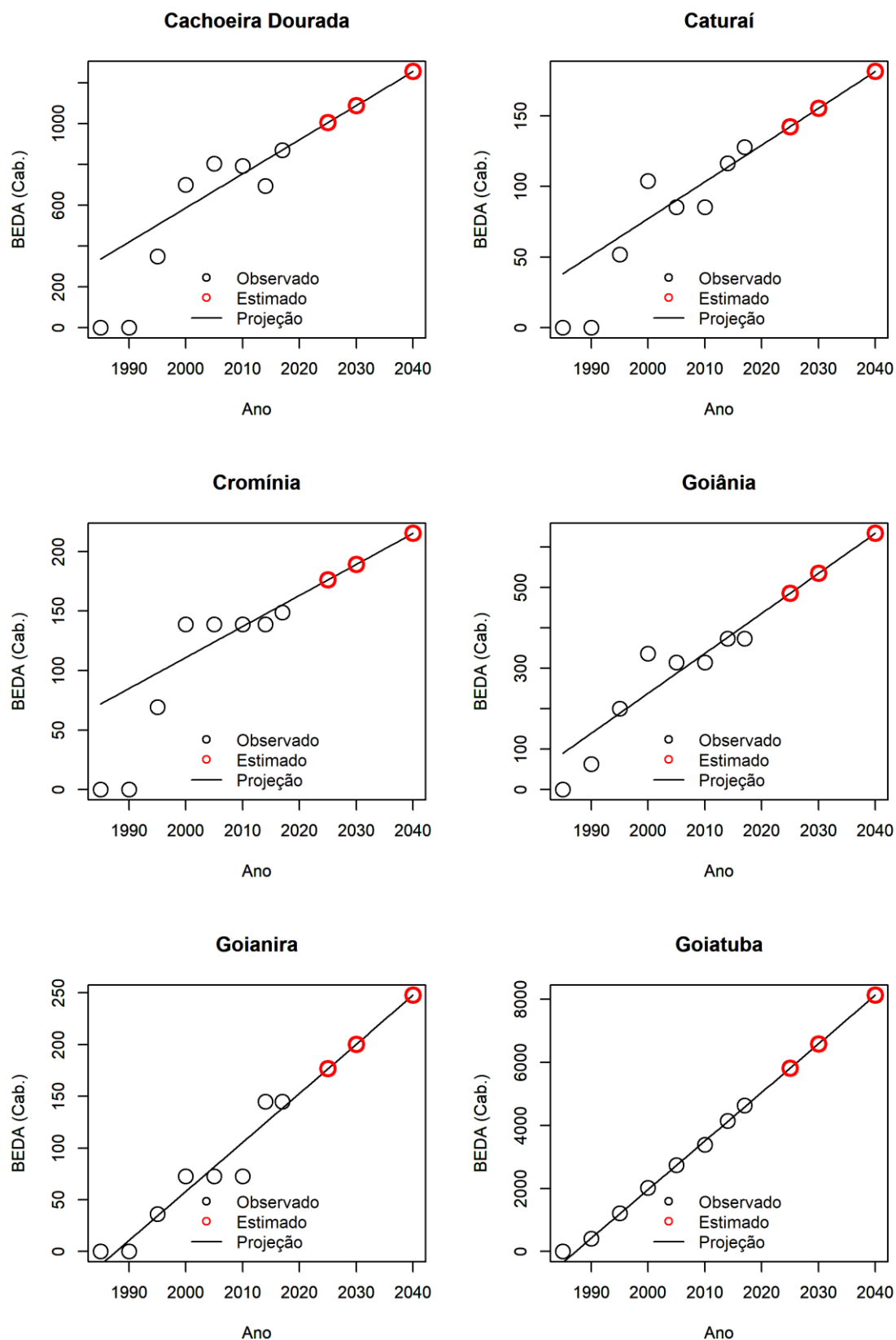


Figura 29 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

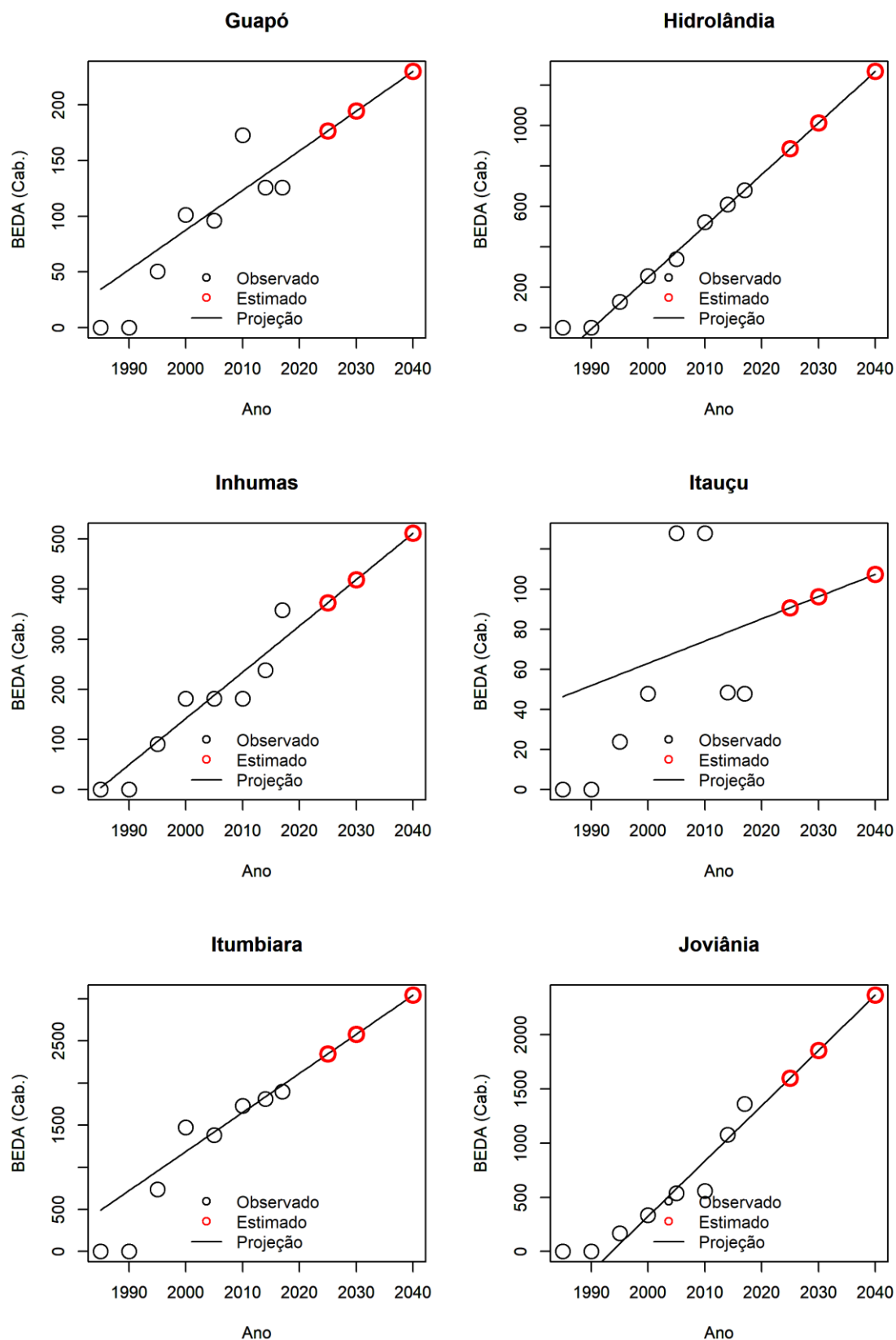


Figura 30 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

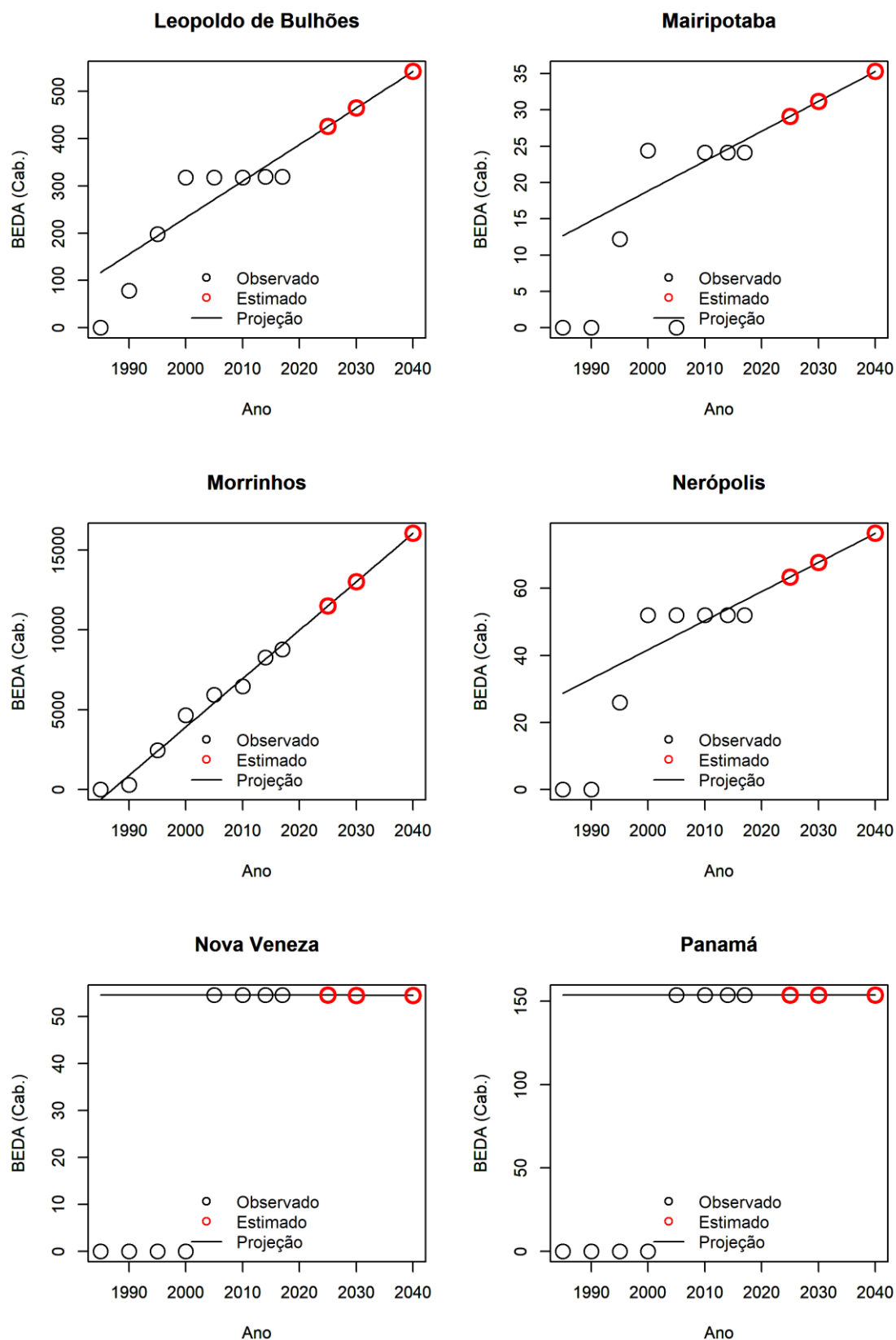


Figura 31 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

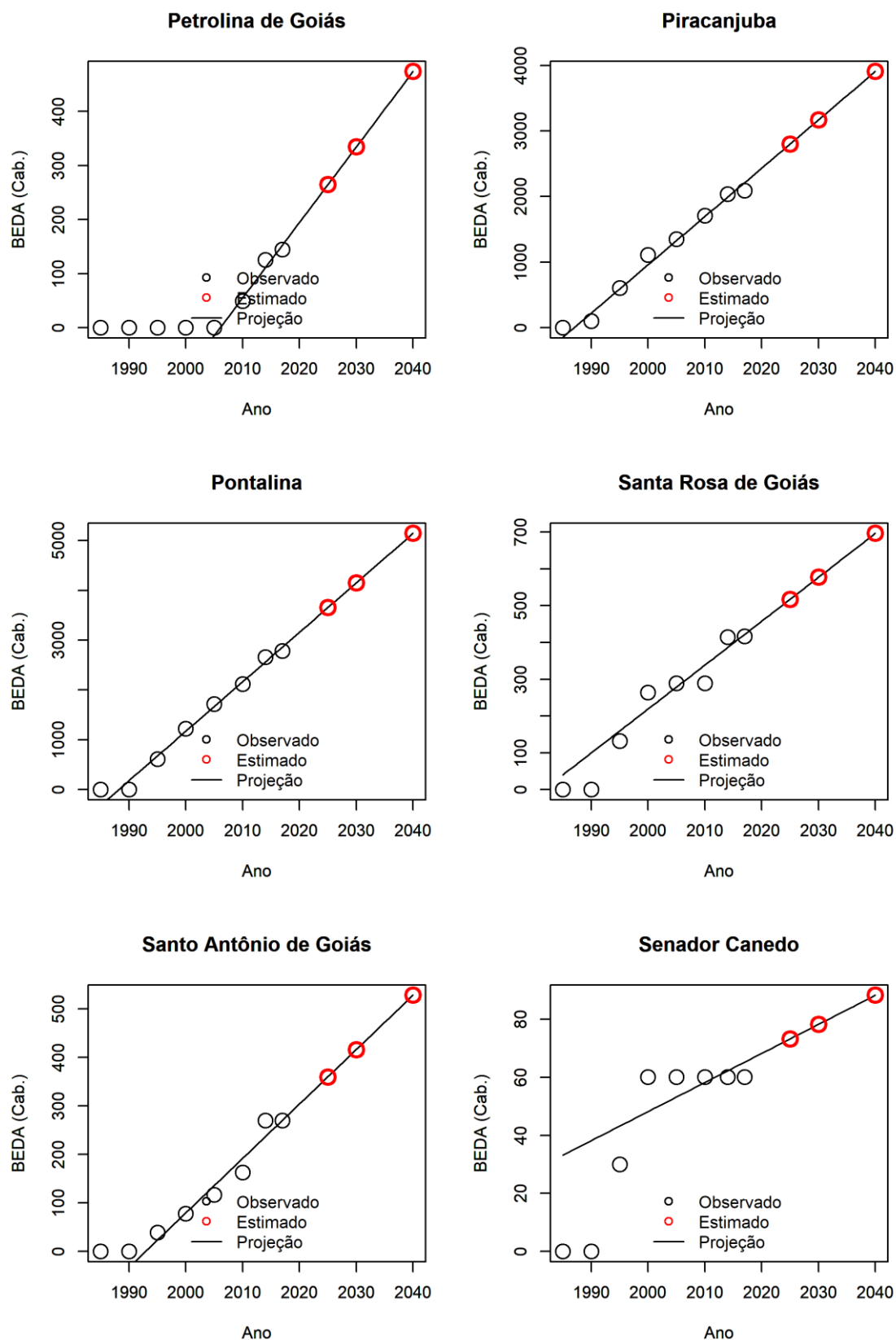


Figura 32 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

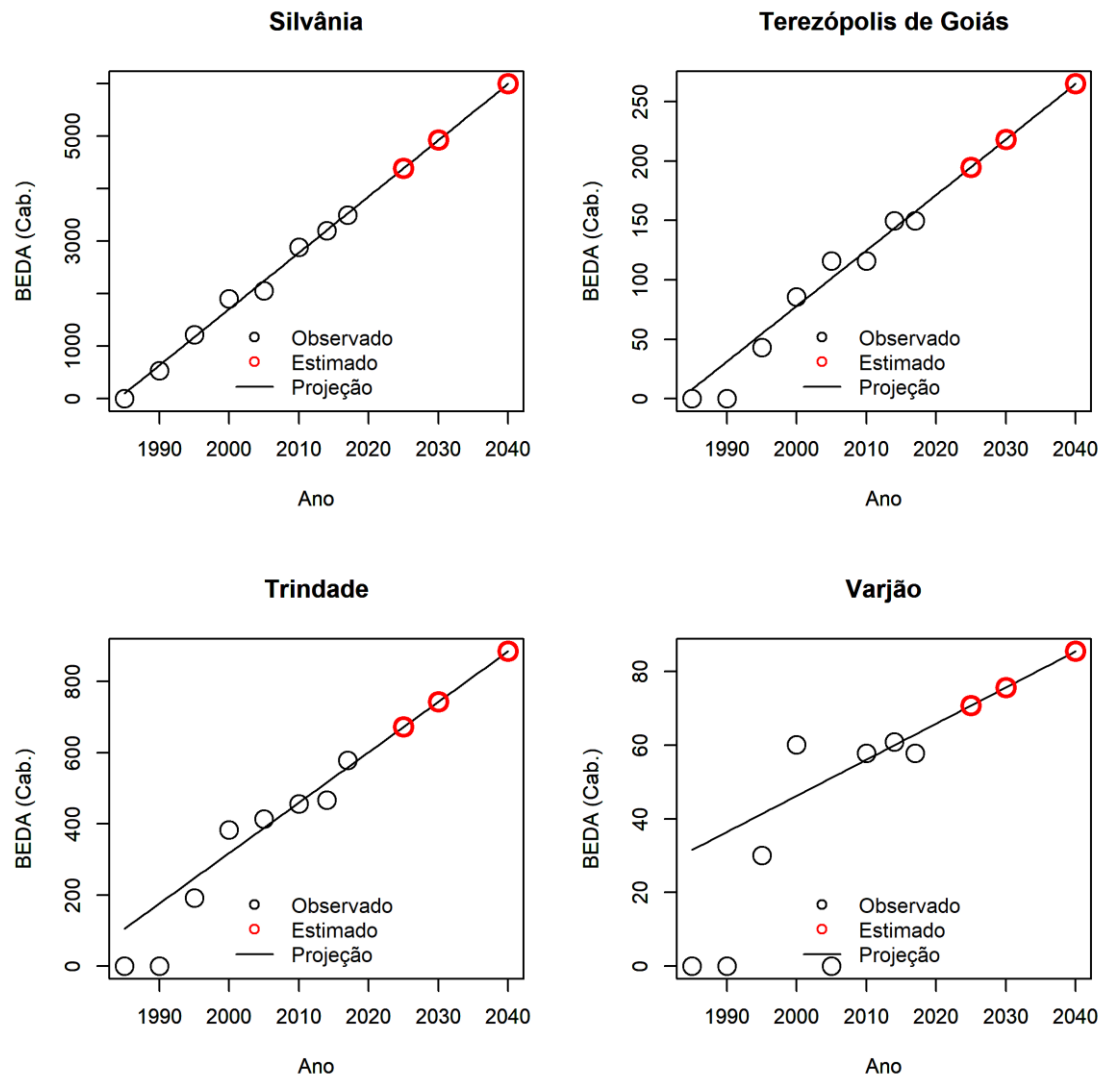


Figura 33 – Projeção dos dados de área irrigada por pivô central os censos agropecuários para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

4.4.1 Definição da Área Irrigável

A estimativa do crescimento da área irrigada em uma região é relativamente difícil, uma vez que esta pode sair de um valor nulo, para milhares de hectares em poucos anos, ou vice-versa. Assim, não é possível adotar somente uma metodologia de crescimento similar à que foi aplicada na projeção populacional e BEDA devido a essa dinâmica ser mais heterogênea.

O que determina o crescimento da agricultura irrigada seriam os recursos financeiros necessários para implementar a estrutura de irrigação, a existência de terras irrigáveis e a disponibilidade hídrica. Como apresentado no item 2.2 a estimativa de consumo, principalmente quando a incerteza é elevada, pode ser feita estimando restrições de uso.

Metodologia

A metodologia empregada adotou a utilização e processamento de dados geográficos em um programa computacional de Sistema de Informações Geográficas para realizar intersecção topológica entre dados de estrutura vetorial.

As análises ocorreram tomando como referência espacial as sub-bacias hidrográficas delineadas pela Agência Nacional de Águas (ANA). O primeiro dado analisado foi o mapa de áreas de preservação permanente (APP), a partir de intersecção topológica com as sub-bacias hidrográficas. O mapeamento das áreas de preservação permanente foi elaborado pela Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável a partir de mapeamentos de alto detalhamento cartográfico elaborado com base em imagens satelitárias de alta resolução espacial (FBDS, 2019). Com a intersecção topológica entre as sub-bacias e as APP's é possível contabilizar a porção das sub-bacias onde não há e não haverá irrigação.

Da mesma forma que ocorreu com as áreas de preservação permanente, também foi feito com as áreas de reserva legal. Nesse caso, foram acessados os mapeamentos de áreas de reserva legal do cadastro ambiental rural (SICAR, 2020).

Na etapa seguinte foi analisado o uso e cobertura dos solos a partir do mapeamento elaborado pelo projeto MapBiomass, onde todos os mapas anuais de cobertura e uso do solo são produzidos a partir da classificação pixel a pixel de imagens obtidas por sensores instalados a bordo dos satélites Landsat. Todo processo é realizado com algoritmos de aprendizagem de máquina (machine learning) a partir da plataforma Google Earth Engine, que oferece imensa capacidade de processamento em nuvem (Mapbiomas, 2019).

Para a avaliação das áreas irrigáveis do uso e cobertura dos solos nas sub-bacias hidrográficas, inicialmente foi realizada a conversão de estrutura de dados de

matricial para vetorial, para em seguida realizar a subtração topológica com os mapas de áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, para posterior intersecção topológica entre os mapeamentos poligonais de uso e cobertura dos solos e os limites poligonais das bacias hidrográficas. Em seguida foram calculadas as áreas totais das seguintes categorias de uso e cobertura dos solos para cada uma das sub-bacias hidrográficas: pastagem, agricultura, vegetação nativa, silvicultura, corpo hídrico, área urbana, solo exposto e mineração.

Finalmente, foi realizada a análise topológica dos tipos de solos propícios a irrigação que não estejam dentro de áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal em relação as sub-bacias. O mapa de solos foi obtido a partir do Sistema de Informações Estatísticas e Geográficas do Estado de Goiás (SIEG, 2019). As categorias de solos consideradas foram: Argissolos, Latossolos, Nitossolos e Plintossolos.

Após realizadas todas as intersecções topológicas foi possível calcular as áreas e as porcentagens de áreas de preservação permanente, áreas de reserva legal, os vários tipos de uso e cobertura dos solos, e os vários tipos de solo em cada uma das sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte.

RESULTADOS

Inicialmente foram avaliadas nas sub-bacias, as áreas de preservação permanentes e áreas de reserva legal, pois nessas áreas não serão implantadas ações de irrigação (Figura 34).

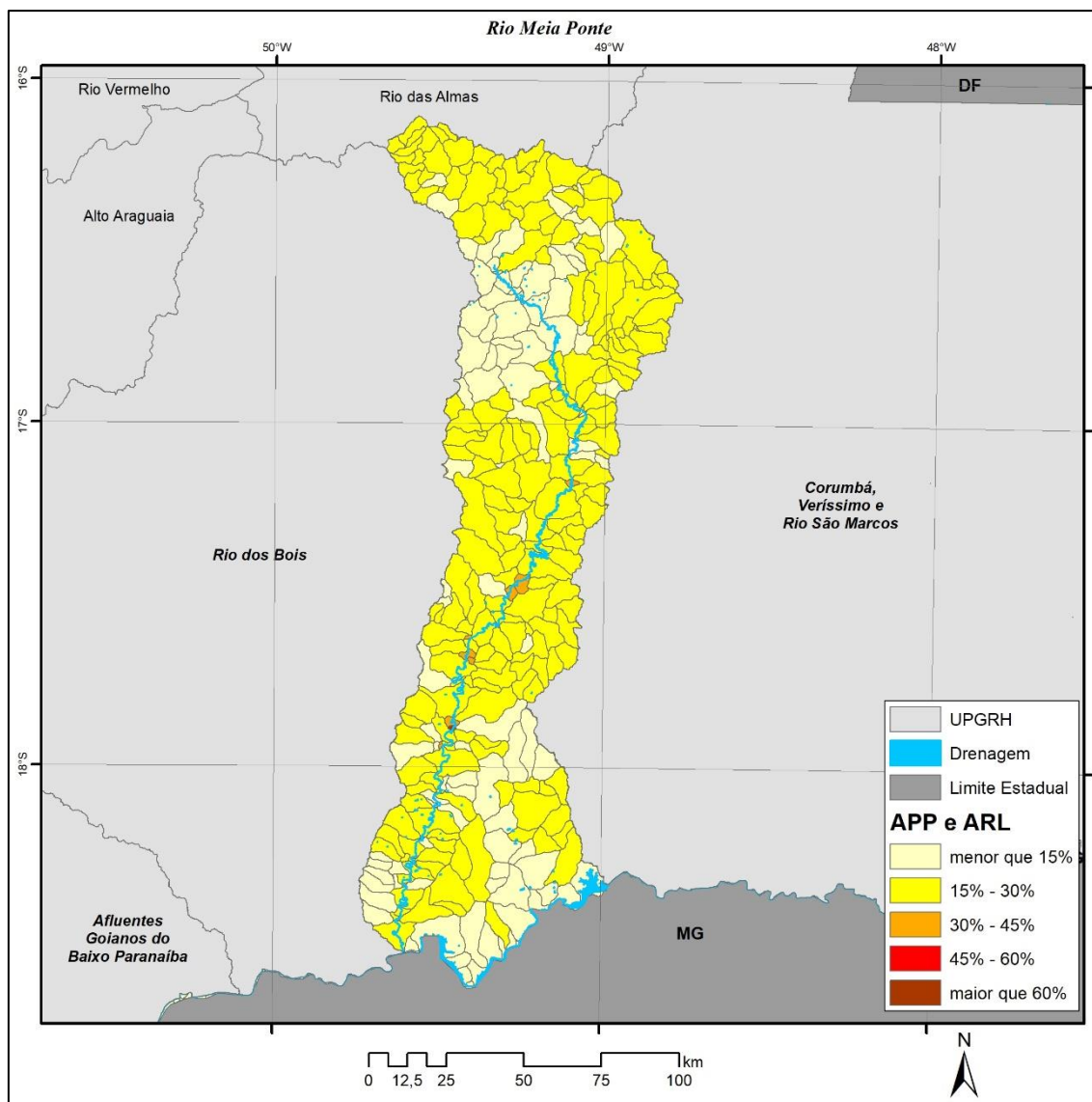


Figura 34 - Áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal nas sub-bacias

A maioria das sub-bacias possuem até 30% de sua superfície geográfica dentro de áreas de preservação permanente e áreas de reserva legal, sendo que em algumas sub-bacias essas áreas de preservação e conservação ambiental podem atingir uma porção de até 45%.

As áreas de vegetação nativa remanescente também não recebem instalação de irrigação, e foram avaliadas para cada uma das sub-bacias (Figura 35).

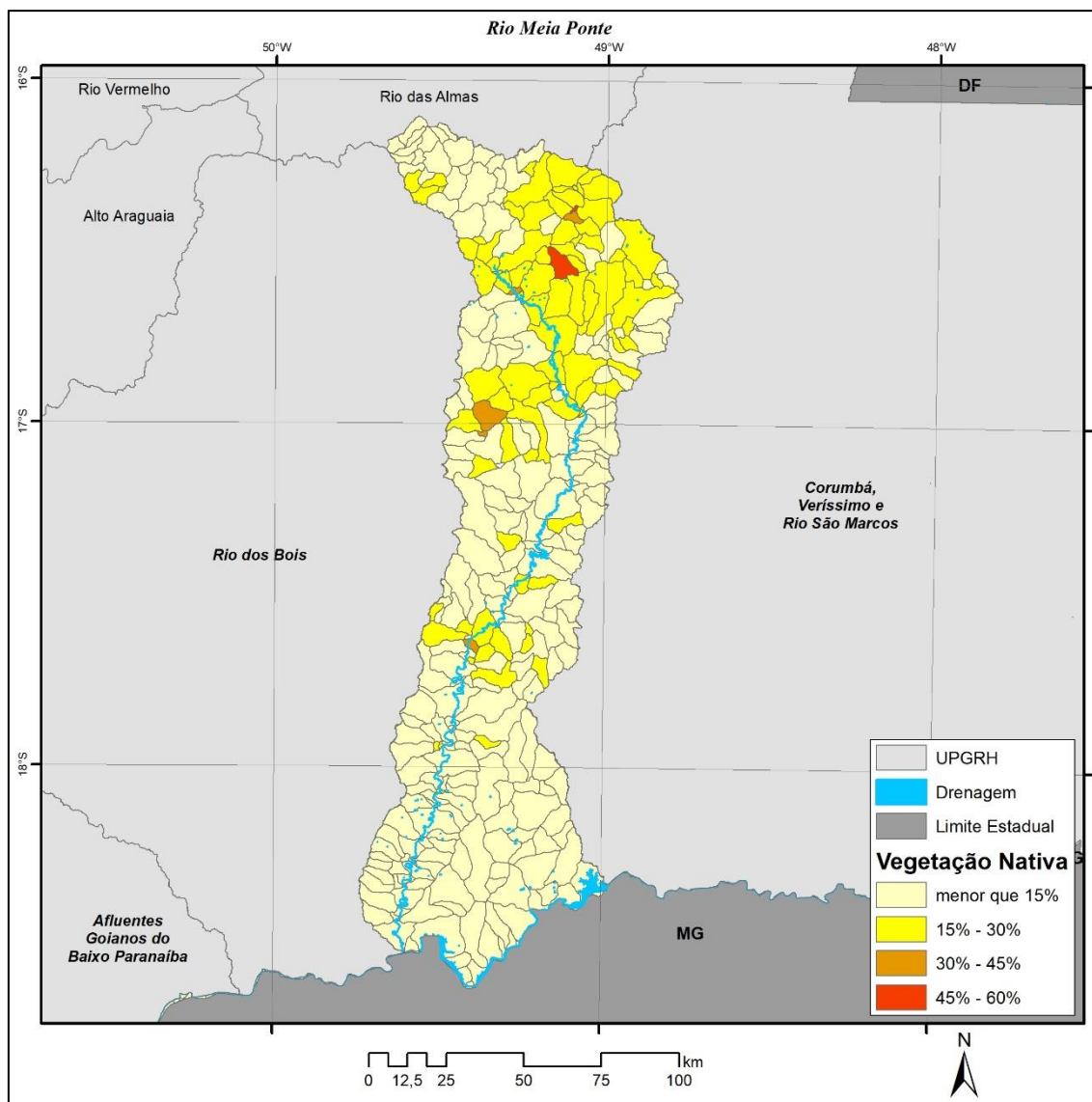


Figura 35 – Cobertura de vegetação nativa remanescente nas sub-bacias

As sub-bacias com maiores coberturas de vegetação nativa remanescente estão localizadas na porção centro-norte da UPGRH, sendo que algumas daquelas sub-bacias possuem até 60% da área coberta com vegetação nativa remanescente. No entanto, a maioria das sub-bacias possuem menos de 15% de cobertura de vegetação nativa.

A distribuição dos tipos de solos é heterogênea na UPGRH. Na Figura 36 é possível observar que a quantidade de Latossolos é distribuído de maneira heterogênea nas sub-bacias da UPGRH, sendo que na porção sul desta há uma expressiva concentração de Latossolos. Nas sub-bacias com grande ocorrência de Latossolos, também pode ocorrer implantação de irrigação nas atividades de agricultura e pecuária.

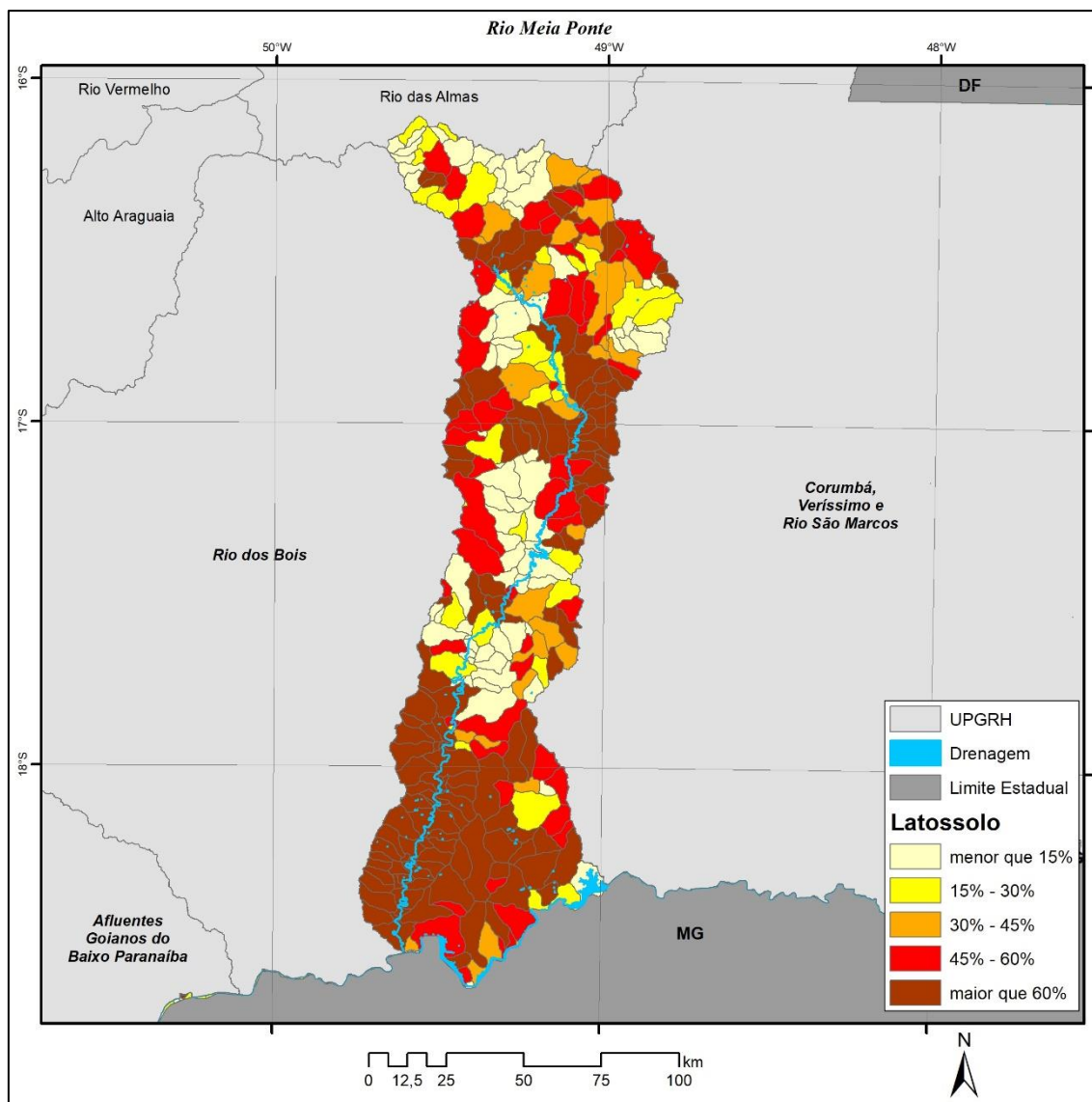


Figura 36 - Distribuição de Latossolos nas sub-bacias hidrográficas

Foram avaliados outros tipos de solos onde podem ocorrer irrigação, tais como os Plintossolos, Argissolos e Nitossolos (Figura 37). A possibilidade de irrigação desses tipos de solos é menor, mas pode ocorrer. No entanto, no caso dessa UPGRH, a ocorrência desses tipos de solos é menor que 15% na maioria das sub-bacias.

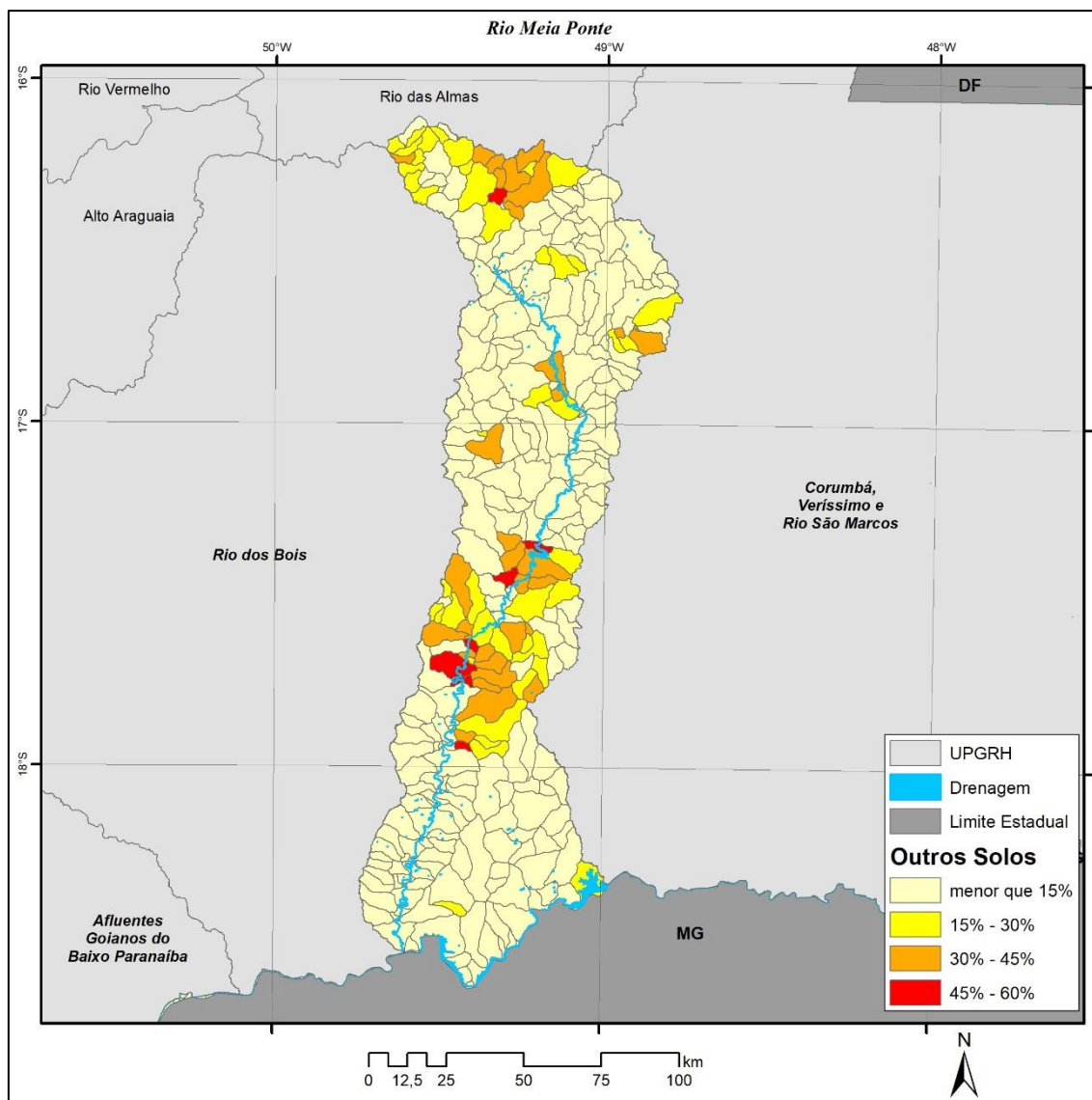


Figura 37 - Distribuição de outros tipos de solos que podem ser utilizados para atividades agrícolas e pecuária.

As sub-bacias com atividades agrícolas estão localizadas na porção sul da UPGRH, onde estão localizadas várias sub-bacias com expressiva ocorrência de Latossolos, conforme se pode observar na Figura 38.

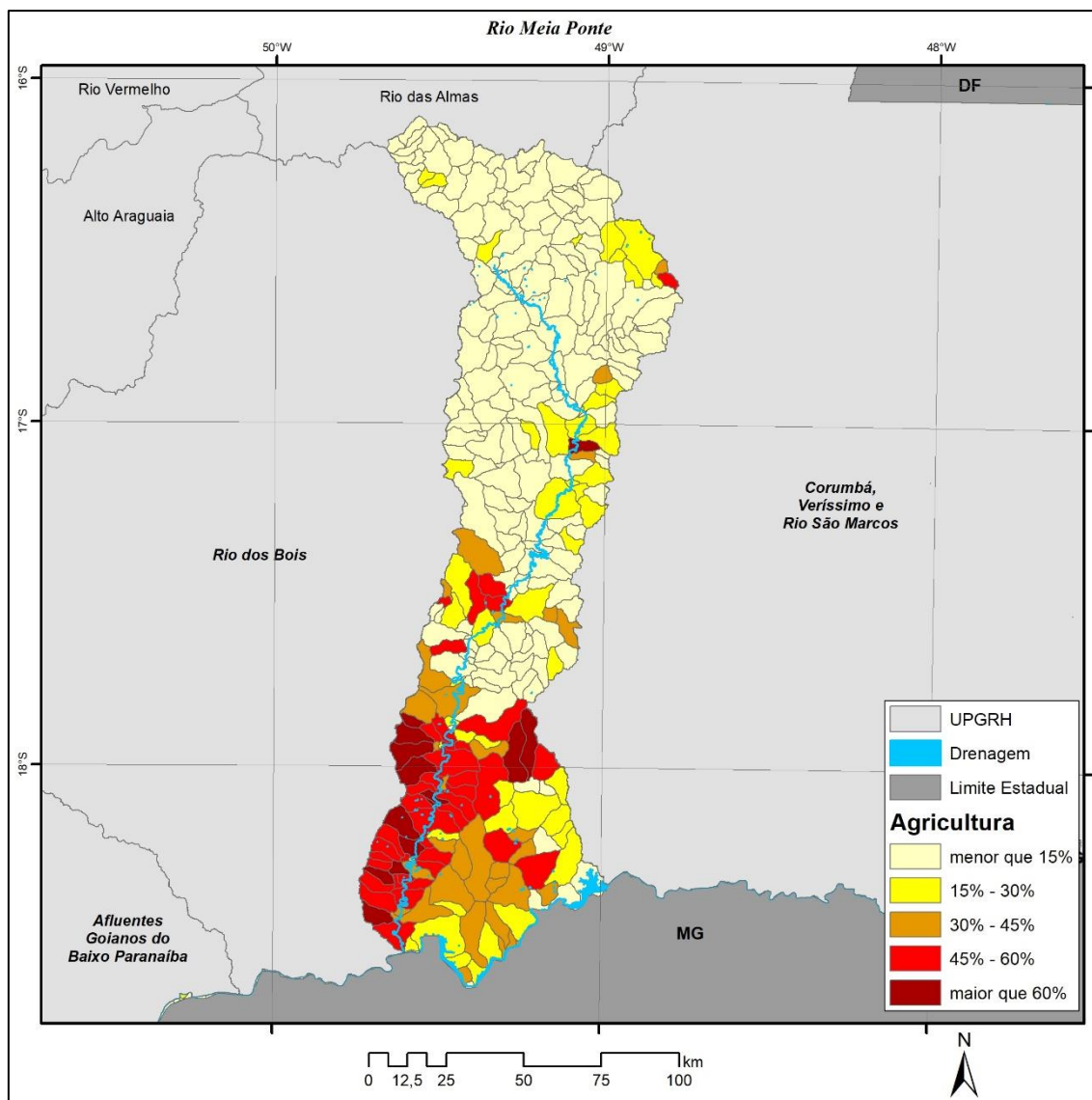


Figura 38 - Distribuição das áreas agrícolas nas sub-bacias hidrográficas

A maioria das sub-bacias possui menos de 15% de áreas agrícolas. As áreas de pastagens são predominantes na maioria das sub-bacias da UPGRH, especialmente nas porções sul e central desta, conforme se pode observar na Figura 39.

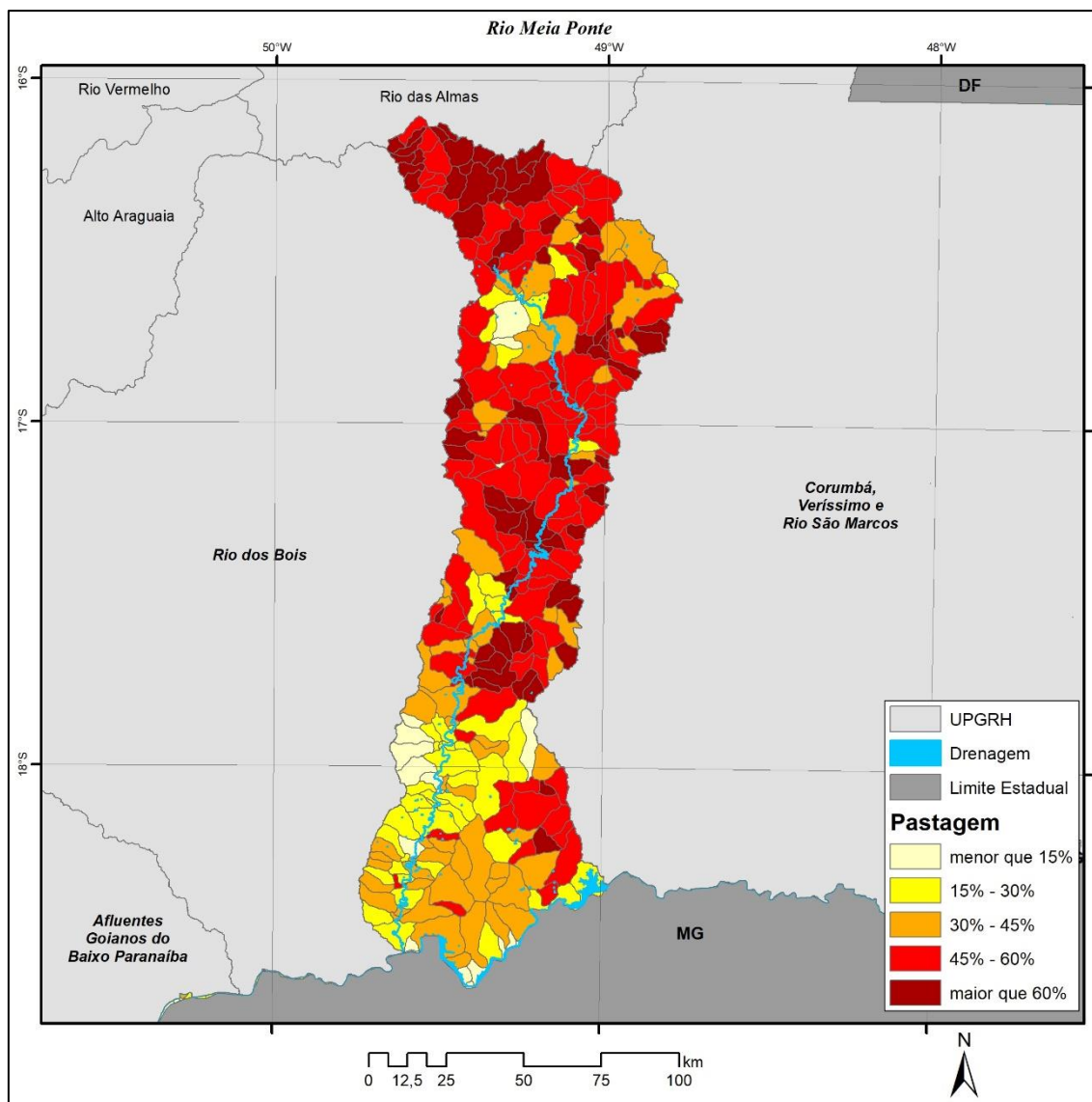


Figura 39 - Distribuição das áreas de pastagens nas sub-bacias

A estimativa da área irrigada na UPGRH foi feita em nível de sub-bacia. Para cada sub-bacia calculou-se o limite de área irrigável com base na ocorrência dos tipos de solo irrigáveis apresentados anteriormente. A partir dos valores encontrados foram projetadas 2 condições para 2030 e 2040, considerando que 25% e 50% do solo irrigável seria utilizado. Em alguns locais os valores projetados foram maiores do que esses. Nestes casos, considerou-se os maiores valores encontrados. Como restrição, limitou-se o valor máximo de irrigação por município a 30% da área total do município.

Tabela 9 – Projeção da área irrigada para os diferentes municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte considerando o uso e tipo de solo.

Município	Área Irrigada (ha)		Área Municipal na UPGRH (ha)	% da Área da Municipal na UPGRH com projeção para irrigação.	
	2030	2040		2030	2040
Abadia de Goiás	167.3	334.6	6726.7	2.49%	4.97%
Aloândia	47.5	95.0	10216.0	0.46%	0.93%
Anápolis	1407.8	2816.7	24275.8	5.80%	11.60%
Aparecida de Goiânia	171.9	326.0	28834.2	0.60%	1.13%
Aragoiânia	189.6	379.3	21352.3	0.89%	1.78%
Bela Vista de Goiás	673.2	1346.5	55513.5	1.21%	2.43%
Bom Jesus de Goiás	1059.3	2118.6	19753.6	5.36%	10.73%
Bonfinópolis	320.0	640.0	12229.0	2.62%	5.23%
Brazabrantes	177.5	355.0	12307.2	1.44%	2.88%
Buriti Alegre	2044.6	3142.8	16043.3	12.74%	19.59%
Cachoeira Dourada	1260.6	2521.3	29997.7	4.20%	8.40%
Caldazinha	80.0	160.0	25088.8	0.32%	0.64%
Campo Limpo de Goiás	911.1	1822.2	14968.0	6.09%	12.17%
Caturá	7.2	14.4	195.8	3.68%	7.36%
Cromínia	0.0	0.0	32918.2	0.00%	0.00%
Damolândia	740.9	1660.6	8330.8	8.89%	19.93%
Goianápolis	996.9	2077.1	16243.5	6.14%	12.79%
Goiânia	1867.6	3479.3	73091.4	2.56%	4.76%
Goianira	271.0	542.0	13734.0	1.97%	3.95%
Goiatuba	17966.6	42510.0	120533.6	14.91%	35.27%
Guapó	2.1	4.3	464.2	0.46%	0.92%
Hidrolândia	3212.0	6414.0	94312.9	3.41%	6.80%
Inhumas	3206.4	6574.9	48058.1	6.67%	13.68%
Itauçu	102.5	205.0	19175.3	0.53%	1.07%
Itumbiara	16567.2	33367.2	193434.7	8.56%	17.25%
Joviânia	717.0	1434.1	16680.6	4.30%	8.60%
Leopoldo de Bulhões	2218.6	4594.2	43297.9	5.12%	10.61%
Mairipotaba	39.3	78.6	19329.5	0.20%	0.41%
Morrinhos	11156.0	22828.4	135396.0	8.24%	16.86%
Nerópolis	1100.0	2200.0	20421.6	5.39%	10.77%
Nova Veneza	685.0	1370.0	12337.7	5.55%	11.10%
Ouro Verde de Goiás	1265.8	2637.4	18608.4	6.80%	14.17%
Panamá	262.5	525.0	43376.1	0.61%	1.21%
Petrolina de Goiás	48.1	48.1	142.2	33.26%	33.26%
Piracanjuba	2640.0	5307.3	93414.8	2.83%	5.68%
Pontalina	2907.1	5814.3	55717.8	5.22%	10.44%
Professor Jamil	12.2	24.1	34746.5	0.03%	0.07%
Santa Rosa de Goiás	16.8	16.8	51.7	32.15%	32.51%
Santo Antônio de Goiás	267.5	535.0	13280.6	2.01%	4.03%
Senador Canedo	57.5	115.0	24528.3	0.23%	0.47%
Silvânia	442.5	925.9	11892.7	3.72%	7.79%

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 82

Município	Área Irrigada (ha)		Área Município na UPGRH (ha)	% da Área da Municipal na UPGRH com projeção para irrigação.	
	2030	2040		2030	2040
Taquaral de Goiás	108.0	108.0	232.9	46.37%	46.37%
Terezópolis de Goiás	362.5	725.0	10691.3	3.39%	6.78%
Trindade	10.4	20.9	220.8	4.73%	9.46%
Varjão	0.4	0.9	150.7	0.28%	0.57%

4.5 Indústria

O Brasil apresentou um processo de industrialização rápido a partir da década de 1950. Esse processo apresentou mudanças na sociedade, passando de uma população rural para essencialmente urbana em pouco mais de 40 anos. O processo de industrialização durou até o início dos anos 1990, a partir de então, a importância relativa da indústria para a riqueza nacional decaiu. Em 1980 o PIB (Produto Interno Bruto) industrial era responsável por 36% do PIB nacional. Em 2019 esse valor ficou em torno de 11%, similar ao encontrado na década de 1940, ou seja, anterior ao processo acelerado de industrialização. Esse decaimento é chamado de “desindustrialização” da economia brasileira.

Esse fenômeno foi decorrente de diversos fatores: abertura da economia, taxa de câmbio, juros internos, dentre outros. Embora o PIB nacional tenha crescido, necessitando de bens, boa parte dessa demanda foi suprida por importações, principalmente de países asiáticos, em especial a China. Ao mesmo tempo, parte da cadeia produtiva foi transferida pelas indústrias nacionais para aquela região, em busca de melhores vantagens financeiras. Isso desencadeou o processo apresentado acima.

Os setores dentro da indústria que conseguiram permanecer foram aqueles em que o Brasil tem desempenho competitivo relacionados ao meio ambiente (mineração, silvicultura, energia) e agricultura (agroindústria).

A análise do crescimento industrial na UPGRH foi feita empregando dados do PIB Industrial do período de 2002 a 2017 (Figura 40 a Figura 47).

Cerca de 80% da produção industrial ocorre em 5 municípios: Anápolis, Aparecida de Goiânia, Goiânia (responsável por 1/3 do total produzido na UPGRH), Itumbiara e Senador Canedo. Os resultados também apontam que houve, a partir de 2014, um decréscimo da produção industrial nos municípios da bacia. Após o ano de 2020 a diminuição tende ainda a ser mais acentuada, pelo menos no curto prazo.

A projeção do crescimento com base nesses dados tenderia a um decréscimo, ou crescimento muito limitado. Não se sabe ainda como irá se comportar a economia do país, nem se haverá uma diretriz de reindustrialização da economia, uma vez que os efeitos desse processo de desindustrialização foram sentidos na falta de itens básicos quando ocorreu interrupção de importações decorrentes da pandemia de COVID-19.

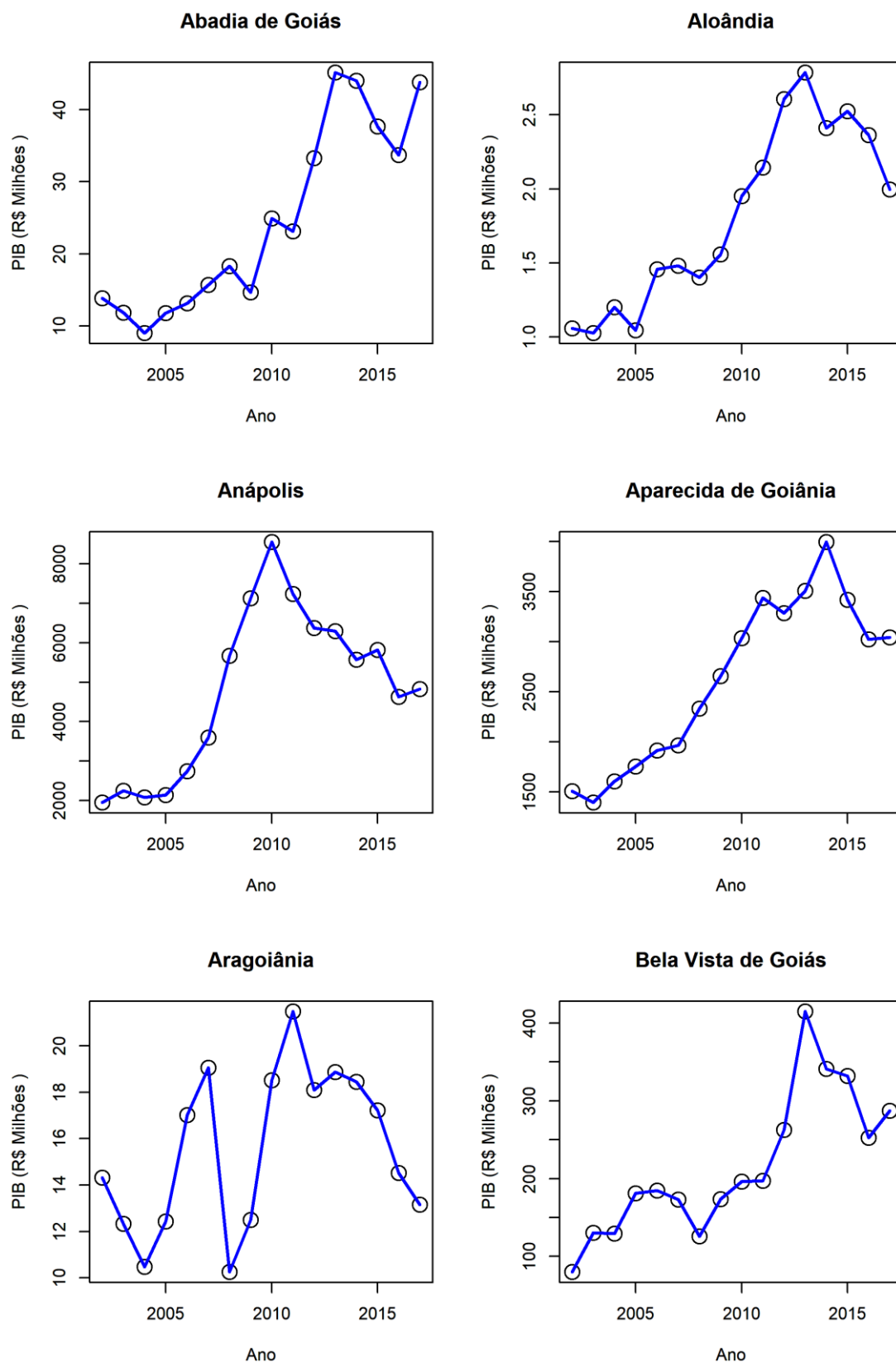


Figura 40 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

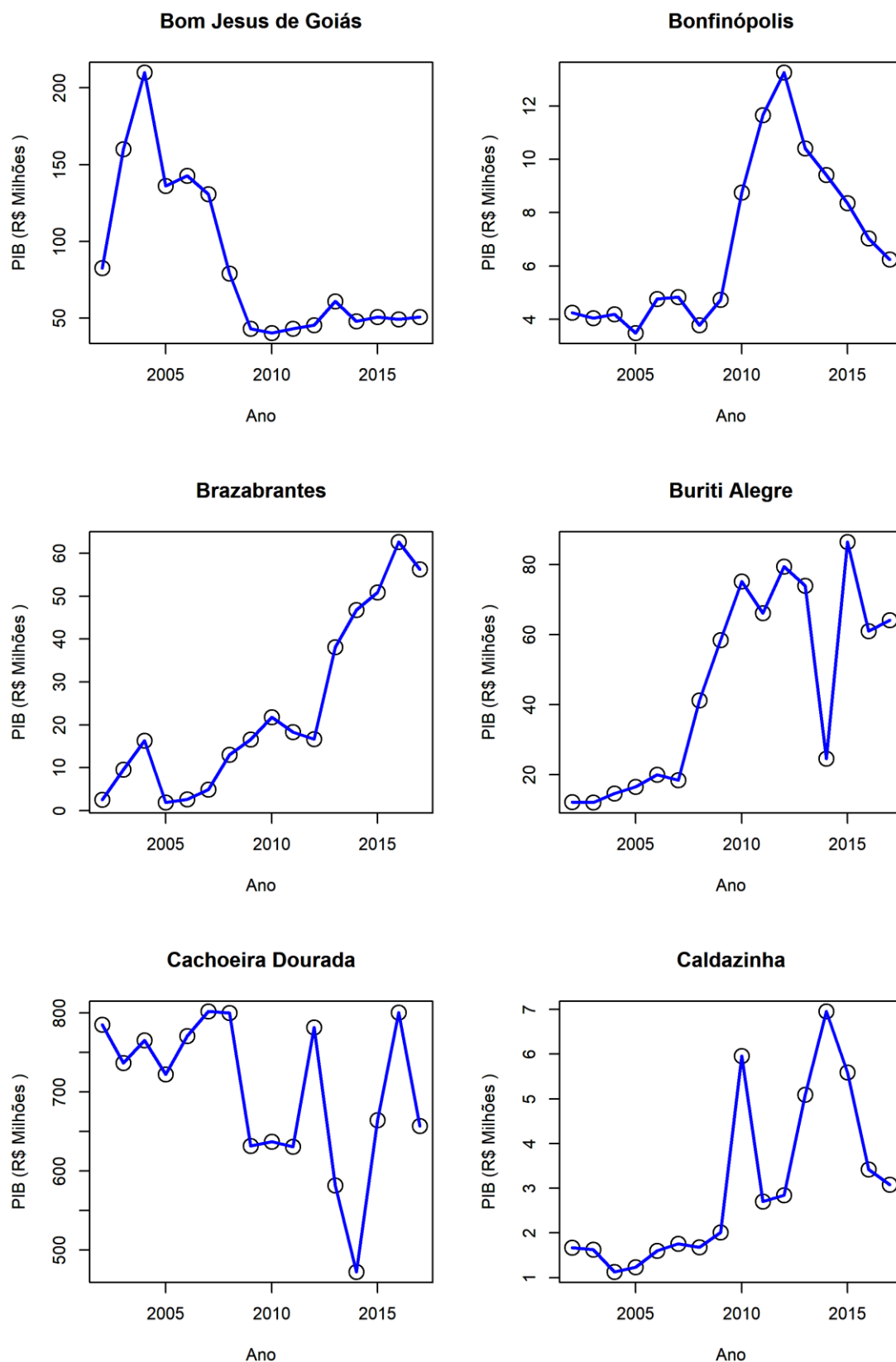


Figura 41 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

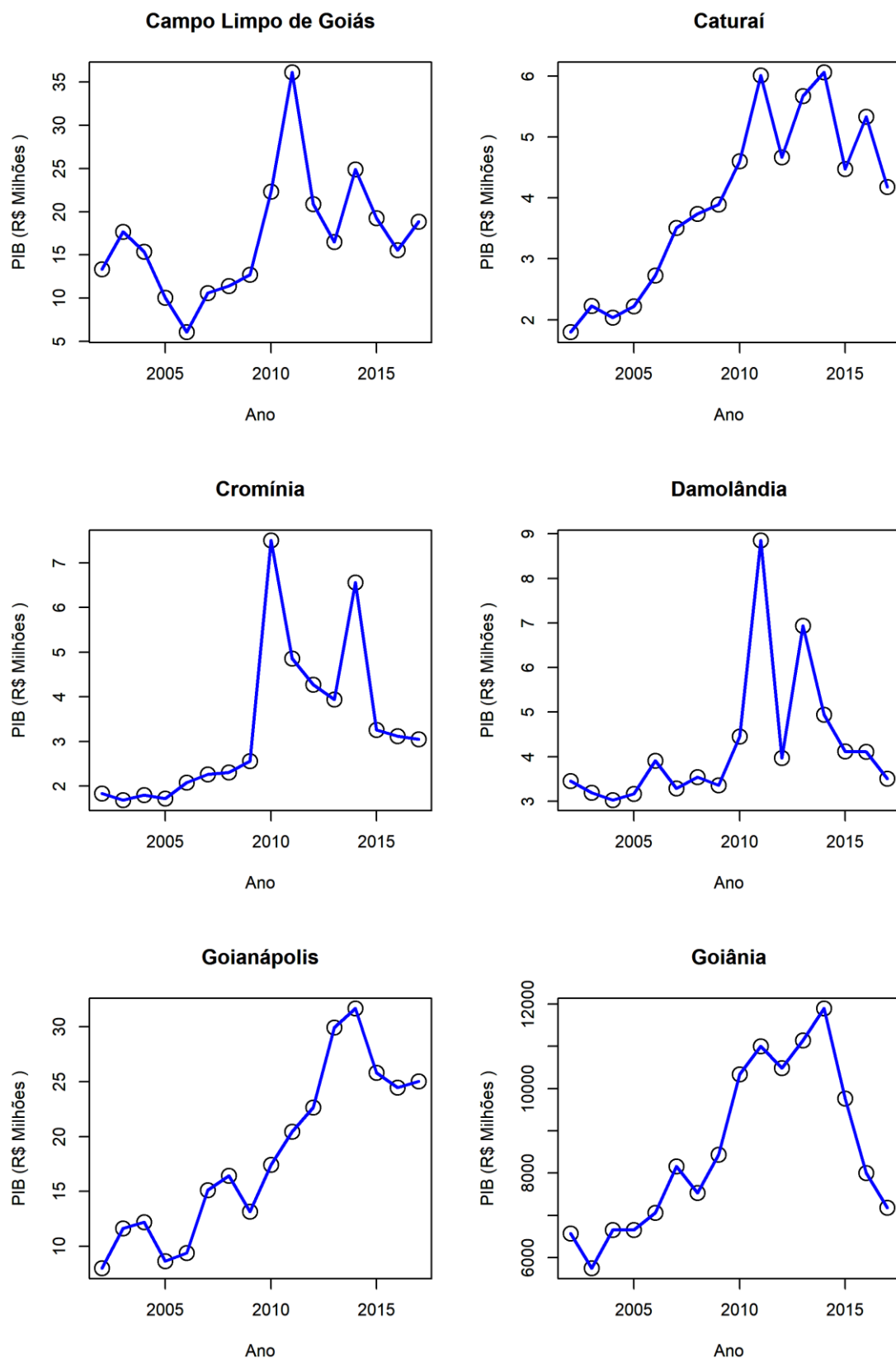


Figura 42 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

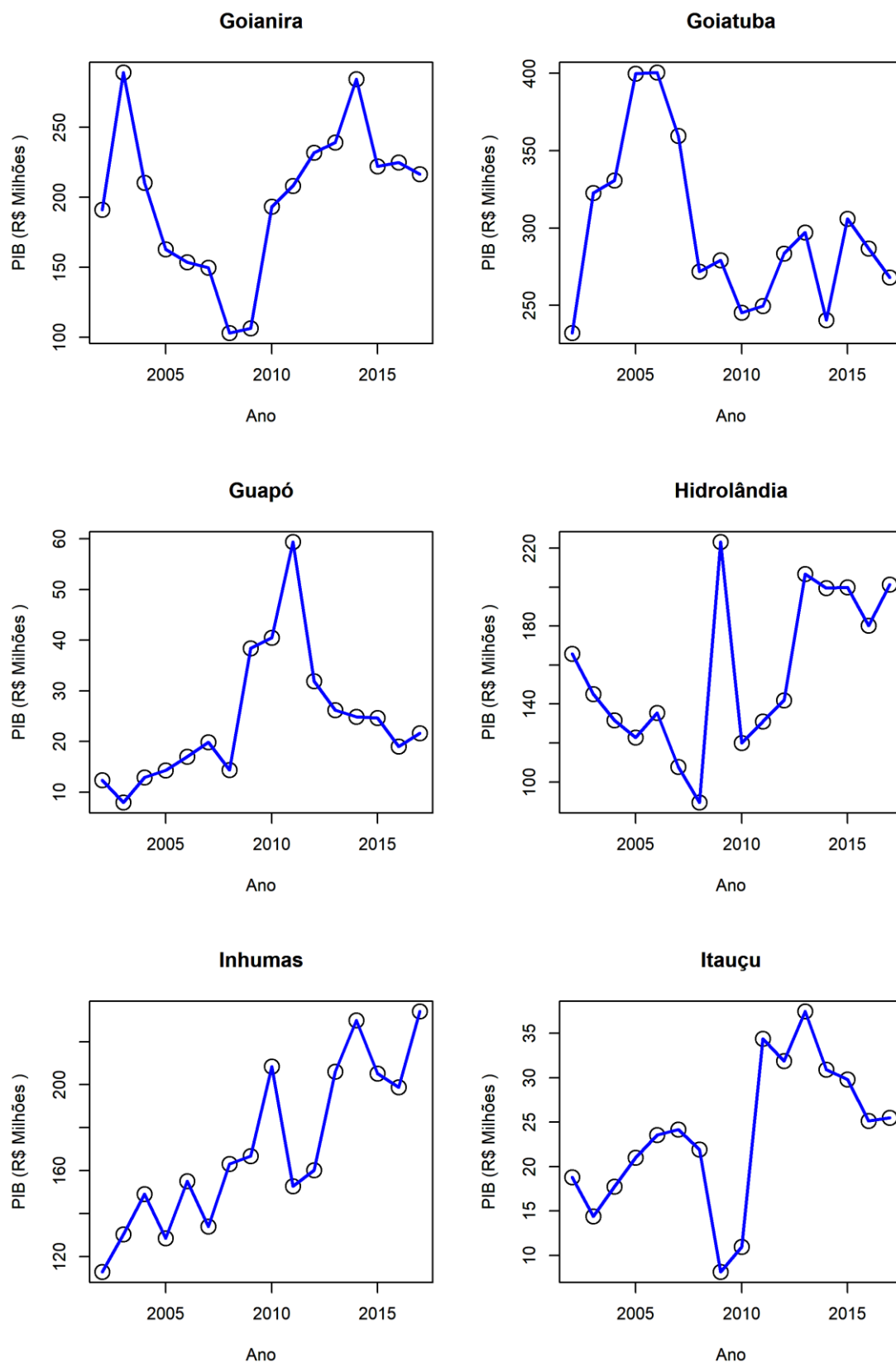


Figura 43 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

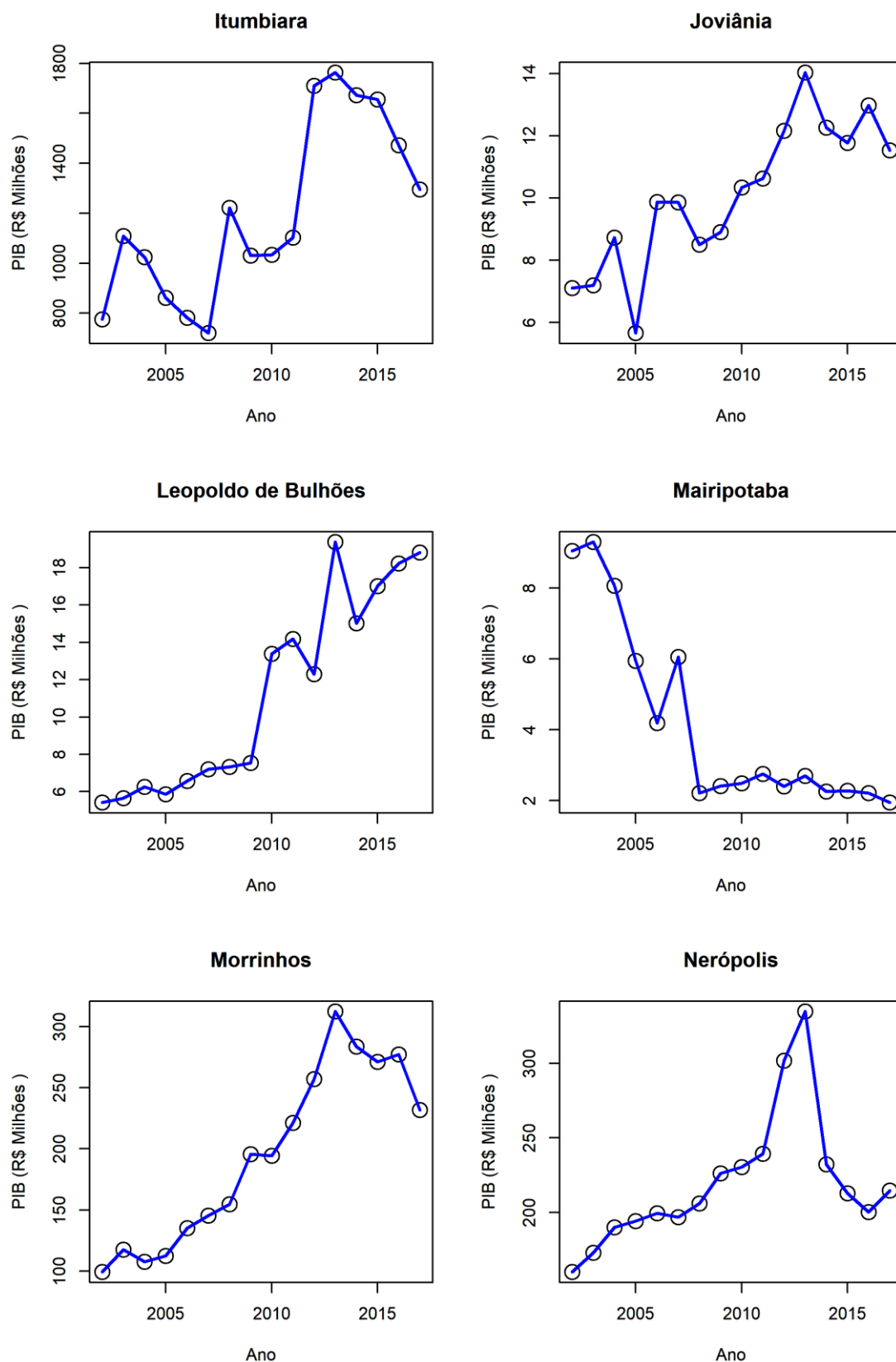


Figura 44 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

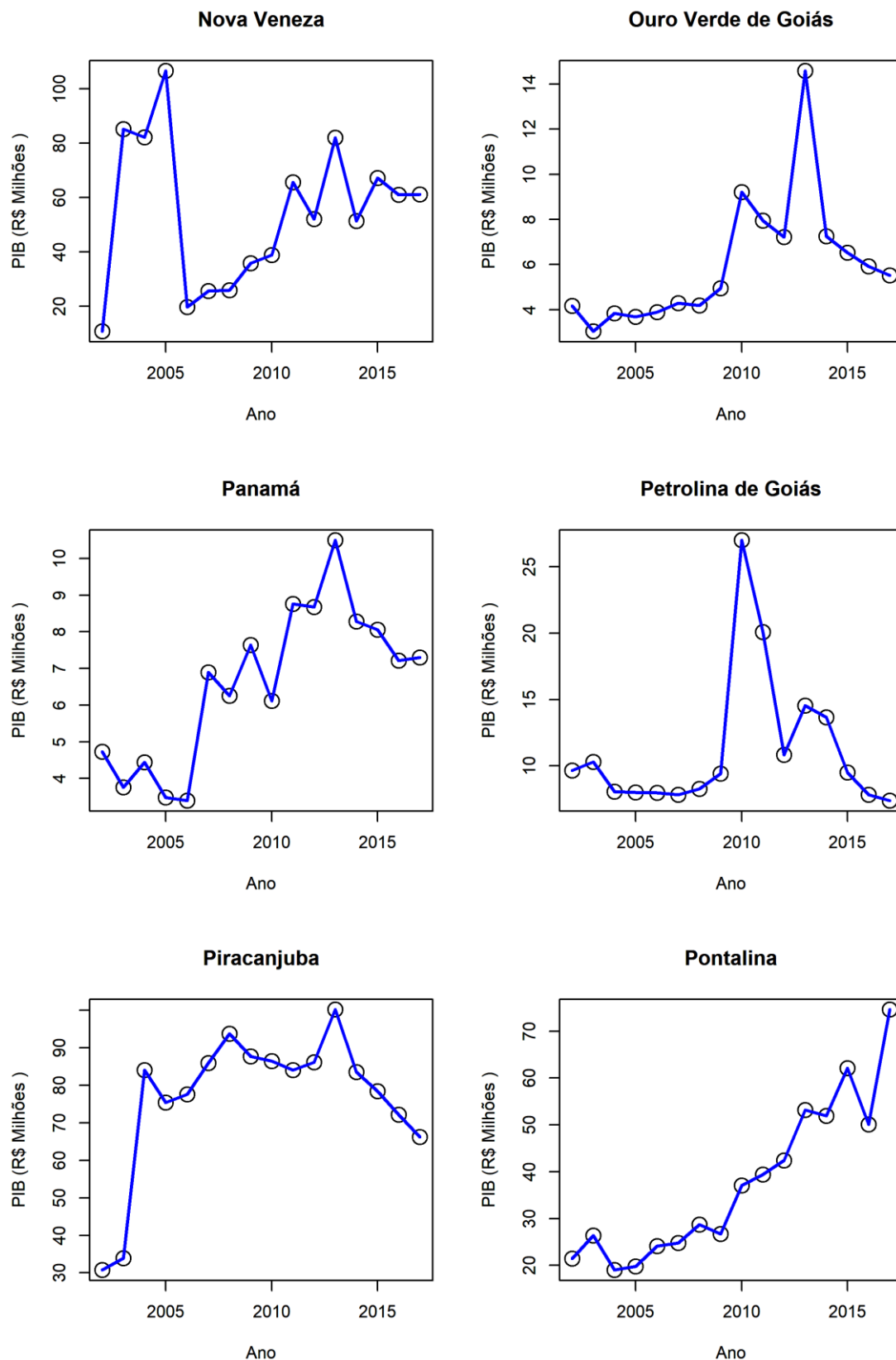


Figura 45 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

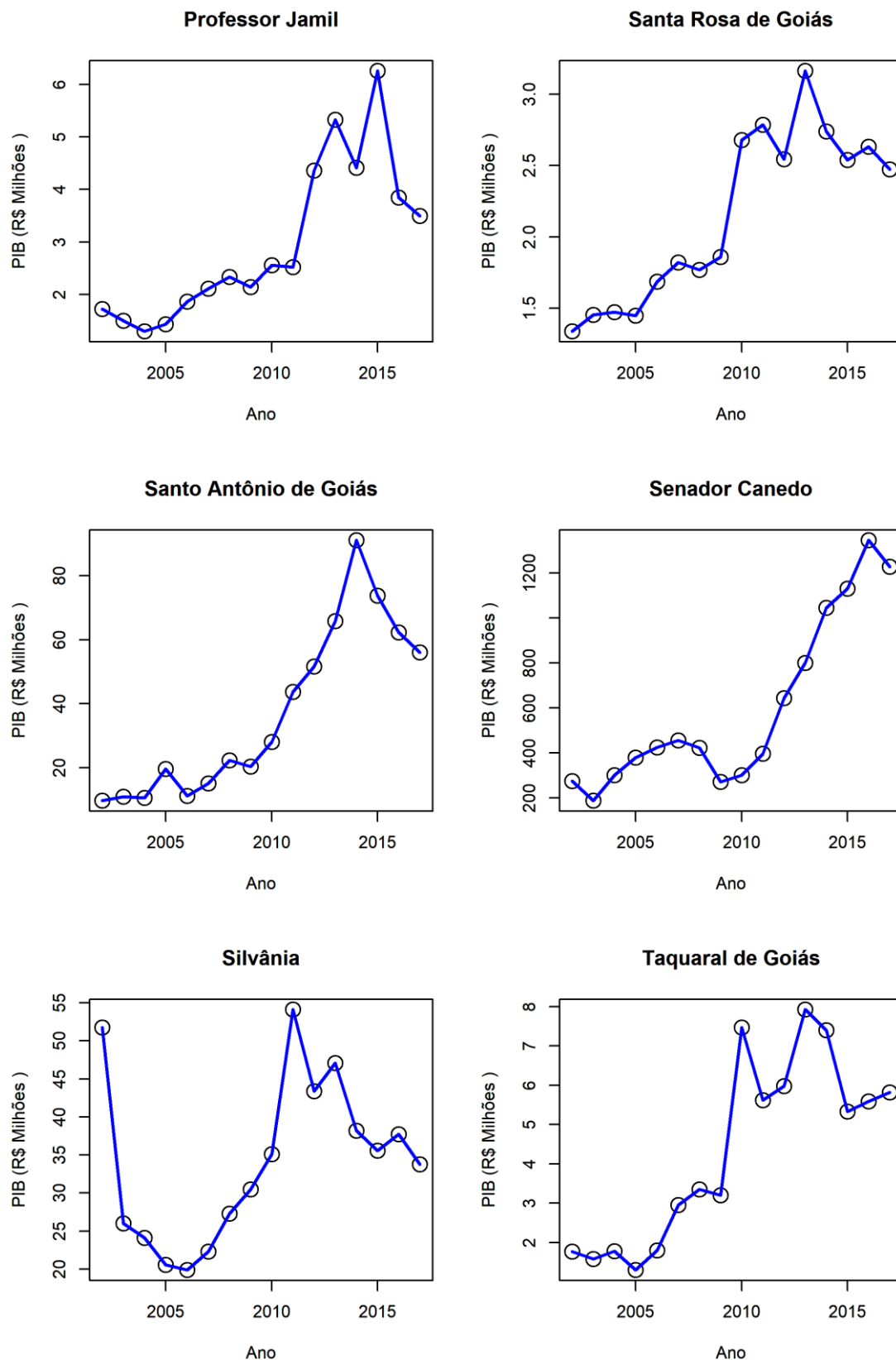


Figura 46 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

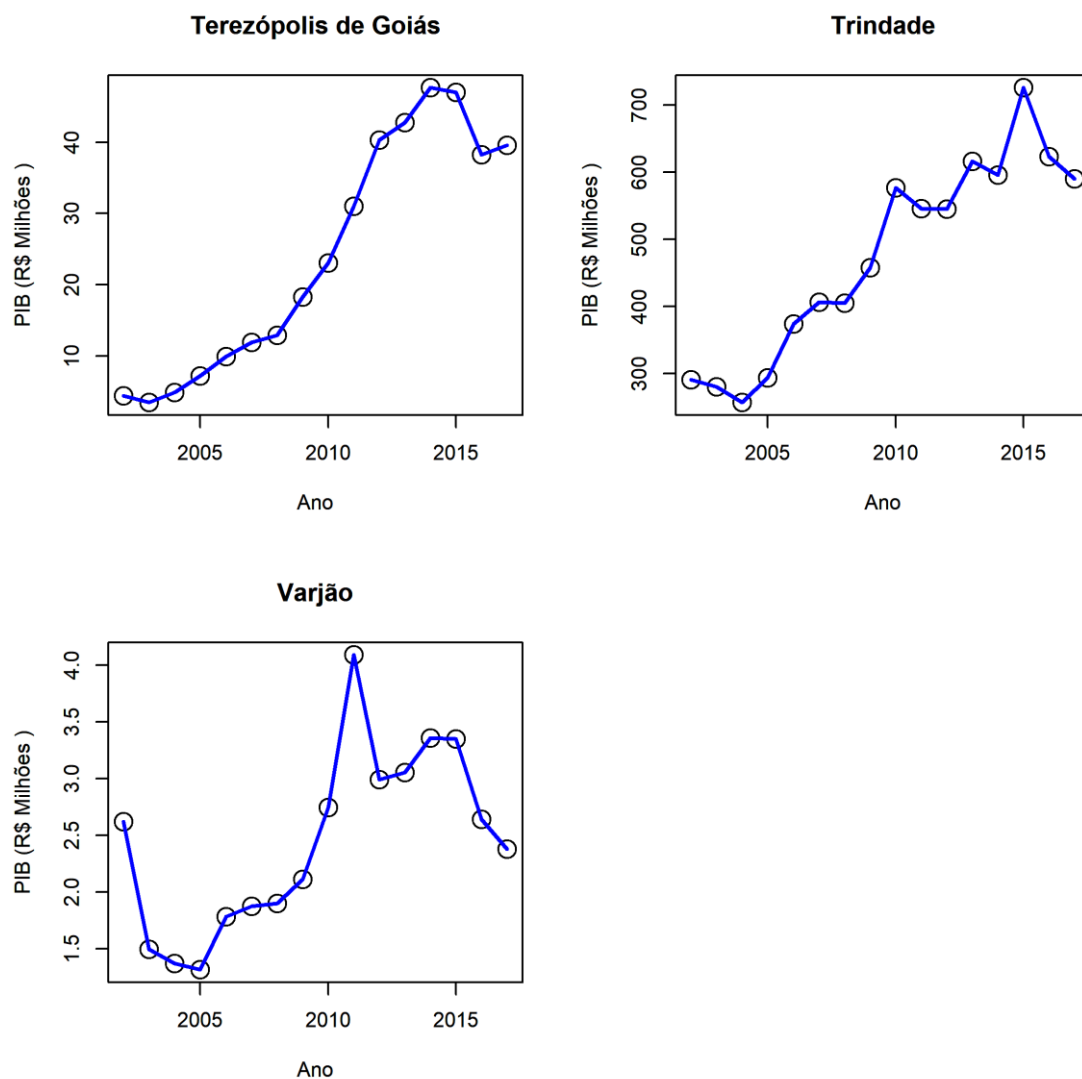


Figura 47 – Valor do PIB Industrial nos municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Assim, a prospecção de cenários futuros para o crescimento de demanda industrial tem um grau de incerteza elevado, muito em virtude da falta de planejamento de longo prazo de uma política industrial para o Brasil. Deste modo, utilizou-se duas possibilidades apresentadas a seguir.

Na primeira foram utilizados os dados de Projeções da ANA que consideram um crescimento exponencial para praticamente todas as cidades (Figura 48 a Figura 55). Este cenário parece ser relativamente extremo e considera um processo mais acelerado de recuperação da capacidade industrial.

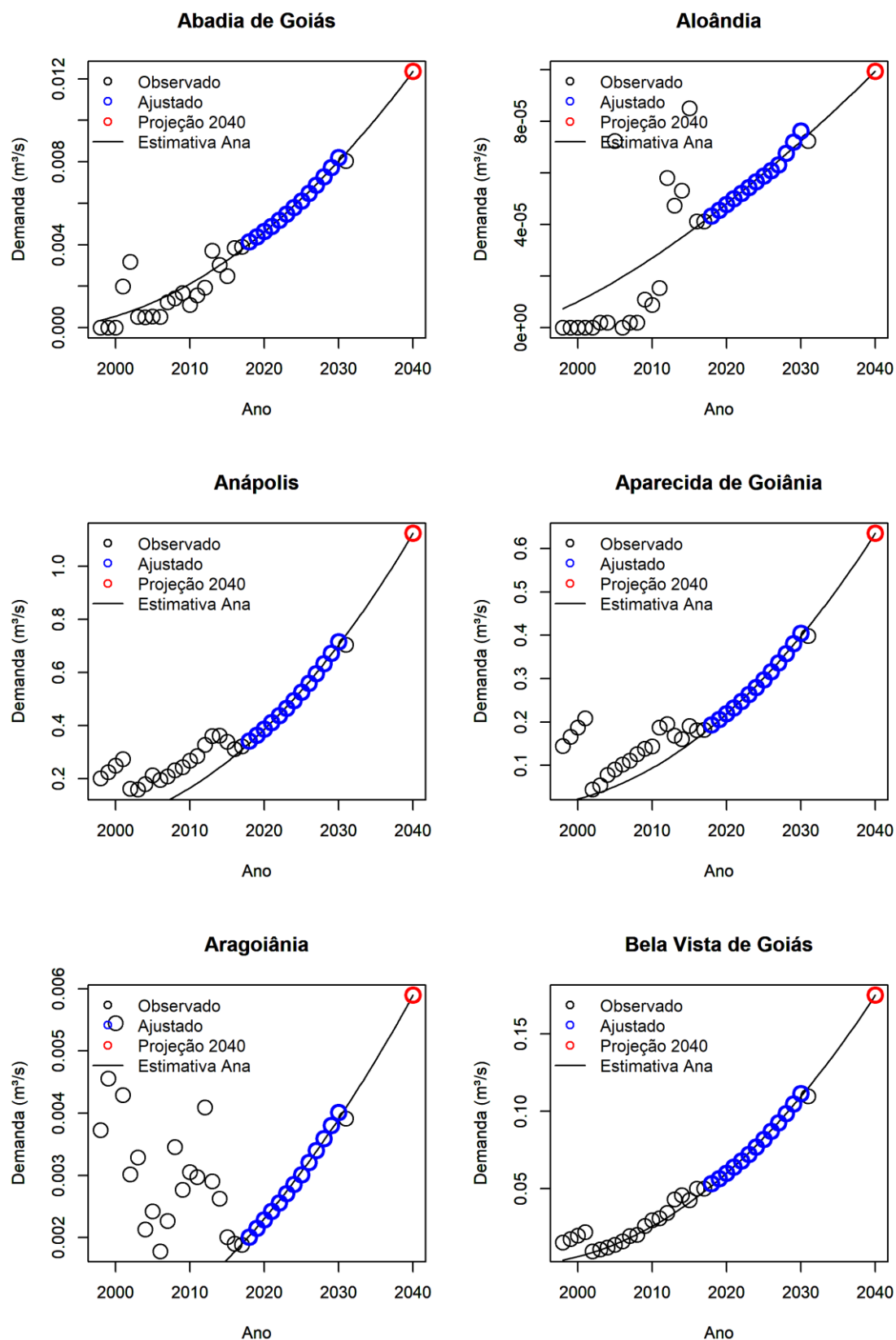


Figura 48 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

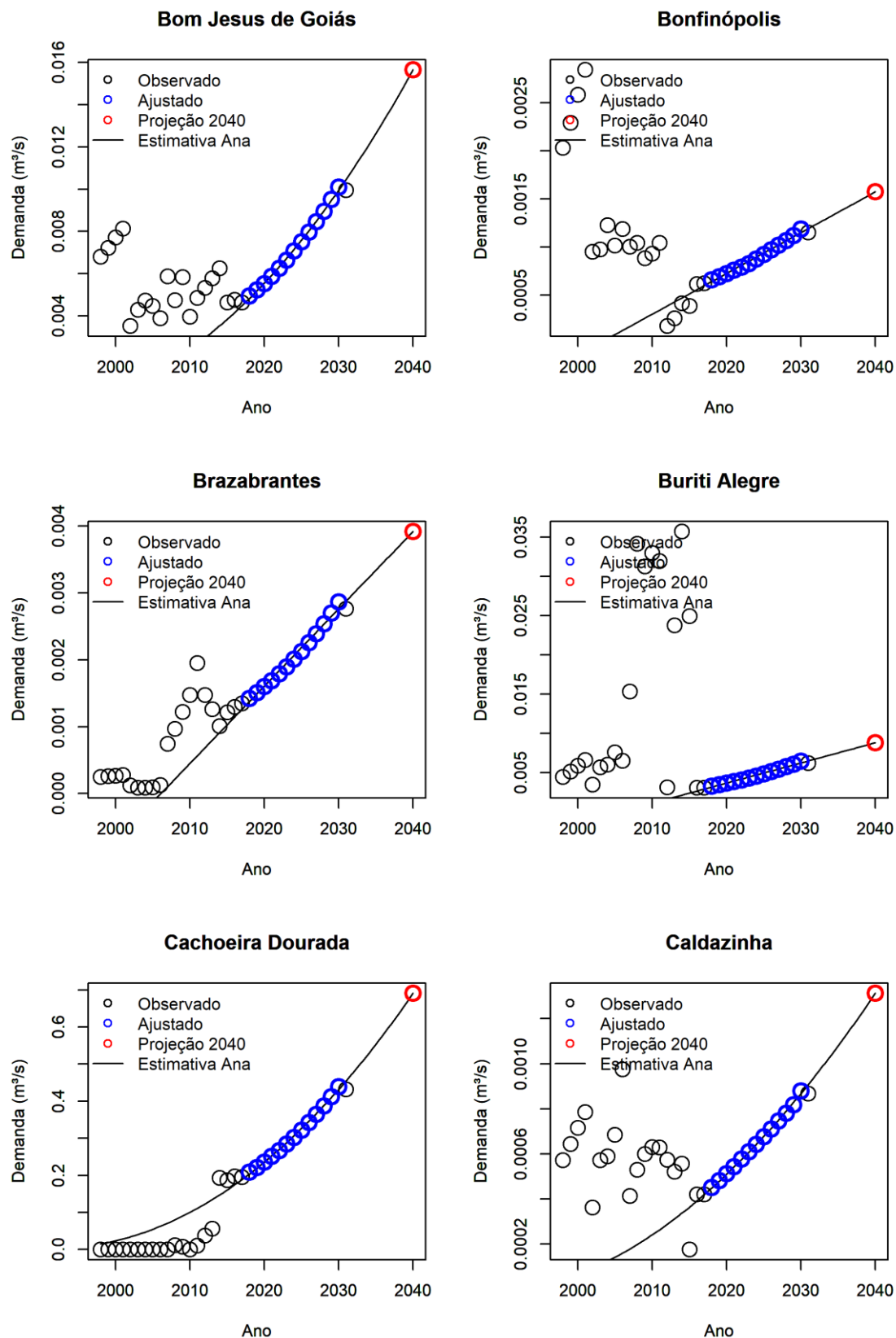


Figura 49 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

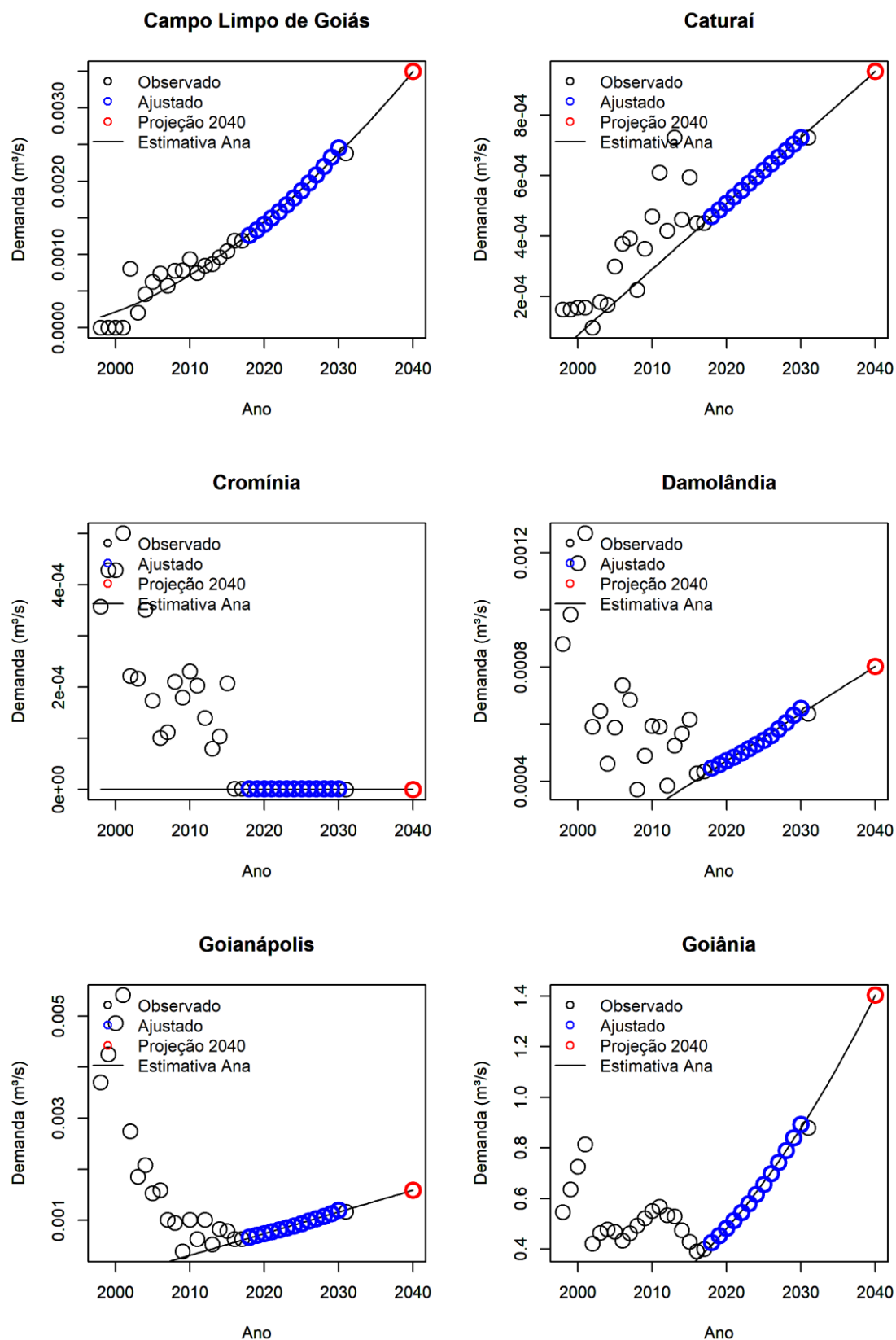


Figura 50 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

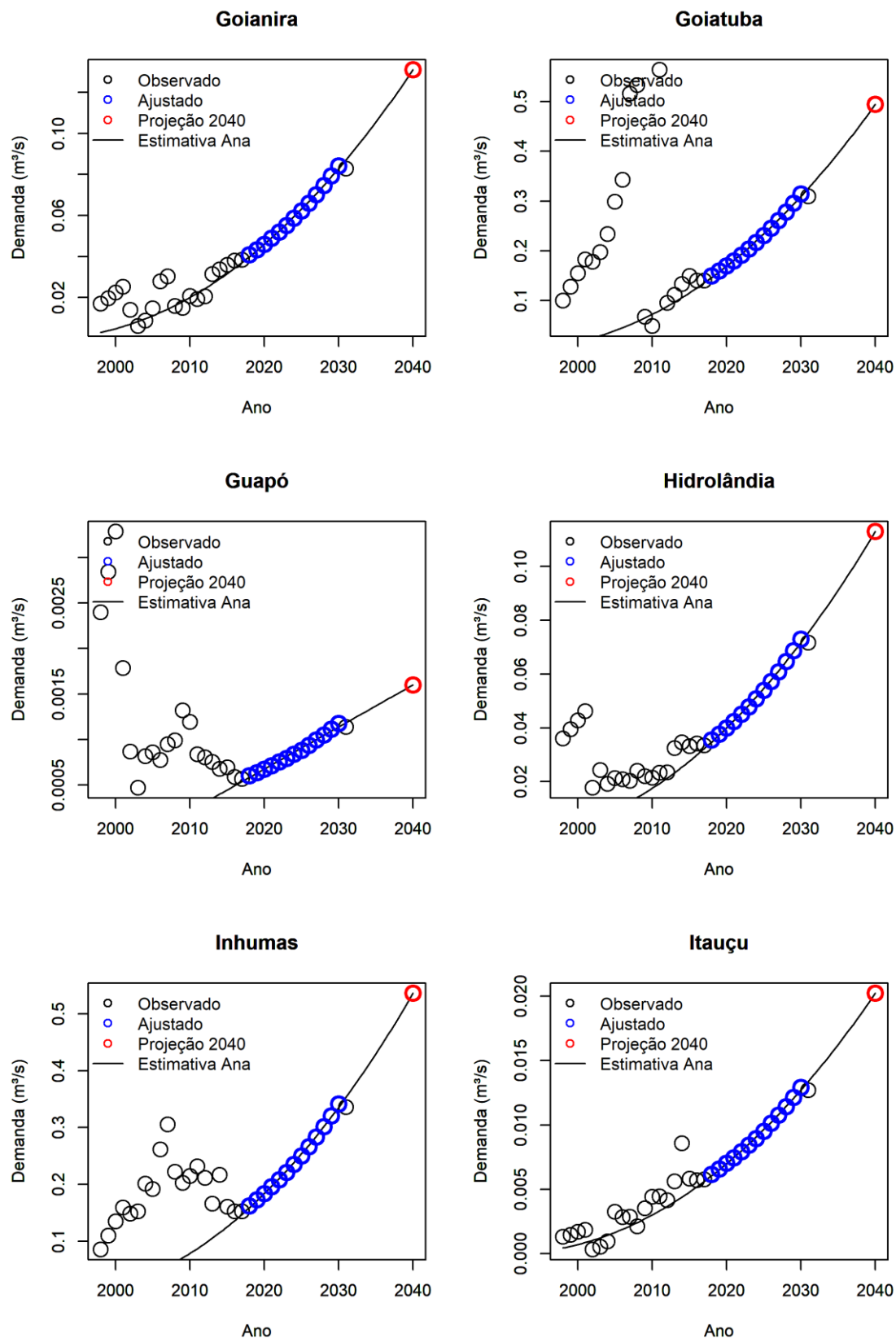


Figura 51 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

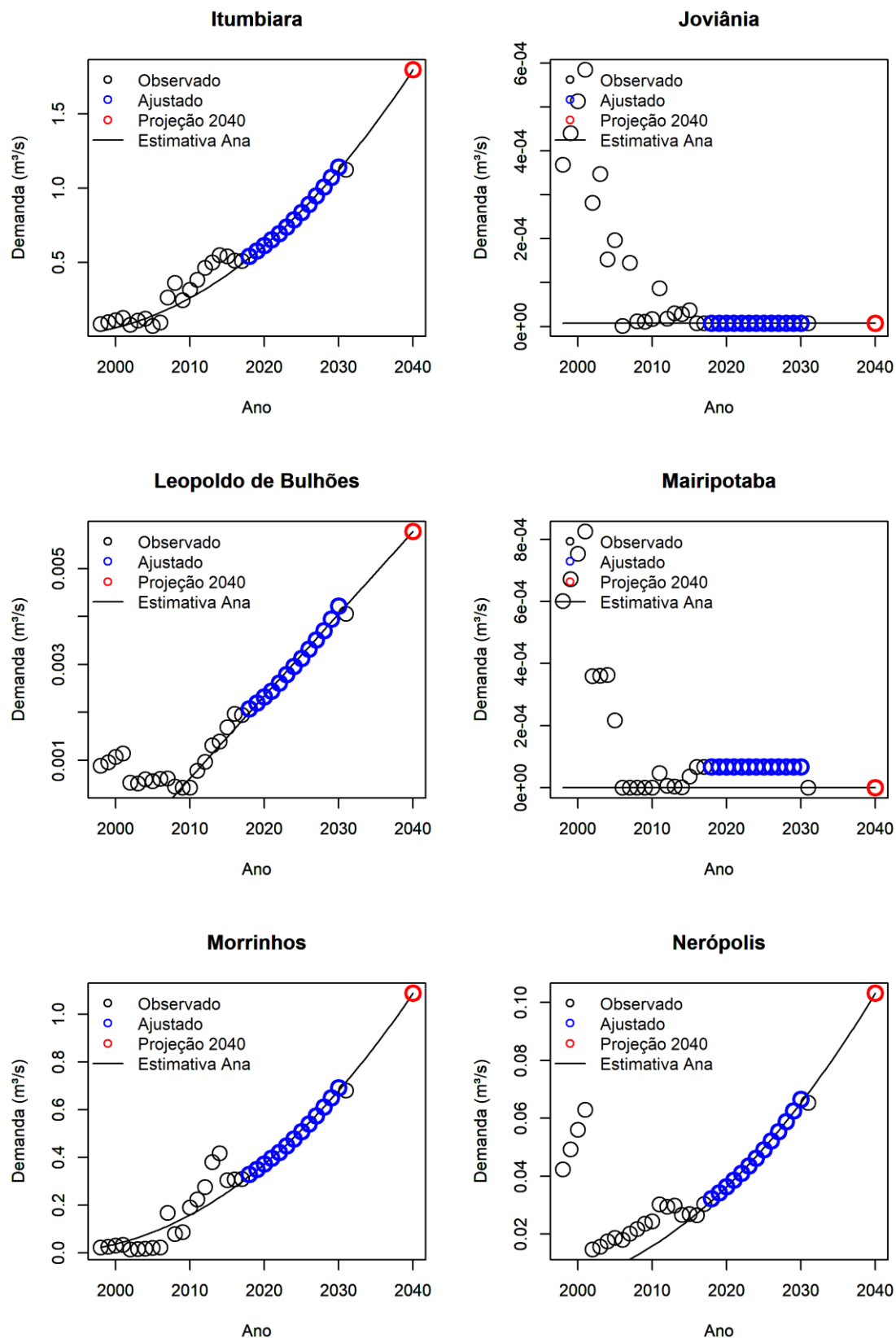


Figura 52 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

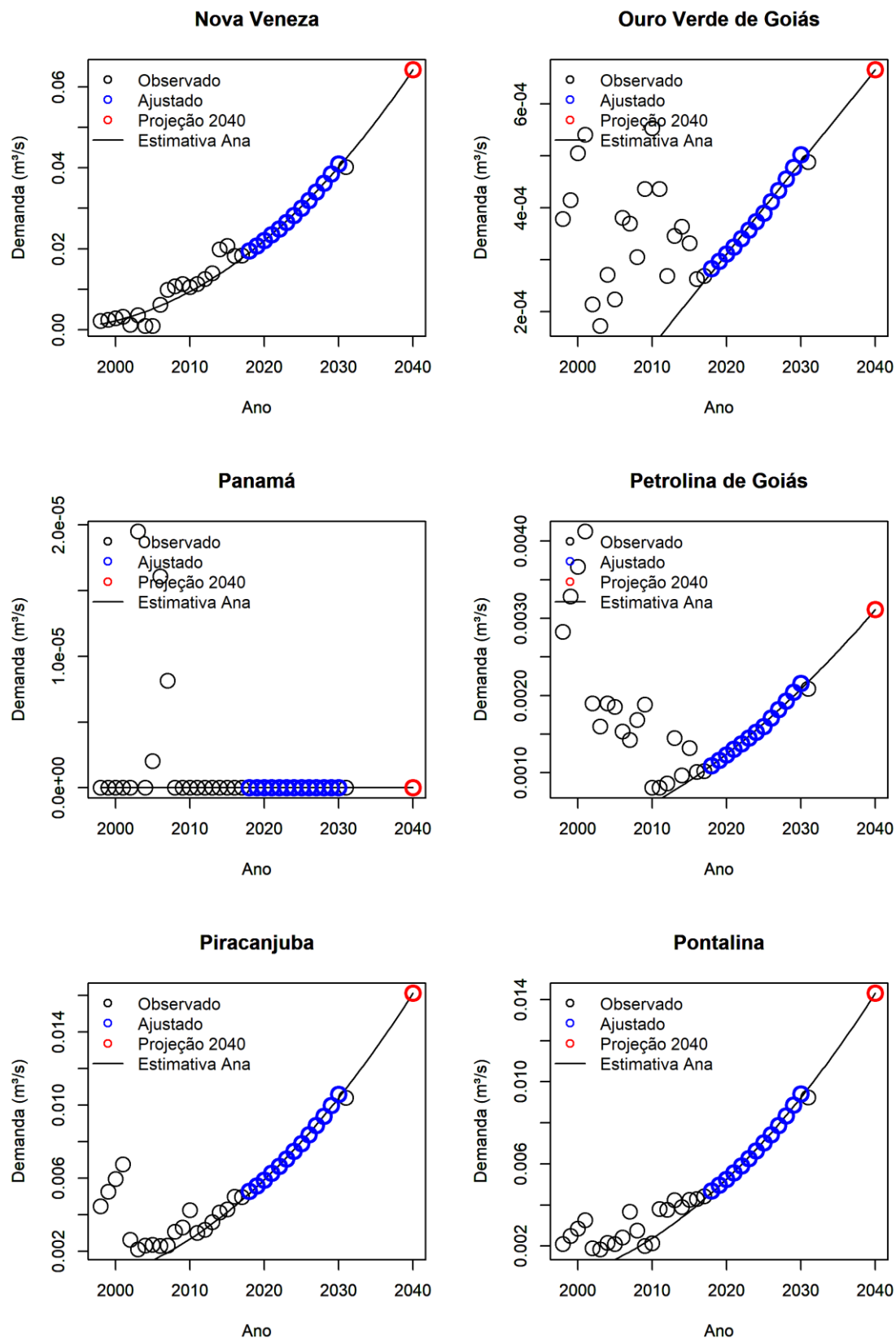


Figura 53 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

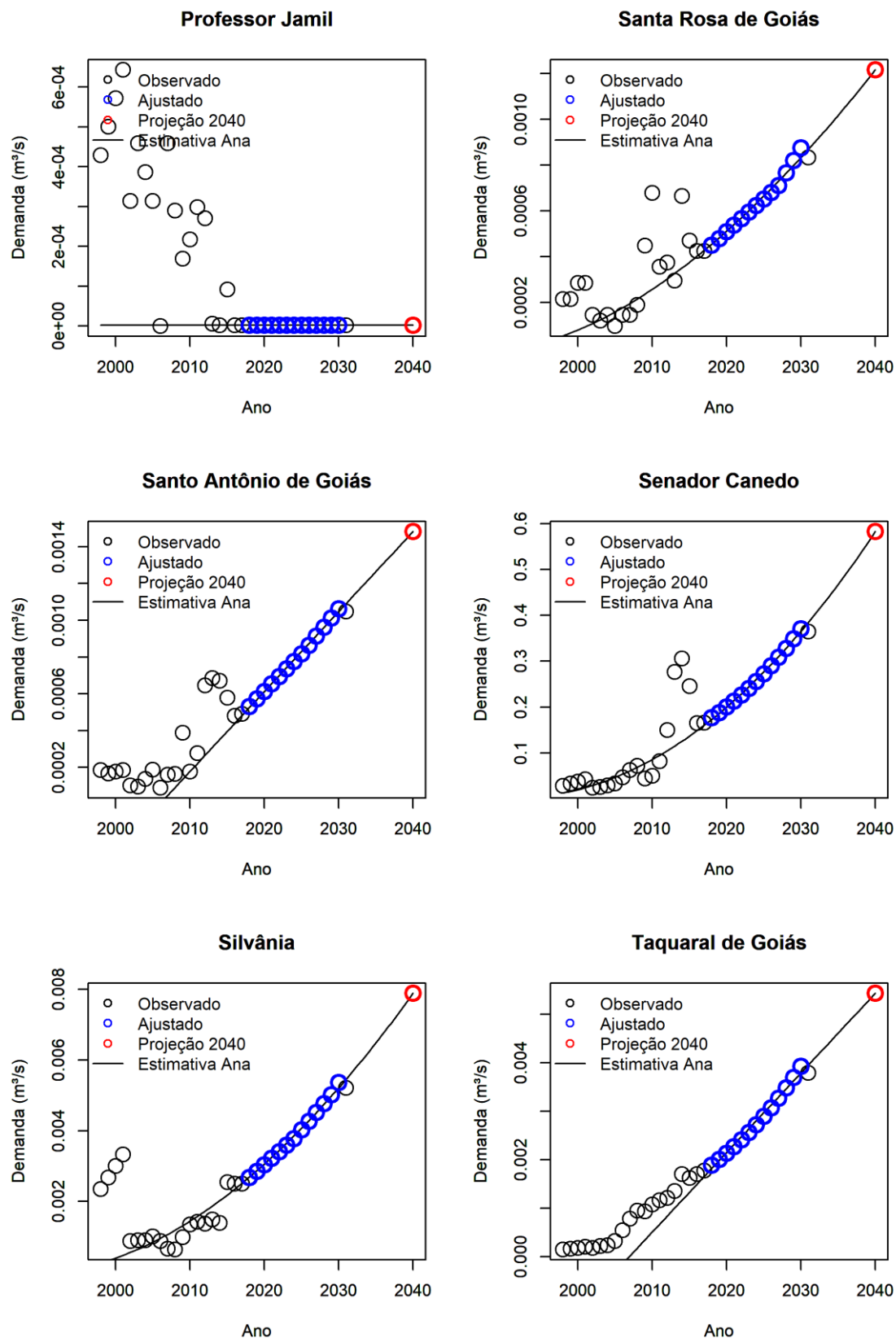


Figura 54 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

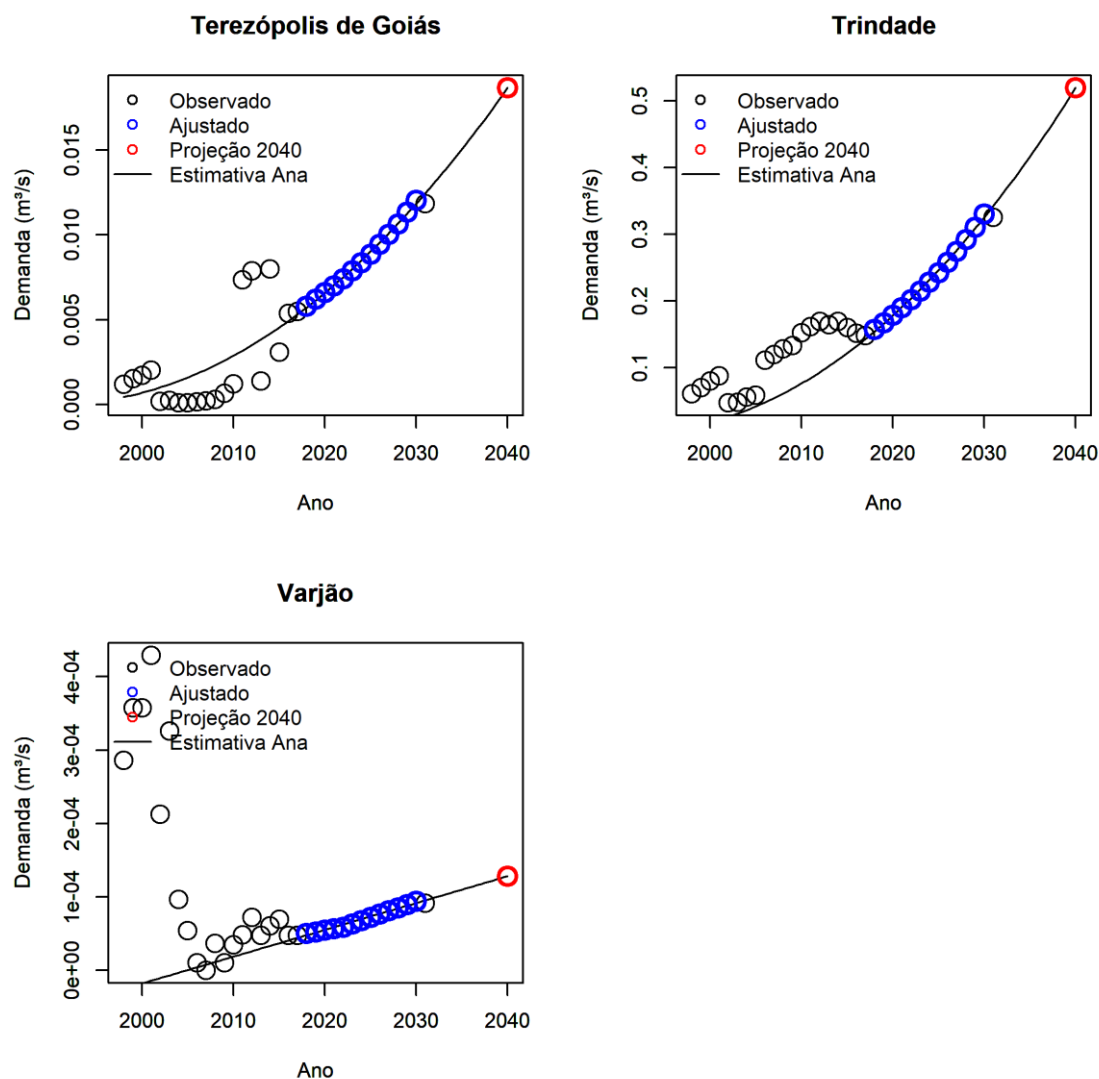


Figura 55 – Projeção da demanda da indústria para os municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte.

O dado do PIB da indústria tem diversas variáveis que podem não estar associadas diretamente com o montante produzido, como por exemplo, o preço do produto, que muitas vezes não acompanha o crescimento da inflação fazendo com que a mesma produção possa ter aumentado. Assim empregou-se também o **Índice Base Fixa** do IBGE, que compara a produção do mês de referência do índice com a média mensal produzida no ano base da pesquisa (2002). Neste estudo usou-se o mês de janeiro como referência.

“A partir do ano de 2002 o Estado de Goiás passou a ser contemplado na pesquisa, com abrangência geográfica em doze estados da Federação e Região Nordeste. Os 14 locais para os quais são divulgados indicadores compreendem aqueles que, individualmente, contribuem com, no mínimo, 1% da produção industrial do país. Em relação à amostra anterior, esse procedimento resultou na inclusão dos estados do Amazonas, Pará e Goiás.

Os estados que não atingem esse mínimo são pesquisados apenas para o índice nacional.

Os indicadores de quantum utilizam dados primários da Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física (PIM-PF). O painel de produtos e informantes acompanhado é uma amostra intencional representativa de 63% do Valor da Transformação Industrial da Pesquisa Industrial Anual de Empresas do período de 1998/2000, abrangendo 830 produtos e 3.700 unidades locais, totalizando cerca de 4.900 informações mensais, a partir de janeiro de 2002. ” (Instituto Mauro Borges, 2020)

A Figura 56 apresenta o resultado do índice e a projeção de crescimento para os anos 2030 e 2040. Verifica-se que quando comparado ao ano base de análise (2017), o aumento foi de 14% e 23%, respectivamente.

A projeção da ANA é mais otimista, e mostra que o aumento de consumo pela indústria como um todo na bacia seria de 114% para 2030 e 237% no ano de 2040.

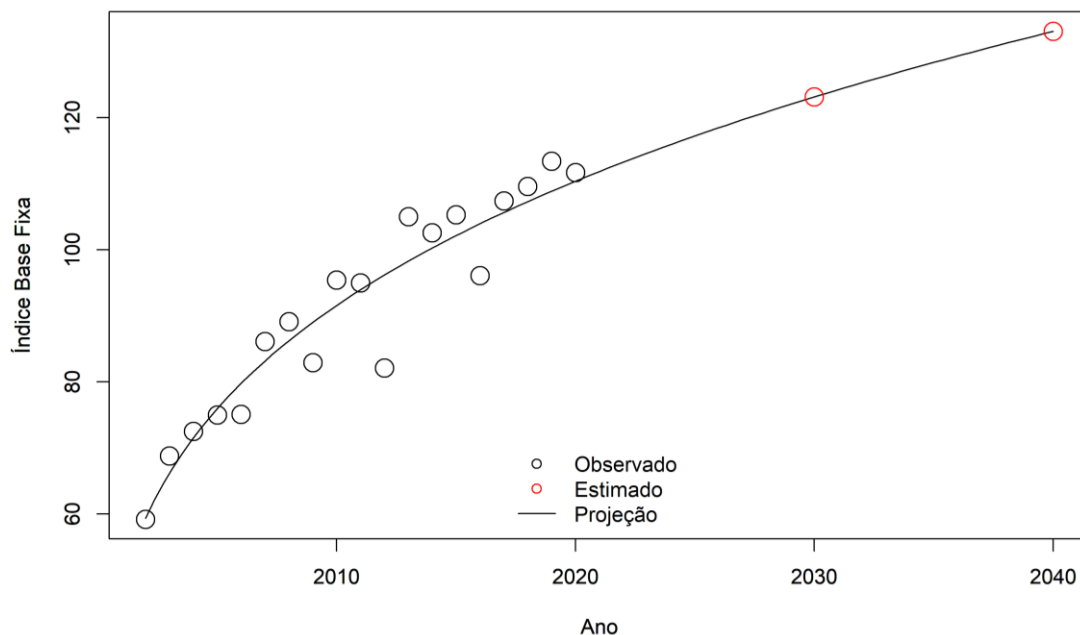


Figura 56 – Dados do Índice de Base Fixa da Indústria para o Estado de Goiás

5. Cenários Futuros

5.1 Cenários de Demanda

A partir das projeções apresentadas no Item 4 – PROJEÇÕES DE DEMANDAS, construiu-se os cenários de crescimento das demandas para a UPGRH do Rio Meia Ponte.

As demandas relativas ao abastecimento humano (Urbano e Rural) têm uma dinâmica relativamente estável com um comportamento de crescimento bem definido, assim, em princípio, o nível de incertezas apresentado pelas taxas de crescimento deste tipo de consumo tende a ser baixo, apresentado valores muito próximos dos empregados pela ANA (2019).

Com isso, considerou-se uma taxa de crescimento baseado nos modelos do item 4.2 – Abastecimento Humano. Os valores para as projeções para a bacia como um todo são apresentados na Tabela 10. Os consumos de Mineração e Termoelétrica na bacia são muito pequenos e considerou-se a projeção da ANA para estes cenários.

A determinação da distribuição das demandas nas sub-bacias foi feita empregando-se a mesma metodologia apresentada no Produto 2 – Diagnóstico, com o cenário base das vazões fornecidas por ANA (2019).

Os itens: consumo industrial, consumo animal e consumo para irrigação mostraram um grau de incerteza mais elevado podendo haver diferentes projeções que dependeram de uma infinidade de fatores internos e externos. Esses fatores não são controlados pelos gestores e têm uma dificuldade maior de serem previstos. Um exemplo bem característico dessa incerteza é a Pandemia de COVID-19 que tende a afetar as mais diversas áreas da economia nos próximos anos.

Assim, para a construção desses cenários considerou-se para cada tipo de uso, duas condições. A primeira chamada de tendencial, é a encontrada em ANA (2019), as outras demandas foram estabelecidas pelas projeções, sendo os resultados apresentados na Tabela 11.

Para o consumo animal, considerou as projeções de crescimento apresentadas no item 4.3 - Abastecimento Animal. O consumo foi considerado distribuído de modo regular e uniforme dentro do município, de modo simular à demanda rural. O cenário alternativo apresenta um crescimento do consumo de 5,5% e 10,5% para os anos de 2030 e 2040. No cenário tendencial, esse incremento foi maior, de 40,2% e 71,1%, para os esses anos.

Para o consumo de água pela irrigação, no cenário alternativo foram considerados os dados de área irrigável em cada sub-bacia, conforme item 4.4.1 Definição da Área Irrigável. Este cenário apresenta um acréscimo na demanda de água quando

comparado com o tendencial. No Cenário I (Tendencial) projetado, a demanda na bacia apresentaria um aumento de 32,6% para 2030 e 58,1% em 2040. Considerando a possibilidade de um uso maior das áreas esse aumento ficaria em 141,3% (2030) e 394,8% (2040).

O terceiro uso que apresentou incerteza foi a indústria. No cenário alternativo considerou-se um crescimento baseado no índice de base fixa da indústria para o estado de Goiás. As taxas de crescimento foram consideradas como uniformes na bacia. O aumento esperado para o cenário tendencial seria um crescimento de 121,8% e 215,8% para 2030 e 2040, com um consumo total de 3,92 m³/s e 5,58 m³/s. O cenário alternativo é mais conservador, pois o aumento da indústria esperado seria de aproximadamente 34,7% e 45,5%. As vazões demandadas pela indústria nesta situação seriam de 2,38 m³/s e 2,57 m³/s.

Tabela 10 – Projeções de crescimento das demandas para Abastecimento Humano, Mineração e Termoeletrica da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Cenários	Retirada (m³/s)					Crescimento (%)			
	Ano	Humano Urbano	Humano Rural	Mineração	Termoeleétrica	Humano Urbano	Humano Rural	Mineração	Termoeleétrica
Atual	2017	5,081	0,040	0,011	0,000	-	-	-	-
Todos Cenários	2030	6,098	0,032	0,011	0,000	20,0%	-18,0%	-0,9%	0,0%
	2040	6.588	0.032	0.014	0.000	29.7%	-18.0%	22.2%	0.0%

Tabela 11 – Projeções de crescimento das demandas para Indústria, Abastecimento Animal e Irrigação da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Cenários	Retirada (m ³ /s)					Crescimento (%)			
	Ano	Indústria	Animal	Irrigação	Total	Indústria	Animal	Irrigação	Total
Atual	2017	1,769	1,108	3,972	11,982	-	-	-	-
Cenário I (Tendencial)	2030	3,924	1,554	5,266	16,886	121,8%	40,2%	32,6%	40,9%
	2040	5,586	1,897	6,279	20,396	215,8%	71,1%	58,1%	70,2%
Cenário II	2030	2,382	1,554	5,266	15,344	34,7%	40,2%	32,6%	28,1%
	2040	2,575	1,897	6,279	17,385	45,5%	71,1%	58,1%	45,1%
Cenário III	2030	3,924	1,169	5,266	16,501	121,8%	5,5%	32,6%	37,7%
	2040	5,586	1,225	6,279	19,724	215,8%	10,5%	58,1%	64,6%
Cenário IV (Otimista)	2030	3,924	1,554	9,583	21,203	121,8%	40,2%	141,3%	77,0%
	2040	5,586	1,897	19,655	33,773	215,8%	71,1%	394,8%	181,9%
Cenário V	2030	2,382	1,554	9,583	19,661	34,7%	40,2%	141,3%	64,1%
	2040	2,575	1,897	19,655	30,761	45,5%	71,1%	394,8%	156,7%
Cenário VI (Pessimista)	2030	2,382	1,169	5,266	14,959	34,7%	5,5%	32,6%	24,8%
	2040	2,575	1,225	6,279	16,713	45,5%	10,5%	58,1%	39,5%
Cenário VII	2030	3,924	1,169	9,583	20,818	121,8%	5,5%	141,3%	73,7%
	2040	5,586	1,225	19,655	33,101	215,8%	10,5%	394,8%	176,3%
Cenário VIII	2030	2,382	1,169	9,583	19,276	34,7%	5,5%	141,3%	60,9%
	2040	1,635	2,955	69,392	79,233	40,3%	26,8%	328,2%	235,6%

Com base nos 8 cenários apresentados foram escolhidos 3 para representar as possíveis condições futuras da bacia. O Cenário I, foi assumido como o Tendencial, por ser a base do planejamento de recursos hídricos do Brasil para os próximos anos. No Cenário IV, considerado o Otimista, tem-se um crescimento mais forte da economia com consequente aumento mais expressivo das demandas. O Cenário VI, é considerado o Pessimista, com um desenvolvimento menor da região, e, por conseguinte, das demandas.

A distribuição proporcional dos consumos de cada tipo de uso em relação ao consumo total de cada uma das sub-bacias para os cenários mais extremos está apresentada na Figura 60 à 65. Ela serve para indicar a importância de cada uso por região, de modo a auxiliar o planejamento. A distribuição para os outros cenários é apresentada no Anexo I.

A bacia, com exceção da Região Metropolitana da Goiânia, e alguns pontos em torno de Anápolis e Itumbiara, apresenta um consumo preponderantemente associado ao consumo rural (dessedentação animal e irrigação). O consumo para irrigação se concentra na porção sul e norte da bacia enquanto a dessedentação animal ocorre mais na porção central da bacia.

Verifica-se que a bacia é essencialmente rural com consumo predominantemente associado à irrigação que ocorre em toda a bacia, mas principalmente nas porções do Alto e Baixo Meia Ponte. Na porção do Médio Meia Ponte, após a afluência do Ribeirão Dourado, o consumo preponderante é o de dessedentação animal.

A predominância do consumo humano acontece principalmente na Região Metropolitana de Goiânia e em Anápolis. Em outros locais este tipo de consumo, que é bastante pontual, é sobreposto pelos demais, em especial a irrigação.

O consumo industrial está previsto também em poucos locais, principalmente nos municípios da Região Metropolitana de Goiânia, e próximo a Itumbiara, ao sul da bacia.

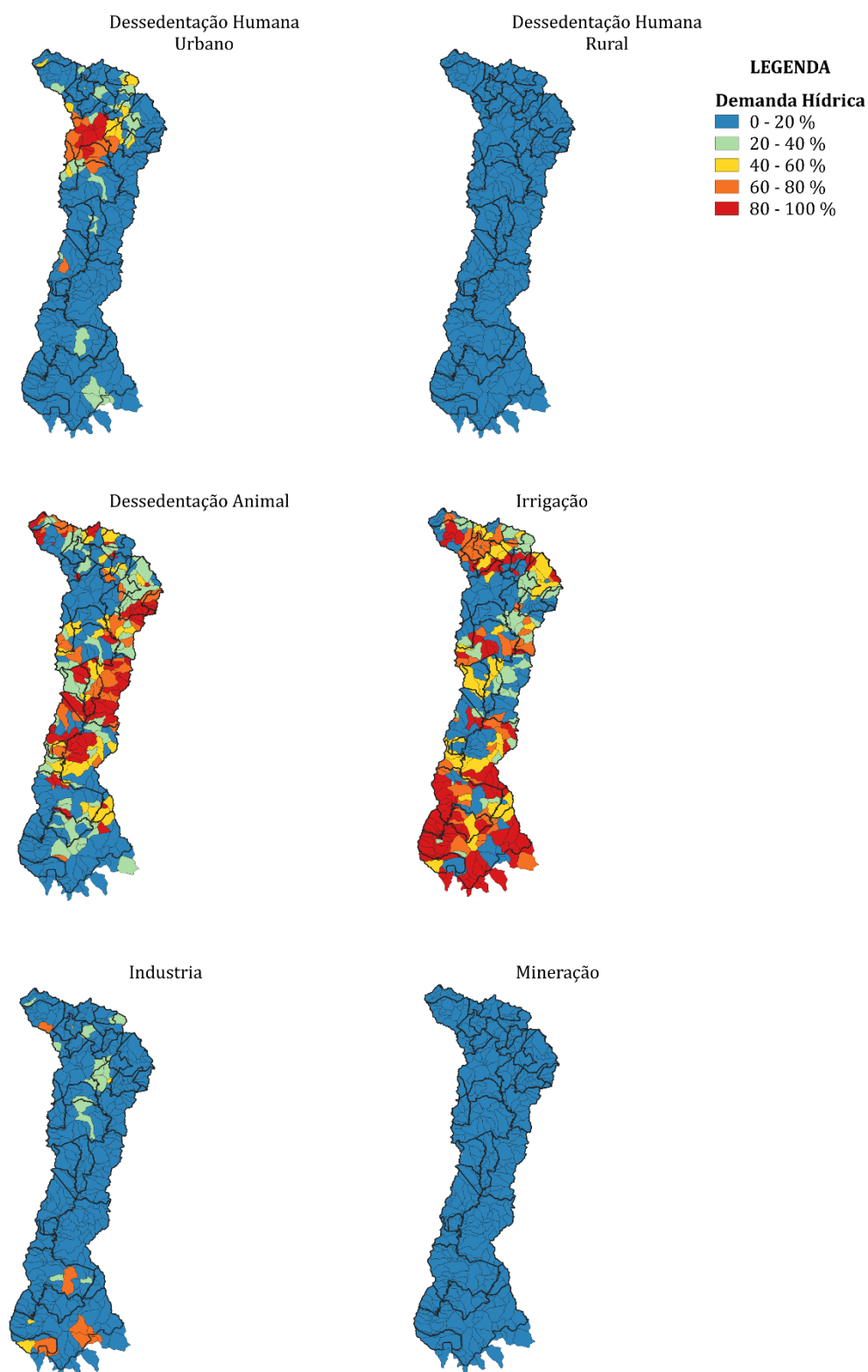


Figura 57 – Distribuição dos consumos para o Cenário I para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

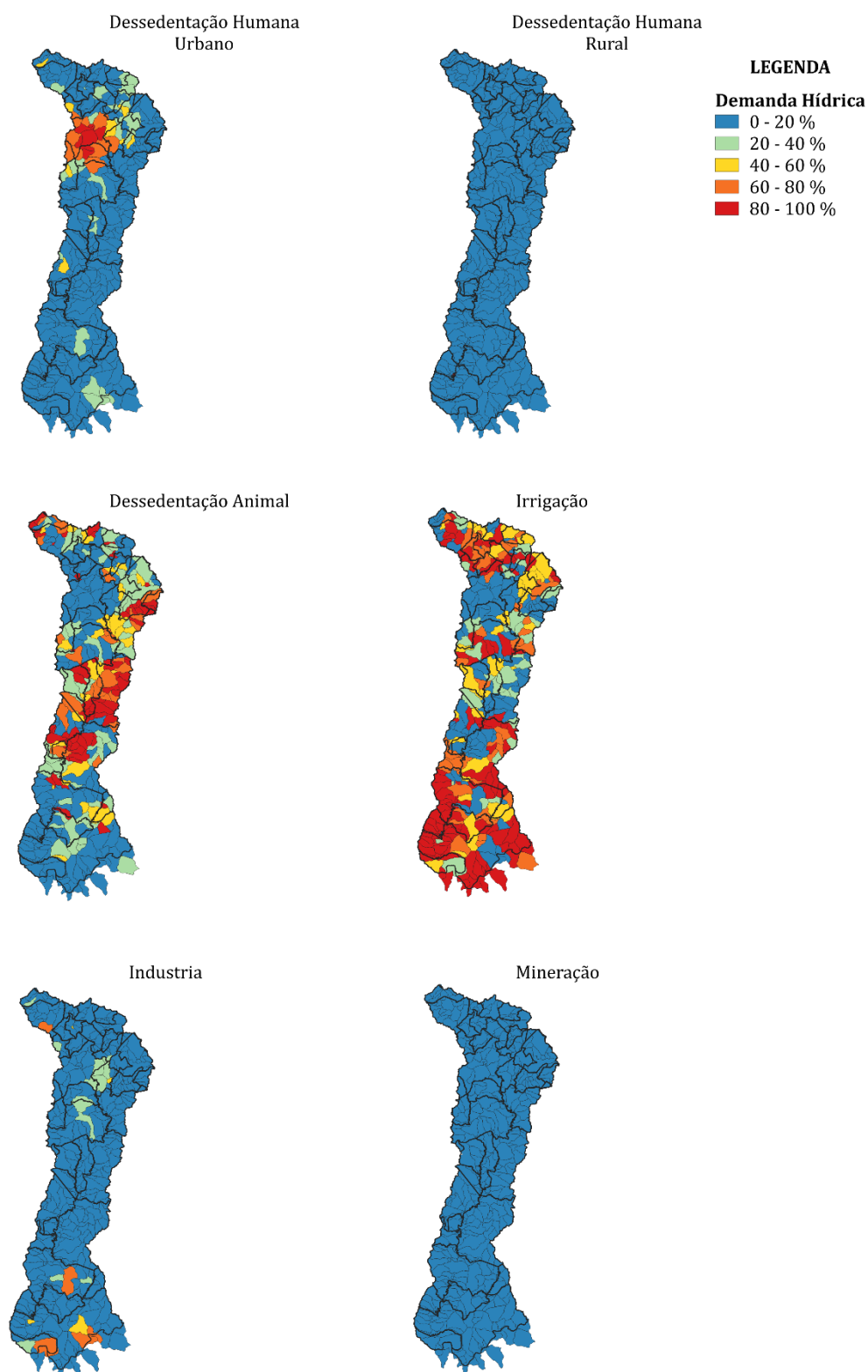


Figura 58 – Distribuição dos consumos para o Cenário IV para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

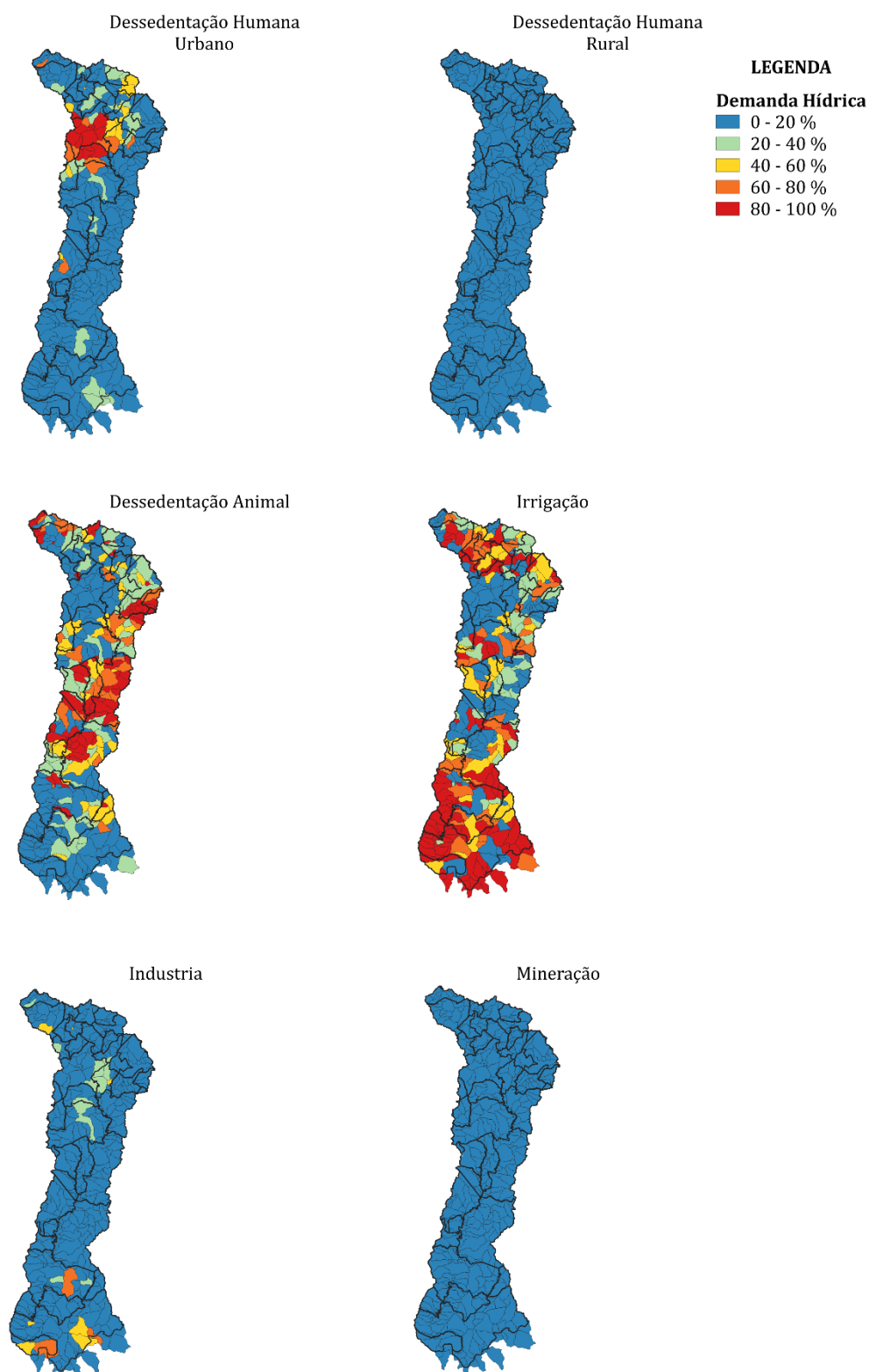


Figura 59 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

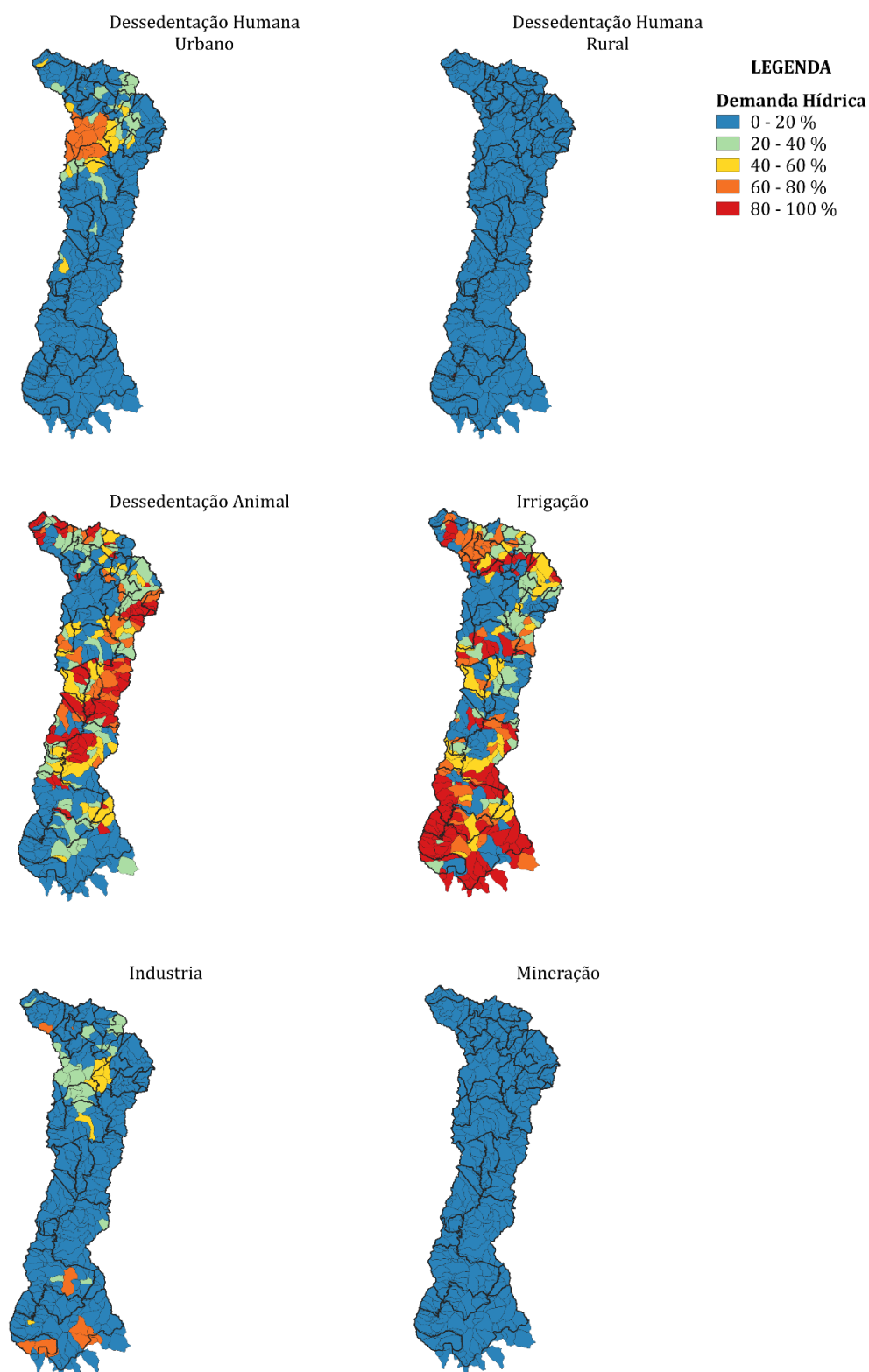


Figura 60 – Distribuição dos consumos para o Cenário I para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

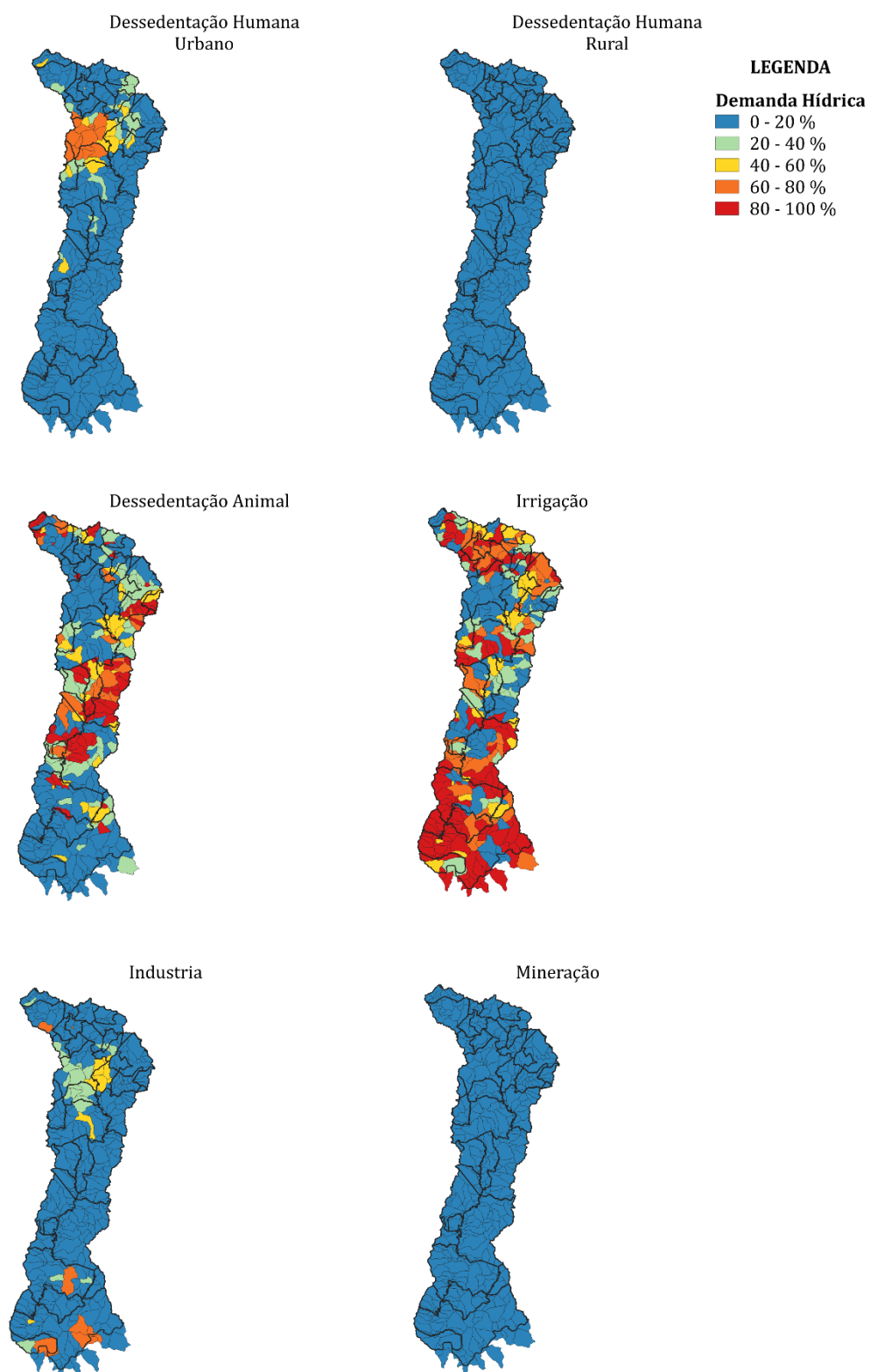


Figura 61 – Distribuição dos consumos para o Cenário IV para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

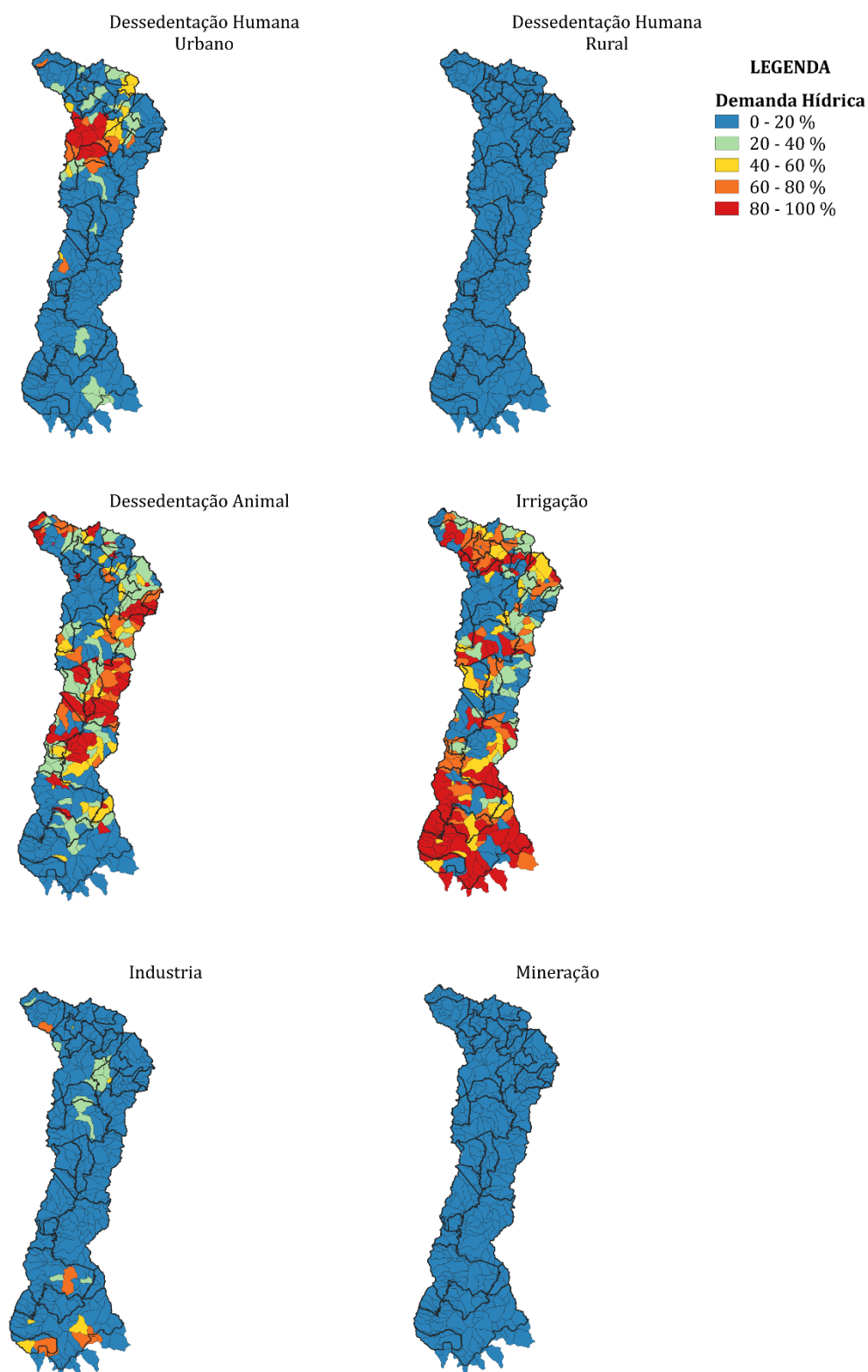


Figura 62 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

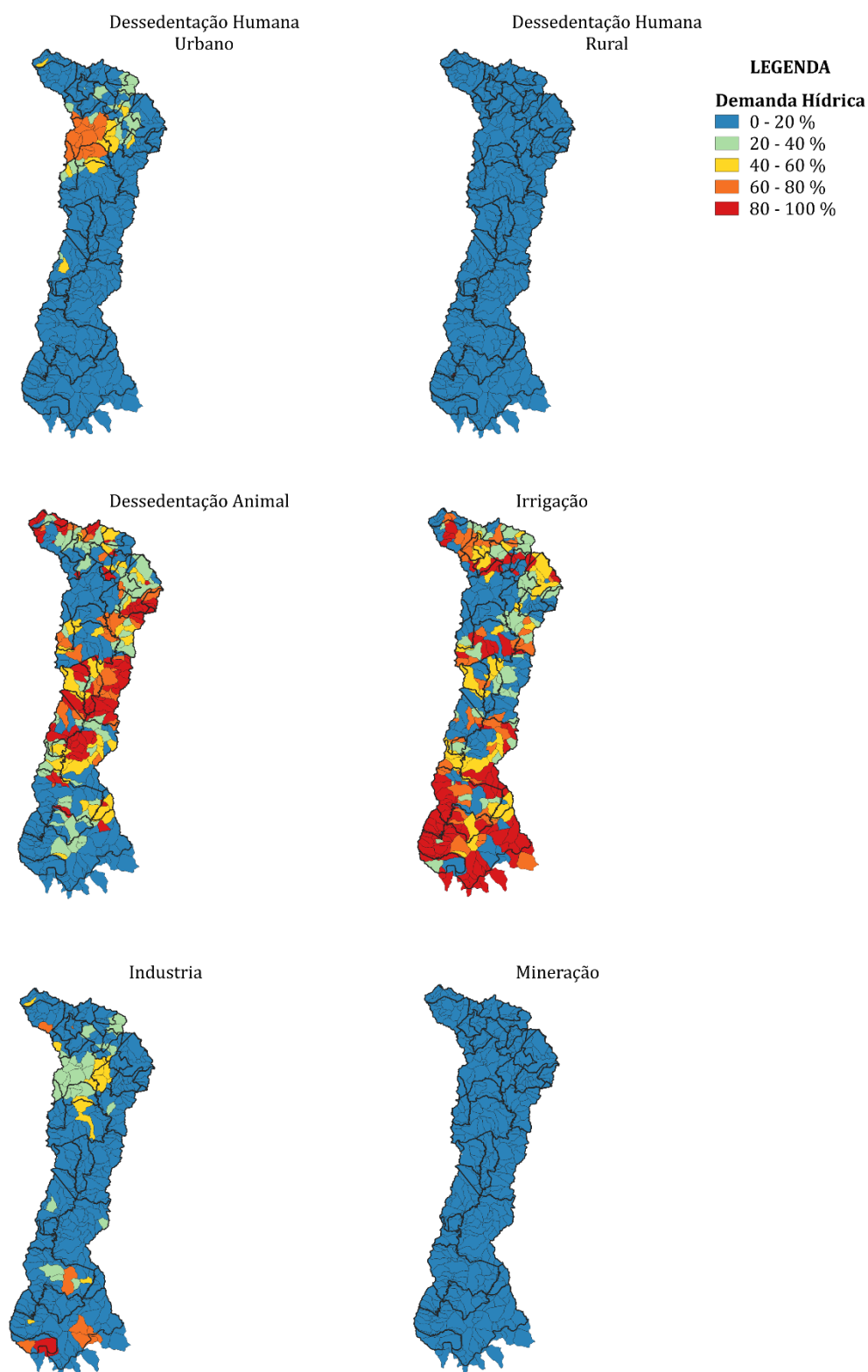


Figura 63 – Distribuição dos consumos para o Cenário I para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

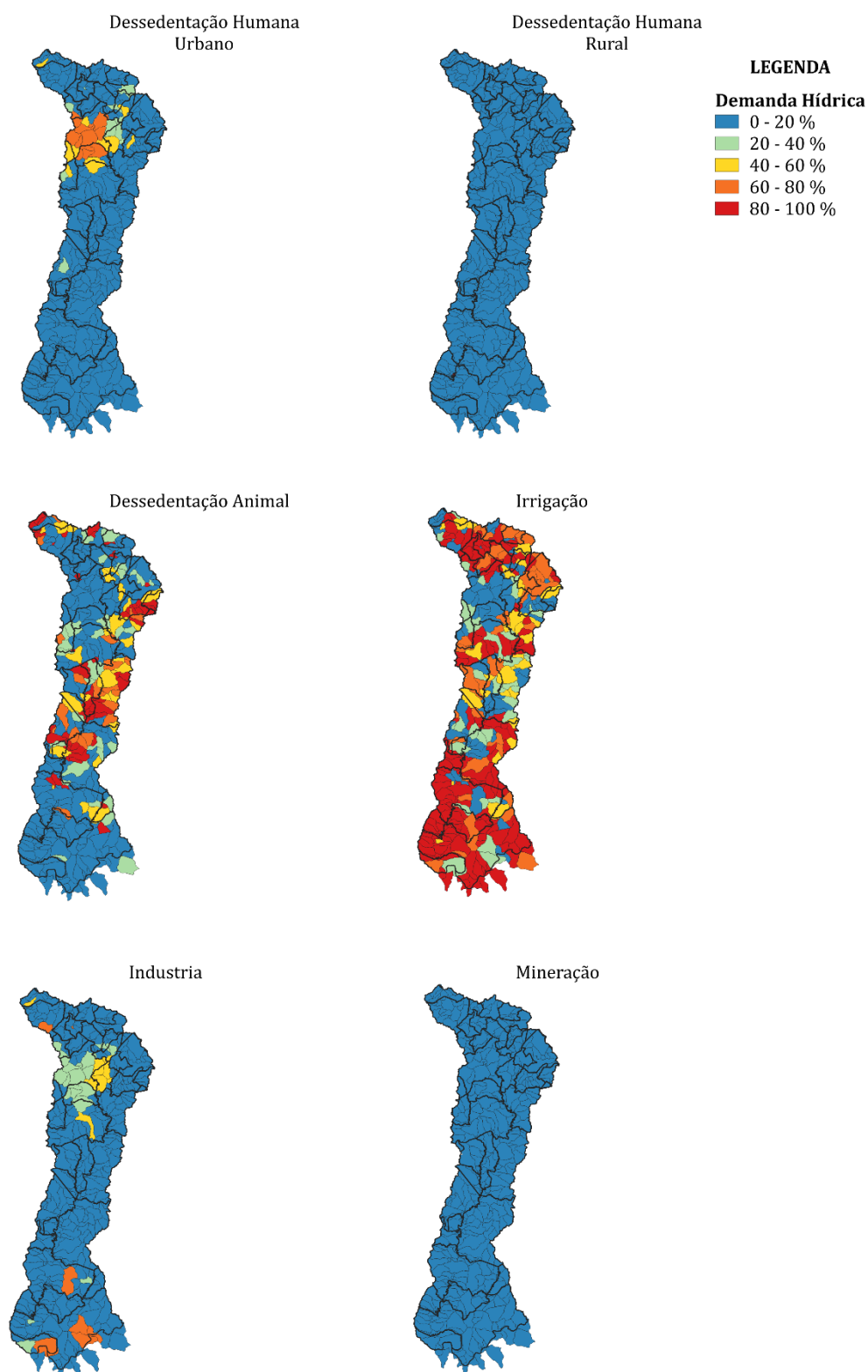


Figura 64 – Distribuição dos consumos para o Cenário IV para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

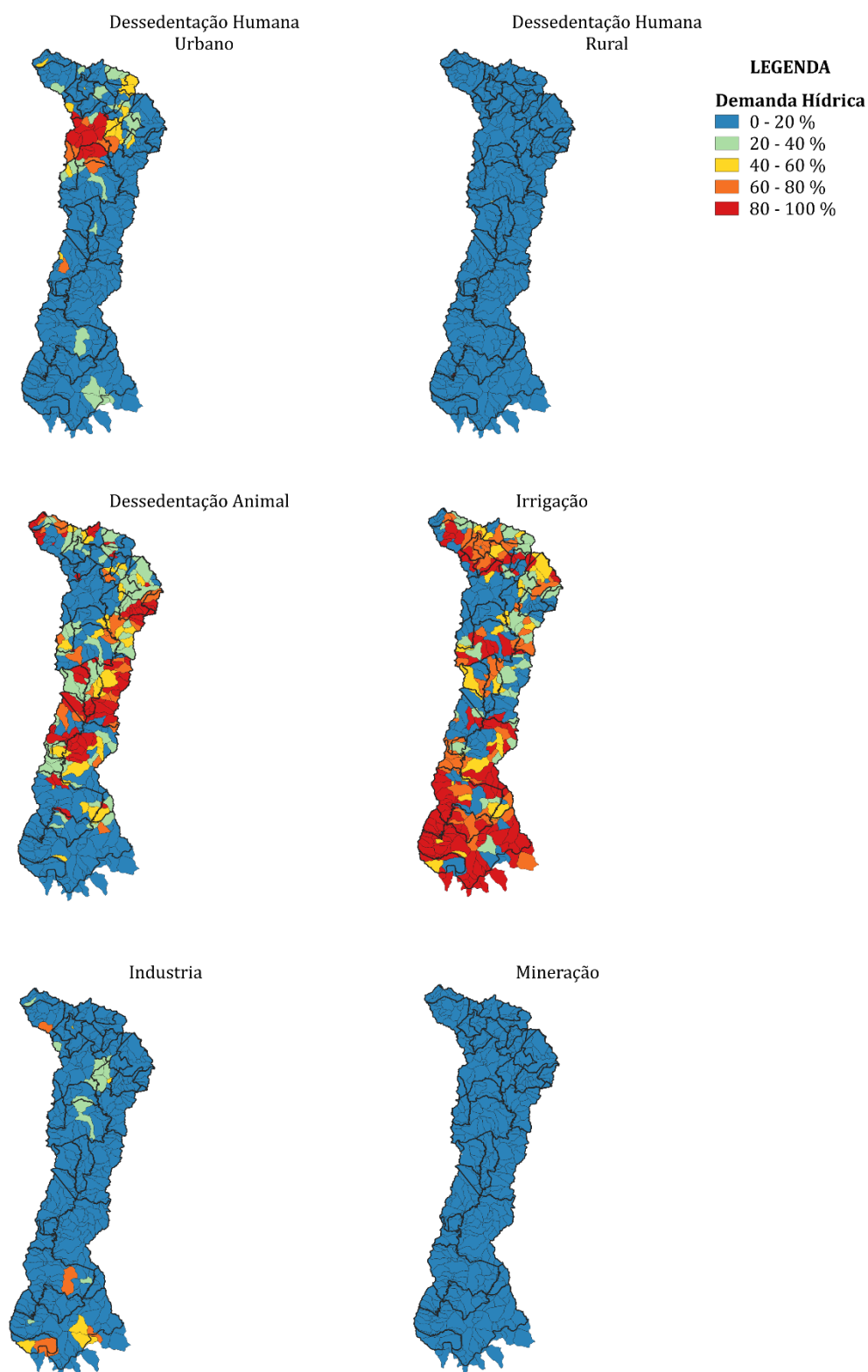


Figura 65 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

5.2 Cenários de Disponibilidade

As alterações da disponibilidade hídrica podem ser decorrentes de dois fatores: climático e ambiental. O primeiro está associado às alterações antrópicas do clima, e está associado a fenômenos de longo prazo, com previsões ocorrendo para o final do século.

As alterações ambientais são mais rápidas e estão associadas às alterações da paisagem, em especial à mudança do uso do solo, provocando mudanças em escala temporal mais curta.

A mudança climática projetada no Brasil na década de 2080 em relação a 1961-1990 está associada a diferentes níveis de aquecimento global. Essas projeções usaram o modelo climático global do Met Office (UK) e o modelo climático regional do INPE, impulsionado por diferentes cenários de emissões, usando diferentes variantes de modelo para avaliar incertezas na resposta climática. O aquecimento global projetado está dentro da faixa projetada por outros modelos, e a projeção de aquecimento mais rápido sobre o Brasil em comparação com o aquecimento médio global também é feita por outros modelos. As respostas regionais das chuvas ao aquecimento global variam muito entre os diferentes modelos, no entanto, o padrão geral encontrado em todos os modelos é que o aquecimento global diminua as chuvas nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Para as Regiões Centro-Oeste e Sul, os modelos apontam um pequeno incremento da precipitação, da ordem de 5%, para os diferentes cenários de aquecimento. (THE MET OFFICE, 2011; IPCC, 2018). Estes resultados indicam que para a precipitação média anual as alterações climáticas para a UPGRH são pequenas, podendo estar dentro da faixa de erro dos modelos. A falta de alteração climática na bacia é confirmada pelos testes de estacionariedade para precipitação (Vide Produto 2 - Diagnóstico) em que para a grande maioria dos postos não ocorreu mudança estatisticamente significativa da série.

As mudanças ambientais são mais rápidas e podem ser diagnosticadas por testes estatísticos de estacionariedade. O Produto 2, Diagnóstico, mostra que alguns postos apresentaram redução do escoamento, principalmente para as vazões mínimas ou dos períodos de estiagem (Q_{95}). Este fenômeno está associado à mudança do uso do solo passando do estado natural para o de agricultura, o que provoca a diminuição da infiltração e, conseqüentemente, das vazões de base dos rios. Este cenário é mais significativo para a possível mudança do escoamento na Bacia.

No Plano do Rio Paranaíba ocorreu uma previsão de redução da vazão disponível de 10 e 20%. No presente documento, considerou-se dois cenários para a disponibilidade. O *Cenário A* considera que as disponibilidades não se alteram, permanecendo os valores apresentados no Produto 2 – Diagnóstico. No *Cenário B*, considerou-se uma redução linear de 20% em todas as vazões. Procurou-se

trabalhar com esse valor mais extremo pois é possível fazer um comparativo melhor do impacto das alterações do escoamento nos usos da água na bacia.

Ao todo foram avaliados 16 cenários, 8 cenários de demandas arranjados com 2 cenários de disponibilidades. A configuração de maior demanda é o Cenário IV enquanto o Cenário VI é o que apresenta menores valores requeridos para os usos.

6. Balanço Hídrico Quantitativo

Os 3 cenários escolhidos para representar as possíveis condições futuras da bacia, foram usados para a análise do balanço hídrico quantitativo, considerando dois cenários de disponibilidade conforme *Item 5 - Cenários Futuros*. A simulação do restante dos cenários também foi realizada e encontra-se no Anexo II.

O balanço hídrico quantitativo foi aplicado às bacias considerando os cenários de análise para os anos de 2030 e 2040 considerando as vazões: $Q_{\text{média}}$, Q_{95} , $Q_{95 \text{ Seca}}$, $Q_{95 \text{ Intermediária}}$, $Q_{95 \text{ Cheia}}$ e $Q_{7,10}$. A faixas empregadas para o balanço foram:

Para vazões $Q_{\text{média}}$, que representam a potencialidade da bacia:

- Excelente – 0 a 10% da vazão consumida,
- Confortável – 10 a 25% da vazão consumida,
- Preocupante – 25 a 50% da vazão consumida,
- Crítica – 50 a 75% da vazão consumida,
- Muito Crítica – acima de 75% da vazão consumida.

Para vazões de seca (Q_{95} e $Q_{7,10}$), que representam a disponibilidade direta:

- Excelente – 0 a 10% da vazão consumida,
- Confortável – 10 a 25% da vazão consumida,
- Preocupante – 25 a 50% da vazão consumida,
- Crítica – 50 a 100% da vazão consumida,
- Muito Crítica – acima de 100% da vazão consumida.

Os resultados para o cenário mais crítico (Cenário IV) e menos exigente (Cenário VI) são apresentados da Figura 66 à Figura 83 **Erro! Fonte de referência não encontrada..** A Tabela 12 e a Tabela 13 apresentam o número de bacias classificadas nas diferentes condições para o cenário avaliado.

A vazão média da bacia é de aproximadamente 214 m³/s, enquanto a disponibilidade esperada (Q_{95}) é de aproximadamente 53 m³/s. O consumo no cenário mais desfavorável (Cenário IV para o ano de 2040) indica que a bacia ultrapassaria o total outorgável (considerando 50% da Q_{95}). Isto indica que na situação mais extrema a bacia necessitaria de intervenções que possam aumentar a disponibilidade ativando o potencial.

Uma análise da situação mais favorável (Cenário VI – Pessimista para o ano de 2040) indica que a bacia teria comprometido (como um todo) aproximadamente 75% da vazão outorgável disponível, o que pode ser classificado como muito elevado.

Os locais mais críticos em relação ao atendimento das demandas ficam no entorno da RMG (Região Metropolitana de Goiânia), como já ocorre atualmente, que mesmo

considerando a vazão média (Q_{med}), que é o máximo valor que se tem disponível, ainda aparece como crítico, indicando a necessidade de aporte de outra bacia, no caso atual, do Ribeirão João Leite.

Quando se considera a vazão outorgável de referência (Q_{95}) observa-se que no Cenário IV (Otimista) o número de bacias classificadas como críticas ou muito críticas dobram, passando de 26 sub-bacias (7,6% do total), no *Cenário Atual*, para 53 (15,9%) em 2030. No Cenário I (Tendencial) esse valor é menor, 34 sub-bacias (10,2%). Para o Cenário VI (Pessimista), o menos exigente em termos de consumo de água, o acréscimo é bem menor passando para 32 locais (9,6%).

Caso se considere os locais classificados como preocupantes também, o total passa de 80 regiões (24,1%) para 208 (62,4%) no Cenário IV (Otimista). Nesta condição o comprometimento é estendido para praticamente toda a bacia, conforme pode ser visto na Figura 69. Para o Cenário I (Tendencial), esse valor sobe para 132 sub-bacias (39,6%). No Cenário VI (Pessimista), as regiões mais críticas ficam em 120 sub-bacias (36,6%), se localizando principalmente no Alto Meia Ponte, RMG, e Baixo Meia Ponte (Figura 74).

Ao se avaliar os cenários para 2040 ocorre um aumento na diferença dos dados do cenário Otimista (Cenário IV) para os demais. Para o Cenário IV, o de maior demanda projetada, quando se considera a vazão Q_{95} , 42,9% das bacias são classificadas como Críticas ou Muito Críticas (Tabela 13). Nesta condição várias bacias que mostravam condição Preocupante em 2030 aumentaram a criticidade em 2040, isto indica que são locais onde possam ocorrer problemas de atendimento no médio prazo (2030) e tendem a piorar ainda mais a sua condição num prazo maior, requerendo um esforço extra para se evitar que haja conflitos no abastecimento.

Nos Cenários IV (Otimista) e VI (Pessimista), a alteração observada entre os anos de 2030 e 2040 é pequena. No Cenário IV passa de 10,2% (2030) para 12,0% (2040) de bacias críticas ou muito críticas, enquanto no Cenário VI (Pessimista) varia de 9,6% para 11,1% de bacias com criticidade elevada (Tabela 13). Isto indica que nesta condição de crescimento há uma estabilização do consumo dentro da bacia não se alterando muito a situação atual, principalmente, não aparecendo novos locais de conflito.

Quando se avalia a condição de redução da disponibilidade, o Cenário IV mostra-se muito sensível à mudança, uma vez que diversas regiões já estariam estressadas normalmente. Para 2030 o número de bacias com problemas sérios de abastecimento passaria de 53 (Cenário IV-A) para 92 (Cenário IV-B), o que é bem significativo. No prazo mais longo (2040) a alteração é proporcionalmente menor, indo de 143 (42,9%) para 197 (59,2%). Isto ocorre, pois, a bacia como um todo, já estaria com um nível de estresse hídrico elevado em 2030, não tendo muito como piorar. Nesta condição (Cenário IV-B) praticamente toda a bacia estará

comprometida sendo preciso ativar o potencial hídrico para se evitar o aprofundamento de conflitos existentes (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Para o Cenário VI-B, as alterações na quantidade de bacias com nível de criticidade elevado são pequenas. Para o ano de 2030 prevê-se que 11,7% das regiões estejam com criticidade elevada, um pequeno incremento em relação aos cenários. Para o ano de 2040, o impacto da redução da disponibilidade em 20% da vazão implica em aumento de 37 (11.1%) para 43 (12,9%) no total de regiões Críticas e Muito Críticas, ficando concentradas na RMG e no Baixo Meia Ponte. Isto ocorre porque o crescimento das demandas se dá principalmente nos locais já afetados. No entanto, os locais classificados como preocupantes para a vazão Q_{95} passam de 107 (27%) para 140 (39,4%), mostrando um espalhamento de problemas iminentes ao longo da bacia (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 12 – Classificação das bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte para a condição atual de demandas considerando diferentes valores de vazões de referência

	Excel	Conf.	Preoc.	Crít.	M. Crít.
Q _{med}	304	13	4	1	11
Q ₉₅	135	118	54	8	18
Q ₉₅ Crit	85	82	130	17	19
Q ₉₅ Int	197	97	20	5	14
Q ₉₅ Cheia	275	34	9	3	12
Q _{7,10}	70	77	143	18	25

Tabela 13 – Classificação das bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte para os Cenários IV e VI considerando diferentes valores de vazões de referência

	Excel	Conf.	Preoc.	Crít.	M. Crít.	Excel	Conf.	Preoc.	Crít.	M. Crít.
Cenário IV-A - 2030						Cenário IV-B - 2030				
Q _{med}	755	144	40	11	31	724	143	65	15	34
Q ₉₅	483	164	136	107	91	406	205	146	107	117
Q ₉₅ Crit	396	214	144	105	122	311	229	180	90	171
Q ₉₅ Int	589	125	118	93	56	537	146	119	106	73
Q ₉₅ Cheia	682	106	128	30	35	644	109	142	44	42
Q _{7,10}	287	243	177	97	177	224	213	238	94	212
Cenário IV-A - 2040						Cenário IV-B - 2040				
Q _{med}	660	130	94	39	58	617	143	98	51	72
Q ₉₅	293	231	177	84	196	234	207	231	94	215
Q ₉₅ Crit	234	196	232	101	218	193	170	261	102	255
Q ₉₅ Int	415	194	138	75	159	342	223	159	84	173
Q ₉₅ Cheia	572	127	118	92	72	512	146	130	98	95
Q _{7,10}	181	158	266	111	265	155	121	278	134	293
Cenário I-A - 2030						Cenário I-B - 2030				
Q _{med}	292	22	6	1	12	262	47	8	3	13
Q ₉₅	99	102	98	15	19	80	76	136	19	22
Q ₉₅ Crit	53	89	131	33	27	33	73	147	46	34
Q ₉₅ Int	140	115	53	8	17	117	103	83	11	19
Q ₉₅ Cheia	228	74	13	6	12	202	91	21	6	13
Q _{7,10}	33	73	146	47	34	25	59	133	77	39
Cenário I-A - 2040						Cenário I-B - 2040				
Q _{med}	265	44	9	2	13	235	72	9	4	13
Q ₉₅	79	81	133	18	22	51	85	135	35	27
Q ₉₅ Crit	35	86	134	45	33	25	63	133	72	40
Q ₉₅ Int	123	101	81	9	19	100	90	110	13	20
Q ₉₅ Cheia	208	85	21	6	13	157	113	40	8	15
Q _{7,10}	25	63	131	74	40	13	49	107	108	56
Cenário VI-A - 2030						Cenário VI-B - 2030				
Q _{med}	771	113	53	14	30	766	121	50	12	32
Q ₉₅	557	135	108	86	95	541	142	109	96	93
Q ₉₅ Crit	455	190	125	75	136	439	196	130	85	131
Q ₉₅ Int	635	103	96	85	62	624	108	101	86	62
Q ₉₅ Cheia	717	81	109	38	36	707	90	117	32	35
Q _{7,10}	348	225	158	84	166	323	246	160	86	166
Cenário VI-A - 2040						Cenário VI-B - 2040				
Q _{med}	803	110	34	5	29	745	112	73	11	40
Q ₉₅	589	127	103	91	71	478	174	121	80	128
Q ₉₅ Crit	530	151	106	97	97	378	221	141	82	159
Q ₉₅ Int	670	83	117	64	47	584	130	100	80	87
Q ₉₅ Cheia	736	87	104	22	32	688	82	117	51	43
Q _{7,10}	413	208	127	87	146	273	240	194	82	192

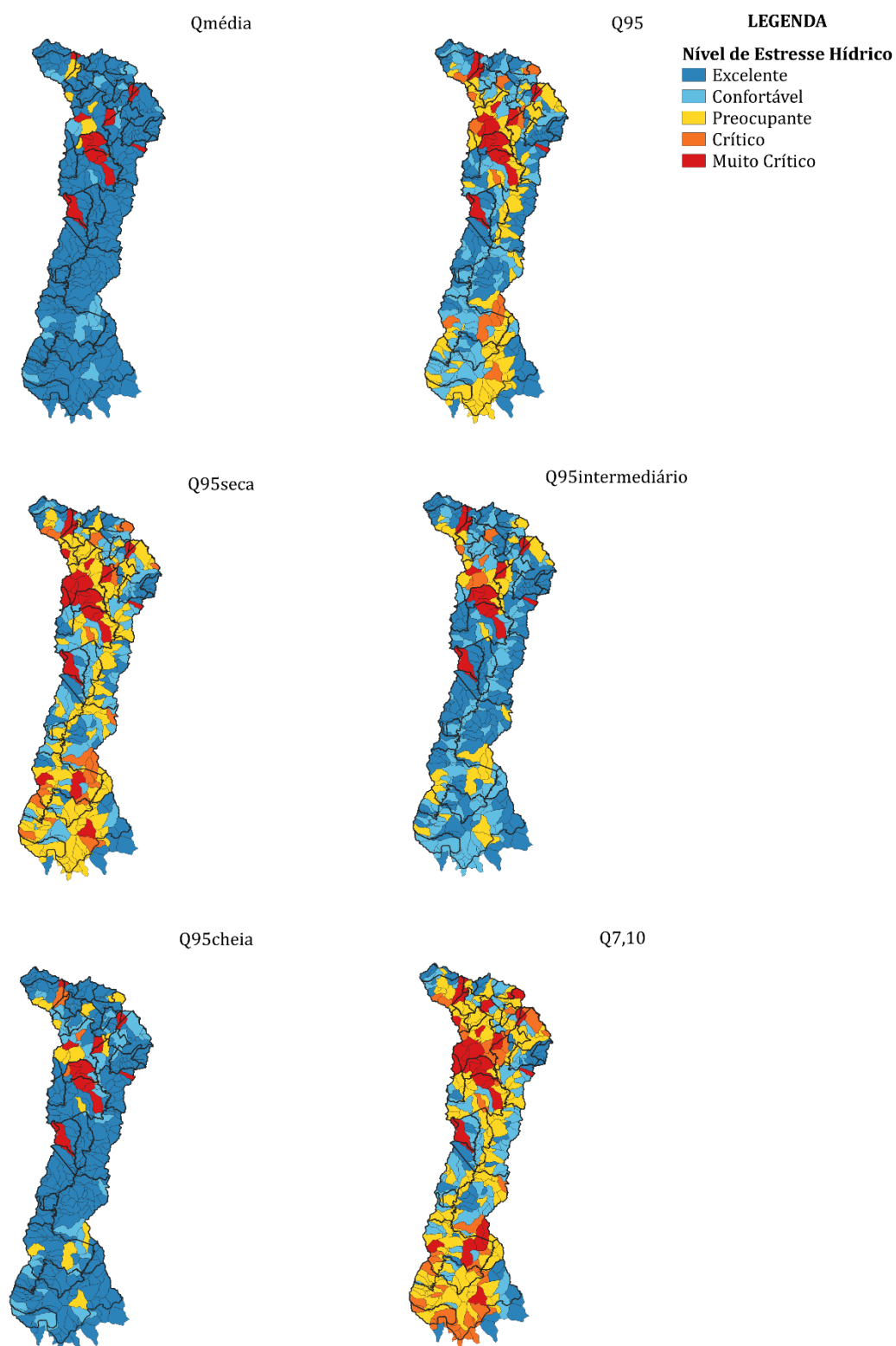


Figura 66 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 120

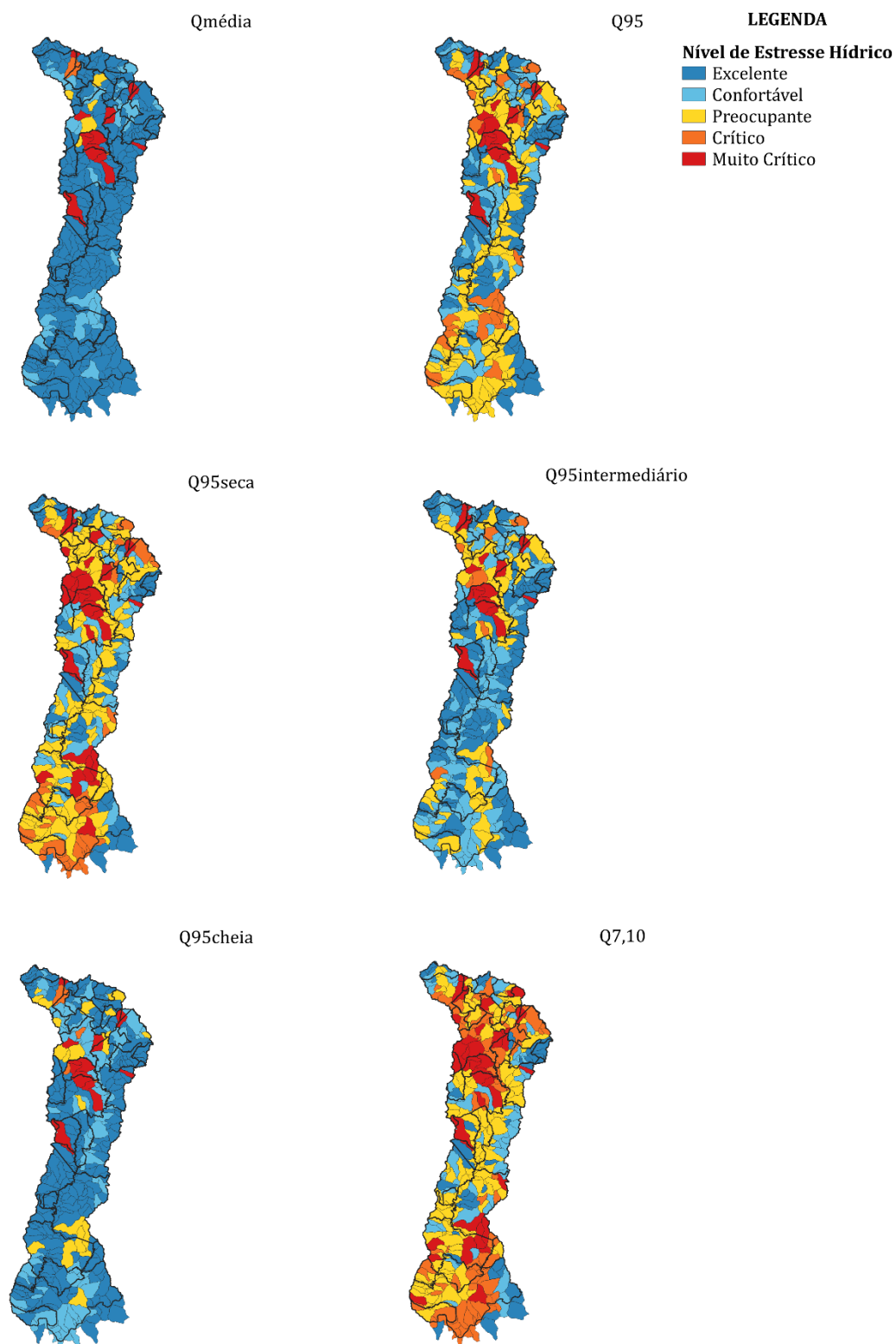


Figura 67 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

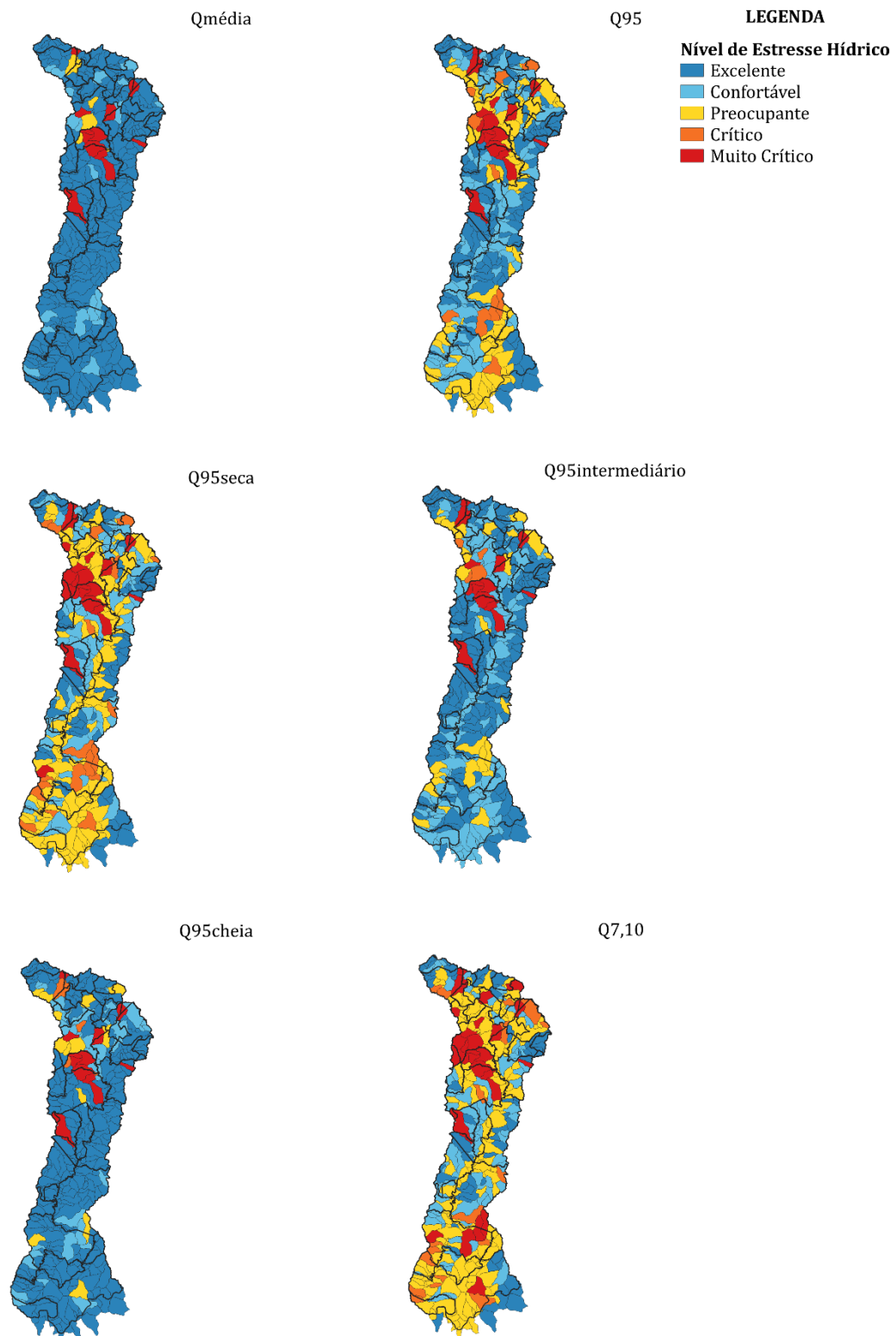


Figura 68 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

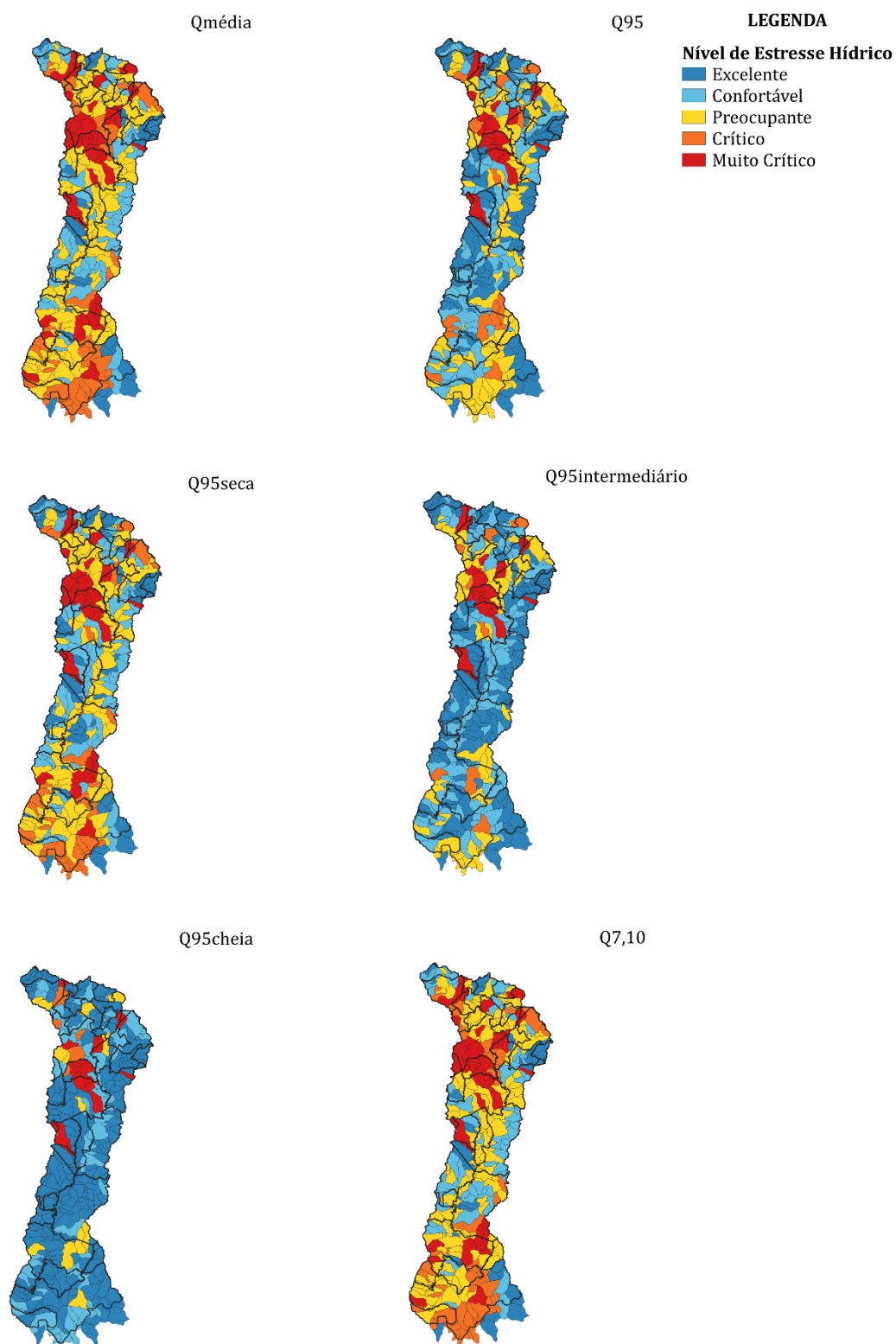


Figura 69 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UGRH do Rio Meia Ponte 123

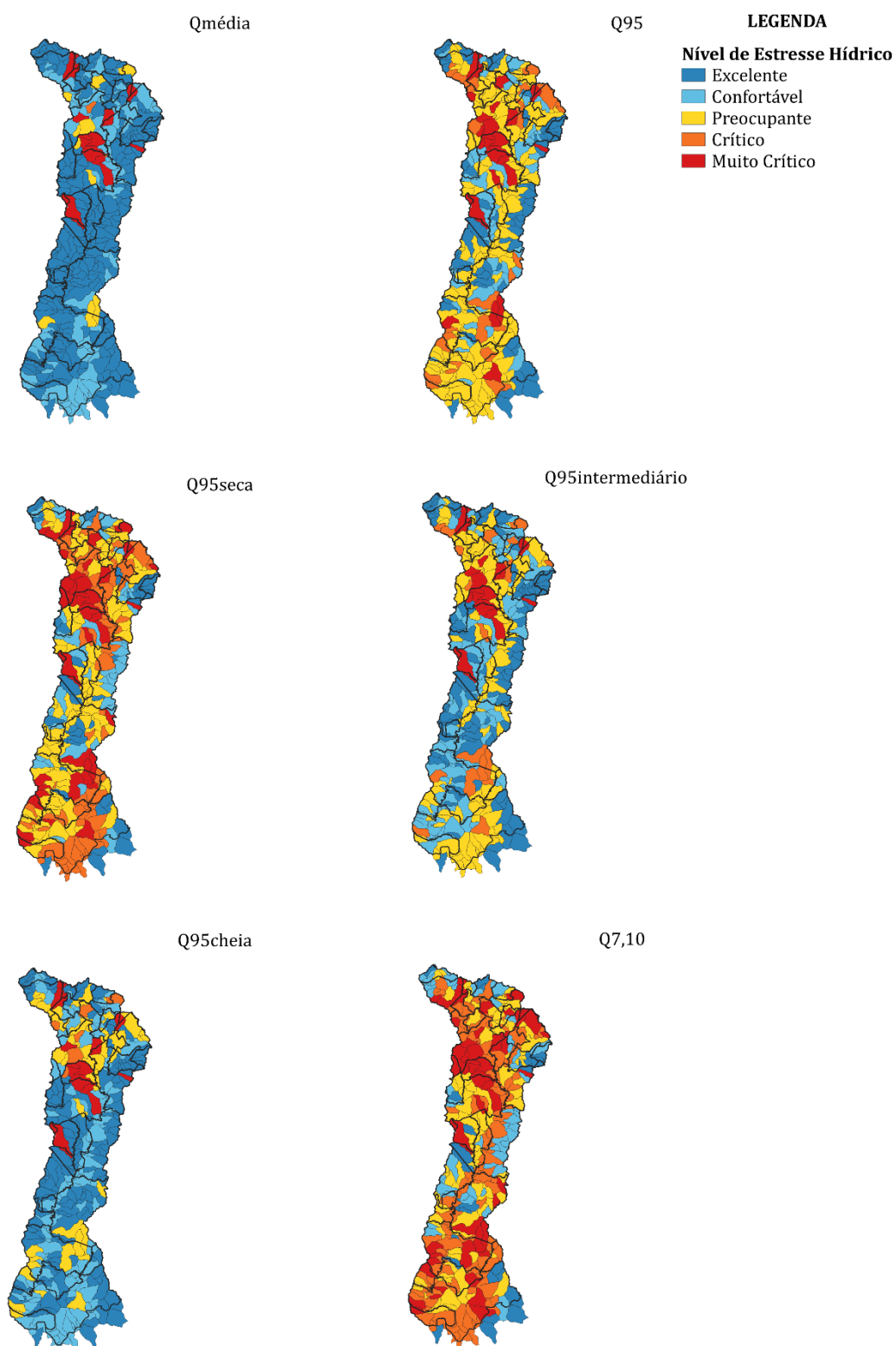


Figura 70 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UGRH do Rio Meia Ponte.

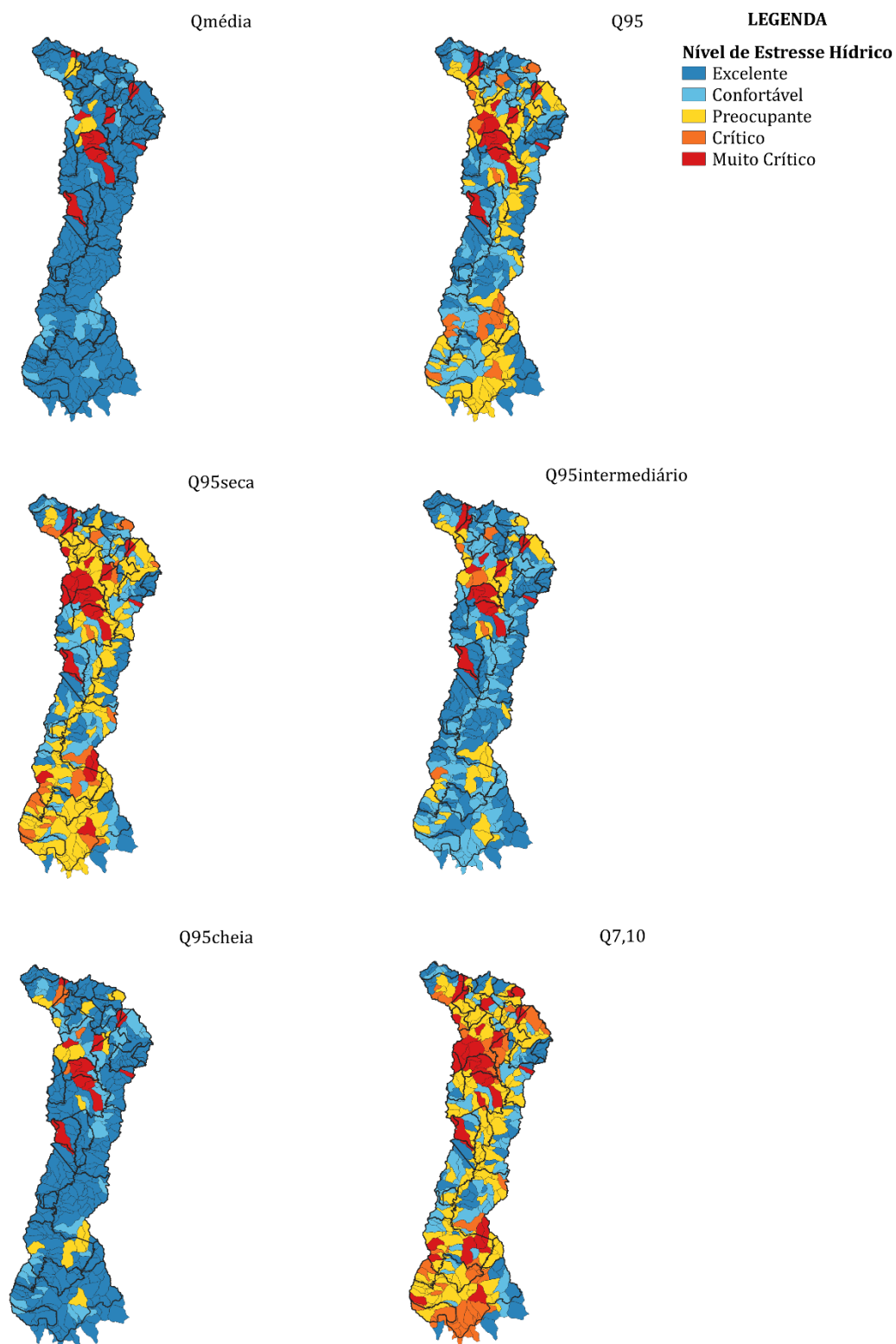


Figura 71 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 125

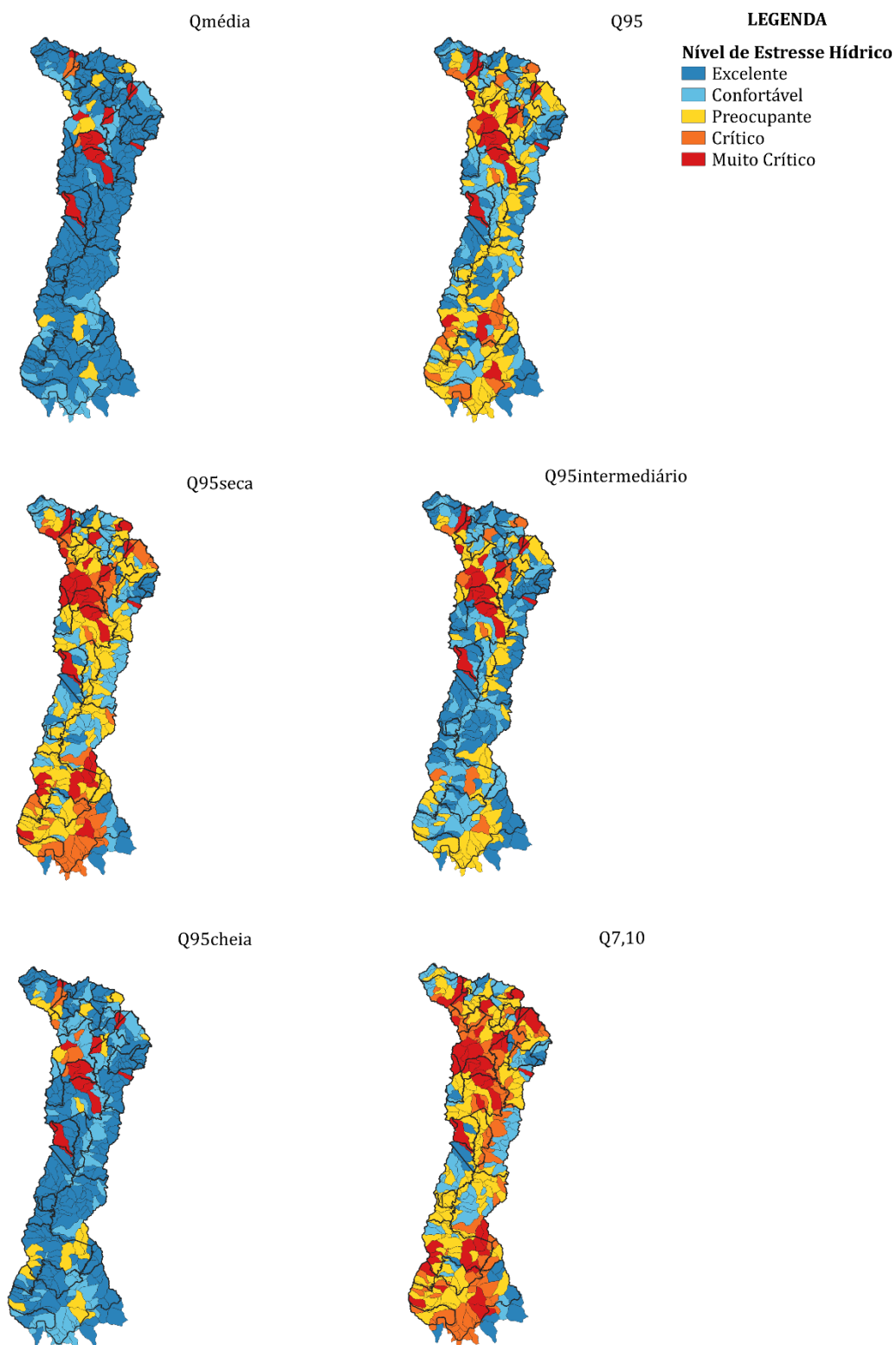


Figura 72 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

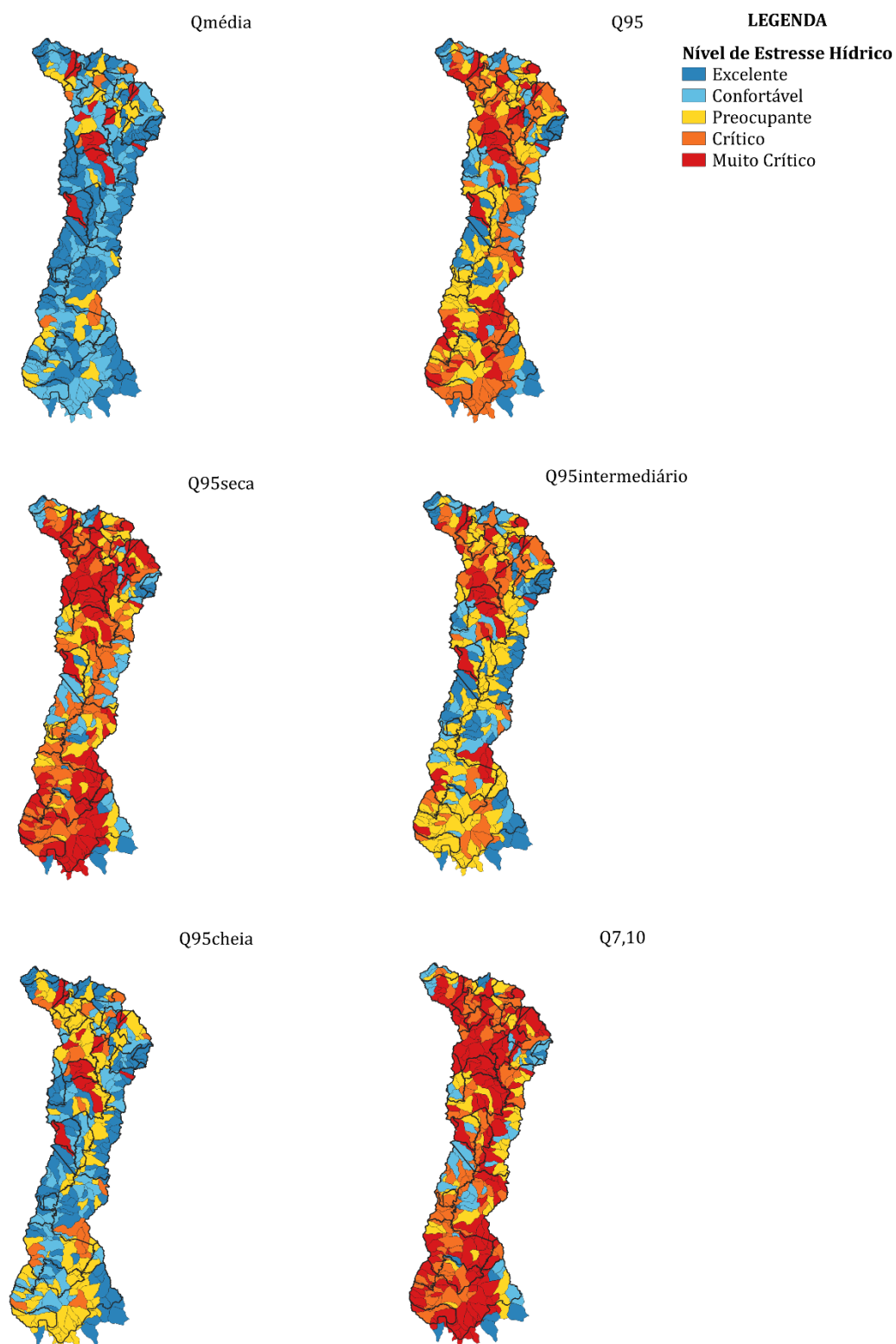


Figura 73 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

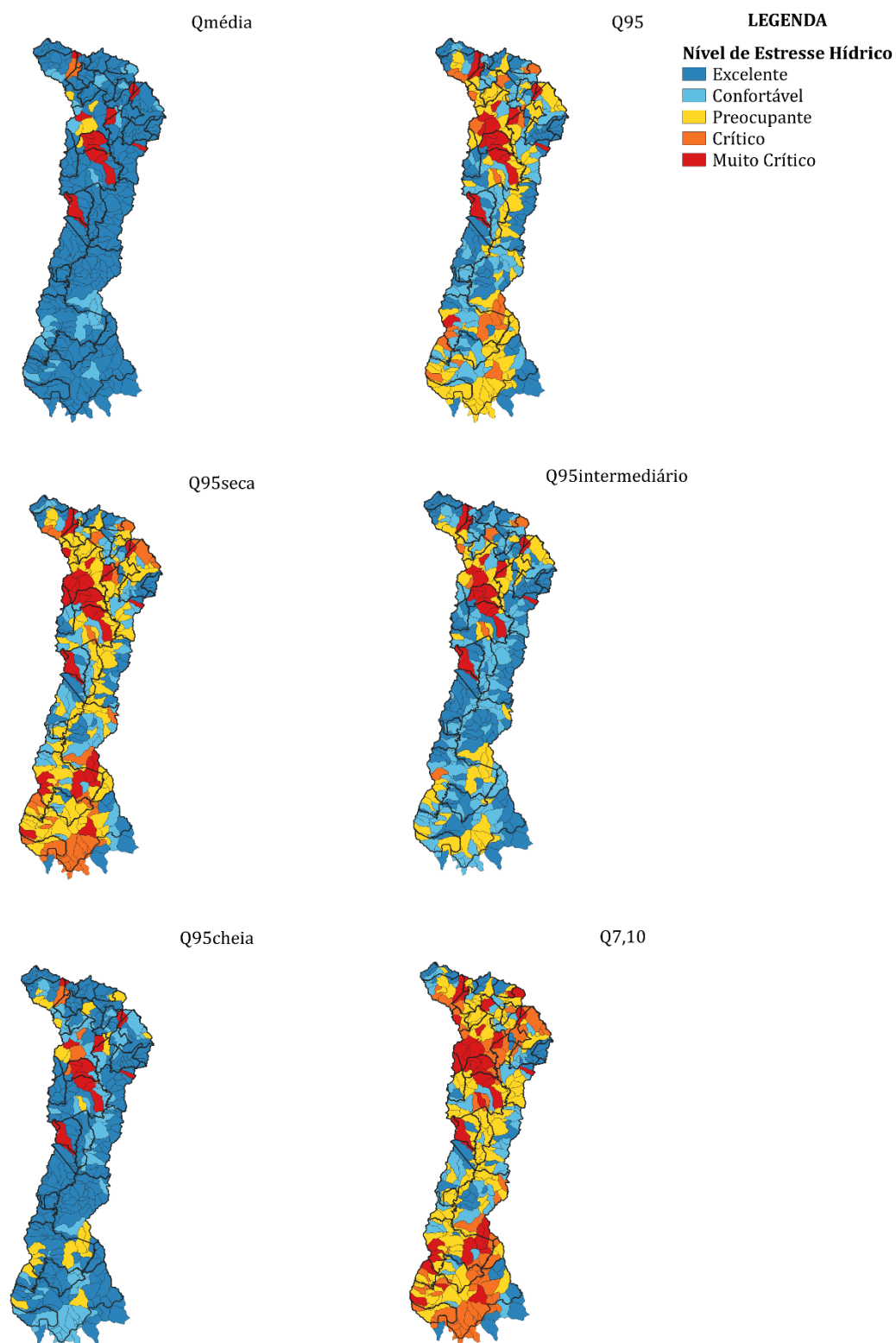


Figura 74 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

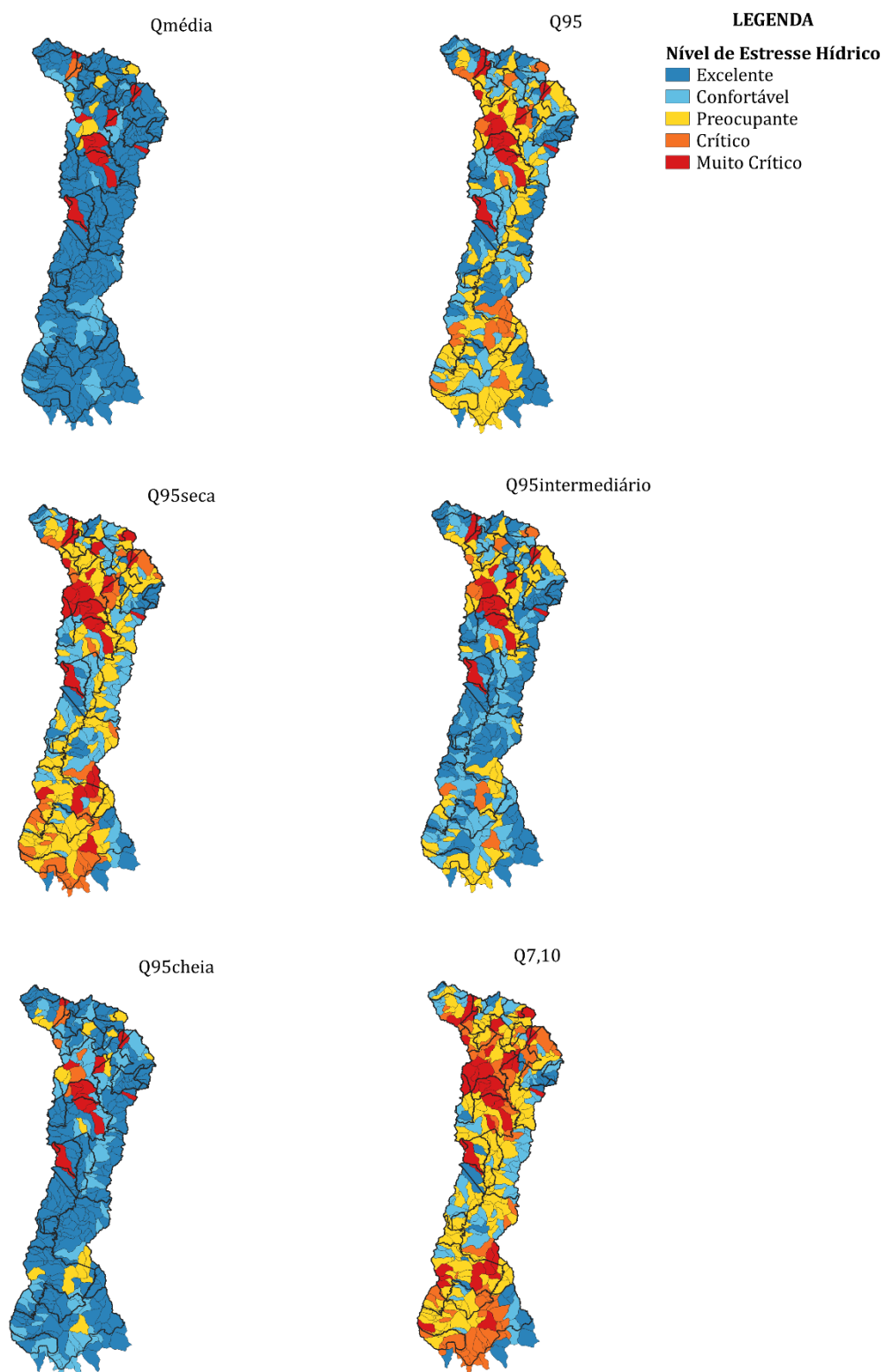


Figura 75 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

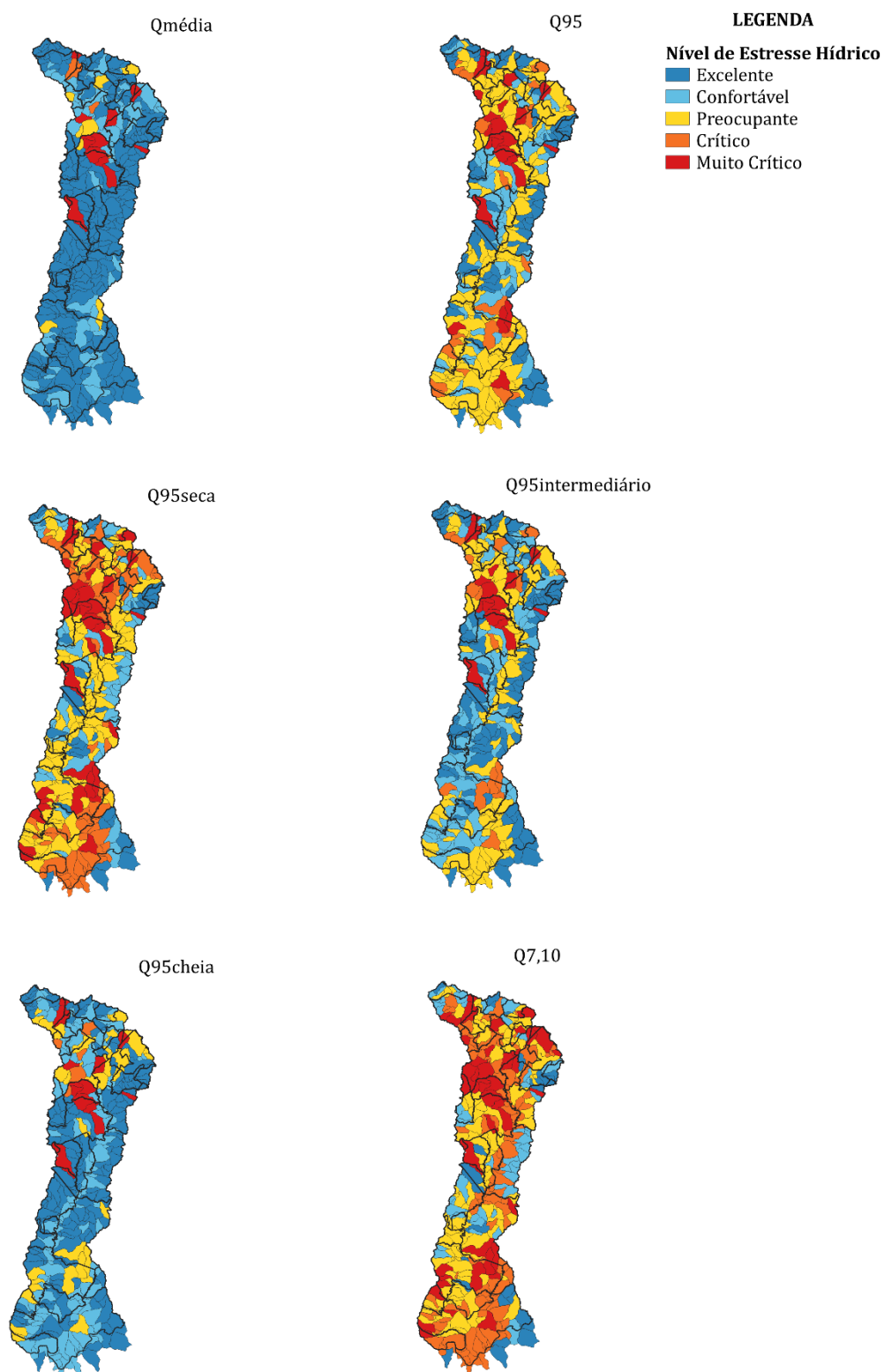


Figura 76 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

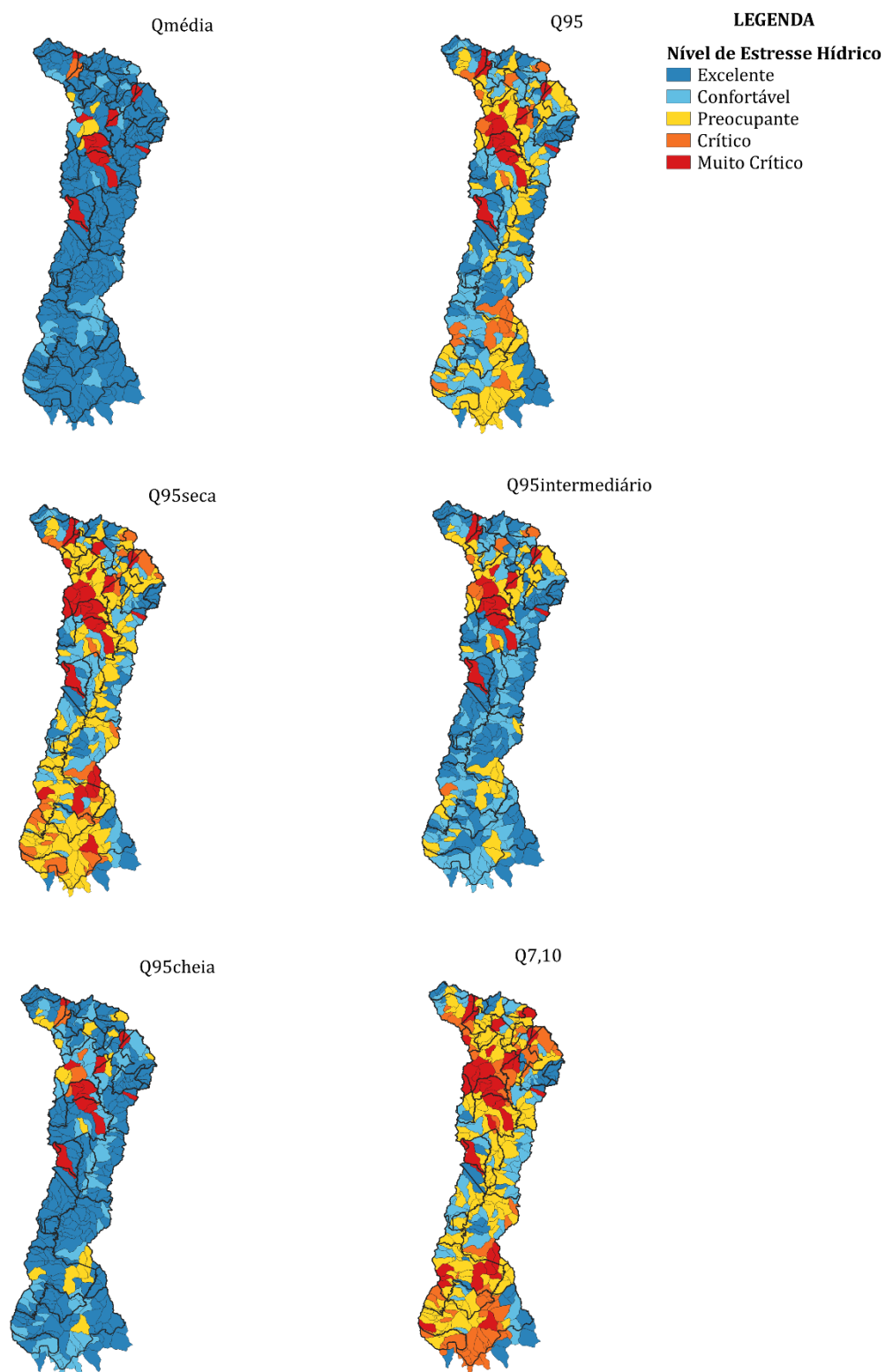


Figura 77 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

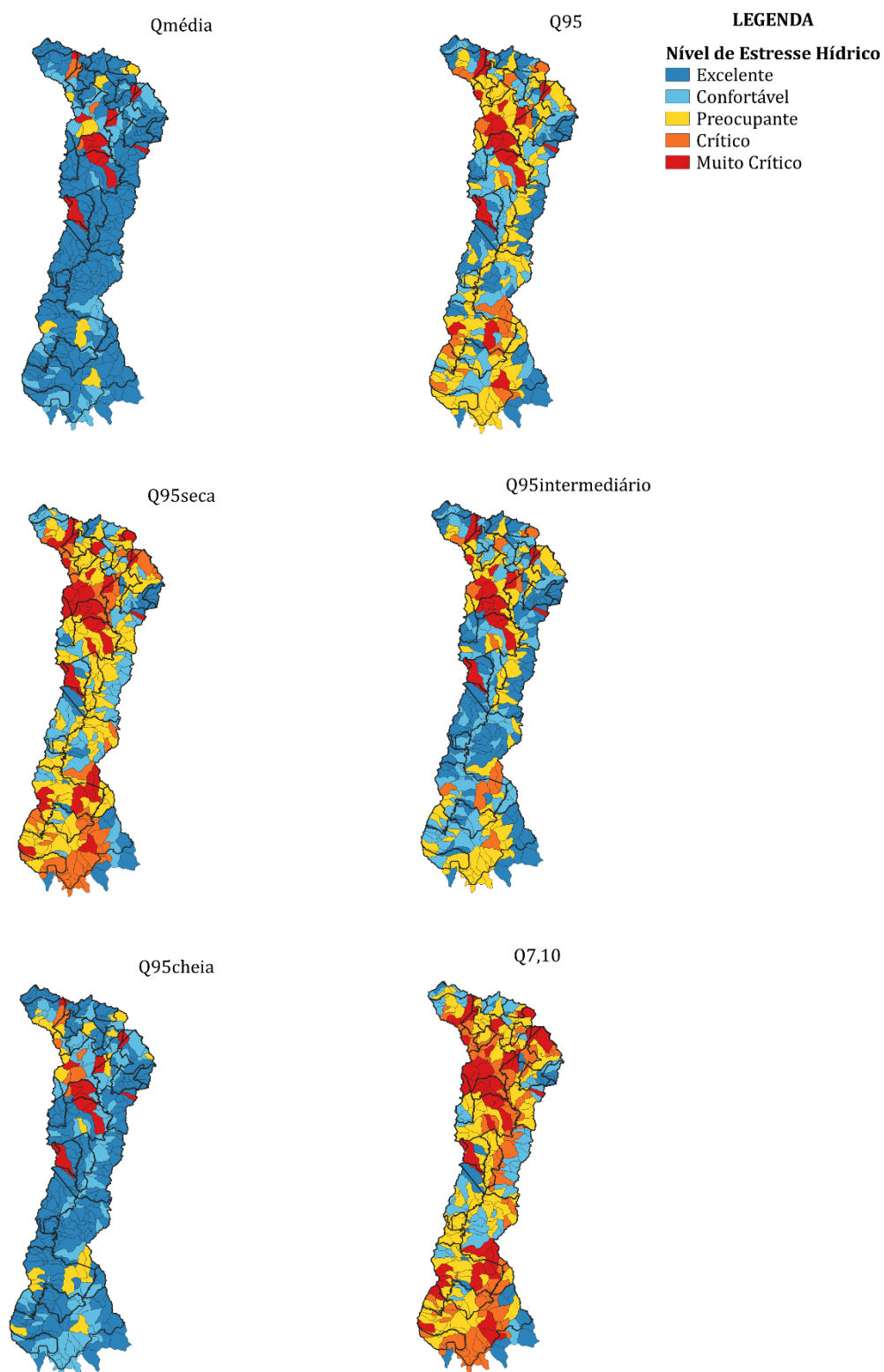


Figura 78 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

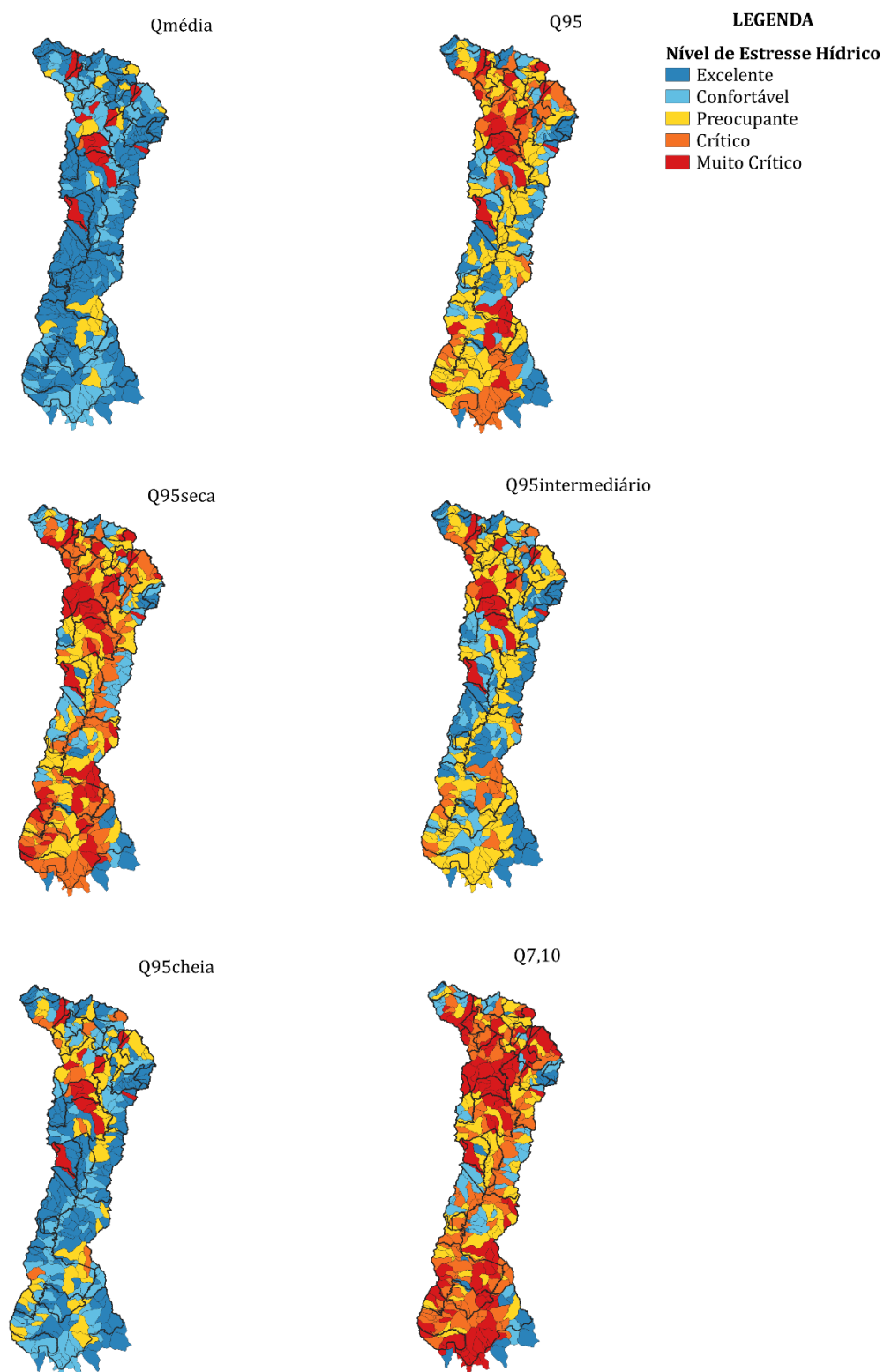


Figura 79 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

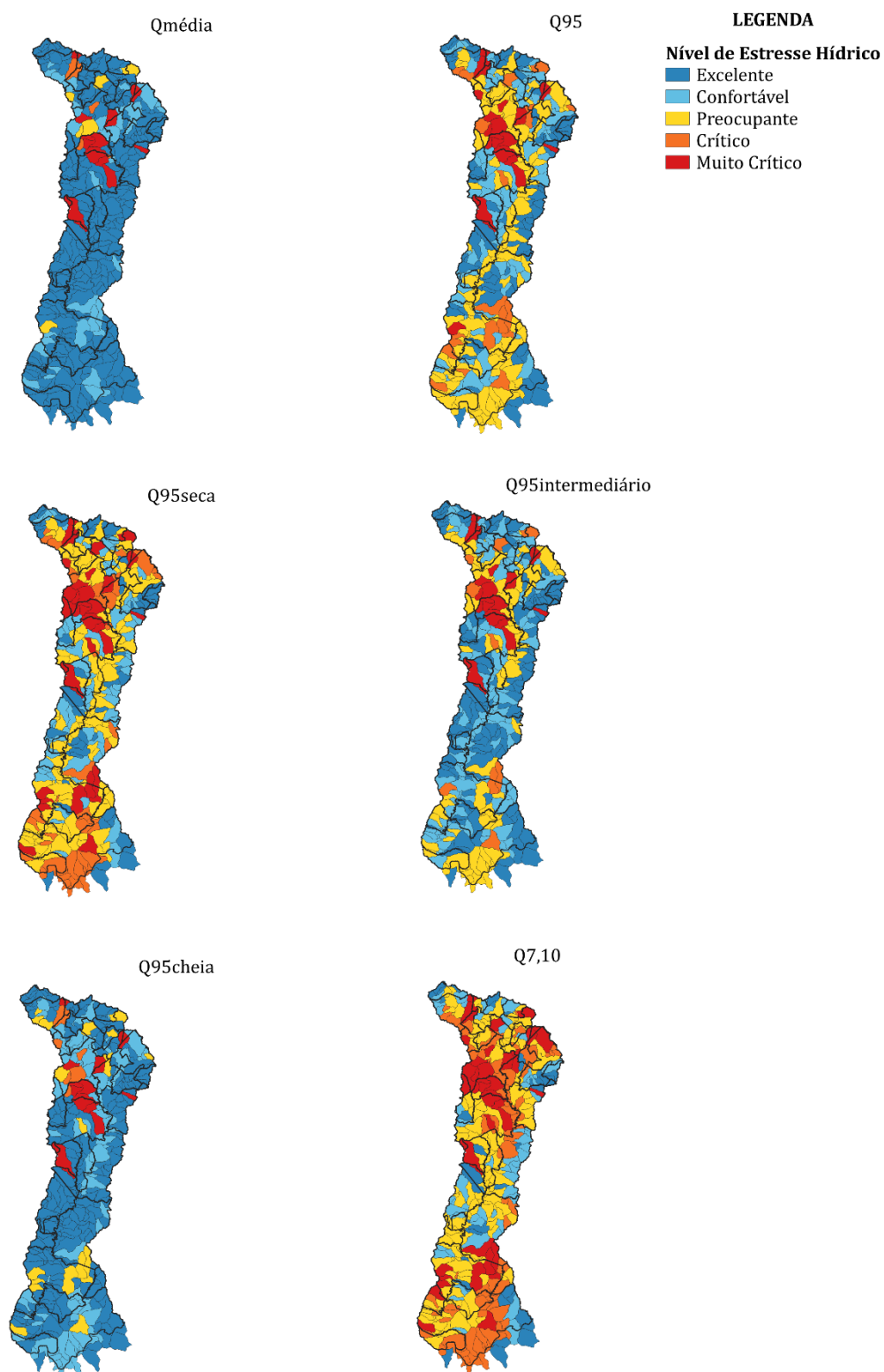


Figura 80 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

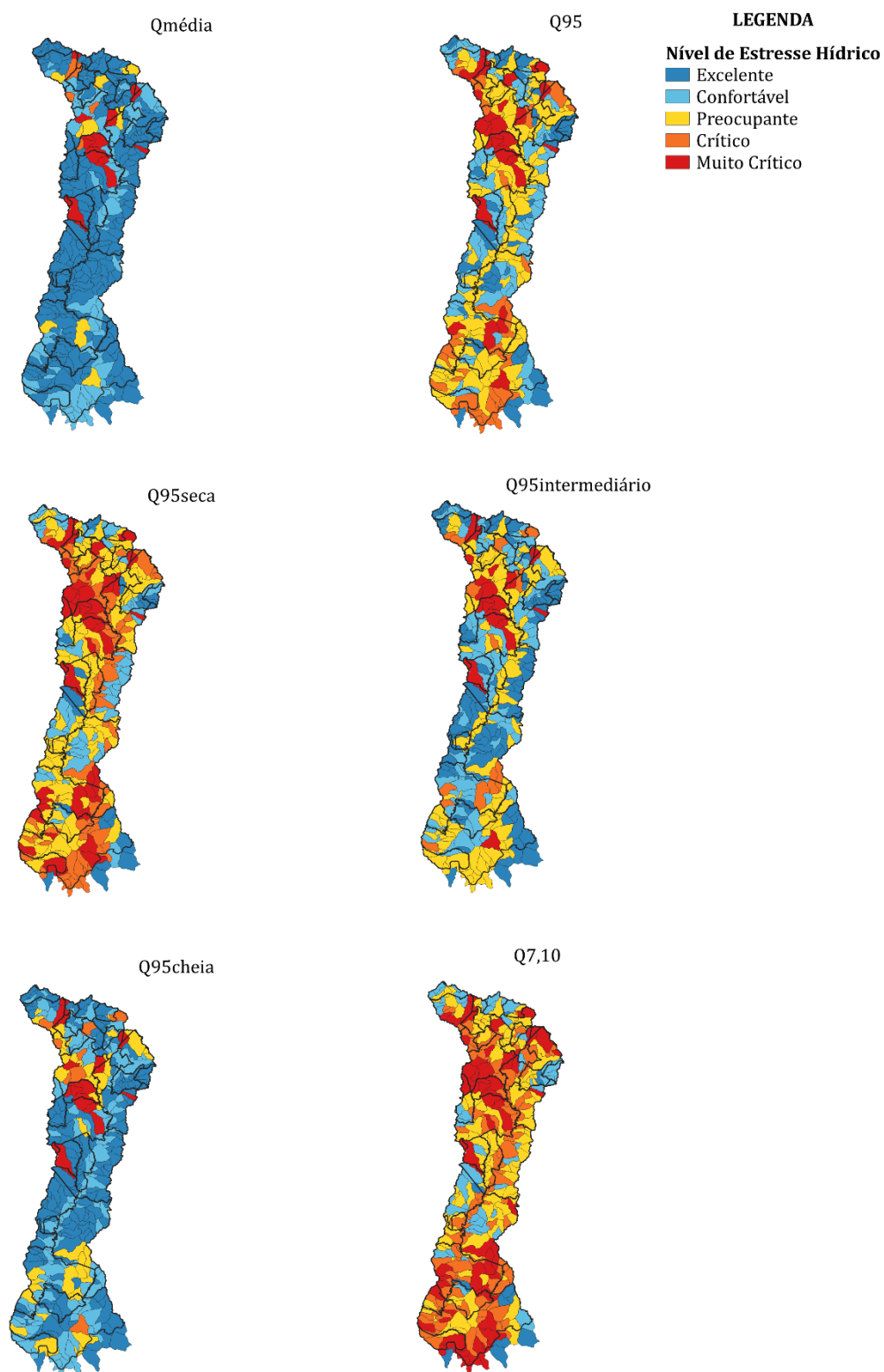


Figura 81 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário I-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

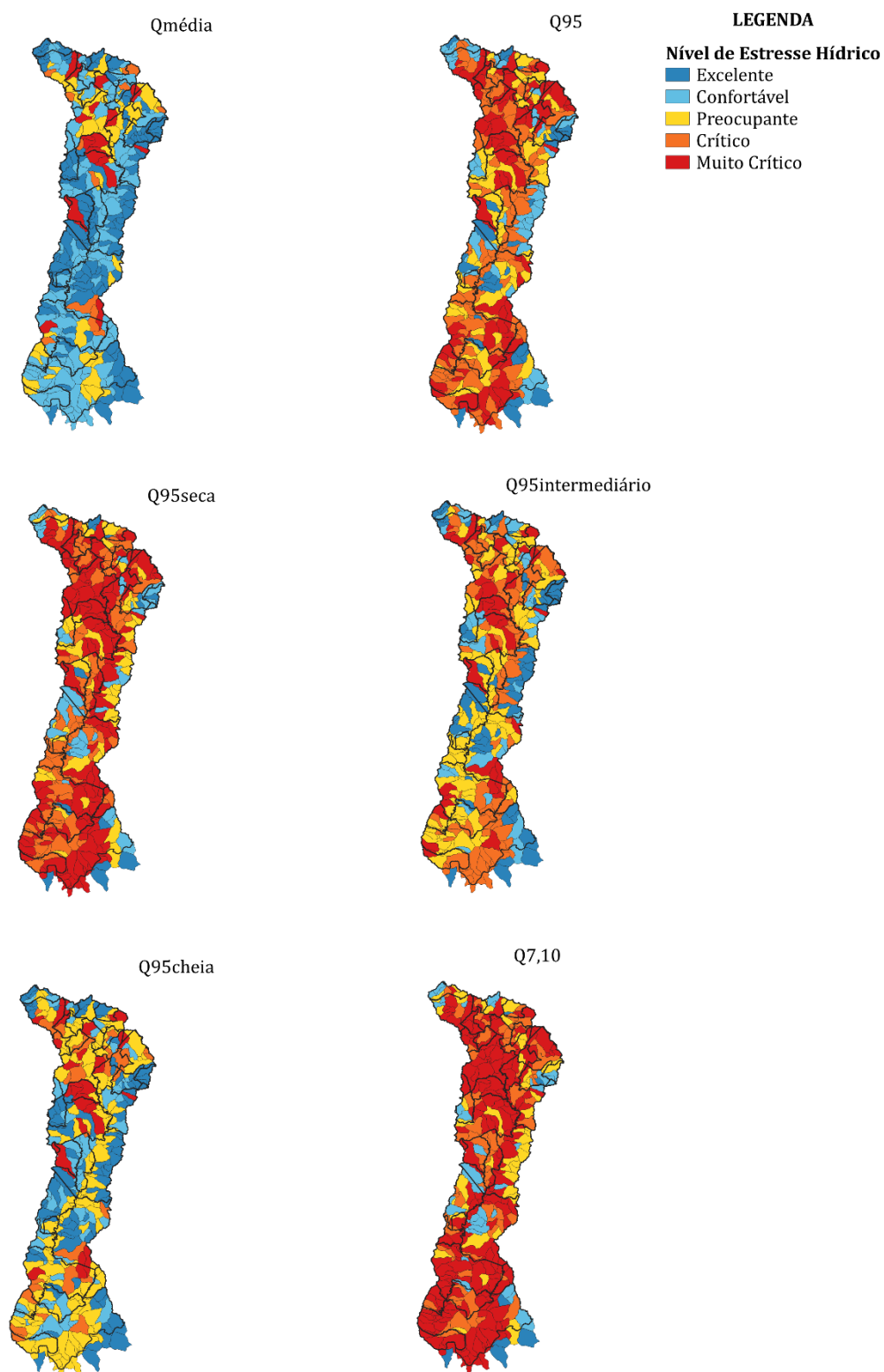


Figura 82 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário IV-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

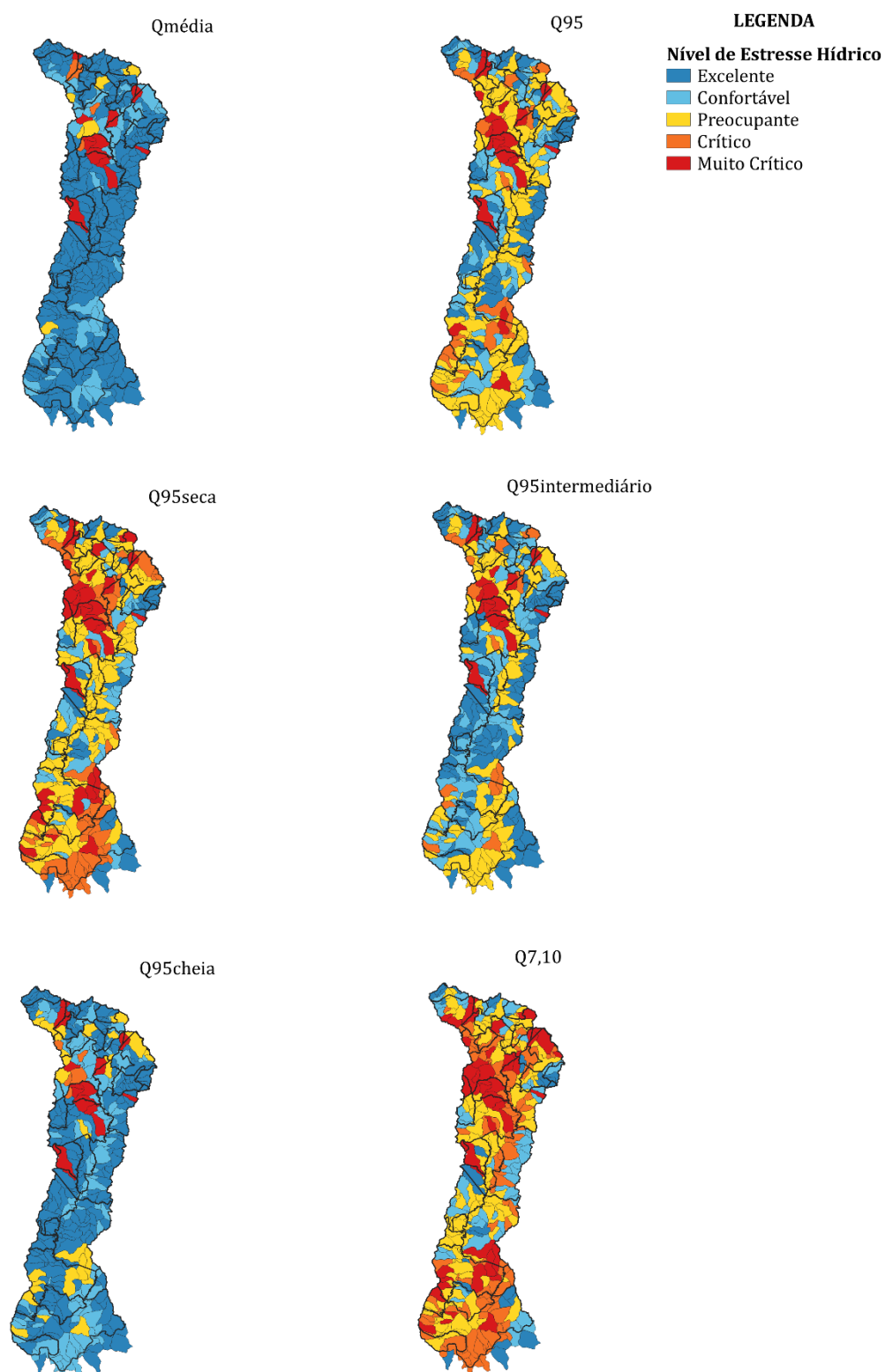


Figura 83 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VI-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

7. Balanço Hídrico Qualitativo

Neste item serão apresentadas as metodologias para realização do balanço hídrico qualitativo considerando os cenários atuais e futuros na UPGRH do Rio Meia Ponte. Para avaliar os efeitos das projeções de crescimento na geração das cargas poluidoras, foram levadas em consideração as cargas de origem doméstica (urbano e rural), pecuária e agrícola para o parâmetro DBO, que serve como indicador tanto das aglomerações urbanas mais significativas, bem como das áreas de agropecuária, que são os índices de maior crescimento na área de estudo.

7.1 Descrição das Cargas Poluentes Geradas na Bacia

7.1.1 Fontes Pontuais: Esgoto Doméstico

Para a estimativa da carga gerada pelo uso doméstico e rural foram utilizados os valores obtidos no Produto 02 apresentado no Diagnóstico, em que para DBO o valor per capita é de 54g/hab.dia (VON SPERLING, 2005). Para o cálculo da carga remanescente (carga removida por meio do tratamento de esgoto), a avaliação foi realizada para cada grupo descrito abaixo, separadamente.

- Índice sem coleta e sem tratamento de efluentes (2013) – Grupo 1
- Índice de Atendimento por solução individual (2013) – Grupo 2
- Índice de Atendimento com coleta e sem tratamento (2013) – Grupo 3
- Índice de Atendimento com coleta e tratamento (2013) – Grupo 4

Para o Grupo 1, foi adotado um valor de 30% que corresponde ao abatimento esperado pelo uso de fossas sépticas, segundo Von Sperling (2005). No Grupo 2 foi considerado um abatimento de 60%, já no Grupo 3 não foi considerado abatimento, sendo o valor da carga remanescente igual ao da carga gerada. Para o Grupo 4 foram consideradas as eficiências das ETE's de cada região (Tabela 14).

A partir das estimativas das cargas para cada sub-bacia foram estimadas as vazões de lançamento de efluentes geradas com base nos valores de demanda atuais. Posteriormente foi identificada a demanda correspondente a cada município e está distribuída proporcionalmente ao valor da carga potencial gerada levando em conta a existência e a localização de Estações de Tratamento de Esgoto.

Tabela 14 - Eficiência das ETes dos Municípios da UPGRH do Rio Meia Ponte

Municípios	Eficiência de Remoção Sistema coletivo (%)	Eficiência de Remoção Sistema Individual (%)	Eficiência de Remoção Total (%)
Abadia de Goiás	88,41	60,00	39,70
Aloândia	0,00	59,76	15,21
Anápolis	85,00	60,00	57,71
Aparecida de Goiânia	79,00	60,00	20,79
Aragoiânia	0,00	60,47	0,77
Bela Vista de Goiás	77,91	60,02	50,53
Bonfinópolis	0,00	60,00	2,65
Brazabrantes	0,00	61,11	1,68
Cachoeira Dourada	88,98	59,77	68,16
Caldazinha	0,00	59,94	37,81
Campo Limpo de Goiás	0,00	60,03	11,02
Caturai	0,00	59,90	11,96
Cromínia	0,00	60,03	29,24
Damolândia	0,00	59,94	16,17
Goianápolis	0,00	60,00	8,69
Goiânia	53,57	60,00	51,69
Goianira	86,00	60,01	46,82
Goiatuba	94,00	60,00	40,88
Hidrolândia	0,00	60,00	10,88
Inhumas	87,00	60,01	69,32
Itauçu	91,00	60,06	83,45
Itumbiara	85,00	60,00	84,20
Morrinhos	72,00	59,99	63,13
Nerópolis	0,00	60,00	43,18
Nova Veneza	0,00	60,00	3,43
Ouro Verde de Goiás	0,00	60,00	0,41
Panamá	0,00	57,14	0,36
Piracanjuba	87,00	60,00	85,38
Pontalina	80,00		80,00
Professor Jamil	0,00	60,15	6,24
Santo Antônio de Goiás	0,00	60,16	5,98
Senador Canedo	0,00	60,00	14,19
Terezópolis de Goiás	0,00	59,85	4,65
Trindade	74,00	60,01	35,81

7.1.2 Fontes Difusas: Cargas da Pecuária

Para a estimativa da criação animal, os principais rebanhos foram considerados em número de cabeça para cada município presente na UPGRH em estudo, sendo apresentados como: bovinos; ovinos; galináceos; suínos e equinos, os quais foram apresentados no Produto 02 – Diagnóstico, que para DBO o cálculo tem como referência o valor de 0,1 kg/BEDA.dia e considera um abatimento de 95%, levando

em conta que a maior parte destas cargas ficam retidas no solo e são dependentes do escoamento superficial para atingir os cursos hídricos.

7.1.3 Fontes Difusas: Cargas de Origem Agrícola

Para a estimativa das cargas poluidoras de origem de uso do solo foi utilizado o mapa de uso do solo, que apresenta as áreas totais de cada bacia e sua porcentagem de inserção nos municípios com seus respectivos tipos de ocupações. Assim foi realizado o cruzamento do tipo de uso do solo de cada região hidrográfica com valores de carga (kg) por unidade de área (km²). Para o cálculo da carga gerada foi adotado um coeficiente com base em estudos anteriormente realizados na elaboração de outros Planos de Recursos Hídricos como, por exemplo: Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba (ANA, 2013); Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SECIMA, 2015) e Proposta de Enquadramento da Bacia do Paraná (2016). A estimativa das cargas oriundas do uso do solo considerou as áreas urbanas, de agricultura e pastagem que são as atividades predominantes na bacia, e vegetação nativa, para o cálculo do parâmetro DBO.

Para o cálculo da carga remanescente de DB foi considerada uma taxa de abatimento de 95% sobre a carga gerada. O objetivo é representar a taxa de decaimento da DBO ao longo dos trechos dos rios até atingir os cursos hídricos principais em situações de baixo escoamento superficial.

7.2 Níveis de Risco

Foram estabelecidos níveis de risco de não-atendimento à legislação para o parâmetro DBO na UPGRH considerando o balanço hídrico para diferentes demandas e vazões de referência.

Sendo assim, os cálculos foram realizados avaliando a possibilidade de ocorrência de déficit nesse balanço, tomando como referência a vazão necessária para os poluentes ficarem dentro da faixa de enquadramento de cada corpo hídrico, caracterizando o balanço hídrico qualitativo. Assim, de acordo com a permanência das demandas atuais e as projeções futuras, têm-se o nível de risco associado ao balanço hídrico qualitativo. Com base nisso, foram criados os cenários, os quais serão apresentados separadamente abaixo:

Limites das cargas poluidoras em ambiente lótico para DBO:

- Classe I: menor que 3 mg/L (representado pela cor verde);
- Classe II: menor que 5 mg/L (representado pela cor amarelo claro);
- Classe III: menor que 10 mg/L (representado pela cor amarelo mais forte);
- Classe IV: maior que 10 mg/L (representado pela cor vermelha).

Foi feita uma análise da quantidade de água necessária para a diluição da carga orgânica em cada sub-bacia. A possibilidade de ocorrência de déficit no balanço hídrico qualitativo foi avaliada em todas as sub-bacias, considerando que a poluição em cada uma delas se propaga além destas.

O nível de risco foi calculado com base na permanência da vazão necessária para a diluição das cargas poluidoras de DBO. As comparações foram estipuladas na Classe II da Resolução CONAMA 357/05 (até 5mg/L O₂). Foram definidos 6 níveis de risco considerando a vazão necessária para diluir a carga orgânica de modo a se ter um corpo hídrico classificado na Classe II:

- Excepcional, que apresenta risco praticamente nulo. Nele a vazão de diluição é menor que a $Q_{7,10}$;
- Excelente, que apresenta baixo risco. Nesta condição a vazão necessária para diluição seria atendida pela capacidade de diluição da vazão Q_{95} ;
- Confortável, na qual a capacidade de diluição seria atendida pela vazão $Q_{95,Media}$;
- Preocupante, é a situação em que a vazão $Q_{95Cheia}$ conseguiria atender às exigências;
- Crítico, na qual a vazão média (Q_{med}) é capaz de fazer a diluição; e
- Muito crítico, quando a vazão de diluição necessária é superior à média.

7.3 Cenários de Análise

Aqui são considerados os dados apresentados no Diagnóstico - Produto 02, fornecendo uma referência para comparação das diversas possibilidades de evolução dos cenários que serão criados que servirão como potenciais futuros.

A trajetória do caminho da evolução bem como seus impactos é linear e contínua entre o Cenário de Partida e os demais cenários projetados, não sendo consideradas descontinuidades. Foram projetados cenários considerando horizontes de 10 e 20 anos, sendo assim expectativas para os anos de 2030 e 2040.

Os cenários que provocam alterações na DBO são os Cenários I e III. Foram criados dois tipos de situação para simulação dos cenários, com base em:

- Disponibilidade “normal”: nesse cenário os parâmetros utilizados são aqueles em que o processamento das séries históricas já é existente, supondo uma estacionariedade para o futuro, denominado como Cenário 1 A;
- Disponibilidade “reduzida”: nesse cenário haverá uma redução de 20% da disponibilidade hídrica, sendo este denominado como Cenário 1 B.

Para o balanço hídrico qualitativo a principal questão é determinar o risco da não diluição ou diluição insuficiente para a carga de DBO nos corpos hídricos avaliados. Esse nível de risco foi avaliado em cada célula de análise.

A questão da poluição orgânica representada pela DBO é um aspecto relacionado ao saneamento urbano que representa importantes informações para determinar a potencialidade de corpos hídricos ao abastecimento das cidades, bem como o enquadramento desses. Configura-se importância, também, as estratégias para aumento da disponibilidade hídrica por meio da questão de volumes de regularização.

Os cenários futuros serão apresentados como uma tendência. Nestes serão considerados algumas variações que já vem sendo observadas. A combinação dessas tendências é que podem ou não ser consideradas com uma tendência. E são essas combinações que de formas diferentes, em vários cenários serão analisadas com o objetivo de verificar arranjos igualmente possíveis, porém que ainda não aconteceram.

Com a criação desses cenários será possível investigar a consequência das diversas tendências para buscar identificar as situações mais críticas, ou conflitos de maior importância, considerando todos os cenários concomitantemente.

Após sua elaboração, os cenários foram comparados com base em seus possíveis impactos nos balanços hídricos quantitativo e qualitativo. Com as demandas estimadas em cada cenário e com os valores da curva de vazão regionalizada projetadas para cada ottobacia analisada, os balanços hídricos foram comparados em nível de sub-bacia.

Da Figura 84 à Figura 87 são apresentados os níveis de risco qualitativo que têm como principal objetivo identificar as áreas que apresentam os maiores riscos de não atendimento dos parâmetros DBO na UPGRH avaliada. Dessa forma são apresentados os grupos de risco qualitativos para os 2 grupos de cenários, os cenários I e III considerando duas condições (A e B) para a DBO.

Foi possível notar com base no balanço hídrico qualitativo, que as regiões mais afetadas ocorrem na parte mais central da bacia avaliada, acompanhando o Rio Meia Ponte onde ocorrem maiores densidades populacionais e onde há predomínio de atividades agropecuárias. Estas apresentam maiores níveis de risco do balanço qualitativo, com maiores registros de carga de DBO estimadas, a exemplo de algumas ottobacias no entorno da Região Metropolitana de Goiânia. Essas regiões demonstram maiores níveis de risco em todos os cenários, que independentemente da situação, permanecem classificadas como críticas, principalmente devido ao aumento da vazão de efluentes lançados. Porém nota-se que, principalmente as ottobacias localizadas nas cabeceiras são classificadas como de Classe I segundo Resolução CONAMA 357/05 (Figura 85, Figura 87, Figura 89, Figura 91), e como excepcional segundo a classificação de risco. Essas bacias não apresentam variações no nível deste, permanecendo com valores sempre baixos, demonstrando menor sensibilidade entre as variáveis articuladas. Dessa forma, os cenários apontam que

no tocante à poluição por cargas de DBO, as soluções deverão ser pautadas de forma pontual e centradas nas já identificadas áreas urbanas.

Avaliando os resultados obtidos entre os balanços hídricos do cenário de partida e dos cenários tendencial e alternativos, verifica-se que não há mudanças significativas da distribuição espacial dos níveis de risco, ocorrendo apenas uma intensificação dos mesmos.

As Figuras a seguir mostram que podemos identificar as seguintes situações:

- Os locais que poderão apresentar situações que serão possíveis controlar com os instrumentos de gestão (nível de risco: Excepcional);
- Os locais que necessitarão de um maior controle por parte dos órgãos de gestão, que deverão criar políticas e ações para diminuir a carga poluidora (nível de risco: Excelente e Confortável);
- Os locais que carecerão de grandes volumes de água para diluição das cargas poluidoras, acarretando níveis mais complexos de gestão (nível de risco entre Preocupante e Crítico);
- Os locais que apresentam a situação mais crítica, cuja vazão de diluição necessária está acima da Q_{med} (nível de risco: Muito Crítico) em que serão necessárias medidas de redução drástica das cargas orgânicas lançadas.

Dessa forma, foi observado diante dos resultados do balanço hídrico qualitativo que em alguns locais, mesmo com índices elevados de tratamento de esgoto, as cargas de DBO ainda são elevadas, notadamente nos locais com maiores adensamentos populacionais e onde há desenvolvimento das maiores atividades econômicas do estado (especialmente atividades agropecuárias). Ficou claro para todos os cenários: os locais com os maiores valores de concentração de cargas de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 357/05 e de acordo com as classes de Risco apontadas nos respectivos mapas; a necessidade de se melhorar ainda mais os processos de tratamento; e a necessidade de se concentrar nos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, uma vez que as cargas afluentes aos corpos hídricos ainda representam uma elevada porcentagem de carga DBO gerada na bacia estudada. Esses locais devem ainda merecer mais atenção em relação também a disponibilidade hídrica, que deverão ter focos críticos caso ocorram mudanças climáticas e aconteçam alterações na disponibilidade hídrica quantitativa e qualitativa.

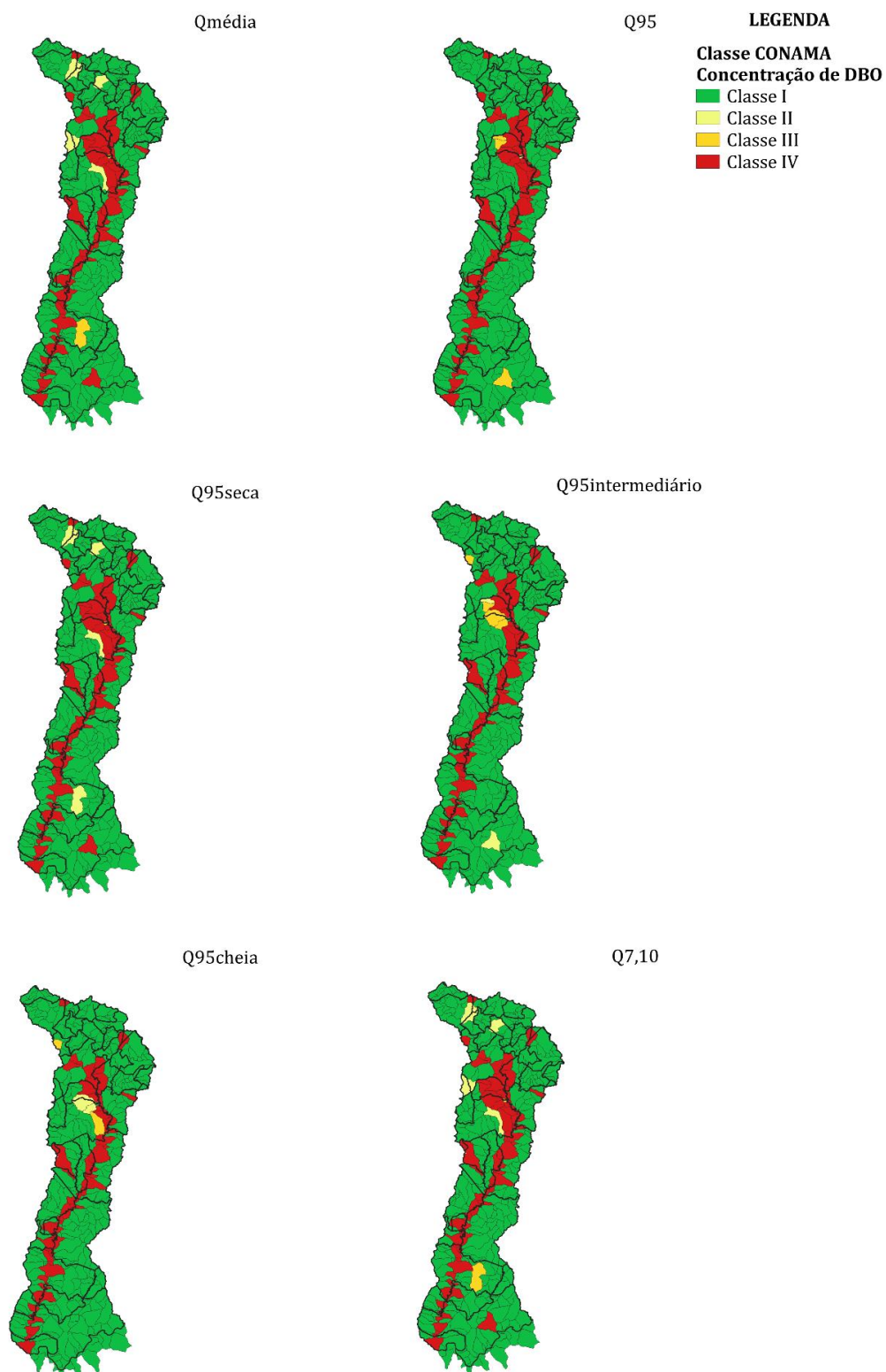


Figura 84 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2030

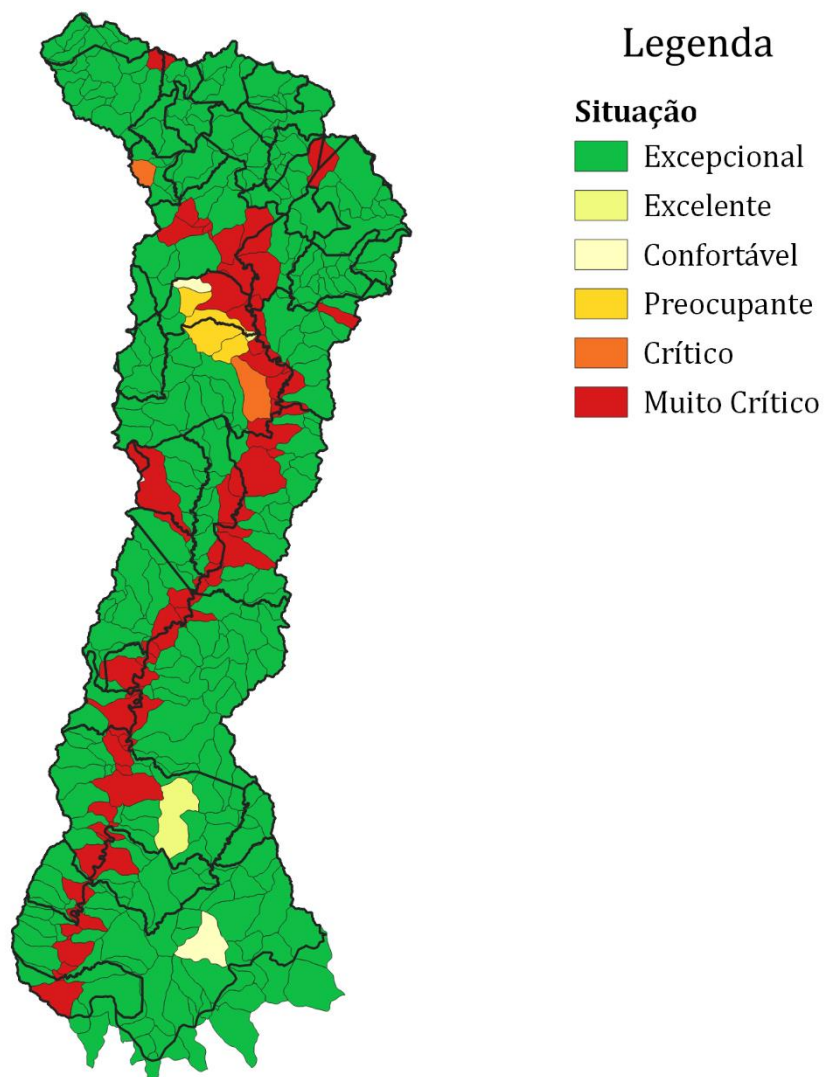


Figura 85 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2030

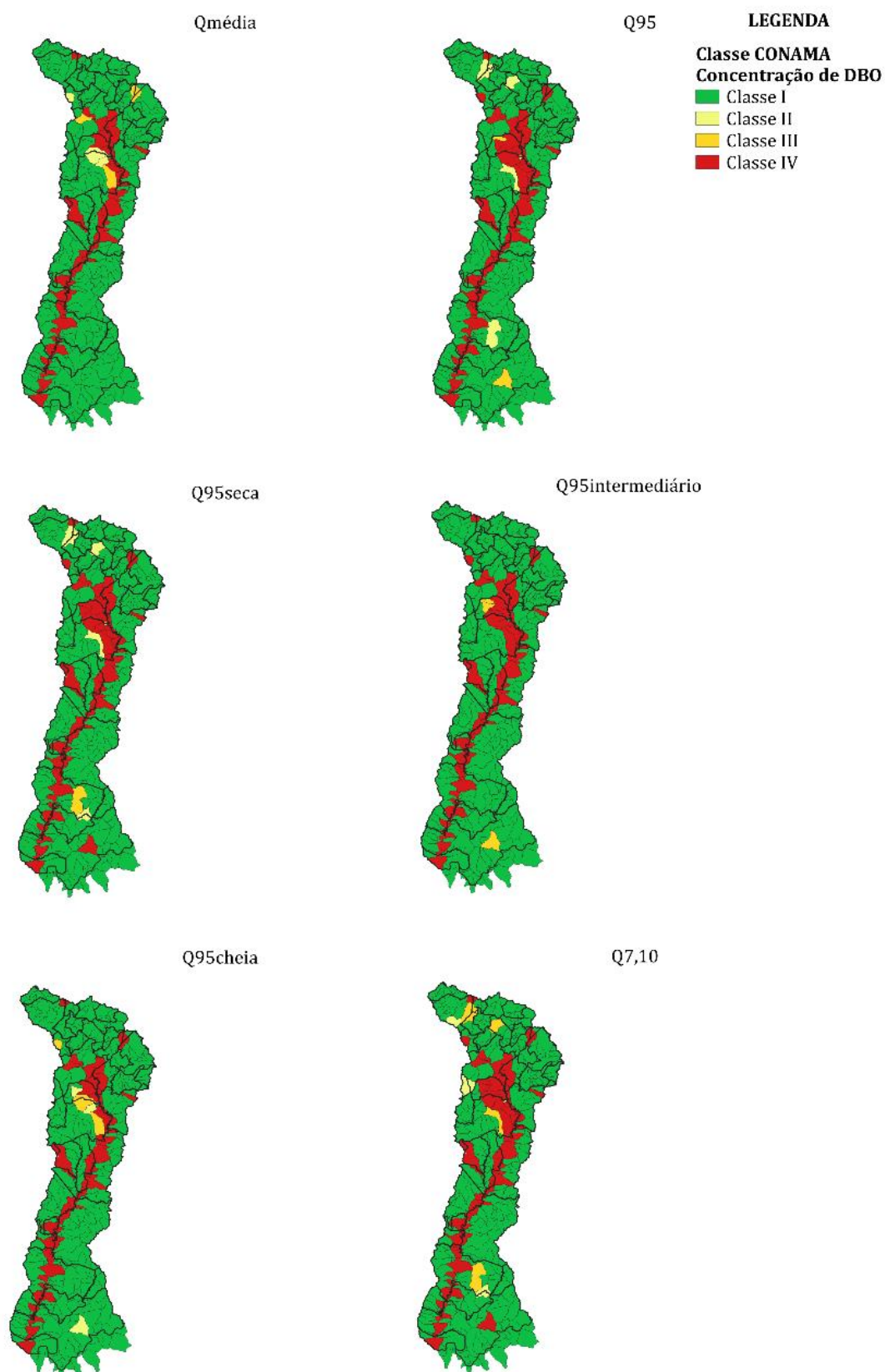


Figura 86 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2030

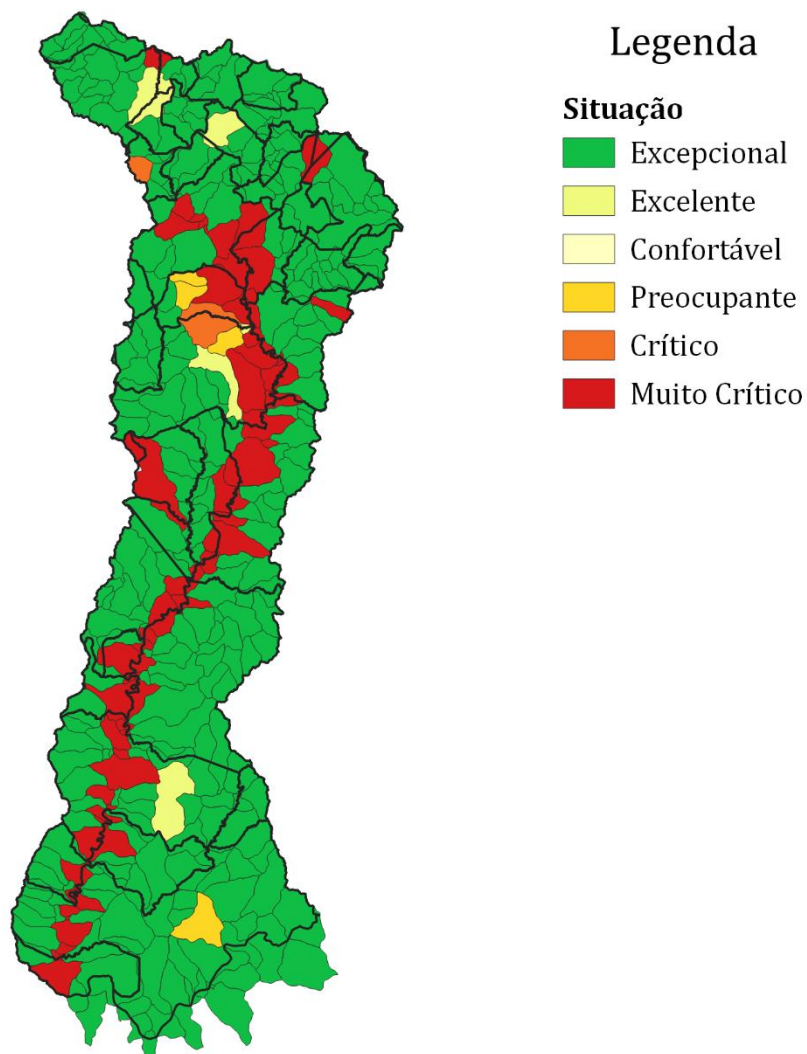


Figura 87 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2030

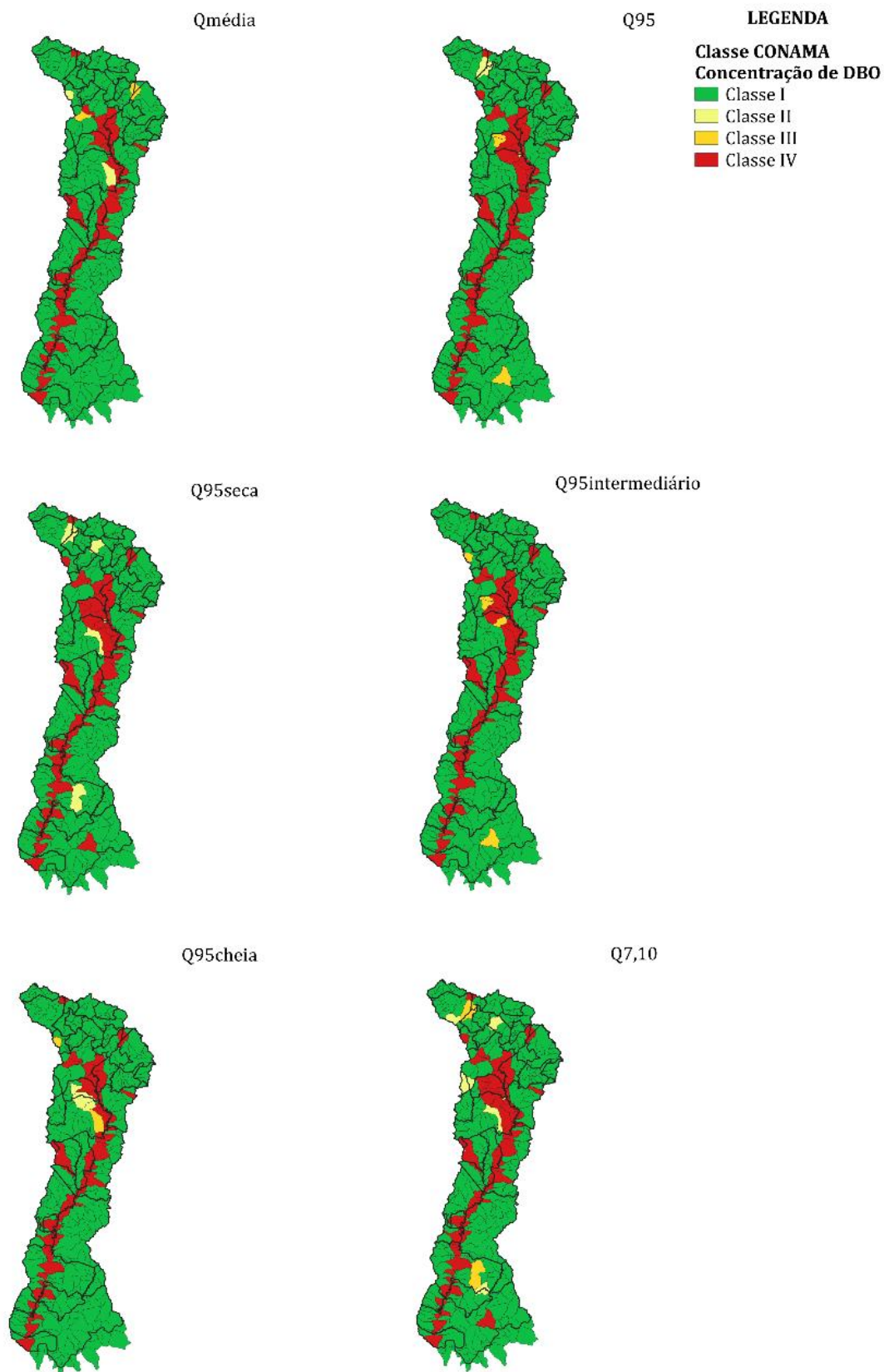


Figura 88 – Classificação das Sub-bacias da UGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2040

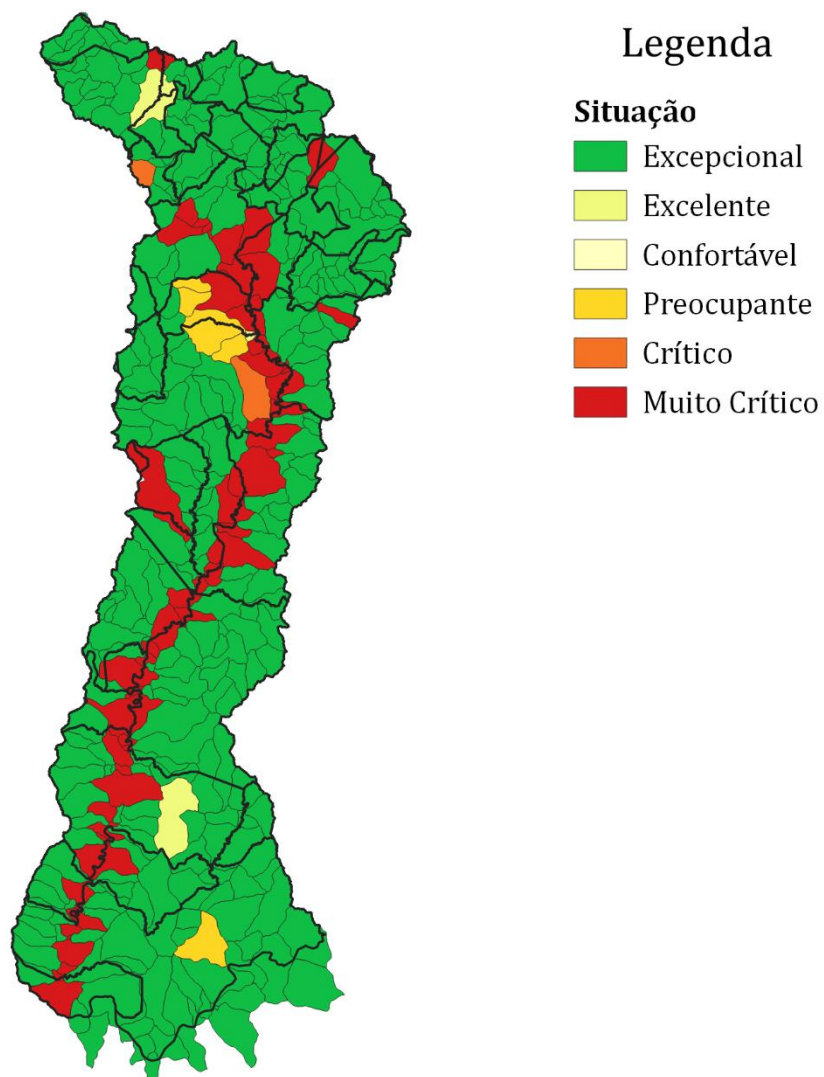


Figura 89 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-A 2040

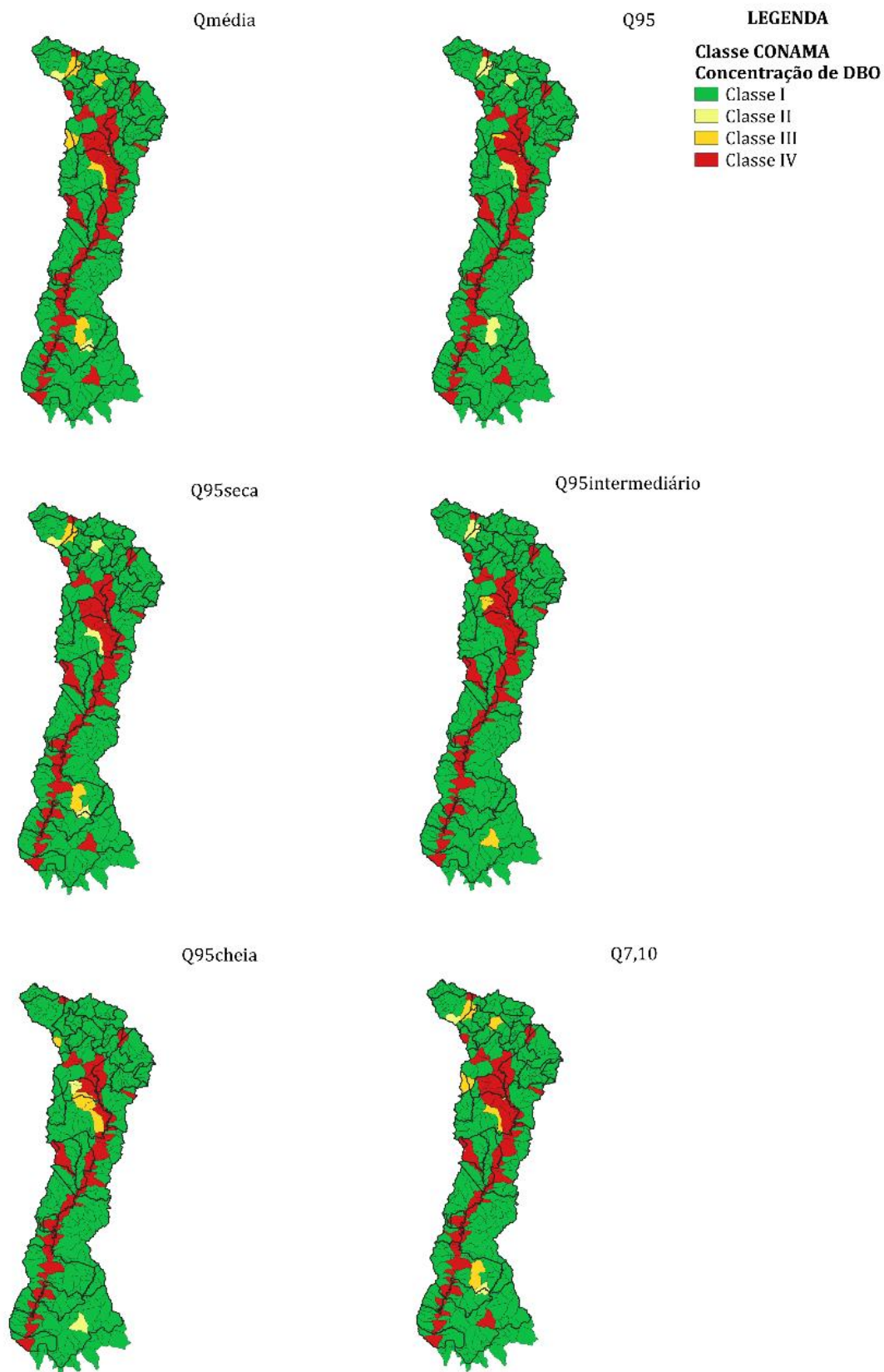


Figura 90 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2040

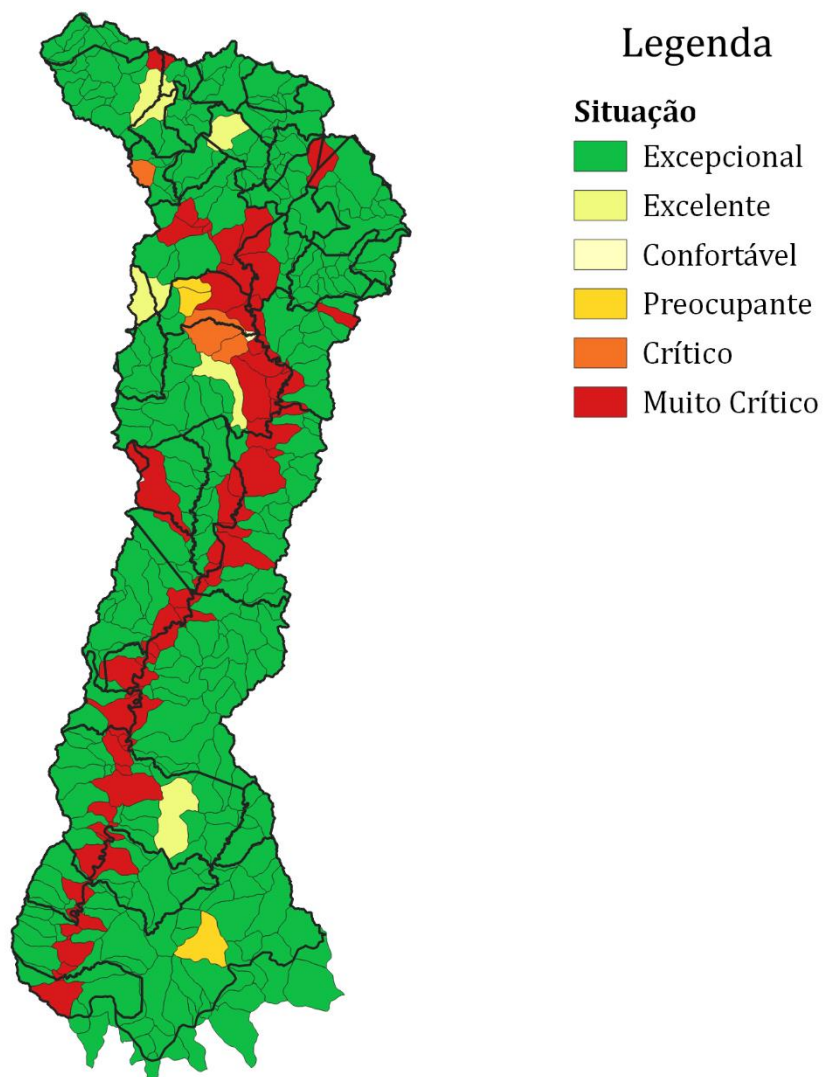


Figura 91 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário I-B 2040

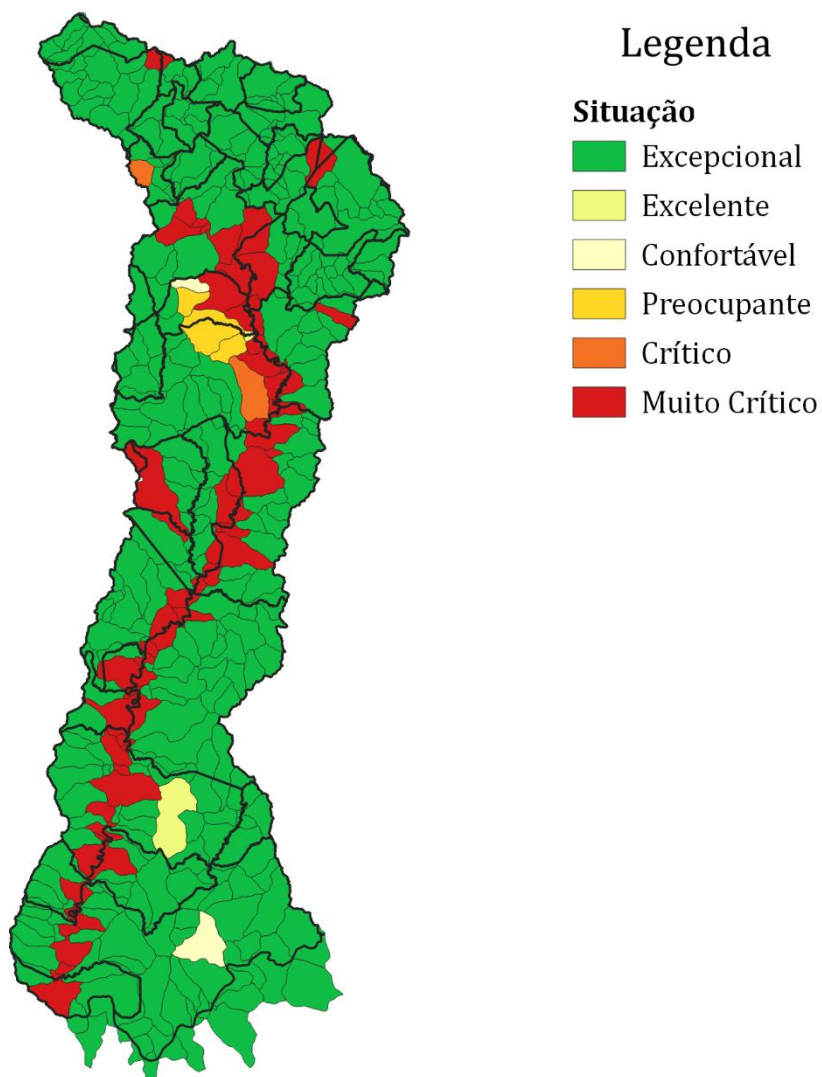


Figura 92 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2030

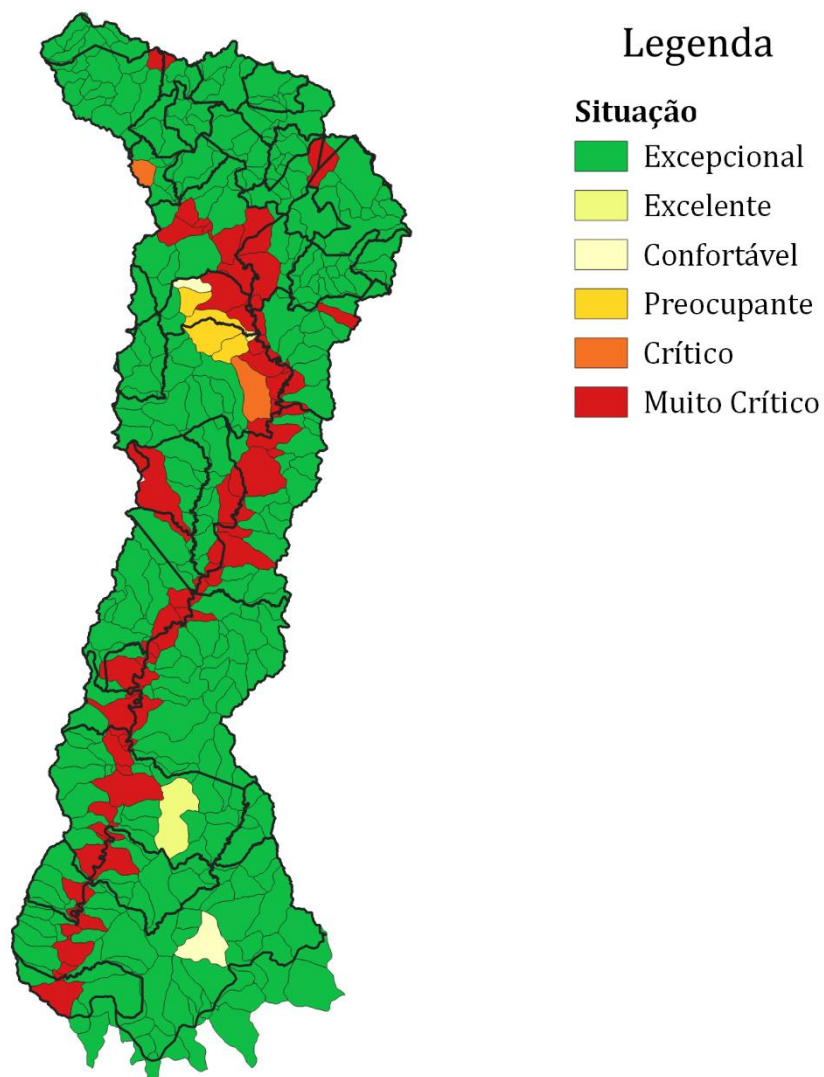


Figura 93 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2030

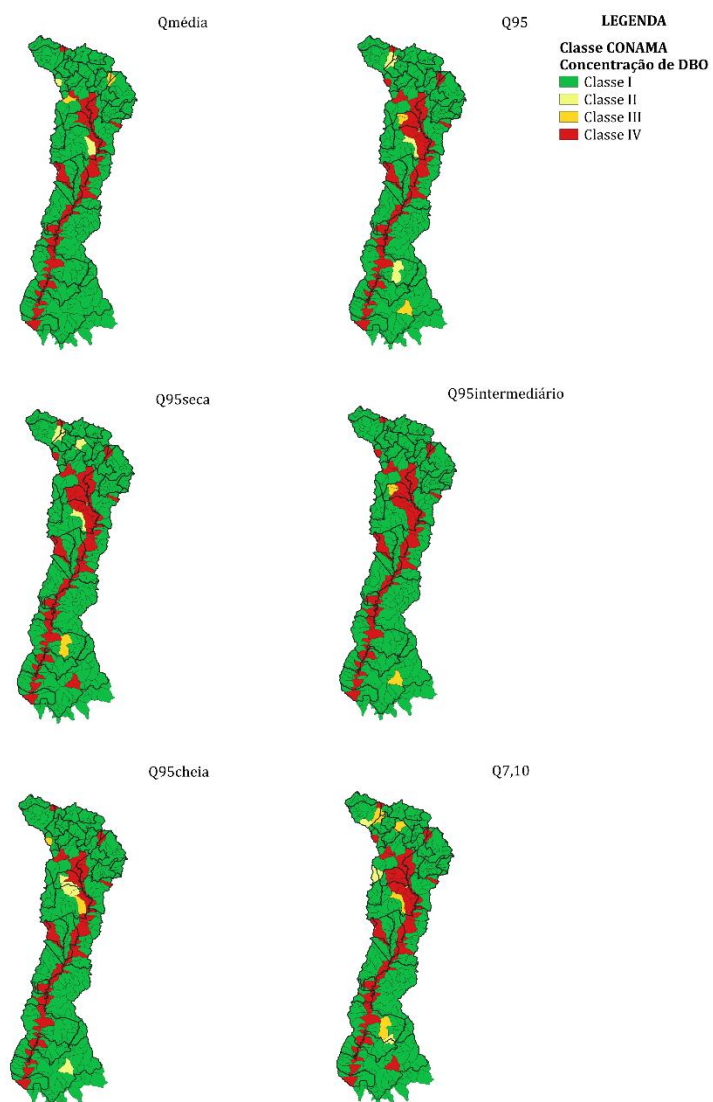


Figura 94 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2030

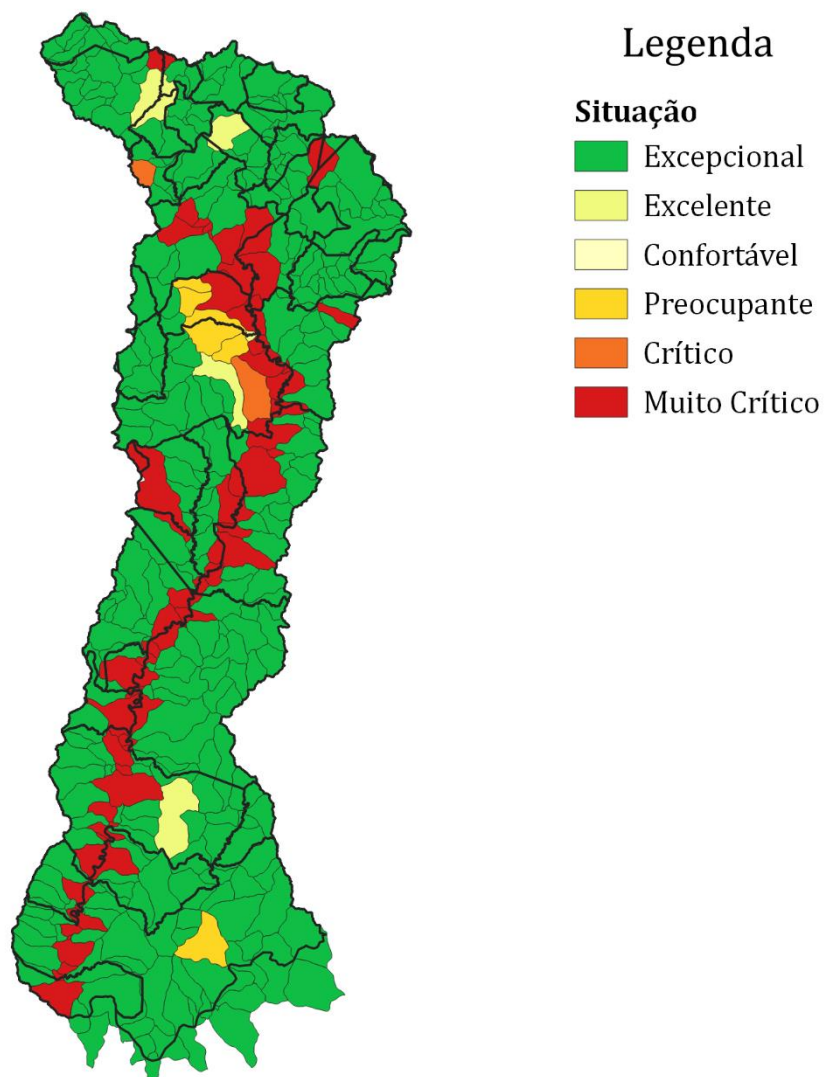


Figura 95 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2030

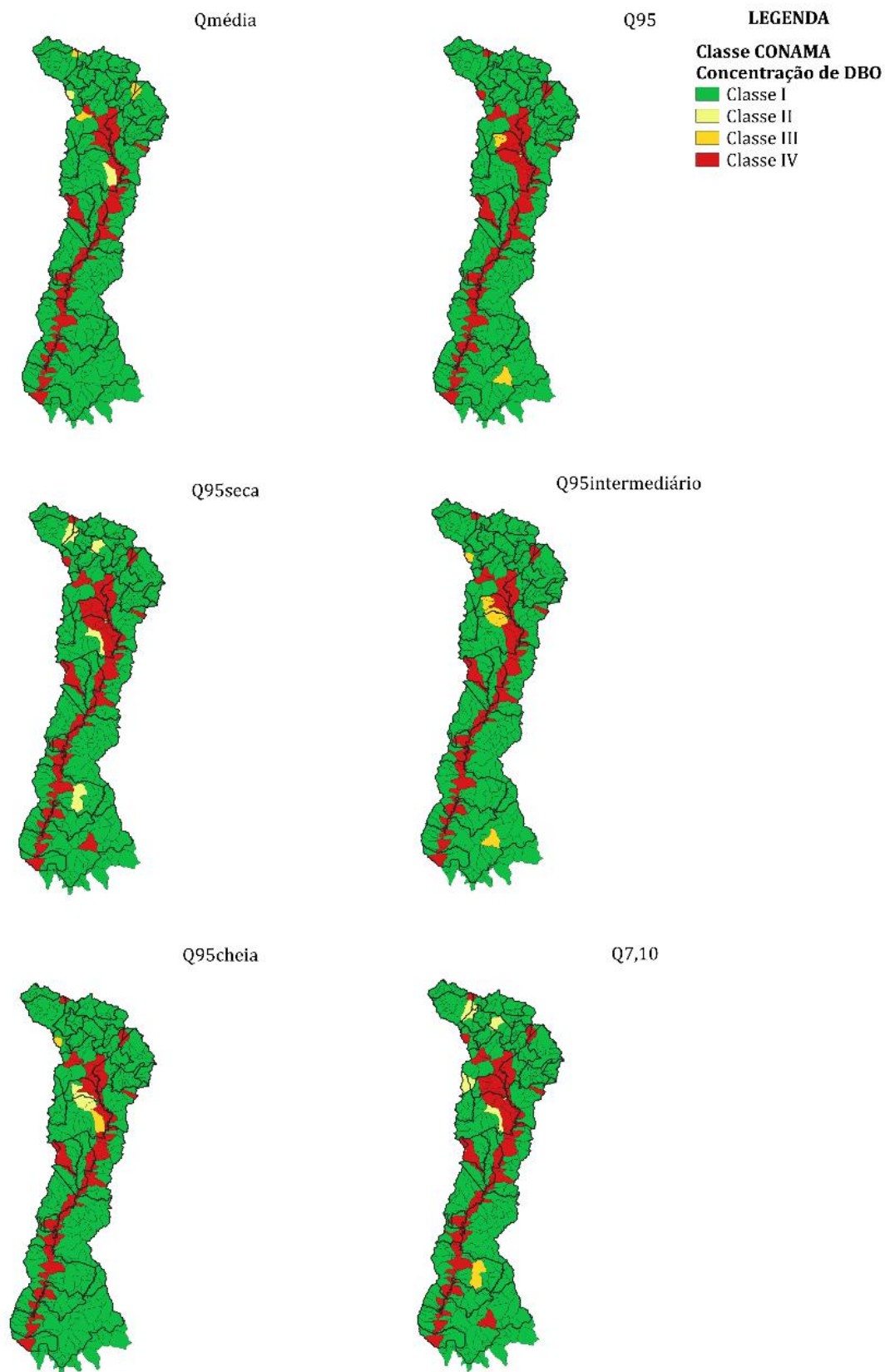


Figura 96 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2040

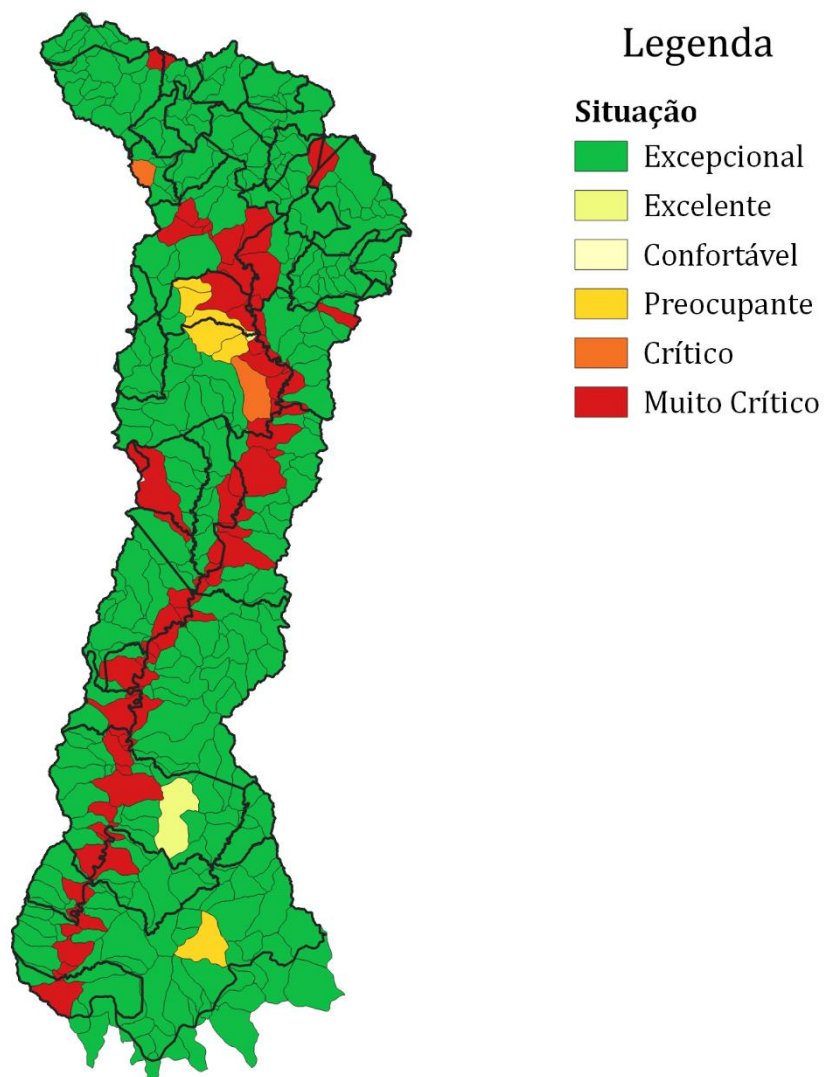


Figura 97 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-A 2040

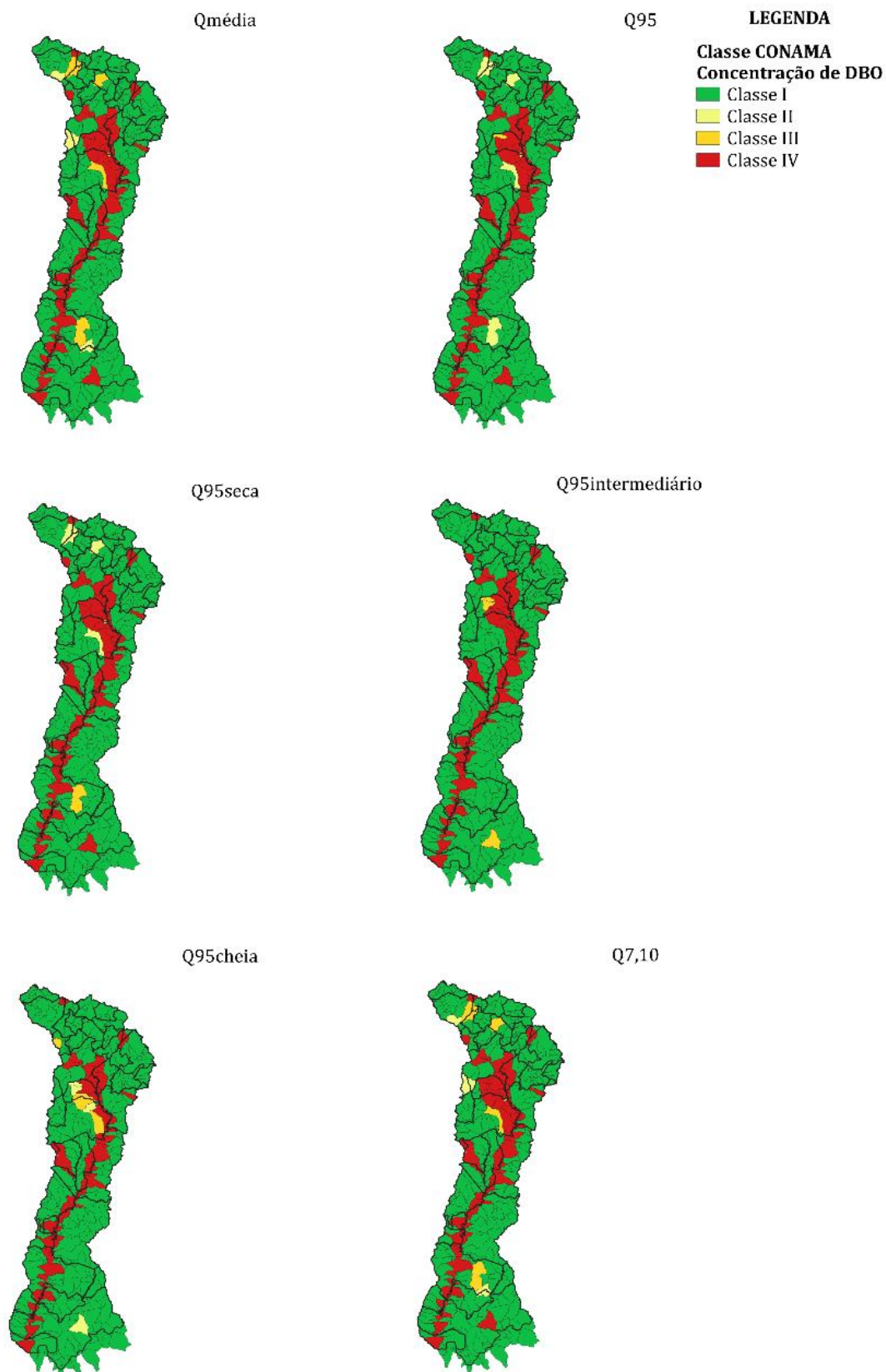


Figura 98 – Classificação das Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2040

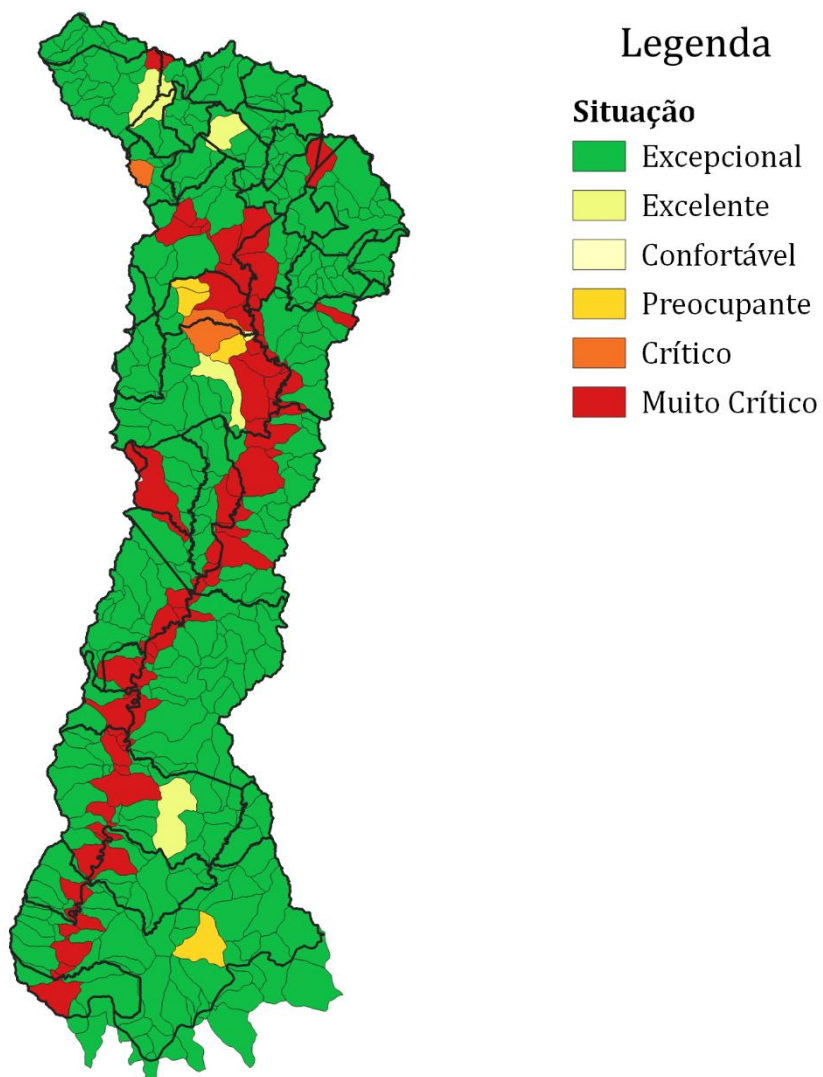


Figura 99 – Níveis de Risco de Não Diluição da DBO Sub-bacias da UPGRH do Rio Meia Ponte. Segundo Resolução CONAMA 357/05 para o Cenário III-B 2040

8. Considerações Finais

O prognóstico de usos de recursos hídricos é uma tarefa que enfrenta diversos desafios pois precisa lidar com a possibilidade de alteração nos aspectos econômicos, sociais, culturais, climáticos e ambientais da bacia. Esses aspectos podem ser alterados individualmente ou em conjunto, o que torna a perspectiva da análise mais incerta.

A construção dos cenários futuros envolveu individualmente os principais usos de água na bacia, a saber: agricultura irrigada, abastecimento humano, dessedentação animal e consumo industrial.

A base das projeções empregadas foi o estudo da ANA (2019) em que as projeções para os consumos foram feitas até 2030. Com a base de dados empregada efetuou-se a projeção até o ano de 2040, seguindo o mesmo modelo empregado. Os cenários apresentados pela ANA (2019) foram denominados de tendenciais.

O abastecimento humano é o segundo principal uso de água na bacia e o mais nobre. Ele apresenta uma tendência mais estável, uma vez que é função do tamanho da população. Os dados populacionais são mais previsíveis, e as taxas de crescimento levantadas no estudo indicam que os modelos empregados têm um bom nível de precisão. As informações de população são baseadas nos censos demográficos e nas contagens populacionais anuais, sendo possível construir uma base mais robusta de dados, que têm tendências bem definidas para a maioria dos locais. Desta forma, cenários alternativos para mudança da dinâmica populacional são mais difíceis de ocorrer, e foi considerado apenas o tendencial.

A agricultura irrigada é o principal usuário de água na bacia e apresenta um nível de incerteza nas projeções relativamente alto. O uso da agricultura irrigada está associado diretamente à disponibilidade e valor da terra. Verifica-se que o crescimento tem dois fatores limitantes: o primeiro é a existência de solo propício à agricultura irrigada, o que não ocorre de um modo uniforme na bacia; o segundo é a disponibilidade de água, que é o fruto desse estudo. Com base nisso, foram considerados 2 cenários, o primeiro é o proposto por ANA (2019), o segundo considerou que o uso da irrigação seria dirigido pela disponibilidade de locais com solos indicados para o uso.

O abastecimento animal foi feito considerando os dados anuais de rebanho. Os valores projetados foram significativamente menores do que os encontrados por ANA (2019), assim criou-se um cenário alternativo com um crescimento menor da demanda. Situação parecida ocorreu com o consumo industrial. As projeções de ANA (2019) indicam que ocorrerá um aumento exponencial da atividade industrial. Os dados apresentados mostram que a indústria apresenta uma redução na maioria dos

locais, principalmente após os anos de 2013. Assim o cenário construído considerou o índice de crescimento da base industrial do IBGE.

Os modelos de análise das mudanças climáticas indicam que a região da UPGRH teria um pequeno acréscimo na precipitação média anual, em torno de 5%. Este valor indica que as alterações do clima têm pouca influência na disponibilidade de água da bacia. Por outro lado, as mudanças no uso do solo podem trazer mais impactos na disponibilidade uma vez que a redução da infiltração e do armazenamento no lençol freático pode diminuir as vazões no período de estiagem. A estimativa dessa redução é complexa e depende de diversos fatores. Considerou-se o valor empregado em ANA (2015) que foi uma redução de 20%.

Foram assim construídos 8 cenários de demandas e 2 de disponibilidade, totalizando 16 situações em que o balanço hídrico foi simulado para diferentes vazões de referência.

O balanço hídrico para os cenários mais extremos (Cenário IV e VI) mostrou que nas condições para 2030 dois apresentam condições diferentes em relação à criticidade das bacias. O Cenário IV mostrou uma quantidade de bacias com problemas em toda a extensão da UPGRH, enquanto no Cenário VI estes problemas se concentram na RMG e no Baixo Meia Ponte.

Para o ano de 2040 essa diferença aumenta com praticamente toda a bacia sendo comprometida no Cenário IV, enquanto no Cenário VI as regiões permanecem as mesmas.

Vale ressaltar que mesmo no cenário mais favorável (Cenário VI) para a condição atual de disponibilidade, no ano de 2040 cerca de 75% da vazão outorgável natural (Q_{95}) estaria comprometida, o que é o valor mais elevado em todo o Estado de Goiás.

Os cenários para as diversas vazões de referência avaliadas indicam que as regiões com maiores problemas ficam na Região Metropolitana de Goiânia, na porção do Alto Meia Ponte e no Baixo Meia Ponte. Os afluentes principais não apresentam grandes problemas de abastecimento. Situações pontuais de atendimentos podem ocorrer no Ribeirão João Leite e no Ribeirão Dourado

Parte destes locais já apresentam problemas de atendimento efetivo atualmente para todos os usos, sendo foco de acompanhamento pelo órgão estadual responsável pela gestão de recursos hídricos.

Em uma condição de maior exigência da demanda com menor disponibilidade (Cenário IV-A em 2040), a bacia apresentaria situação Preocupante, Crítica ou Muito Crítica para mais de 73% das sub-bacias quando se considera a vazão de referência Q_{95} . Mesmo no cenário mais favorável (Cenário VI-A) o número de regiões nestas condições é de 42%.

Assim, o acompanhamento da evolução do consumo é essencial para se antecipar possíveis problemas em novos locais, reduzindo assim a possibilidade de novos conflitos pelo uso da água.

Com relação à qualidade, os locais que podem apresentar problemas ocorrem principalmente no trecho do Rio Meia Ponte a jusante de Goiânia. Isto é causado pela elevada carga de efluentes domésticos com tratamento não suficiente. Outros locais pontuais estão também associados a lançamentos diretos em rios como nas bacias próximas a Anápolis e Professor Jamil, por exemplo. Isto indica a necessidade de se efetuar uma melhoria no processo de tratamento desses efluentes de modo a reduzir estes efeitos.

De um modo geral, quando se compara os resultados do prognóstico para os diferentes cenários com os obtidos no diagnóstico, verifica-se que os cenários construídos e as projeções decorrentes deles, potencializam os problemas existentes. Em condições mais extremas estes podem tornar o gerenciamento do uso da água na bacia mais difícil de ocorrer, pois as situações atuais, que já exigem atenção, podem ser intensificadas, de modo a gerar conflitos mais graves tanto em aspectos quantitativos quanto em aspectos qualitativos.

A gestão dos recursos hídricos na porção superior do Rio Meia Ponte é um desafio para os próximos anos, pois apresenta os mais diferentes problemas que se tem em recursos hídricos: demanda concentrada por uma grande cidade, aumento do uso da água para necessidades da irrigação, curso d'água com qualidade da água precário, possibilidade de instalação de empreendimentos hidrelétricos, etc. A conciliação desses usos e a mitigação do efeito das estiagens anuais é fundamental para que se tenha uma gestão eficiente da água.

Referências.

- ANA - Agência Nacional de Águas. Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/PRHDaBaciaHidrograficaDoRioParanaiba.pdf>. Acesso em: jan. 2020.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Manual de usos consuntivos da água no Brasil. Brasília:ANA,2019.Disponívelem: https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf. Acesso em: jan. 2020.
- BALDWIN, Claudia; HAMSTEAD, Mark. Integrated water resource planning: achieving sustainable outcomes. Routledge, 2014.
- BALETA, Hannah; WINTER, Kevin. Towards a shared understanding of water security risks in the public and private sectors. International Journal of Water Resources Development, v. 33, n. 2, p. 233-245, 2017.
- BARBOSA, J. What is mathematical modelling? In: LAMON, S. J.; PARKER, W. A.; HOUSTON, S. K. (Eds.). Mathematical modelling: a way of life. Chichester: Horwood, 2003. p. 227-234. (ICTMA, 11).
- BASCO-CARRERA, Laura et al. Collaborative modelling or participatory modelling? A framework for water resources management. Environmental Modelling & Software, v. 91, p. 95-110, 2017.
- CASTELLETTI, A. et al. Tree-based reinforcement learning for optimal water reservoir operation. Water Resources Research, v. 46, n. 9, 2010.
- DZURIK, Andrew A.; KULKARNI, Tara Shenoy; BOLAND, Bonnie Kranzer. Water Resources Planning: Fundamentals for an Integrated Framework. Rowman & Littlefield, 2018.
- GARROTE, Luis. Managing water resources to adapt to climate change: facing uncertainty and scarcity in a changing context. Water Resources Management, v. 31, n. 10, p. 2951-2963, 2017.
- GOIÁS. (Estado). Plano Estadual de Recursos Hídricos. Goiás, 2018. Disponível em: https://www.meioambiente.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2016-01/p05_plano_estadual_de_recursos_hidricos_revfinal2016.pdf. Acesso em: jan 2020.

HARWOOD, Andrew J. et al. Critical factors for water policy to enable effective environmental flow implementation. *Frontiers in Environmental Science*, v. 6, p. 37, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Contagem da população 1998 a 2018. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 1996-1997. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2020

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: mar. 2020

KAZBEKOV, Jusipbek; TAGUTANAZVO, Emelder; LAUTZE, Jonathan. A global assessment of basin plans: definitions, lessons, recommendations. *Water Policy*, v. 18, n. 2, p. 368-386, 2016.

MAZIBUKO, Gugu; PEGRAM, Guy Charles. Evaluation of the opportunities for cooperative governance between catchment management agencies and local government. *Water Research Commission*, 2006.

LOUCKS, Daniel P.; VAN BEEK, Eelco. *Water resource systems planning and management: An introduction to methods, models, and applications*. Springer, 2017.

LOUCKS, Daniel P. et al. *Water resource systems planning and analysis*. Prentice-Hall, 1981.

LOUCKS, Daniel P. Sustainable water resources management. *Water international*, v. 25, n. 1, p. 3-10, 2000.

PEGRAM, Guy; LI, Yuanyuan; LE QUESNE, Tom. *River basin planning: Principles, procedures and approaches for strategic basin planning*. Asian Development Bank, 2013.

QUESNE, T. le et al. *Flowing forward: freshwater ecosystem adaptation to climate change in water resources management and biodiversity conservation*. Flowing forward: freshwater ecosystem adaptation to climate change in water resources management and biodiversity conservation., 2010.

SIPES, James L. Sustainable solutions for water resources: policies, planning, design, and implementation. John Wiley & Sons, 2010.

SONCINI-SESSA, Rodolfo; WEBER, Enrico; CASTELLETTI, Andrea. Integrated and participatory water resources management-theory. Elsevier, 2007.

SPEED, Robert et al. Basin water allocation planning: Principles, procedures and approaches for basin allocation planning. 2013.

THE MET OFFICE. Climate: Observations, projections and impacts. Climate: Observations, projections and impacts: Brazil. 2011.

THE WORLD BANK. 2020. "World Development Indicators." URL: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

VOINOV, Alexey et al. Tools and methods in participatory modeling: Selecting the right tool for the job. Environmental Modelling & Software, v. 109, p. 232-255, 2018.

Anexo I

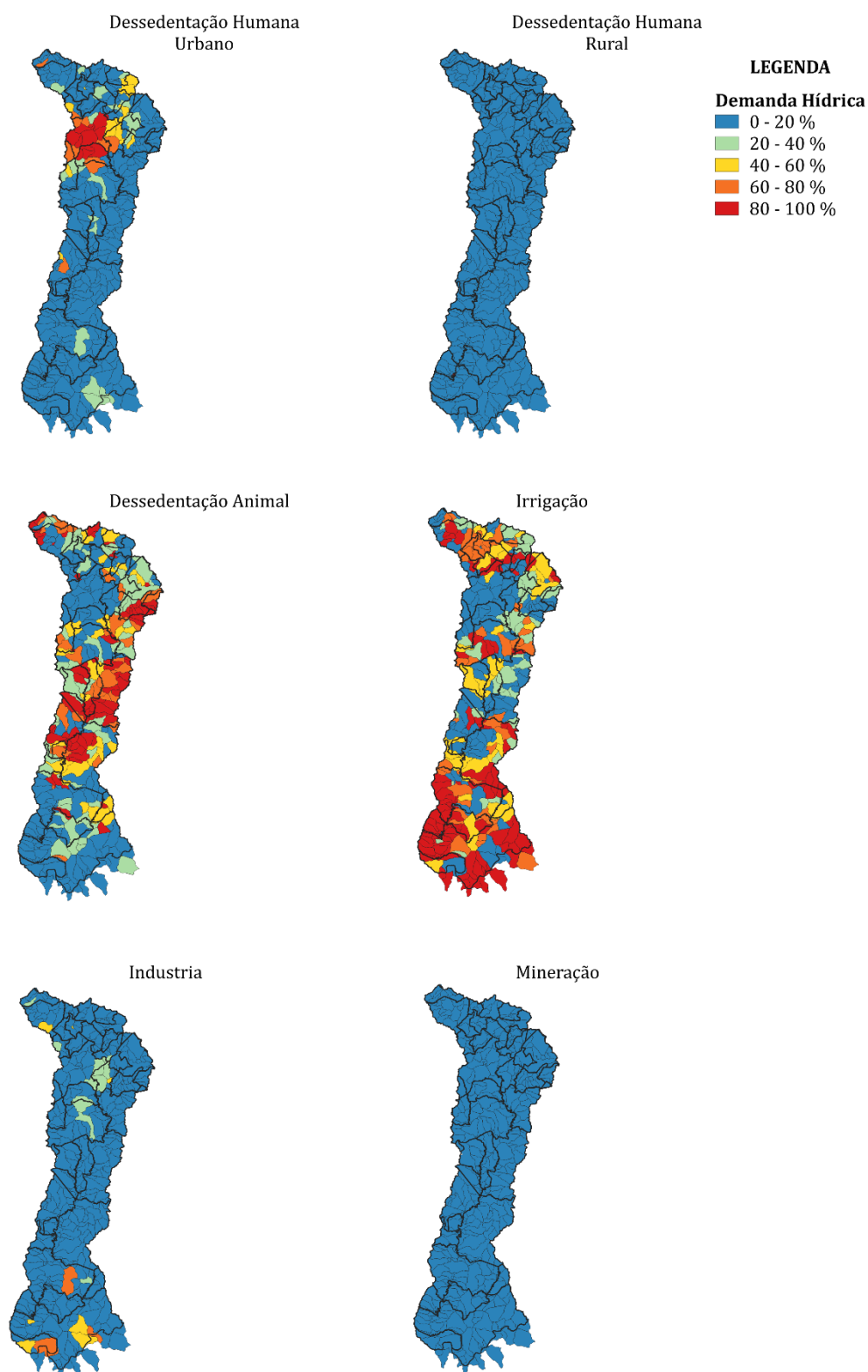


Figura 100 – Distribuição dos consumos para o Cenário II para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

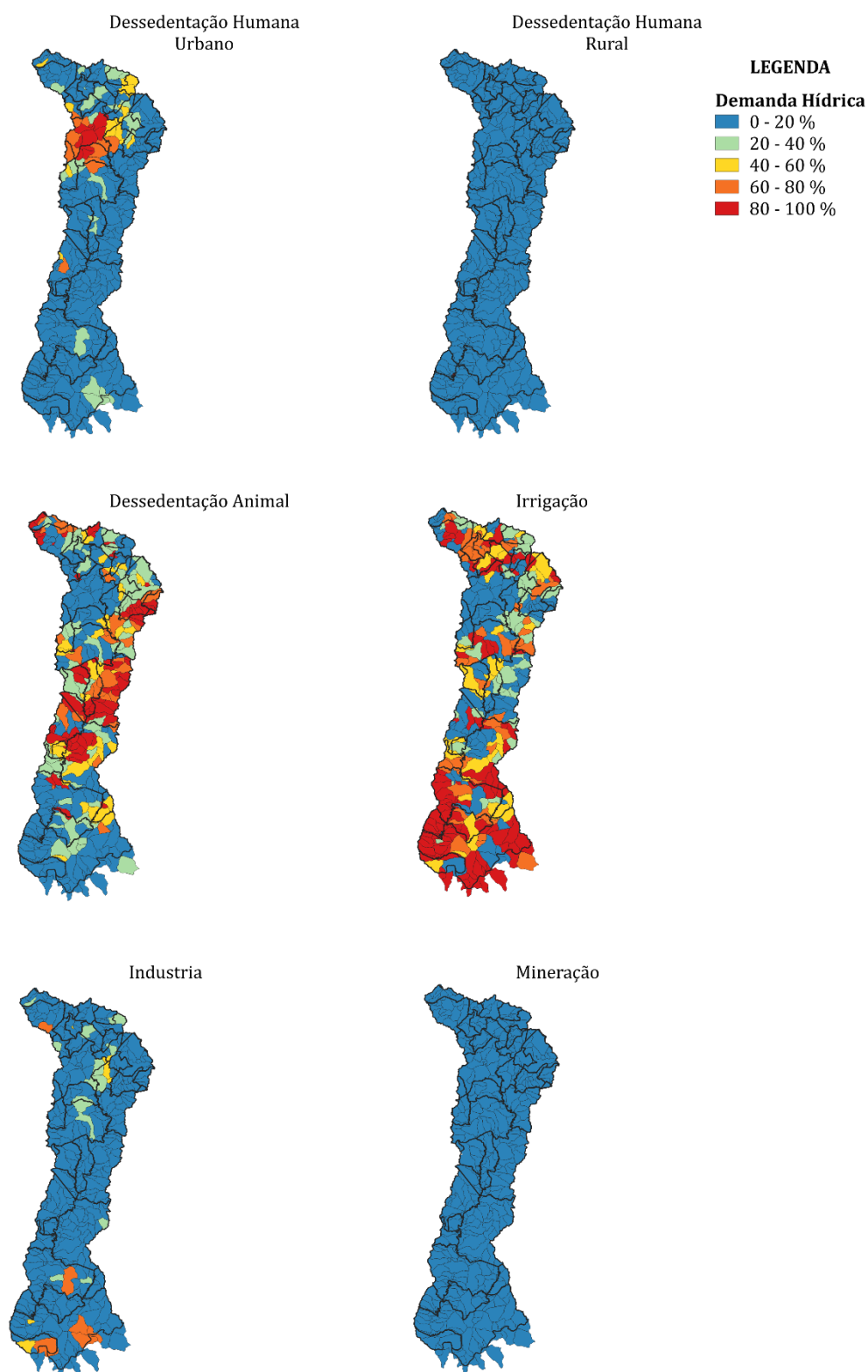


Figura 101 – Distribuição dos consumos para o Cenário III para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

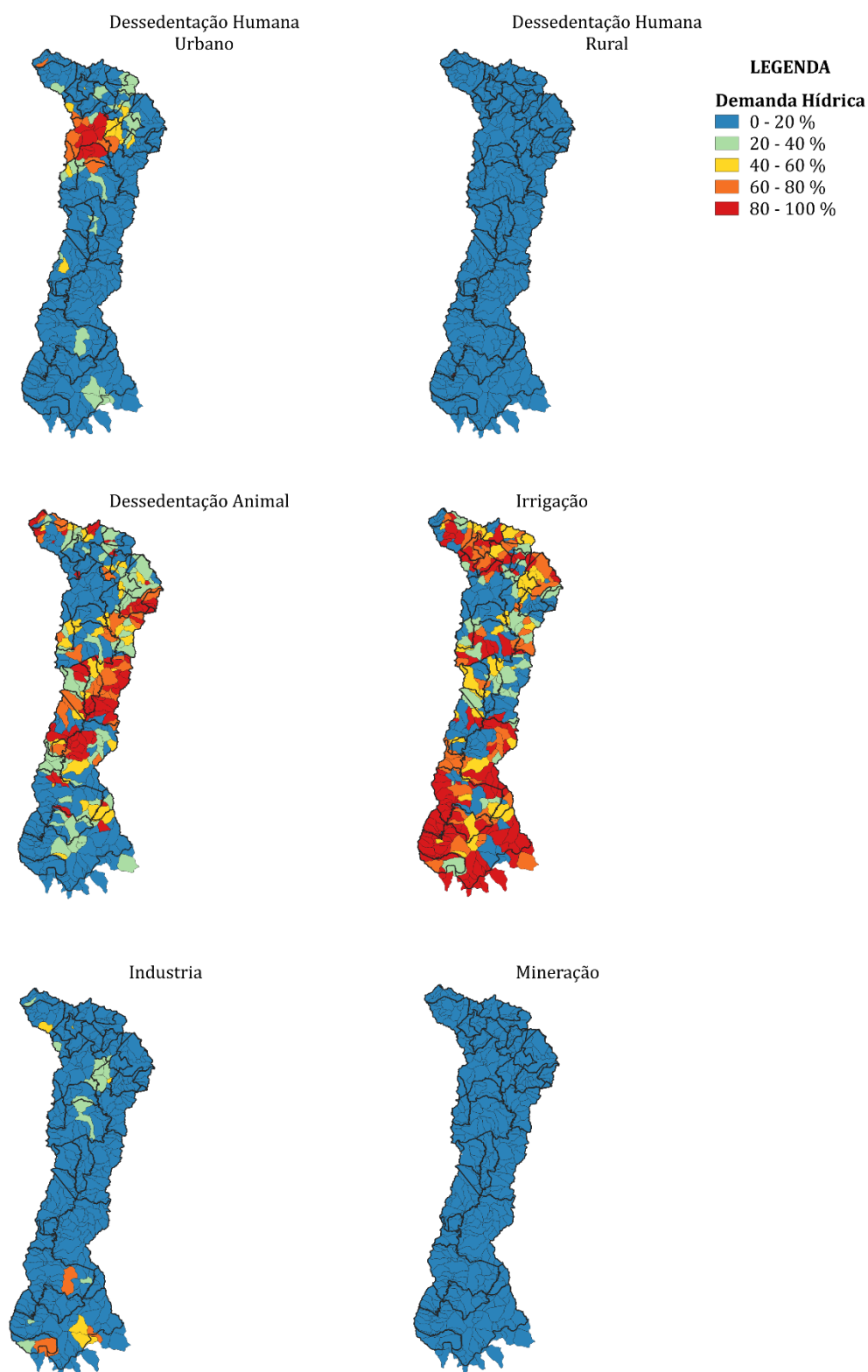


Figura 102 – Distribuição dos consumos para o Cenário V para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

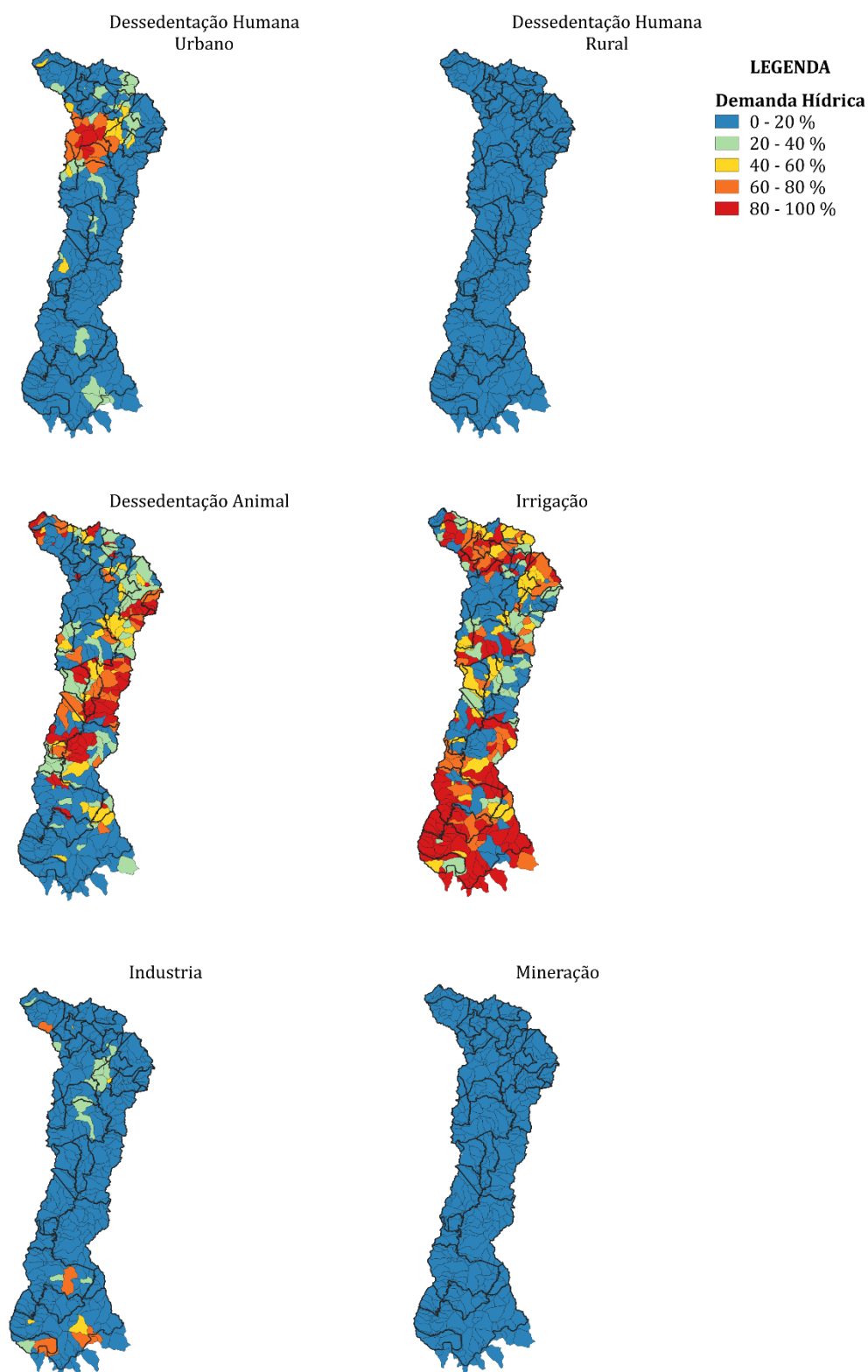


Figura 103 – Distribuição dos consumos para o Cenário VII para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

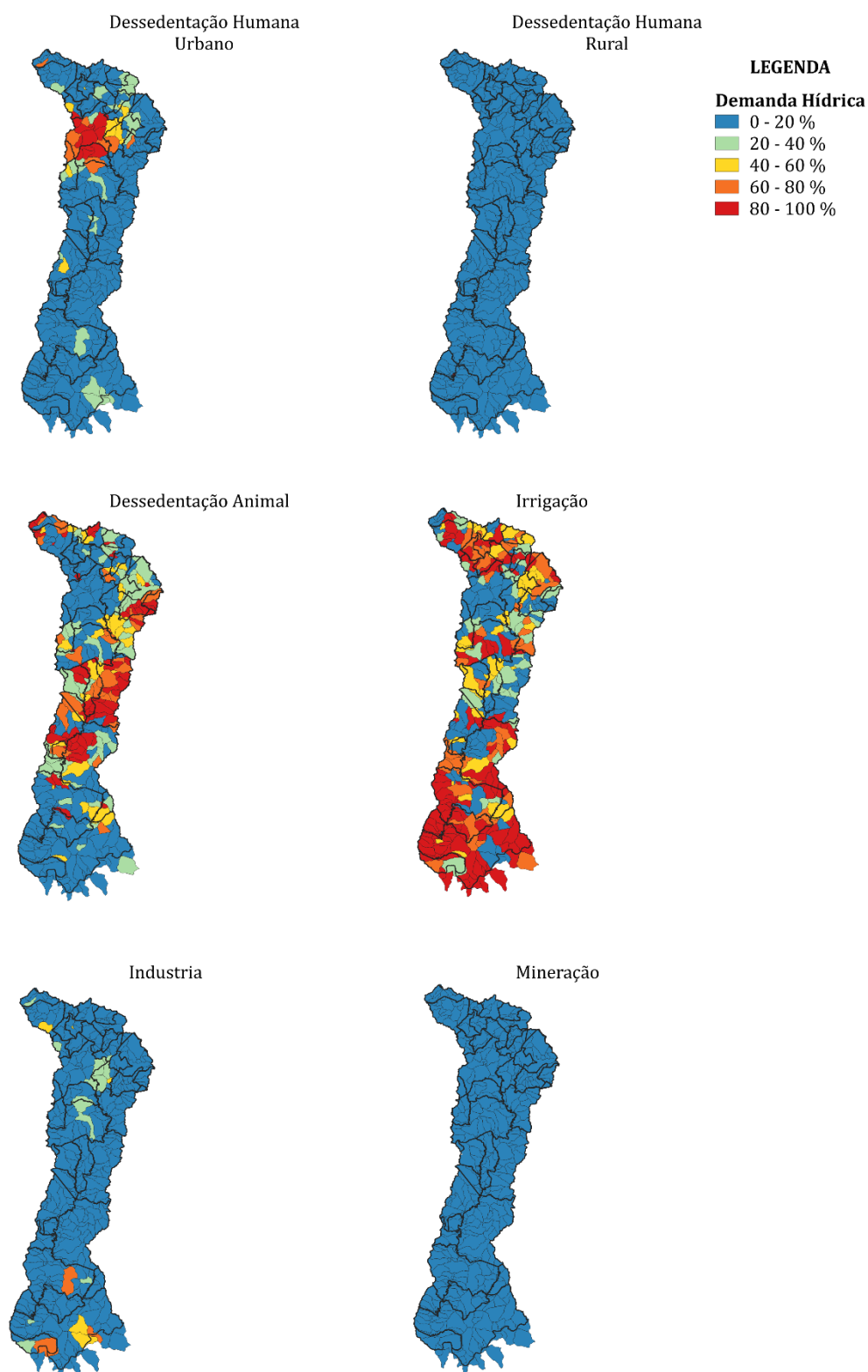


Figura 104 – Distribuição dos consumos para o Cenário VIII para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

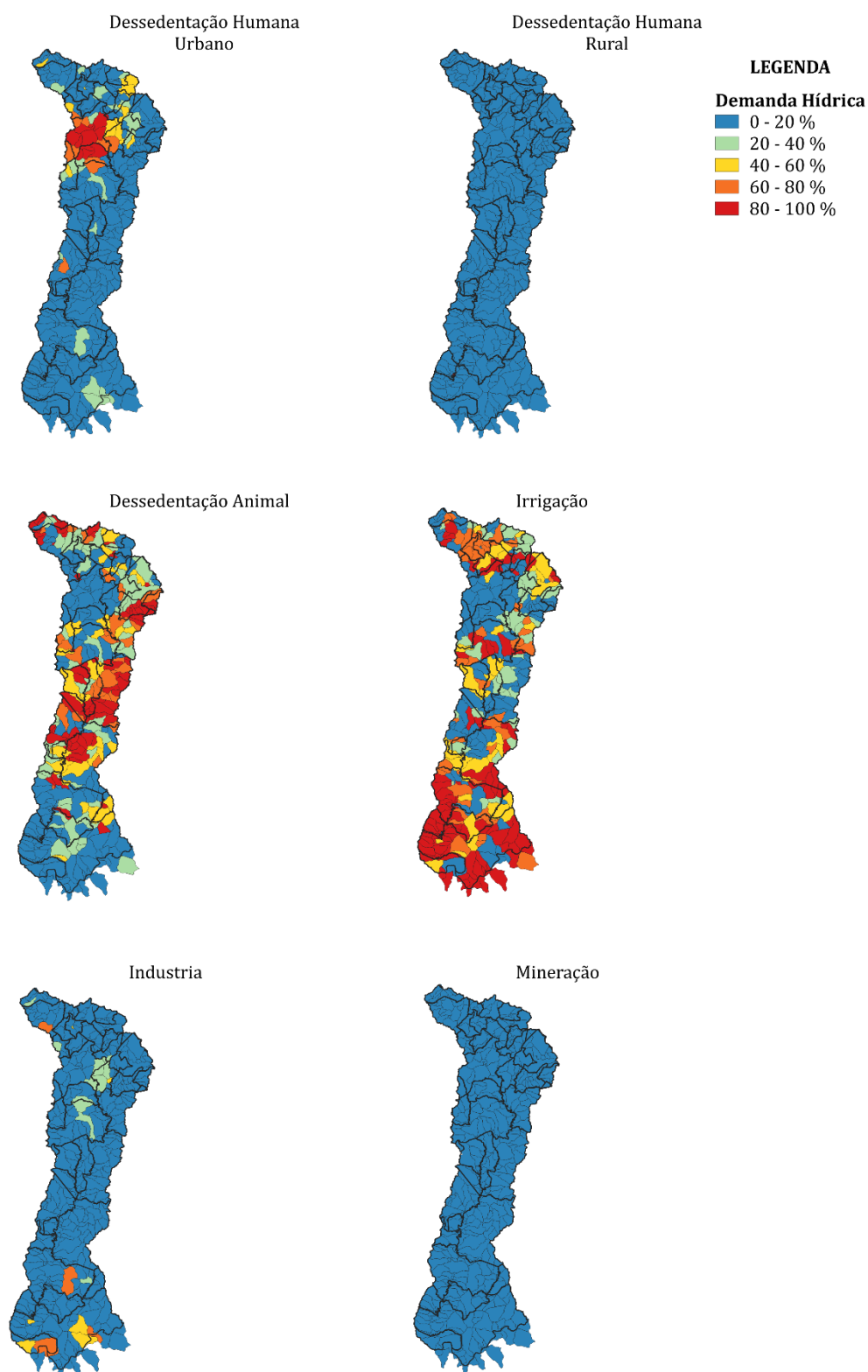


Figura 105 – Distribuição dos consumos para o Cenário II para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

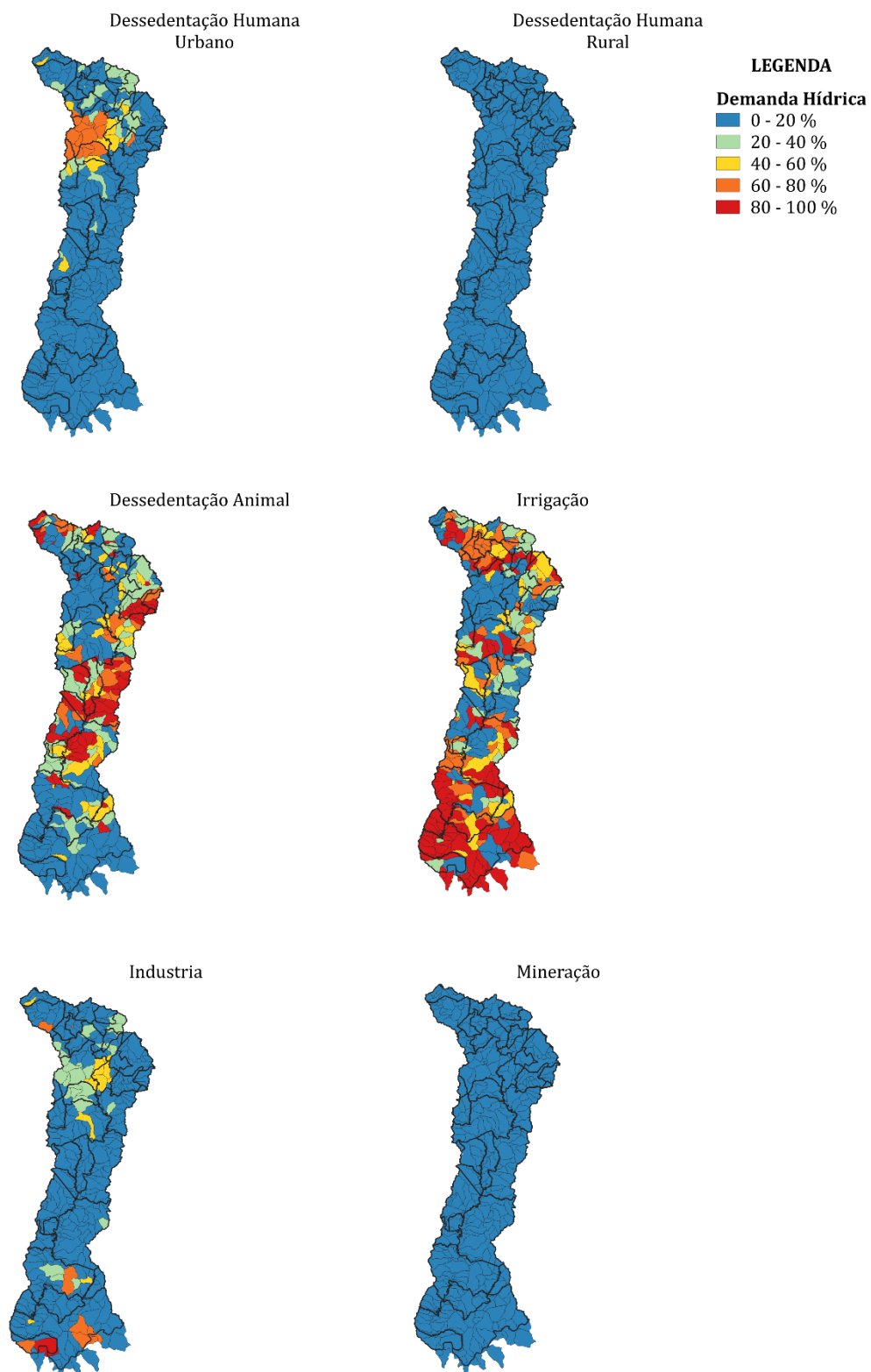


Figura 106 – Distribuição dos consumos para o Cenário III para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

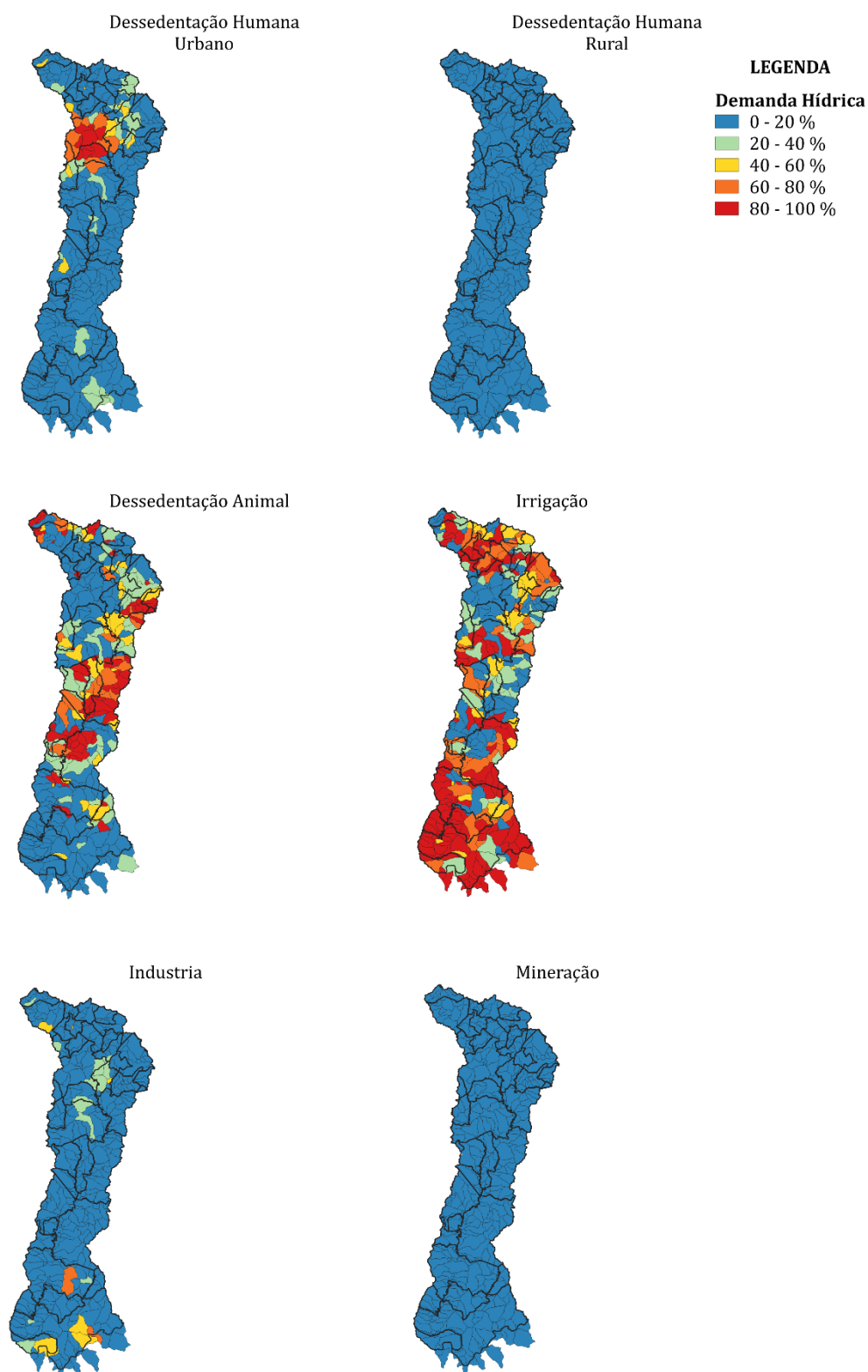


Figura 107 – Distribuição dos consumos para o Cenário V para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

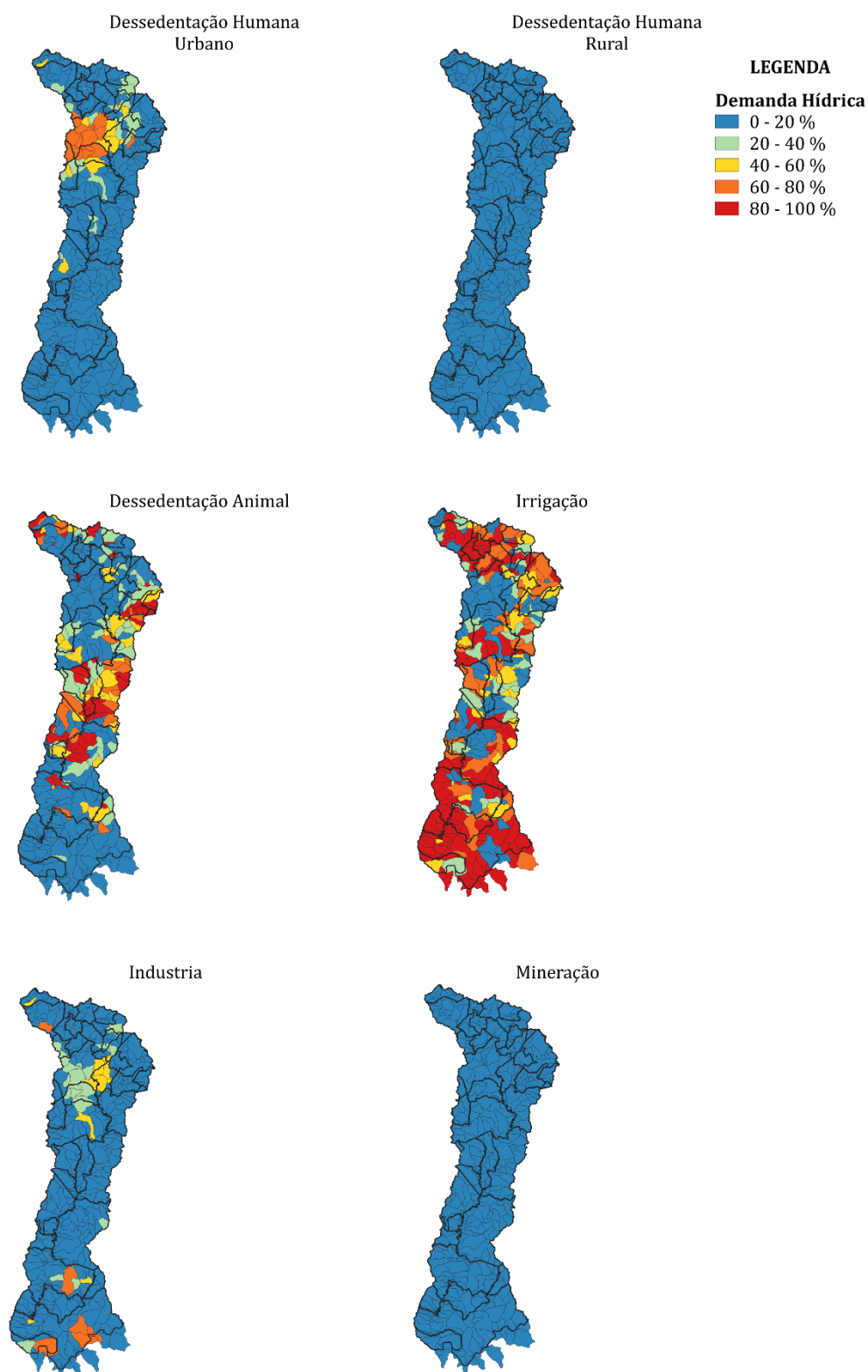


Figura 108 – Distribuição dos consumos para o Cenário VII para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

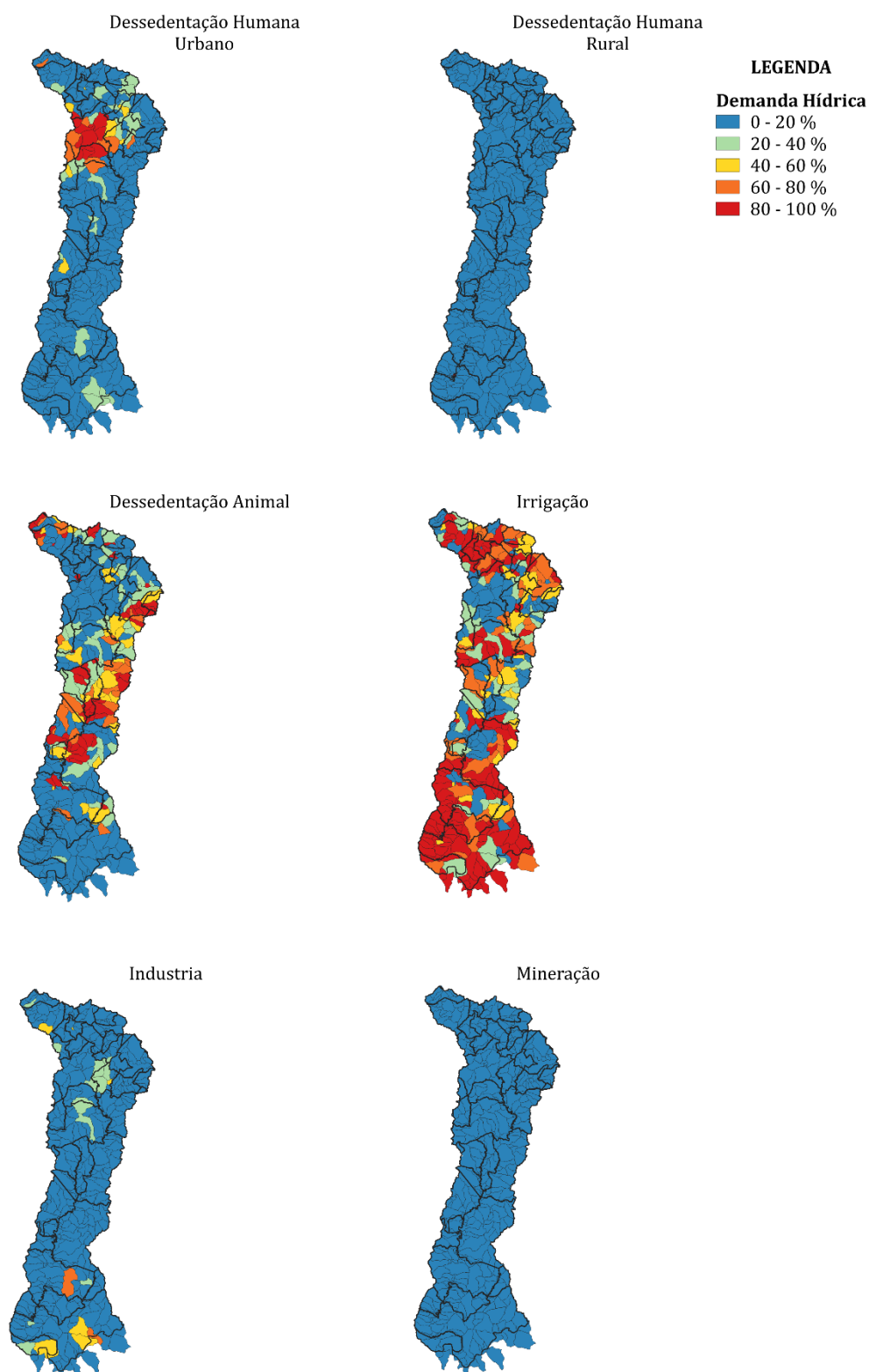


Figura 109 – Distribuição dos consumos para o Cenário VIII para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

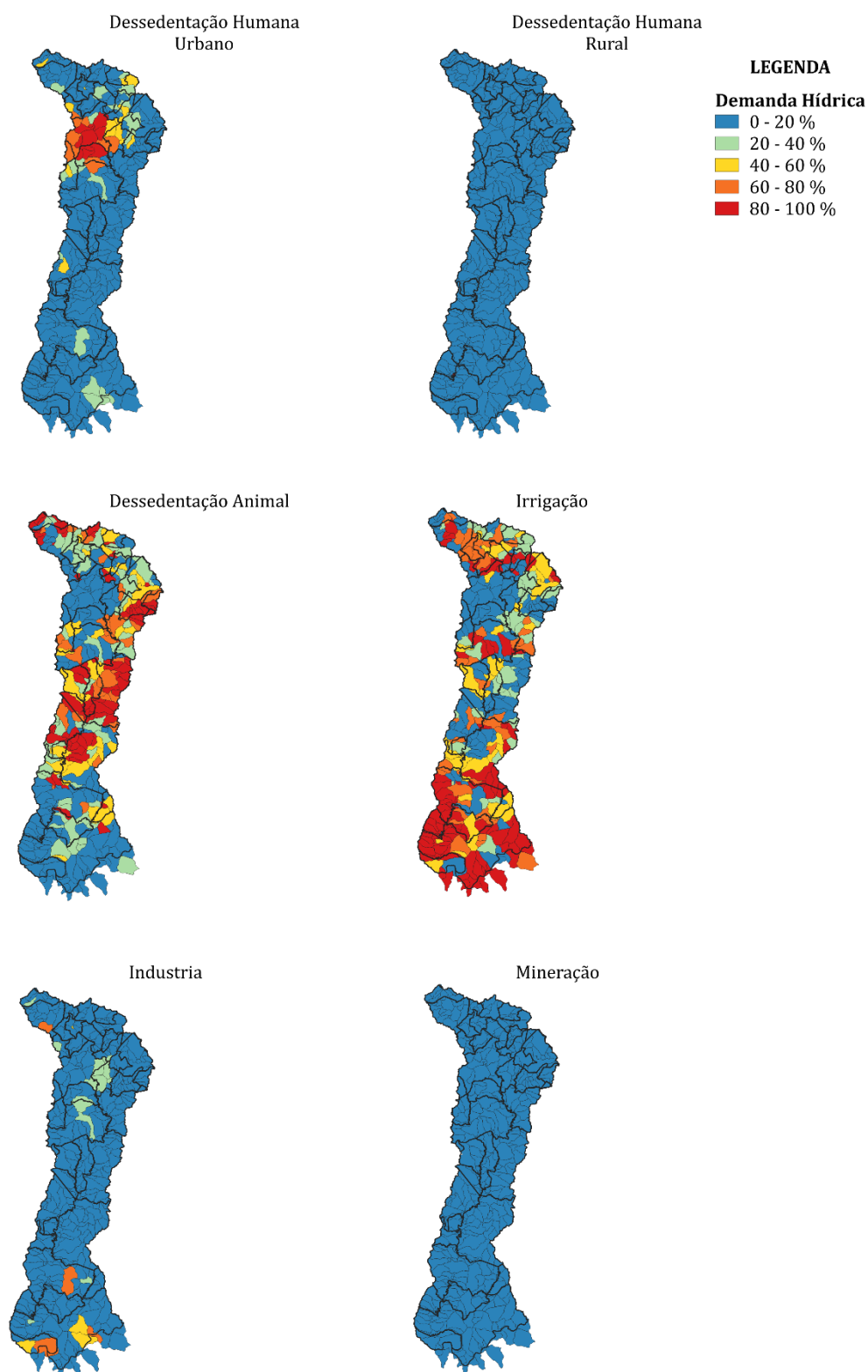


Figura 110 – Distribuição dos consumos para o Cenário II para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

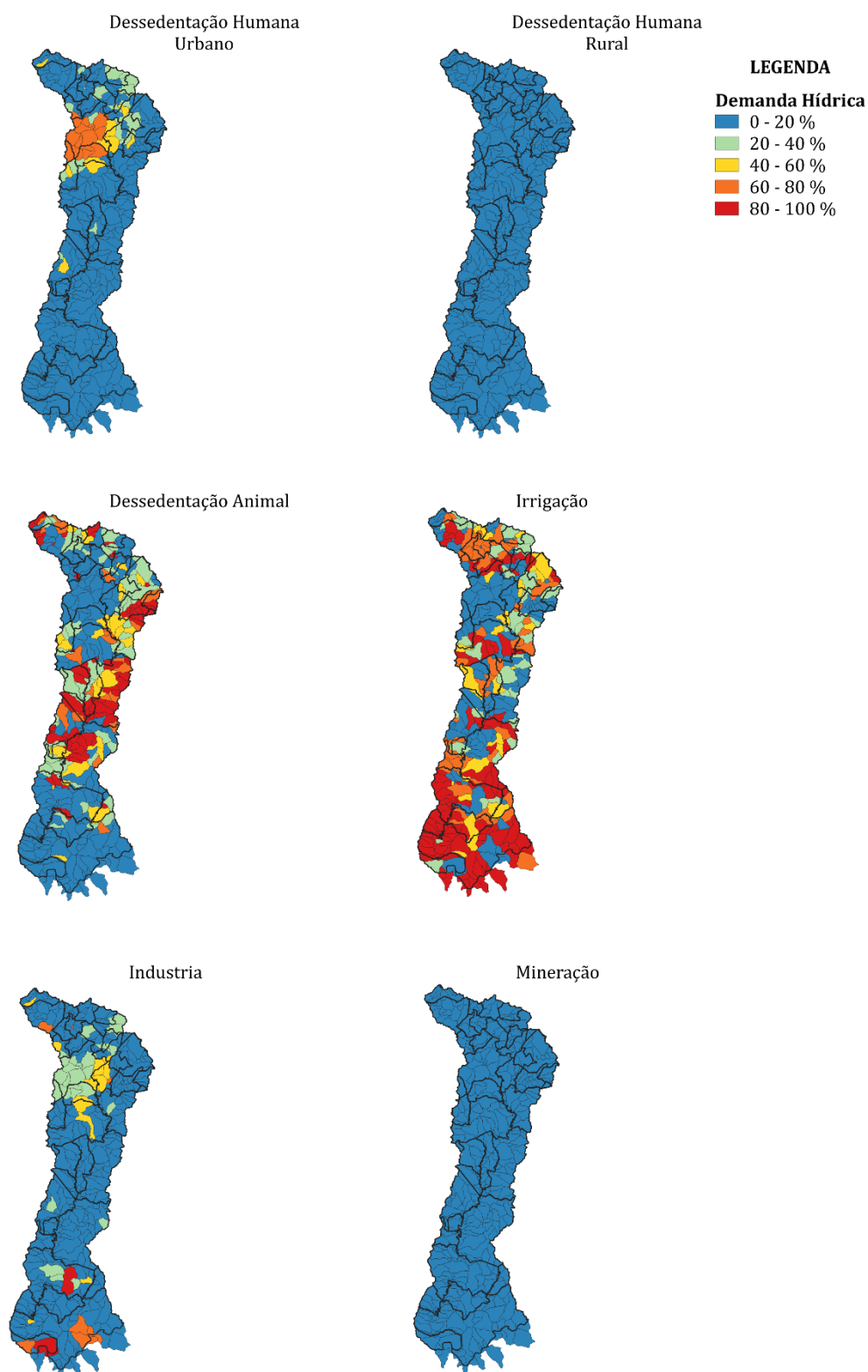


Figura 111 – Distribuição dos consumos para o Cenário III para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

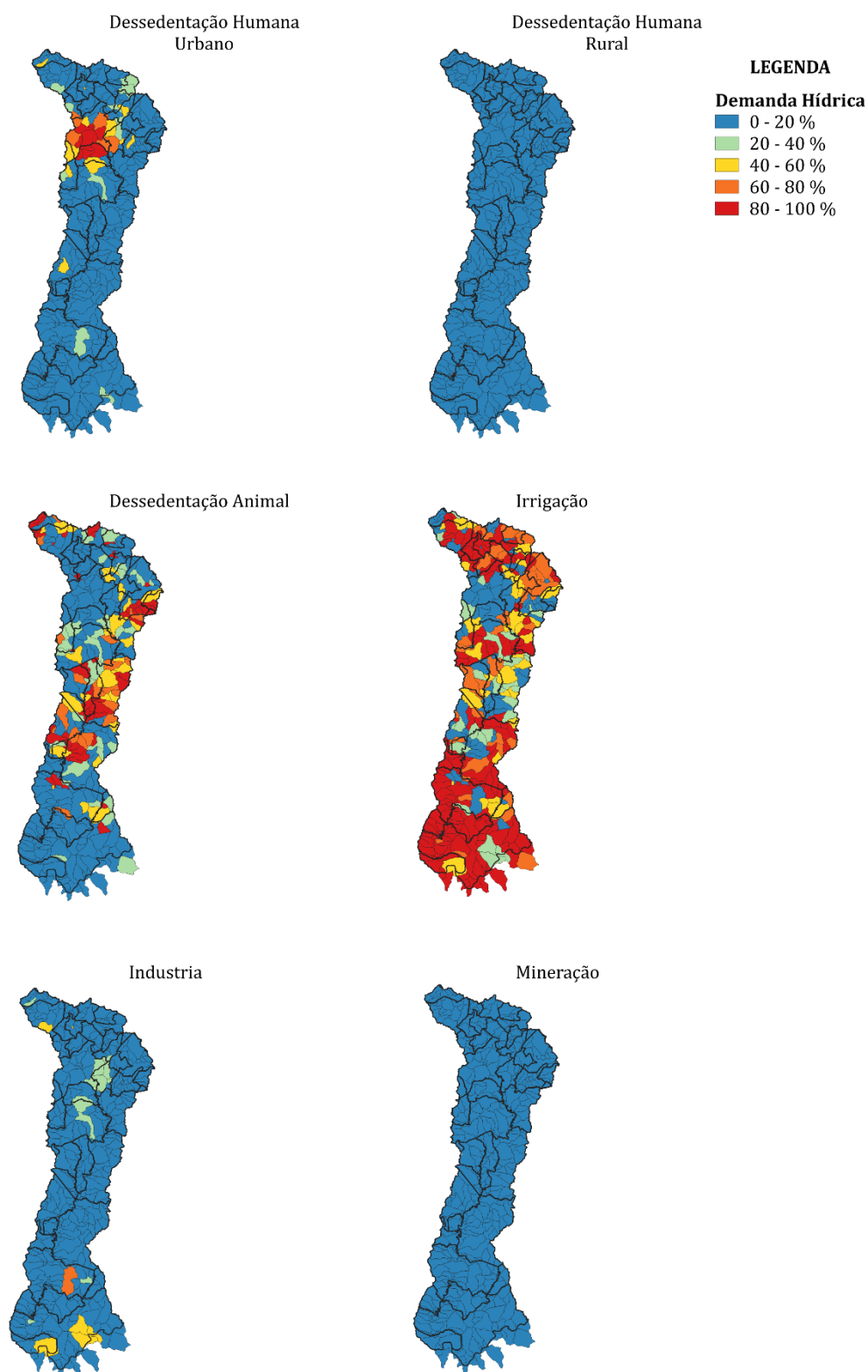


Figura 112 – Distribuição dos consumos para o Cenário V para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

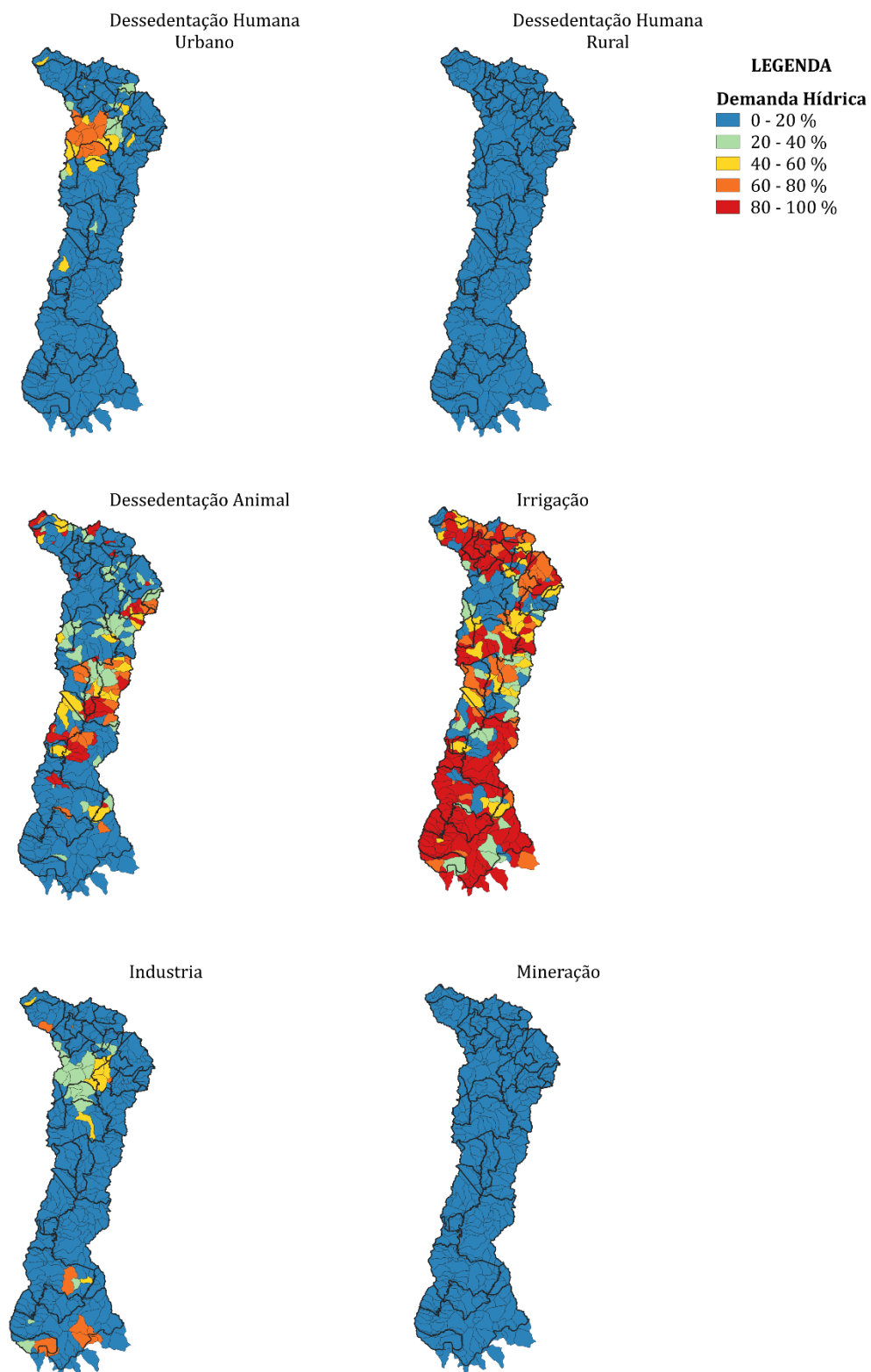


Figura 113 – Distribuição dos consumos para o Cenário VI para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

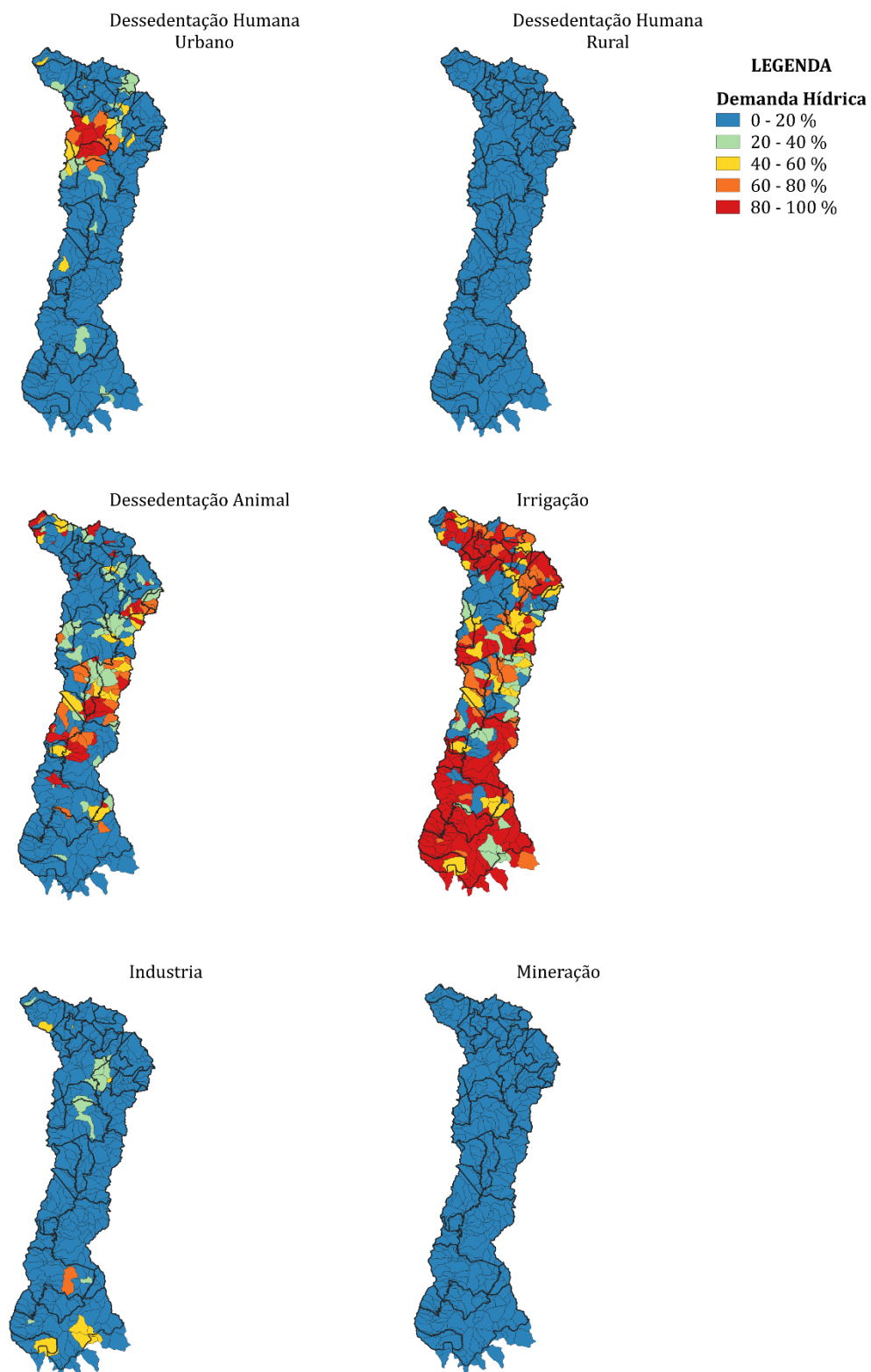


Figura 114 – Distribuição dos consumos para o Cenário VIII para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Anexo II

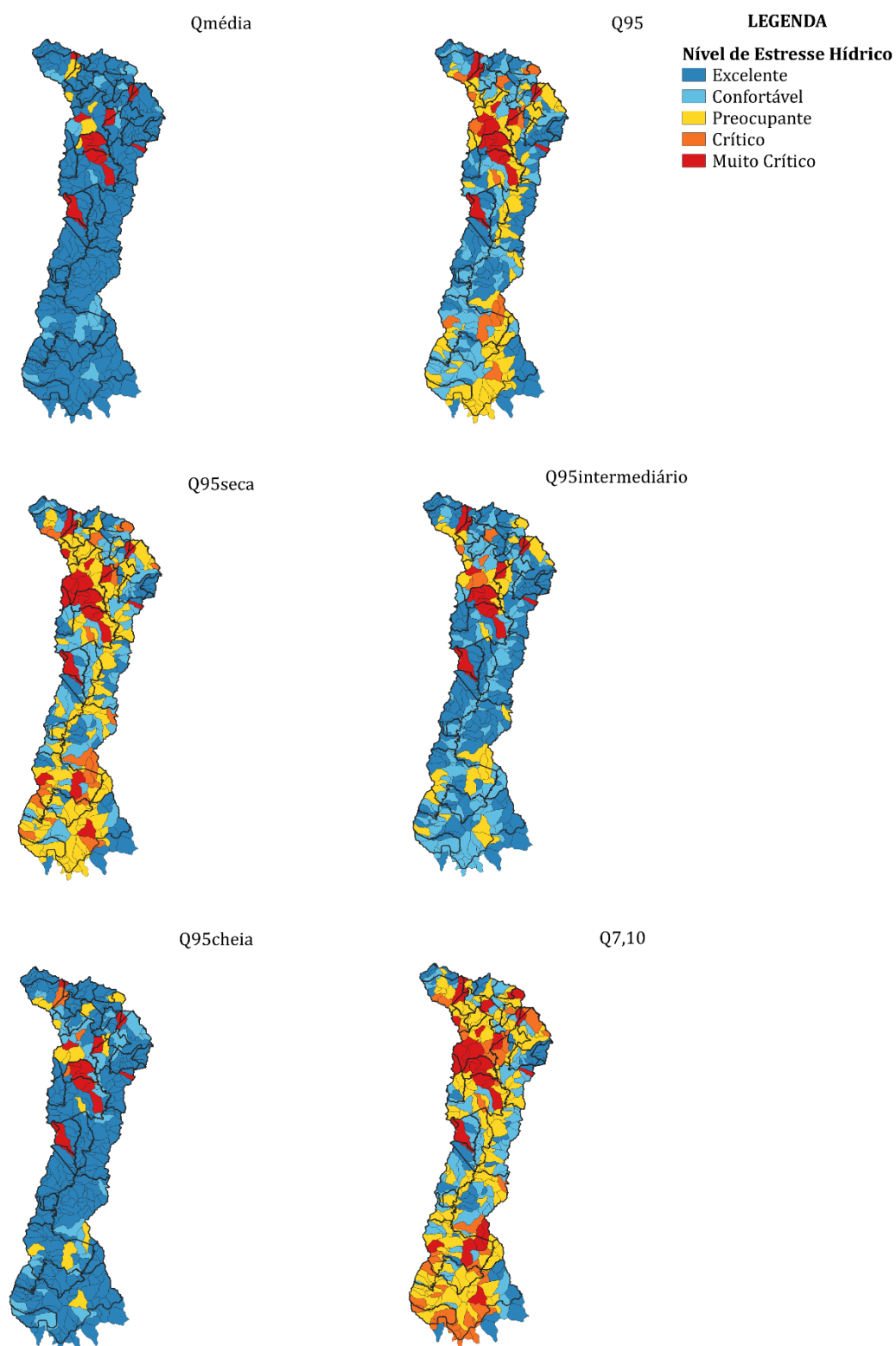


Figura 115 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

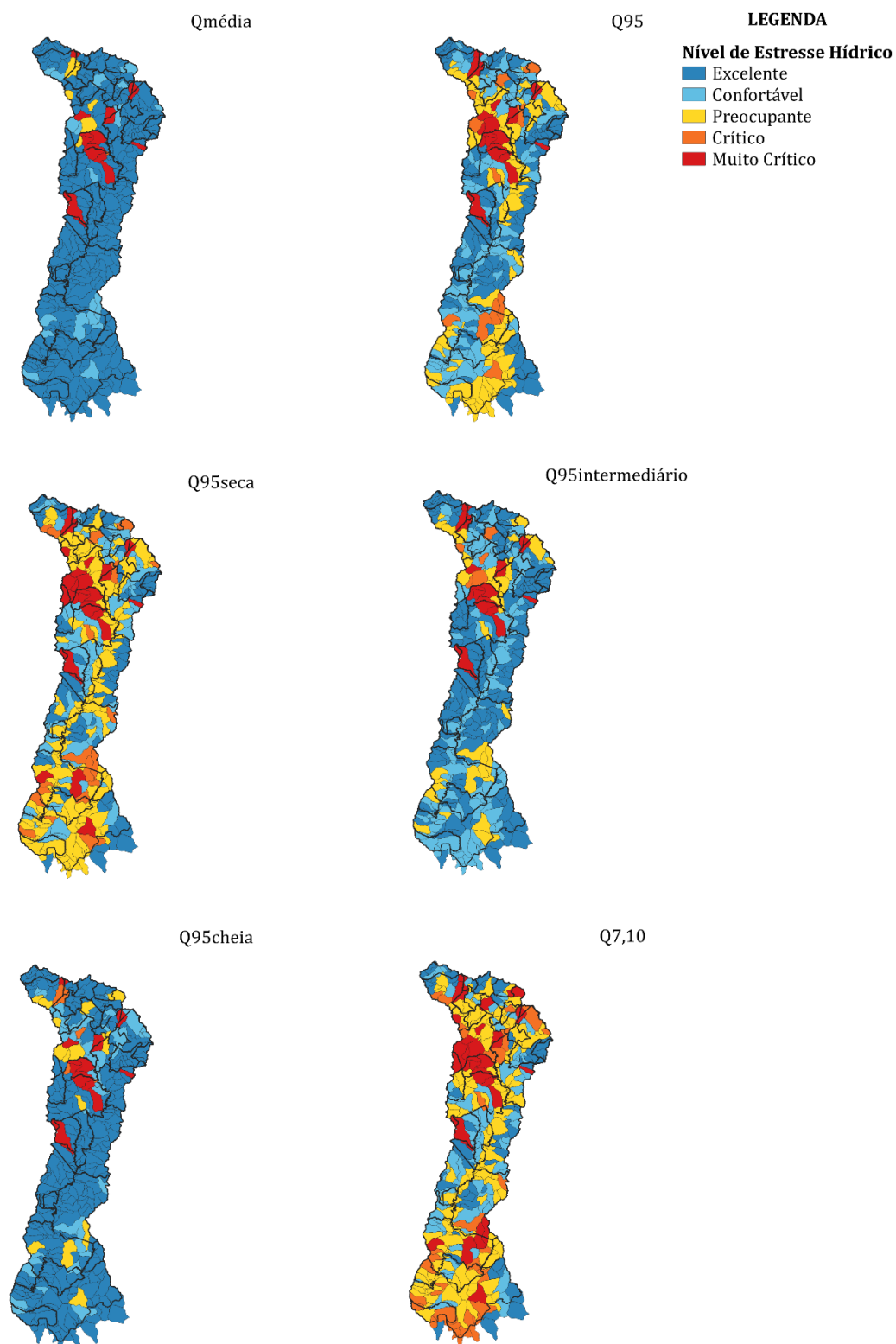


Figura 116 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UGRH do Rio Meia Ponte.

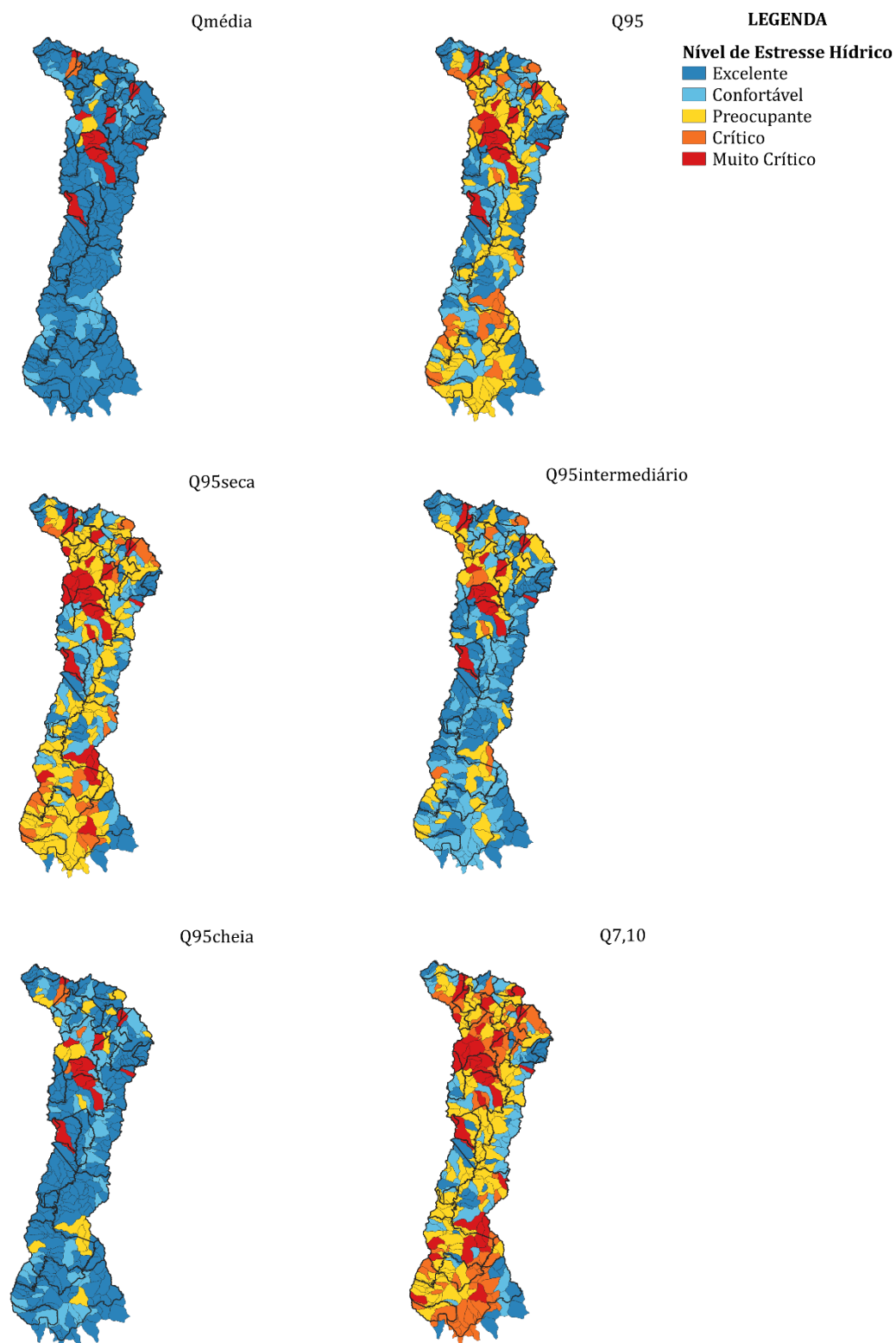


Figura 117 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 185

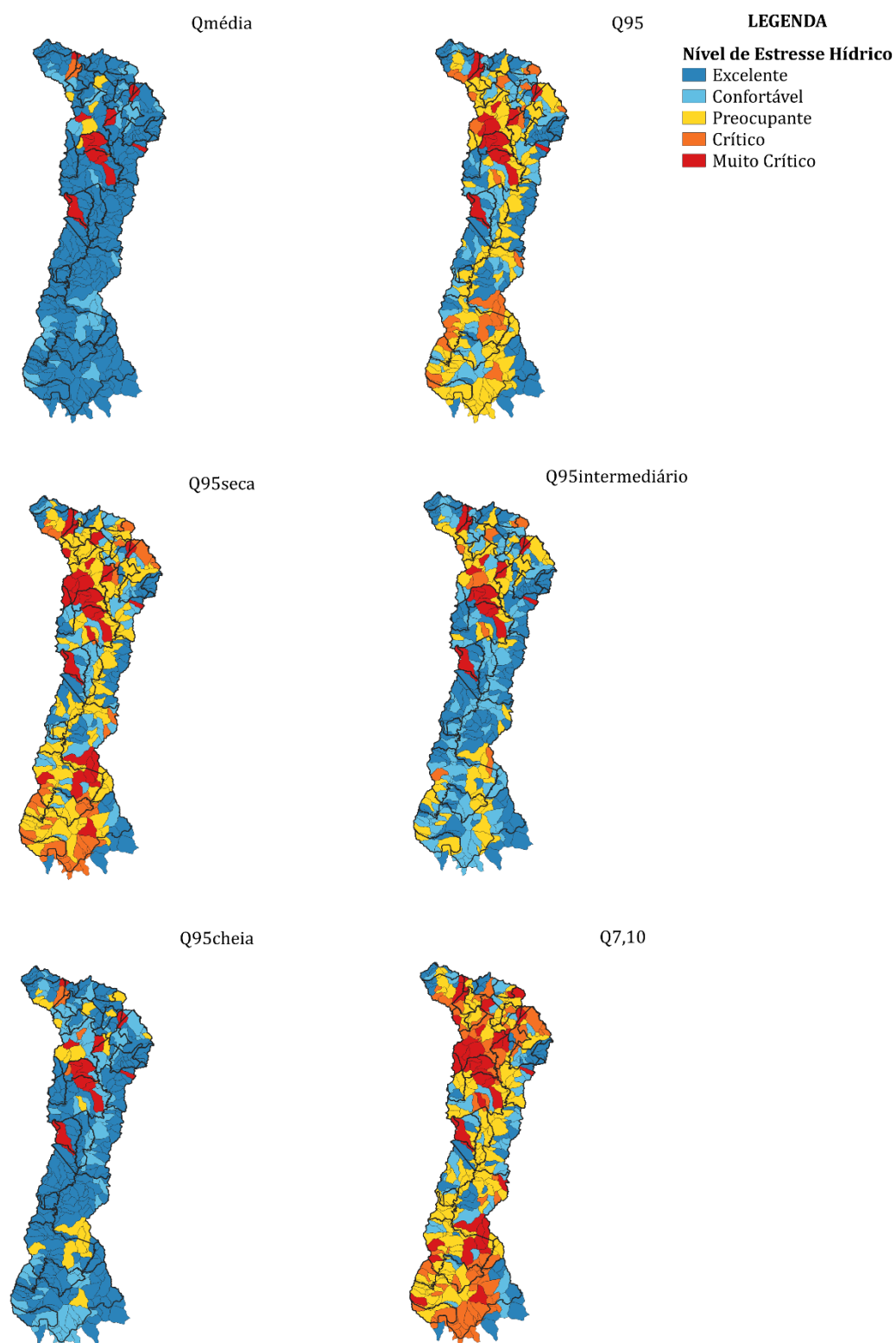


Figura 118 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

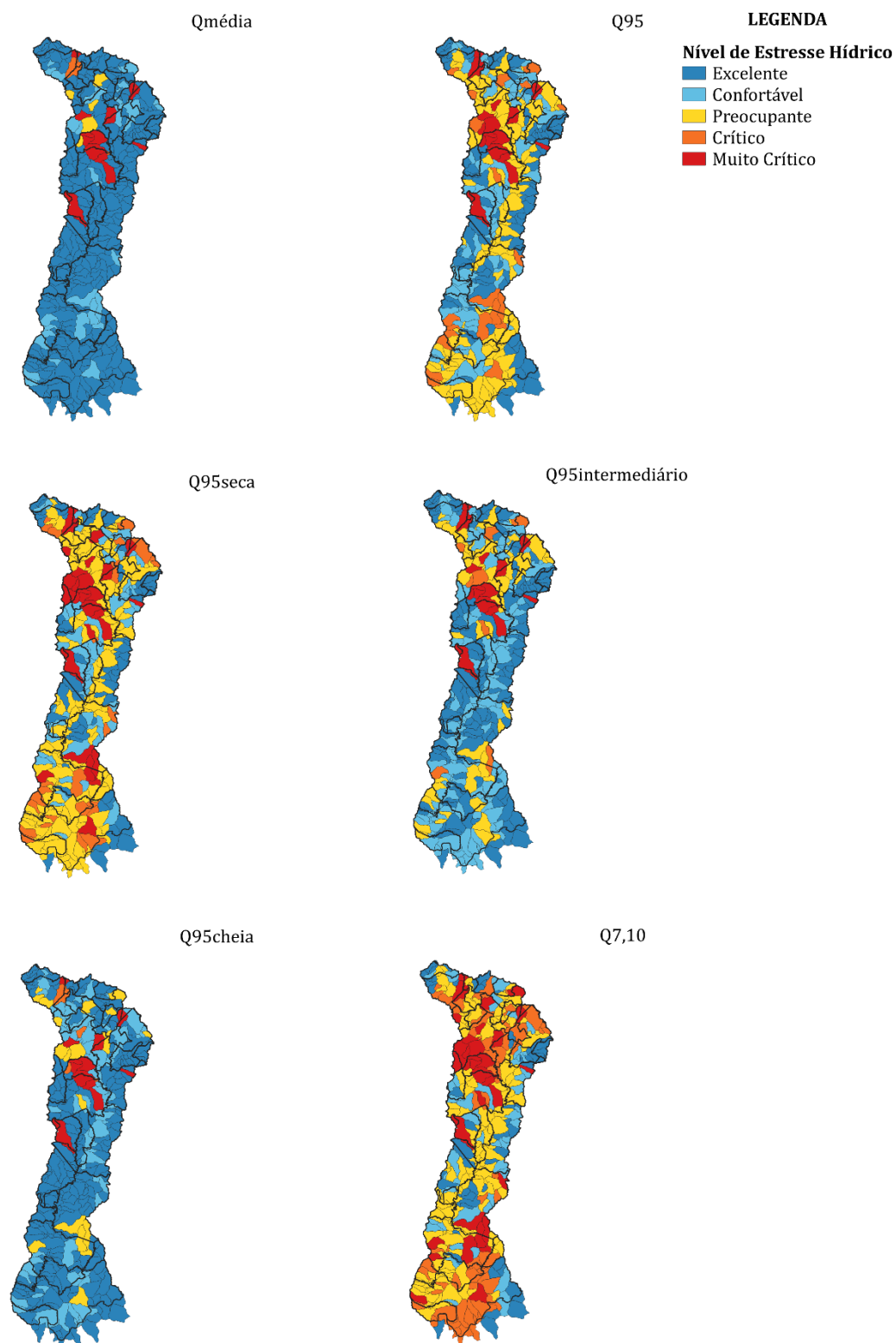


Figura 119 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-A para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

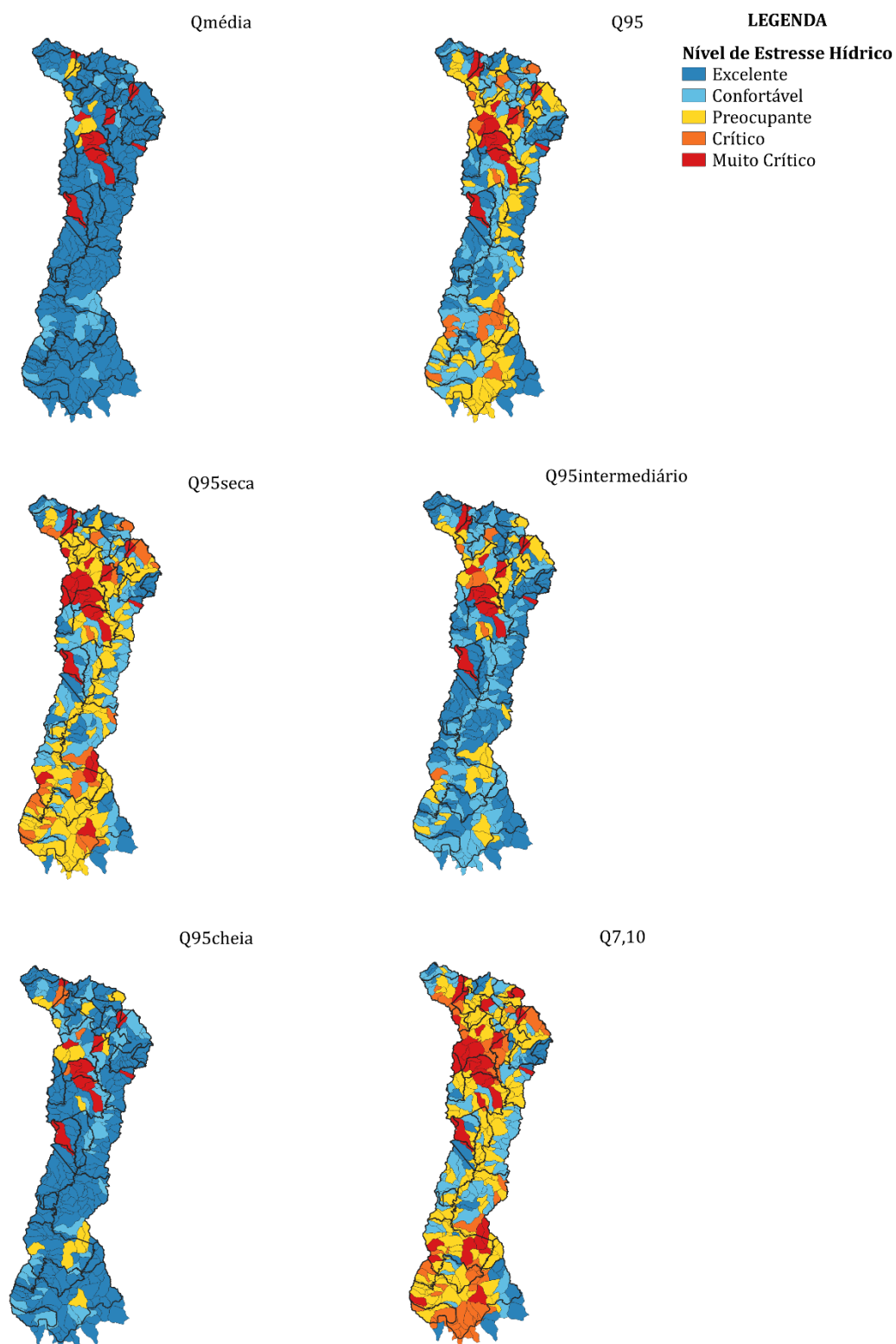


Figura 120 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

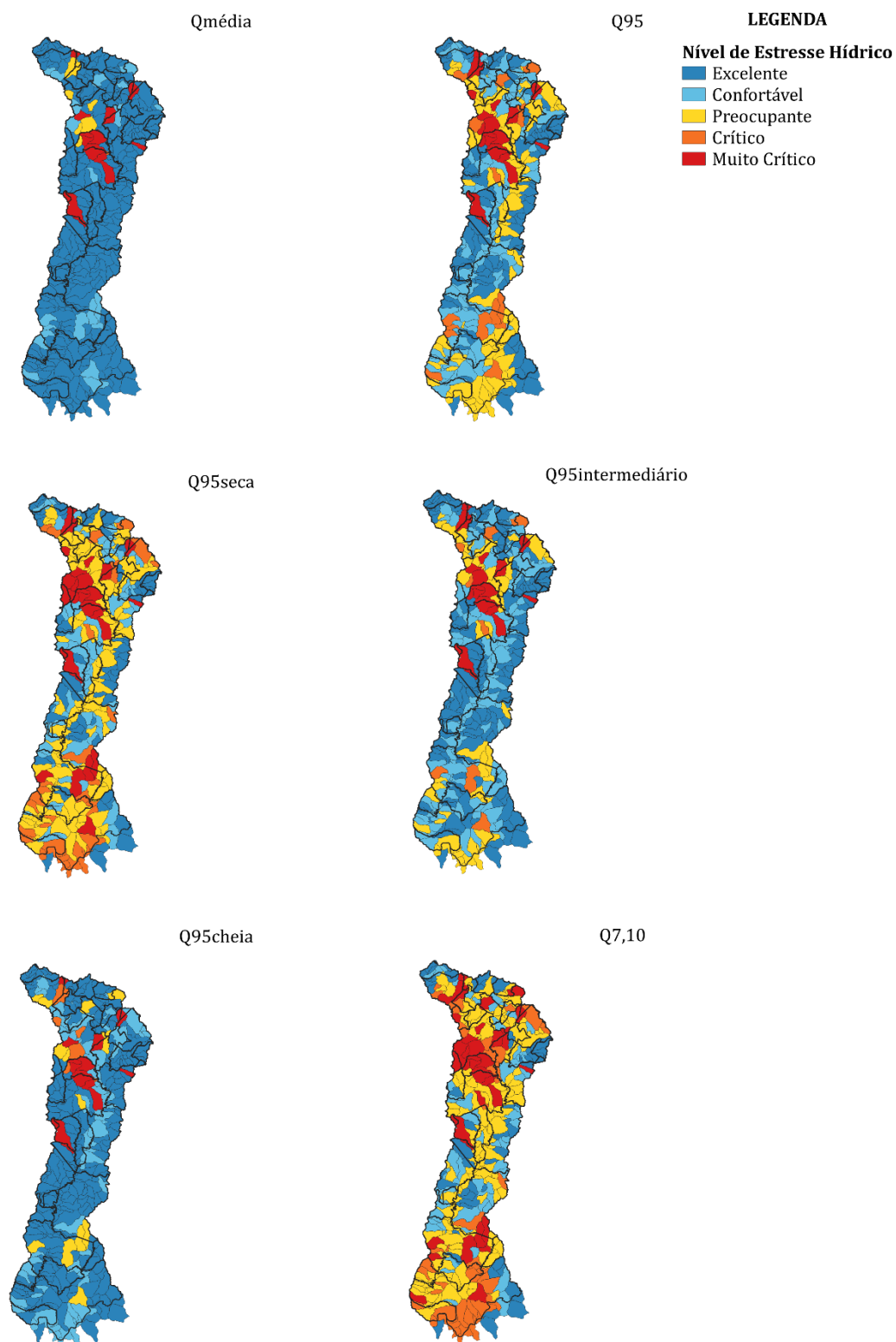


Figura 121 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

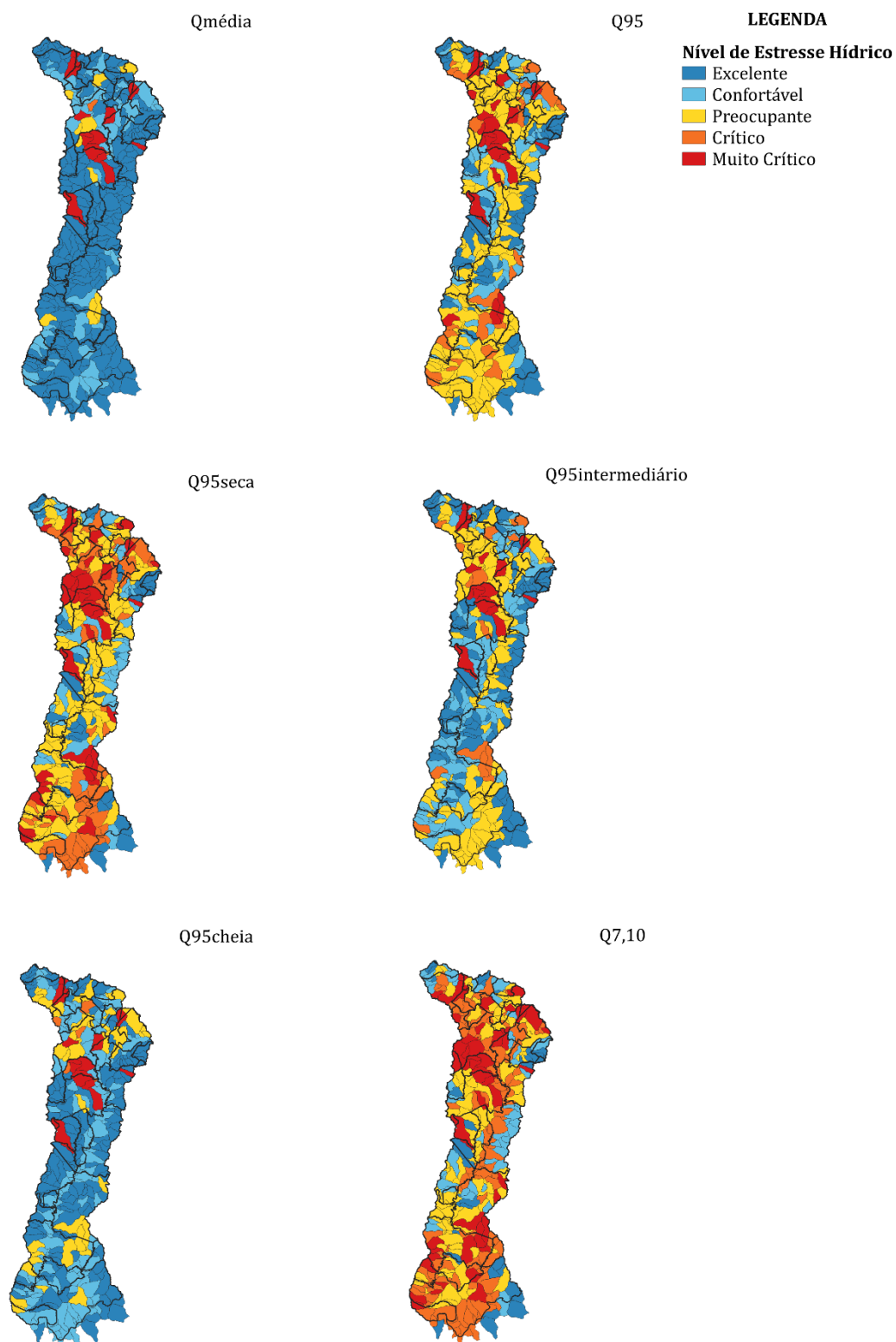


Figura 122 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 190

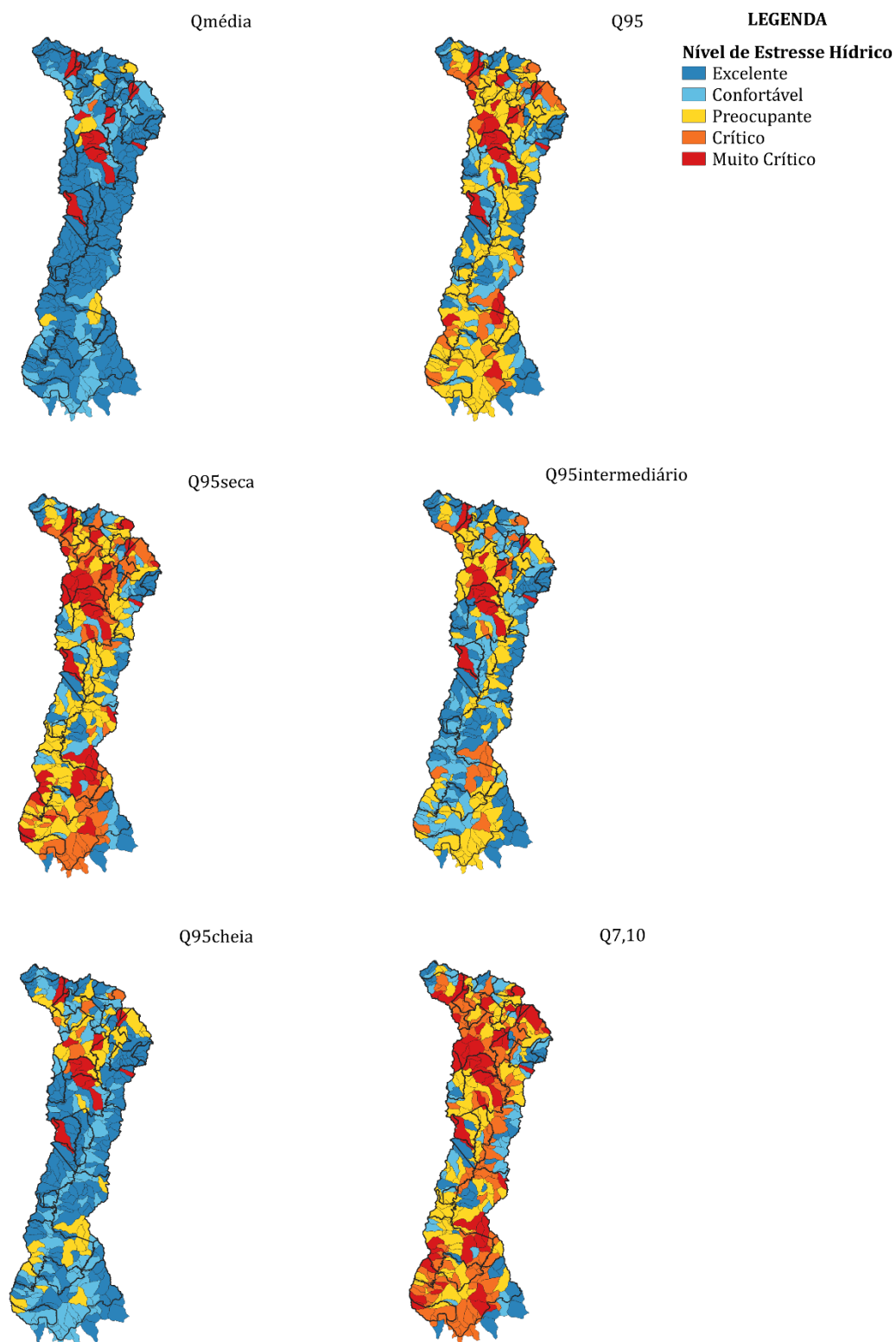


Figura 123 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

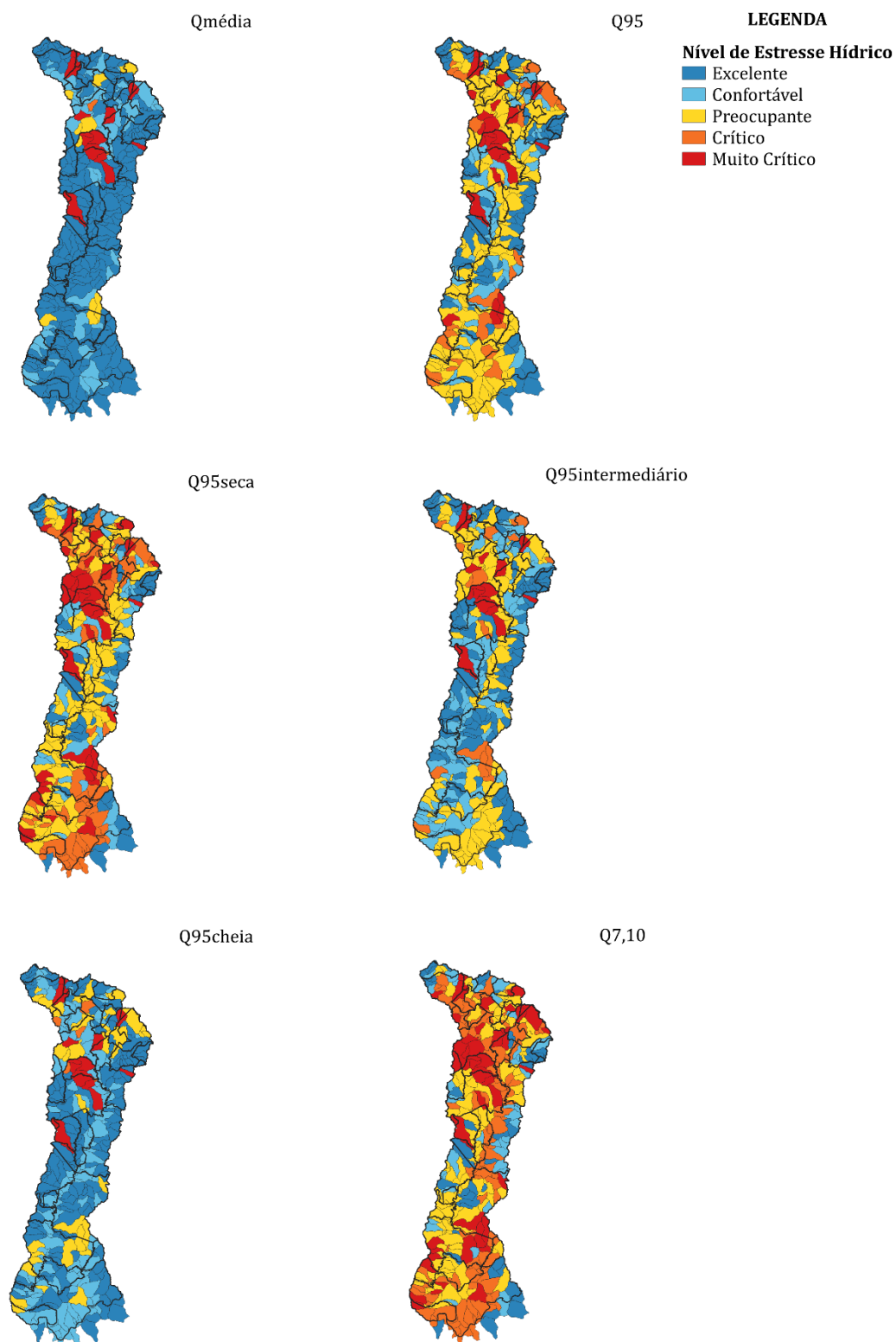


Figura 124 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-A para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

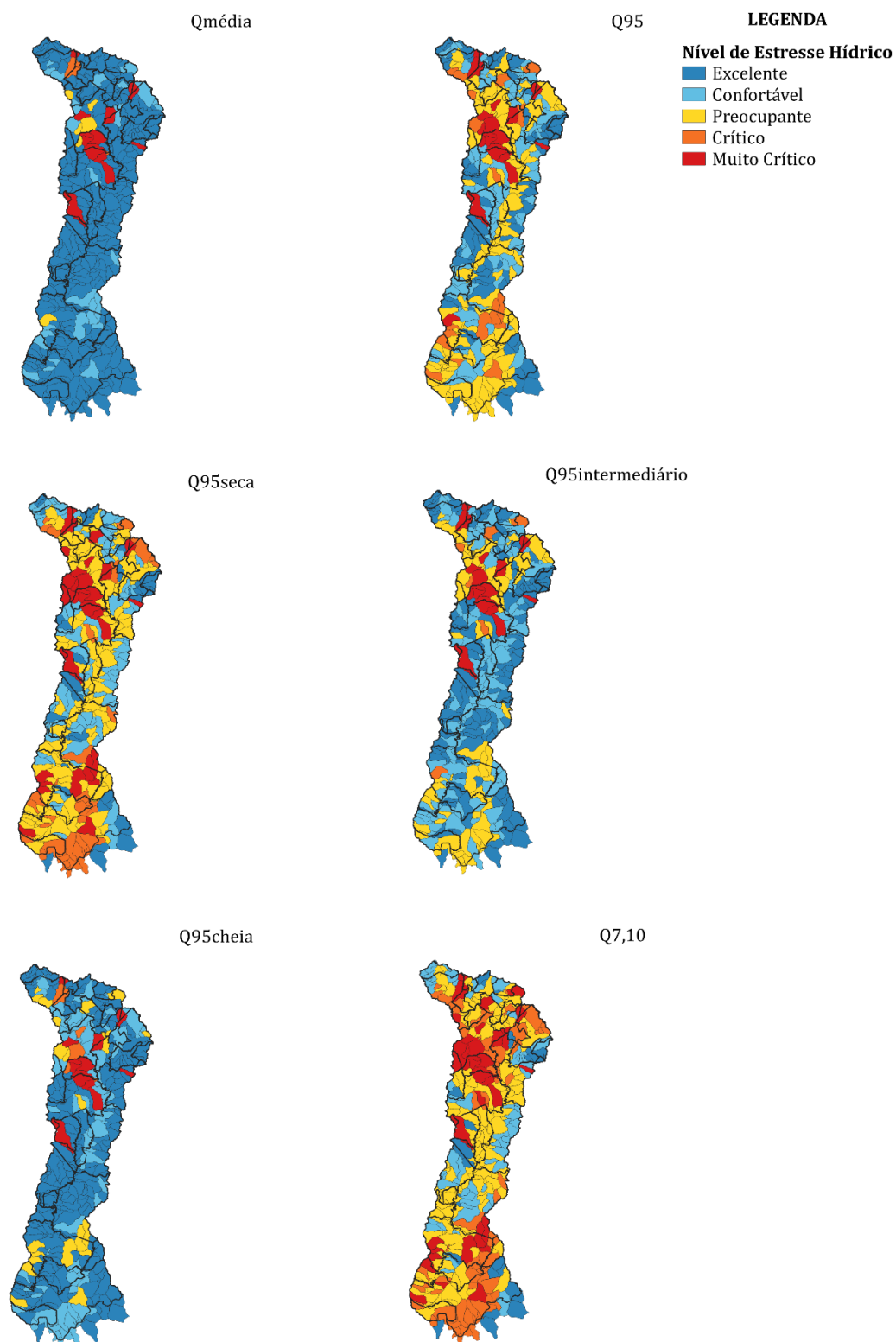


Figura 125 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

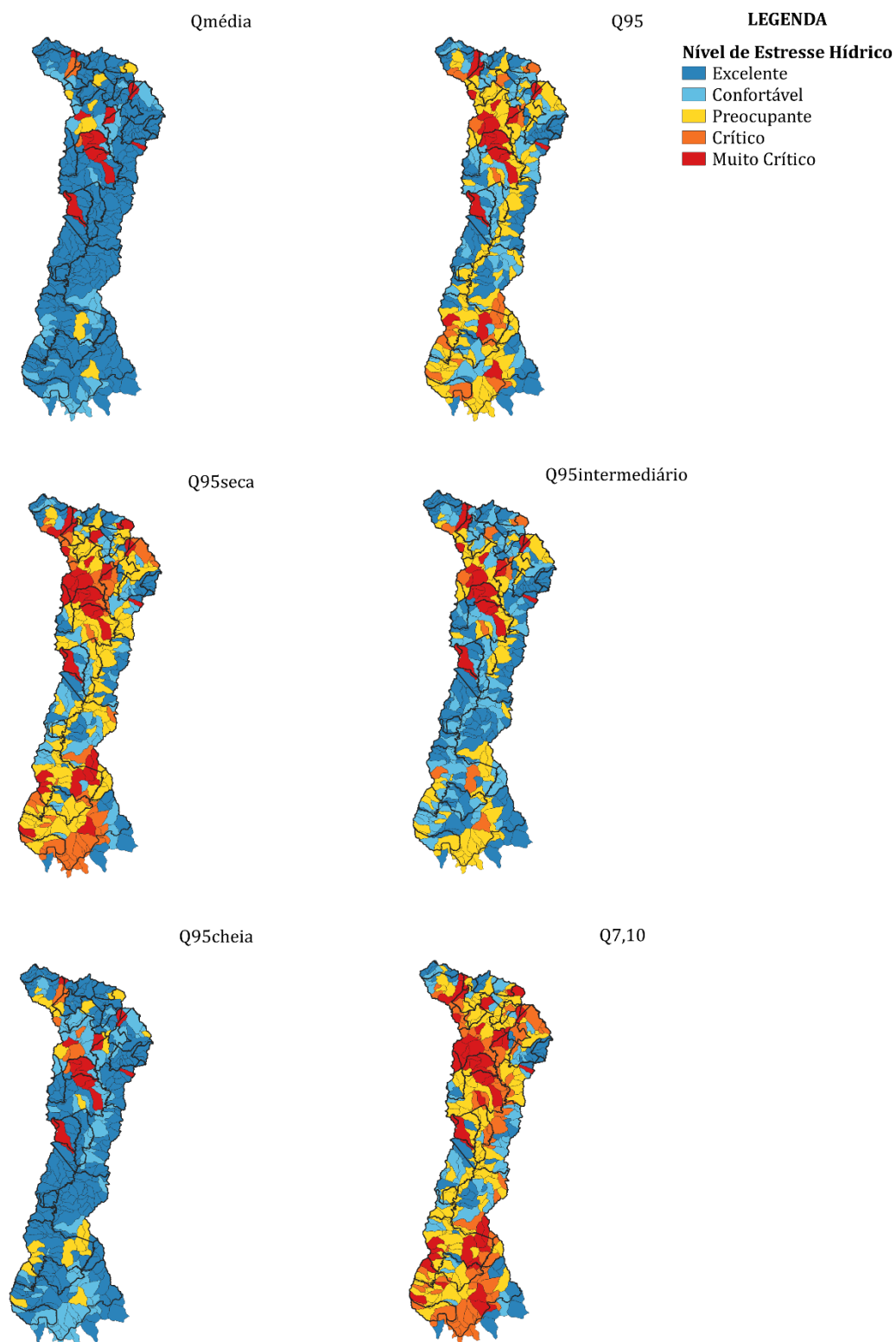


Figura 126 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

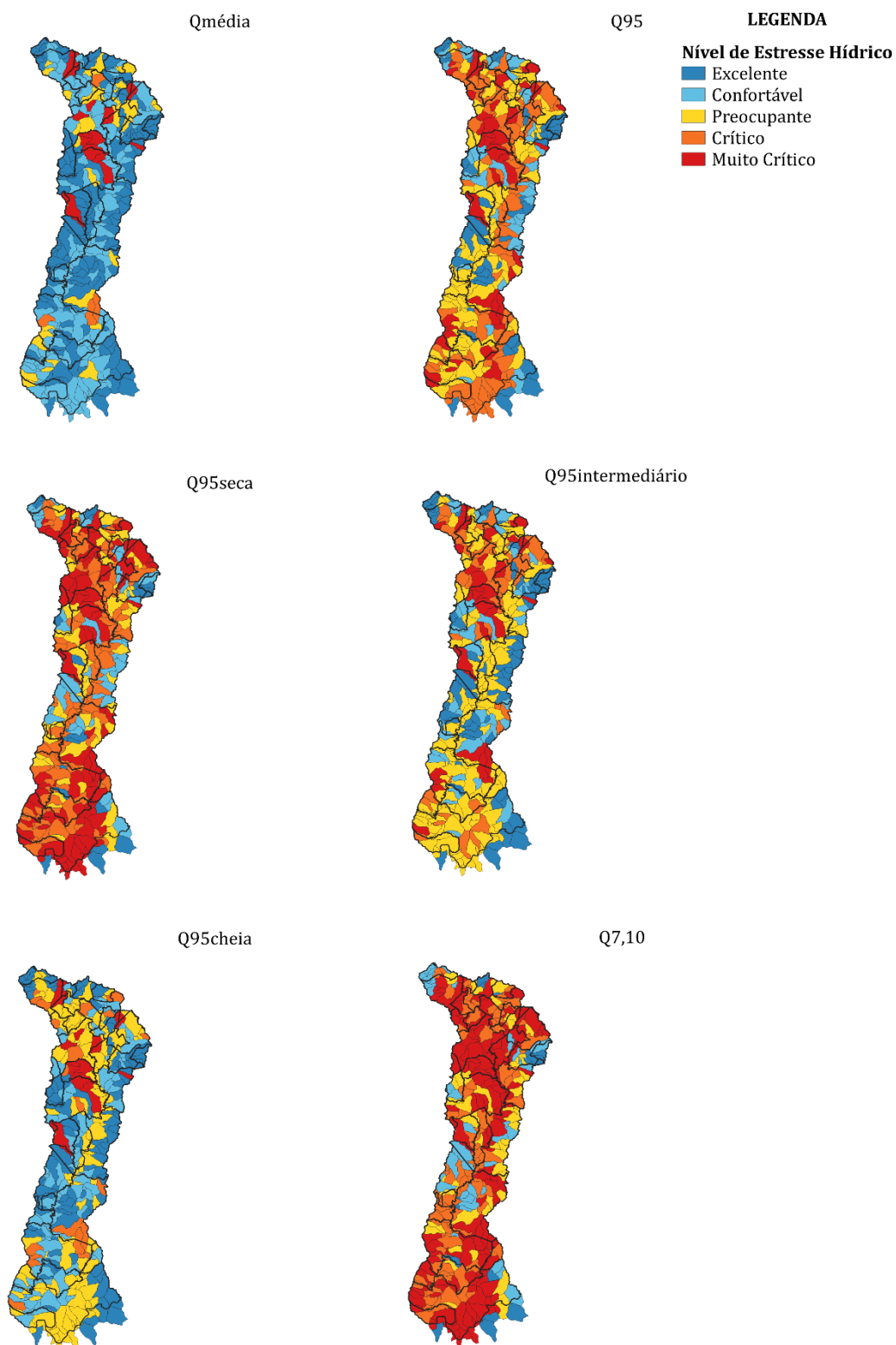


Figura 127 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 195

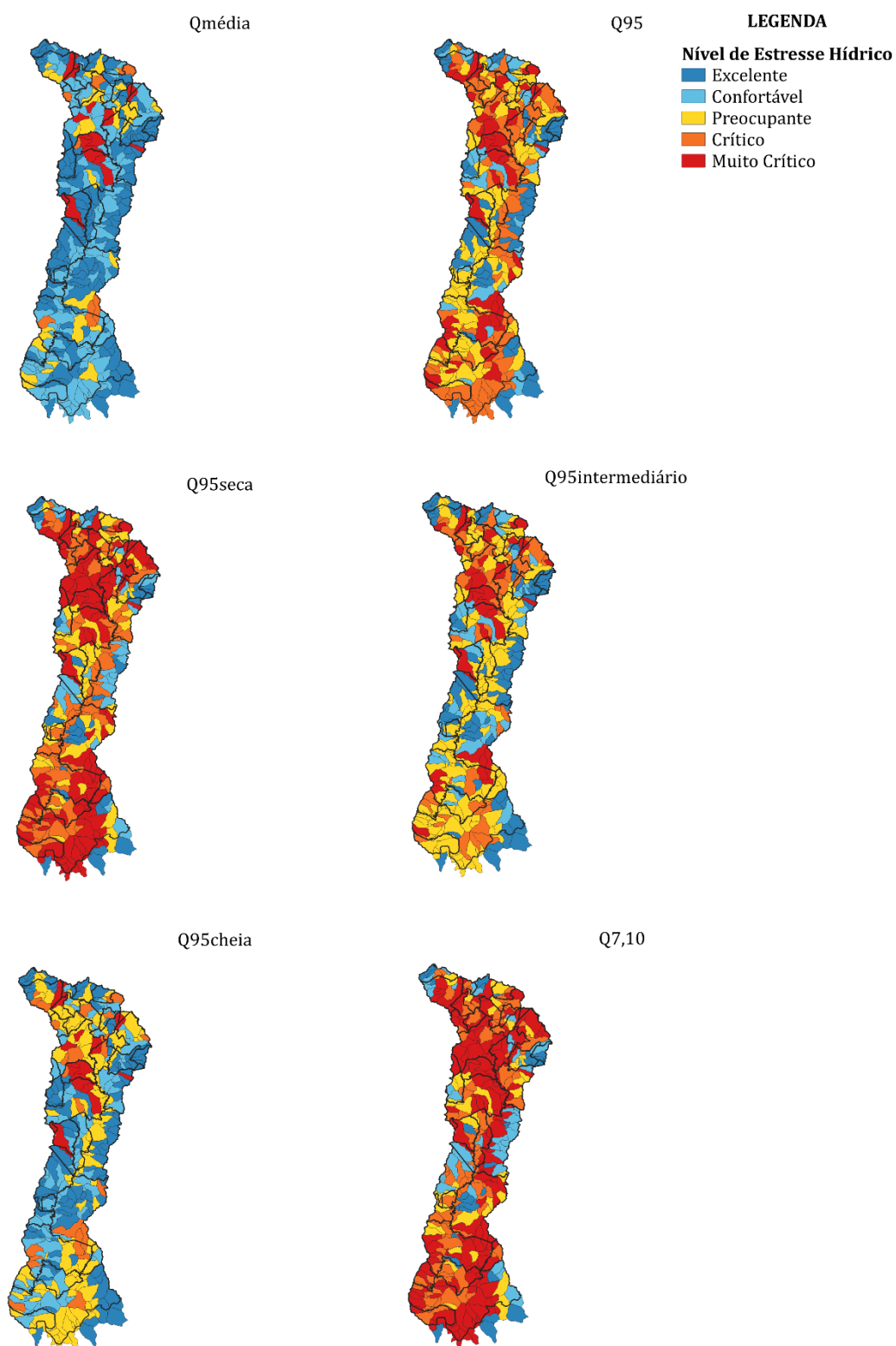


Figura 128 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 196

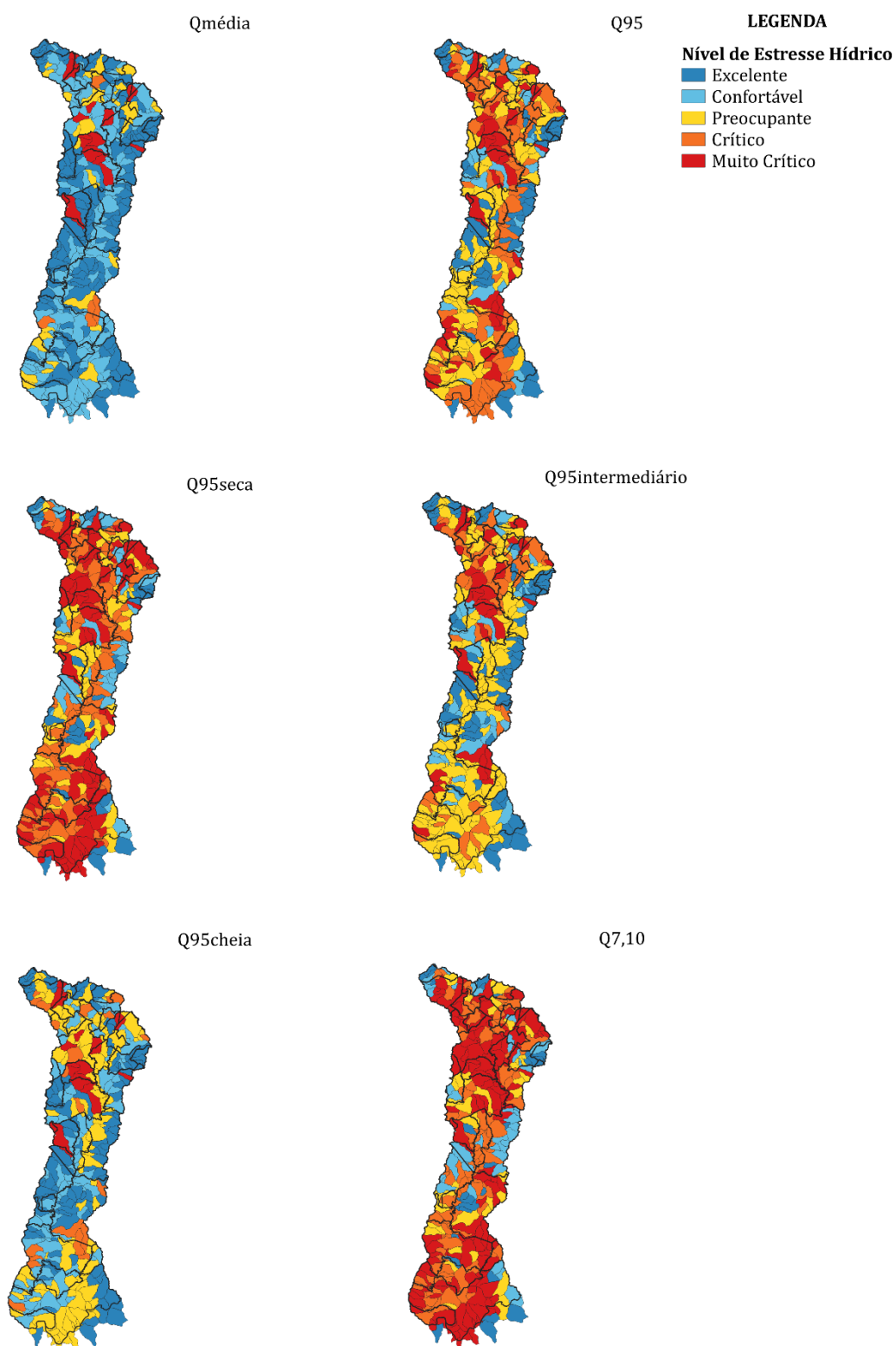


Figura 129 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-A para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 197

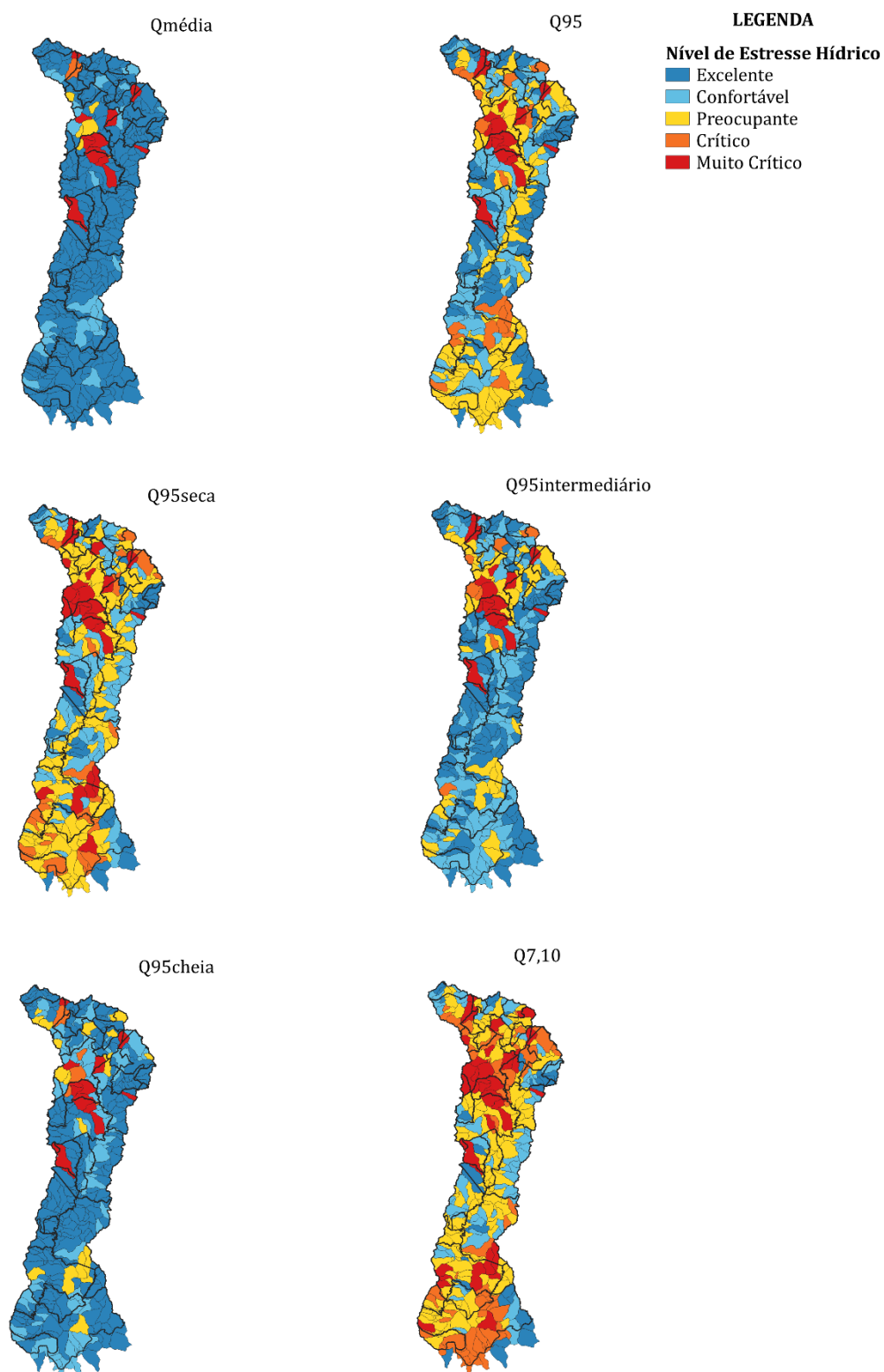


Figura 130 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

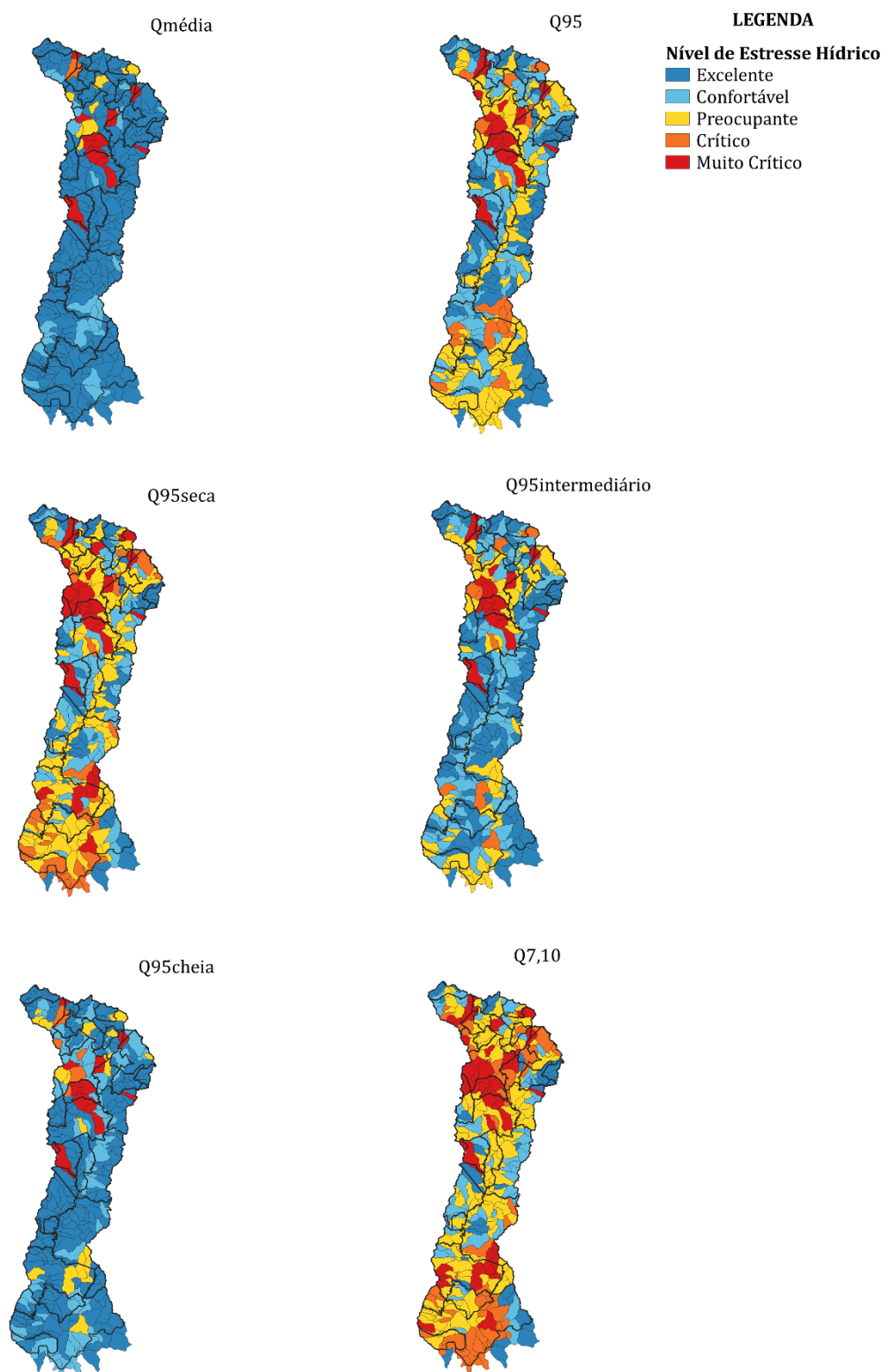


Figura 131 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 199

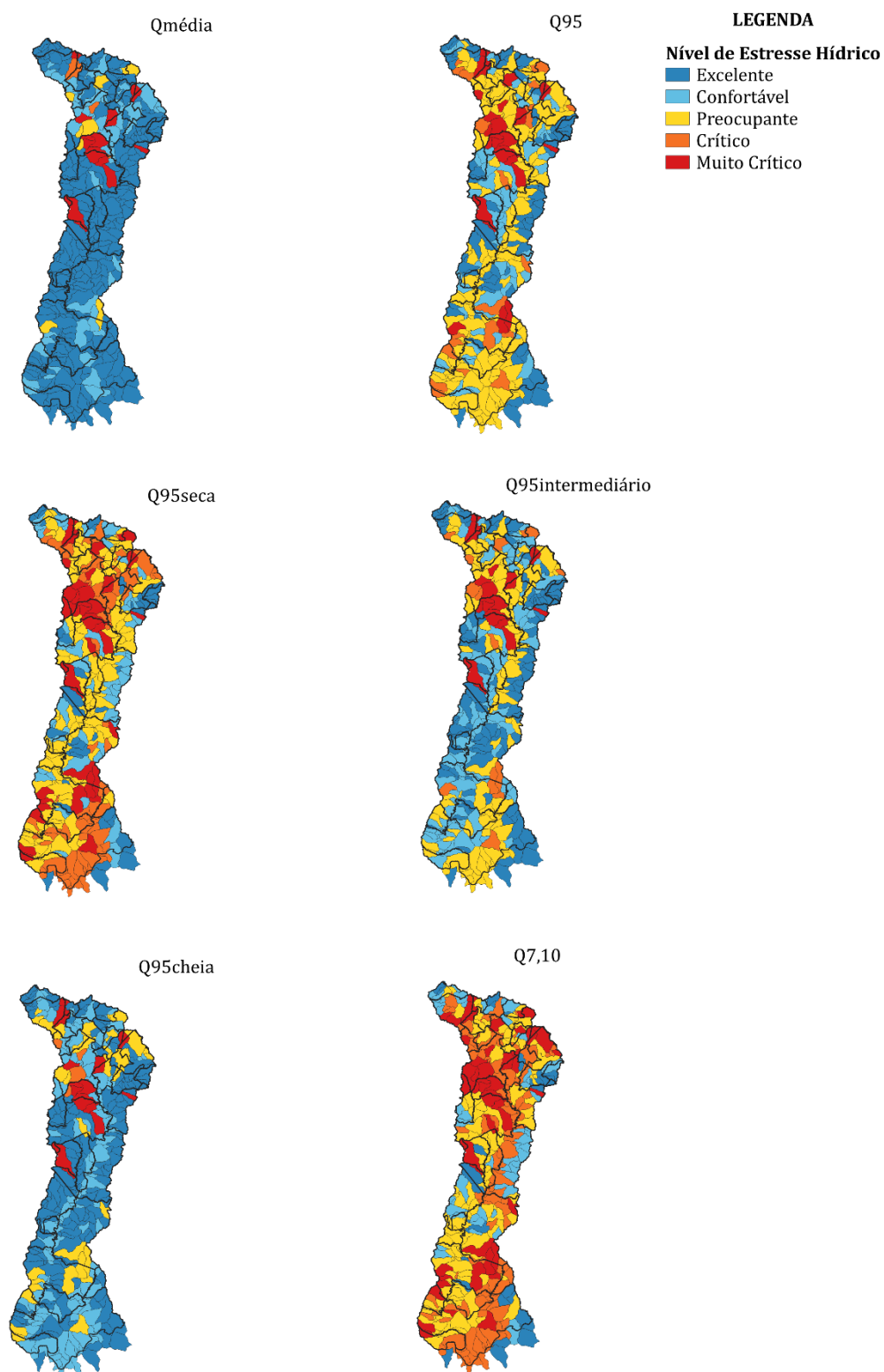


Figura 132 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 200

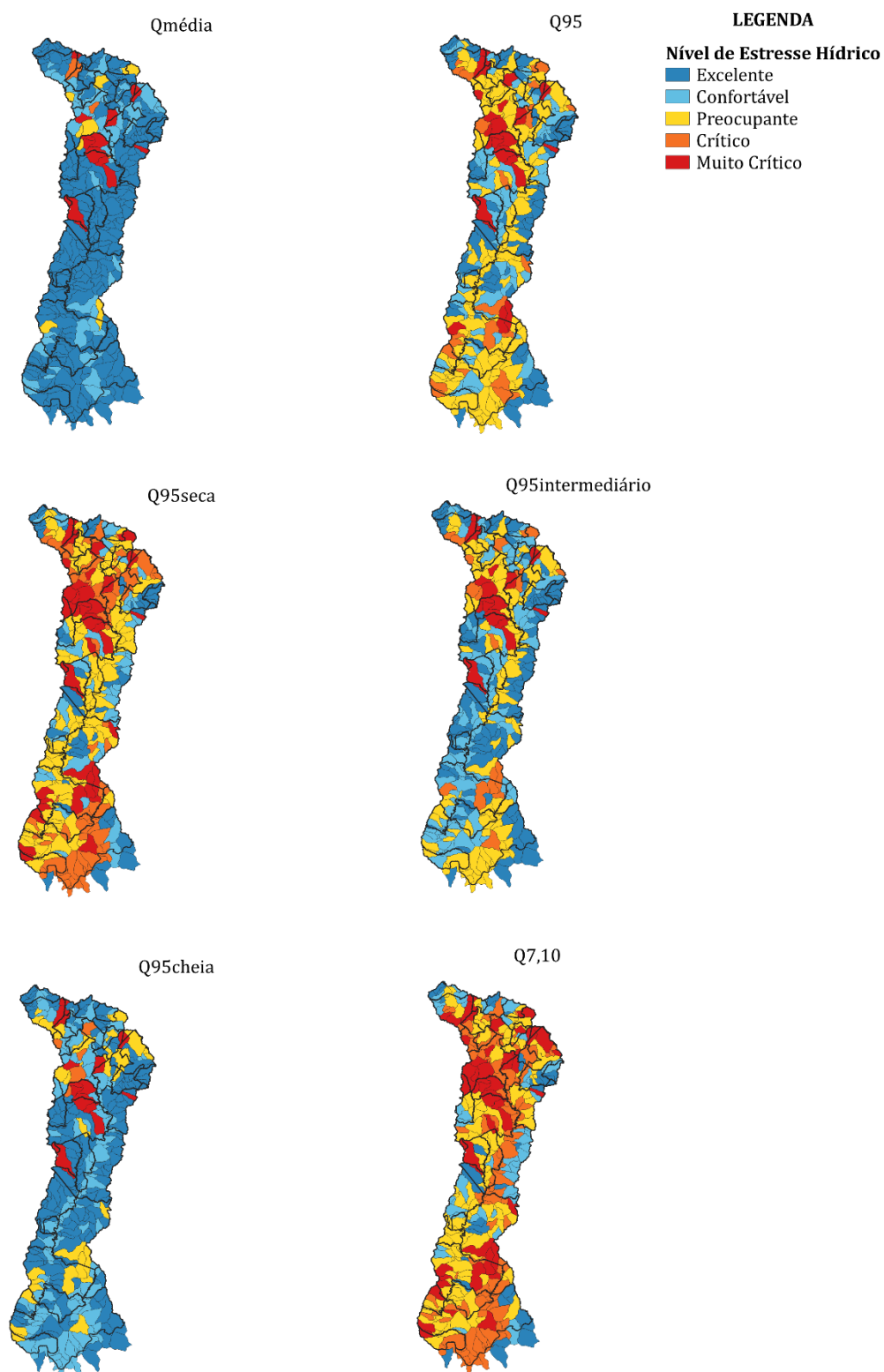


Figura 133 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 201

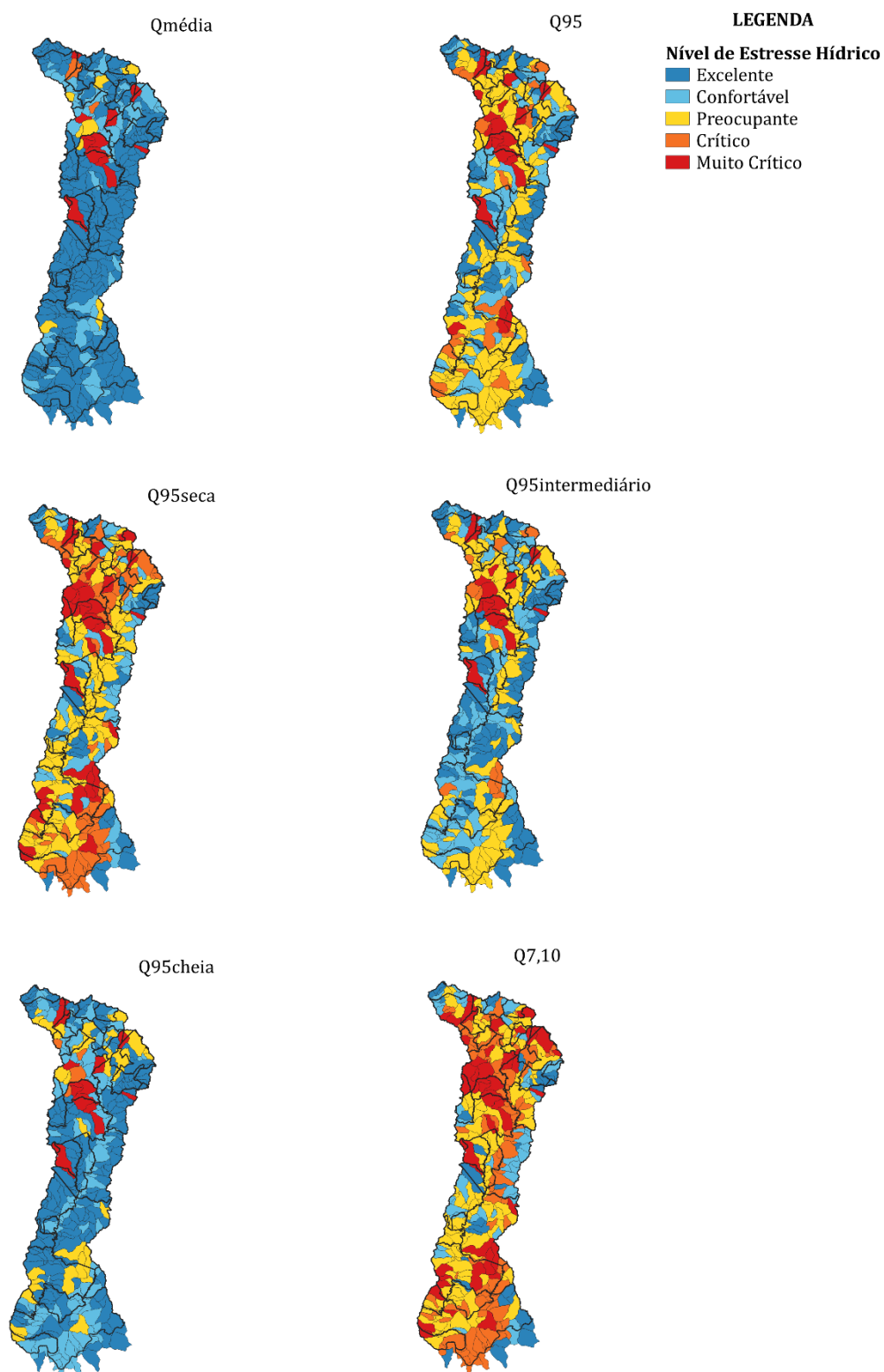


Figura 134 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-B para o ano de 2025 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

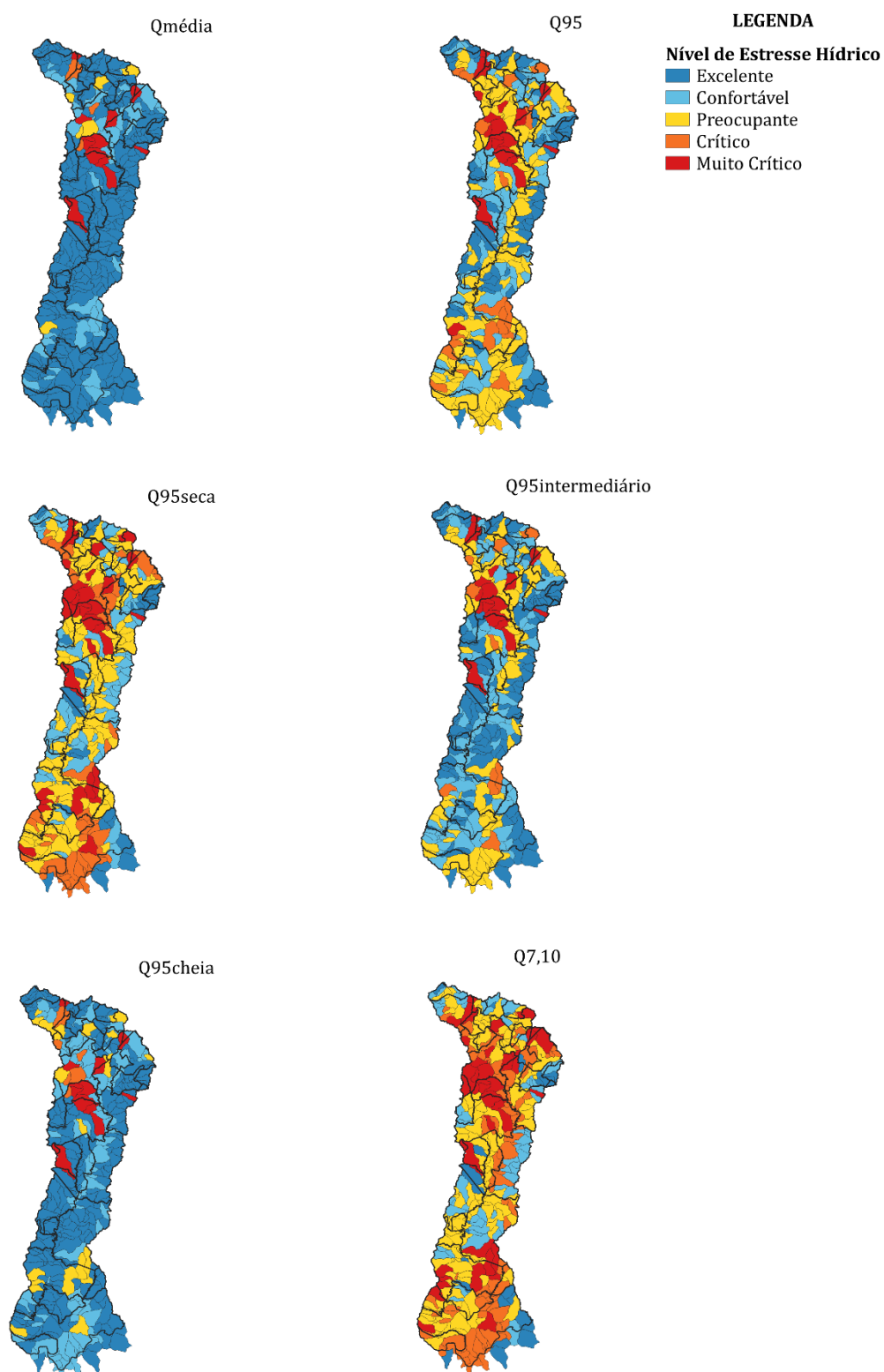


Figura 135 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 203

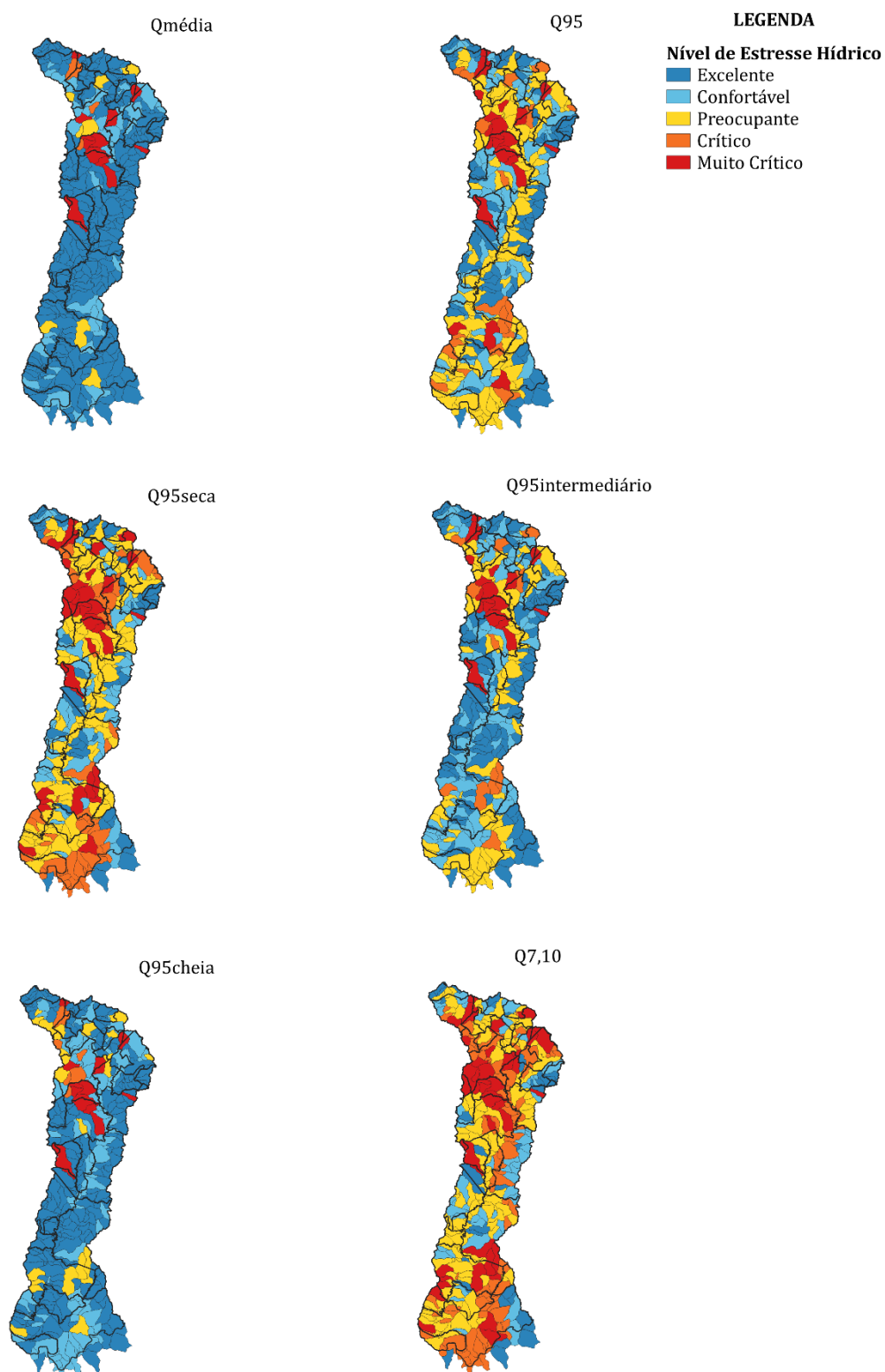


Figura 136 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

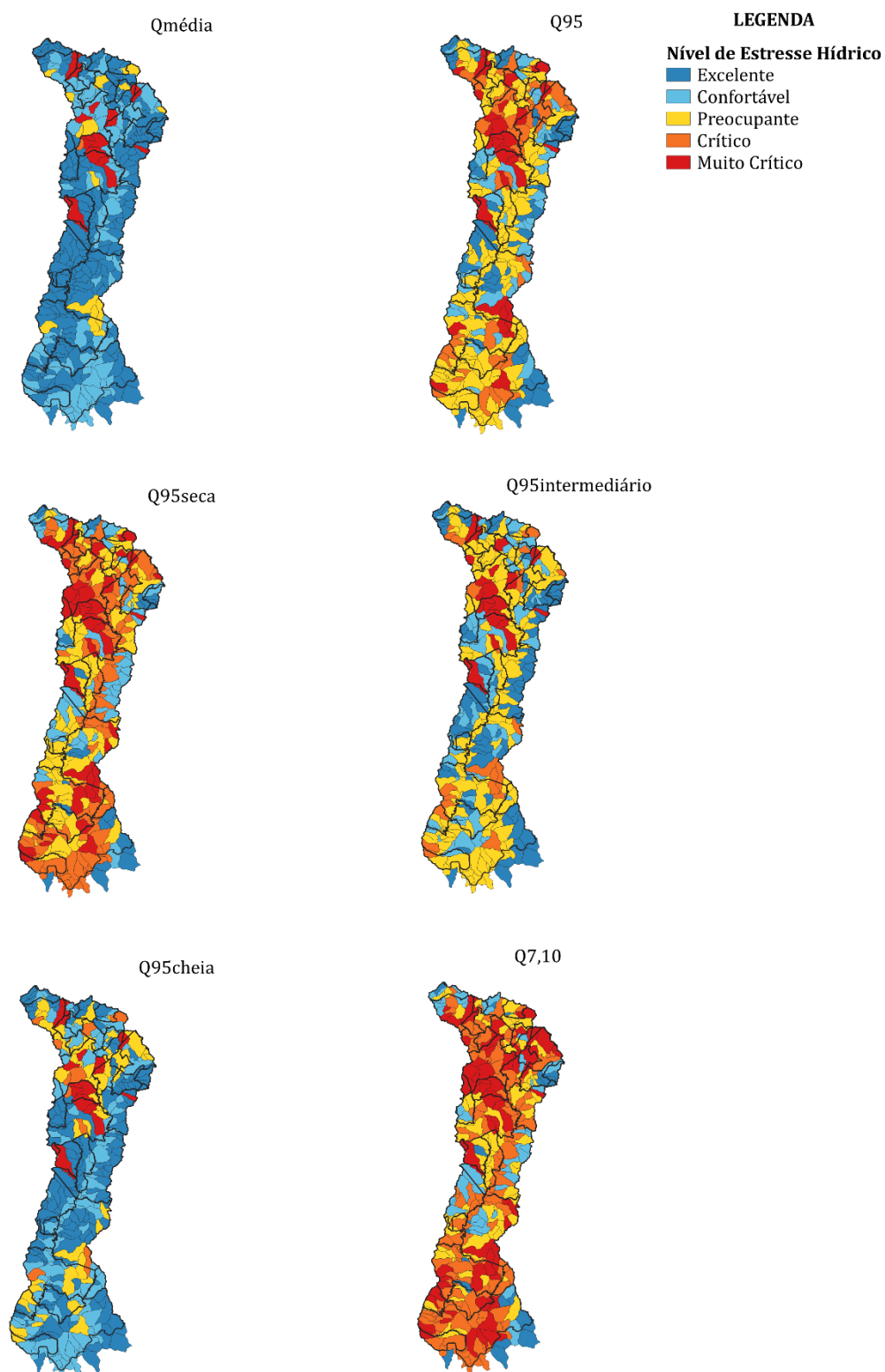


Figura 137 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 205

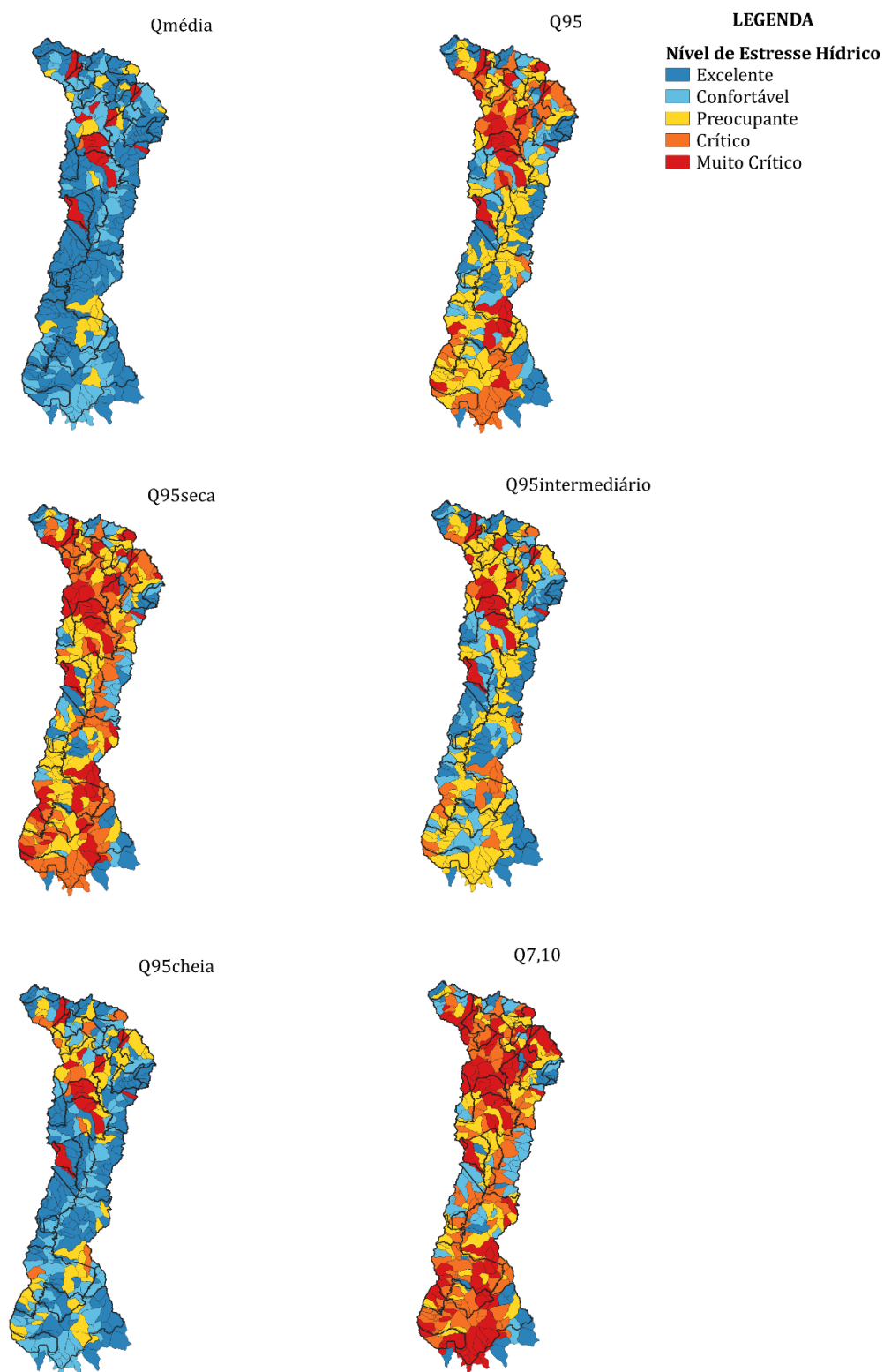


Figura 138 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

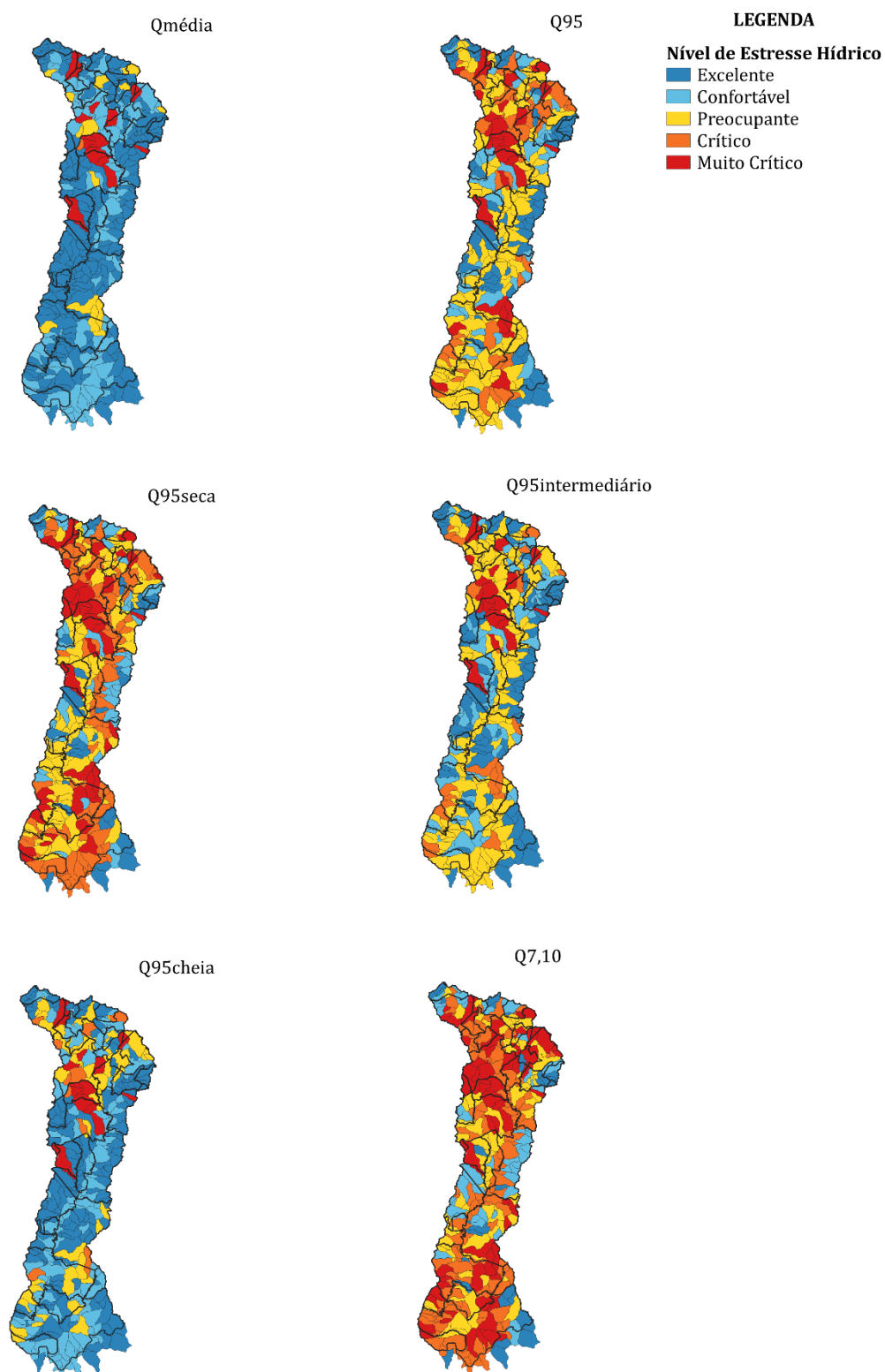


Figura 139 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-B para o ano de 2030 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

Prognóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte 207

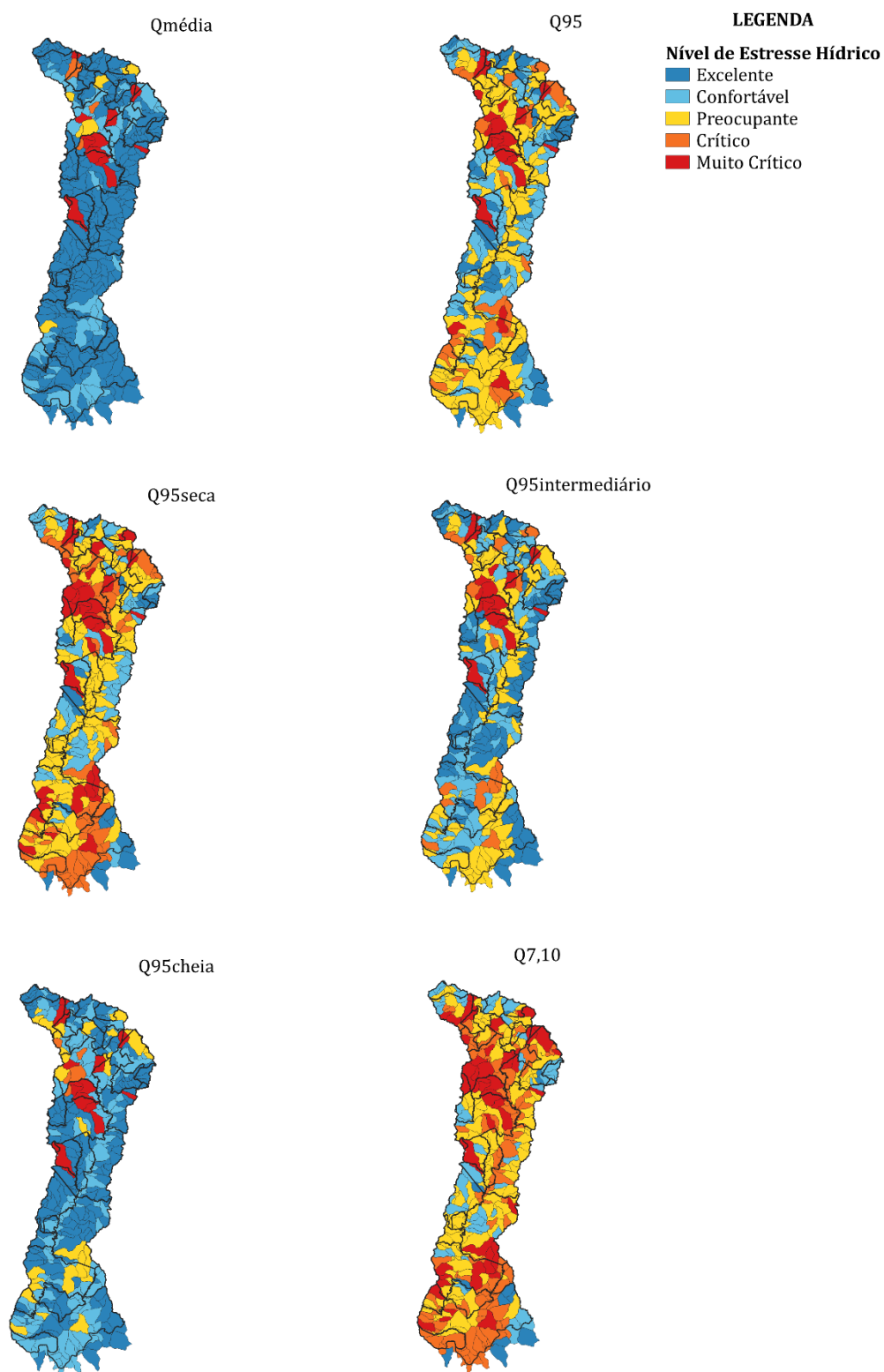


Figura 140 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário II-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

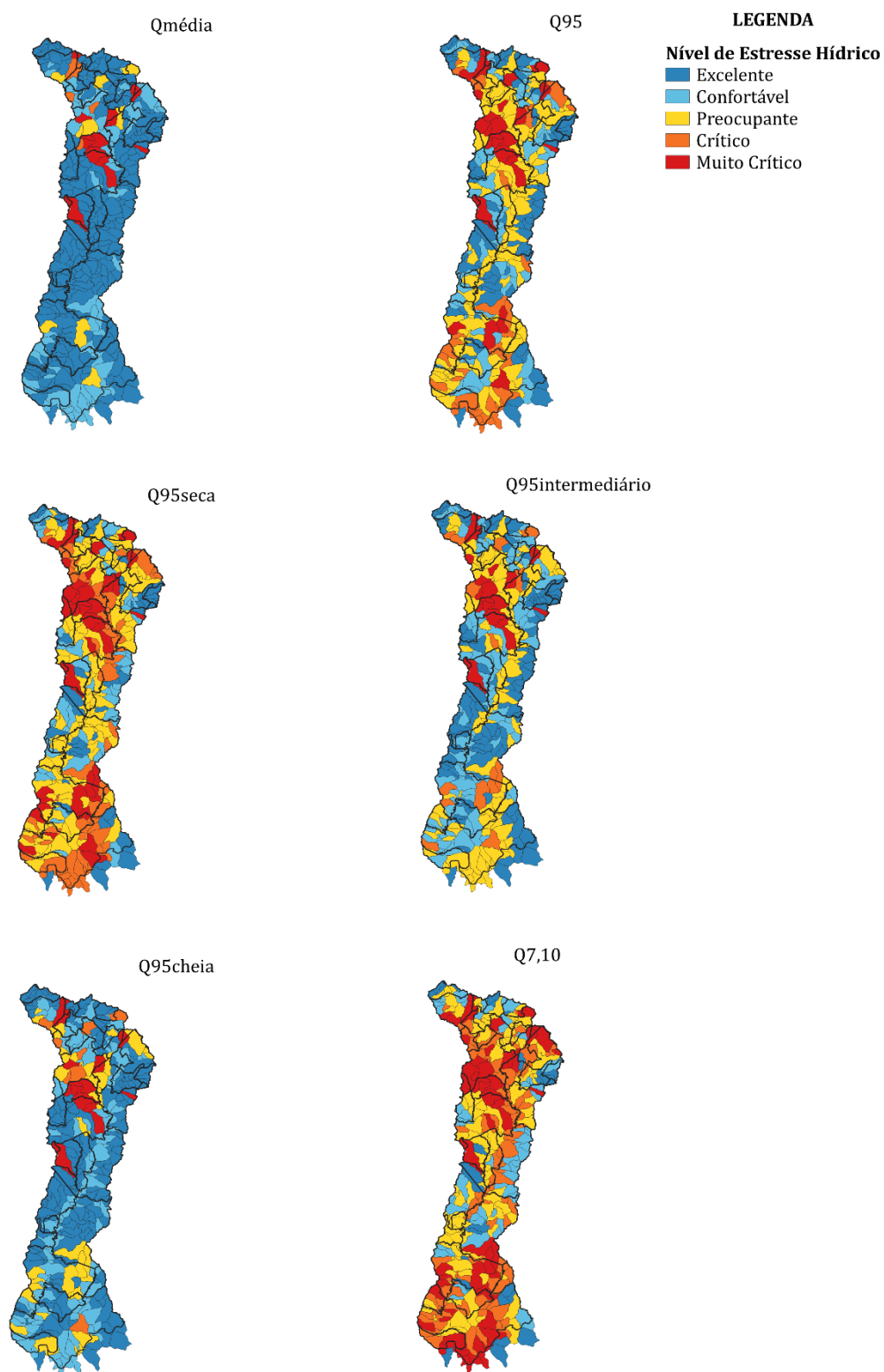


Figura 141 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário III-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UGRH do Rio Meia Ponte.

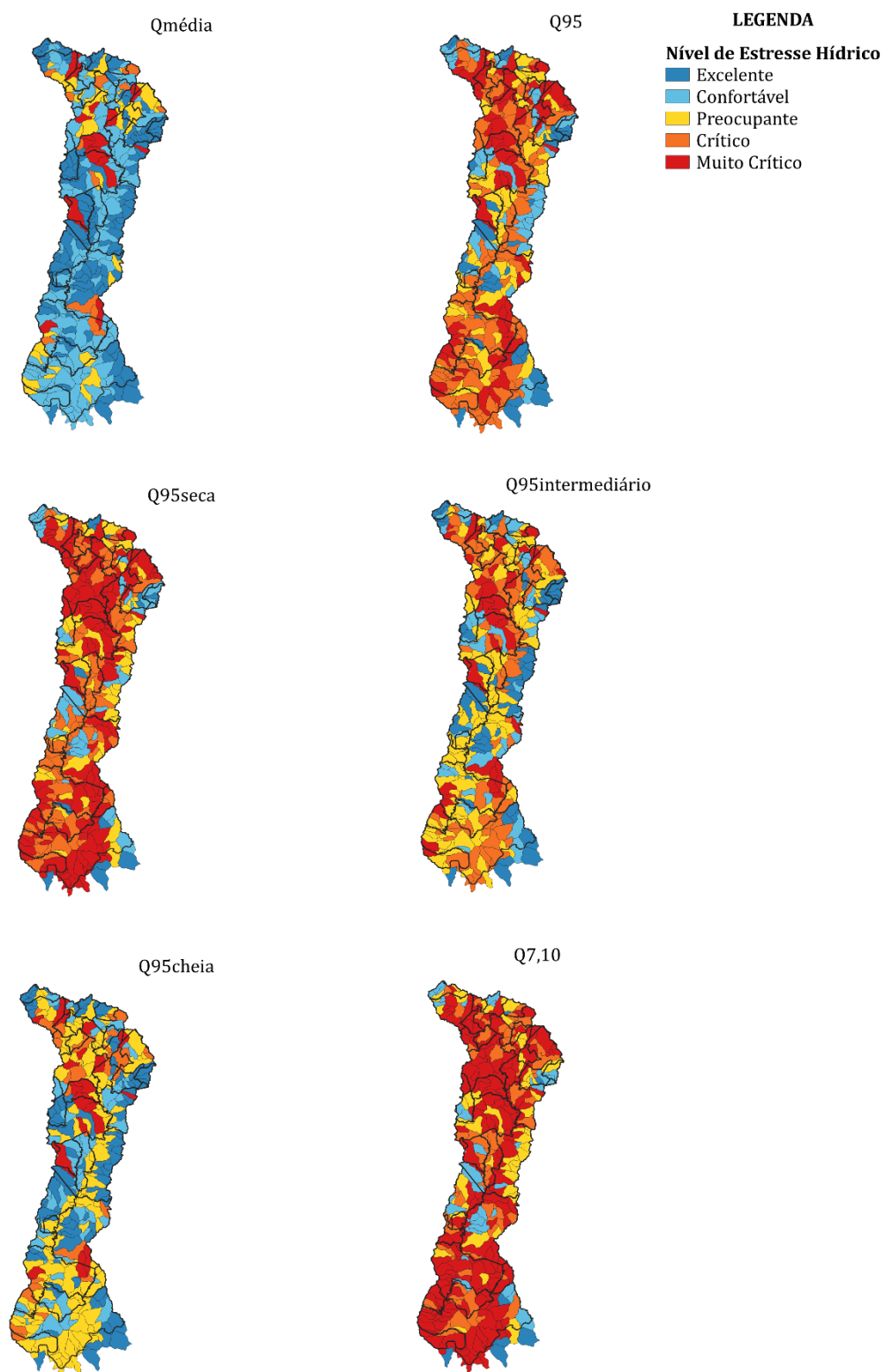


Figura 142 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário V-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

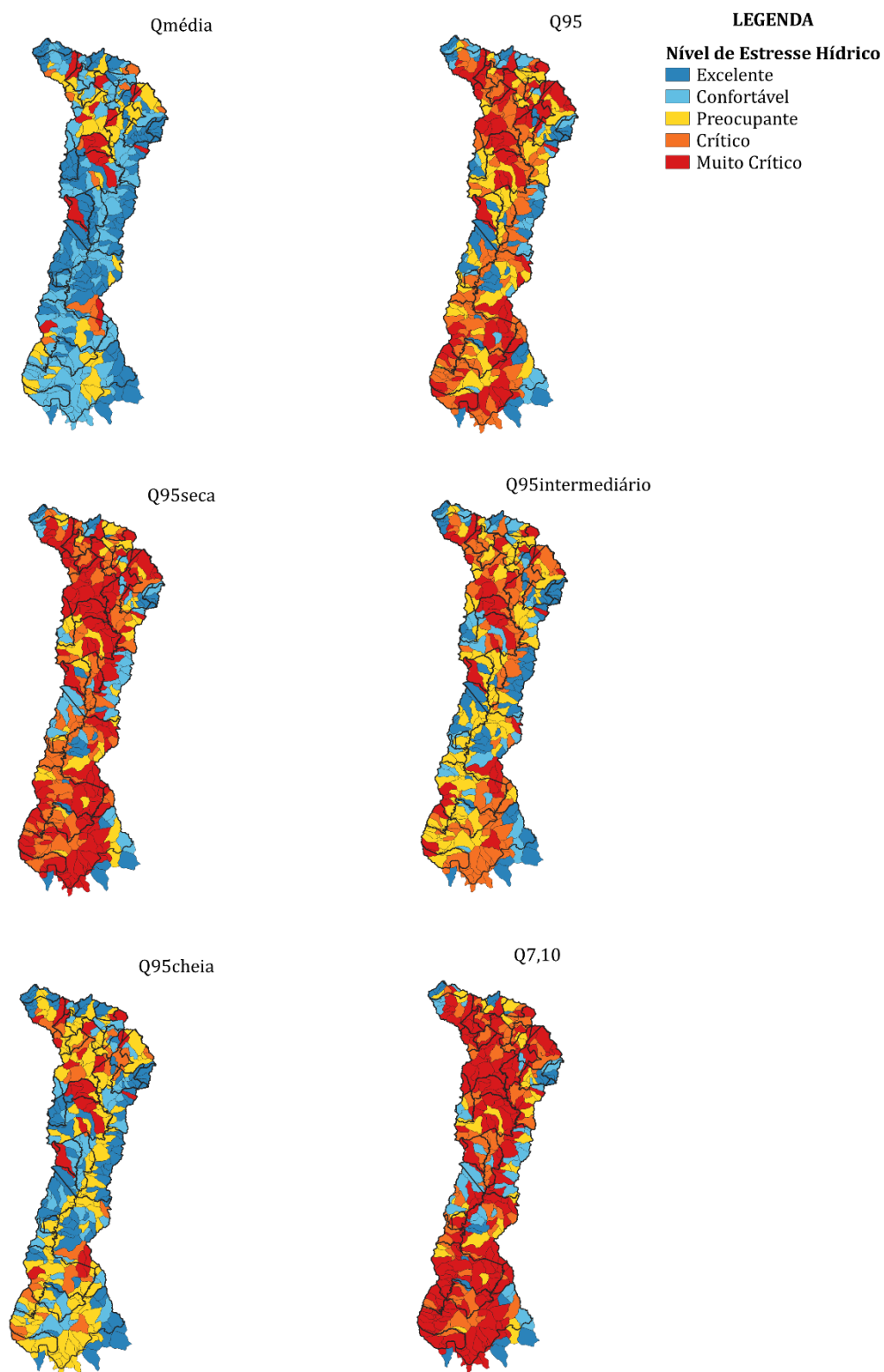


Figura 143 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VII-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.

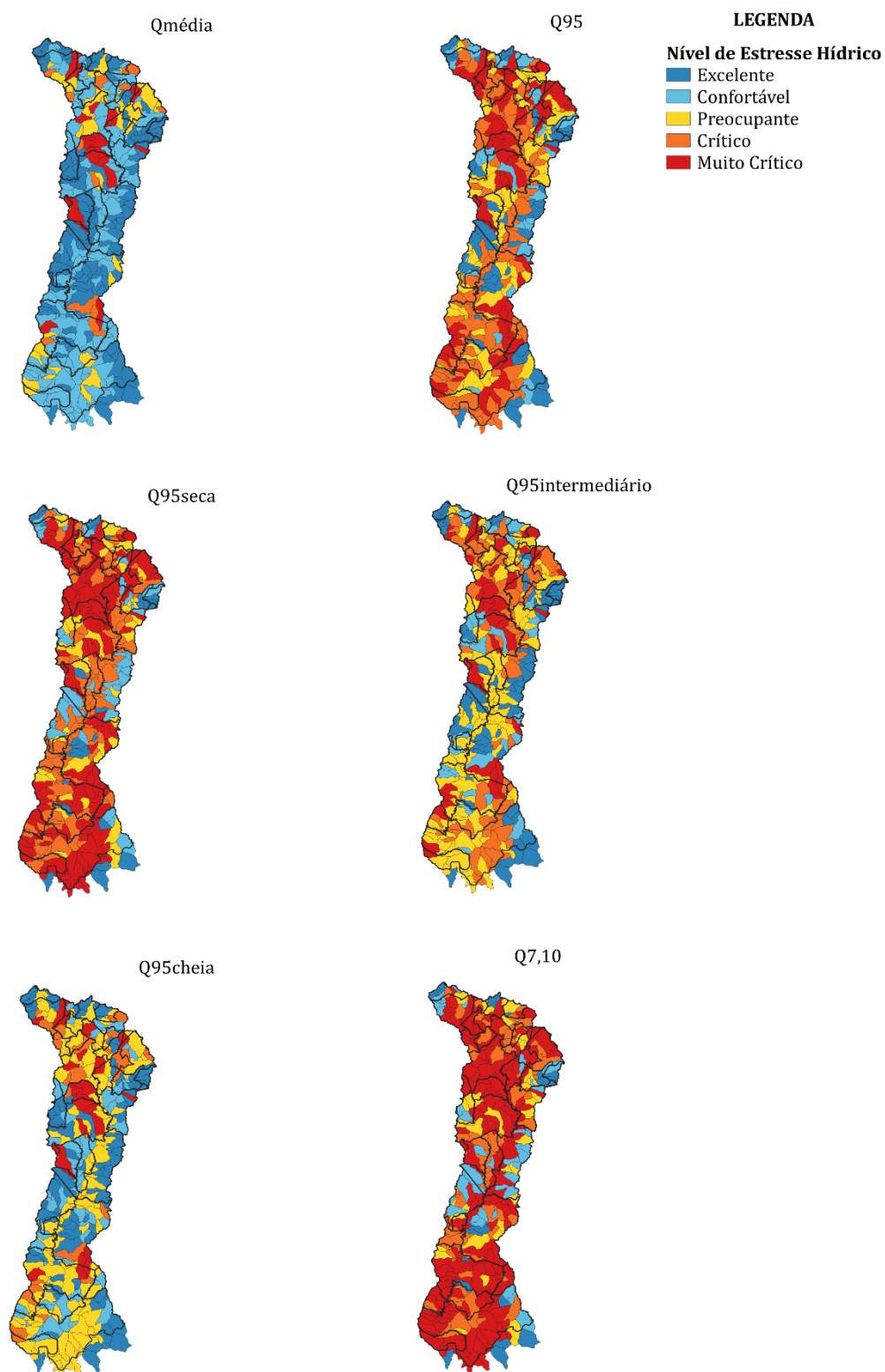


Figura 144 – Resultado do Balanço Hídrico do Cenário VIII-B para o ano de 2040 considerando diferentes vazões de referência da UPGRH do Rio Meia Ponte.