



**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS  
DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO  
2016-2025**

 **PLANO DE  
RECURSOS HÍDRICOS DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
SÃO FRANCISCO**

ATUALIZAÇÃO  
2016 - 2025

---

**RP4 - COMPATIBILIZAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO  
COM OS CENÁRIOS ESTUDADOS DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
Volume 1 – Relatório  
jan 2016

  
**CBHSF**  
COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO





Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



---

# **PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

---

## **RP4 – Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

**Volume 1 – Relatório**

**Volume 2 – Apêndices**

**Volume 3 – Mapas**





Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



COMITÉ DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO SÃO FRANCISCO

## Registro de Controle de Documentos *Document Control Record*

<b>Cliente</b> <i>Client</i>	<b>Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo</b>
<b>Projeto</b> <i>Project</i>	Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
<b>Documento</b> <i>Document</i>	RP4 – Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco; Volume I - Relatório

### Aprovação do Autor *Author's Approval*

Supervisionado por <i>Supervised by</i>	Pedro Bettencourt Correia	Revisão <i>Revision</i>	I
Aprovado por <i>Approved by</i>	Pedro Bettencourt Correia	Data <i>Date</i>	26.01.2016

### Aprovação do Cliente *Client's Approval*

Data <i>Date</i>	Assinatura <i>Signature</i>
____ / ____ / _____	

Revisão <i>Revision</i>	Data <i>Date</i>	Descrição Breve <i>Short Description</i>	Autor <i>Author</i>	Supervisão <i>Supervision</i>	Aprovação <i>Approval</i>
0	12.11.2015	RP4; Volume I	NEMUS		
I	26.01.2016	RP4; Volume I	NEMUS		

### Elaborado por *Prepared by*

**nemus**

**NEMUS, Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.**

HQ: Campus do Lumiar – Estrada do Paço do Lumiar,  
Edifício D – 1649-038 Lisboa, Portugal

T: +351 217 103 160 • F: +351 217 103 169

[www.nemus.pt](http://www.nemus.pt)

Brasil: Rua Rio Grande do Sul, nº 332, Salas 701 a 705,

Edifício Torre Ilha da Madeira, Pituba, CEP 41.830-140, Salvador – Bahia,

T : 55 (71) 3357 3979 • F: +55 (21) 2158 1115

[nemus.geral@nemus.com.br](mailto:nemus.geral@nemus.com.br)

[nemus@nemus.pt](mailto:nemus@nemus.pt)



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*

## Apresentação

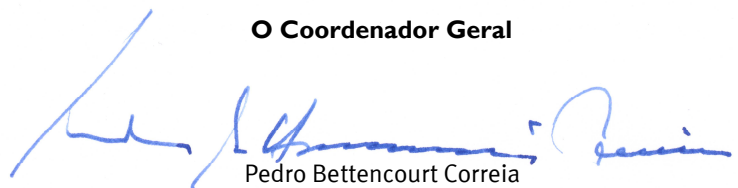
A NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. apresenta a **Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (RP4)** do Plano de Recursos Hídricos da **Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**, composto pelos seguintes volumes:

- Volume 1 – Relatório
- Volume 2 – Apêndices
- Volume 3 – Mapas.

A NEMUS agradece a confiança demonstrada, o acompanhamento e todo o apoio prestados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e pela Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo durante a realização do trabalho.

Salvador, janeiro de 2016

**O Coordenador Geral**



Pedro Bettencourt Correia





---

# PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

---

## RP4 – Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

### Volume 1 – Relatório

---

#### SUMÁRIO

---

<b>1.</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Metodologia e Indicadores</b>	<b>5</b>
2.1.	Abordagem de análise do balanço hídrico para os cenários estudados	5
2.2.	Ratios Demanda Versus Disponibilidade de Água	7
2.3.	Simulação Matemática da Operação do Sistema da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	9
<b>3.</b>	<b>Cenários de Demanda Futura de Água</b>	<b>21</b>
3.1.	Usos consuntivos	21
3.2.	Geração de energia	31
3.3.	Salvaguarda do regime de vazão ambiental	33
3.4.	Política de exploração dos reservatórios	36
<b>4.</b>	<b>Disponibilidades Hídricas</b>	<b>39</b>
4.1.	Disponibilidade Hídrica Superficial	39
4.2.	Disponibilidade Hídrica Subterrânea	42
<b>5.</b>	<b>Balanço Hídrico em Relação a Cada Cenário Estudado</b>	<b>47</b>
5.1.	Balanço Superficial	47
5.2.	Balanço Subterrâneo	72

5.3. Síntese do Balanço	79
<b>6. Análise do Impacto das Mudanças de Clima no Balanço Hídrico</b>	<b>125</b>
6.1. Potencial impacto no balanço hídrico superficial	125
6.2. Potencial impacto no balanço hídrico subterrâneo	128
<b>7. Áreas Sujeitas a Restrições de Uso</b>	<b>131</b>
7.1. Água superficial	132
7.2. Água subterrânea	136
<b>8. Alternativas para Compatibilizar as Disponibilidades e as Demandas</b>	<b>139</b>
<b>9. Conclusão</b>	<b>143</b>
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>145</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema conceitual da bacia do rio São Francisco. ....	11
Figura 2 – Estados hidrológicos e políticas de exploração dos reservatórios .....	18
Figura 3 – Variação sazonal da média histórica das usinas hidroelétricas do rio São Francisco e da vazão ambiental proposta pela Rede ECOVAZÃO e Projeto AHIA. ....	35
Figura 4 – Vazão a jusante do reservatório de Três Marias na situação atual. ....	63
Figura 5 – Vazão a jusante do reservatório de Três Marias nos cenários de 2025. ....	63
Figura 6 – Vazão a jusante do reservatório de Três Marias nos cenários de 2035. ....	64
Figura 7 – Vazão a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio do São Francisco na situação atual. ....	64
Figura 8 – Vazão a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio do São Francisco nos cenários de 2025. ....	65
Figura 9 – Vazão a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio do São Francisco nos cenários de 2035. ....	65
Figura 10 – Curva de permanência da vazão a jusante de Três Marias na situação atual. ....	66
Figura 11 – Curva de permanência da vazão a jusante de Três Marias nos cenários de 2025. ....	66
Figura 12 – Curva de permanência a jusante de Três Marias nos cenários de 2035. ....	67
Figura 13 – Curva de permanência a jusante de Sobradinho e na foz na situação atual. ....	68
Figura 14 – Curva de permanência a jusante de Sobradinho e na foz nos cenários de 2025. ....	68
Figura 15 – Curva de permanência a jusante de Sobradinho e na foz nos cenários de 2035. ....	69
Figura 16 – Volume armazenado em Três Marias no cenário atual. ....	69
Figura 17 – Volume armazenado em Três Marias nos cenários de 2025. ....	70
Figura 18 – Volume armazenado em Três Marias nos cenários de 2035. ....	70
Figura 19 – Volume armazenado em Sobradinho na situação atual. ....	71
Figura 20 – Volume armazenado em Sobradinho nos cenários de 2025. ....	71
Figura 21 – Volume armazenado em Sobradinho nos cenários de 2035. ....	71
Figura 22 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2025, no Cenário A (Mapa 1 do Volume 2, reduzido). ....	81
Figura 23 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2025, no Cenário B (Mapa 2 do Volume 2, reduzido). ....	82
Figura 24 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2025, no Cenário C (Mapa 3 do Volume 2, reduzido). ....	83
Figura 25 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2035, no Cenário A (Mapa 4 do Volume 2, reduzido). ....	84
Figura 26 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2035, no Cenário B (Mapa 5 do Volume 2, reduzido). ....	85
Figura 27 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2035, no Cenário C (Mapa 6 do Volume 2, reduzido). ....	86
Figura 28 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Abastecimento urbano e rural (cenários A e B2025 e cenário A2035). ....	95
Figura 29 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Abastecimento urbano e rural (cenário C2025). ....	96
Figura 30 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Abastecimento urbano e rural (cenários B e C2035). ....	97

Figura 31 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenários A, B e C2025).	98
Figura 32 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenário A2035).	99
Figura 33 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenário B2035).	100
Figura 34 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenário C2035).	101
Figura 35 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário A2025).	102
Figura 36 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário B2025).	103
Figura 37 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário C2025).	104
Figura 38 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário A2035).	105
Figura 39 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário B2035).	106
Figura 40 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário C2035).	107
Figura 41 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2025, no Cenário A (Mapa 7 do Volume 2, reduzido).	112
Figura 42 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2025, no Cenário B (Mapa 8 do Volume 2, reduzido).	113
Figura 43 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2025, no Cenário C (Mapa 9 do Volume 2, reduzido).	114
Figura 44 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2035, no Cenário A (Mapa 10 do Volume 2, reduzido).	115
Figura 45 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2035, no Cenário B (Mapa 11 do Volume 2, reduzido).	116
Figura 46 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2035, no Cenário C (Mapa 12 do Volume 2, reduzido).	117
Figura 47 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2025, no Cenário A.	118
Figura 48 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2025, no Cenário B.	119
Figura 49 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2025, no Cenário C.	120
Figura 50 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2035, no Cenário A.	121
Figura 51 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2035, no Cenário B.	122
Figura 52 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2035, no Cenário C.	123
Figura 53 – Áreas sujeitas a restrições de uso da água subterrânea.	138



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Capacidade instalada por sub-bacia e respectivo coeficiente de regularização. ....	12
Quadro 2 – Taxas de evaporação consideradas (mm).....	14
Quadro 3 – Tabelas de classificação – abastecimento e indústria. ....	16
Quadro 4 – Tabelas de classificação – agropecuária e energia. ....	16
Quadro 5 – Pressupostos assumidos (prioridades e volumes-meta). ....	18
Quadro 6 – Captações das transposições do PISF e para abastecimento à Região Metropolitana de Aracaju pela DESO .....	26
Quadro 7 – Captações dos grandes projetos de irrigação.....	27
Quadro 8 – Projeções das demandas de água dos usos consuntivos a satisfazer por origens superficiais e subterrâneas, por ano e cenário (vazão média anual em m <sup>3</sup> /s)..	28
Quadro 9 – Vazão média turbinada no período entre janeiro de 1979 e dezembro de 2010 (m <sup>3</sup> /s) .....	31
Quadro 10 – Restrições operativas hidráulicas das usinas hidroelétricas do rio São Francisco.....	33
Quadro 11 – Vazões ambientais propostas pela rede ECOVAZÃO e pelo projeto AHIA para a foz do rio São Francisco.....	34
Quadro 12 – Política de exploração das usinas hidroelétricas da calha principal do rio São Francisco (vazão turbinada em m <sup>3</sup> /s). ....	36
Quadro 13 – Disponibilidade de água superficial e capacidade de regularização instalada por sub-bacia hidrográfica. ....	40
Quadro 14 – Valores de reserva renovável de águas subterrâneas, por sistema aquífero, resultante da harmonização dos balanços hídricos subterrâneos obtidos a partir do estado atual do conhecimento hidrogeológico dos sistemas aquíferos e da análise integrada das vazões superficial e subterrânea. ....	42
Quadro 15 – Valores de reserva renovável de águas subterrâneas, por sub-bacia hidrográfica, resultante da harmonização dos balanços hídricos subterrâneos obtidos a partir do estado atual do conhecimento hidrogeológico dos sistemas aquíferos e da análise integrada das vazões superficial e subterrânea. ....	45
Quadro 16 – Comparação da disponibilidade de água superficial com a demanda de água para usos consuntivos satisfeita.....	50
Quadro 17 – Indicadores de atendimento dos usos urbanos e rurais por sub-bacia e trecho da calha principal. ....	54
Quadro 18 – Indicadores de atendimento de usos industriais por sub-bacia e trecho da calha principal.....	56
Quadro 19 – Indicadores de atendimento de usos agropecuários por sub-bacia e trecho da calha principal. ....	58
Quadro 20 – Indicadores de atendimento da vazão para produção de energia por reservatório.....	61
Quadro 21 – Indicadores de atendimento da vazão para a transposição. ....	61
Quadro 22 – Indicadores de atendimento da vazão para grandes projetos de irrigação. ....	62
Quadro 23 – Resultados do balanço hídrico subterrâneo por sub-bacia para os diferentes cenários de demanda. ....	73
Quadro 24 – Resultados do balanço hídrico subterrâneo por sistema aquífero para os diferentes cenários de demanda. ....	75
Quadro 25 – Síntese do balanço de águas superficiais (razão demanda / Q <sub>95</sub> ).....	79



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Quadro 26 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – abastecimento urbano e rural. ....	87
Quadro 27 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – Indústria. ....	89
Quadro 28 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – Agropecuária. ....	91
Quadro 29 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – energia.....	93
Quadro 30 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – transposição.....	94
Quadro 31 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – grandes projetos de irrigação. ....	94
Quadro 32 – Síntese do balanço de águas subterrâneas por sub-bacia. ....	108
Quadro 33 – Síntese do balanço de águas subterrâneas por sistema aquífero.....	110
Quadro 34 – Coeficiente $Q_{90}/Q_{90hist}$ para o cenário RCP 4,5 e RCP 8,5. ....	127
Quadro 35 – Identificação das áreas com conflito de uso e que devem ser sujeitas a restrições (Garantia e VMF).....	133
Quadro 36 – Áreas sujeitas a restrições de uso da água subterrânea .....	136

## LISTA DE NOMENCLATURAS E SIGLAS

---

AGB-PV – Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

BHSF – Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba

EH – Estados hidrológicos

FAD – Frequência abaixo da demanda

GAR – Garantia de abastecimento

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

LabSid – Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PRH-SF – Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco

RCP – *Representative Concentration Pathways*

RIOCC – *Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático*

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas

VMF – Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (em %)

VZF – Vazão média fornecida quando ocorrem falhas



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*



## 1. INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o **Volume 1 – Relatório** da **Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados (RP4)** do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco elaborado para o período 2016-2025.

Os trabalhos inerentes à prestação de serviços ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), através da Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo (AGB-PV), estão a cargo da empresa NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.

O presente relatório tem como principal **objetivo** apresentar estudos de alternativas de compatibilização das demandas de água com as disponibilidades hídricas, realizando um balanço hídrico em relação a cada cenário estudado e demonstrando as áreas sujeitas às restrições de uso.

Entre as **fontes de informação** utilizadas destacam-se, para além dos relatórios RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional e RP3 – Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, o sumário do projeto “Adaptação do Planeamento e da Operação dos Recursos Hídricos à Variabilidade e Mudanças Climáticas na Bacia Estendida do São Francisco” (ANA *et al.*, 2015); as outorgas emitidas pela ANA (2015a), entre outra informação fornecida pela ANA relativa a irrigação (ANA, 2015b e c) e os bancos de dados de cadastro de outorga dos órgãos gestores estaduais (IGAM, 2015; APAC, 2015; SEMARH-AL, 2015; SEMARH-SE, 2015; INEMA, 2015).

O Volume 1 do RP4 encontra-se **estruturado** da seguinte forma:

- Introdução (Capítulo 1);
- Metodologia e Indicadores (Capítulo 2);
- Cenários de Demanda Futura de Água (Capítulo 3);
- Disponibilidade Hídricas (Capítulo 4);
- Balanço Hídrico em Relação a Cada Cenário Estudado (Capítulo 5);
- Análise do Impacto das Mudanças de Clima no Balanço Hídrico (Capítulo 6);
- Áreas Sujeitas a Restrições de Uso (Capítulo 7);

- Alternativas para Compatibilizar as Disponibilidades e as Demandas (Capítulo 8);
- Conclusões (Capítulo 9).

O **capítulo 2** aborda a metodologia adotada para a análise do balanço hídrico para os cenários de demanda estudados, descrevendo os modelos matemáticos e os indicadores utilizados.

No **capítulo 3** resumem-se os resultados dos Cenários de Desenvolvimento de Prognóstico (RP3) do presente plano com interesse para a atual análise de compatibilização do balanço hídrico, em particular a demanda futura de água (na forma de vazões de retirada) até 2025 (projeções a médio prazo), com extensão a 2035 (projeções a longo prazo), para cada um dos três cenários alternativos de desenvolvimento da Bacia, para os setores agropecuária, indústria, abastecimento urbano, abastecimento rural e considerando-se também a demanda da transposição para o Nordeste e grandes projetos de irrigação em curso ou em estudo.

No **capítulo 4** apresentam-se as disponibilidades hídricas, isto é, uma síntese dos resultados da análise quantitativa das águas superficiais e subterrâneas, realizada no Diagnóstico Dimensão Técnica e Institucional da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (RP1A).

O balanço hídrico para cada um dos cenários estudados é apresentado no **capítulo 5**.

No **capítulo 6** é analisado o impacto das mudanças de clima nos balanços hídricos superficiais e subterrâneos, com base no “Relatório Sumário – Análise de Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco” (ANA *et al.*, 2015).

A confrontação entre as estimativas de demandas e disponibilidades futuras permitiu identificar as regiões com escassez e os usos comprometidos ou em risco no **capítulo 7**.

No **capítulo 8** são propostas alternativas de prevenção ou mitigação das situações críticas identificadas no capítulo anterior, incluindo critérios para compatibilizar os diversos interesses e promover os usos múltiplos dos recursos hídricos.



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Finalmente, o **capítulo 9** apresenta a discussão e conclusões acerca da compatibilização do balanço hídrico com os cenários estudados.

Os apêndices ao presente documento são apresentados no **Volume 2 – Apêndices** e os mapas de suporte às análises desenvolvidas no **Volume 3 – Mapas**.



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*

## 2. METODOLOGIA E INDICADORES

### 2.1. Abordagem de análise do balanço hídrico para os cenários estudados

Como se referiu no diagnóstico (Cf. relatório RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional, Volume 7 – Usos, balanço hídrico e síntese do diagnóstico, capítulo 3. Balanço Hídrico, subcapítulo 3.1. Metodologia e Indicadores), o **balanço hídrico** compara as disponibilidades de água com as demandas de água de uma bacia hidrográfica permitindo evidenciar as **situações de escassez ou de pré-escassez de água e os conflitos entre os vários usos**. Nesta atividade do plano, mais do que identificar as situações que possam ocorrer no presente ou em um futuro próximo, pretende-se antecipar as que poderão acontecer no horizonte de planejamento do plano, para fornecer os elementos necessários à definição da política de planejamento e de gestão dos recursos hídricos a implementar na BHSF, nas próximas etapas de desenvolvimento do plano.

À semelhança da fase de diagnóstico (Cf. capítulo 3 do Volume 7 do relatório RP1A), o balanço hídrico para cada cenário estudado foi analisado de forma independente, consoante a origem de água para satisfação das demandas (recursos superficiais ou subterrâneos). As diferentes características destes dois tipos de escoamento e o fato de os elementos de caracterização disponíveis sobre a disponibilidade de água superficial ou subterrânea também serem bastante distintos justificam esta opção.

As características do escoamento subterrâneo e os dados disponíveis aconselham a que o **balanço hídrico subterrâneo** seja realizado apenas com base em estimativas de recarga anual média, a partir da qual se estimou a vazão média explotável de água subterrânea. Para avaliar as situações de risco de atendimento da demanda satisfeita por águas subterrâneas, a vazão média explotável foi comparada com as estimativas da demanda satisfeita por este tipo de origem, através de um indicador calculado pela razão entre a demanda e a vazão explotável. Valores elevados deste indicador indiciam risco de não atendimento da demanda. Esta análise foi realizada para cada sub-bacia e para cada sistema aquífero. O subcapítulo 2.2 descreve a metodologia utilizada em maior pormenor, sendo os resultados apresentados no subcapítulo 0.

Um indicador semelhante foi também utilizado para avaliar a **capacidade de atendimento da demanda a satisfazer por origens superficiais**. Neste caso, o indicador utilizado é calculado através da razão entre a demanda e um valor de vazão típico de uma situação de estiagem, nomeadamente a vazão  $Q_{95}$  que é excedida em 95% do tempo. O cálculo deste indicador para cada sub-bacia permite indicar de uma forma simples as regiões onde os problemas de escassez de água podem potencialmente ocorrer. Acresce que este indicador foi utilizado no PRH-SF 2004-2013, sendo por isso possível comparar os resultados agora obtidos com os apresentados nesse plano e avaliar a evolução ocorrida nos últimos dez anos. O subcapítulo 2.2 descreve a metodologia utilizada em maior pormenor, sendo os resultados apresentados no subcapítulo 5.1.

Mas a variabilidade do escoamento superficial e o papel dos reservatórios como infraestruturas de armazenamento e de regularização de vazão recomendam uma análise do **balanço hídrico superficial** mais completa e aprofundada. A utilização de modelos matemáticos, possível pela existência de dados de monitoramento de vazão em várias seções da rede hidrográfica, permite identificar com mais rigor as regiões com risco de escassez de água, quantificar esse risco e identificar eventuais conflitos de uso. Assim, em acréscimo a uma análise baseada nas razões entre a demanda de água e a disponibilidade de água superficial em condições de escassez, recorreu-se ao modelo ACQUANET (LabSid Acquanet 2013 v1.44), utilizado no diagnóstico da situação atual (cf. relatório RP1A, Volume 7, capítulo 3), para verificar o balanço hídrico e avaliar a capacidade de satisfazer as necessidades de água em cada um dos cenários estudados. O subcapítulo 2.3 descreve a metodologia utilizada em maior pormenor, sendo os resultados apresentados no subcapítulo 5.1.

Dada a incerteza associada aos cenários de disponibilidade de água como resultado das alterações climáticas, optou-se por assumir, em uma primeira análise, que as disponibilidades de água se mantinham e realizar, posteriormente, uma análise de sensibilidade das conclusões do balanço aos cenários de alterações climáticas (Cf. capítulo 6).

## 2.2. Ratios Demanda Versus Disponibilidade de Água

A avaliação do risco de escassez hídrica numa dada região ou sub-bacia pode ser realizada comparando as projeções da demanda média anual dessa região com a estimativa da quantidade de água disponível por ano nessa mesma região. Esta comparação é facilitada recorrendo a um **indicador expresso pela razão entre a demanda e a disponibilidade de água**. Valores elevados deste indicador, próximos da unidade, indicam situações em que a demanda é da mesma ordem de grandeza que a disponibilidade de água, o que significa que há um risco significativo de não ser possível satisfazer essa demanda.

Uma vez que a demanda de água é atendida a partir de origens subterrâneas, através de poços ou furos, ou a partir de origens superficiais, através de captações em cursos de água ou reservatórios, é necessário distinguir estes dois tipos de situações e estimar separadamente a demanda atendida por cada tipo de origem e a quantidade de água (superficial ou subterrânea) disponível para a satisfazer.

Os valores totais da demanda correspondem às projeções das vazões de retirada a médio (2025) e longo prazos (2035) para os usos consuntivos. A avaliação e distinção da demanda satisfeita por origens superficiais e por origens subterrâneas foi realizada com base nos dados dos cadastros das outorgas, conforme é explicado no capítulo 3.

O valor de quantidade de água disponível utilizado no denominador da razão que serve de indicador deve estar associado a um nível elevado de garantia de abastecimento.

Na análise do atendimento das demandas satisfeitas por origens superficiais, as projeções das vazões de retirada a médio (2025) e longo prazos (2035) para os usos consuntivos (Cf. capítulo 3) são confrontadas com a vazão, em regime modificado, com uma permanência de 95%, vulgo  $Q_{95}$  (Cf. capítulo 4). Para facilitar a leitura dos resultados e a sua comparação com os valores calculados no PRH-SF 2004-2013 adotaram-se as seguintes faixas de classificação do **indicador expresso pela razão entre a vazão de retirada e a vazão  $Q_{95}$  regularizada**:

- Razão <5% – Excelente. Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;

- Razão entre 5 e 10% – Confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- Razão entre 10 e 20% – Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- Razão entre 20% e 40% – Crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- Razão > 40% – Muito crítica.

O indicador baseado na razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão  $Q_{95}$  é recomendado para avaliar de forma preliminar o risco de não atendimento da demanda em uma dada sub-bacia. A sua leitura deve, no entanto, ser realizada com as devidas ressalvas, uma vez que não tem em consideração a acentuada sazonalidade das vazões naturais e de algumas utilizações de água, como é o caso da agricultura. Na sua versão mais simples, também não tem em consideração a necessidade de assegurar um regime de vazão ambiental, a transposição, os grandes projetos de irrigação ou a utilização de água para usos não consuntivos, como é o caso da produção de energia elétrica.

No caso do balanço hídrico subterrâneo, adotou-se como indicador a **relação entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão explorável**, considerada igual a 20% da recarga média anual. Adotaram-se as seguintes faixas de classificação:

- Razão abaixo dos 10% – Excelente;
- Razão entre 10% e 40% – Confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- Razão entre 40% e 60% – Preocupante, exigindo atividade de gerenciamento;
- Razão entre 60% e 100% – Crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento;
- Razão > 100% – Muito crítica.

Apesar da realização em separado do balanço das disponibilidades de água *versus* necessidades, os resultados são analisados em conjunto (Cf. capítulo 5).



### 2.3. Simulação Matemática da Operação do Sistema da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

O recurso à simulação matemática da operação de todo o sistema da bacia hidrográfica do rio São Francisco, com as suas estruturas de armazenamento de água, produção de energia elétrica e de distribuição de água, proporciona uma análise mais completa do funcionamento de toda a bacia e a consideração de todos os usos da água, incluindo as necessidades dos ecossistemas. Nesse sentido, utilizou-se já no diagnóstico (Cf. capítulo 3 do Volume 7 do relatório RP1A) o **LabSid-ACQUANET 2013**, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões (LabSid) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Os modelos de simulação de aproveitamentos hidráulicos têm como **dados de entrada** as características das infraestruturas existentes, as disponibilidades de água, as demandas de água para os vários usos e as regras de operação do sistema. Apresentam como **resultados** as vazões fornecidas a cada uso em cada intervalo de tempo, a partir das quais é possível calcular um conjunto de indicadores de desempenho do sistema, notadamente, a garantia de satisfação dos objetivos, a vulnerabilidade do abastecimento, a resiliência do abastecimento, entre outros.

A Figura 1 apresenta o **esquema conceitual da bacia** do rio São Francisco adotado no exercício de simulação. Trata-se de uma rede com vários nós interligados entre si. Os nós representam entradas de água no sistema (as vazões geradas em cada sub-bacia), confluências entre rios, reservatórios ou locais de utilização de água. As ligações representam cursos de água naturais (i.e. rios), derivações artificiais como canais ou adutoras ou, ainda, fluxos de retorno de água à rede hidrográfica após ter sido utilizada. Este fluxo de retorno é calculado pelo modelo em função da vazão de retirada atribuída a cada utilização e do tipo de utilização. Assumiu-se que 80% da vazão de retirada para abastecimento urbano, rural ou industrial retorna à rede hidrográfica e que o mesmo acontece com 20% da vazão de retirada para a agropecuária. Já no que diz respeito à geração de energia, considerou-se que 100% da vazão utilizada para esse fim retorna à rede hidrográfica.

No esquema conceitual proposto, os reservatórios de Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV e Xingó foram considerados individualmente.

O número elevado de reservatórios de menor dimensão localizados nos afluentes do rio São Francisco e distribuídos pelas várias sub-bacias não permite considerá-los de forma individual. Embora a esmagadora maioria destes reservatórios tenha uma capacidade de armazenamento francamente inferior aos reservatórios da calha principal, em conjunto possuem uma capacidade de armazenamento importante e proporcionam uma regularização não desprezável da vazão natural que não deve ser ignorada.

Nesse sentido, optou-se por considerá-los de forma agregada, colocando em cada sub-bacia um reservatório fictício cujo volume é igual à soma da capacidade de armazenamento dos reservatórios existentes nessa sub-bacia (Quadro 1). Por exemplo, na sub-bacia do Rio Paracatu (código PARACATU 02), existem 25 reservatórios de menor dimensão do que Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV e Xingó e que, por isso, não foram considerados individualmente no modelo; foram representados, no modelo, por um reservatório fictício, nessa sub-bacia, com a capacidade de 834 Mm<sup>3</sup> (soma das capacidades de armazenamento dos 25 reservatórios existentes na sub-bacia; cf. Quadro 1); este “reservatório fictício representando vários reservatórios de pequena dimensão” é representado na Figura 1 por um triângulo cinzento, menor do que os triângulos azuis que representam os reservatórios principais da bacia (Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV e Xingó). A inclusão destes reservatórios no modelo (Figura 1) permite simular o efeito dos vários espelhos de água e reservatórios de menor dimensão que existem em cada sub-bacia.

Foram ainda adicionadas ao esquema proposto as transposições previstas e as demandas de água de grandes projetos de irrigação, com captação na calha principal do rio São Francisco. A Figura 1 indica a sua localização.

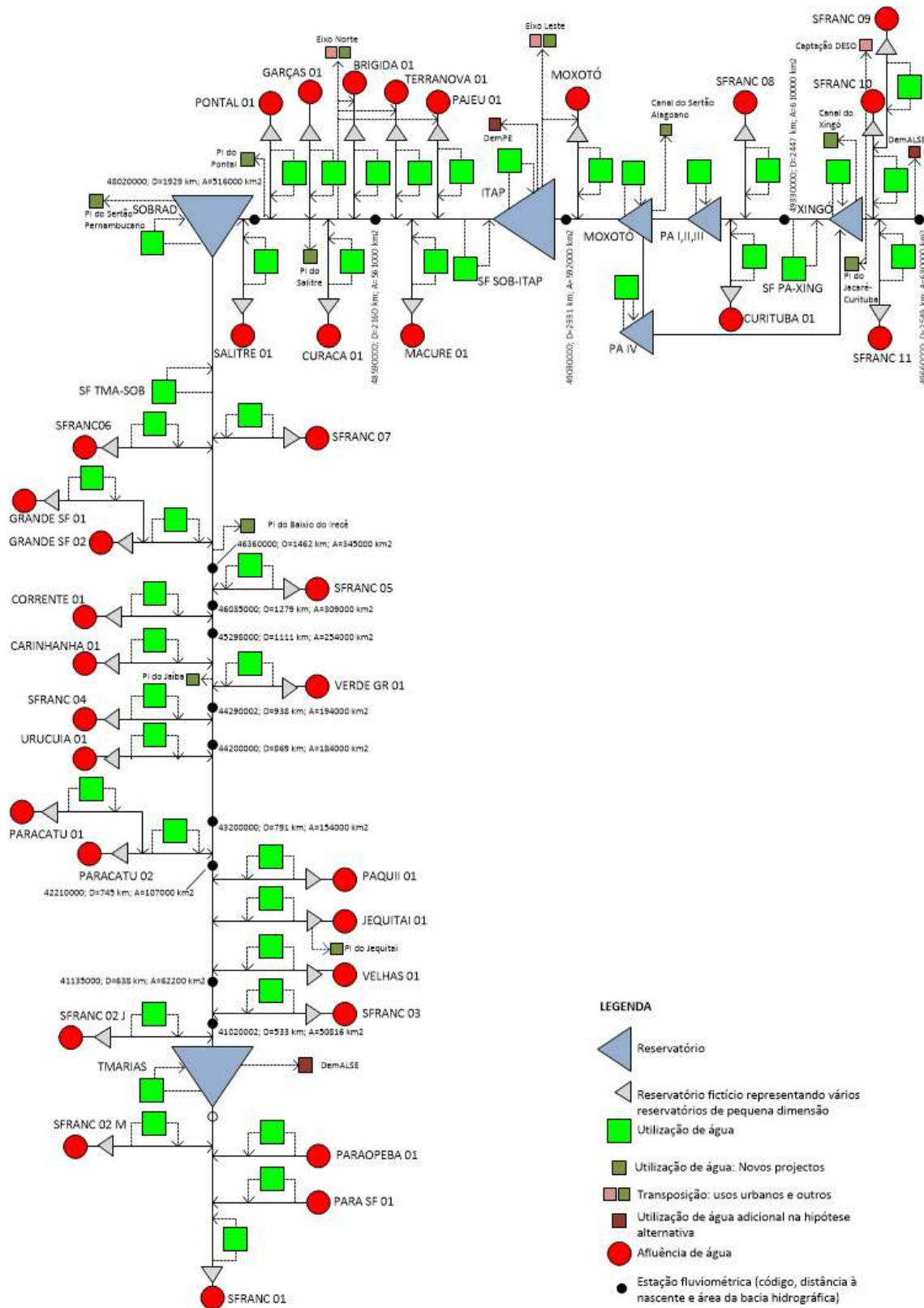


Figura 1 – Esquema conceitual da bacia do rio São Francisco.

O Quadro 1 identifica a **capacidade de armazenamento total instalada por sub-bacia** (i.e. a soma da capacidade de armazenamento dos vários reservatórios existentes), a vazão natural média gerada em cada sub-bacia (vazão média para o período 1931-2013, atualizada na etapa de diagnóstico – cf. Volume 4 – Análise qualitativa e quantitativa – Águas superficiais do relatório RP1A) e o respetivo coeficiente de regularização, calculado pela razão entre a capacidade de armazenamento e o volume de água gerado anualmente em cada sub-bacia. O coeficiente de regularização é medido em anos e dá indicação do período de tempo em que é hipoteticamente possível reter nos reservatórios da sub-bacia toda a água gerada na bacia num ano médio, anulando completamente a vazão a jusante. As sub-bacias que possuem coeficientes de regularização elevados têm uma possibilidade acrescida de satisfazer, com os seus próprios recursos, as demandas de água existentes na bacia e o regime de vazão a jusante é seguramente bastante distinto do regime de vazão natural.

**Quadro 1 – Capacidade instalada por sub-bacia e respetivo coeficiente de regularização.**

Código	Sub-bacia	Vazão média anual em regime natural (m <sup>3</sup> /s)	Capacidade de armazenamento (Mm <sup>3</sup> )	Coeficiente de regularização (anos)
S FRANC 01	Afluentes Mineiro do Alto SF	228,25	0,00	0,00
PARA SF 01	Rio Pará	154,73	200,23	0,05
PARAOPEBA 01	Rio Paraopeba	166,20	79,65	0,02
S FRANC 02	Entorno da Represa de Três Marias	137,98	13,16	0,01
VELHAS 01	Rio das Velhas	321,88	251,79	0,01
S FRANC 03	Rio de Janeiro e Formoso	44,55	1,27	0,00
JEQUITAI 01	Rio Jequitai	63,94	786,00	0,00
PARACATU 01	Alto Rio Preto	50,79	2,10	0,00
PARACATU 02	Rio Paracatu	430,58	834,07	0,13
PACUI 01	Rio Pacuí	47,66	0,00	0,00
URUCUIA 01	Rio Urucuia	260,87	16,20	0,07



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



<b>Código</b>	<b>Sub-bacia</b>	<b>Vazão média anual em regime natural (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Capacidade de armazenamento (Mm<sup>3</sup>)</b>	<b>Coefficiente de regularização (anos)</b>
VERDE GR 01	Rio Verde Grande	33,70	220,57	0,24
S FRANC 04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	39,00	0,34	0,00
CARINHANHA 01	Rio Carinhanha	146,47	0,00	0,00
CORRENTE 01	Rio Corrente	221,84	0,10	0,00
GRANDE SF 01	Alto Rio Grande	143,41	18,18	0,00
GRANDE SF 02	Médio e Baixo Rio Grande	137,13	3,75	0,00
S FRANC 05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	34,54	208,90	0,13
S FRANC 07	Rios Verde e Jacaré	6,97	160,50	0,97
S FRANC 06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	6,44	11,00	0,01
SALITRE 01	Rio Salitre	7,91	8,40	0,25
PONTAL 01	Rio Pontal	4,12	30,80	0,21
GARÇAS 01	Rio Garças	3,97	128,30	1,03
CURACA 01	Rio Curaçá	6,39	23,10	0,14
BRÍGIDA 01	Rio Brígida	10,56	424,10	3,80
TERRA NOVA 01	Rio Terra Nova	4,56	109,40	0,79
MACURURE 01	Rio Macururé	6,56	5,65	0,02
PAJEU 01	Rio Pajeú	14,18	472,20	0,53
MOXOTO 01	Rio Moxotó	7,70	541,19	5,55
CURITUBA 01	Rio Curituba	1,78	13,78	0,00
S FRANC 08	Riacho Seco	1,08	5,06	0,00
S FRANC 09	Alto Rio Ipanema	5,59	22,72	0,17

Código	Sub-bacia	Vazão média anual em regime natural (m <sup>3</sup> /s)	Capacidade de armazenamento (Mm <sup>3</sup> )	Coefficiente de regularização (anos)
S FRANC 10	Baixo Ipanema e Baixo SF	11,35	212,20	0,45
S FRANC 11	Baixo São Francisco em Sergipe	6,04	14,67	0,09
<b>TOTAL</b>		<b>2768,72</b>	<b>4819,38</b>	<b>-</b>

O período de simulação foi de 1979 a 2010, tendo-se adotado um **passo de cálculo mensal**. O modelo matemático percorre os 372 meses deste período, avaliando em cada mês a vazão disponível, o volume armazenado disponível e a demanda de água para cada uso e, finalmente, a possibilidade de atender os vários usos tendo em contas as políticas de gestão de água definidas.

Consideraram-se as **projeções de demanda** para os diferentes usos consuntivos, cenários e horizontes de planejamento apresentadas no capítulo 3 e as **disponibilidades hídricas superficiais** apresentadas no capítulo 4.

A **evaporação de água** a partir dos grandes reservatórios da bacia hidrográfica do rio São Francisco constitui também uma importante, mas escondida, demanda de água. O Quadro 2 apresenta os valores da taxa de evaporação adotados na simulação.

**Quadro 2 – Taxas de evaporação consideradas (mm).**

Mês	Três Marias	Sobradinho	Restantes reservatórios
Janeiro	92,8	112,3	230,4
Fevereiro	105,2	121,2	193,4
Março	94,6	114,2	173,4
Abril	95,3	123,3	156,2
Mai	95,6	139,4	148,0
Junho	99,1	158,0	147,6
Julho	115,3	183,6	163,6
Agosto	144,9	224,0	205,7
Setembro	159,9	248,2	256,4
Outubro	141,7	216,6	282,1
Novembro	106,7	142,0	274,4

Mês	Três Marias	Sobradinho	Restantes reservatórios
Dezembro	88,5	111,6	243,8
Ano	1.339,6	1.894,3	2.475,0

Para avaliar a capacidade de satisfação das necessidades de água, foram definidos os seguintes **indicadores**:

- GAR, Garantia de abastecimento (em %), entendida como o período de tempo em que as demandas são satisfeitas; é calculada a partir da frequência abaixo da demanda (FAD, também em %), que é a proporção de meses do ano em que a demanda não é totalmente satisfeita pela disponibilidade; assim,  $GAR = 100 - FAD$ ;
- VMF, Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (em %), dada pela razão entre a vazão média fornecida quando ocorrem falhas e a demanda média necessária; assim,  $VMF = VZF / Dmed$ .

Estes dois indicadores, no seu conjunto, oferecem uma visão da capacidade de as diferentes demandas serem satisfeitas. Em uma situação excelente, em que não ocorrem falhas, ambos os indicadores assumem o valor de 100%. Em contrapartida, valores francamente inferiores a 100% correspondem a situações críticas. Podem, no entanto, ocorrer situações em que o indicador GAR assume valores inferiores a 100% sem que tal represente uma situação especialmente gravosa, se a vazão média fornecida quando ocorrem falhas for próxima de 100%. Essas situações ocorrem quando é frequente a demanda não ser totalmente satisfeita, mas em que o deficit de fornecimento é reduzido.

Em certas situações, em que a demanda de água apresenta uma acentuada sazonalidade ao longo do ano, como é o caso da agricultura, é possível que o indicador VMF (Vazão média fornecida quando ocorrem falhas, em percentagem da demanda média necessária) assumam valores superiores a 100%, o que é um aparente paradoxo. No entanto tal é possível se, nos meses de maior demanda que o sistema não conseguir satisfazer, a demanda apresentar um deficit significativo. A média anual desse deficit pode ser superior a 100% da demanda média do ano.

Não existindo valores de referência para estes dois indicadores, optou-se por recorrer às seguintes tabelas de classificação para avaliar a capacidade da bacia hidrográfica

do rio São Francisco em satisfazer as respectivas demandas. Utilizaram-se tabelas distintas para diferentes tipos de uso, uma vez que a criticidade de abastecimento de cada uso é distinta (Quadro 3 e Quadro 4).

As tabelas consideram que o sistema se apresenta numa situação excelente ou confortável quando ambos os indicadores assumem valores elevados. Em contraposição, o sistema apresenta-se numa situação crítica ou muito crítica quando ambos os indicadores assumem valores baixos. Uma situação em que a garantia de atendimento é baixa, mas em que o valor de VMF é elevado, não é considerada crítica porque embora nem toda a demanda seja integralmente satisfeita durante todo o tempo, as falhas de abastecimento, quando existem, são reduzidas. Considerou-se mais grave o caso em que a garantia de atendimento é elevada e o valor de VMF é baixo, pois tal resulta de uma situação em que as falhas de abastecimento são poucas, mas particularmente graves, porque uma percentagem significativa da demanda não é atendida.

**Quadro 3 – Tabelas de classificação – abastecimento e indústria.**

Abastecimento e indústria	GAR > 95	90 < GAR < 95	80 < GAR < 90	50 < GAR < 80	GAR < 50
VMF > 95	Excelente	Confortável	Confortável	Preocupante	Preocupante
90 < VMF < 95	Confortável	Preocupante	Preocupante	Crítico	Muito crítico
80 < VMF < 90	Preocupante	Preocupante	Crítico	Muito crítico	Muito crítico
50 < VMF < 80	Crítico	Crítico	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico
VMF < 50	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico

**Quadro 4 – Tabelas de classificação – agropecuária e energia.**

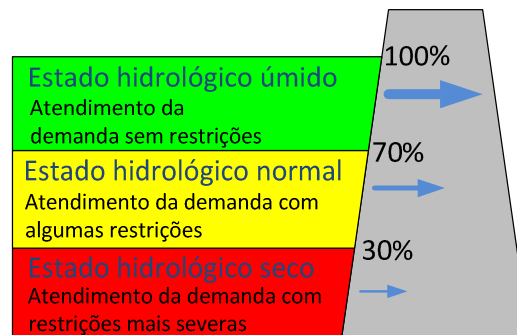
Agropecuária e energia	GAR > 95	90 < GAR < 95	80 < GAR < 90	50 < GAR < 80	GAR < 50
VMF > 95	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável
90 < VMF < 95	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
80 < VMF < 90	Preocupante	Preocupante	Preocupante	Preocupante	Crítico
50 < VMF < 80	Crítico	Crítico	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico
VMF < 50	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico	Muito crítico



Os resultados do balanço hídrico de águas superficiais dependem da **estratégia de operação** adotada. Na fase de diagnóstico assumiu-se que, enquanto existisse água disponível nos reservatórios, todas as demandas seriam atendidas, situação que provoca um esvaziamento mais severo dos reservatórios, e que compromete a satisfação das demandas consideradas prioritárias nos períodos de estiagem. Nesta fase do plano, considerou-se a necessidade de racionar o fornecimento de água a uma ou mais demandas menos prioritárias ou parte delas, sempre que o reservatório atingisse um determinado nível de armazenamento. Assim, quando o volume armazenado em um reservatório é elevado, todas as demandas são completamente atendidas. Se este volume se reduz, ocorre um racionamento das demandas para que as demandas prioritárias sejam atendidas nos períodos subsequentes. Esse racionamento é tanto mais gravoso quanto menor for o volume disponível nos reservatórios (Figura 2).

Esta política de racionamento é simulada no ACQUANET através de estados hidrológicos (EH), podendo ser definidos no máximo sete EH. Para cada estado, podem ser definidas prioridades diferentes para o armazenamento de água nos reservatórios, atendimento às demandas, volumes-meta e volumes demandados. É necessário especificar os subsistemas de reservatórios e os volumes de alerta respectivos, que constituirão as fronteiras entre EH.

Foram adotados três estados hidrológicos, em função do armazenamento nos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, cuja variação de volumes tem maior impacto nas disponibilidades de água no trecho principal do rio S. Francisco. Se a soma do volume armazenado em Três Marias e Sobradinho for inferior a 30% do volume útil destes dois reservatórios, considera-se que se está num estado hidrológico seco (EH1); se o volume armazenado se situar entre 30% e 70% do volume útil, considera-se que a bacia hidrográfica se encontra num estado hidrológico normal (EH2); finalmente, se o volume armazenado se situar acima de 70% do volume útil, considera-se que a bacia hidrográfica se encontra num estado hidrológico úmido (EH3). Consoante a bacia hidrográfica do rio São Francisco se encontra num estado hidrológico úmido, normal ou seco o atendimento da demanda é realizado sem restrições, algumas restrições ou restrições mais severas (Figura 2).



**Figura 2 – Estados hidrológicos e políticas de exploração dos reservatórios**

Na política adotada para operação do sistema, a satisfação de cada tipo de uso tem uma prioridade distinta, para permitir a mitigação dos impactos provocados pela restrições impostas ao atendimento das demandas. O abastecimento à população urbana e rural têm prioridade máxima, sobrepondo-se ao abastecimento industrial, à agropecuária, à transposição e, finalmente, à produção de energia. Em caso de escassez de água, a produção de energia é o primeiro tipo de demanda a ser sacrificado e o abastecimento à população urbana e rural o último.

No modelo ACQUANET, esta política é traduzida nos valores de prioridade da demanda e de volume-meta dos reservatórios indicados no Quadro 5. A prioridade varia de forma decrescente entre 1 e 99, correspondendo o valor 1 à máxima prioridade e o valor 99 à menor prioridade. Os valores relativos atribuídos à prioridade no Quadro 5 indicam a ordem pela qual as demandas dos diversos usos serão satisfeitas, independentemente do valor absoluto que a prioridade toma em cada caso.

**Quadro 5 – Pressupostos assumidos (prioridades e volumes-meta).**

Tipo de demanda	Prioridade		Retorno
	EH seco e médio	EH úmido	
Abastecimento urbano e rural	1	1	80
DESO	1	1	0
Uso industrial	4	4	80
Agropecuária (e grandes projetos de irrigação)	5	5	20
PISF (abastecimento urbano)	6	6	0
PISF – adicional	80	10	0
Energia	80	80	100



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Tipo de demanda	Prioridade		Retorno
	EH seco e médio	EH úmido	
Reservatório	Prioridade		Volume-meta
Trecho principal	80	80	1,0
Afluentes	95	95	1,0



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*

### 3. CENÁRIOS DE DEMANDA FUTURA DE ÁGUA

#### 3.1. Usos consuntivos

O relatório RP3 – Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco apresenta um conjunto de **cenários alternativos de demandas consuntivas de água nos horizontes de 2025 e de 2035** para os principais setores utilizadores (agropecuária, indústria, abastecimento humano urbano e rural e transposição), desagregadas por sub-bacia do rio São Francisco:

- O Cenário Base (central) corresponde à evolução tendencial das demandas a longo prazo, de acordo com a última informação disponível;
- O Cenário A está associado a uma menor pressão quantitativa sobre os recursos hídricos face ao Cenário B, decorrendo designadamente dos seguintes aspectos:
  - Moderação dos preços dos bens alimentares, das matérias-primas agrícolas e dos metais, com desaceleração das demandas de água para irrigação, dessedentação animal e indústria;
  - Crescimento moderado da população e da demanda de água para abastecimento humano urbano e rural;
  - Demanda de transposição moderada e em linha com os acordos estabelecidos;
- O Cenário C reflete uma maior pressão sobre os mananciais face ao cenário tendencial, por via de:
  - Retorno, a longo prazo, dos preços dos bens alimentares, das matérias-primas agrícolas e dos metais aos máximos históricos dos últimos anos, com aceleração das demandas de água para irrigação, dessedentação animal e indústria;
  - Forte crescimento da população (saldos migratórios positivos e elevados) e da demanda para abastecimento humano;
  - Demanda de transposição elevada e/ou acima dos acordos estabelecidos.

As demandas consuntivas de água, para os principais setores utilizadores (agropecuária, indústria e abastecimento humano urbano e rural) e por sub-bacia do rio São Francisco, apresentadas no relatório RP3 foram, nesta última atividade

(Compatibilização do balanço hídrico com os cenários estudados) da Etapa 2 (Diagnósticos e prognóstico) de elaboração do plano, **separadas de acordo com o tipo de origem (superficial e subterrânea) que as satisfazem**. Essa separação foi feita com base nas proporções das vazões outorgadas de captação superficial e subterrânea, para os diferentes usos consuntivos, em cada região fisiográfica, usadas no diagnóstico (Cf. relatório RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional, Volume 7 – Usos, balanço hídrico e síntese do diagnóstico, seção 2.2.2. Quantificação das demandas, B. Tratamento das demandas para efeitos de balanço).

Para efeitos da simulação matemática do balanço hídrico superficial, foi também necessário **repartir as demandas superficiais relacionadas a cada um dos usos consuntivos pelos vários meses do ano**, tal como já tinha sido realizado no item B da seção 2.2.2. do Volume 7 do relatório RP1A. A metodologia de repartição foi baseada na distribuição adotada na Nota Técnica n.º 033/2013/SPR/ANA, de 27 de setembro – “Documento base para subsidiar a revisão do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2013)”.

Para esta análise, a sub-bacia “Entorno da Represa de Três Marias” (código “S FRANC 02”), foi dividida em duas, uma correspondente à área a montante da represa de Três Marias (“S FRANC 02 MONT” – “Entorno da Represa de Três Marias”) e outra correspondente à área a jusante da mesma represa (“S FRANC 02 JUS” – “Ribeirão dos Tiros”). Mais uma vez, trata-se da metodologia aplicada no item B da seção 2.2.2. do Volume 7 do relatório RP1A.

No Volume 2 – Apêndices são apresentados e analisados os resultados das projeções de demandas assim obtidas, por sub-bacia, para o médio prazo (2025 – Quadros 1 a 4 do Volume 2 – Apêndices) e para o longo prazo (2035 – Quadros 8 a 11 do Volume 2 – Apêndices). Destacam-se aqui algumas conclusões gerais dessa análise:

- No horizonte de planejamento do plano (2025),
  - A demanda deverá aumentar em pelo menos metade das **sub-bacias**, em particular nas do Rio Jequitáí, Alto Rio Preto, Médio e Baixo Rio Grande, Rio Carinhanha e Rio Paracatu (aumentos superiores a 50%, logo no cenário A). Espera-se que no mínimo 13 sub-bacias vejam reduzidas suas demandas, em especial as da Margem esquerda do Lago de Sobradinho, dos Rios Verde e Jacaré, do Rio Curaçá, do Rio

Macururé, do Rio Pajeú e do Rio Salitre (redução superior a 45%, mesmo no cenário C);

- A **importância relativa da agropecuária na demanda total** deverá manter-se na ordem dos 80%, enquanto a importância relativa do abastecimento **urbano** e da **indústria** deverão sofrer um decréscimo. Já o abastecimento rural deverá manter um peso residual, próximo de 1%.
- A longo prazo (2035),
  - A demanda deverá aumentar em mais de metade das **sub-bacias**, em particular nas do Rio Jequitaiá, Alto Rio Preto, Médio e Baixo Rio Grande e rios Carinhanha, Paracatu e Verde Grande (aumentos superiores a 80%, logo no cenário A). Espera-se que no mínimo 12 sub-bacias vejam reduzidas suas demandas, em especial as da Margem esquerda do Lago de Sobradinho, dos Rios Verde e Jacaré, do Rio Curaçá, do Rio Macururé e do Rio Pajeú (redução superior a 50%, mesmo no cenário C);
  - A **importância relativa dos vários usos** não deverá sofrer grandes alterações face a 2025, com um ligeiro aumento (+1%) da representatividade das demandas associadas à agropecuária e à indústria, e uma ligeira redução da representatividade do abastecimento urbano (-1 a 2%); o abastecimento rural deverá manter um peso residual, próximo de 1%.

Para a simulação matemática do balanço hídrico superficial foi ainda necessário distribuir os valores da demanda para usos consuntivos e satisfeita por origens superficiais pelos locais onde são captados volumes significativos de água. As estimativas da demanda superficial por tipo de uso e por sub-bacia foram, por isso, **alocadas aos reservatórios e trechos da calha principal do São Francisco** (designados por “unidades de análise” nos quadros em anexo), recorrendo a um critério de proximidade. Considerou-se que são captadas nos reservatórios e nos trechos da calha principal do rio São Francisco as demandas das micro-bacias:

- do Alto e Médio São Francisco que se situam a uma distância da calha principal inferior ou igual a 5 km;
- do Submédio e Baixo São Francisco que se situam a uma distância da calha principal inferior ou igual a 10 km.

No Volume 2 – Apêndices são apresentados os resultados desta distribuição, por sub-bacia, para o médio prazo (2025 – Quadros 5 a 7 do Volume 2 – Apêndices) e para o longo prazo (2035 – Quadros 12 a 14 do Volume 2 – Apêndices). Da análise desses quadros, destaca-se o seguinte:

- No horizonte de planejamento do PRH-SF (2025), deverão ser retiradas da calha principal (principais reservatórios e trechos do rio São Francisco), qualquer que seja o cenário de desenvolvimento considerado, 12% das demandas da agropecuária, 5% da vazão necessária à indústria e 12% da água para abastecimento urbano e rural. O setor da indústria pressiona sobretudo a calha principal do SF entre Sobradinho e Itaparica; a agropecuária e o abastecimento urbano e rural pressionam igualmente as calhas principais entre Três Marias e Sobradinho e a jusante de Xingó.
- A longo prazo (2035), deverão ser retiradas da calha principal (principais reservatórios e trechos do rio São Francisco), qualquer que seja o cenário de desenvolvimento considerado, 12 a 13% da água para abastecimento urbano e rural, 10% das demandas da agropecuária e 5 a 6% da vazão necessária à indústria. O setor da indústria pressiona sobretudo a calha principal do SF entre Sobradinho e Itaparica e, a agropecuária, a calha principal do SF entre Três Marias e Sobradinho; o abastecimento urbano e rural pressiona igualmente a calha principal a jusante de Xingó.

Em acréscimo aos usos distribuídos pelas várias sub-bacias, foram indentificadas **captações de água na calha principal do rio São Francisco que, pelo seu volume de captação, merecem ser consideradas individualmente**, notadamente as captações para:

- os vários eixos de transposição do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional;
- a transposição para abastecimento à região metropolitana de Aracaju pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO);
- os grandes projetos de irrigação.

O **Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)** prevê a transposição de águas do rio São Francisco para o nordeste setentrional através de dois sistemas independentes de canais, denominados eixos norte e eixo leste. O eixo norte tem a sua captação no Município de Cabrobó, a jusante da barragem do Sobradinho, e



beneficiará municípios Pernambucanos das sub-bacias de Brígida, Terra Nova e Pajéu da bacia hidrográfica do S.Francisco e outras bacias dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, nomeadamente as bacias dos rios Salgado, Jaguaribe, Apodi e Piranhas-Açu. O eixo leste tem a sua captação no reservatório de Itaparica e beneficiará as sub-bacias de Pajeú e Moxotó da bacia hidrográfica do S.Francisco e outras bacias dos estados de Pernambuco e Paraíba, nomeadamente as sub-bacias dos rios Ipojuca e Paraíba.

A resolução n.º 411, de 22 de Setembro de 2005, da ANA, outorga o direito de uso de uma vazão firme disponível de 26,4 m<sup>3</sup>/s para os dois eixos do PISF, correspondente à demanda projetada para o ano de 2025 para consumo humano e dessedentação animal da região beneficiada pelo projeto. A outorga de uma vazão firme de 26,4 m<sup>3</sup>/s deverá distribuir-se por 16,4 m<sup>3</sup>/s para o eixo norte e 10 m<sup>3</sup>/s para o eixo leste. Adicionalmente, foi também permitida a captação de uma vazão máxima diária de 114,3 m<sup>3</sup>/s e instantânea de 127 m<sup>3</sup>/s, sempre que o nível do reservatório do Sobradinho estiver acima do nível correspondente a 94% do volume útil ou do nível correspondente ao nível de espera para controle de cheias.

Ainda no âmbito do PISF, estão também a ser estudados mais dois eixos da transposição (Oeste e Sul) mas a sua concretização, a acontecer, não deverá ocorrer antes de 2025. Em fase mais adiantada de estudo está a transposição pelo eixo Oeste de 30 m<sup>3</sup>/s, a captar em Sobradinho para beneficiar uma população de 600 mil habitantes em 26 municípios piauienses e a cidade de Remanso, na Bahia. Esta captação foi considerada no cenário C2035.

A Nota Técnica n.º 390 de 2005 da ANA apresenta estimativas da demanda em 2025 de 31 sub-bacias receptoras das águas do PISF que variam entre 152,7 m<sup>3</sup>/s e 177,1 m<sup>3</sup>/s. A mesma nota técnica apresenta dois balanços hídricos das bacias receptoras das águas do PISF, assumindo que a demanda pode ser parcialmente satisfeita por disponibilidade hídrica local, resultando em duas estimativas de défice em 2025, concretamente 66,6 m<sup>3</sup>/s e 127,1 m<sup>3</sup>/s. É também referido um valor de referência da vazão média anual disponível na bacia do rio São Francisco para captação e satisfação das demandas das bacias receptoras do PISF, calculado em 67 m<sup>3</sup>/s, um valor da mesma ordem de grandeza do valor sugerido anteriormente pelo próprio PISF para a média anual a captar na bacia do rio São Francisco no horizonte de fim de

projeto (55 m<sup>3</sup>/s). Estes dois valores não devem ser entendidos como uma média anual, firme e constante no tempo, da vazão de captação do PISF, uma vez que são estimativas de final de projeto que assumem o cenário de demanda vislumbrado pelo Ministério de Integração, e que apenas serão satisfeitas caso as condições na bacia do rio São Francisco o permitam. A Nota Técnica da ANA conclui que as condições da outorga são adequadas e que devem ser mantidas.

Está ainda prevista uma outra captação na foz do rio São Francisco para abastecimento à Região Metropolitana de Aracaju pela **Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO)**.

O Quadro 6 sintetiza as estimativas da vazão de retirada da transposição para o PISF e para o DESO, em 2025 e 2035.

**Quadro 6 – Captações das transposições do PISF e para abastecimento à Região Metropolitana de Aracaju pela DESO**

Sistema	Captação	2025			2035		
		Superficial					
		A	B	C	A	B	C
PISF – Eixo norte – abastecimento urbano	Entre Sobradinho e Itaparica	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4
PISF – Eixo norte – vazão adicional	Entre Sobradinho e Itaparica	4,9	15,1	35,0	9,3	30,9	72,9
<b>PISF – Eixo norte – Sub-Total</b>		<b>21,3</b>	<b>31,5</b>	<b>51,4</b>	<b>25,7</b>	<b>47,3</b>	<b>89,3</b>
PISF – Eixo leste – abastecimento urbano	Imediatamente a montante de Itaparica	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
PISF – Eixo leste – vazão adicional		0,0	2,2	6,6	1,0	5,7	15,0
<b>PISF – Eixo leste - Sub-total</b>		<b>10,0</b>	<b>12,2</b>	<b>16,6</b>	<b>11,0</b>	<b>15,7</b>	<b>25,0</b>
PISF – Eixo oeste	A montante de Sobradinho	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0
<b>PISF – Total</b>		<b>31,3</b>	<b>43,7</b>	<b>68,0</b>	<b>36,7</b>	<b>63,0</b>	<b>144,3</b>
DESO	Jusante de Xingó	2,8	3,0	3,5	2,8	3,0	3,5
<b>TOTAL</b>		<b>34,1</b>	<b>46,7</b>	<b>71,5</b>	<b>39,5</b>	<b>66,0</b>	<b>147,8</b>

O Quadro 7 apresenta as vazões de retirada que decorrem dos **grandes projetos de irrigação** (em curso ou em estudo). Com exceção do perímetro irrigado de Jequiitá, os documentos destes projetos referem que a captação de água será realizada no rio

São Francisco. Sabe-se, no entanto, que nos perímetros da CODEVASF, por exemplo, há uma pequena porcentagem da demanda que será atendida por origem subterrânea, pelo que se considerou que entre 0 e 7% das vazões de retirada, consoante a região fisiográfica, será satisfeita por este tipo de origem.

**Quadro 7 – Captações dos grandes projetos de irrigação**

Sistema	Trecho no modelo	Vazão (m <sup>3</sup> /s)								
		2025 e 2035								
		A		B		C		Total		
		Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	A	B	C
Perímetro irrigado do Jequitaí	Sub-bacia do Jequitaí	2,7	0,1	5,4	0,2	8,2	0,3	2,8	5,6	8,5
Expansão do perímetro irrigado do Jaíba	Montante de Sobradinho	3,1	0,2	6,2	0,5	9,3	0,7	3,3	6,7	10,0
Expansão do perímetro irrigado do Baixio do Irecê		18,7	1,3	37,3	2,7	56,0	4,0	20,0	40,0	60,0
Expansão do perímetro irrigado do Sertão Pernambucano		0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	4,8	0,0	0,0	71,5
Expansão do perímetro irrigado do Salitre	Jusante de Sobradinho	13,9	0,1	27,8	0,2	41,7	0,3	14,0	28,0	42,0
Canal do Xingó	Paulo Afonso IV	12,0	0,1	24,0	0,1	36,1	0,2	12,1	24,2	36,3
Expansão do perímetro irrigado do Pontal	Entre Sobradinho e Itaparica	2,6	0,0	5,2	0,0	7,8	0,0	2,6	5,2	7,8
Canal do Sertão Alagoano	Moxotó	10,6	0,1	21,2	0,1	31,8	0,2	10,7	21,3	32,0
Expansão do perímetro irrigado do Jacaré-Curituba	Jusante de Xingó	1,1	0,1	2,1	0,0	3,2	0,0	1,1	2,1	3,2
<b>TOTAL</b>		<b>64,7</b>	<b>2,0</b>	<b>129,2</b>	<b>3,8</b>	<b>260,8</b>	<b>10,5</b>	<b>66,6</b>	<b>133,1</b>	<b>271,2</b>

O Quadro 8 resume as **projeções das demandas de água para usos consuntivos**. Os valores agregados relativos às demandas das sub-bacias são discriminados com maior pormenor nos quadros do Volume 2 – Apêndices.

**Quadro 8 – Projeções das demandas de água dos usos consuntivos a satisfazer por origens superficiais e subterrâneas, por ano e cenário (vazão média anual em m<sup>3</sup>/s).**

Cenário Ano	Origens superficiais			Origens subterrâneas			Total		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<b>Atual</b>									
Sub-bacias	276,4			32,9			309,3		
Transposição DESO	2,7			0,0			2,7		
Grandes projetos	0,0			0,0			0,0		
<b>Total</b>	279,1			32,9			312,0		
<b>2025</b>									
Sub-bacias	315,0	358,1	391,7	42,9	47,4	51,6	357,9	405,5	443,3
Transposição	34,1	46,7	71,5	0,0	0,0	0,0	34,1	46,7	71,5
Gr. Projetos	64,7	129,2	260,8	2,0	3,8	10,5	66,6	133,1	271,2
<b>Total</b>	413,8	534,0	724,0	44,9	51,2	62,1	458,6	585,3	786,0
<b>2035</b>									
Sub-bacias	379,9	473,7	577,6	52,9	64,4	76,7	432,7	538,1	654,3
Transposição	39,5	66,0	147,8	0,0	0,0	0,0	39,5	66,0	147,8
Grandes projetos	64,7	129,2	260,8	2,0	3,8	10,5	66,6	133,1	271,2
<b>Total</b>	484,1	668,9	986,2	54,9	68,2	87,2	538,8	737,2	1073,3

**No horizonte de planejamento do plano (2025),**

- É de esperar que a demanda total de água nas sub-bacias do São Francisco aumente cerca de 30% face à situação atual (2010 é o ano de referência, exceto para o setor irrigação, atualizado a 2013 – cf. seção 2.2.2. do Volume 7 do relatório RP1A) no cenário tendencial (B), passando de 312 m<sup>3</sup>/s para uma retirada próxima dos 406 m<sup>3</sup>/s;
- É plausível um crescimento acumulado acima dos 40% face à situação atual, como no Cenário C. Tal corresponderia a uma demanda total acima dos 443 m<sup>3</sup>/s;
- Mesmo mantendo-se a tendência de redução dos preços das matérias-primas nos mercados internacionais (mais vincada nos metais face aos bens alimentares) bem como uma dinâmica demográfica no São Francisco mais próxima do crescimento vegetativo (natural), a demanda total da bacia

poderia crescer 16% até 2025. Na prática, a vazão a retirar poderia ser próxima dos 358 m<sup>3</sup>/s, de acordo com o Cenário A;

- Prevê-se que a demanda com origem em captações superficiais, atualmente estimada em 276 m<sup>3</sup>/s, aumente entre 14% (no cenário A, correspondendo a 315 m<sup>3</sup>/s) e 42% (para 392 m<sup>3</sup>/s, no cenário C). Para a demanda com origem em captações subterrâneas, avaliada na situação atual em 33 m<sup>3</sup>/s, esperam-se aumentos superiores, de 30% (no cenário A, correspondendo a 43 m<sup>3</sup>/s) a 57% (para 52 m<sup>3</sup>/s, no cenário C);
- a transposição poderá passar a representar entre 7 (no cenário A) e 9% (no cenário C) da retirada total quando, atualmente, representa cerca de 1% do total;
- os grandes projetos de irrigação deverão representar, a médio prazo, 15 (no cenário A) a 35% (no cenário C) da vazão de retirada da bacia.

#### A longo prazo (2035),

- Importa reter a tendência para que se acentue a demanda pelos recursos hídricos da bacia do rio São Francisco, que poderá aumentar mais de 70% face à situação atual no cenário tendencial (B), passando de 312 m<sup>3</sup>/s para uma retirada próxima dos 538 m<sup>3</sup>/s;
- Não é impossível um crescimento acumulado acima dos 110% face à situação atual, como no Cenário C. Tal corresponderia a uma demanda total acima dos 650 m<sup>3</sup>/s a longo prazo (2035);
- Mesmo mantendo-se a tendência de redução dos preços das matérias-primas nos mercados internacionais (mais vincada nos metais face aos bens alimentares) bem como uma dinâmica demográfica no São Francisco mais próxima do crescimento vegetativo (natural), a demanda total da bacia poderia crescer 40% até 2025. Na prática, a vazão a retirar poderia ser próxima dos 433 m<sup>3</sup>/s em 2035, de acordo com o Cenário A;
- Prevê-se que a demanda com origem em captações superficiais, atualmente estimada em 276 m<sup>3</sup>/s, aumente entre 37% (no cenário A, correspondendo a 380 m<sup>3</sup>/s) e 109% (para 578 m<sup>3</sup>/s, no cenário C). Para a demanda com origem em captações subterrâneas, avaliada na situação atual em 33 m<sup>3</sup>/s, esperam-se aumentos superiores, de 61% (no cenário A, correspondendo a 53 m<sup>3</sup>/s) a 133% (para 77 m<sup>3</sup>/s, no cenário C);

- a transposição poderá passar a representar entre 7 (no cenário A) e 14% (no cenário C) da retirada total a longo prazo (2035) quando, atualmente, representa cerca de 1% do total;
- os grandes projetos de irrigação deverão representar 12 (no cenário A) a 25% (no cenário C) da vazão de retirada da bacia, ou seja, a sua importância relativa deverá reduzir-se face aos prognósticos para o horizonte do plano (2025).

### 3.2. Geração de energia

No que respeita à geração de energia, não existe um valor pré-determinado de vazão a turbinar pelas várias usinas hidroelétricas existentes na bacia, dado o grau de interligação destes centros de produção com o Sistema Interligado Nacional, pelo que os volumes de água mobilizados para produção de energia foram estimados tendo em conta o histórico da operação dos principais reservatórios da calha principal do rio São Francisco.

O *site* do ONS divulga os valores de vazão turbinada nas principais usinas hidroelétricas do rio São Francisco entre 2010 e 2014. Uma vez que o período de simulação adotado decorre entre 1979 e 2010, a vazão turbinada em cada usina foi estimada com base nos valores de vazão registrados em estações fluviométricas situadas a jusante de cada usina, truncados superiormente pelo valor agregado da vazão de engolimento das turbinas de cada usina.

O Quadro 9 apresenta a vazão média turbinada no período entre janeiro de 1979 e dezembro de 2010, os valores mínimos, médios e máximos desse período, assim como a vazão de engolimento (vazão máxima turbinável) de cada usina. Constata-se que a vazão média turbinada em Três Marias é 620 m<sup>3</sup>/s e que, a partir de Sobradinho, a vazão média turbinada situa-se entre 2000 e 2200 m<sup>3</sup>/s. Note-se que as usinas de Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e Paulo Afonso IV trabalham em paralelo, só turbinando parte da vazão total da calha principal.

**Quadro 9 – Vazão média turbinada no período entre janeiro de 1979 e dezembro de 2010 (m<sup>3</sup>/s)**

Reservatório	Três Marias	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	Paulo Afonso I, II, III	Paulo Afonso IV	Xingó
Jan	683,0	2494,8	2179,5	1060,9	1048,0	1423,8	2174,4
Fev	640,5	2554,3	2176,1	1150,5	1114,6	1497,1	2250,3
Mar	589,9	2520,7	2183,0	1081,6	1056,0	1427,7	2164,8
Abr	567,2	2581,5	2252,4	1020,8	1001,8	1383,9	2129,3
Mai	518,5	2198,2	2097,2	862,6	862,6	1276,9	2046,4
Jun	550,9	1913,0	1947,5	733,8	733,8	1100,7	1834,6
Jul	569,9	1894,0	1910,6	715,6	715,6	1073,4	1788,9
Ago	588,9	1938,3	1960,1	739,9	739,9	1109,8	1849,7

Reservatório	Três Marias	Sobradinho	Itaparica	Moxotó	Paulo Afonso I, II, III	Paulo Afonso IV	Xingó
Set	605,8	2003,4	2027,0	771,5	771,5	1157,2	1928,7
Out	654,7	2025,3	2050,6	812,7	812,7	1219,1	2031,8
Nov	662,8	2046,6	2052,0	855,3	855,3	1282,9	2123,0
Dez	643,8	2222,2	2091,2	937,9	934,5	1349,9	2156,4
<b>Mínimo</b>	<b>229,0</b>	<b>1065,8</b>	<b>1065,8</b>	<b>390,1</b>	<b>390,1</b>	<b>585,2</b>	<b>975,3</b>
<b>Média</b>	<b>620,9</b>	<b>2199,4</b>	<b>2077,3</b>	<b>895,3</b>	<b>887,2</b>	<b>1275,2</b>	<b>2039,9</b>
<b>Máximo</b>	<b>900,0</b>	<b>4260,0</b>	<b>2744,0</b>	<b>2200,0</b>	<b>2036,0</b>	<b>2310,0</b>	<b>3000,0</b>
<b>Vazão de engolimento</b>	<b>900,0</b>	<b>4260,0</b>	<b>2744,0</b>	<b>2200,0</b>	<b>2036,0</b>	<b>2310,0</b>	<b>3000,0</b>

O subcapítulo 3.4 descreve a política de exploração dos reservatórios adotada na simulação matemática que procura manter os valores históricos de geração de energia indicados no Quadro 9.



### 3.3. Salvaguarda do regime de vazão ambiental

Também no que diz respeito à vazão ecológica ou à vazão ambiental, não existem valores formalmente aprovados para a bacia hidrográfica do rio São Francisco. Apenas algumas das usinas hidroelétricas do rio São Francisco têm restrições operativas hidráulicas, notadamente, Três Marias e Sobradinho (Quadro 10), que não constituem um verdadeiro regime de vazão ecológica.

**Quadro 10 – Restrições operativas hidráulicas das usinas hidroelétricas do rio São Francisco**

Usina	Vazão mínima	Vazão máxima	Outras
Queimado	8,8 m <sup>3</sup> /s (Nov-Abr) 17 m <sup>3</sup> /s (Mai-Out)		
Retiro Baixo	27,67 m <sup>3</sup> /s (vazão ecol.)		
Três Marias	300 m <sup>3</sup> /s (Abast. água) 500 m <sup>3</sup> /s (Navegação)	2.500 m <sup>3</sup> /s (Três Marias) 4.000 m <sup>3</sup> /s (Pirapora)	
Sobradinho	1.300 m <sup>3</sup> /s (com exceções devidamente autorizadas)	8.000 m <sup>3</sup> /s	Variação da vazão: Condições de controle de cheias: 1.000 m <sup>3</sup> /s/dia; Condições normais: 500 m <sup>3</sup> /s/dia; Taxa de variação máxima diária de 0,50 m na cidade de Juazeiro
Luis Gonzaga (Itaparica)			Nível máximo de 304,00 m em Belém do São Francisco
Xingó	1.300 m <sup>3</sup> /s	8.000 m <sup>3</sup> /s	Variação da vazão máxima: 800 m <sup>3</sup> /s entre o valor máximo e o mínimo, em um total de 10 h.

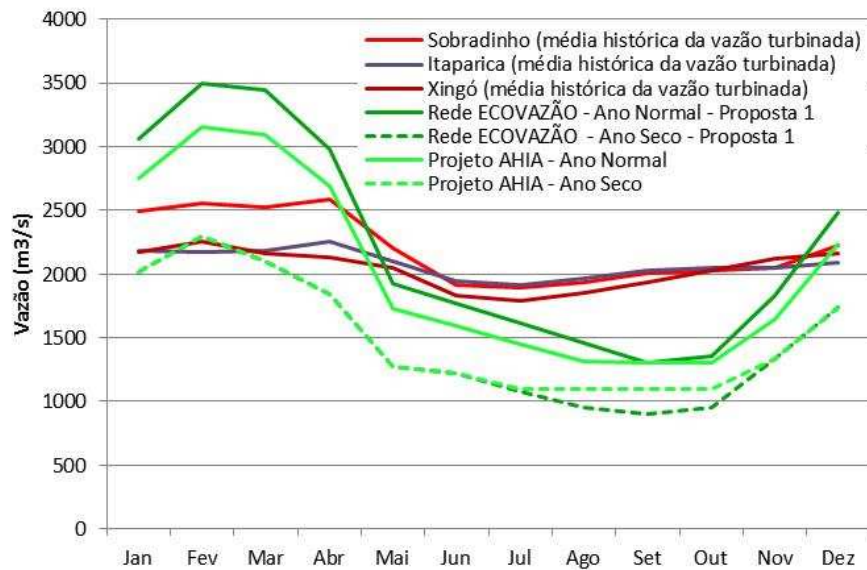
Existem no entanto dois estudos que propuseram valores de vazão ambiental para a foz do rio São Francisco em função da disponibilidade de água (ano normal versus ano seco) (Quadro 11). Os valores médios propostos, da ordem dos 2.000 a 2.200 m<sup>3</sup>/s para um ano normal, são semelhantes às médias históricas da vazão turbinada nas usinas da calha principal, mas a variação da vazão ao longo do ano é mais

acentuada, o que pode impor condicionantes importantes na operação destas usinas (Figura 3).

**Quadro 11 – Vazões ambientais propostas pela rede ECOVAZÃO e pelo projeto AHIA para a foz do rio São Francisco.**

Mês	Rede ECOVAZÃO		Projeto AHIA	
	Ano Normal -Proposta 1	Ano Seco -Proposta 1	Ano Normal	Ano Seco
Jan	3060	2020	2754	2020
Fev	3500	2300	3150	2300
Mar	3441	2100	3097	2100
Abr	2983	1837	2685	1837
Mai	1919	1271	1727	1271
Jun	1764	1218	1588	1218
Jul	1609	1072	1448	1100
Ago	1454	946	1309	1100
Set	1300	900	1300	1100
Out	1350	950	1300	1100
Nov	1830	1331	1647	1331
Dez	2482	1740	2234	1740
<b>Média</b>	<b>2224</b>	<b>1474</b>	<b>2020</b>	<b>1518</b>

Fonte: Medeiros (2010).



**Figura 3 – Variação sazonal da média histórica das usinas hidroelétricas do rio São Francisco e da vazão ambiental proposta pela Rede ECOVAZÃO e Projeto AHIA.**

Fonte: Medeiros (2010).

O subcapítulo 3.4 descreve a política de exploração dos reservatórios adotada na simulação matemática que procura conciliar as propostas para o regime de vazão ambiental com os valores históricos de geração de energia, indicados no Quadro 9.

### 3.4. Política de exploração dos reservatórios

A política de exploração dos reservatórios da calha principal do rio São Francisco adotada na simulação matemática procura gerir a capacidade de armazenamento instalada por forma a assegurar níveis adequados de garantia das demandas de água para usos consuntivos, salvaguardando simultaneamente a geração de energia e a manutenção de um regime de vazão ambiental.

O volume turbinado pelos reservatórios da calha principal é função do armazenamento nos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, cuja variação de volumes tem maior impacto nas disponibilidades de água no trecho principal do rio São Francisco. O Quadro 12 apresenta a vazão média a turbinar em cada usina e em cada mês em função do estado hidrológico. Durante os períodos úmidos (EH3) são turbinados valores elevados, sendo mais reduzidos durante os períodos normais (EH2) e ainda mais reduzidos durante os períodos secos (EH1). Esta diferenciação da vazão turbinada em função da água disponível permite assegurar o papel eletroprodutor da bacia do São Francisco e simultaneamente cumprir valores mínimos de vazão ao longo da calha principal. A vazão turbinada varia ao longo do ano para respeitar a sazonalidade do regime de vazão ambiental.

**Quadro 12 – Política de exploração das usinas hidroelétricas da calha principal do rio São Francisco (vazão turbinada em m<sup>3</sup>/s).**

Mês	Três Marias			Sobradinho Itaparica Xingó			Moxotó Paulo Afonso I, II, III Paulo Afonso IV		
	EH1	EH2	EH3	EH1	EH2	EH3	EH1	EH2	EH3
Jan	500	550	700	1400	1800	3200	700	900	1600
Fev	550	600	700	1450	1850	3300	725	925	1650
Mar	500	550	700	1350	1800	3200	675	900	1600
Abr	500	550	650	1300	1700	3000	650	850	1500
Mai	450	450	600	1150	1550	2700	575	775	1350
Jun	400	450	500	1000	1400	2400	500	700	1200
Jul	350	400	450	950	1300	2200	475	650	1100
Ago	350	400	500	950	1350	2300	475	675	1150
Set	400	450	500	1000	1400	2400	500	700	1200
Out	450	500	600	1200	1600	2800	600	800	1400



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Mês	Três Marias			Sobradinho Itaparica Xingó			Moxotó Paulo Afonso I, II, III Paulo Afonso IV		
	EH1	EH2	EH3	EH1	EH2	EH3	EH1	EH2	EH3
Nov	450	550	650	1300	1700	3000	650	850	1500
Dez	500	550	650	1350	1750	3100	675	875	1550
<b>Média</b>	<b>450</b>	<b>500</b>	<b>600</b>	<b>1200</b>	<b>1600</b>	<b>2800</b>	<b>600</b>	<b>800</b>	<b>1400</b>



*Página deixada intencionalmente em branco.*

## 4. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

### 4.1. Disponibilidade Hídrica Superficial

O Quadro 13 sintetiza um **conjunto de dados de caracterização da disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia**, já apresentados no diagnóstico (Cf. Volumes 4 e 7 do relatório RP1A). O quantil  $Q_{95}$  representa uma vazão característica de situações de escassez de água em que o risco de não satisfazer as demandas dos vários usos é maior, tendo sido usado para calcular a razão entre a demanda de retirada e a disponibilidade hídrica. O valor do  $Q_{95}$  situa-se entre os valores de  $Q_{90}$  e  $Q_{7,10}$ , outros valores de vazão característicos de situação de escassez, todos eles calculados a partir das curvas de permanência ou de duração da vazão das séries de valores diários do período 1931 – 2013 e, também, a partir das séries de vazões médias mensais.

O quadro inclui também estimativas da capacidade total de armazenamento instalada em cada sub-bacia, em acréscimo à proporcionada pelos grandes reservatórios do curso principal do rio São Francisco, assim como o valor do coeficiente de regularização, calculado pela razão entre a capacidade de armazenamento e o escoamento anual médio (em  $Mm^3$ ) e já mapeado no diagnóstico (Cf. Volume 9 do relatório RP1A). Algumas sub-bacias possuem coeficientes de regularização significativos, como é o caso de MOXOTÓ 01 (Rio Moxotó), BRÍGIDA 01 (Rio Brígida), GARÇAS 01 (Rio Garças) e S FRANC 07 (Rios Verde e Jacaré). Nessas sub-bacias, a capacidade de armazenamento instalada proporciona uma vazão regularizada superior à vazão de  $Q_{95}$  em regime natural e a possibilidade de satisfazer maiores volumes de demanda. Os valores de  $Q_{95}$  regularizado foram estimados a partir das séries mensais, recorrendo a um modelo de simulação da operação de um reservatório com a capacidade de armazenamento indicada no quadro.

**Quadro 13 – Disponibilidade de água superficial e capacidade de regularização instalada por sub-bacia hidrográfica.**

Sub-bacia	Q <sub>med</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (valores diários) (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (valores mensais) (m <sup>3</sup> /s)	Cap. de Armazen. (Mm <sup>3</sup> )	Coef reg. (anos)	Q <sub>95</sub> regulariz. (valores mensais) (m <sup>3</sup> /s)
Afluentes Mineiros do Alto SF	228,3	53,5	65,2	0,0	0,0	65,2
Entorno da Represa de Três Marias	138,0	31,1	18,4	13,2	0,0	18,4
Rio das Velhas	321,9	61,8	69,0	251,8	0,0	80,0
Rio de Janeiro e Formoso	44,6	3,0	3,1	1,3	0,0	3,1
Rio Jequitaiá	63,9	4,4	4,5	786,0	0,0	30,0
Rio Pará	154,7	43,0	44,9	200,2	0,1	54,0
Rio Paraopeba	166,2	51,9	43,9	79,7	0,0	43,9
Alto Rio Grande	143,4	93,0	91,7	18,2	0,0	91,7
Alto Rio Preto	50,8	14,6	10,9	2,1	0,0	10,9
Margem esquerda do Lago de Sobradinho	6,4	0,2	0,5	11,0	0,0	1,4
Médio e Baixo Rio Grande	137,1	85,2	124,3	3,8	0,0	124,3
Rio Carinhanha	146,5	85,4	86,7	0,0	0,0	86,8
Rio Corrente	221,8	136,1	140,0	0,1	0,0	136,1
Rio Pacuí	47,7	9,7	10,2	0,0	0,0	10,2
Rio Paracatu	430,6	66,5	82,5	834,1	0,1	142,0
Rio Urucuia	260,9	37,7	33,3	16,2	0,1	33,3
Rio Verde Grande	33,7	0,6	0,0	220,6	0,2	10,0
Rios Pandeiros, Pardo e Manga	39,0	10,6	12,0	0,3	0,0	12,0
Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	34,5	0,0	0,0	208,9	0,1	10,0
Rios Verde e Jacaré	7,0	0,2	0,5	160,5	1,0	4,0
Rio Brígida	10,6	1,4	0,6	424,1	3,8	5,3
Rio Curaçá	6,4	0,8	0,4	23,1	0,1	1,3
Rio Curitiba	1,8	0,2	0,1	13,8	0,0	0,5
Rio Garças	4,0	0,5	0,2	128,3	1,0	0,5



Sub-bacia	Q <sub>med</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (valores diários) (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (valores mensais) (m <sup>3</sup> /s)	Cap. de Armazen. (Mm <sup>3</sup> )	Coef reg. (anos)	Q <sub>95</sub> regulariz. (valores mensais) (m <sup>3</sup> /s)
Rio Macururé	6,6	0,9	0,4	5,7	0,0	0,7
Rio Moxotó	7,7	1,0	0,4	541,2	5,6	4,5
Rio Pajeú	14,2	1,9	0,8	472,2	0,5	6,8
Rio Pontal	4,1	0,5	0,2	30,8	0,2	1,2
Rio Salitre	7,9	1,0	0,4	8,4	0,3	0,9
Rio Terra Nova	4,6	0,6	0,3	109,4	0,8	1,8
Riacho Seco	1,1	0,1	0,1	5,1	0,0	0,2
Alto Rio Ipanema	5,6	0,7	0,3	22,7	0,2	1,2
Baixo Ipanema e Baixo SF	11,4	1,5	0,6	212,2	0,5	4,2
Baixo São Francisco em Sergipe	6,0	0,8	0,3	14,7	0,1	0,9
<b>Total</b>	<b>2.768,7</b>	<b>800,4</b>	<b>846,7</b>	<b>4.819,4</b>	<b>-</b>	<b>997,3</b>

Dada a incerteza associada às projeções das disponibilidades futuras face ao impacto das mudanças no clima, optou-se por manter a disponibilidade hídrica superficial estimada na situação atual. Posteriormente, procedeu-se a uma análise de sensibilidade dos resultados face aos cenários de alteração climática (Cf. capítulo 6).

## 4.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Os quadros seguintes sintetizam um **conjunto de dados de caracterização da disponibilidade de água subterrânea por sistema aquífero e por sub-bacia**, já apresentados no diagnóstico (Cf. Volumes 5 e 7 do relatório RP1A).

A disponibilidade de água subterrânea apresentada nos quadros, também designada por vazão explorável, é estimada em 20% da recarga média anual. Esta percentagem resulta da premissa de que parte da recarga não está disponível para utilização porque contribui para o escoamento de base dos cursos de água superficiais ou para níveis mais profundos das unidades hidrogeológicas.

**Quadro 14 – Valores de reserva renovável de águas subterrâneas, por sistema aquífero, resultante da harmonização dos balanços hídricos subterrâneos obtidos a partir do estado atual do conhecimento hidrogeológico dos sistemas aquíferos e da análise integrada das vazões superficial e subterrânea.**

Domínio	Aquífero aflorante	Área (km <sup>2</sup> )	Pmed (mm)	Taxa de recarga	Recarga (m <sup>3</sup> /ano)	Recarga (m <sup>3</sup> /s)	Reservas exploráveis (m <sup>3</sup> /s)*
Cárstico	Complexo Marancó, unidade carbonática	13	586	10,0%	762.775	0,0242	0,005
	Complexo Santa Filomena, unidade carbonática	0,2	603	10,0%	13.374	0,0004	0,0001
	Formação Barra Bonita, unidade carbonática	40	622	10,0%	2.481.057	0,0787	0,016
	Formação Caatinga	6.030,8	672	10,0%	415.600.813	13,1786	2,636
	Formação Gandarela	74	1.390	10,0%	10.174.779	0,3226	0,065
	Formação Olhos D'água	10	586	10,0%	585.350	0,0186	0,004
	Formação Salitre	14.950,9	692	10,0%	1.024.552.124	32,4883	6,498



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Domínio	Aquífero aflorante	Área (km <sup>2</sup> )	Pmed (mm)	Taxa de recarga	Recarga (m <sup>3</sup> /ano)	Recarga (m <sup>3</sup> /s)	Reservas explotáveis (m <sup>3</sup> /s)*
Cárstico (cont.)	Formação Santana	788	675	10,0%	50.846.017	1,6123	0,322
	Grupo Bambuí, unidade carbonática	30.426	1.170	10,0%	3.316.942.597	105,1796	21,036
	Grupo Estância, unidade carbonática	853	630	15,0%	79.323.996	2,5153	0,503
Granular	Depósito Aluvionar	18.283,4	943	23,5%	4.045.838.163	128,2927	25,659
	Depósito Eólico	8.703	722	15,0%	902.273.461	28,6109	5,722
	Depósito Litorâneo	536	1.004	20,0%	107.231.678	3,4003	0,680
	Formação Aliança	1.358	723	3,0%	30.039.981	0,9526	0,191
	Formação Barreiras	2.104	1.017	25,0%	519.337.692	16,4681	3,294
	Formação Brejo Santo	90	667	5,0%	2.998.051	0,0951	0,019
	Formação Cabeças	232	691	3,0%	4.807.729	0,1525	0,030
	Formação Candeias	280	682	10,0%	19.573.425	0,6207	0,124
	Formação Candeias / Grupo Ilhas Indiscriminados	1.084	772	10,0%	88.264.923	2,7989	0,560
	Formação Curitiba	59	827	1,0%	413.113	0,0131	0,003
	Formação Exu	2.796	753	3,0%	54.279.959	1,7212	0,344
	Formação Inajá	707	741	10,0%	55.335.405	1,7547	0,351
	Formação Marizal	5.704,2	662	10,0%	367.100.493	11,6407	2,328
	Formação Mauriti	832	713	5,0%	33.807.892	1,0720	0,214
	Formação Missão Velha	8,6	849	5,0%	367.326	0,0116	0,002
	Formação Penedo	126	1.030	10,0%	13.060.090	0,4141	0,083
Formação Pimenteiras	198	691	1,0%	1.370.044	0,0434	0,009	
Formação Riachuelo	18	1.069	10,0%	1.950.814	0,0619	0,012	

Domínio	Aquífero aflorante	Área (km <sup>2</sup> )	Pmed (mm)	Taxa de recarga	Recarga (m <sup>3</sup> /ano)	Recarga (m <sup>3</sup> /s)	Reservas explotáveis (m <sup>3</sup> /s)*
Granular (cont.)	Formação Santa Brígida	311	707	1,0%	2.197.019	0,0697	0,014
	Formação São Sebastião	355	733	15,0%	44.809.239	1,4209	0,284
	Formação Sergi	111	693	1,0%	773.384	0,0245	0,005
	Formação Serraria	57	971	10,0%	5.742.482	0,1821	0,036
	Formação Tacaratu	2.998	755	15,0%	346.861.903	10,9989	2,200
	Grupo Brotas	6	707	1,0%	41.540	0,0013	0,0003
	Grupo Coruripe	268	1.004	10,0%	27.103.415	0,8594	0,172
	Grupo Igreja Nova - Perucaba Indiscriminados	230	971	10,0%	22.112.657	0,7012	0,140
	Grupo Areado	12702	1.313	20,0%	3.469.706.742	110,0237	22,005
	Grupo Ilhas	114	678	10,0%	7.659.669	0,2429	0,049
	Grupo Serra Grande	63,7	691	12,0%	5.281.186	0,1675	0,033
	Grupo Uruçuia	101.766	1.137	20,0%	23.362.578.332	740,8225	148,164
Fraturado	Embasamento Fraturado Indiferenciado	256.114	873	4,5%	9.919.415.924	314,5426	62,909
	Grupo Bambuí, unidade terrígena	160.254	1.130	4,5%	8.998.559.696	285,3425	57,068
	Grupo Mata do Corda	3.693	1.354	4,5%	227.046.137	7,1996	1,440
	Grupo Paranoá, unidade terrígena	872	1.410	4,5%	55.021.688	1,7447	0,349
<b>Total</b>		<b>636.218,4</b>			<b>57.644.244.131</b>	<b>1.827,9</b>	<b>365,6</b>

\* 20% das reservas renováveis.

**Quadro 15 – Valores de reserva renovável de águas subterrâneas, por sub-bacia hidrográfica, resultante da harmonização dos balanços hídricos subterrâneos obtidos a partir do estado atual do conhecimento hidrogeológico dos sistemas aquíferos e da análise integrada das vazões superficial e subterrânea.**

Sub-bacia	Reservas reguladoras (m <sup>3</sup> /s)	Reservas exploráveis (m <sup>3</sup> /s)*
Afluentes Mineiro do Alto SF	28,39	5,68
Entorno da Represa de Três Marias	49,34	9,87
Rio das Velhas	59,12	11,82
Rio de Janeiro e Formoso	23,25	4,65
Rio Jequitaiá	25,29	5,06
Rio Pará	24,53	4,91
Rio Paraopeba	24,30	4,86
Alto Rio Grande	263,58	52,72
Alto Rio Preto	6,84	1,37
Margem esquerda do Lago de Sobradinho	59,74	11,95
Médio e Baixo Rio Grande	164,79	32,96
Rio Carinhanha	107,16	21,43
Rio Corrente	236,11	47,22
Rio Pacuí	33,25	6,65
Rio Paracatu	154,29	30,86
Rio Urucuia	81,35	16,27
Rio Verde Grande	60,36	12,07
Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	71,39	14,28
Rios Pandeiros, Pardo e Manga	101,51	20,30
Rios Verde e Jacaré	56,10	11,22
Rio Brígida	12,67	2,53
Rio Curaçá	16,07	3,21
Rio Curitiba	5,00	1,00
Rio Garças	6,21	1,24
Rio Macururé	17,62	3,52
Rio Moxotó	16,78	3,36
Rio Pajeú	29,81	5,96
Rio Pontal	7,14	1,43
Rio Salitre	22,73	4,55
Rio Terra Nova	8,48	1,70



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Sub-bacia	Reservas reguladoras (m <sup>3</sup> /s)	Reservas exploráveis (m <sup>3</sup> /s)*
Riacho Seco	1,62	0,32
Alto Rio Ipanema	7,91	1,58
Baixo Ipanema e Baixo SF	26,51	5,30
Baixo São Francisco em Sergipe	18,64	3,73
<b>Total</b>	<b>1.827,89</b>	<b>365,58</b>

\* 20% das reservas renováveis.

As lacunas de conhecimento acerca das disponibilidades de recursos hídricos subterrâneos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (Cf. capítulo 2.3. do Volume 5 do relatório RP1A) inviabilizam uma quantificação confiável da influência das mudanças de clima nas disponibilidades futuras, pelo que, na Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados, optou-se por manter a disponibilidade hídrica subterrânea estimada na situação atual.

## 5. BALANÇO HÍDRICO EM RELAÇÃO A CADA CENÁRIO ESTUDADO

### 5.1. Balanço Superficial

O Quadro 16 compara a disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia com as estimativas da demanda (não inclui transposição e grandes projetos de irrigação) para os vários cenários, recorrendo ao indicador baseado na razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão  $Q_{95}$ . As conclusões são influenciadas pela incerteza dos dados, notadamente, da disponibilidade de água e da demanda de água, sobretudo da distribuição espacial das origens de água utilizadas para a sua satisfação. São apresentados resultados para cada sub-bacia que avaliam a capacidade de cada uma em satisfazer as demandas existentes com seus recursos próprios. Não é assim avaliada a capacidade de satisfazer os usos abastecidos a partir da calha principal do São Francisco, notadamente através das transposições do PISF.

Apesar destas incertezas, é possível constatar o agravamento das dificuldades de abastecimento de água para os horizontes de projeto mais longínquos e para os cenários de maior demanda de água (Cenário C), traduzido no quadro pelo aumento da razão demanda/ $Q_{95}$ . Os casos mais extremos de escassez de água ocorrem, sobretudo, nas sub-bacias do Submédio e Baixo São Francisco (rio Curaça, rio Macureré, rio Pontal, rio Terra Nova, rio Ipanema e baixo rio São Francisco em Sergipe), mas também no entorno da represa de Três Marias (SFRANC 02) e na margem esquerda do lago do Sobradinho (SFRANC 06).

As conclusões suportadas por um indicador baseado na razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão  $Q_{95}$ , não têm em consideração a utilização de água para produção de energia elétrica nem o papel dos reservatórios como infraestruturas de regularização dos recursos hídricos superficiais, que podem compatibilizar a distribuição temporal da disponibilidade de água à demanda dos vários usos. Apresentam-se, por isso, seguidamente os resultados da modelagem matemática.

O Quadro 17 e seguintes resumem o desempenho do sistema na satisfação das várias utilizações da água por sub-bacia e por uso, assumindo que as demandas de abastecimento urbano e rural têm prioridade sobre as demandas para uso



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

industrial, agropecuária e, finalmente, energia. A análise dos resultados revela que em resultado das políticas assumidas ocorre um número menor de falhas de abastecimento aos usos urbanos, rurais e industriais que à agropecuária. As sub-bacias VERDE GRANDE 01 (Rio Verde Grande), S FRANC 05 (Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro), SFRANC 07 (Rios Verde e Jacaré), SFRANC 06 (Margem esquerda do Lago de Sobradinho), PONTAL 01 (Rio Pontal), CURACA01 (Rio Curaçá), CURITUBA 01 (Rio Curitiba), SFRANC 09 (Alto Rio Ipanema) e SFRANC 10 (Baixo Ipanema e Baixo SF) apresentam falhas para satisfazer o abastecimento urbano e rural (Quadro 17) e os usos industriais (Quadro 18) na situação atual e em todos os cenários futuros. As áreas abastecidas a partir da calha principal são satisfeitas com 100% de garantia, exceto as associadas a Paulo Afonso I, II e III, Paulo Afonso IV e Xingó para o cenário 2035C, o que se deve à expansão do projeto de irrigação do Sertão Pernambucano.

Relativamente aos usos agropecuários (Quadro 19), verifica-se que os valores da garantia de abastecimento são inferiores a 100% para um maior número de sub-bacias, sendo de destacar as sub-bacias VERDE GRANDE 01 (Rio Verde Grande), SFRANC 05 (Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro), SFRANC 07 (Rios Verde e Jacaré), SFRANC 06 (Margem esquerda do Lago de Sobradinho), PONTAL 01 (Rio Pontal), GARÇAS (Rio Garças), CURACA01 (Rio Curaçá), e SFRANC 10 (Baixo Ipanema e Baixo SF) que apresentam valores de garantia próximos ou abaixo de 50%. Como é natural, estas bacias coincidem, em grande medida, com aquelas que já apresentam dificuldades em atender as demandas dos usos mais prioritários. A sub-bacia do rio das Garças é uma exceção, pois tem capacidade de satisfazer as demandas dos usos urbanos e rurais, mas não da agropecuária. As áreas abastecidas a partir da calha principal são satisfeitas com 100% de garantia.

No que respeita aos grandes projetos de irrigação, os resultados mostram que haverá dificuldades em satisfazer a demanda resultante da expansão do perímetro de irrigação do Jequitáí, uma vez que este projeto será satisfeito com origens próprias da sub-bacia (Quadro 22). No cenário 2035C, os projetos de irrigação Canal do Xingó, Canal do Sertão Alagoano e expansão do perímetro irrigado do Jacará-Curitiba apresentam também dificuldades na satisfação das suas demandas.





Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

As vazões previstas e outorgadas para transposição do PISF, para atendimento de usos prioritários, são atendidas a 100%, mas as vazões adicionais previstas para atendimento de usos não prioritários, não são atendidas a 100% (Quadro 21).

Finalmente, a análise da satisfação dos usos para produção de energia (Quadro 20) revela que Três Marias já tem dificuldades em cumprir os objetivos de geração de energia definidos (450 m<sup>3</sup>/s, 500 m<sup>3</sup>/s e 600 m<sup>3</sup>/s, consoante o estado hidrológico), falhando em 2% na situação atual e em 6% para alguns cenários de 2035. Em caso de falha, a vazão objetivo é cumprida em cerca de 40%. Nas restantes usinas hidroelétricas, verifica-se que, embora os objetivos de vazão estejam atualmente a ser cumpridos, o mesmo não se passa para alguns cenários do futuro.

Estes resultados demonstram claramente a dificuldade em satisfazer a totalidade dos usos projetados para a bacia hidrográfica e tornam evidente a necessidade de encontrar consensos sobre a partilha dos recursos. Os resultados apresentados são fortemente dependentes da política das regras de atribuição de prioridades adotada. Alguns dos não atendimentos da demanda para usos consuntivos, sobretudo os referentes a usos prioritários ou aos satisfeitos a partir do curso principal do rio São Francisco, podem assim ser ultrapassados com uma alteração na política de alocação de recursos. Já as falhas detetadas na satisfação das demandas em várias sub-bacias só poderão ser ultrapassadas com a construção de novas infraestruturas.

**Quadro 16 – Comparação da disponibilidade de água superficial com a demanda de água para usos consuntivos satisfeita.**

Código	Sub-bacia	Vazão disponível (m <sup>3</sup> /s)		Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Razão demanda/Q <sub>95</sub> (%)						
		Natural	Regularizada	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC01	Afluentes Mineiro do Alto SF	53,50	65,20	3,98	4,78	5,12	5,31	5,89	6,56	7,20	6,10	7,33	7,85	8,14	9,03	10,06	11,04
S FRANC 02 M	Entorno da Represa de Três Marias	9,75	5,75	6,37	8,37	9,17	10,18	10,59	12,82	15,66	110,74	145,57	159,48	177,04	184,17	222,96	272,35
S FRANC 02 J	Ribeirão de Tiros	21,35	12,61	3,03	3,98	4,36	4,84	5,05	6,10	7,45	24,00	31,56	34,58	38,38	40,05	48,37	59,08
VELHAS 01	Rio das Velhas	61,80	80,00	24,15	29,45	31,44	33,15	37,08	41,54	46,46	30,19	36,81	39,3	41,44	46,35	51,93	58,08
S FRANC 03	Rio de Janeiro e Formoso	3,00	3,10	1,25	1,16	1,33	1,50	1,33	1,74	2,26	30,19	37,42	42,9	48,39	42,9	56,13	72,9
JEQUITAI01	Rio Jequitai	4,40	30,00	1,73	3,73	4,10	4,51	5,69	6,97	8,36	5,77	12,43	13,67	15,03	18,97	23,23	27,87
PARASF01	Rio Pará	43,00	54,00	6,24	7,59	8,25	8,84	9,07	10,44	12,07	11,56	14,06	15,28	16,37	16,8	19,33	22,35
PARAOPEBA01	Rio Paraopeba	51,90	43,90	10,29	11,03	11,94	12,54	12,70	14,29	15,96	23,44	25,13	27,2	28,56	28,93	32,55	36,36
GRANDESF01	Alto Rio Grande	93,00	91,70	25,95	36,22	45,81	53,04	36,22	50,25	72,96	28,30	39,5	49,96	57,84	39,5	54,8	79,56
PARACATU01	Alto Rio Preto	14,60	10,90	4,68	8,85	10,14	11,41	11,24	14,97	18,80	42,95	81,19	93,03	104,68	103,12	137,34	172,48



Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Código	Sub-bacia	Vazão disponível (m <sup>3</sup> /s)		Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Razão demanda/Q <sub>95</sub> (%)						
		Natural	Regularizada	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	0,20	1,40	2,62	0,74	0,87	67,66	0,39	0,53	97,32	187,45	52,86	62,14	4832,86	27,86	37,86	6951,43
GRANDES02	Médio e Baixo Rio Grande	85,20	124,30	7,63	22,49	28,70	31,57	36,99	54,44	71,46	6,14	18,09	23,09	25,4	29,76	43,8	57,49
CARINHANHA01	Rio Carinhanha	85,40	86,80	1,90	3,01	3,42	3,71	3,47	4,53	5,34	2,19	3,47	3,94	4,27	4	5,22	6,15
CORRENTE01	Rio Corrente	136,10	136,10	12,63	15,68	18,11	20,19	16,40	20,91	26,80	9,28	11,52	13,31	14,83	12,05	15,36	19,69
PACUI01	Rio Pacuí	9,70	10,20	0,87	1,19	1,28	1,34	1,52	1,74	1,92	8,53	11,67	12,55	13,14	14,9	17,06	18,82
PARACATU02	Rio Paracatu	66,50	142,00	34,55	62,92	69,61	75,06	87,78	108,32	125,61	24,33	44,31	49,02	52,86	61,82	76,28	88,46
URUCUIA01	Rio Urucuia	37,70	33,30	6,88	10,04	11,97	13,20	11,31	15,29	19,38	20,66	30,15	35,95	39,64	33,96	45,92	58,2
VERDEGR01	Rio Verde Grande	0,60	10,00	17,54	25,28	26,48	27,36	34,11	36,95	39,86	175,40	252,8	264,8	273,6	341,1	369,5	398,6



Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Código	Sub-bacia	Vazão disponível (m <sup>3</sup> /s)		Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Razão demanda/Q <sub>95</sub> (%)						
		Natural	Regularizada	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	0,00	10,00	6,30	2,82	3,08	3,42	2,01	2,37	2,86	62,95	28,2	30,8	34,2	20,1	23,7	28,6
SFRANC04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	10,60	12,00	4,70	4,14	4,47	4,80	4,13	4,81	5,54	39,16	34,5	37,25	40	34,42	40,08	46,17
SFRANC07	Rios Verde e Jacaré	0,20	4,00	5,07	1,94	2,23	2,42	1,39	1,69	2,03	126,76	48,5	55,75	60,5	34,75	42,25	50,75
BRÍGIDA01	Rio Brígida	1,40	5,30	3,21	1,73	1,91	2,07	1,83	2,19	2,53	60,57	32,64	36,04	39,06	34,53	41,32	47,74
CURACA01	Rio Curaçá	0,80	1,30	25,65	5,42	6,39	7,53	2,97	3,80	5,12	1973,27	416,92	491,54	579,23	228,46	292,31	393,85
CURITUBA01	Rio Curitiba	0,20	0,50	1,02	0,70	0,78	0,86	0,62	0,74	0,90	204,77	140	156	172	124	148	180
GARÇAS01	Rio Garças	0,50	0,50	5,06	3,23	3,56	4,15	2,86	3,64	4,73	1012,19	646	712	830	572	728	946
MACURURE01	Rio Macururé	0,90	0,70	2,64	1,09	1,29	1,42	0,57	0,78	0,96	377,03	155,71	184,29	202,86	81,43	111,43	137,14
MOXOTO01	Rio Moxotó	1,00	4,50	1,75	1,89	2,05	2,24	2,26	2,66	3,20	38,93	42	45,56	49,78	50,22	59,11	71,11
PAJEU01	Rio Pajeú	1,90	6,80	4,22	1,79	1,99	2,09	1,39	1,62	1,77	62,03	26,32	29,26	30,74	20,44	23,82	26,03
PONTAL01	Rio Pontal	0,50	1,20	13,87	7,70	8,80	10,27	6,82	8,74	11,81	1156,20	641,67	733,33	855,83	568,33	728,33	984,17



Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Código	Sub-bacia	Vazão disponível (m <sup>3</sup> /s)		Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Razão demanda/Q <sub>95</sub> (%)						
		Natural	Regularizada	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SALITRE01	Rio Salitre	1,00	0,90	0,85	0,36	0,40	0,44	0,26	0,32	0,37	94,58	40	44,44	48,89	28,89	35,56	41,11
TERRANOVA01	Rio Terra Nova	0,60	1,80	4,11	3,00	3,55	4,27	2,45	3,49	4,91	228,41	166,67	197,22	237,22	136,11	193,89	272,78
SFRANC08	Riacho Seco	0,10	0,20	0,28	0,16	0,17	0,18	0,16	0,17	0,18	138,69	80	85	90	80	85	90
SFRANC09	Alto Rio Ipanema	0,70	1,20	1,09	1,38	1,51	1,63	1,82	2,23	2,62	90,73	115	125,83	135,83	151,67	185,83	218,33
SFRANC10	Baixo Ipanema e Baixo SF	1,50	4,20	18,75	14,88	16,56	17,53	14,14	17,10	19,51	446,39	354,29	394,29	417,38	336,67	407,14	464,52
SFRANC11	Baixo São Francisco em Sergipe	0,80	0,90	5,57	6,40	7,05	7,61	7,33	8,95	10,40	618,99	711,11	783,33	845,56	814,44	994,44	1155,56

**Quadro 17 – Indicadores de atendimento dos usos urbanos e rurais por sub-bacia e trecho da calha principal.**

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARASF01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARAOPEBA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC02MONT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC02JUS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
VELHAS01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC03	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
JEQUITAI01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARACATU01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARACATU02	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PACUI01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
URUCUIA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
VERDEGR01	82	81	80	80	80	80	80	88	87	87	87	87	86	86	35	34	35	33	33	32	31
SFRANC04	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CARINHANHA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CORRENTE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GRANDESFO1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GRANDESFO2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC05	88	88	87	87	87	87	86	91	90	90	90	90	90	89	21	23	24	23	24	23	24
SFRANC07	98	97	97	97	97	97	97	99	99	99	99	99	99	99	64	70	69	65	66	61	56

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC06	99	99	99	99	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	48	40	38	36	35	33	31
SALITRE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PONTAL01	90	89	86	85	86	84	81	96	95	94	93	94	93	92	57	53	56	56	54	55	57
GARÇAS01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CURACA01	96	95	94	93	93	93	92	99	98	98	98	98	97	97	72	68	67	66	66	63	61
BRÍGIDA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TERRANOVA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MACURURE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PAJEU01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MOXOTO01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CURITUBA01	96	95	96	99	95	95	98	99	99	99	100	98	98	99	75	69	66	72	67	62	65
SFRANC08	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
SFRANC09	98	96	95	95	93	92	91	99	98	98	97	97	96	96	44	54	53	52	55	57	58
SFRANC10	92	91	91	90	90	90	89	97	96	96	96	96	95	95	63	59	58	59	54	55	55
SFRANC11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Calha principal</b>																					
Três Marias	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entre Três Marias e Sobradinho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sobradinho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entre Sobradinho e Itaparica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Itaparica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Moxotó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)							
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	
	Paulo Afonso I, II, III	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
Paulo Afonso IV	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Xingó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jusante de Xingó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Quadro 18 – Indicadores de atendimento de usos industriais por sub-bacia e trecho da calha principal.**

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
	SFRANC01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARASF01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARAOPEBA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC02MONT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC02JUS	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
VELHAS01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC03	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
JEQUITAI01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARACATU01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARACATU02	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PACUI01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
URUCUIA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100





Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
	VERDEGR01	82	80	80	80	80	80	79	82	81	80	80	80	80	80	0	0	0	0	0	0
SFRANC04	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CARINHANHA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CORRENTE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GRANDESFO1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
GRANDESFO2	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFRANC05	88	87	87	87	87	86	85	88	87	87	87	87	87	86	0	0	0	0	2	5	5
SFRANC07	98	97	97	97	97	97	97	98	97	97	97	97	97	97	0	10	0	0	0	0	0
SFRANC06	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	0	0	0	0	0	0	0
SALITRE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PONTAL01	88	81	76	73	75	70	63	89	84	82	79	80	76	71	11	19	25	22	22	20	22
GARÇAS01	100	100	100	100	100	99	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	87	75
CURACA01	93	90	90	89	88	85	82	94	92	92	91	91	89	88	18	23	19	15	24	28	30
BRÍGIDA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TERRANOVA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MACURURE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
PAJEU01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MOXOTO01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
CURITUBA01	96	95	96	98	95	95	98	96	95	96	98	95	95	98	0	17	0	0	0	0	0
SFRANC08	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
SFRANC09	98	95	94	93	91	87	83	98	95	94	94	91	89	87	9	10	9	12	9	16	24
SFRANC10	90	87	86	85	84	82	80	91	89	89	88	87	86	85	12	18	17	20	22	24	26

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
	SFRANC11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Calha principal</b>																					
Três Marias	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entre Três Marias e Sobradinho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sobradinho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entre Sobradinho e Itaparica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Itaparica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Moxotó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Paulo Afonso I, II, III	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
Paulo Afonso IV	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Xingó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jusante de Xingó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Quadro 19 – Indicadores de atendimento de usos agropecuários por sub-bacia e trecho da calha principal.**

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
	SFRANC01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARASF01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PARAOPEBA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	107	72
SFRANC02MONT	100	100	100	100	100	99	97	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	172	171	170
SFRANC02JUS	97	91	88	86	83	78	71	99	97	95	93	92	88	81	174	150	145	137	137	121	109

Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)							
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	
	VELHAS01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	161
SFRANC03	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
JEQUITAI01	99	89	85	83	76	72	69	100	94	93	91	85	80	75	134	121	120	114	107	95	86	
PARACATU01	98	92	92	90	90	82	74	98	95	94	92	92	87	81	76	125	115	110	111	114	111	
PARACATU02	98	91	89	87	81	73	67	99	95	93	92	88	82	77	167	135	133	132	132	119	113	
PACUI01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
URUCUIA01	100	100	99	99	99	97	95	100	100	100	100	100	99	97	159	108	162	162	146	166	154	
VERDEGR01	48	46	46	45	45	43	42	23	18	18	17	16	15	14	20	15	14	14	12	11	11	
SFRANC04	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	196	100	100	169	
CARINHANHA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
CORRENTE01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
GRANDES01	100	100	96	88	100	92	68	100	100	99	97	100	98	85	100	152	193	182	153	187	148	
GRANDES02	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	191	
SFRANC05	57	66	64	63	72	69	66	42	58	56	53	64	61	57	37	47	48	46	42	42	45	
SFRANC07	53	69	67	64	80	74	68	41	70	65	62	80	74	68	47	84	75	72	87	81	79	
SFRANC06	62	92	88	86	98	95	94	63	93	91	90	97	96	95	80	102	113	112	88	103	107	
SALITRE01	91	96	96	96	99	97	96	93	98	97	97	100	99	98	68	106	91	83	133	118	103	
PONTAL01	24	38	34	28	40	32	24	25	36	32	26	38	28	21	17	19	17	16	19	14	12	
GARÇAS01	56	64	58	52	67	57	48	62	71	67	61	73	65	56	44	56	59	57	58	58	50	
CURACA01	17	49	45	40	63	54	45	20	53	46	40	66	57	46	15	36	30	28	40	40	33	
BRÍGIDA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	58	
TERRANOVA01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21	



Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Sub-bacia/ Trecho da calha principal	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
	MACURURE01	74	90	88	86	95	93	92	81	93	91	90	97	95	94	70	77	80	81	94	79
PAJEU01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MOXOTO01	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	49
CURITUBA01	79	88	93	97	89	93	95	82	87	92	97	88	92	95	49	28	10	34	28	13	52
SFRANC08	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
SFRANC09	97	93	92	90	88	82	77	96	93	92	91	88	82	76	13	8	7	9	10	16	16
SFRANC10	49	62	55	52	63	52	44	49	59	54	51	60	51	45	20	14	16	17	15	16	18
SFRANC11	99	99	98	96	97	95	93	100	99	98	97	97	95	93	85	26	42	41	29	34	42
<b>Calha principal</b>																					
Três Marias	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entre Três Marias e Sobradinho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Sobradinho	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entre Sobradinho e Itaparica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	106
Itaparica	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	146
Moxotó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	112
Paulo Afonso I, II, III	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	100		100	100			0
Paulo Afonso IV	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
Xingó	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
Jusante de Xingó	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	135

**Nota: Como a demanda da agropecuária varia em cada mês, a vazão média fornecida quando ocorrem falhas pode ser superior à demanda média necessária.**

**Quadro 20 – Indicadores de atendimento da vazão para produção de energia por reservatório.**

Reservatório	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (% da demanda média necessária)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Três Marias	98	98	98	95	98	98	92	99	99	99	98	99	99	96	37	40	48	46	39	42	38
Sobradinho	100	100	100	98	100	99	95	100	100	100	100	100	100	99	100	100	54	46	100	44	40
Itaparica	100	100	100	98	100	99	95	100	100	100	99	100	100	97	100	100	0	14	100	0	8
Moxotó	100	100	100	99	100	99	96	100	100	100	100	100	100	99	100	100	53	35	100	49	26
Paulo Afonso I, II, III	100	100	100	99	100	100	97	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	27	100	48	28
Paulo Afonso IV	100	100	99	97	100	99	95	100	100	100	99	100	100	98	100	100	49	28	100	34	24
Xingó	100	100	99	97	100	99	95	100	100	100	100	100	100	99	100	100	56	42	100	47	32

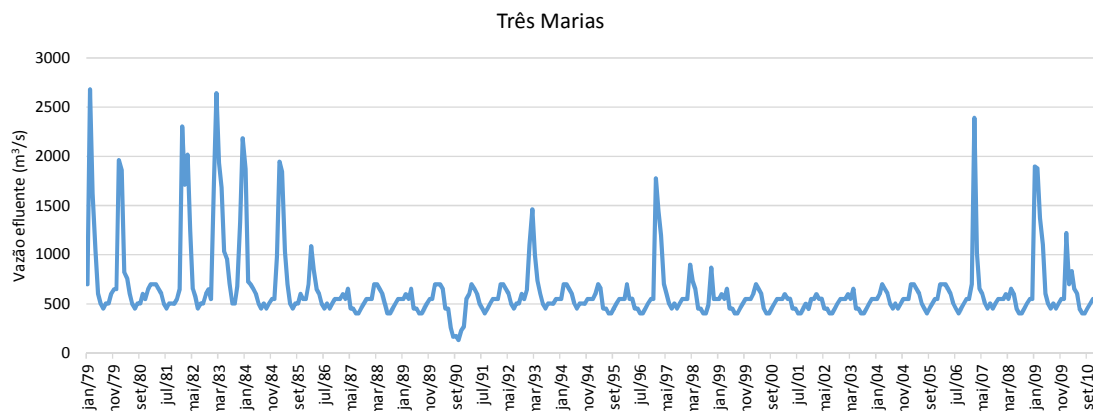
**Quadro 21 – Indicadores de atendimento da vazão para a transposição.**

Transposição	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (%)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
DESO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PISF L Adicional	N/A	100	39	32	42	35	27	N/A	100	39	32	42	35	27	N/A	N/A	0	0	0	0	0
PISF L Urbano	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	0
PISF N Adicional	N/A	51	46	35	50	39	28	N/A	56	51	39	57	46	33	N/A	11	10	6	15	11	6
PISF N Urbano	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	0
PISF Oeste	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	100	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	100

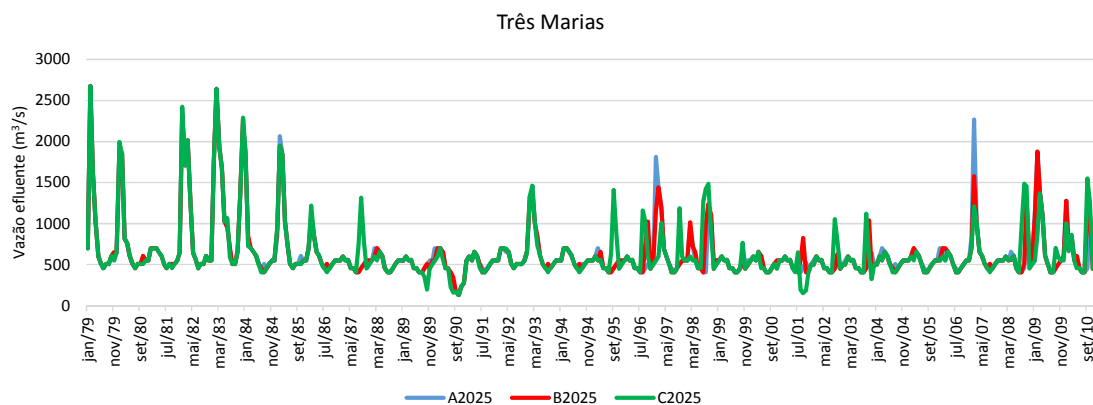
**Quadro 22 – Indicadores de atendimento da vazão para grandes projetos de irrigação.**

Grandes projetos de irrigação	Garantia (%)							Vazão média fornecida (% da demanda média necessária)							Vazão média fornecida quando ocorrem falhas (%)						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Jequitaiá	N/A	73	66	60	69	61	55	N/A	66	56	48	53	43	35	N/A	41	38	37	18	21	21
Jaíba	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100
Baixio do Irecê	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100
Sertão Pernambucano	N/A	N/A	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A	N/A	100	N/A	N/A	100	N/A	N/A	N/A	100	N/A	N/A	100
Pontal	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100
Salitre	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100
Canal do Xingó	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	49
Sertão Alagoano	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	100	N/A	100	100	100	100	100	7
Jacaré-Curituba	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	99	N/A	100	100	100	100	100	0

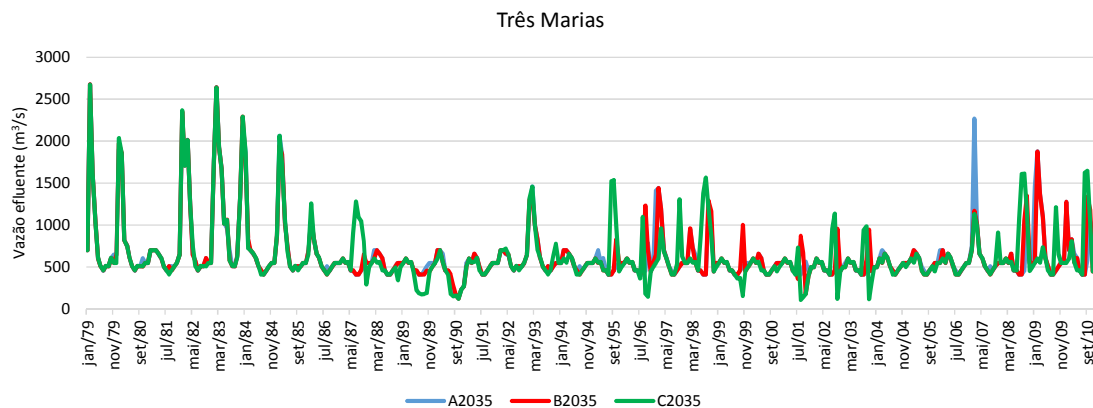
As figuras seguintes apresentam a **vazão mensal média a jusante do reservatório de Três Marias** no cenário atual e nos três cenários de 2025 e 2035. O valor da vazão situa-se durante grande parte do tempo ligeiramente acima de 500 m<sup>3</sup>/s, apresentando uma variação sazonal que resulta da imposição do regime de salvaguarda da vazão ambiental. Nos horizontes de projeto mais longínquos, em que a demanda é maior, ocorrem situações em que a vazão desce francamente abaixo dos 500 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 4 – Vazão a jusante do reservatório de Três Marias na situação atual.**

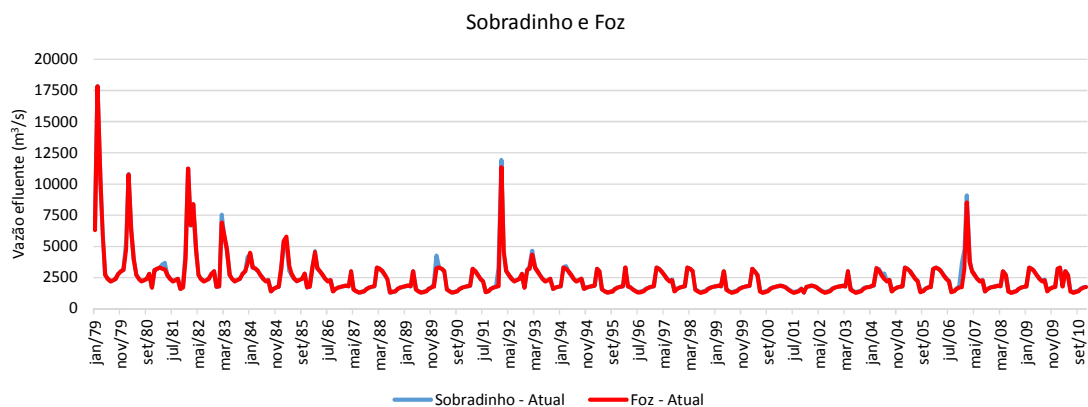


**Figura 5 – Vazão a jusante do reservatório de Três Marias nos cenários de 2025.**



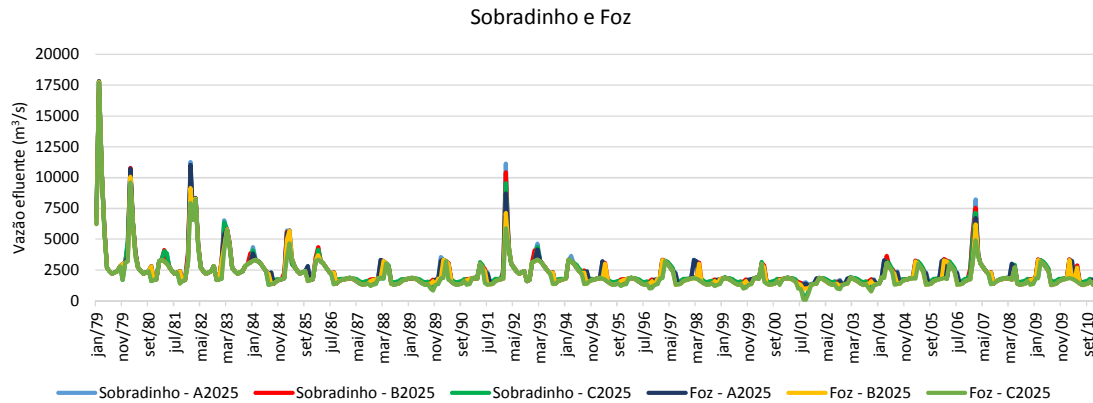
**Figura 6 – Vazão a jusante do reservatório de Três Marias nos cenários de 2035.**

As figuras seguintes apresentam a **vazão mensal média a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio São Francisco** no cenário atual e nos três cenários de 2025 e 2035. O regime de vazão apresenta-se bastante regularizado, com o valor da vazão a situar-se durante grande parte do tempo em torno de 2.500 m<sup>3</sup>/s. Nos horizontes de projeto mais longínquos, em que a demanda é maior, a vazão média é um pouco inferior.

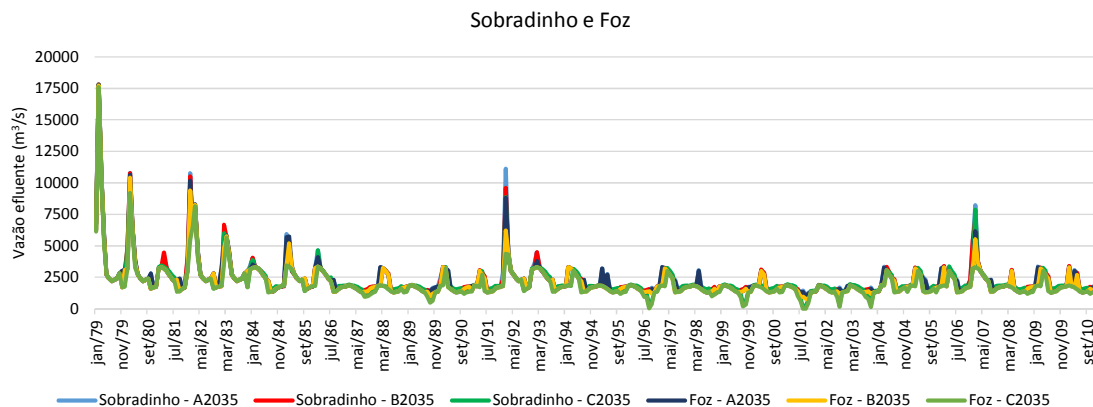


**Figura 7 – Vazão a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio do São Francisco na situação atual.**



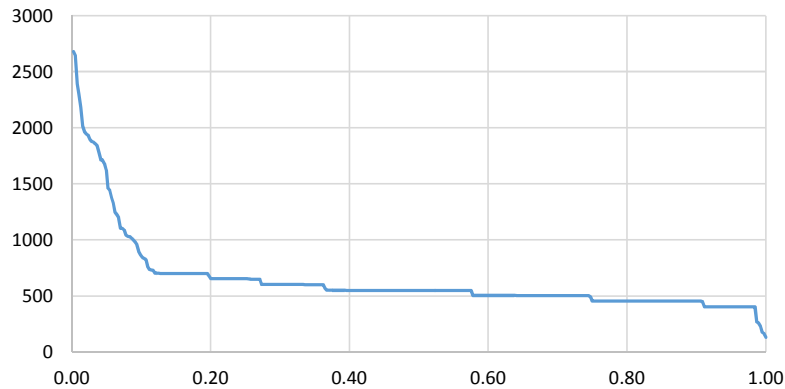


**Figura 8 – Vazão a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio do São Francisco nos cenários de 2025.**

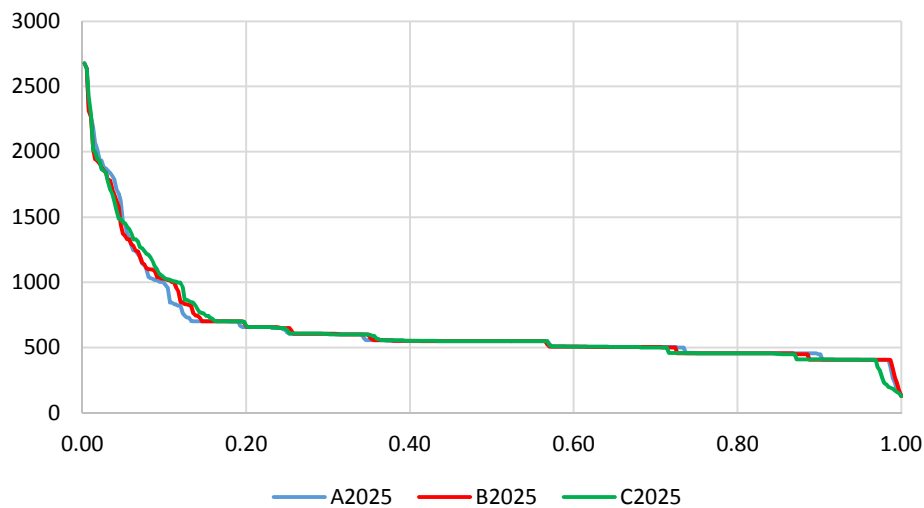


**Figura 9 – Vazão a jusante do reservatório de Sobradinho e na foz do rio do São Francisco nos cenários de 2035.**

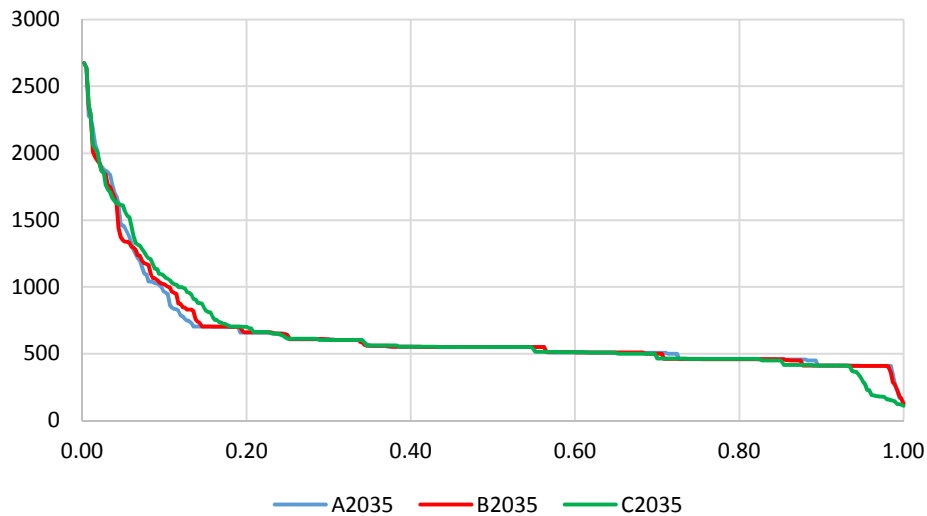
As figuras seguintes apresentam as **curvas de permanência da vazão a jusante de Três Marias**. De um modo geral, é possível assegurar valores de vazão superiores a 500 m<sup>3</sup>/s durante 80% do tempo, e superiores a 450 m<sup>3</sup>/s durante 90% do tempo. Os valores de vazão superiores a 1.000 m<sup>3</sup>/s só ocorrem durante cerca de 10% do tempo. Analisando os gráficos em maior pormenor, verifica-se que nos horizontes mais longínquos os cenários mais consuntivos de água conduzem a uma menor permanência dos valores mínimos da vazão a jusante de Três Marias.



**Figura 10 – Curva de permanência da vazão a jusante de Três Marias na situação atual.**

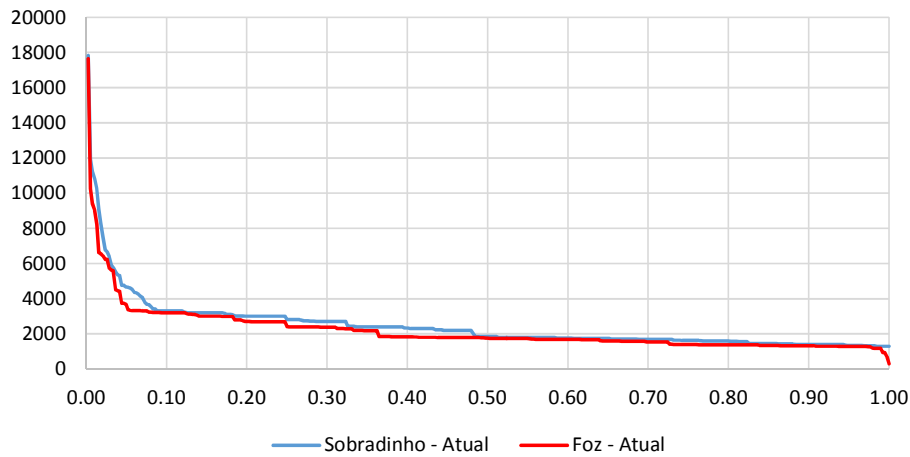


**Figura 11 – Curva de permanência da vazão a jusante de Três Marias nos cenários de 2025.**

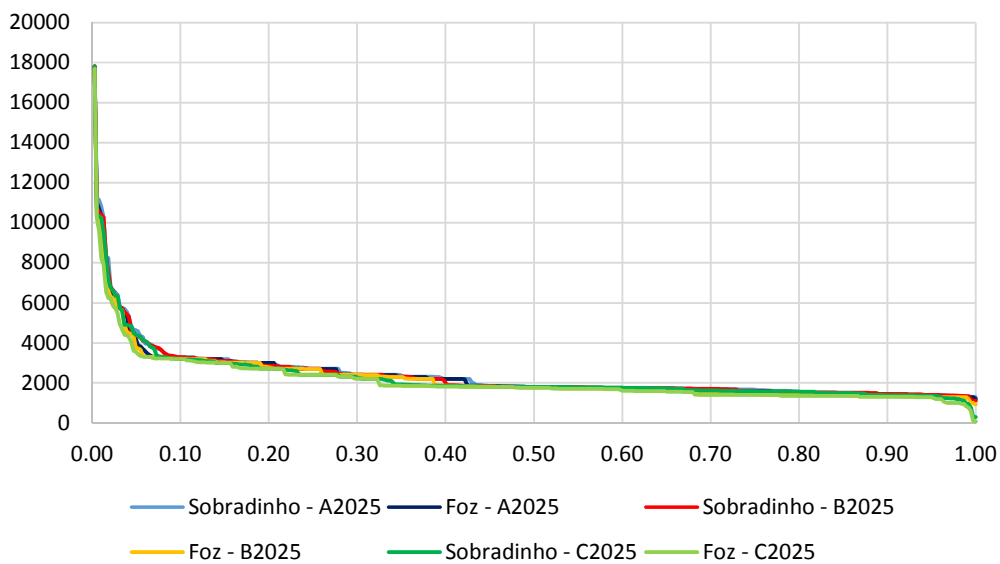


**Figura 12 – Curva de permanência a jusante de Três Marias nos cenários de 2035.**

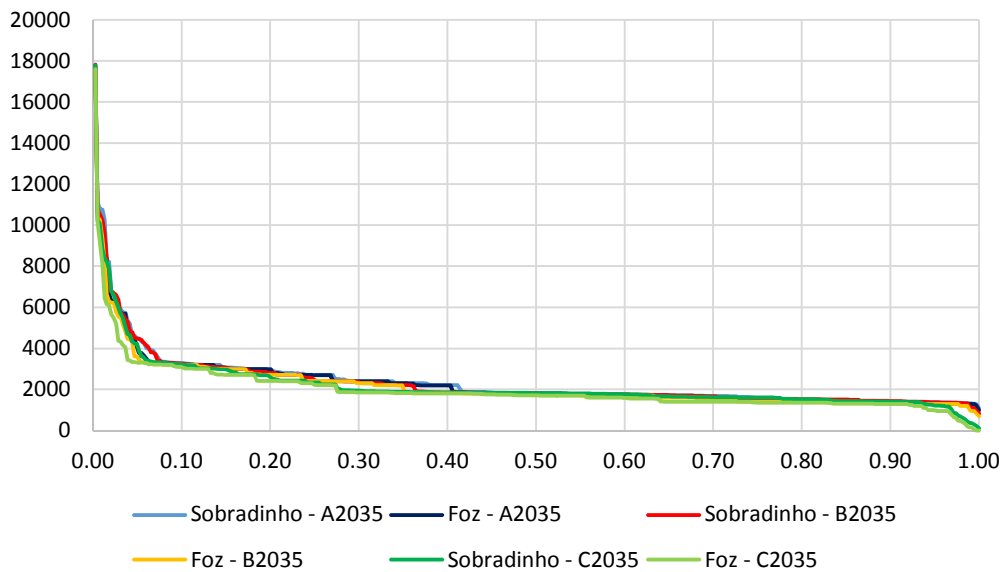
As figuras seguintes apresentam as **curvas de permanência da vazão a jusante de Sobradinho e na foz do Rio São Francisco**. Os valores da vazão a jusante de Sobradinho são superiores às da foz em cerca de 80 a 100 m<sup>3</sup>/s. Na foz, as curvas não variam substancialmente com os vários cenários, sendo possível assegurar valores de vazão superiores a 2.000 m<sup>3</sup>/s durante cerca de 50% do tempo, superiores a 1.600 m<sup>3</sup>/s durante cerca de 70% do tempo, e superiores a 1.300 m<sup>3</sup>/s durante cerca de 90% do tempo. É, no entanto, evidente que nos horizontes mais longínquos e para os cenários de maior consumo de água, a permanência de uma vazão mínima da foz reduz-se de forma sensível (Figura 15). Em concreto, no cenário C2035 o valor 1.300 m<sup>3</sup>/s não é cumprido em 15% do tempo e o valor de 1.000 m<sup>3</sup>/s não é cumprido em 10% do tempo.



**Figura 13 – Curva de permanência a jusante de Sobradinho e na foz na situação atual.**

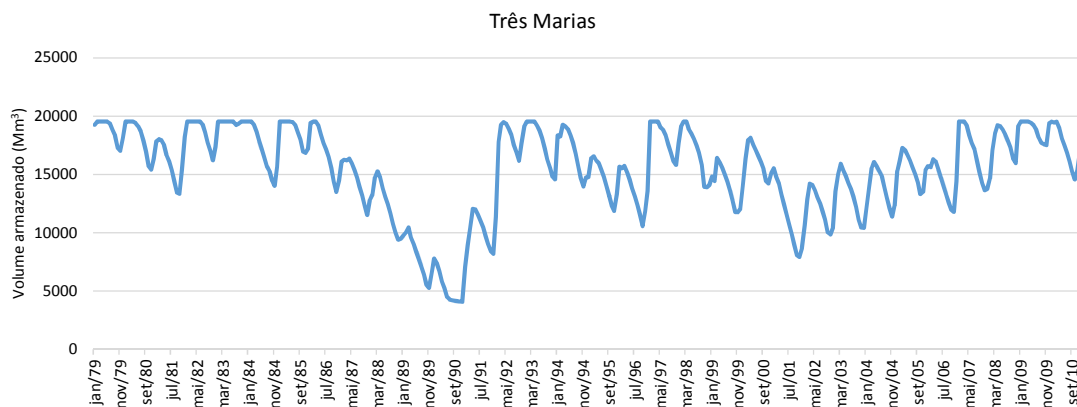


**Figura 14 – Curva de permanência a jusante de Sobradinho e na foz nos cenários de 2025.**

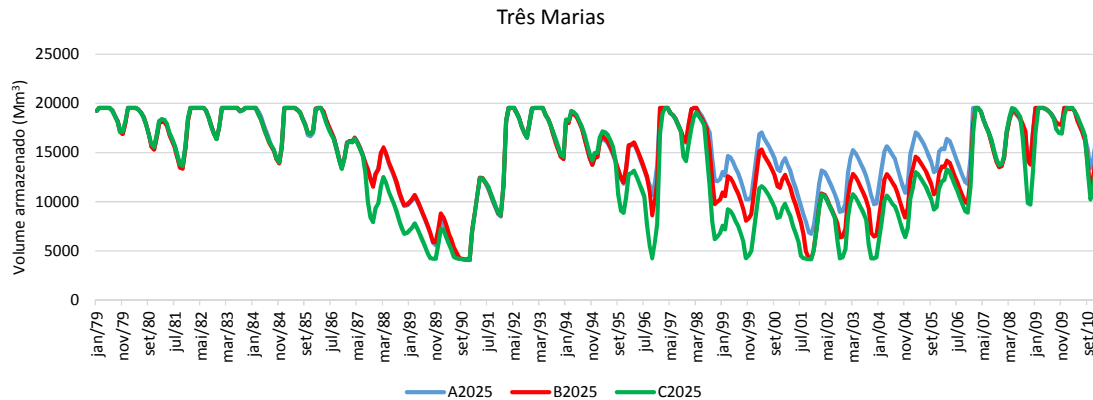


**Figura 15 – Curva de permanência a jusante de Sobradinho e na foz nos cenários de 2035.**

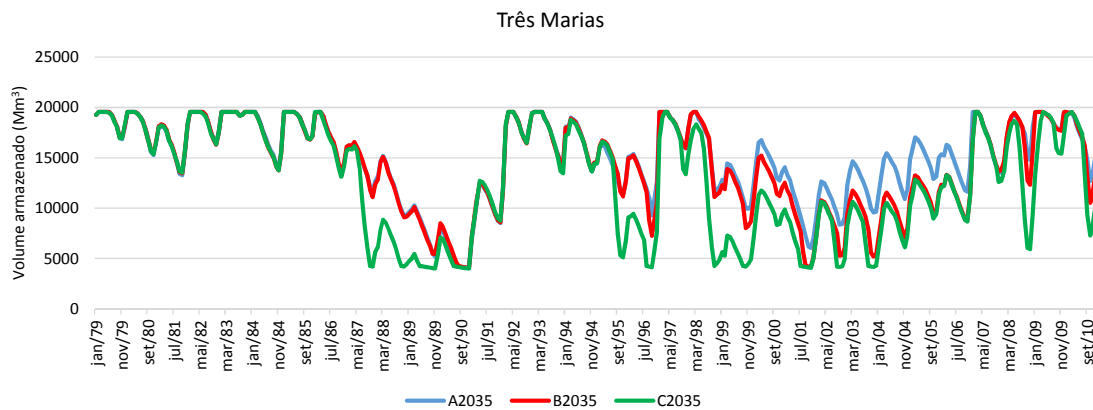
As figuras seguintes apresentam os **volumes armazenados em Três Marias** no cenário atual e nos três cenários de 2025 e 2035. O andamento das curvas é semelhante, mas o volume armazenado vai decrescendo com o aumento da demanda.



**Figura 16 – Volume armazenado em Três Marias no cenário atual.**

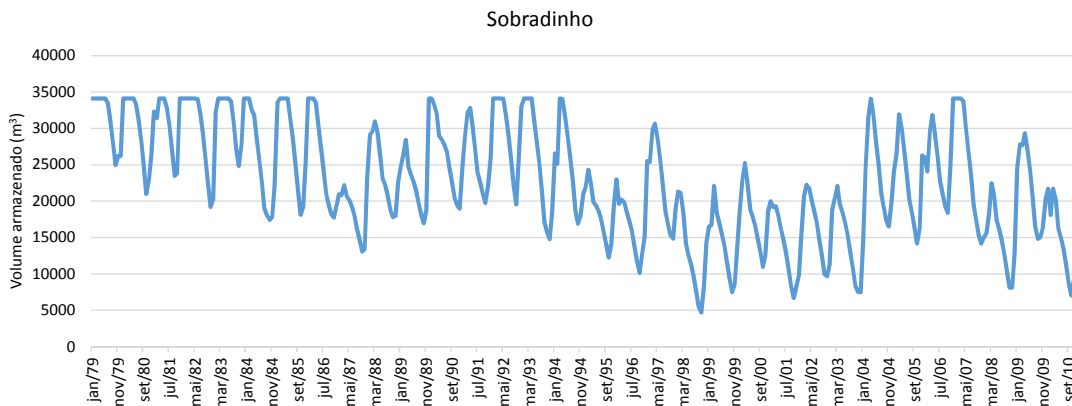


**Figura 17 – Volume armazenado em Três Marias nos cenários de 2025.**

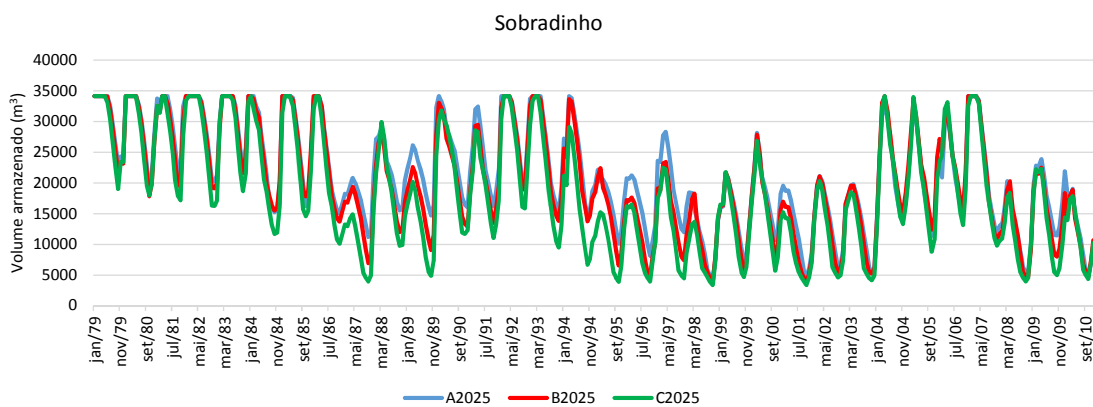


**Figura 18 – Volume armazenado em Três Marias nos cenários de 2035.**

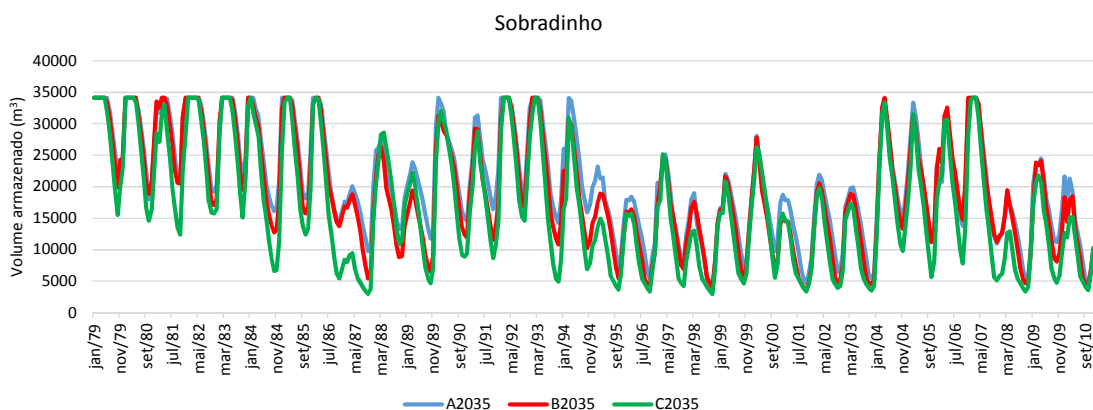
As figuras seguintes apresentam os **volumes armazenados em Sodradinho** no cenário atual e nos cenários de 2025 e 2035. Verifica-se uma diminuição do volume armazenado com o aumento da demanda, em particular no cenário C2035.



**Figura 19 – Volume armazenado em Sobradinho na situação atual.**



**Figura 20 – Volume armazenado em Sobradinho nos cenários de 2025.**



**Figura 21 – Volume armazenado em Sobradinho nos cenários de 2035.**

## 5.2. Balanço Subterrâneo

O **Quadro 23 apresenta o balanço hídrico subterrâneo para cada sub-bacia hidrográfica** e para os diferentes cenários de demanda de água. Para efeitos de comparação, inclui-se no mesmo quadro as estimativas da demanda atual e da razão entre a vazão de retirada em cada cenário e da vazão explotável.

Como a apresentação dos resultados do balanço hídrico para as águas subterrâneas por sub-bacia não reflete a assimetria de distribuição espacial da disponibilidade de água pelos diferentes sistemas aquíferos existentes em uma dada sub-bacia, o **Quadro 24 apresenta o balanço por sistema aquífero**. A distribuição da demanda por sistema aquífero foi feita com base na distribuição geográfica do número de poços do SIAGAS.

A análise destes resultados revela um agravamento ao longo do tempo da capacidade de satisfazer as demandas, com o cenário B e, sobretudo o C, a conduzirem às situações mais gravosas. As **situações mais desfavoráveis** ocorrem nas sub-bacias do PARA SF 01 (Rio Pará), PARACATU 01 (Alto Rio Preto), PARAOPEBA 01 (Rio Paraopeba) e VELHAS (Rio das Velhas). A análise por sistema aquífero confirma estas conclusões, particularizando os sistemas aquíferos de Formação Brejo Santo, Formação Curitiba, Formação Gandarela, Formação Missão Velha, Formação Santa Brígida, Formação Sergi e Grupo Brotas. Refira-se que a bibliografia refere situações de sobreexploração no aquífero Salitre (região de Irecê na sub-bacia Verde Jacaré) e no aquífero Bambuí cárstico (zona de Verdelândia na sub-bacia Verde Grande), as quais não foram identificadas no balanço.



**Quadro 23 – Resultados do balanço hídrico subterrâneo por sub-bacia para os diferentes cenários de demanda.**

Sub-bacia	Recarga média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão explotável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Vazão de retirada / Vazão explotável (%)						
			Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
BRIGIDA 01	12,67	2,53	0,41	0,33	0,35	0,37	0,34	0,35	0,38	16	13	14	14	13	14	15
CARINHANHA 01	107,16	21,43	0,29	0,44	0,53	0,64	0,49	0,50	0,74	1	2	2	3	2	2	3
CORRENTE 01	236,11	47,22	1,67	2,07	2,58	2,72	2,34	2,21	3,39	4	4	5	6	5	5	7
CURACA 01	16,07	3,21	0,40	0,28	0,50	0,38	0,39	0,27	0,50	12	9	16	12	12	8	16
CURITUBA 01	5,00	1,00	0,11	0,18	0,35	0,27	0,26	0,18	0,36	11	18	35	27	26	18	36
GARCAS 01	6,21	1,24	0,18	0,15	0,17	0,17	0,16	0,16	0,20	14	12	14	14	13	13	16
GRANDE SF 01	263,58	52,72	2,43	3,76	5,36	5,54	4,69	4,05	7,64	5	7	10	11	9	8	14
GRANDE SF 02	164,79	32,96	1,03	2,16	2,96	4,98	2,70	3,44	6,47	3	7	9	15	8	10	20
JEQUITAI 01	25,29	5,06	0,31	0,74	1,09	1,38	0,91	1,06	1,72	6	15	22	27	18	21	34
MACURURE 01	17,62	3,52	0,11	0,08	0,10	0,09	0,09	0,08	0,10	3	2	3	3	3	2	3
MOXOTO 01	16,78	3,36	0,29	0,31	0,36	0,39	0,33	0,35	0,45	9	9	11	12	10	10	13
PACUI 01	33,25	6,65	0,42	0,56	0,63	0,79	0,60	0,70	0,87	6	8	9	12	9	11	13
PAJEU 01	29,81	5,96	0,58	0,41	0,44	0,42	0,43	0,40	0,44	10	7	7	7	7	7	7
PARA SF 01	24,53	4,91	1,55	3,75	4,82	6,33	4,28	4,77	7,92	32	76	98	129	87	97	161
PARACATU 01	6,84	1,37	0,69	6,45	7,69	11,42	7,11	9,25	13,24	50	472	562	834	520	676	968
PARACATU 02	154,29	30,86	4,08	1,70	1,92	2,31	1,85	2,06	2,55	13	6	6	7	6	7	8
PARAOPEBA 01	24,30	4,86	1,80	1,51	1,77	2,13	1,65	1,84	2,47	37	31	36	44	34	38	51
PONTAL 01	7,14	1,43	0,36	0,33	0,43	0,42	0,38	0,34	0,50	25	23	30	29	27	24	35
S FRANC 01	28,39	5,68	0,84	0,55	0,61	0,78	0,59	0,71	0,86	15	10	11	14	10	12	15



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Sub-bacia	Recarga média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão explotável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Vazão de retirada / Vazão explotável (%)						
			Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
S FRANC 02	49,34	9,87	0,98	1,95	2,36	2,96	2,13	2,45	3,61	10	20	24	30	22	25	37
S FRANC 03	23,25	4,65	0,18	0,15	0,19	0,22	0,17	0,17	0,28	4	3	4	5	4	4	6
S FRANC 04	101,51	20,30	0,92	1,18	1,74	1,57	1,46	1,23	1,92	5	6	9	8	7	6	9
S FRANC 05	71,39	14,28	1,58	2,57	5,46	4,03	4,00	2,53	5,54	11	18	38	28	28	18	39
S FRANC 06	59,74	11,95	0,64	0,27	5,11	0,30	0,30	0,27	5,13	5	2	43	3	2	2	43
S FRANC 07	56,10	11,22	1,00	0,73	0,86	0,80	0,80	0,71	0,90	9	7	8	7	7	6	8
S FRANC 08	1,62	0,32	0,04	0,11	0,25	0,18	0,18	0,11	0,25	14	34	77	56	56	34	78
S FRANC 09	7,91	1,58	0,24	0,19	0,20	0,23	0,19	0,22	0,24	15	12	13	15	12	14	15
S FRANC 10	26,51	5,30	0,52	0,73	0,80	0,84	0,77	0,76	0,91	10	14	15	16	15	14	17
S FRANC 11	18,64	3,73	0,30	0,60	0,69	0,80	0,65	0,69	0,91	8	16	19	22	17	18	24
SALITRE 01	22,73	4,55	0,21	0,17	0,19	0,18	0,18	0,16	0,20	5	4	4	4	4	3	4
TERRA NOVA 01	8,48	1,70	0,20	0,47	0,64	0,50	0,54	0,38	0,67	12	28	38	30	32	22	40
URUCUIA 01	81,35	16,27	1,02	1,47	1,90	2,22	1,73	1,67	2,78	6	9	12	14	11	10	17
VELHAS 01	59,12	11,82	3,92	4,98	5,61	7,39	5,33	6,58	8,29	33	42	47	62	45	56	70
VERDE GR 01	60,36	12,07	2,32	3,19	3,45	4,49	3,34	4,16	4,82	19	26	29	37	28	34	40
TOTAL	1.827,89	365,58	31,64	44,53	62,12	68,23	51,40	54,80	87,26							

**Quadro 24 – Resultados do balanço hídrico subterrâneo por sistema aquífero para os diferentes cenários de demanda.**

Aquífero	Recarga média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão explotável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Vazão de retirada / Vazão explotável (%)						
			Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Complexo Marancó, unidade carbonática	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,32	2,46	2,92	2,61	2,71	2,27	2,92
Complexo Santa Filomena, unidade carbonática	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Depósito Aluvionar	128,29	25,66	0,48	0,69	0,95	1,10	0,83	0,84	1,35	1,89	2,69	3,72	4,27	3,24	3,29	5,26
Depósito Eólico	28,61	5,72	0,50	1,01	1,52	2,33	1,27	1,61	3,15	8,69	17,67	26,48	40,64	22,15	28,16	55,01
Depósito Litorâneo	3,40	0,68	0,02	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06	0,07	3,67	7,19	8,26	9,56	7,76	8,17	10,81
Embasamento Fraturado Indiferenciado	314,54	62,91	10,64	12,26	21,36	17,41	14,55	14,18	25,43	16,92	19,49	33,96	27,68	23,13	22,55	40,42
Formação Aliança	0,95	0,19	0,05	0,05	0,07	0,07	0,06	0,06	0,08	27,34	28,28	36,23	35,55	32,23	30,25	41,57
Formação Barra Bonita, unidade carbonática	0,08	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	33,05	28,18	40,14	36,08	33,97	28,74	44,50
Formação Barreiras	16,47	3,29	0,17	0,29	0,32	0,36	0,31	0,31	0,39	5,26	8,66	9,77	10,79	9,29	9,43	11,97
Formação Brejo Santo	0,10	0,02	0,03	0,07	0,09	0,07	0,08	0,05	0,09	148,72	342,90	467,62	368,20	398,05	275,65	494,01
Formação Caatinga	13,18	2,64	0,11	0,08	0,11	0,10	0,10	0,08	0,11	4,15	3,11	4,21	3,62	3,67	2,97	4,28



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Aquífero	Recarga média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão explotável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Vazão de retirada / Vazão explotável (%)						
			Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Formação Cabeças	0,15	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	3,23	1,38	25,94	1,54	1,51	1,37	26,02
Formação Candeias	0,62	0,12	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	11,05	17,67	34,89	26,92	26,28	17,86	36,24
Formação Candeias / Grupo Ilhas Indiscriminados	2,80	0,56	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	5,81	5,84	6,56	7,10	6,18	6,42	7,99
Formação Curitiba	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	215,61	347,01	686,52	529,41	516,78	350,84	713,20
Formação Exu	1,72	0,34	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	3,23	2,62	2,77	2,92	2,70	2,78	3,06
Formação Gandarela	0,32	0,06	0,08	0,11	0,12	0,16	0,11	0,14	0,18	128,51	163,36	184,19	242,34	174,82	215,87	272,09
Formação Inajá	1,75	0,35	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	9,08	9,57	10,82	11,85	10,15	10,66	13,42
Formação Marizal	11,64	2,33	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	1,79	1,81	2,13	2,22	1,96	1,96	2,54
Formação Mauriti	1,07	0,21	0,16	0,15	0,18	0,16	0,17	0,14	0,19	75,57	72,15	85,01	75,67	78,45	66,06	87,13
Formação Missão Velha	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	326,21	231,32	247,17	239,16	241,43	227,05	247,44
Formação Olhos D'água	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formação Penedo	0,41	0,08	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	18,50	34,95	40,01	45,91	37,70	39,39	51,70
Formação Pimenteiras	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formação Riachuelo	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Formação Salitre	32,49	6,50	0,91	0,68	0,81	0,75	0,75	0,65	0,84	14,06	10,41	12,42	11,49	11,51	10,07	12,99



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Aquífero	Recarga média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão explotável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Vazão de retirada / Vazão explotável (%)						
			Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Formação Santa Brígida	0,07	0,01	0,02	0,03	0,06	0,04	0,04	0,03	0,06	129,73	208,80	413,08	318,55	310,95	211,10	429,14
Formação Santana	1,61	0,32	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	9,48	7,91	8,49	8,82	8,21	8,30	9,35
Formação São Sebastião	1,42	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	0,45	0,50	0,47	0,48	0,43	0,50
Formação Sergi	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	144,76	227,28	445,81	344,49	336,59	229,36	462,92
Formação Serraria	0,18	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	14,35	24,60	27,89	31,16	26,44	27,08	34,74
Formação Tacaratu	11,00	2,20	0,10	0,11	0,16	0,14	0,14	0,11	0,17	4,72	4,96	7,36	6,52	6,17	5,17	7,92
Grupo Areado	110,02	22,00	0,41	0,64	0,81	0,98	0,72	0,80	1,18	1,84	2,93	3,69	4,43	3,29	3,62	5,35
Grupo Bambuí, unidade carbonática	105,18	21,04	4,36	6,43	8,12	10,13	7,37	8,25	12,09	20,74	30,56	38,61	48,14	35,04	39,22	57,49
Grupo Bambuí, unidade terrígena	285,34	57,07	10,33	16,78	20,44	26,87	18,72	21,78	31,97	18,10	29,40	35,82	47,09	32,81	38,16	56,03
Grupo Brotas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	428,84	690,20	1365,48	1053,00	1027,87	697,82	1418,54
Grupo Coruripe	0,86	0,17	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	10,22	19,42	22,25	25,57	20,96	21,93	28,82
Grupo Estância, unidade carbonática	2,52	0,50	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	5,40	3,84	6,57	5,09	5,20	3,66	6,57
Grupo Igreja Nova - Perucaba Indiscriminados	0,70	0,14	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	6,18	11,89	13,64	15,73	12,84	13,47	17,75
Grupo Ilhas	0,24	0,05	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	7,30	9,44	17,13	13,50	13,30	9,38	17,72



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Aquífero	Recarga média anual (m <sup>3</sup> /s)	Vazão explotável (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de retirada (m <sup>3</sup> /s)							Vazão de retirada / Vazão explotável (%)						
			Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Grupo Mata do Corda	7,20	1,44	0,19	0,32	0,38	0,53	0,35	0,43	0,63	12,98	22,09	26,52	36,75	24,27	29,97	43,48
Grupo Paranoá, unidade terrígena	1,74	0,35	0,10	0,48	0,62	0,82	0,55	0,62	1,02	28,40	138,22	176,94	233,73	157,61	176,95	291,41
Grupo Serra Grande	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grupo Urucuia	740,82	148,16	2,68	3,97	5,50	5,75	4,85	4,30	7,74	1,81	2,68	3,71	3,88	3,27	2,90	5,23
Total	1.827,89	365,58	31,62	44,51	62,09	68,20	51,38	54,78	87,22							

### 5.3. Síntese do Balanço

O **Quadro 25** apresenta a **síntese do balanço de águas superficiais realizado com base na razão** entre a demanda para usos consuntivos em cada sub-bacia e o respectivo valor de  $Q_{95}$ . As sub-bacias JEQUITAI 01 (Rio Jequitai), PARACATU 02 (Rio Paracatu), PACUI 01 (Rio Pacuí), CORRENTE 01 (Rio Corrente), GRANDE SF 02 (Médio e Baixo Rio Grande) e MOXOTO 01 (Rio Moxotó) têm um agravamento do seu estado em todos os cenários. Há cenários que levam a uma melhoria do estado (de muito crítico para crítico) em algumas sub-bacias, o que se deve a uma redução da demanda da agropecuária:

- SALITRE 01 (Rio Salitre) para A2025 e A e B2035;
- S FRANC 05 (Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro) para todos os cenários;
- SFRANC 07 (Rios Verde e Jacaré) para A2035;
- SFRANC 06 (Margem esquerda do Lago de Sobradinho) para A2035 e B2035;
- BRIGIDA 01 (Rio Brígida) para 2025 e A2035;
- PAJEU 01 (Rio Pajeú) para todos os cenários.

**Quadro 25 – Síntese do balanço de águas superficiais (razão demanda /  $Q_{95}$ ).**

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
S FRANC 01	Afluentes Mineiro do Alto SF	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo
PARASF 01	Rio Pará	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho
PARAOPEBA 01	Rio Paraopeba	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
S FRANC 02 M	Entorno da Represa de Três Marias	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
S FRANC 02 J	Ribeirão dos Tiros	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
VELHAS 01	Rio das Velhas	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
SFRANC 03	Rio de Janeiro e Formoso	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
JEQUITAI 01	Rio Jequitai	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Vermelho	Vermelho
PARACATU 01	Alto Rio Preto	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
PARACATU 02	Rio Paracatu	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho	Vermelho
PACUI 01	Rio Pacuí	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
URUCUIA 01	Rio Urucuia	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
VERDE GR 01	Rio Verde Grande	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
CARINHANHA 01	Rio Carinhanha	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável
CORRENTE 01	Rio Corrente	Confortável	Preocupante	Preocupante	Preocupante	Preocupante	Preocupante	Preocupante
GRANDE SF 01	Alto Rio Grande	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
GRANDE SF 02	Médio e Baixo Rio Grande	Confortável	Preocupante	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 07	Rios Verde e Jacaré	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
SALITRE 01	Rio Salitre	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
PONTAL 01	Rio Pontal	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
GARÇAS 01	Rio Garças	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
CURACA 01	Rio Curaçá	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
BRÍGIDA 01	Rio Brígida	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
TERRA NOVA 01	Rio Terra Nova	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
MACURURE 01	Rio Macururé	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
PAJEU 01	Rio Pajeú	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
MOXOTO 01	Rio Moxotó	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
CURITUBA 01	Rio Curituba	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 08	Riacho Seco	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 09	Alto Rio Ipanema	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 10	Baixo Ipanema e Baixo SF	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
S FRANC 11	Baixo São Francisco em Sergipe	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica

Código de cores para as faixas de classificação do balanço:

Excelente
Confortável
Preocupante
Crítica
Mto Crítica



Da Figura 22 à Figura 27 representa-se o balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2025 e 2035, para os três cenários.

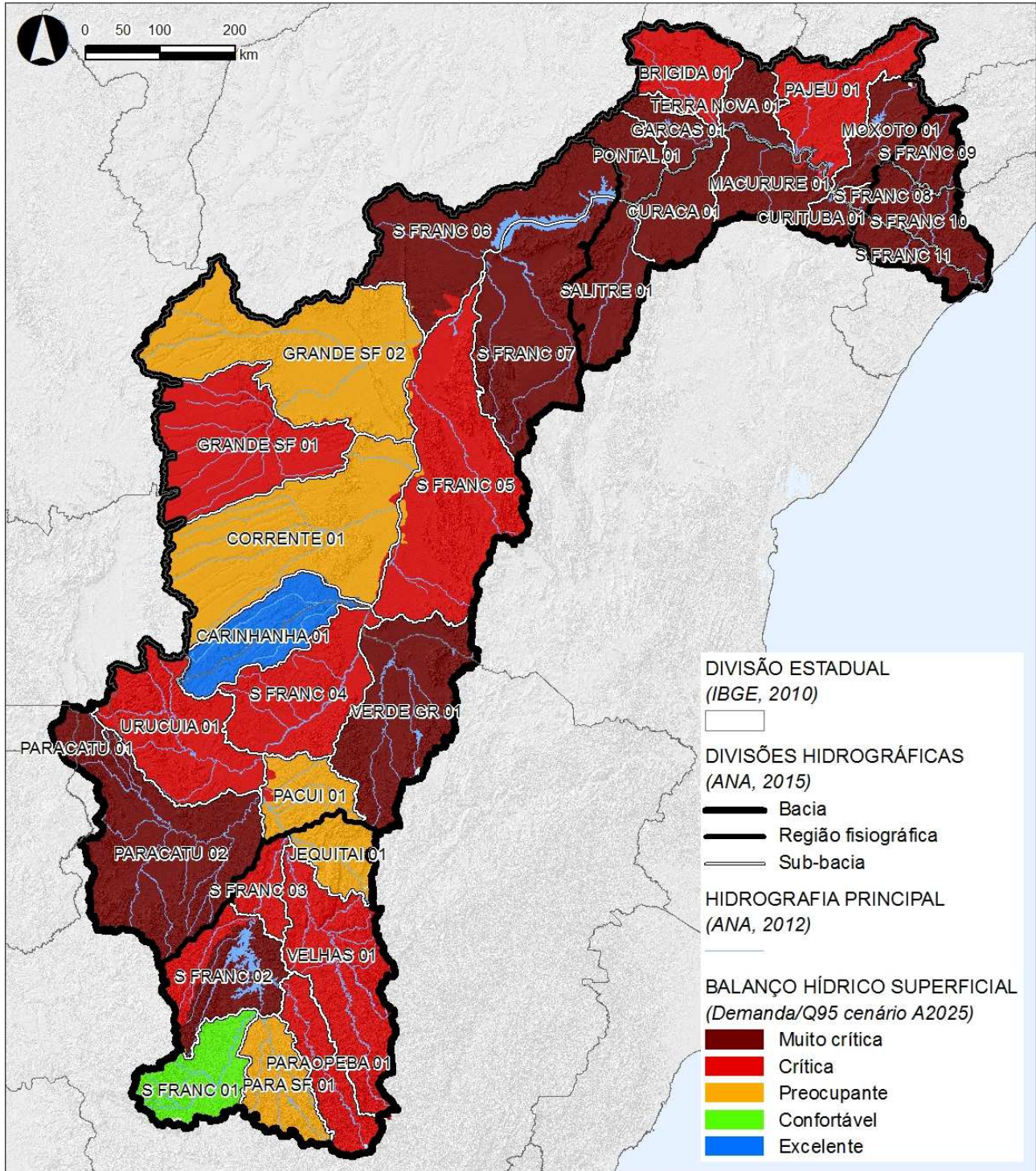


Figura 22 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2025, no Cenário A (Mapa 1 do Volume 2, reduzido).

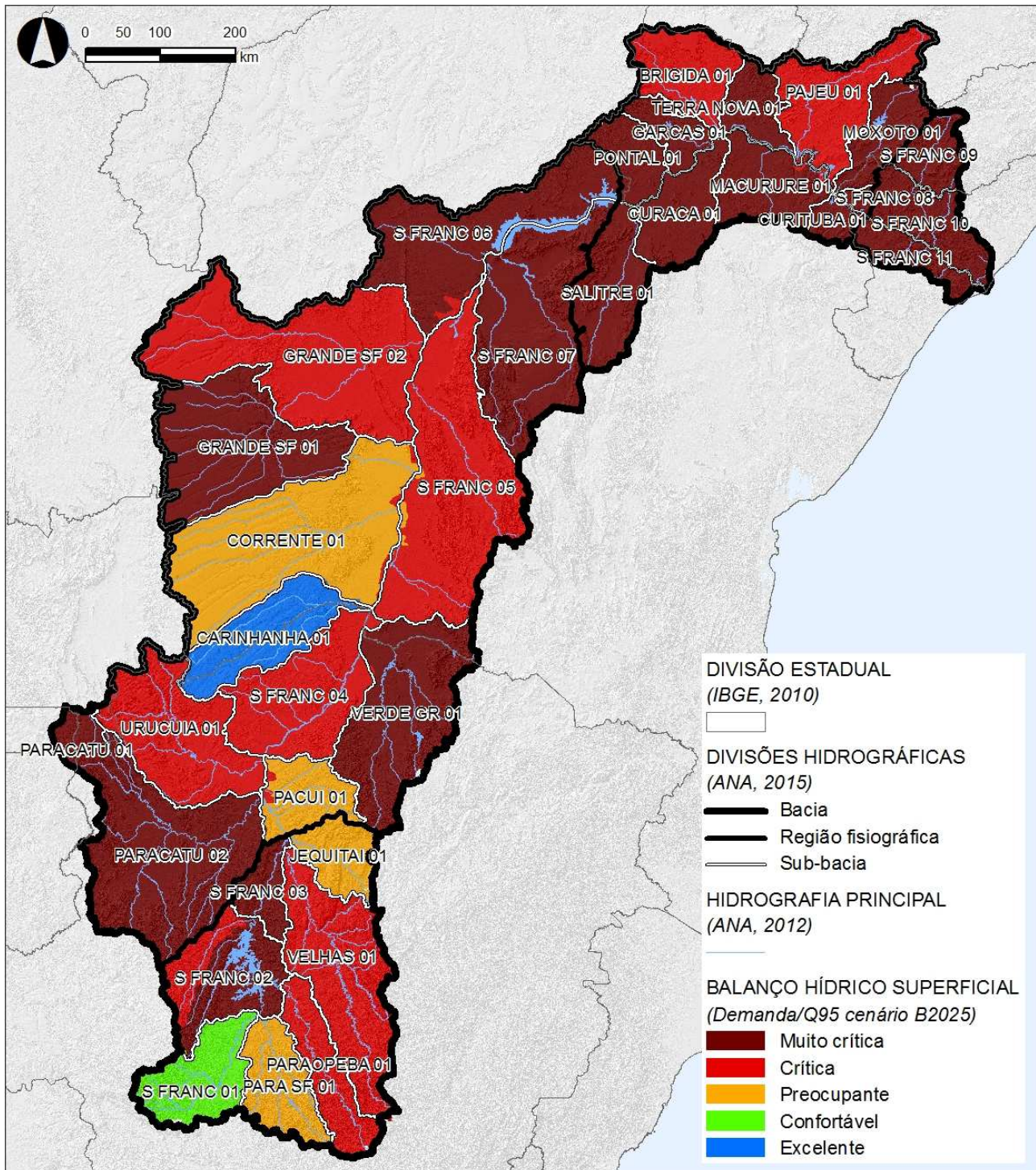


Figura 23 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2025, no Cenário B (Mapa 2 do Volume 2, reduzido).

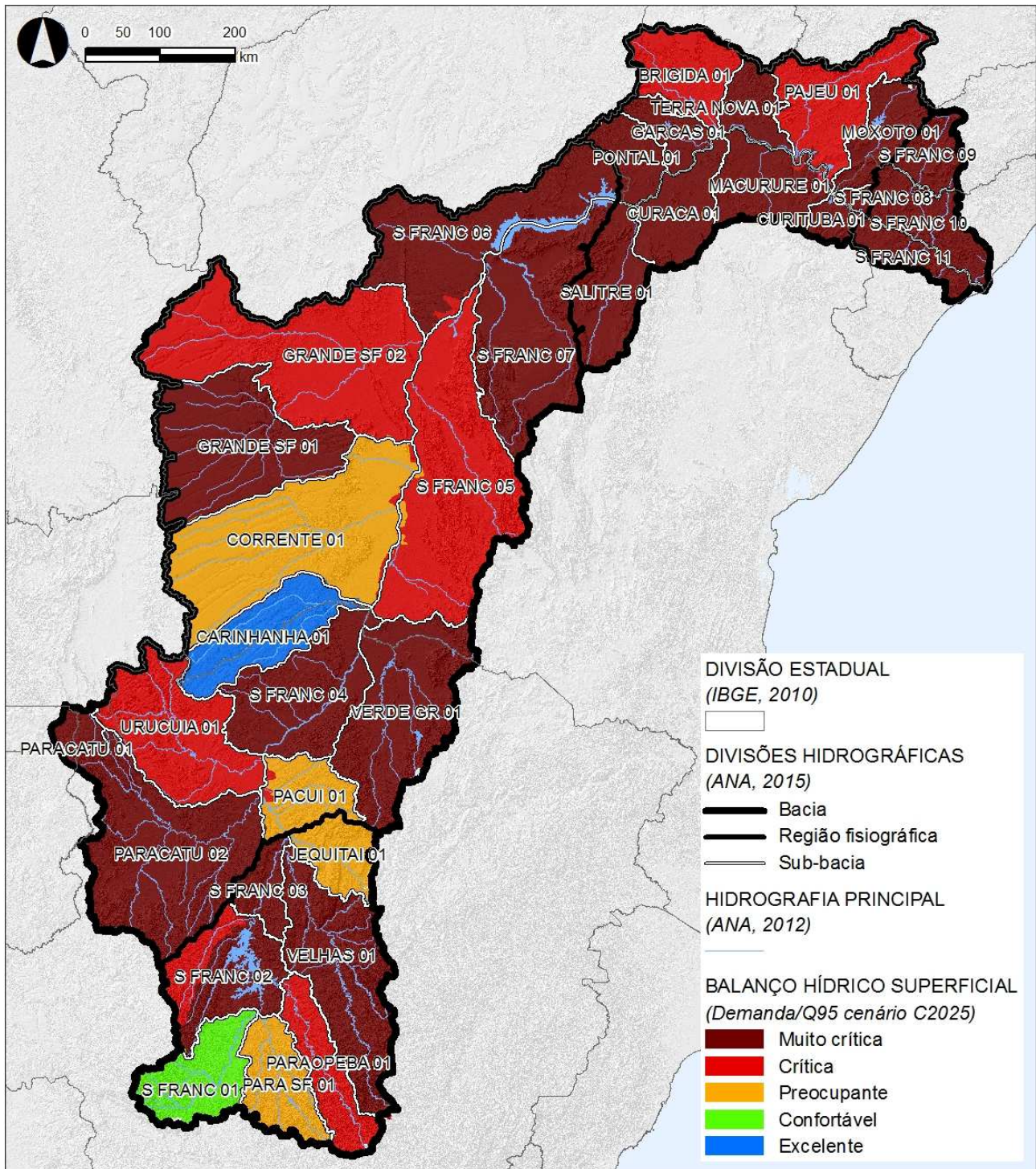


Figura 24 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/Q<sub>95</sub>), em 2025, no Cenário C (Mapa 3 do Volume 2, reduzido).

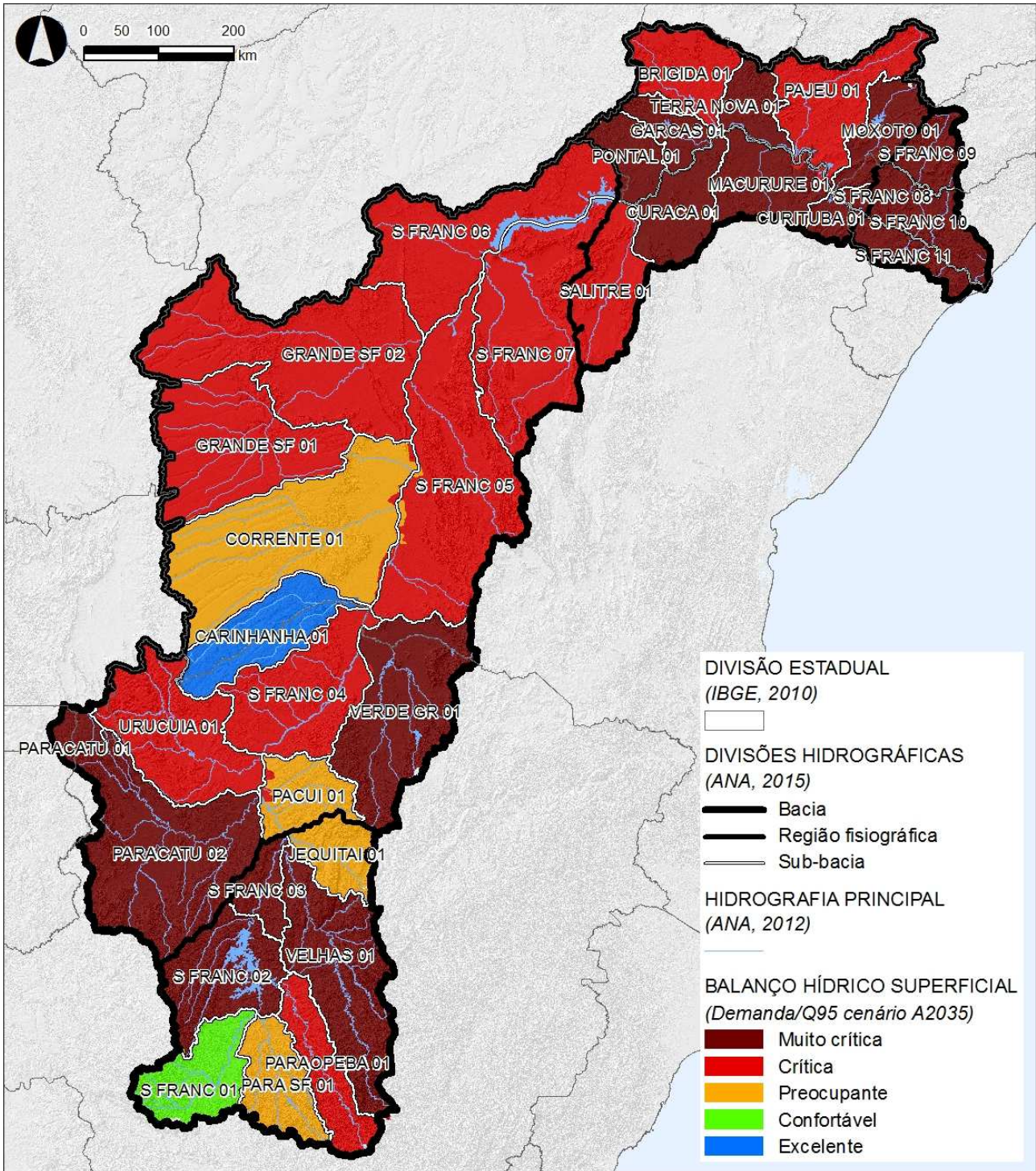


Figura 25 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/Q<sub>95</sub>), em 2035, no Cenário A (Mapa 4 do Volume 2, reduzido).

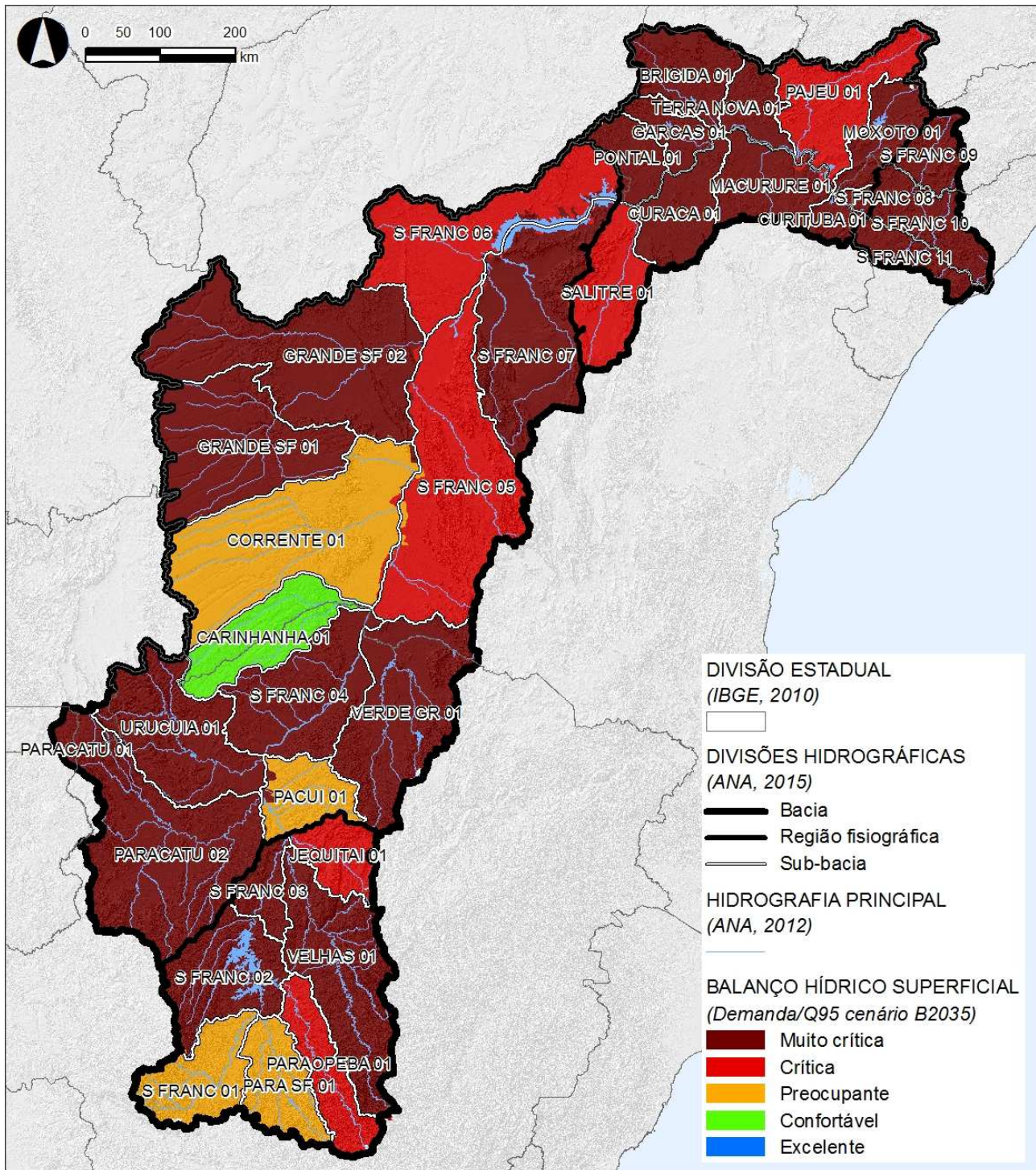


Figura 26 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/ $Q_{95}$ ), em 2035, no Cenário B (Mapa 5 do Volume 2, reduzido).

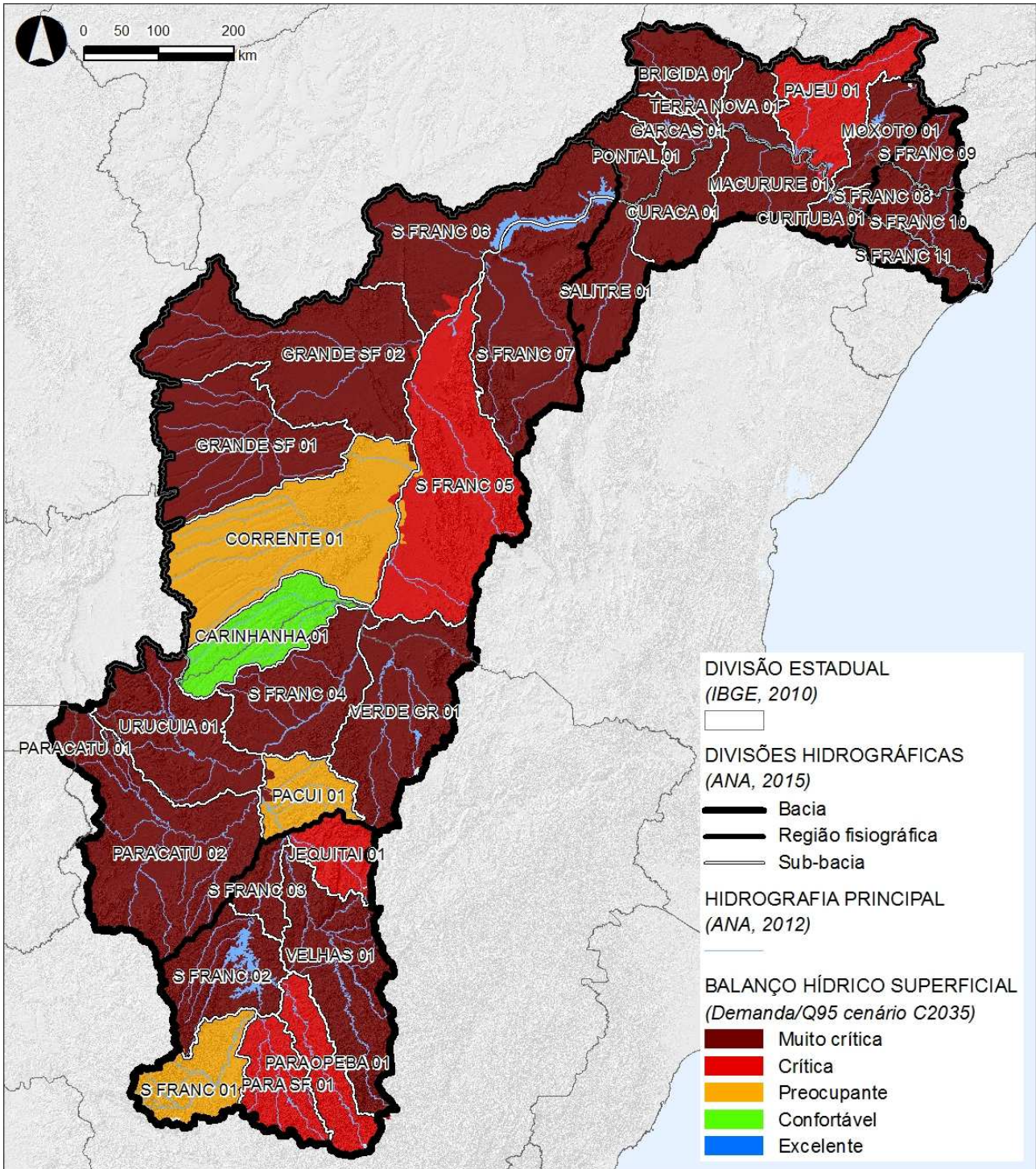


Figura 27 – Balanço hídrico superficial (razão demanda/Q<sub>95</sub>), em 2035, no Cenário C (Mapa 6 do Volume 2, reduzido).

O **Quadro 26 e seguintes** apresentam os resultados do ACQUANET para os **diferentes usos**. Adotando a política de prioridades de gestão de água descrita anteriormente, os recursos disponíveis são adequados para satisfazer os usos de abastecimento urbano e rural, com exceção das sub-bacias VERDE GR 01 (Rio Verde Grande), SFRANC05 (Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro), SFRANC 07 (Rios Verde e Jacaré), SFRANC 06 (Margem esquerda do Lago de Sobradinho), PONTAL01 (Rio Pontal), CURACA 01 (Rio Curaçá), CURITUBA 01 (Rio Curitiba), SFRANC09 (Alto Rio Ipanema) e SFRANC10 (Baixo Ipanema e Baixo SF) classificadas como críticas e muito críticas em todos os cenários. Dado o nível de prioridade associado a este uso, o grau de não atendimento na satisfação das necessidades mantém-se sensivelmente constante no futuro, havendo uma sub-bacia onde poderá até melhorar ligeiramente (SFRANC 09, de muito crítica para crítica em todos os cenários).

**Quadro 26 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) –  
abastecimento urbano e rural.**

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC01	Afluentes Mineiro do Alto SF	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARASF01	Rio Pará	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARAOPEBA01	Rio Paraopeba	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC02MONT	Entorno da Represa de Três Marias-M	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC02JUS	Ribeirão de Tiros	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
VELHAS01	Rio das Velhas	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC03	Rio de Janeiro e Formoso	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
JEQUITAI01	Rio Jequitaiá	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARACATU01	Alto Rio Preto	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARACATU02	Rio Paracatu	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PACUI01	Rio Pacuí	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
URUCUIA01	Rio Urucuia	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
VERDEGR01	Rio Verde	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
	Grande							
SFRANC04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CARINHANHA01	Rio Carinhanha	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CORRENTE01	Rio Corrente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
GRANDESF01	Alto Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
GRANDESF02	Médio e Baixo Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC07	Rios Verde e Jacaré	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
SFRANC06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SALITRE01	Rio Salitre	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PONTAL01	Rio Pontal	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
GARÇAS01	Rio Garças	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CURACA01	Rio Curaçá	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
BRÍGIDA01	Rio Brígida	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
TERRANOVA01	Rio Terra Nova	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
MACURURE01	Rio Macururé	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PAJEU01	Rio Pajeú	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
MOXOTO01	Rio Moxotó	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CURITUBA01	Rio Curituba	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
SFRANC08	Riacho Seco	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC09	Alto Rio Ipanema	Muito Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico
SFRANC10	Baixo Ipanema e Baixo SF	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC11	Baixo São Francisco em Sergipe	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente



As mesmas sub-bacias identificadas em cima apresentam também falhas no abastecimento para usos industriais, estando já numa situação crítica e muito crítica. A sub-bacia GARÇAS 01 (Rio Garças) tem um agravamento da sua situação nos cenários em 2035 de excelente para confortável, preocupante e crítica.

**Quadro 27 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – Indústria.**

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC01	Afluentes Mineiro do Alto SF	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARASF01	Rio Pará	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARAOPEBA01	Rio Paraopeba	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC02MONT	Entorno da Represa de Três Marias-M	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC02JUS	Entorno da Represa de Três Marias-J	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
VELHAS01	Rio das Velhas	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC03	Rio de Janeiro e Formoso	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
JEQUITAI01	Rio Jequitai	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARACATU01	Alto Rio Preto	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARACATU02	Rio Paracatu	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PACUI01	Rio Pacuí	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
URUCUIA01	Rio Uruçuaia	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
VERDEGR01	Rio Verde Grande	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CARINHANHA01	Rio Carinhanha	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CORRENTE01	Rio Corrente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
GRANDESF01	Alto Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
GRANDESF02	Médio e Baixo Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC07	Rios Verde e Jacaré	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SALITRE01	Rio Salitre	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PONTAL01	Rio Pontal	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
GARÇAS01	Rio Garças	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável	Preocupante	Crítico
CURACA01	Rio Curaçá	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
BRÍGIDA01	Rio Brígida	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
TERRANOVA01	Rio Terra Nova	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
MACURURE01	Rio Macururé	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PAJEU01	Rio Pajeú	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
MOXOTO01	Rio Moxotó	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CURITUBA01	Rio Curitiba	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC08	Riacho Seco	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC09	Alto Rio Ipanema	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC10	Baixo Ipanema e Baixo SF	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC11	Baixo São Francisco em Sergipe	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

No uso agropecuário, verifica-se que a situação atual se mantém ou tem tendência a piorar ligeiramente nos cenários futuros, exceto nas sub-bacias PARACATU 01 (Alto Rio Preto), S FRANC 06 (margem esquerda do Lago de Sobradinho), SALITRE 01 (Rio Salitre) e MACURURE 01 (Rio Macururé), onde poderá haver uma melhoria.

**Quadro 28 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) –  
Agropecuária.**

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC01	Afluentes Mineiros do Alto SF	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARASF01	Rio Pará	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARAOPEBA01	Rio Paraopeba	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Crítico
SFRANC02MONT	Entorno da Represa de Três Marias- M	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC02JUS	Entorno da Represa de Três Marias- J	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
VELHAS01	Rio das Velhas	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC03	Rio de Janeiro e Formoso	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
JEQUITAI01	Rio Jequitai	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante
PARACATU01	Alto Rio Preto	Crítico	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
PARACATU02	Rio Paracatu	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
PACUI01	Rio Pacuí	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
URUCUIA01	Rio Urucuia	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
VERDEGR01	Rio Verde Grande	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CARINHANHA01	Rio Carinhanha	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CORRENTE01	Rio Corrente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
GRANDES01	Alto Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável	Excelente	Excelente	Confortável
GRANDES02	Médio e Baixo Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC07	Rios Verde e Jacaré	Muito Crítico	Preocupante	Muito Crítico	Muito Crítico	Preocupante	Preocupante	Muito Crítico
SFRANC06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	Muito Crítico	Excelente	Confortável	Confortável	Preocupante	Excelente	Excelente
SALITRE01	Rio Salitre	Crítico	Excelente	Confortável	Preocupante	Excelente	Excelente	Excelente
PONTAL01	Rio Pontal	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
GARÇAS01	Rio Garças	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
CURACA01	Rio Curaçá	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
BRÍGIDA01	Rio Brígida	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Crítico
TERRANOVA01	Rio Terra Nova	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico
MACURURE01	Rio Macururé	Muito Crítico	Crítico	Muito Crítico	Preocupante	Confortável	Crítico	Crítico
PAJEU01	Rio Pajeú	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
MOXOTO01	Rio Moxotó	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Crítico
CURITUBA01	Rio Curituba	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC08	Riacho Seco	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
SFRANC09	Alto Rio Ipanema	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
SFRANC10	Baixo Ipanema e Baixo SF	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
SFRANC11	Baixo São Francisco em Sergipe	Preocupante	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico

No que diz respeito à energia, a situação de Três Marias é já muito crítica, tendência que se mantém nos cenários futuros. Nas outras usinas hidroelétricas, a situação tende a agravar-se, particularmente nos cenários C2025, B2035 e C2035.

#### Quadro 29 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – energia.

Reservatório	Situação do balanço						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Três Marias	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
Sobradinho	Excelente	Excelente	Crítico	Muito Crítico	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico
Itaparica	Excelente	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico
Moxotó	Excelente	Excelente	Crítico	Muito Crítico	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico
Paulo Afonso I, II, III	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico
Paulo Afonso IV	Excelente	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico
Xingó	Excelente	Excelente	Crítico	Muito Crítico	Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico

As transposições leste e norte para usos adicionais estão em situação muito crítica, assim como as mesmas transposições mas para abastecimento urbano e apenas em C2035.

### Quadro 30 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – transposição.

Reservatório	Situação do balanço						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
DESO	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PISF L ADIC		Excelente	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
PISF L URB		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico
PISF N ADIC		Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
PISF N URB		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico
PISF Oeste							Excelente

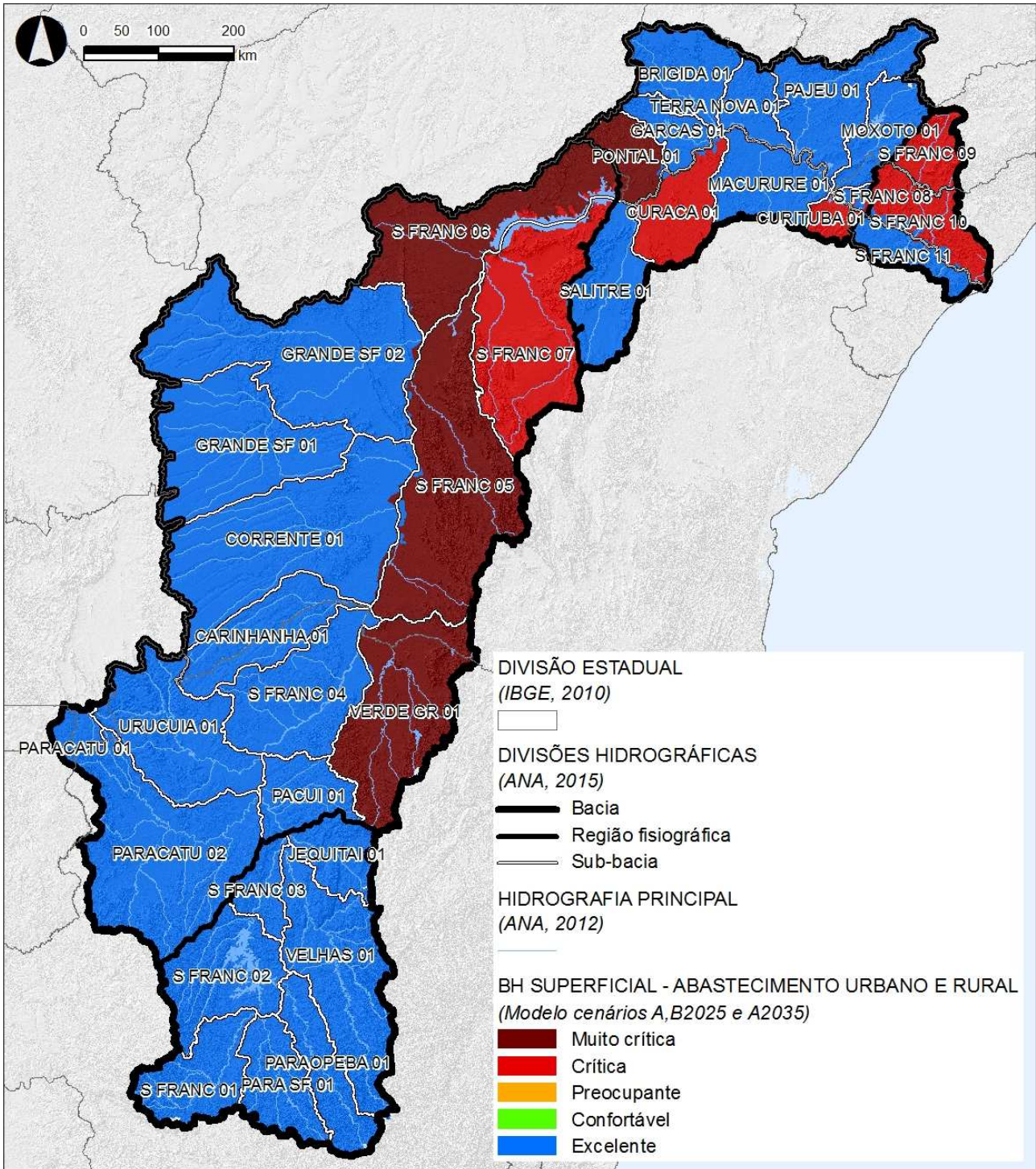
Finalmente, a expansão do perímetro irrigado de Jequitai está em situação muito crítica em todos os cenários, enquanto que o Canal do Xingó e a expansão dos perímetros irrigados do Sertão Alagoano e de Jacaré-Curituba estão nesta situação apenas em C2035.

Note-se que o cenário C prevê a expansão do perímetro de irrigação do Sertão Pernambucano, com uma demanda de 66,7 m<sup>3</sup>/s satisfeita por águas superficiais.

### Quadro 31 – Síntese do balanço de águas superficiais (ACQUANET) – grandes projetos de irrigação.

Reservatório	Situação do balanço						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Jequitai		Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico	Muito Crítico
Jaíba		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Baixio do Irecê		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Sertão Pernambucano				Excelente			Excelente
Pontal		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Salitre		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Canal do Xingó		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico
Sertão Alagoano		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico
Jacaré-Curituba		Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Muito Crítico

Da Figura 28 à Figura 40 representa-se o balanço hídrico superficial (ACQUANET), por sub-bacia, para os diferentes usos, para 2025 e 2035, e para os três cenários.



**Figura 28 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Abastecimento urbano e rural (cenários A e B2025 e cenário A2035).**

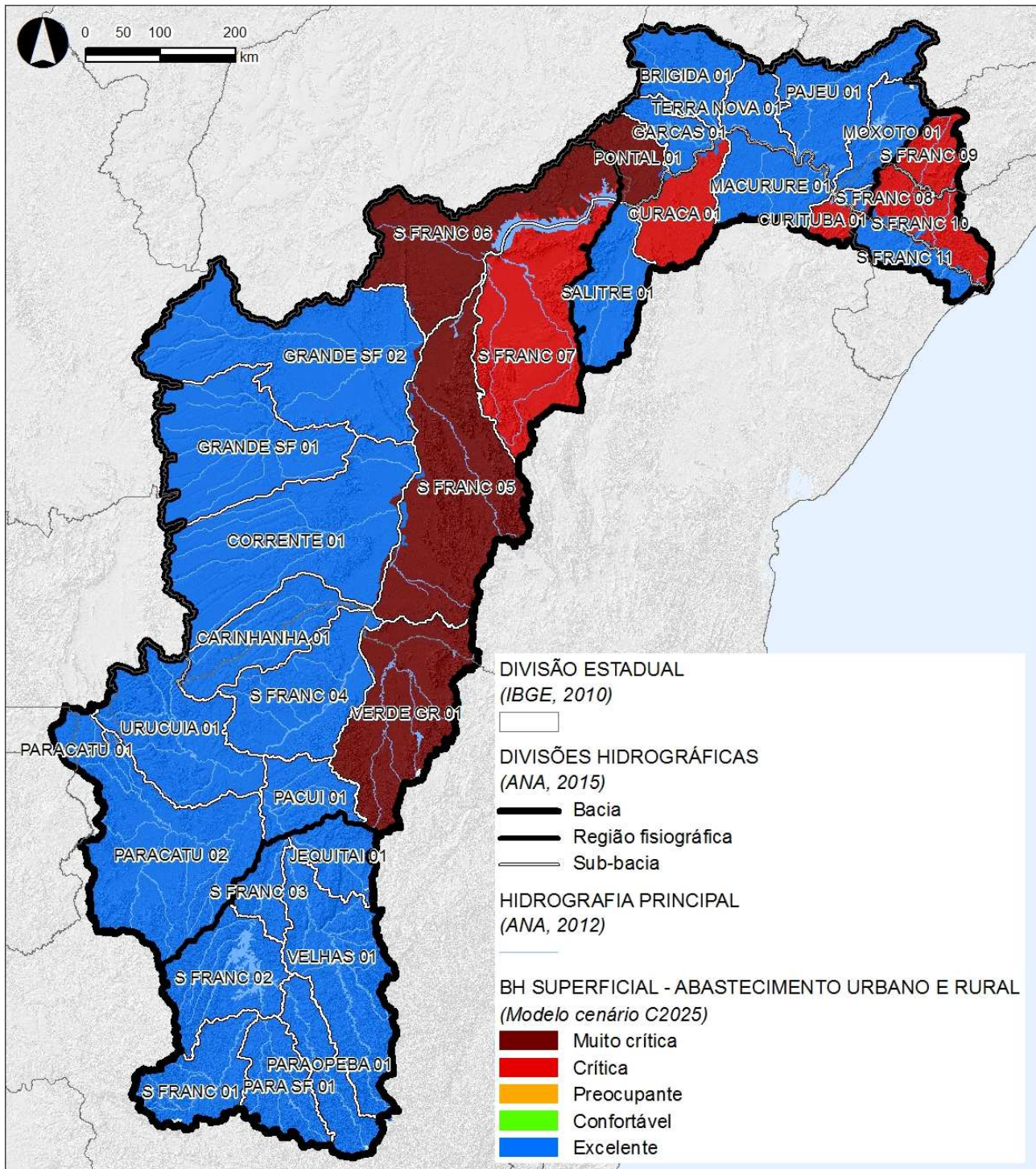


Figura 29 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Abastecimento urbano e rural (cenário C2025).



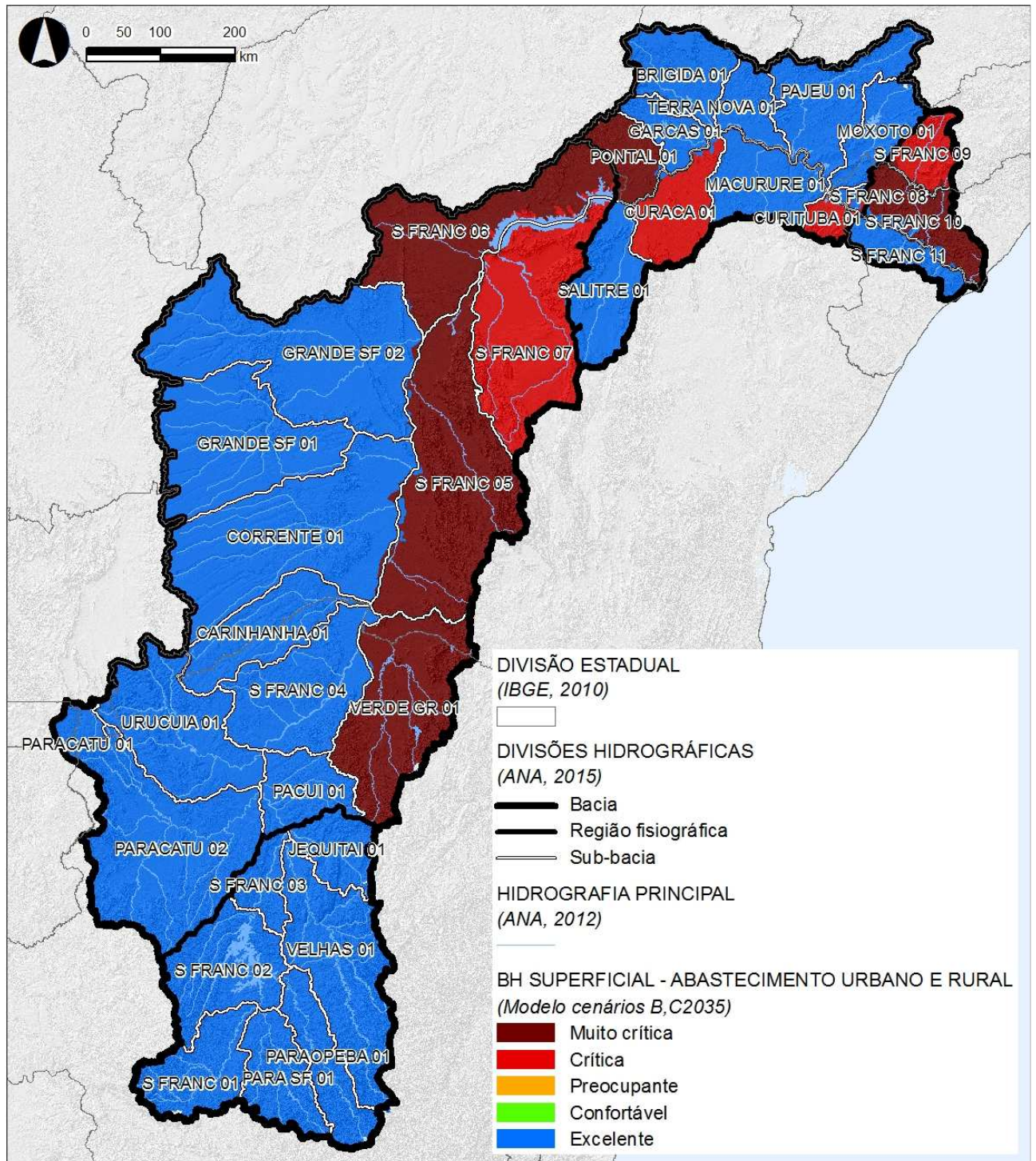


Figura 30 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Abastecimento urbano e rural (cenários B e C2035).

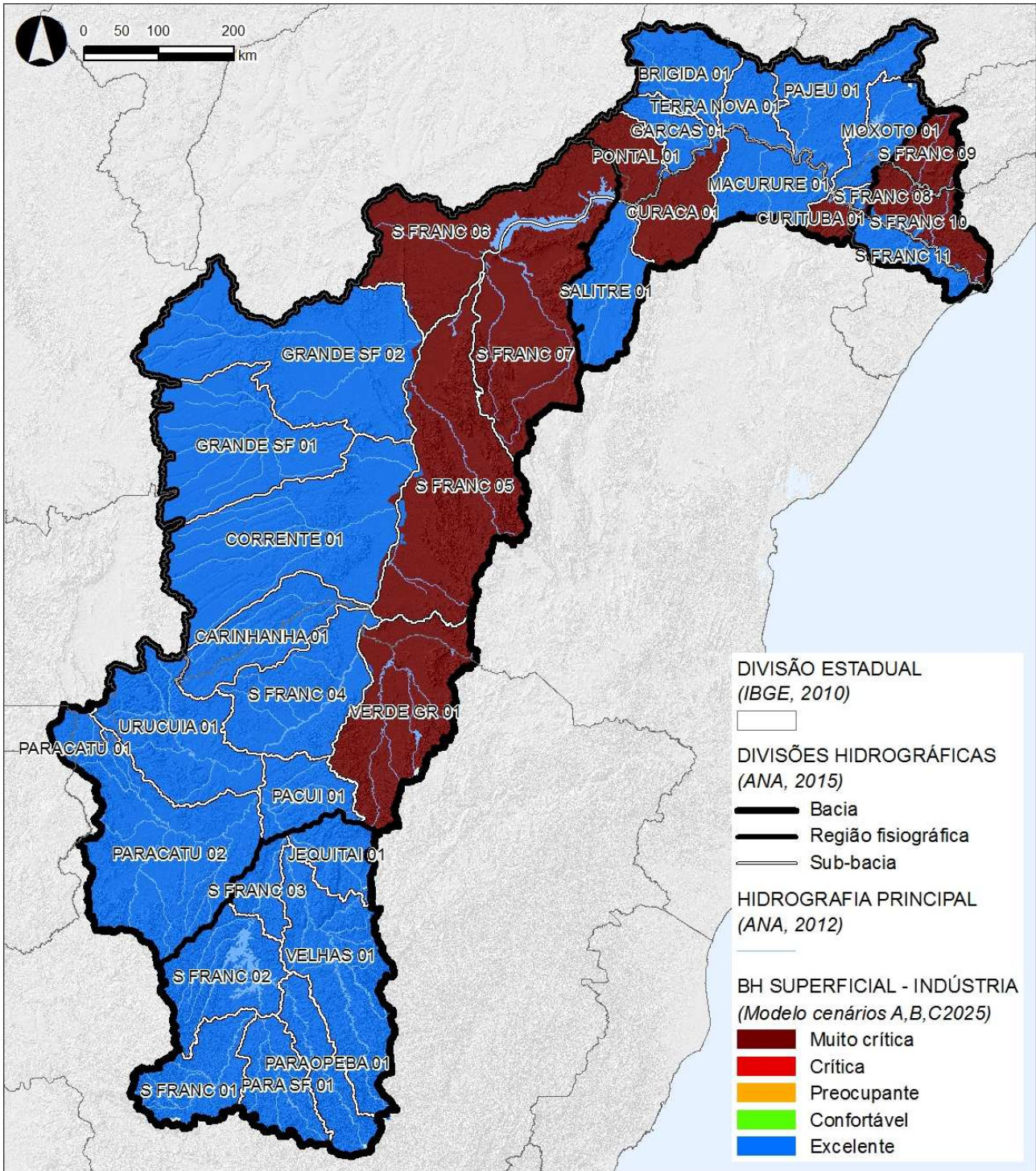


Figura 31 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenários A, B e C2025).

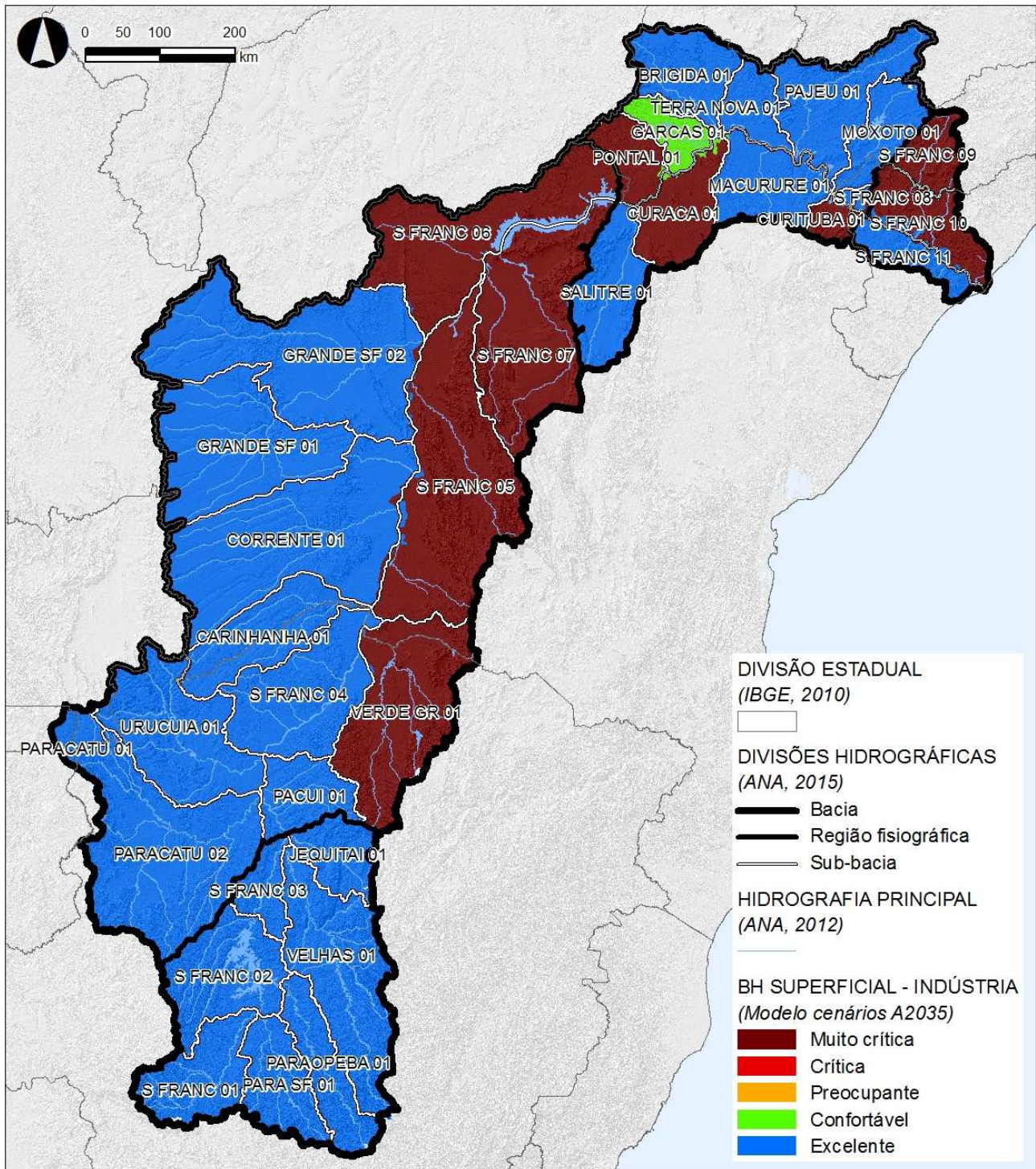


Figura 32 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenário A2035).

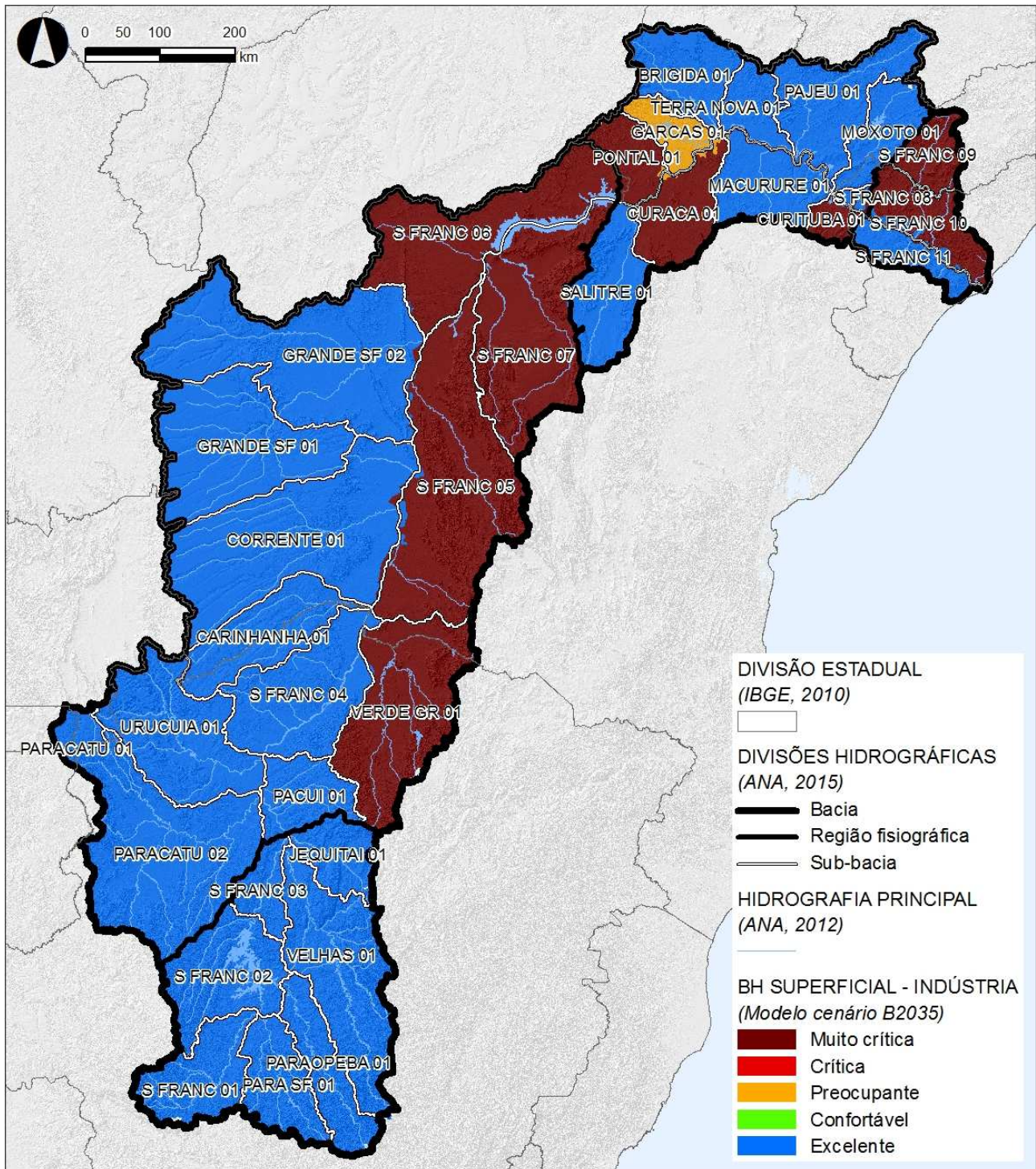


Figura 33 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenário B2035).

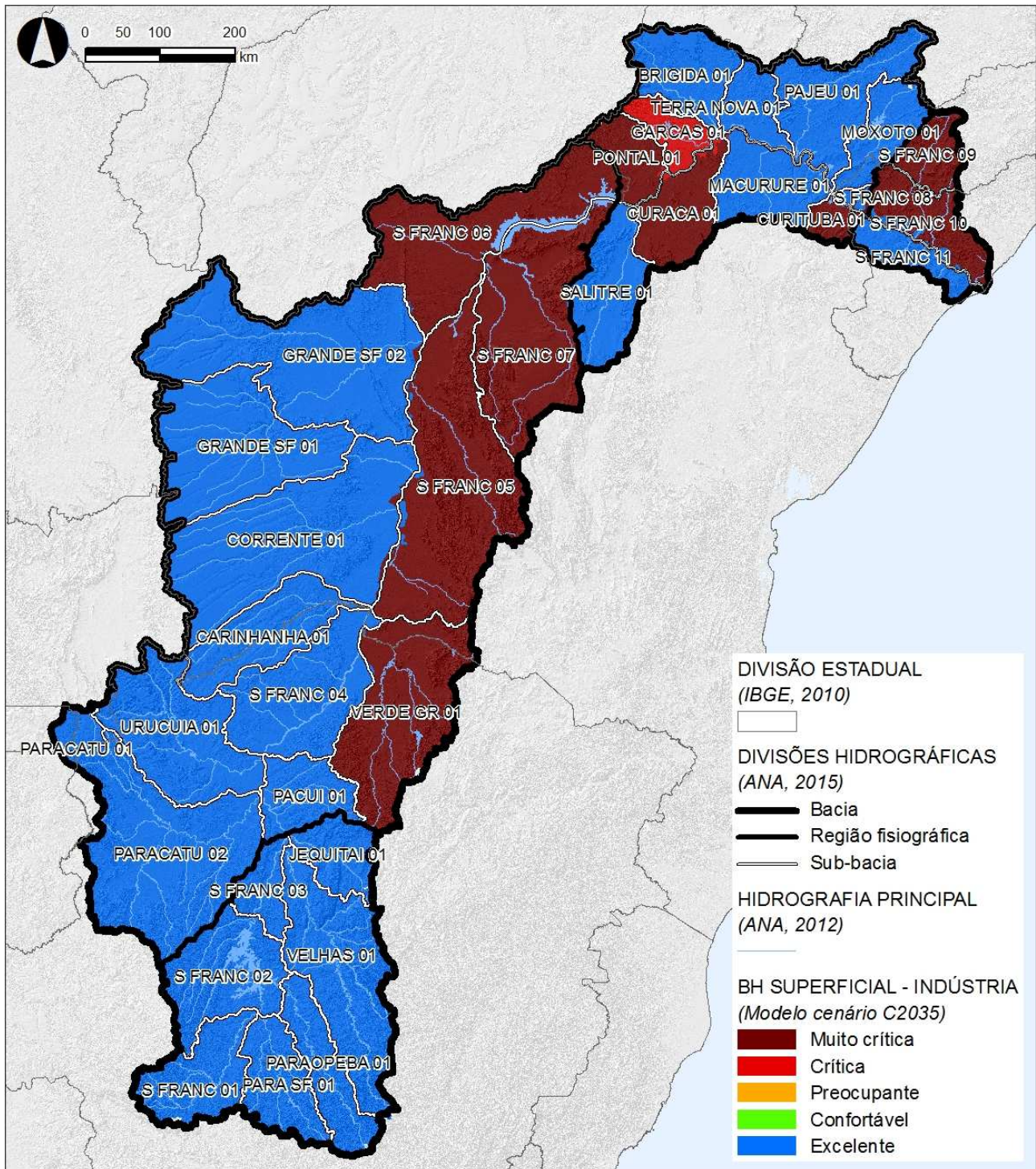


Figura 34 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Indústria (cenário C2035).

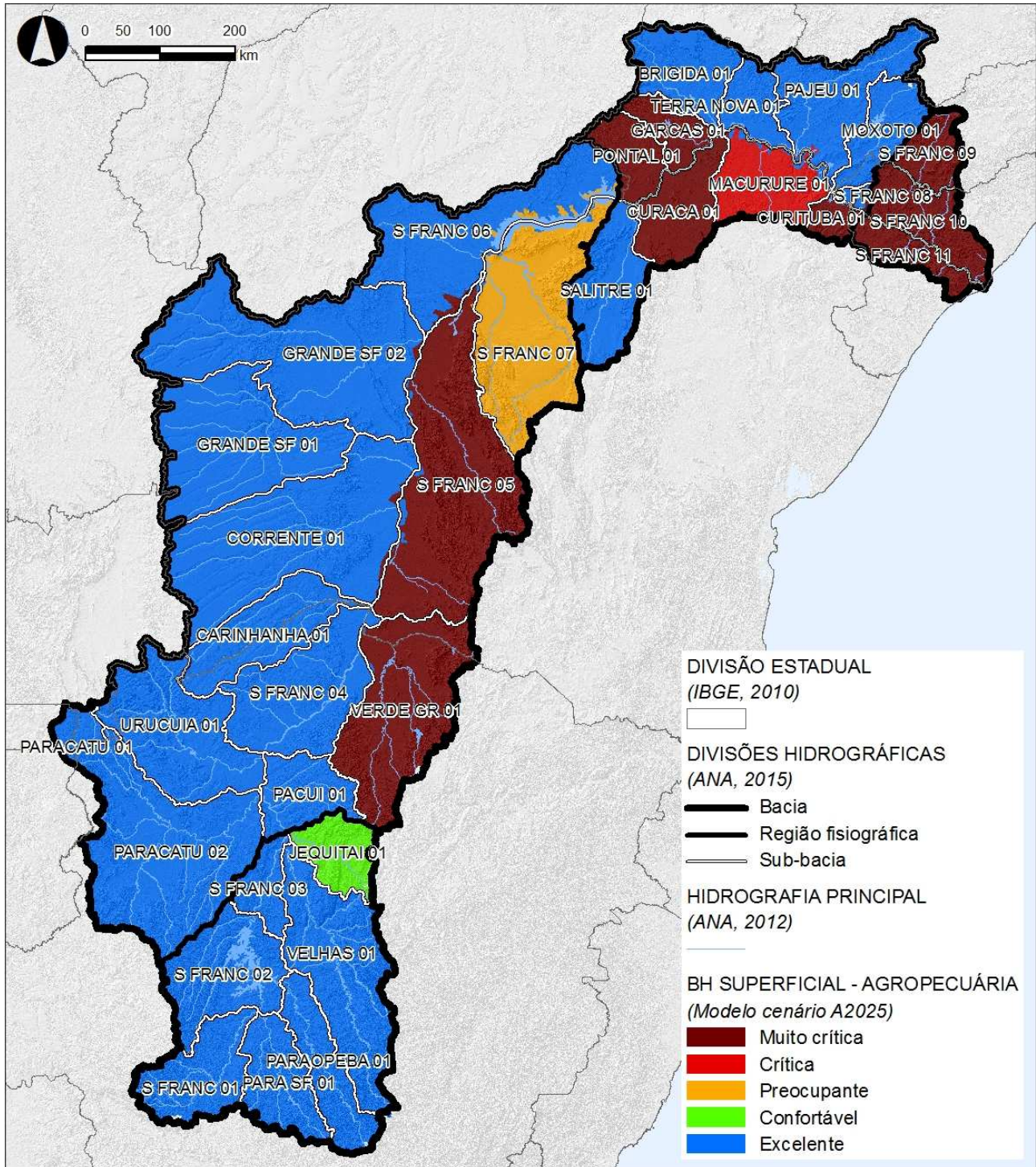


Figura 35 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário A2025).

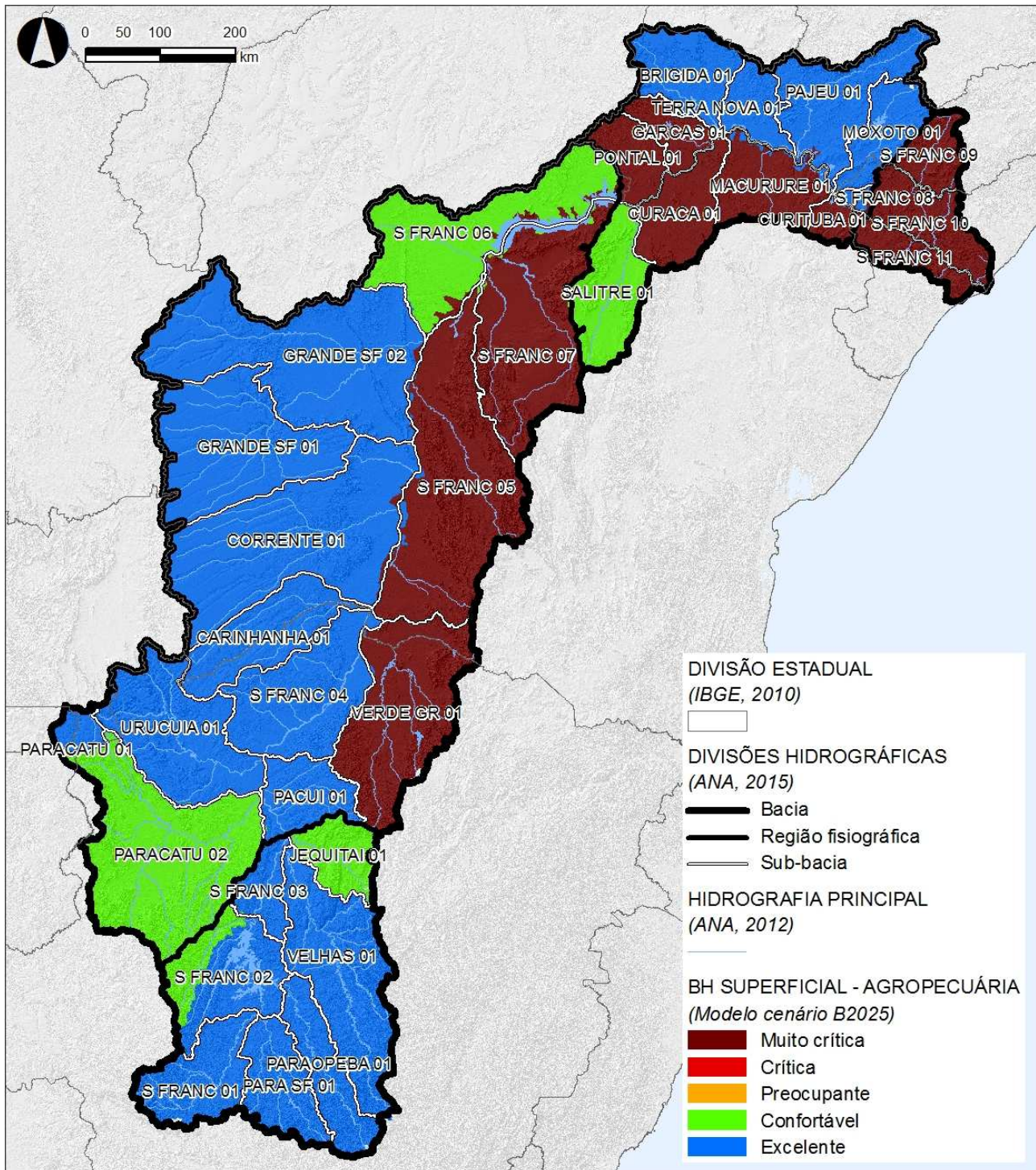


Figura 36 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário B2025).

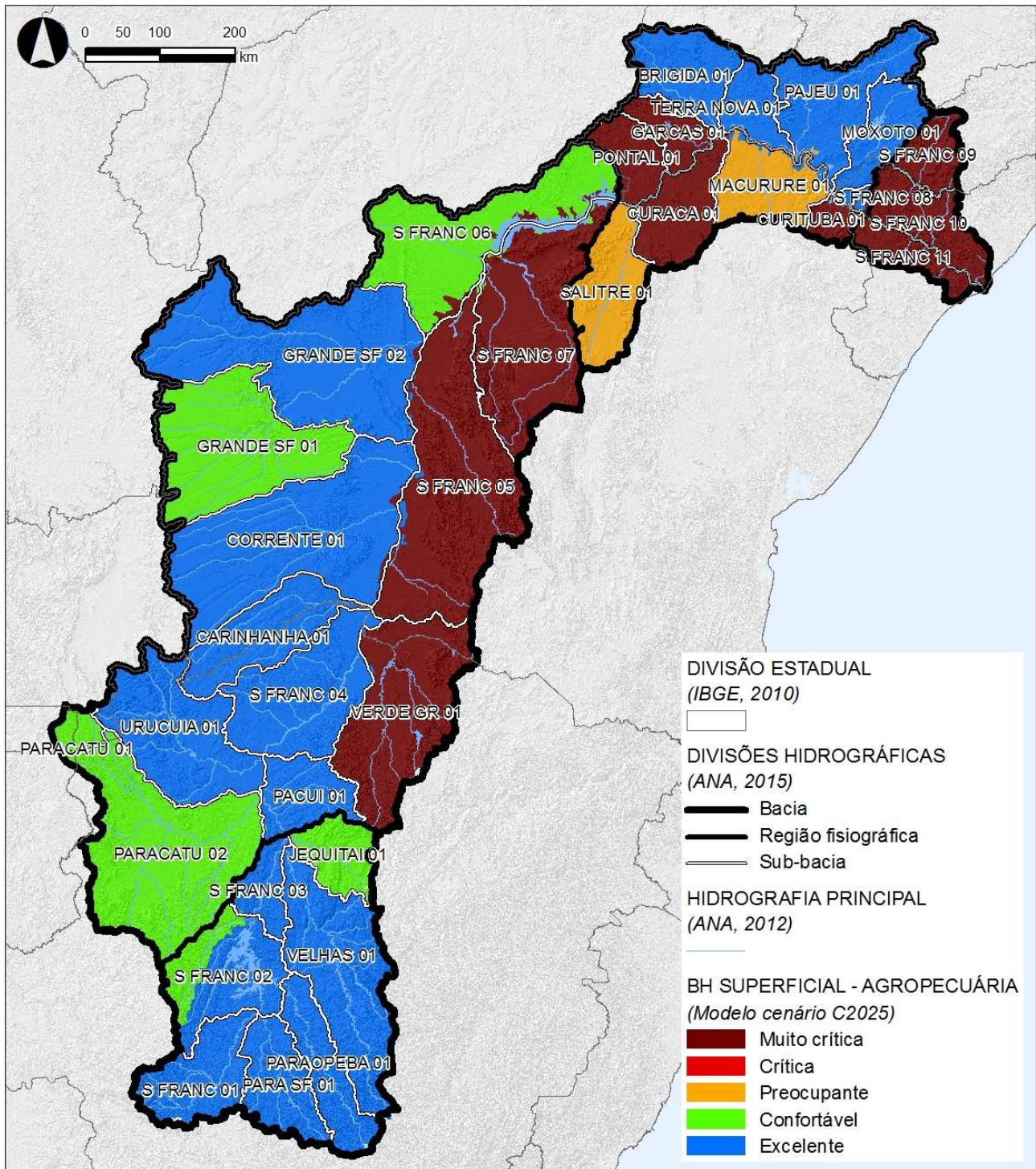


Figura 37 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário C2025).



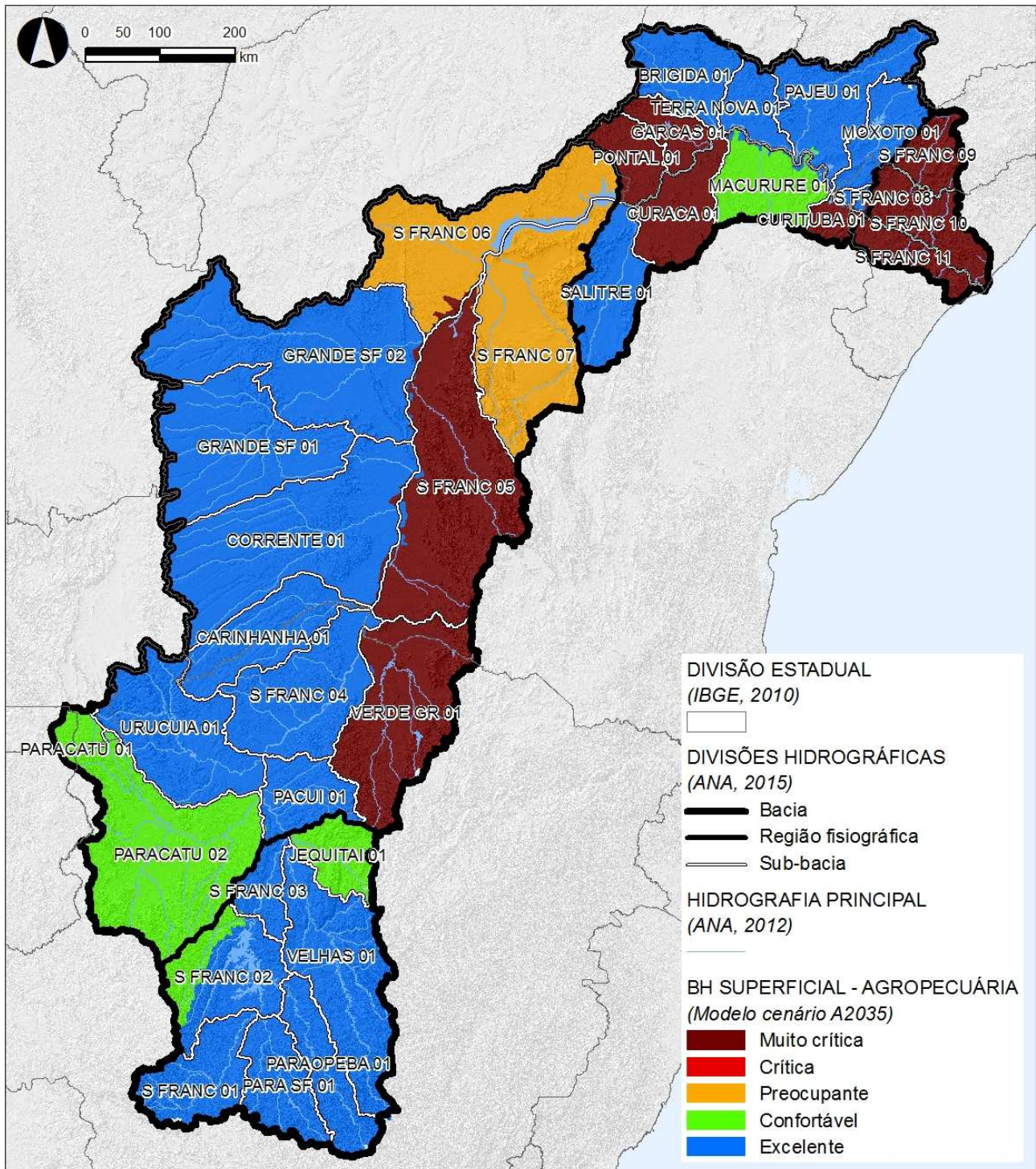


Figura 38 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário A2035).

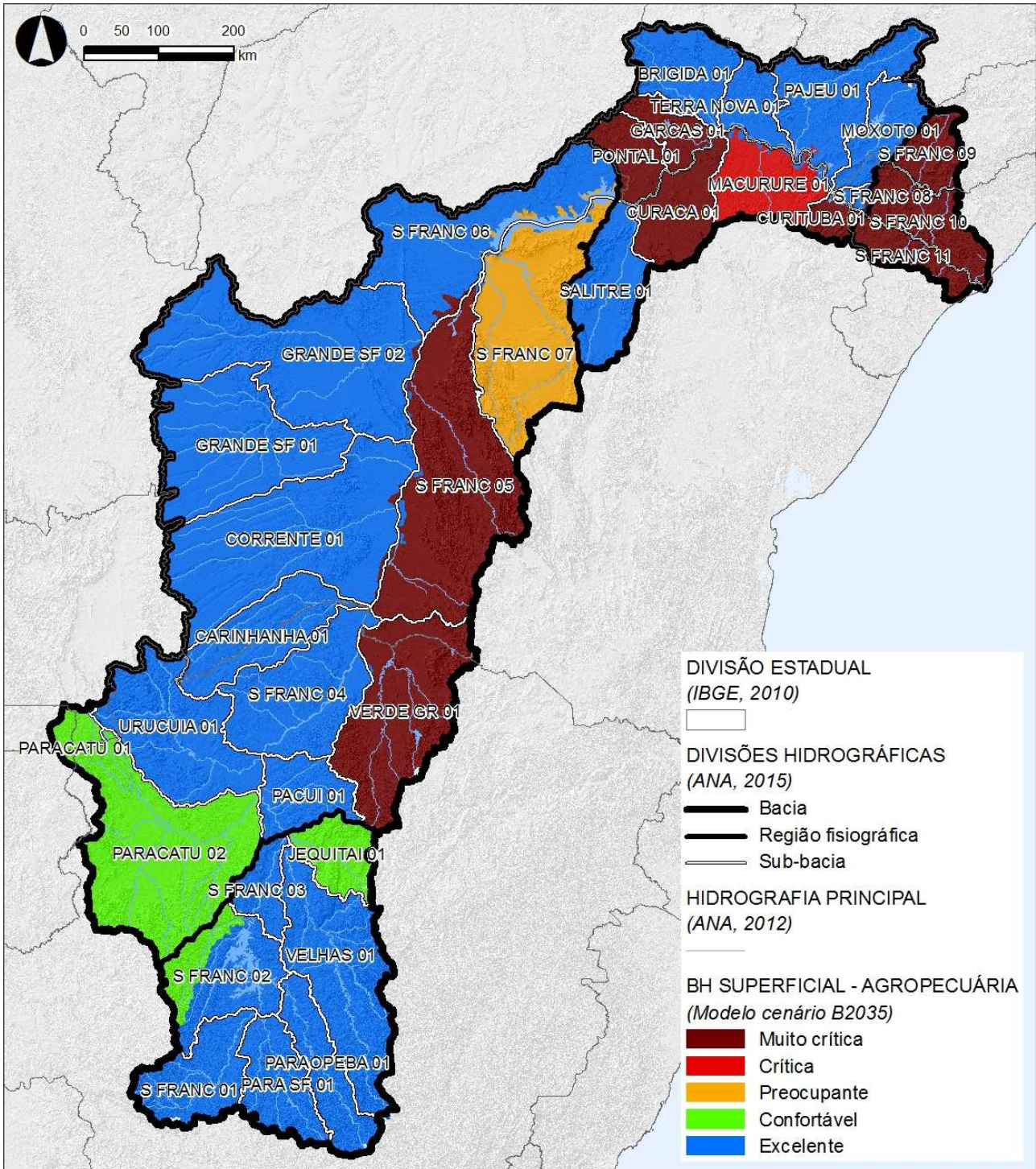


Figura 39 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário B2035).

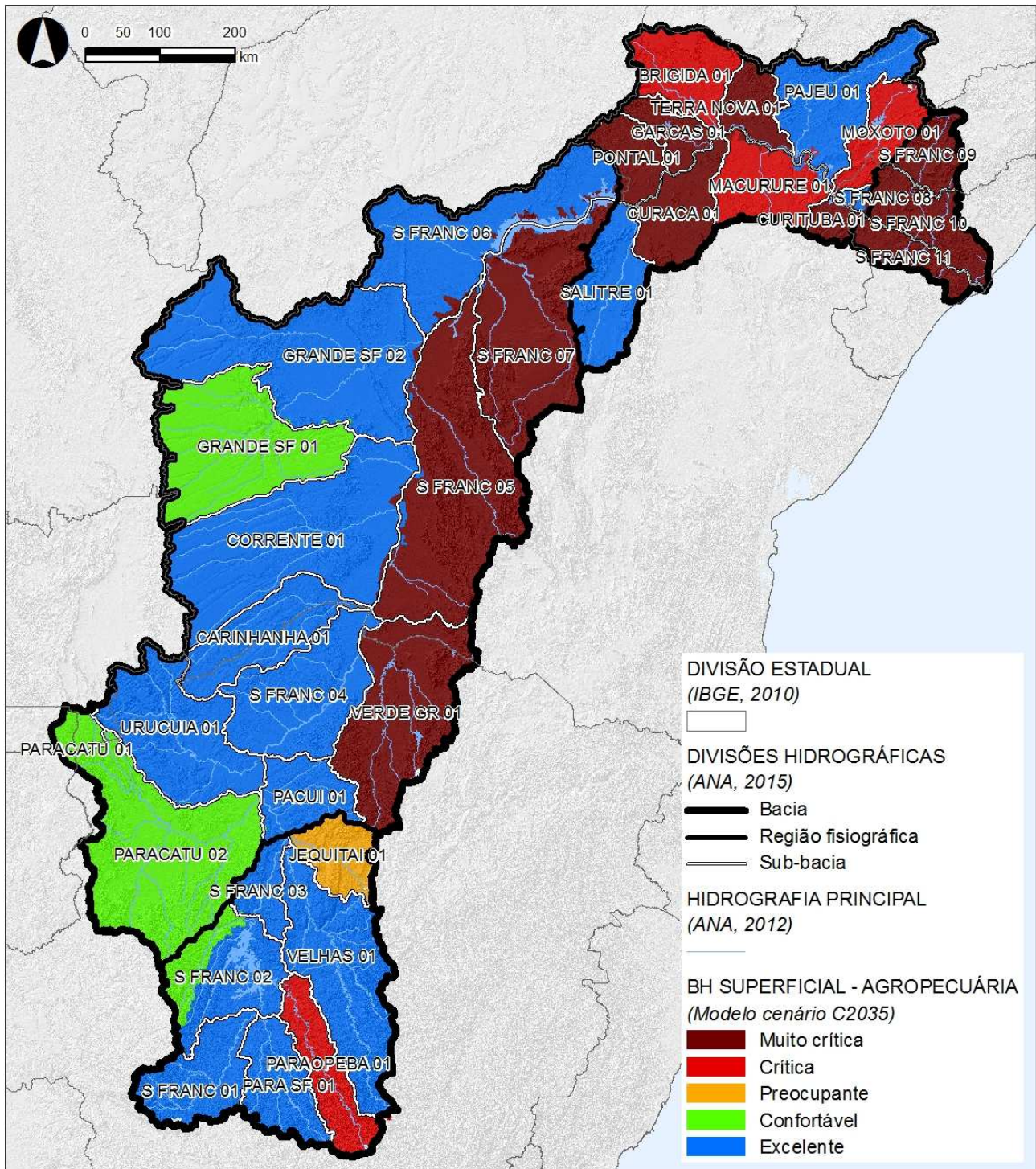


Figura 40 – Balanço hídrico superficial (ACQUANET) – Agropecuária (cenário C2035).

O **Quadro 32** e **Quadro 33** sintetizam o balanço de águas subterrâneas por sub-bacia e sistema aquífero, respectivamente. As sub-bacias PARA SF 01 (Rio Pará) e PARACATU 01 (Alto Rio Preto) passam para um estado crítico e muito crítico em todos os cenários, enquanto a sub-bacia VELHAS 01 (Rio das Velhas) passa a preocupante. A sub-bacia PARACATU 02 (Rio Paracatu) melhora o estado de confortável para excelente. O sistema aquífero Grupo Paraná, unidade terrigena passa de confortável a muito crítico.

**Quadro 32 – Síntese do balanço de águas subterrâneas por sub-bacia.**

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
BRIGIDA 01	Rio Brígida	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
CARINHANHA 01	Rio Carinhanha	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CORRENTE 01	Rio Corrente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
CURACA 01	Rio Curaçá	Confortável	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Excelente	Confortável
CURITUBA 01	Rio Curitiba	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
GARCAS 01	Rio Garças	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
GRANDE SF 01	Alto Rio Grande	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Excelente	Excelente	Confortável
GRANDE SF 02	Médio e Baixo Rio Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável	Excelente	Confortável	Confortável
JEQUITAI 01	Rio Jequitai	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
MACURURE 01	Rio Macururé	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
MOXOTO 01	Rio Moxotó	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Excelente	Confortável	Confortável
PACUI 01	Rio Pacuí	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável	Excelente	Confortável	Confortável
PAJEU 01	Rio Pajeú	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
PARA SF 01	Rio Pará	Confortável	Crítica	Crítica	Mto Crítica	Crítica	Crítica	Mto Crítica
PARACATU 01	Alto Rio Preto	Preocupante	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
PARACATU 02	Rio Paracatu	Confortável	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
PARAOPEBA 01	Rio Paraopeba	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante	Confortável	Confortável	Preocupante
PONTAL 01	Rio Pontal	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
S FRANC 01	Afluentes Mineiros do Alto SF	Confortável	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
S FRANC 02	Entorno da Represa de Três Marias	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
S FRANC 03	Rio de Janeiro e Formoso	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
S FRANC 04	Rios Pandeiros, Pardo e Manga	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
S FRANC 05	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
S FRANC 06	Margem esquerda do Lago de Sobradinho	Excelente	Excelente	Preocupante	Excelente	Excelente	Excelente	Preocupante
S FRANC 07	Rios Verde e Jacaré	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
S FRANC 08	Riacho Seco	Confortável	Confortável	Crítica	Preocupante	Preocupante	Confortável	Crítica
S FRANC 09	Alto Rio Ipanema	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
S FRANC 10	Baixo Ipanema e Baixo SF	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável

Código	Sub-bacia	Situação do balanço						
		Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
S FRANC 11	Baixo São Francisco em Sergipe	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
SALITRE 01	Rio Salitre	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
TERRA NOVA 01	Rio Terra Nova	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
URUCUIA 01	Rio Urucuaia	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
VELHAS 01	Rio das Velhas	Confortável	Preocupante	Preocupante	Crítica	Preocupante	Preocupante	Crítica
VERDE GR 01	Rio Verde Grande	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável

**Quadro 33 – Síntese do balanço de águas subterrâneas por sistema aquífero.**

Aquífero	Situação do balanço						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Complexo Marancó, unidade carbonática	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Complexo Santa Filomena, unidade carbonática	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Depósito Aluvionar	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Depósito Eólico	Excelente	Confortável	Confortável	Preocupante	Confortável	Confortável	Preocupante
Depósito Litorâneo	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável
Embasamento Fraturado Indiferenciado	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante
Formação Aliança	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante
Formação Barra Bonita, unidade carbonática	Confortável	Confortável	Preocupante	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante
Formação Barreiras	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável	Excelente	Excelente	Confortável
Formação Brejo Santo	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Formação Caatinga	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Cabeças	Excelente	Excelente	Confortável	Excelente	Excelente	Excelente	Confortável
Formação Candeias	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
Formação Candeias / Grupo Ilhas Indiscriminados	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Curitiba	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Formação Exu	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Gandarela	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Formação Inajá	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável

Aquífero	Situação do balanço						
	Atual	A2025	B2025	C2025	A2035	B2035	C2035
Formação Marizal	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Mauriti	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica	Crítica
Formação Missão Velha	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Formação Olhos D'água	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Penedo	Confortável	Confortável	Preocupante	Preocupante	Confortável	Confortável	Preocupante
Formação Pimenteiras	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Riachuelo	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Salitre	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
Formação Santa Brígida	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Formação Santana	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação São Sebastião	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Formação Sergi	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Formação Serraria	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
Formação Tacaratu	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Grupo Areado	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Grupo Bambuí, unidade carbonática	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante	Confortável	Confortável	Preocupante
Grupo Bambuí, unidade terrígena	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante	Confortável	Confortável	Preocupante
Grupo Brotas	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Grupo Coruripe	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
Grupo Estância, unidade carbonática	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Grupo Igreja Nova - Perucaba							
Indiscriminados	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável
Grupo Ilhas	Excelente	Excelente	Confortável	Confortável	Confortável	Excelente	Confortável
Grupo Mata do Corda	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Confortável	Preocupante
Grupo Paranoá, unidade terrígena	Confortável	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica	Mto Crítica
Grupo Serra Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Grupo Uruçuia	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Da Figura 41 à Figura 46 representa-se o balanço hídrico subterrâneo por sub-bacia (vazão de retirada/vazão explorável), em 2025 e 2035, para os três cenários.

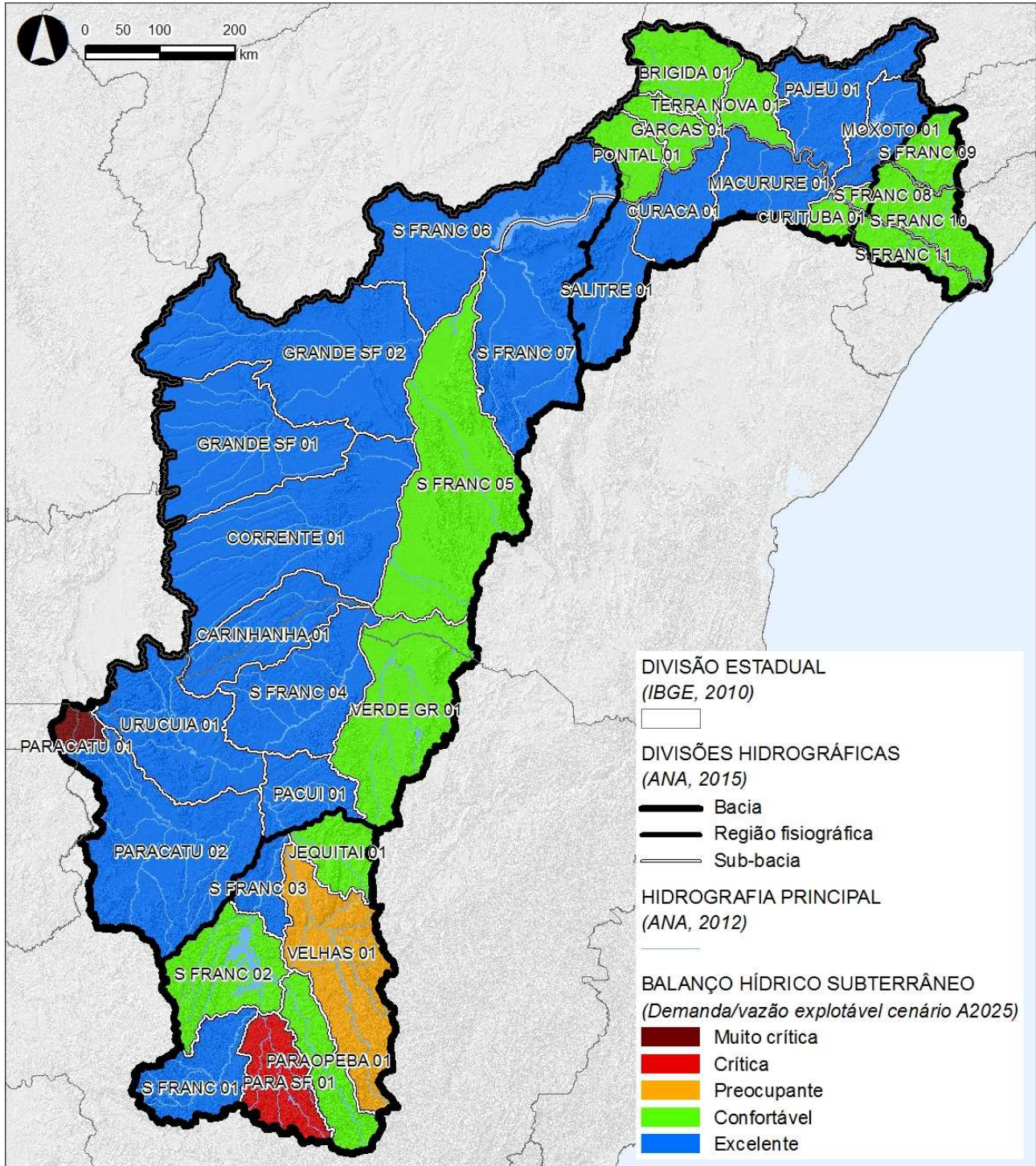


Figura 41 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explorável), por sub-bacia, em 2025, no Cenário A (Mapa 7 do Volume 2, reduzido).



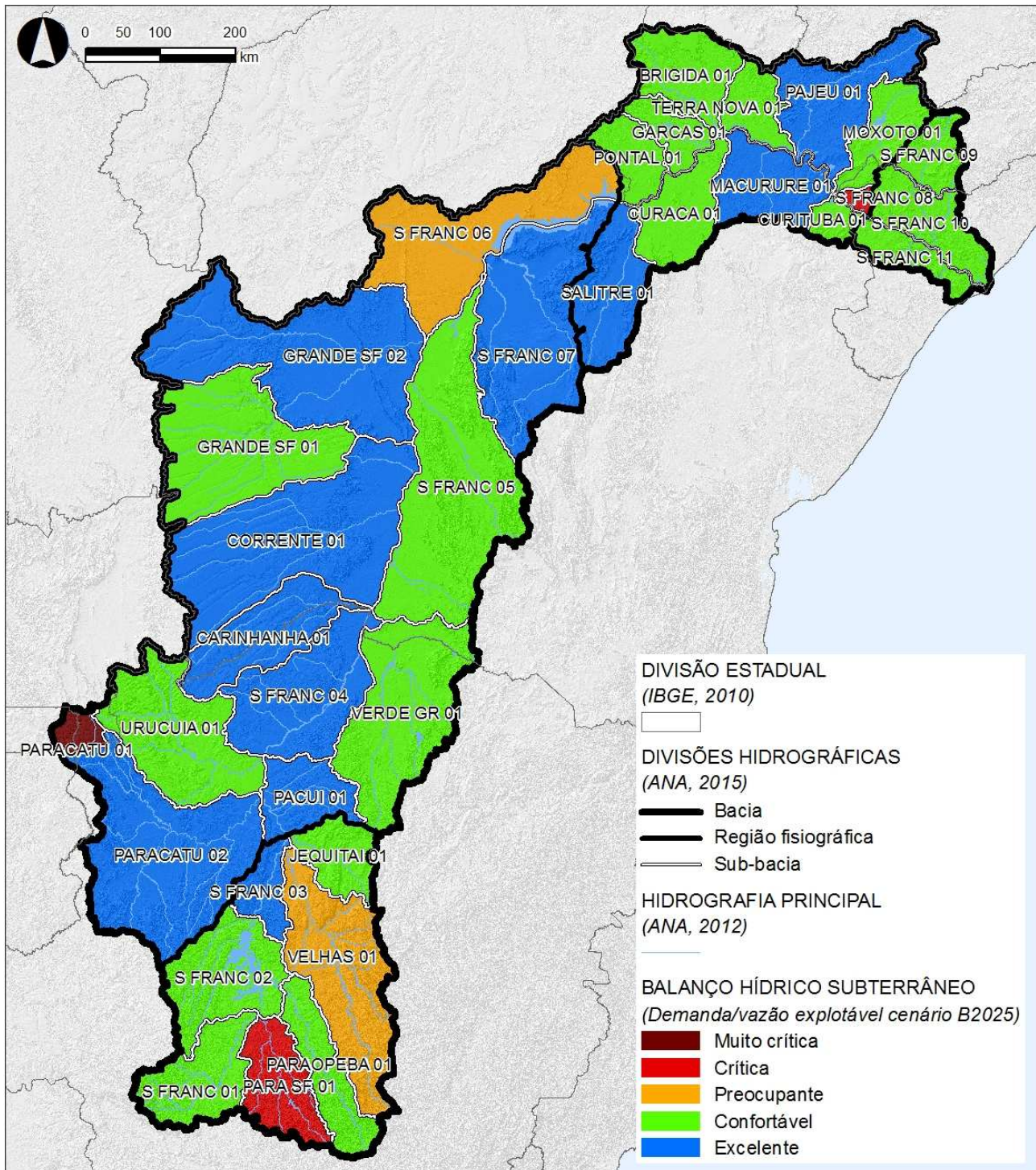


Figura 42 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2025, no Cenário B (Mapa 8 do Volume 2, reduzido).

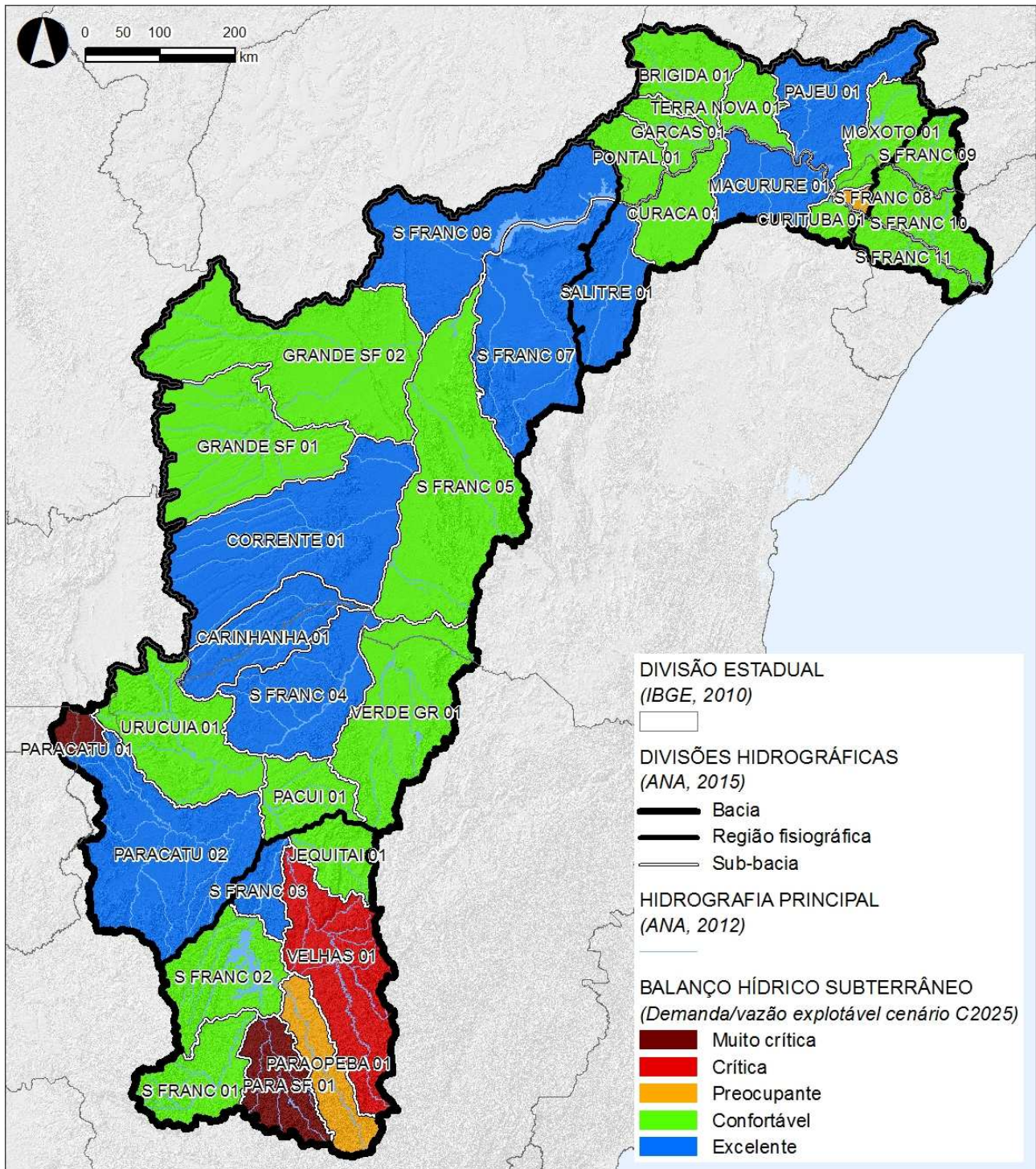


Figura 43 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2025, no Cenário C (Mapa 9 do Volume 2, reduzido).

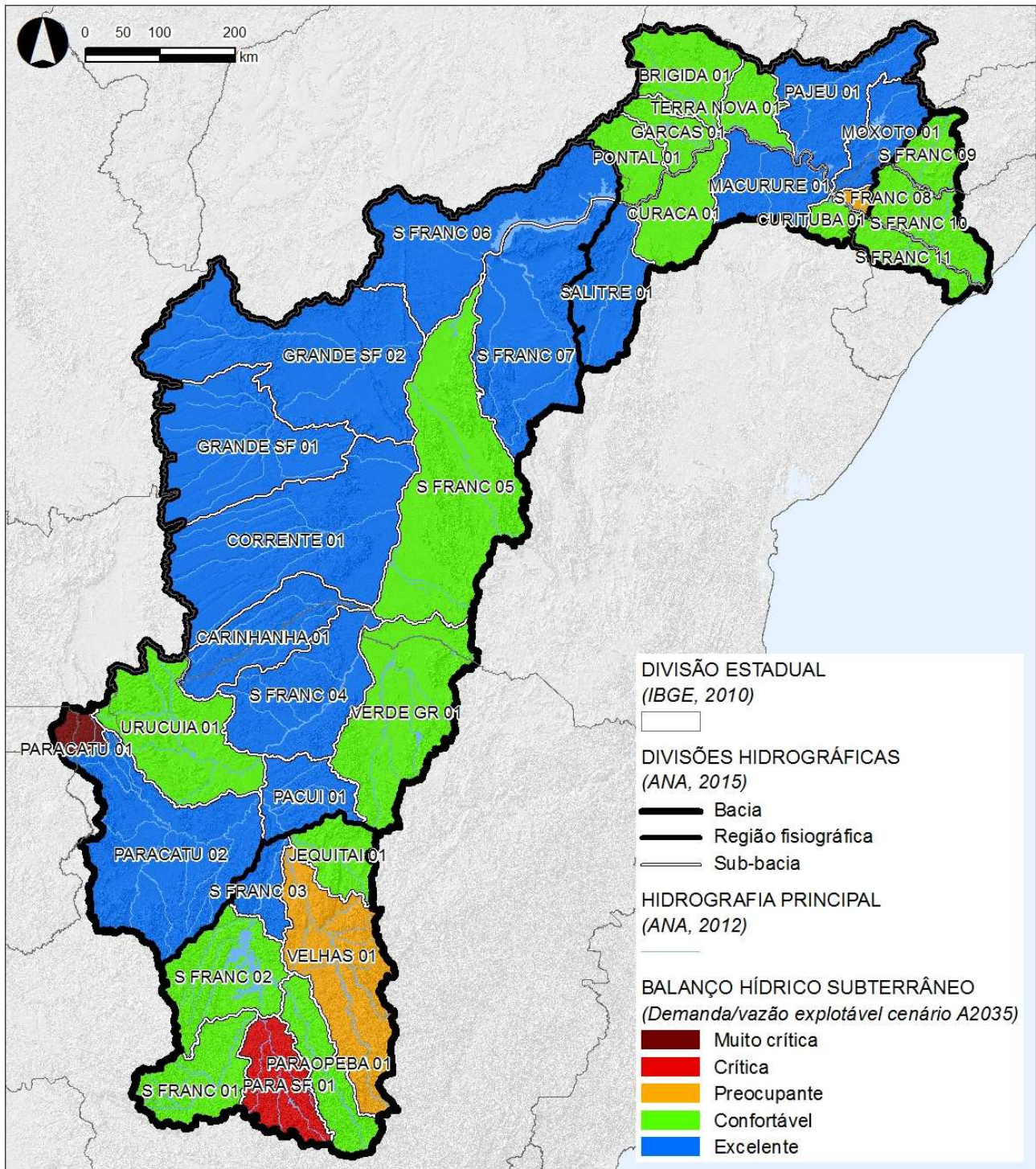


Figura 44 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2035, no Cenário A (Mapa 10 do Volume 2, reduzido).

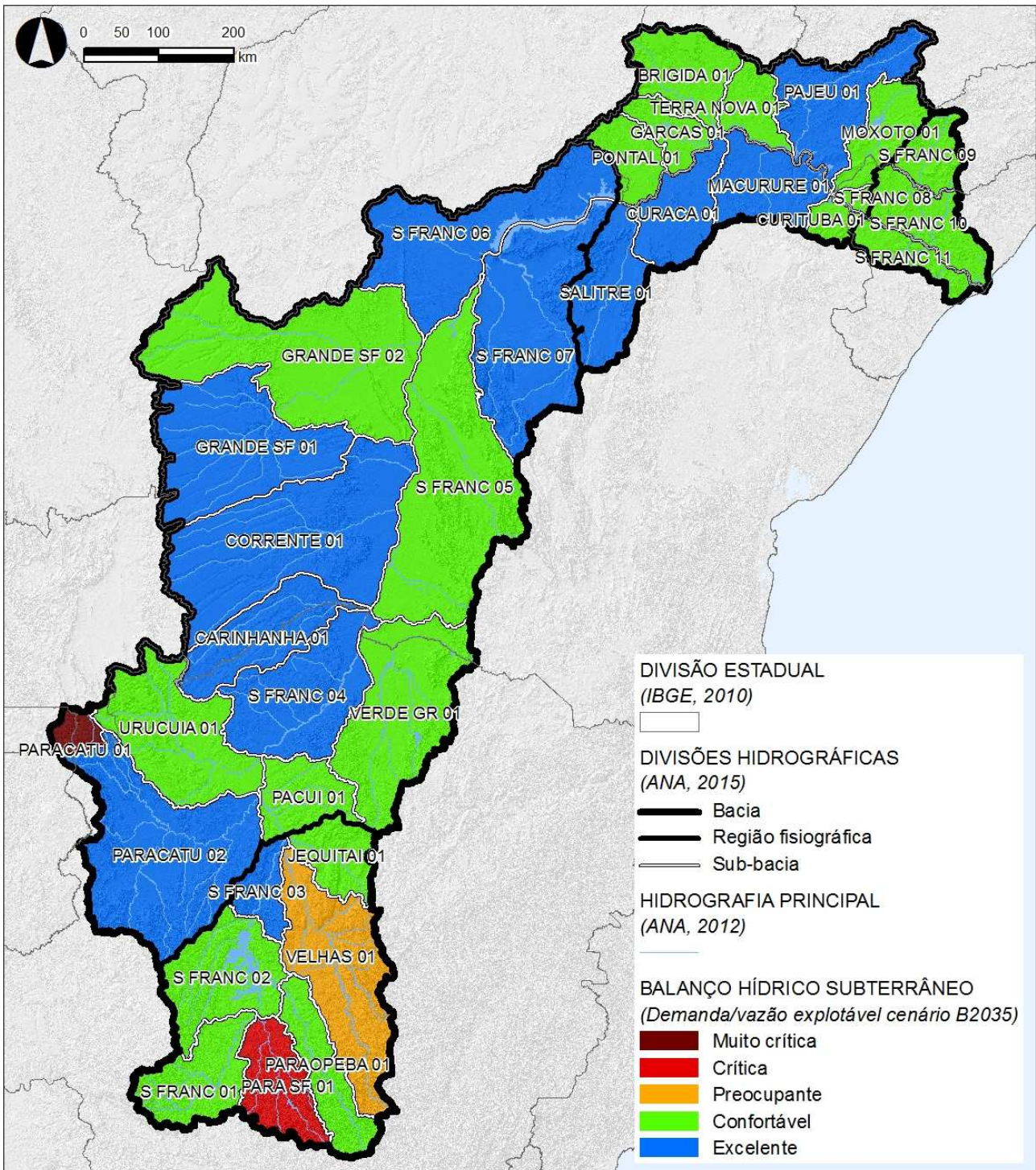


Figura 45 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2035, no Cenário B (Mapa 11 do Volume 2, reduzido).

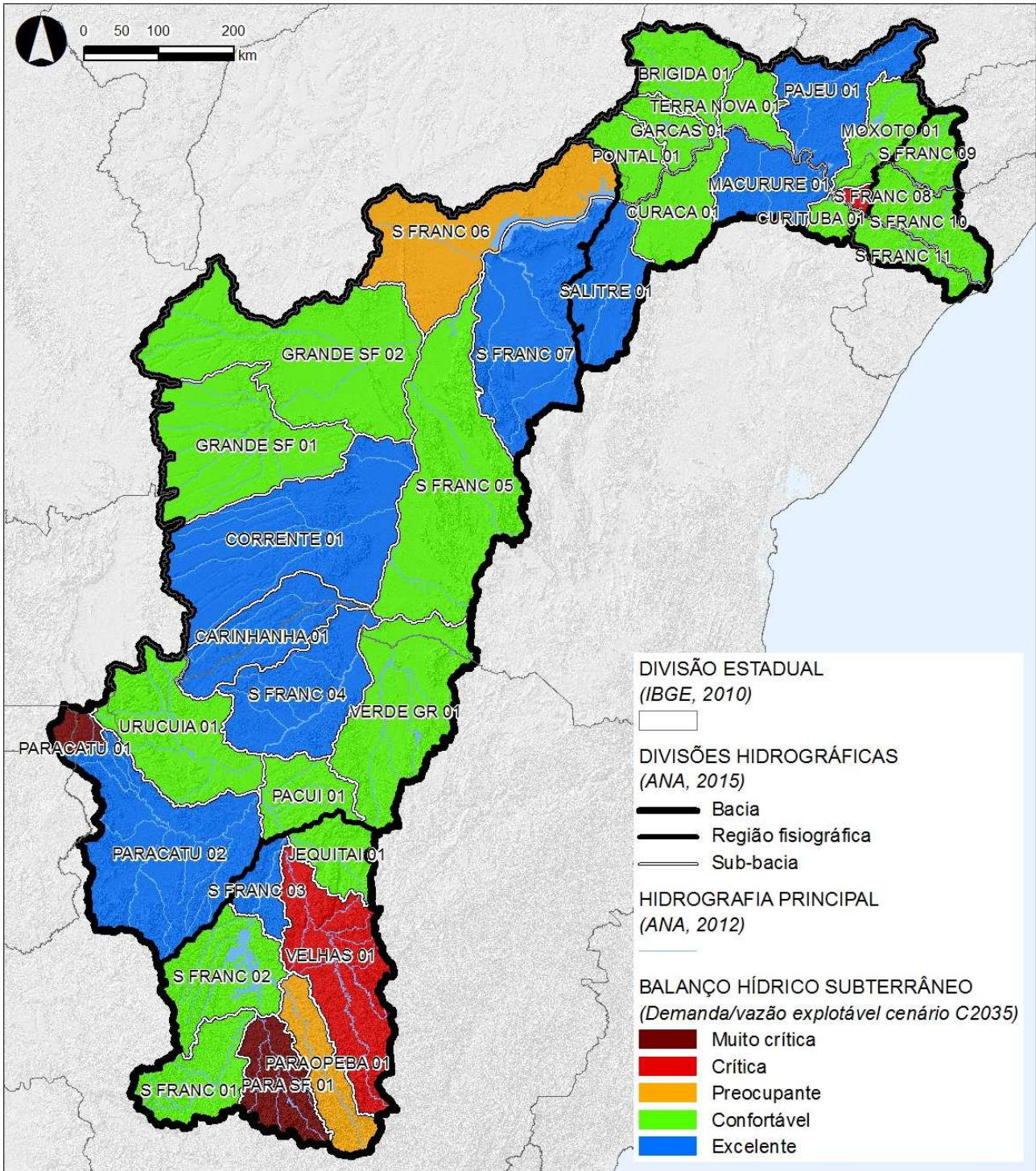
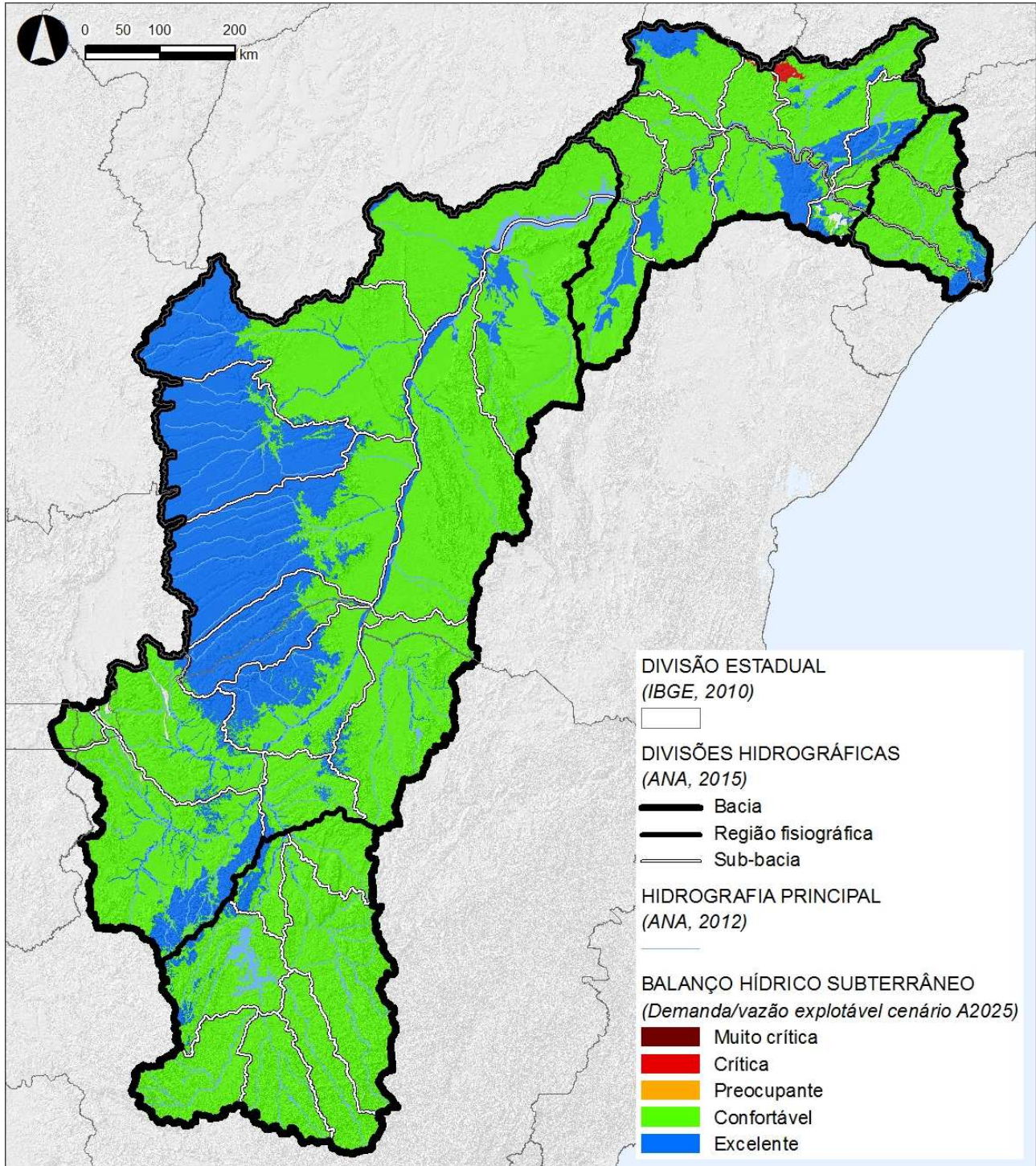


Figura 46 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por sub-bacia, em 2035, no Cenário C (Mapa 12 do Volume 2, reduzido).

Da Figura 47 à Figura 52 representa-se o balanço hídrico subterrâneo por aquífero (vazão de retirada/vazão explorável), em 2025 e 2035, para os três cenários.



**Figura 47 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explorável), por aquífero, em 2025, no Cenário A.**

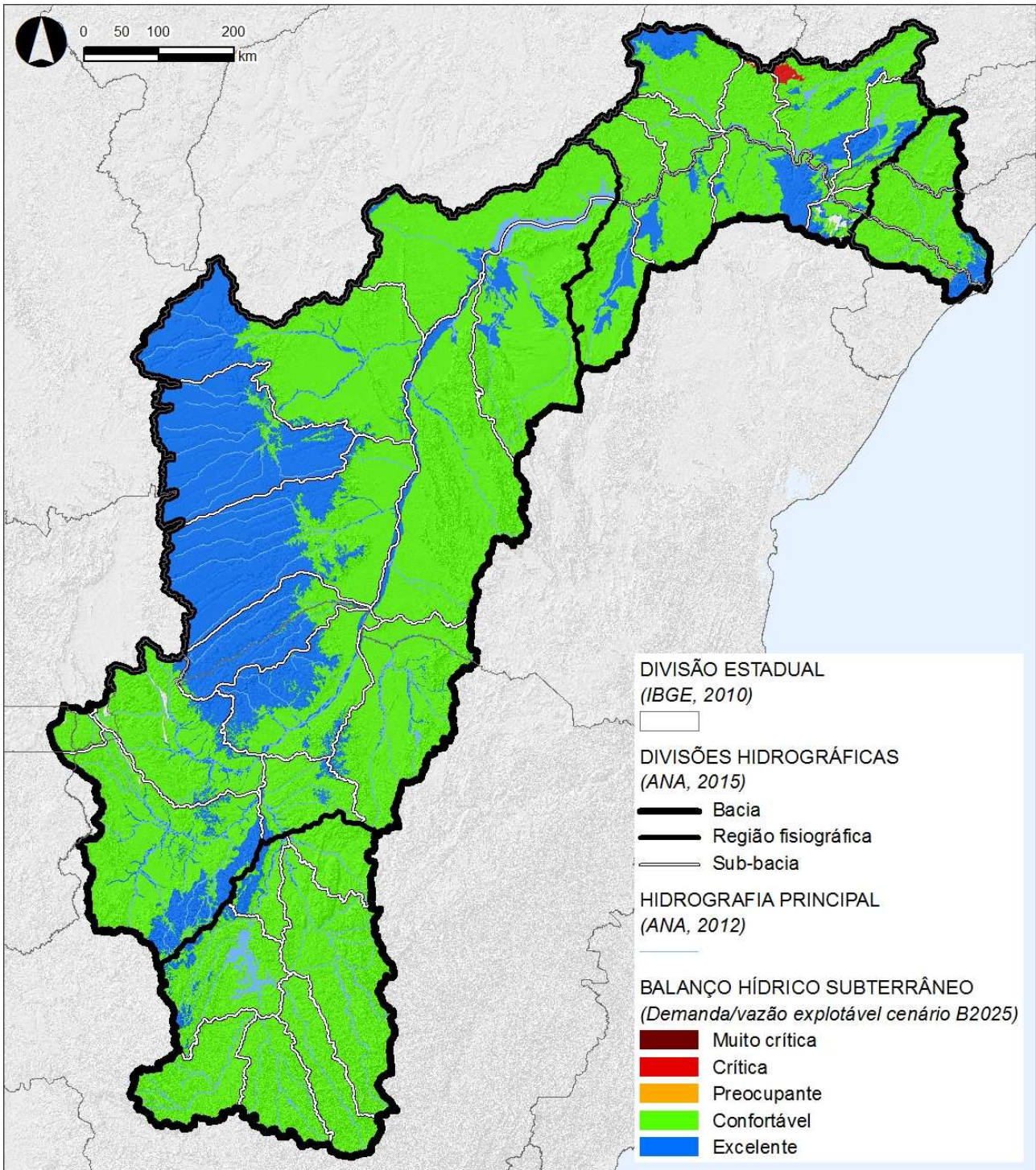
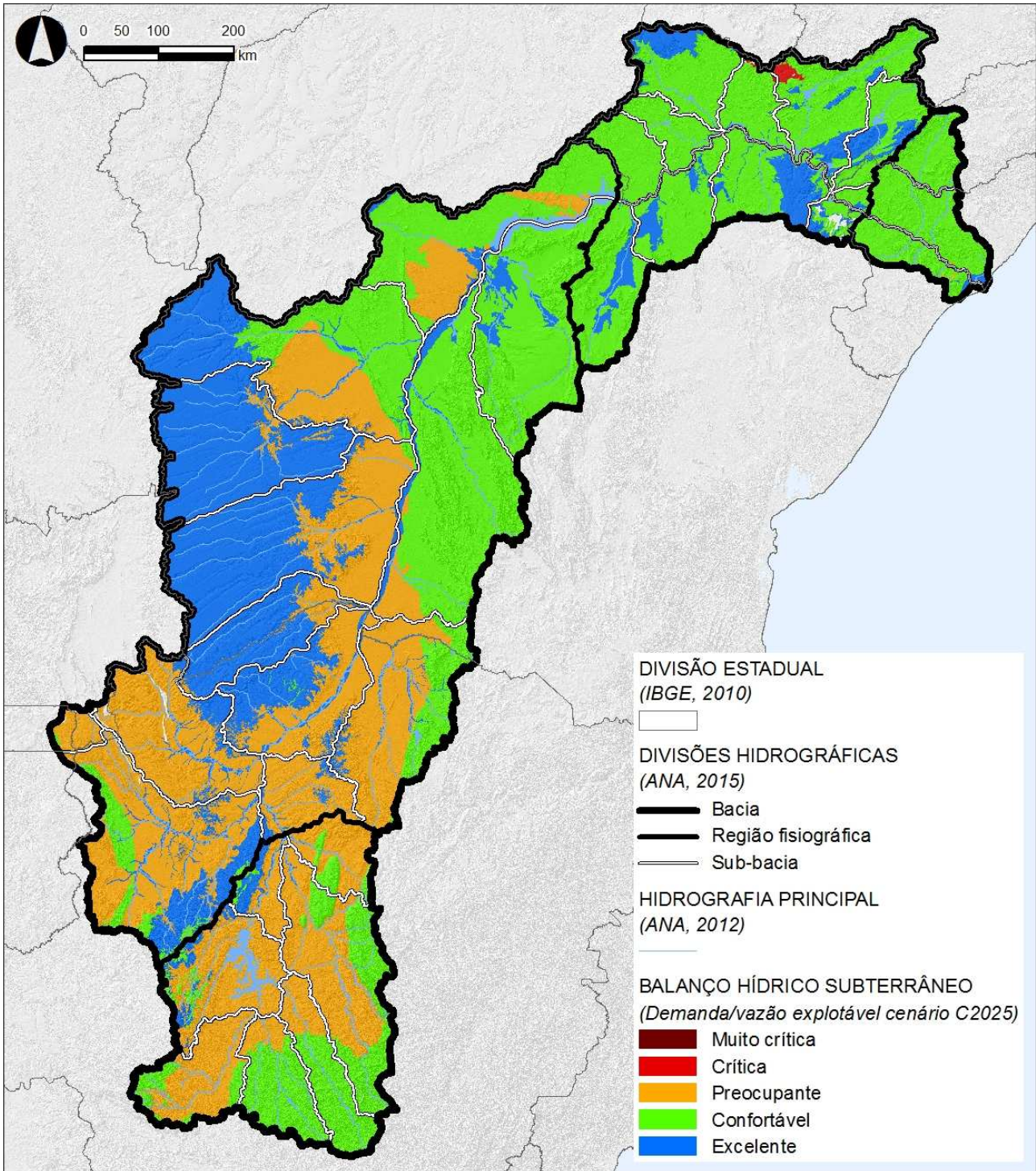


Figura 48 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explorável), por aquífero, em 2025, no Cenário B.



**Figura 49 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2025, no Cenário C.**



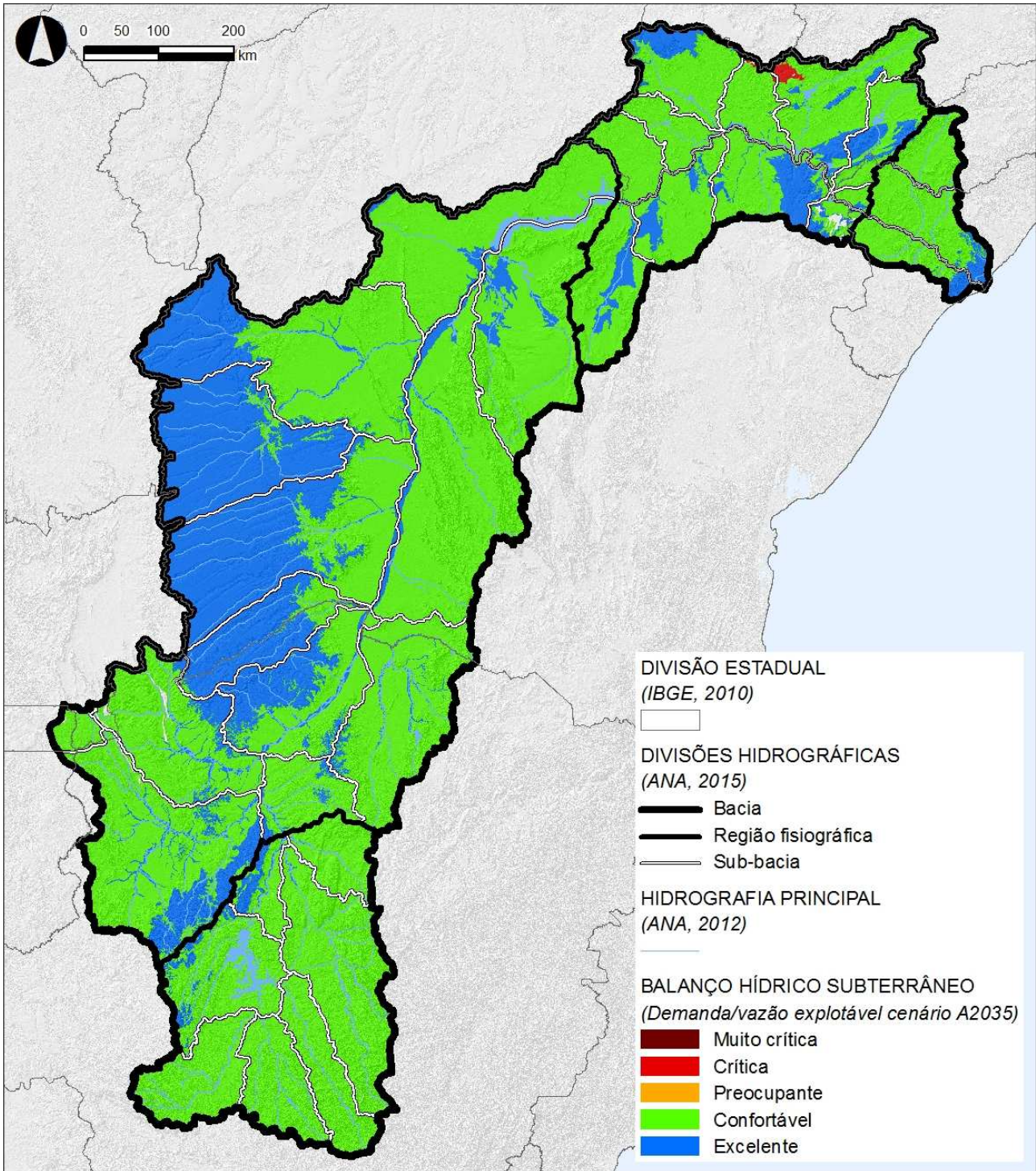
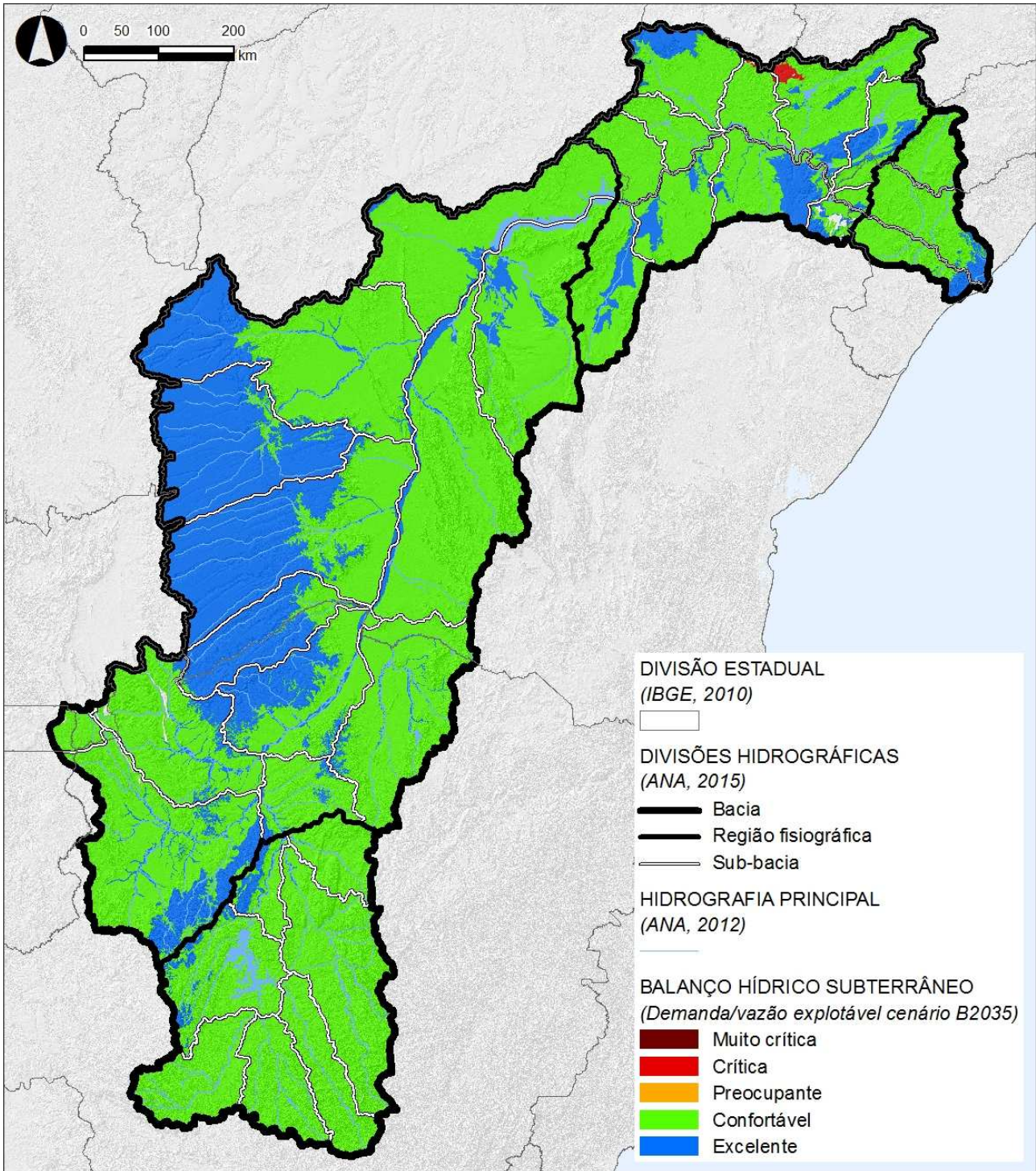


Figura 50 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2035, no Cenário A.



**Figura 51 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2035, no Cenário B.**

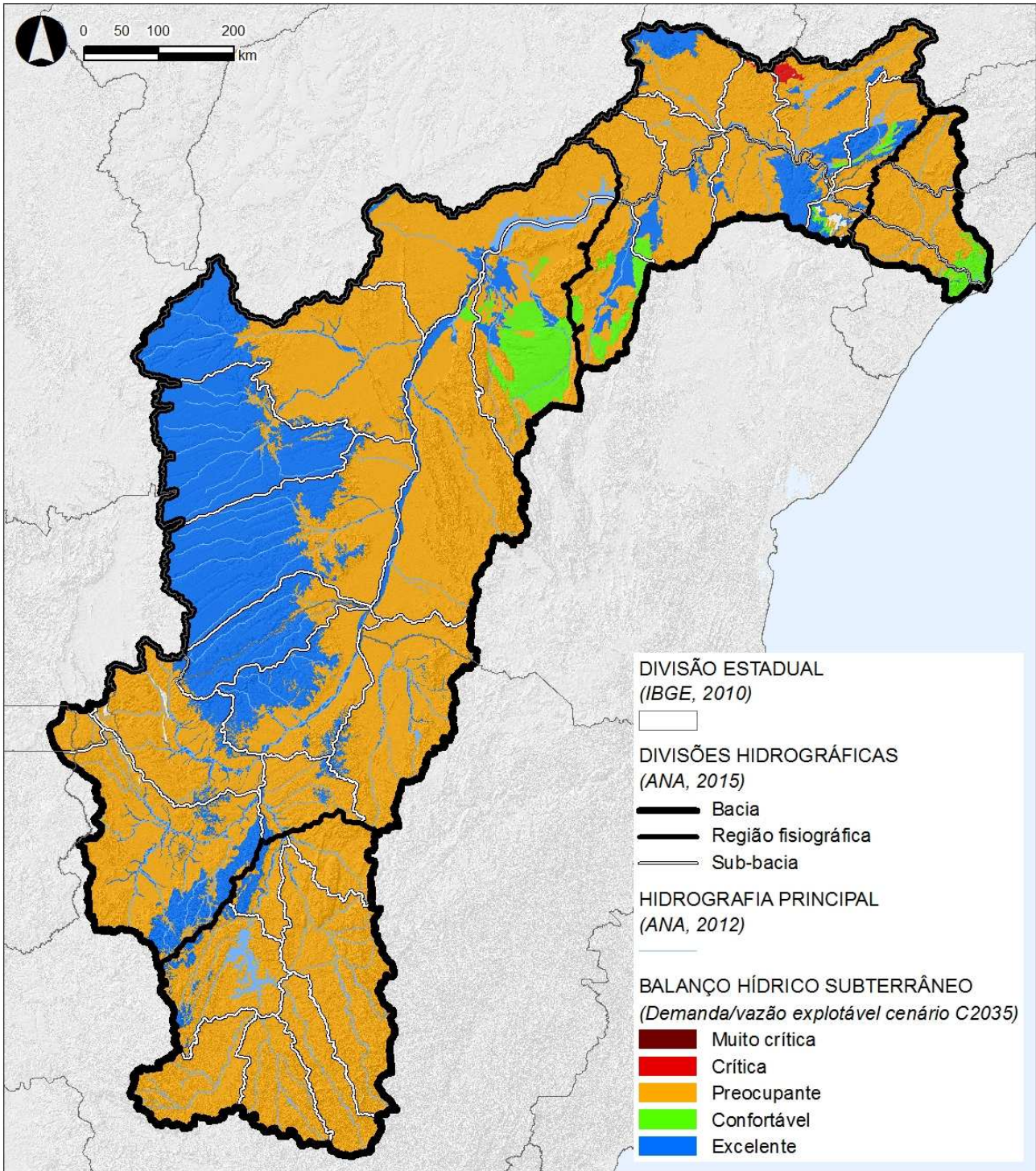


Figura 52 – Balanço hídrico subterrâneo (razão vazão de retirada/vazão explotável), por aquífero, em 2035, no Cenário C.



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*

## 6. ANÁLISE DO IMPACTO DAS MUDANÇAS DE CLIMA NO BALANÇO HÍDRICO

### 6.1. Potencial impacto no balanço hídrico superficial

Para a projeção da disponibilidade hídrica futura como resultado da mudança climática, foi considerada a análise apresentada no **Relatório Sumário – Análise de mudanças climáticas na Bacia do São Francisco** (ANA *et al.*, 2015). Neste estudo as séries de vazão históricas (1961-2000) e futuras (2011-2040), para cada um destes hidrossistemas foram geradas por um modelo chuva-vazão.

As séries vazão futuras foram geradas para vários cenários climatológicos calculados por 21 modelos, considerando dois cenários de evolução dos gases com efeito estufa: o RCP 4,5 e o RCP 8,5. Os RCPs (*Representative Concentration Pathways*) são os cenários de emissão considerados no 5.º Relatório de Avaliação do IPCC (conjunto de modelos CMIP5) (Sillman *et al.*, 2013a; Sillman *et al.*, 2013b).

Para cada cenário de emissões considerado, a variação da vazão em cada um dos hidrossistemas foi avaliada com base na mediana da razão entre a vazão histórica e a as vazões futuras, calculadas para cada um dos 21 modelos utilizados. Em ambos os cenários foram analisadas as razões entre o  $Q_{90}$  previsto e o  $Q_{90}$  de referência ou histórico (ANA, 2015) em cada um dos quatro reservatórios estudados (Retiro Baixo, Três Marias, Sobradinho e Itaparica).

As medianas da vazão obtidas neste estudo mostram que os hidrossistemas de Retiro Baixo e Três Marias apresentam uma tendência de aumento das vazões em um dos cenários selecionados e não apresentam uma diferença significativa em relação ao presente em outro dos cenários, enquanto os hidrossistemas de Sobradinho e Itaparica apresentam uma tendência de diminuição das vazões em ambos os cenários. Contudo quando se observa os quartis, as tendências tornam-se mais incertas, deixando pouco clara a tendência de subida ou de descida da vazão. Nas conclusões deste estudo refere-se que os modelos utilizados não mostram convergência quanto às vazões futuras, em grande parte devido à fraca concordância do comportamento da precipitação nesta região no século XXI.

Para prever quais as tendências possíveis na disponibilidade hídrica nas 34 sub-bacias que fazem parte da bacia do rio São Francisco consideraram-se três dos quatro reservatórios referidos no estudo da ANA (2015), notadamente, Três Marias, Sobradinho e Itaparica e as respectivas razões mínima, mediana e máxima entre o  $Q_{90}$  previsto e o  $Q_{90}$  histórico. O reservatório Retiro Baixo não é aqui considerado uma vez que a análise associada ao mesmo diz respeito a uma área muito pequena da bacia do rio São Francisco, sendo os resultados associados insignificantes para a estimação da disponibilidade hídrica futura.

No **Quadro 34** apresentam-se os resultados dos Coeficientes  $Q_{90}/Q_{90hist}$  obtidos no estudo da ANA (2015), para os cenários RCP 4,5 e RCP 8,5, respectivamente, e para os três reservatórios referidos. Os coeficientes apresentados foram obtidos para as vazões estimadas na área drenada a montante de cada reservatório, ou seja, os coeficientes referentes ao reservatório Três Marias aplicam-se apenas às sub-bacias a montante deste ponto. Por outro lado, os coeficientes referentes ao reservatório Sobradinho aplicam-se a todas as sub-bacias a montante do mesmo, inclusivamente aquelas a montante do reservatório Três Marias.

Quanto às sub-bacias a montante de Três Marias, é óbvia a aplicação dos coeficientes referentes ao reservatório de Três Marias, por serem específicos destas bacias (Quadro 34). Para as sub-bacias entre Três Marias e Sobradinho deve ser feita a aplicação dos coeficientes para o reservatório de Sobradinho, embora o resultado esteja influenciado também pelas sub-bacias das Três Marias. Finalmente, para as sub-bacias entre Sobradinho e a Foz deve ser feita a aplicação dos coeficientes estimados para o reservatório de Itaparica. Estes últimos coeficientes têm já a influência das sub-bacias a montante de Três Marias e Sobradinho, mas são os únicos coeficientes que incluem as sub-bacias a jusante de Sobradinho.

**Quadro 34 – Coeficiente  $Q_{90}/Q_{90hist}$  para o cenário RCP 4,5 e RCP 8,5.**

Reservatório	Sub-bacias associadas	Coeficiente cenário RCP 4,5			Coeficiente cenário RCP 8,5		
		cmin	cmediana	cmax	cmin	cmediana	cmax
Três Marias	Afluentes Mineiros do Alto SF, Rio Pará, Rio Paraopeba, Entorno da Represa de Três Marias	0,66	1,03	1,75	0,66	0,97	1,30
Sobradinho	Rio das Velhas, Rio de Janeiro e Formoso, Rio Jequitaí, Alto Rio Preto, Rio Paracatu, Rio Pacuí, Rio Urucuia, Rio Verde Grande, Rios Pandeiros, Pardo e Manga, Rio Carinhanha, Rio Corrente, Alto Rio Grande, Médio e Baixo Rio Grande, Rios Paramirim, Santo Onofre e Caranaíba de Dentro, Rios Verde e Jacaré, Margem esquerda do Lago de Sobradinho	0,57	1,10	1,38	0,80	0,98	1,17
Itaparica	Rio Salitre, Rio Pontal, Rio Garças, Rio Curaçá, Rio Brígida, Rio Terra Nova, Rio Macururé, Rio Pajeú, Rio Moxotó, Rio Curituba, Talhada, Alto Rio Ipanema, Baixo Ipanema e Baixo SF, Baixo São Francisco em Sergipe	0,41	0,94	1,60	0,41	0,82	1,53

Fonte: ANA *et al.* (2015).

Assumindo que os coeficientes apurados para o  $Q_{90}$  serão muito semelhantes aos coeficientes que se obteria para o  $Q_{95}$ , pode-se agora estimar cenários prováveis de alteração do  $Q_{95}$ . A título de exemplo, se se quisesse estimar qual o cenário mais provável (ou seja a mediana) em uma bacia entre Três Marias e Sobradinho no caso do RCP4,5, teria de se incrementar em 10% o valor de  $Q_{95}$  apurado para essa sub-bacia. No caso de se escolher o cenário RCP8,5 a mesma bacia teria uma diminuição do seu  $Q_{95}$  em 2% como o cenário mais provável.

Refletindo sobre os resultados do Quadro 34 é possível concluir que os impactos negativos das alterações climáticas deverão sentir-se com mais intensidade nas bacias a jusante de Itaparica onde existe uma tendência mediana de decréscimo dos

indicadores de disponibilidade de água ( $Q_{90}$  ou  $Q_{95}$ ) da ordem dos 6% ou 18% (série de 2011-2040 versus 1961-2000), consoante o cenário de emissões. A incerteza em torno destes valores medianos é, no entanto, elevada.

## 6.2. Potencial impacto no balanço hídrico subterrâneo

As águas subterrâneas são particularmente vulneráveis às alterações climáticas. Os potenciais efeitos diretos das alterações climáticas nas águas subterrâneas da bacia do S. Francisco estão essencialmente associados aos seguintes aspectos:

- À diminuição da precipitação, acompanhada por um aumento da evapotranspiração potencial devido ao aumento da temperatura;
- Ao aumento da frequência e da intensidade das secas;
- À ocorrência de mais períodos de precipitação intensa e concentrada, acompanhada de um aumento do escoamento superficial;
- À elevação do nível médio do mar.

Embora haja algumas incertezas quanto às projeções para os regimes e distribuição de precipitação no Nordeste Brasileiro e as alterações climáticas não devam ser espacialmente uniformes e com uma distribuição temporal bem definida, é particularmente importante que estas questões sejam consideradas no planeamento e gestão futura da água subterrânea da bacia do S. Francisco.

As alterações nas condições climáticas e os previsíveis eventos extremos poderão originar impactos na **recarga dos aquíferos** e nas disponibilidades **hídricas subterrâneas**, mas também na **qualidade** e na sua capacidade para atender os principais usos (consumo humano, irrigação e dessedentação animal, entre outras). Por sua vez, a oscilação do nível médio do mar, aliada a uma maior pressão nos consumos de água subterrânea, poderá igualmente incrementar a **intrusão salina** nos aquíferos costeiros presentes no trecho jusante da bacia.

Até ao momento não existem estudos que avaliem os potenciais efeitos das alterações climáticas especificamente nas águas subterrâneas da bacia. Contudo, nos Subsídios ao Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas é referido um estudo que estima que as águas subterrâneas no Nordeste do Brasil devem ter uma redução na recarga em 70% até 2050 (DOLL & FLORKE, 2005; *in* MMA, 2014).



De fato, uma vez que parte significativa da bacia se localiza no semiárido, os sistemas aquíferos da bacia do São Francisco poderão vir a ser atingidos pelos riscos identificados nestes cenários, notadamente a diminuição da recarga. Nestas circunstâncias é pois esperado que se intensifiquem alguns dos problemas relacionados com as disponibilidades hídricas subterrâneas.

Os dados atualmente disponíveis apontam para um ligeiro decréscimo da precipitação e para períodos de precipitação mais intensa, e, embora não sejam previsíveis alterações significativas às disponibilidades subterrâneas, as zonas onde atualmente já existem situações de balanço hídrico desfavorável (caso das sub-bacias do PARA SF 01 [Rio Pará], PARACATU 01 [Alto Rio Preto], PARAOPEBA 01 [Rio Paraopeba] e VELHAS [Rio das Velhas], de alguns pequenos aquíferos do Submédio São Francisco e aquíferos sujeitos a pressão agrícola) ou nos cenários de demandas consuntivas de água, são naturalmente as mais vulneráveis.

No caso dos aquíferos Formação Brejo Santo, Formação Curitiba, Formação Gandarela, Formação Missão Velha, Formação Santa Brígida, Formação Sergi e Grupo Brotas, as situações de balanço hídrico desfavorável poderão estar em parte associadas ao reduzido conhecimento hidrogeológico, pelo que a aposta futura no aprofundamento do mesmo é essencial para avaliar eventuais efeitos no balanço hídrico.

No caso dos aquíferos Salitre (região de Irecê na sub-bacia Verde Jacaré) e Bambuí (zona de Verdelândia na sub-bacia VERDE GRANDE – Rio Verde Grande e na sub-bacia do PARACATU 01 – Alto Rio Preto), as potenciais situações desfavoráveis no balanço hídrico justificam, também, uma forte aposta no aumento do conhecimento hidrogeológico, mas sobretudo no monitoramento dos níveis de água e no gerenciamento sustentável dos consumos.

Em um cenário de aumento da temperatura e da evapotranspiração, e em uma região onde as secas são já um fenômeno recorrente, os problemas de qualidade relacionados com a significativa mineralização poderão intensificar-se no semiárido e começarem a identificar-se noutras zonas da bacia. Ou seja, aos prováveis impactos quantitativos nos recursos hídricos subterrâneos, tenderá igualmente a associar-se o risco de degradação qualitativa destes mesmos recursos.

Refira-se que os dados disponíveis sobre as previsíveis alterações climáticas na bacia apontam para um aumento mais pronunciado da evaporação nas regiões mais

interiores do Médio e Alto S. Francisco, ou seja, em zonas em que até ao momento não são conhecidos problemas de qualidade relacionados com a mineralização. Neste caso importa dar especial atenção ao sistema aquífero Urucuia, importante origem de água e também responsável pela maior contribuição para a vazão dos afluentes da margem esquerda do São Francisco em toda a sua bacia hidrográfica.

À semelhança do que foi referido para a disponibilidade, o monitoramento assume-se como uma ação chave para detectar eventuais problemas de qualidade, mas também a disciplina no uso do solo e a potenciação das condições de infiltração são medidas relevantes para minimizar a potencial salinização das águas subterrâneas e, conseqüentemente, a disponibilidade de água de qualidade.

Relativamente à subida do nível do mar, a principal influência nas águas subterrâneas poderá ocorrer em particular nos aquíferos mais próximos da linha de costa (sobretudo Barreiras e Depósito Litorâneo, na Bacia Sedimentar de Alagoas-Sergipe).

O Relatório de 2013 da RIOCC (*Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático*) prevê um aumento do nível do mar na costa leste da América do Sul compreendido entre 2,8 e 3,0 mm/ano até 2040 e acima de 3,6 mm/ano entre 2040 e 2070. Embora estas previsões não evidenciem por si só um risco significativo e uma tendência de intrusão salina dos aquíferos costeiros, a prevenção e o adequado gerenciamento dos consumos é essencial.

É assim, em um quadro de alterações climáticas, que se justifica uma gestão integrada dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), incluindo ações integradas, descentralizadas e participativas na bacia que garantam o controle, a proteção e a preservação dos corpos d'água subterrânea de forma articulada com as atividades socioeconômicas.

## 7. ÁREAS SUJEITAS A RESTRIÇÕES DE USO

As análises descritas nos capítulos anteriores tiveram como resultado a avaliação, para cada cenário, do grau de satisfação das demandas de água e do cumprimento dos objetivos econômicos, ambientais e sociais de gestão da bacia hidrográfica, permitindo por em evidência, no presente capítulo, das regiões com escassez e os usos comprometidos ou em risco.

Assim, atendendo aos conflitos de uso evidenciados nos balanços hídricos, quer na situação atual (Cf. relatório RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional, Volume 7 – Usos, balanço hídrico e síntese do diagnóstico, capítulo 3. Balanço Hídrico), quer nos cenários de desenvolvimento estudados (cf. relatório RP3 – Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e capítulo **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**), nos subcapítulos seguintes são delimitadas as áreas que deverão ser sujeitas a restrição de uso, quer de água superficial (7.1), quer de água subterrânea (7.2).

## 7.1. Água superficial

O **Quadro 8** apresenta a **garantia e o VMF para o cenário atual, B2025 e B2035, para as áreas com conflito de uso e que devem ser sujeitas a restrições de uso da água superficial**. Verifica-se que as garantias e o VMF diminuem com a redução da prioridades dos usos consuntivos e com o aumento da demanda. Note-se que os valores agregados da demanda variam entre 312 m<sup>3</sup>/s na situação atual para valores entre 460 m<sup>3</sup>/s e 780 m<sup>3</sup>/s, em 2025, e entre 540 m<sup>3</sup>/s e 1070 m<sup>3</sup>/s, em 2035. Trata-se de um aumento muito significativo da demanda de água, a que acresce a vazão exigida para a geração de energia e manutenção de um regime de vazão ambiental que se estima situar-se na gama entre 1.200 e 2.800 m<sup>3</sup>/s, conforme as disponibilidade de água na bacia hidrográfica.

Os resultados da avaliação, para cada cenário, do grau de satisfação das demandas de água e do cumprimento dos objetivos econômicos, ambientais e sociais de gestão da bacia hidrográfica permitiram verificar que existem situações em que a demanda não será atendida e identificar as regiões com maior risco de escassez. Os usos mais comprometidos e associados a um maior risco de não atendimento resultam da política de distribuição de água assumida para a gestão da bacia hidrográfica. Nas simulações realizadas considerou-se que os usos urbanos e rurais têm precedência sobre os usos industriais, e estes sobre a agropecuária. Com esta política, a garantia de abastecimento dos usos urbanos e rurais numa dada região é superior à garantia de abastecimento do uso industrial e da agropecuária. O número de falhas de atendimento dos usos prioritários é menor e, quando ocorrem, a vazão fornecida é percentualmente maior do que a fornecida aos usos menos prioritários.

De acordo com a política definida, a geração de energia dá também precedência aos usos consuntivos procurando desta forma assegurar que estes últimos são atendidos. A política de gestão dos reservatórios adotada estabelece que, quando o volume de água disponível em armazenamento se reduz, a vazão turbinada também se reduz para salvaguardar situações futuras e assegurar vazões mínimas adequadas durante os períodos de escassez de água. No entanto, esta política de gestão dos reservatórios não tem um impacto negativo muito significativo na geração de energia, permitindo aliás manter a turbinção de volumes significativos de água durante os períodos de escassez.

É, no entanto, de recordar que a política de exploração de reservatórios explicitada no subcapítulo 3.4 procura conciliar a salvaguarda de um regime de vazão ecológica com os objetivos de geração de energia, que se assumiram ser próximos dos valores médios do registo histórico. Assumiu-se assim que os objetivos de geração de energia são relativamente estáveis no tempo e função da água disponível nos reservatórios, apresentando uma variação sazonal para os aproximar de um regime adequado de vazão ambiental. O fato do sistema eletroprodutor do São Francisco se encontrar inserido no Sistema Interligado Nacional acarreta um maior dinamismo da geração de energia e pode aconduzir a dificuldades de articulação da geração de energia com a salvaguarda de um regime de vazão ambiental na foz do São Francisco.

Os principais problemas de escassez de água na bacia do rio São Francisco ocorrem em sub-bacias onde os recursos hídricos próprios não são suficientes para atender os usos existentes. Os usos atendidos a partir da calha principal do rio São Francisco, onde estão instaladas as principais usinas hidroeléctricas, apresentam, por regra, valores de garantia de abastecimento próximos ou iguais a 100%.

**Quadro 35 – Identificação das áreas com conflito de uso e que devem ser sujeitas a restrições (Garantia e VMF).**

Sub-bacia	Atual			B2025			B2035		
	Urb	Ind	Agro	Urb	Ind	Agro	Urb	Ind	Agro
<b>GARANTIA</b>									
SFR02 Montante	100	100	100	100	99	100	100	100	99
SFR02 Jusante	100	100	97	100	78	88	100	100	78
JEQUITAI	100	100	99	100	72	85	100	100	72
PARACATU01	100	100	98	100	82	92	100	100	82
PARACATU02	100	100	98	100	73	89	100	100	73
URUCUIA	100	100	100	100	97	99	100	100	97
VERDE GRANDE	82	82	48	80	43	46	80	80	43
GRSF01	100	100	100	100	92	96	100	100	92
GRSF02	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFR05	88	88	57	87	69	64	87	86	69
SFR07	98	98	53	97	74	67	97	97	74
SFR06	99	99	62	99	95	88	99	99	95
SALITRE	100	100	91	100	97	96	100	100	97
PONTAL	90	88	24	86	32	34	84	70	32
GARCAS	100	100	56	100	57	58	100	99	57
CURACA	96	93	17	94	54	45	93	85	54
MACURURE	100	100	74	100	93	88	100	100	93

Sub-bacia	Atual			B2025			B2035		
	Urb	Ind	Agro	Urb	Ind	Agro	Urb	Ind	Agro
CURITUBA	96	96	79	96	93	93	95	95	93
SFR09	98	98	97	95	82	92	92	87	82
SFR10	92	90	49	91	52	55	90	82	52
SFR11	100	100	99	100	95	98	100	100	95
PISF Leste - adicional			N/A			39			35
PISF Norte - adicional			N/A			46			39
Expansão do perímetro irrigado de Jequitai			N/A			66			61
<b>VMF</b>									
SFR02 Montante	100	100	100	100	100	100	100	100	171
SFR02 Jusante	100	100	174	100	100	145	100	100	121
JEQUITAI	100	100	134	100	100	120	100	100	95
PARACATU01	100	100	76	100	100	115	100	100	114
PARACATU02	100	100	167	100	100	133	100	100	119
URUCUIA	100	100	159	100	100	162	100	100	166
VERDE GRANDE	35	0	20	35	0	14	32	0	11
GRSF01	100	100	100	100	100	193	100	100	187
GRSF02	100	100	100	100	100	100	100	100	100
SFR05	21	0	37	21	0	48	23	5	42
SFR07	64	0	47	64	0	75	61	0	81
SFR06	48	0	80	48	0	113	33	0	103
SALITRE	100	100	68	100	100	91	100	100	118
PONTAL	57	11	17	57	22	17	55	20	14
GARCAS	100	100	44	100	100	59	100	87	58
CURACA	72	18	15	72	15	30	63	28	40
MACURURE	100		70	100		80	100		79
CURITUBA	75	0	49	75	0	10	62	0	13
SFR09	44	9	13	44	12	7	57	16	16
SFR10	63	12	20	63	20	16	55	24	16
SFR11	100	100	85	100	100	42	100	100	34
PISF Leste - adicional			N/A			0			0
PISF Norte - adicional			N/A			10			11
Expansão do perímetro irrigado de Jequitai			N/A			38			21

A análise dos resultados do balanço hídrico revela que os recursos hídricos superficiais disponíveis não serão suficientes para satisfazer as projeções de demanda apresentadas nos vários cenários, com níveis de garantia de abastecimento adequados. As situações mais graves ocorrem em VERDE GRANDE 01 (Rio Verde

Grande), S FRANC 05 (Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro), SFRANC 07 (Rios Verde e Jacaré), PONTAL 01 (Rio Pontal), CURACA01 (Rio Curaçá), CURITUBA 01 (Rio Curitiba), SFRANC 09 (Alto Rio Ipanema) e SFRANC 10 (Baixo Ipanema e Baixo SF), onde há falhas para satisfazer o abastecimento urbano e rural e, por maioria de razão, o abastecimento industrial e a agropecuária (Quadro 35).

No rio das Garças começa a haver dificuldade em satisfazer o abastecimento industrial em 2035. O número de sub-bacias onde há dificuldades em satisfazer as demandas da agropecuária é maior (para além das anteriores, destacam-se o rio Macururé [MACURURE 01], e o Baixo São Francisco em Sergipe [S FRANC 11], entre outras), dados os maiores volumes de água exigidos por este uso e a sua menor prioridade na alocação da água disponível.

Estas sub-bacias onde há mais dificuldades em satisfazer as demandas não são aquelas para as quais foram prospectivados maiores crescimentos das vazões de retirada (cf. relatório RP3 e capítulo 3 do presente relatório). Com efeito, trata-se de sub-bacias em que o maior acréscimo das demandas se dará no abastecimento urbano ou no abastecimento industrial (com exceção do Baixo São Francisco em Sergipe e do Rio Verde Grande), usos com pequena importância relativa no total da vazão de retirada. Assim, nestes casos, as falhas nos níveis de garantia de abastecimento se darão mais por via da insuficiência das disponibilidades próprias da sub-bacia, estas sim relativamente baixas comparativamente com outras sub-bacias.

Nas sub-bacias incluídas no Quadro 35 será necessário equacionar as alternativas para compatibilizar as disponibilidades e as demandas propostas no capítulo 8.

## 7.2. Água subterrânea

A **situação relativa às demandas satisfeitas por águas subterrâneas é genericamente mais positiva**, embora a incerteza associada às estimativas da vazão explotável em cada sistema aquífero e à vazão de retirada para os diferentes usos aconselhe cautela. As situações mais desfavoráveis ocorrem nas sub-bacias do PARA SF 01 (Rio Pará), PARACATU 01 (Alto Rio Preto), PARAOPEBA 01 (Rio Paraopeba) e VELHAS (Rio das Velhas). A análise por sistema aquífero confirma estas conclusões, particularizando os sistemas aquíferos de Formação Brejo Santo, Formação Curitiba, Formação Gandarela, Formação Missão Velha, Formação Santa Brígida, Formação Sergi e Grupo Brotas. Refira-se que a bibliografia refere situações de sobreexplotação no aquífero Salitre (região de Irecê na sub-bacia Verde Jacaré) e no aquífero Bambuí cárstico (zona de Verdelândia na sub-bacia Verde Grande), as quais não foram identificadas no balanço.

Sendo as águas subterrâneas recursos hídricos estratégicos por excelência, é de particular relevância o controlo e o uso do solo e os consumos de forma a garantir a sua disponibilidade em termos, quer quantitativos, quer qualitativos. Assim, com base na informação disponível no Diagnóstico (Cf. relatório RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional) e na avaliação da compatibilização do balanço hídrico com os cenários estudados resumida acima, propõe-se um **conjunto diferenciado de áreas consideradas prioritárias para a proteção das águas subterrâneas** e às quais se poderão aplicar restrições diferenciadas relativamente ao seu uso, mas também ao uso do solo (sobretudo em áreas de recarga preferencial).

**Quadro 36 – Áreas sujeitas a restrições de uso da água subterrânea**

Classe	Descrição	Diretrizes
Áreas de potencial restrição	Correspondem a áreas da bacia onde existe potencial para ocorrerem problemas de qualidade da água subterrânea ou de superexplotação de aquíferos	Os órgãos ambientais poderão acompanhar e fiscalizar o uso do solo, o consumo de água subterrânea e a evolução da sua qualidade, de forma a atuar, se necessário, com restrições ao uso do recurso e do solo



Classe	Descrição	Diretrizes
Áreas de provável restrição	Correspondem a áreas da bacia onde se observam problemas de qualidade/quantidade da água subterrânea	Nestas áreas podem ser realizados estudos hidrogeológicos para avaliação da dimensão dos problemas de qualidade e de quantidade. A abertura de novos poços em zonas em que são conhecidos problemas de supexploração deve ser avaliada pelo órgão ambiental competente de forma a avaliar a potencial interferência nas disponibilidades e na evolução dos níveis de água e propor medidas de racionalização e salvaguarda à proteção do recurso.  Nas zonas em que são conhecidos problemas de qualidade podem ser definidas medidas preventivas ou de restrição ao uso do recurso e do solo por atividades potencialmente contaminantes
Áreas restritas	Correspondem a áreas da bacia onde são de forma comprovadamente reconhecida problemas com a água subterrânea e se justifica um controle do uso do solo e da exploração do meio hídrico	Nestas áreas o uso de água subterrânea pode ser restrito.  Os órgãos ambientais poderão definir condicionantes e restrições ao consumo de água e à implantação de atividades suscetíveis de contribuir para a deterioração da qualidade da água

As áreas de potencial restrição ao uso da água subterrânea ocupam 11% da bacia hidrográfica do S. Francisco. Nestas áreas incluem-se as sub-bacias e os aquíferos identificados como podendo não possuir disponibilidades subterrâneas suficientes para satisfazer as projeções de demanda apresentadas nos vários cenários de consumo, mas também as zonas de elevada densidade de poços (como é o caso da bacia do Verde Grande) e de alta vulnerabilidade à poluição.

As áreas de provável restrição ao uso da água subterrânea incluem maioritariamente zonas em que já existem evidências de situações de má qualidade da água subterrânea para o consumo humano, bem como as águas subterrâneas da sub-bacia Verde/Jacaré (aquífero Salitre) e da sub-bacia Verde Grande (aquífero Bambuí), onde referências bibliográficas referem a ocorrência de situações de superexploração. Estas

áreas ocorrem sobretudo no Submédio e Baixo S. Francisco, em pleno semiárido, e ocupam cerca de 14% da bacia.

Considerando o atual conhecimento da bacia, as áreas restritas ao uso da água subterrânea restringem-se a zonas em que a água subterrânea não é potável e portanto o consumo de água subterrânea não deverá ocorrer. Ocupam 2% da área da bacia.

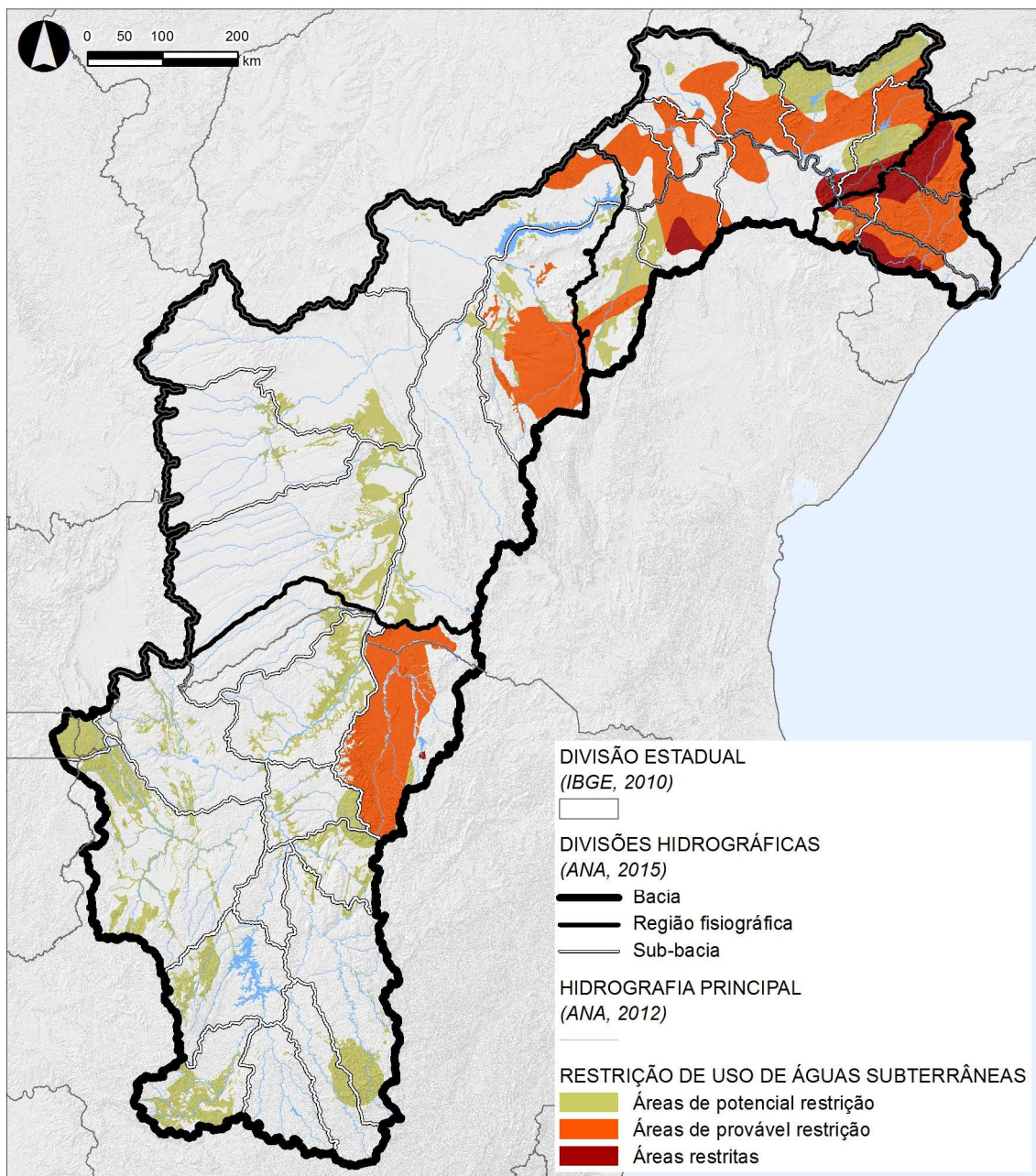


Figura 53 – Áreas sujeitas a restrições de uso da água subterrânea.

## 8. ALTERNATIVAS PARA COMPATIBILIZAR AS DISPONIBILIDADES E AS DEMANDAS

Com base nos resultados apresentados ao longo do presente relatório, podem desde já ser propostos *(i)* critérios para compatibilizar os diversos interesses e promover os usos múltiplos dos recursos hídricos, bem como *(ii)* alternativas de ampliação das disponibilidades hídricas do ponto de vista quantitativo e/ou de regulação/contenção das demandas, a desenvolver na etapa seguinte do plano.

Os referidos resultados demonstram claramente a dificuldade em satisfazer a totalidade dos usos projetados para a bacia hidrográfica e tornam evidente a necessidade de encontrar consensos sobre a partilha dos recursos. Os indicadores de satisfação das demandas calculados são fortemente dependentes das regras de atribuição de prioridades adotadas no exercício de simulação e, assim sendo, os resultados apresentados revelam, sobretudo, a situação de escassez de água da bacia hidrográfica do rio São Francisco, mais do que situações pontuais de não atendimento. Algumas das situações identificadas, sobretudo as referentes a usos prioritários ou satisfeitos a partir do curso principal do rio S. Francisco, podem ser facilmente ultrapassadas com uma alteração na política de alocação dos recursos.

O corolário desta constatação é a importância de um acordo de partilha dos recursos disponíveis para compatibilizar as disponibilidades de água com as demandas. Nesta senda, pode ser, desde já, identificado um conjunto de pistas.

Tendo em conta os volumes de água mobilizados, o principal conflito de uso de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco ocorre na alternativa entre o uso dos recursos hídricos superficiais para abastecimento, o uso agropecuário ou em alternativa, para produção de energia. As condicionantes atualmente existentes para produção de energia permitem uma gestão flexível dos aproveitamentos hidroelétricos, o que limita a possibilidade de expansão de outros usos e acarreta impactos sobre os ecossistemas na calha principal do rio São Francisco. Em contrapartida, a imposição de novas condicionantes sobre a produção de energia pode inviabilizar a rentabilidade econômica de alguns aproveitamentos hidroelétricos.

Em todo o caso, um dos **critérios para a compatibilização dos diversos interesses e promoção dos usos múltiplos dos recursos hídricos** deverá passar pela

mudança de paradigma da gestão da água da bacia, fazendo valer as prioridades de uso consagradas na legislação e atendendo aos restantes usos, ao invés d'ó que se observa nesta década [que] é uma recorrente operação emergencial que acaba por “justificar” o descumprimento das licenças de operação dando prioridade às necessidades do setor elétrico, com prejuízo para quase todos os outros usos dos recursos hídricos” (RAMINA, 2015). Definidas as prioridades de usos da água, condiciona-se a sua utilização a outorgas, limites, restrições e cobrança (RAMINA, 2014), temas que serão objeto de estudo e diretrizes na etapa seguinte do trabalho, em particular no produto RP5 – Arranjo Institucional para a Gestão de Recursos Hídricos e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos.

Por outro lado, existe uma incerteza significativa no que diz respeito à origem de água para os diversos usos, mas com base nas premissas de análise adotadas neste estudo conclui-se que as demandas satisfeitas por origens superficiais apresentam um maior grau de não atendimento que as demandas satisfeitas por origens subterrâneas. Com efeito, os resultados demonstram que existe potencial para aproveitar os recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio São Francisco e satisfazer parte da demanda da bacia hidrográfica, nomeadamente aquela que de momento é satisfeita com dificuldade com origens superficiais. É, no entanto, necessário reforçar o esforço de monitorização e realizar estudos específicos, como ensaios de bombagem e trabalhos de modelação matemática, para validar com maior rigor as disponibilidades de cada sistema aquífero. Assim, uma aposta no conhecimento sobre os recursos explotáveis nos diferentes sistemas aquíferos e sobre as origens e locais de captação dos vários usos permitirá, no futuro, aproveitar com segurança a disponibilidade de água subterrânea e complementar as origens de água superficial na satisfação das demandas. A outorga de uso de águas subterrâneas deve estar dependente da realização destes estudos para não colocar em risco as reservas de águas subterrâneas.

Outras **alternativas de incremento das disponibilidades hídricas** incluem a construção de reservatórios que proporcionem um aumento da capacidade de armazenamento e de regularização instalada nas sub-bacias e a revitalização ou renaturalização do solo da bacia (através de práticas conservacionistas, para o controle da erosão e a conservação do solo e da água), por exemplo através da

proteção e recomposição das matas ciliares. No primeiro caso, a viabilidade técnica, socioeconômica e ambiental desses projetos terá também de ser verificada. A transferência de água de outras partes da bacia hidrográfica do rio São Francisco, nomeadamente da calha principal, para estas sub-bacias apresenta dificuldades, dado o estado limite generalizado de exploração dos recursos hídricos.

Podem ainda ser exploradas **alternativas de atuação sobre as demandas**, como o controle de perdas em sistemas de abastecimento (no caso do abastecimento humano), o reúso (no uso industrial) e o controle e racionalização do uso da água através de ações de revisão dos critérios de outorga e de melhoria da eficiência do uso da água (em particular na irrigação, através do uso de tecnologias mais modernas e da taxação de usos menos eficientes). A utilização da água deve ser priorizada dando precedência a usos mais críticos ou a projectos que demonstrem a viabilidade técnica, socioeconômica e ambiental e uma maior racionalidade na utilização dos recursos hídricos.

As alternativas de ampliação das disponibilidades hídricas do ponto de vista quantitativo e/ou de regulação/contenção das demandas e respectivas características (características técnicas, efeitos esperados, eventuais impactos ambientais, estimativa preliminar de custos) serão desenvolvidas na etapa seguinte do plano.



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*

## 9. CONCLUSÃO

Os usos consuntivos da bacia hidrográfica do rio São Francisco apresentam atualmente uma vazão de retirada da ordem dos 312 m<sup>3</sup>/s, que poderá vir a aumentar para valores entre 458 m<sup>3</sup>/s e 786 m<sup>3</sup>/s, em 2025, e valores entre 539 m<sup>3</sup>/s e 1073 m<sup>3</sup>/s, em 2035. Este forte crescimento da demanda ocorre, sobretudo, como resultado do crescimento do uso da água no Médio e Submédio São Francisco. Acresce o uso da água para produção de energia que, em média, mobiliza 600 m<sup>3</sup>/s em Três Marias e 2000 m<sup>3</sup>/s em Xingó.

Os recursos hídricos superficiais disponíveis não serão suficientes para satisfazer as projeções de demanda apresentadas nos vários cenários, com níveis de garantia de abastecimento adequados, sendo evidente a necessidade de encontrar consensos sobre a partilha dos recursos de água disponíveis. Os impactos das alterações climáticas, embora associados a uma enorme incerteza, podem agravar ainda mais este cenário.

As soluções para este desequilíbrio podem ser encontradas no lado da oferta, com uma aposta no conhecimento sobre os recursos de água subterrânea para possibilitar o uso com segurança deste recurso, em complemento das origens de água superficial.

Do lado da demanda, o principal conflito de uso de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco ocorre entre o abastecimento, o uso agropecuário e a produção de energia, sendo fundamental encontrar formas de compatibilizá-los. Nesse sentido, sendo o cenário B um cenário central ou tendencial que resulta das dinâmicas instaladas nas diversas sub-bacias e setores usuários, assumindo valores da demanda situados entre os estimados para o cenário A (de consumo mais moderado, que poderia estar associado a uma trajetória de menor desenvolvimento econômico e social da bacia do rio São Francisco) e para o cenário C (de maior desenvolvimento e de alta demanda em termos de consumo de água), **adota-se o cenário B como a hipótese base** para a qual orientar as simulações, diretrizes e ações a desenvolver na etapa seguinte de elaboração do plano, em particular no produto RP5 – Arranjo Institucional para a Gestão de Recursos Hídricos e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos.



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



*Página deixada intencionalmente em branco.*



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013**. Brasília, 2013.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Lâminas estimadas de irrigação para culturas e métodos ideais para cada município, dadas mês a mês**. Um arquivo Microsoft Excel (FUNARBE\_Lâminas.xlsx). Disponibilizado em 3 de Agosto de 2015b.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Material de irrigação do São Francisco**. Três arquivos Microsoft Excel (incluindo RHSF\_Irriga2015.xlsx, com áreas irrigadas na RHSF em 2013 e SENIR\_Info2014.xlsx, com “Projetos Públicos de Irrigação (PPIs)”), 1 arquivo Microsoft Word (SFR\_DadosSobreIrrigação.docx) e 1 arquivo KML (Perímetros\_Informação Consolidada.kml). Disponibilizados em 6 de Julho de 2015c.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Outorgas Emitidas pela ANA – 2001 a 2014**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx>. Acessado em: Janeiro de 2015a.

ANA, Agência Nacional de Águas; UFC, Universidade Federal do Ceará; FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Relatório Sumário – Análise de Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco**. Projeto Adaptação do Planejamento e da Operação dos Recursos Hídricos à Variabilidade e Mudanças Climáticas na Bacia Estendida do São Francisco. 1 arquivo Adobe PDF e 1 arquivo .ZIP. Disponibilizados em 4 de Agosto de 2015.

APAC, Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Banco de dados de outorga filtrado pelas bacias hidrográficas que fazem parte da Região Hidrográfica do São Francisco**. Um arquivo Microsoft Excel. Disponibilizado em 7 jan. 2015.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Dados de outorgas e cadastros de usos insignificantes emitidos em Minas Gerais na bacia do rio São Francisco**. Três arquivos Microsoft Excel. Disponibilizados em 11 fev. 2015.

INEMA, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (BA). **Relação das outorgas concedidas**. Quatro arquivos vetoriais. Disponibilizado em 5 mar. 2015.

RAMINA, R. **Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – Produto 02.** Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Outubro de 2014.

RAMINA, R.. **Consultoria e assessoria presencial especializada para estudo das vazões reduzidas em caráter emergencial no rio São Francisco a partir da UHE Sobradinho e proposição de alternativas que garantam o uso múltiplo das águas.** Produto 03 – Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – a estratégia robusta. 2015.

RED IBEROAMERICANA DE OFICINAS DE CAMBIO CLIMÁTICO (RIOCC). **Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe.** Presentaciones X Encuentro Anual RIOCC (1-3 octubre 2013, Santiago de Chile). 2013.

SEMARH-AL, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (AL). **OUTORGAS da SEMARH ALAGOAS na BHSF.** Um arquivo Microsoft Excel. Disponibilizado em 2 jul. 2015.

SEMARH-SE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SE). **Pontos de outorga superficial e subterrânea.** Dois arquivos vetoriais. Disponibilizado em 4 mar. 2015.

Sillmann, J., Kharin, V. V., Zwiers, F. W., Zhang, X., & Bronaugh, D. **Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 118(6), 2473-2493. 2013a.

Sillmann, J., V. V. Kharin, X. Zhang, F. W. Zwiers, and D. Bronaugh. **Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 1. Model evaluation in the present climate,** J. Geophys. Res. Atmos., 118, 1716–1733, doi:10.1002/jgrd.50203. 2013b.



[www.cbhsaofrancisco.org.br](http://www.cbhsaofrancisco.org.br)

Foto original: João Zinclar



 **PLANO DE  
RECURSOS HÍDRICOS DA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO  
SÃO FRANCISCO**

**ATUALIZAÇÃO  
2016 - 2025**

CONSULTOR:

**nemus** ●

Consultoria de Ambiente  
e Planeamento

[www.nemus.pt](http://www.nemus.pt)

CONTRATADO POR:



Associação Executiva de Apoio à Gestão  
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

[www.agbpeixe vivo.org.br](http://www.agbpeixe vivo.org.br)