



**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

**RP3 - CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO E
PROGNÓSTICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO SÃO FRANCISCO**
*Volume 1-Relatório
jan 2016*


CBHSF
COMITÉ 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

RP3 – Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

Volume 1 – Relatório

Volume 2 – Apêndices

Volume 3 – Mapas

Volume 4 – Consultas Públicas (2ª fase)

Registro de Controle de Documentos *Document Control Record*

Cliente <i>Client</i>	Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo
Projeto <i>Project</i>	Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
Documento <i>Document</i>	RP3 – Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos 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>	3
Aprovado por <i>Approved by</i>	Pedro Bettencourt Correia	Data <i>Date</i>	08.01.2016

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	10.09.2015	RP3; Volume I	NEMUS		
1	16.10.2015	RP3; Volume I	NEMUS		
2	06.01.2016	RP3; Volume I	NEMUS		
3	08.01.2016	RP3; Volume I	NEMUS		

Elaborado por *Prepared by*



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

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
nemus@nemus.pt



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

Apresentação

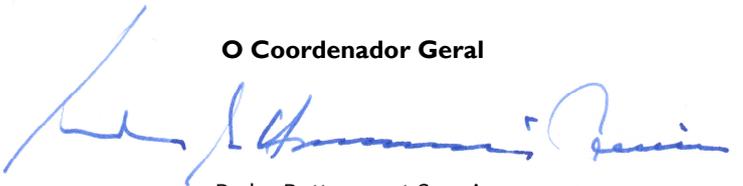
A NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda. apresenta os **Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (RP3)** do **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**, composto pelos seguintes volumes:

- Volume 1 – Relatório
- Volume 2 – Apêndices
- Volume 3 – Mapas
- Volume 4 – Consultas públicas (2ª fase).

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

RP3 – Cenários de Desenvolvimento de Prognóstico

Volume 1 – Relatório

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Planejamento dos Recursos Hídricos: contexto 2000-2014	5
2.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos	5
2.1.1. Situação de partida	6
2.1.2. Cenários	9
2.1.3. Revisão do PNRH	22
2.2. PRH-SF 2004-2013	26
2.2.1. Situação de partida	26
2.2.2. Cenários	28
2.3. A situação atual e os prognósticos	32
2.3.1. Brasil atual	32
2.3.2. Bacia hidrográfica do rio São Francisco: diagnóstico revisitado	36
2.3.3. Comparação do diagnóstico com os prognósticos	42
3. Articulação e Compatibilização dos Interesses Internos e Externos	45
3.1. Introdução	45
3.2. Interesses internos e externos – situação atual	46
3.3. Interesses internos e externos – situação futura	48
3.4. Compatibilização dos interesses internos e externos – contexto decisório, conflitos e estratégia para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco	52
4. Construção de Cenários e Prognósticos	59
4.1. Introdução	59

4.2.	Abordagem Metodológica	61
4.3.	Projeções e prognósticos de acordo com as Políticas Públicas	67
4.3.1.	Metas para o país	67
4.3.2.	Projeções e prognósticos para a bacia	68
4.3.3.	Projeções e prognósticos por setor usuário	76
4.4.	Incertezas Críticas	93
4.4.1.	Desenvolvimento e ordenamento do território	94
4.4.2.	Dinâmicas econômicas e sociais	95
4.4.3.	Ambiente e recursos hídricos	96
4.4.4.	Ambiente institucional	97
4.5.	Cenários de Demanda Futura de Água	98
4.5.1.	Introdução	98
4.5.2.	Agropecuária	102
4.5.3.	Indústria	116
4.5.4.	Abastecimento urbano	123
4.5.5.	Abastecimento rural	129
4.5.6.	Transposição	133
4.5.7.	Demanda total	135
5.	Nova Divisão Fisiográfica da Bacia	161
5.1.	Introdução	161
5.2.	Limites fisiográficos considerados no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013)	163
5.3.	Limites fisiográficos considerados no Caderno da Região Fisiográfica do São Francisco	165
5.4.	Limites fisiográficos considerados por outros autores e pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	167
5.5.	Limites fisiográficos em discussão	169
5.5.1.	Hipóteses de divisão fisiográfica da bacia	169
5.5.2.	Proposta de nova divisão fisiográfica da bacia	171
5.6.	Nova Delimitação das Regiões Fisiográficas; Considerações Finais	174
6.	Variabilidade e mudanças climáticas	175
6.1.	Introdução	175
6.2.	Clima no presente	177
6.2.1.	Temperatura	177

6.2.2. Precipitação	178
6.2.3. Eventos climáticos extremos	178
6.3. Clima no futuro	180
6.3.1. Modelos climáticos globais	180
6.3.2. Brasil	182
6.3.3. Resolução espacial	183
6.3.4. Incerteza	184
6.4. Impactos das mudanças climáticas na hidrologia	185
6.5. Outros impactos das mudanças climáticas	189
7. Conclusão	195
Referências Bibliográficas	203

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cenários considerados na revisão do PNRH.....	23
Figura 2 – Cenários dos conflitos de usos múltiplos traçados por Ramina (2014a e b) no escopo da “Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco”.....	53
Figura 3 – Representação esquemática das ações que compõem a “estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco” proposta por Rodolpho H. Ramina.....	55
Figura 4 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos.....	64
Figura 5 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Desenvolvimento e ordenamento do território.....	94
Figura 6 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Dinâmicas Econômicas e Sociais.....	95
Figura 7 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Ambiente e recursos hídricos.....	96
Figura 8 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Ambiente institucional.....	97
Figura 9 – Evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (a preços constantes de 2010) e respectiva tendência (1999-2012).....	100
Figura 10 – Taxa de crescimento tendencial (%) do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2000-2012).....	100
Figura 11 – Cenários de evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2013-2035).....	104
Figura 12 – Evolução do ciclo do VAB agropecuário do Alto Rio Grande e do ciclo do preço do farelo de soja, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015).....	105
Figura 13 – Demanda agropecuária (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 1 do Volume 3, reduzido).....	114
Figura 14 – Demanda agropecuária (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 2 do Volume 3, reduzido).....	115
Figura 15 – Cenários de evolução do VAB industrial do Rio Pará (2013-2035).....	117
Figura 16 – Evolução do ciclo do VAB industrial do Rio Pará e do ciclo do preço do estanho, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015).....	118
Figura 17 – Demanda industrial (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 3 do Volume 3, reduzido).....	121
Figura 18 – Demanda industrial (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 4 do Volume 3, reduzido).....	122
Figura 19 – Demanda urbana (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 5 do Volume 3, reduzido).....	127
Figura 20 – Demanda urbana (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 6 do Volume 3, reduzido).....	128
Figura 21 – Demanda rural (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 7 do Volume 3, reduzido).....	131
Figura 22 – Demanda rural (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 8 do Volume 3, reduzido).....	132
Figura 23 – Demanda total (m ³ /s) em 2025, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 9 do Volume 3, reduzido).....	137
Figura 24 – Demanda total (m ³ /s) em 2025, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 10 do Volume 3, reduzido).....	138

Figura 25 – Demanda total (m ³ /s) em 2025, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 11 do Volume 3, reduzido).	139
Figura 26 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por região fisiográfica.	141
Figura 27 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por uso.	142
Figura 28 – Demanda total (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 12 do Volume 3, reduzido).	143
Figura 29 – Demanda total (m ³ /s) em 2025 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 13 do Volume 3, reduzido).	145
Figura 30 – Demanda total (m ³ /s) em 2025 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 14 do Volume 3, reduzido).	146
Figura 31 – Demanda total (m ³ /s) em 2025 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 15 do Volume 3, reduzido).	147
Figura 32 – Demanda total (m ³ /s) em 2035, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 16 do Volume 3, reduzido).	151
Figura 33 – Demanda total (m ³ /s) em 2035, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 17 do Volume 3, reduzido).	152
Figura 34 – Demanda total (m ³ /s) em 2035, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 18 do Volume 3, reduzido).	153
Figura 35 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por região fisiográfica.	154
Figura 36 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por uso.	155
Figura 37 – Demanda total (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 19 do Volume 3, reduzido).	156
Figura 38 – Demanda total (m ³ /s) em 2035 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 20 do Volume 3, reduzido).	158
Figura 39 – Demanda total (m ³ /s) em 2035 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 21 do Volume 3, reduzido).	159
Figura 40 – Demanda total (m ³ /s) em 2035 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 22 do Volume 3, reduzido).	160
Figura 41 – Unidades hidrográficas de referência e divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco consideradas no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013).	164
Figura 42 – Divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco considerada no Caderno da Região Fisiográfica do São Francisco.	166
Figura 43 – Divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco considerada por Siegmund-Schultze <i>et. al.</i> (2015) e CBHSF (2015).	168
Figura 44 – Hipóteses de divisão Submédio/Baixo São Francisco.	169
Figura 45 – Hipóteses de divisão Alto/Médio São Francisco.	170
Figura 46 – Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025; proposta de redelimitação das regiões fisiográficas da bacia.	173
Figura 47 – Projeções de aumento de temperatura global para o século XXI geradas por conjuntos de modelos globais levando-se em consideração os diferentes cenários de emissões do IPCC.	181
Figura 48 – Anomalias percentuais das vazões 2011 a 2040 usando o RCP 4.5 e RCP8.5.	186
Figura 49 – Razão entre a vazão com 90% de garantia do cenário futuro RCP4.5&RCP8.5 e a vazão com 90% de garantia do período de controle dos modelos (historical).	187



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Figura 50 – Tendência anual da vazão média em Retiro Baixo, Três Marias, Sobradinho e Itaparica.....	188
Figura 51 - Sumário das mudanças de clima projetadas pelos modelos climáticos regionais sobre o Nordeste, até final do século XXI, para cenários de altas e baixas emissões.	191
Figura 52 – Demanda total a médio e longo prazo (2025 e 2035), nos cenários A, B e C.	201



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Taxa de crescimento anual do PIB brasileiro (1990-2004).....	6
Quadro 2 – Síntese dos cenários do PNRH.....	10
Quadro 3 – Resumo da variação 2005-2020 dos principais usos setoriais de água na região hidrográfica do rio São Francisco (RHSF) no PNRH - Cenário 1.....	14
Quadro 4 – Resumo da variação 2005-2020 dos principais usos setoriais de água na região hidrográfica do rio São Francisco (RHSF) no PNRH - Cenário 2.....	18
Quadro 5 – Resumo da variação 2005-2020 dos principais usos setoriais de água na região hidrográfica do rio São Francisco (RHSF) no PNRH – Cenário 2.....	22
Quadro 6 – Cenários de crescimento no PRH-SF 2004-2013.....	29
Quadro 7 – Taxas de crescimento anual por setor usuário em cada cenário.	30
Quadro 8 – Cenários e taxas de crescimento anual para o período 2004-2013.	30
Quadro 9 – Consumo médio por setor usuário previsto para 2013.	31
Quadro 10 – Decomposição setorial do PIB em cada região (2012).	37
Quadro 11 – Demandas dos usos consuntivos, por região fisiográfica.....	38
Quadro 12 – Vazões de retirada e consumida (2010).....	38
Quadro 14 – Distribuição das vazões de retirada e consumida entre os setores de usuários.....	39
Quadro 15 – Vazões de consumo dos diferentes usos consuntivos.	40
Quadro 16 – Comparação das vazões de consumo estimadas no RP1A com as previstas nos cenários do PRH 2004-2013.....	43
Quadro 17 – Prognósticos do balanço hídrico no PNRH e nos PERH (2020, 2030).	69
Quadro 18 – Evolução das demandas dos diferentes usos consuntivos, por região fisiográfica.....	76
Quadro 19 – Evolução área agrícola irrigada na bacia do rio São Francisco.....	77
Quadro 20 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	78
Quadro 21 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PGIRH do DF (2012).	79
Quadro 22 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PERH da Bahia (2003).	80
Quadro 23 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PERH de Alagoas (2010).....	80
Quadro 24 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PERH de Sergipe (2011).	80
Quadro 25 – Demanda industrial: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	82
Quadro 26 – Demanda industrial: projeções e prognósticos nos restantes Estados da vazão a retirar (m ³ /s).....	83
Quadro 27 – Demanda urbana: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	84
Quadro 28 – Demanda urbana: projeções e prognósticos da vazão a retirar na bacia do rio Preto e na bacia do SF na Bahia, em Alagoas e em Sergipe (m ³ /s).....	84
Quadro 29 – Demanda urbana: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) para a bacia do São Francisco.	85
Quadro 30 – Demanda rural: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	86
Quadro 31 – Demanda rural: projeções e prognósticos nos restantes Estados da vazão a retirar (m ³ /s).....	87



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Quadro 32 – Demanda de transposição para o Nordeste: projeções e prognósticos da vazão a retirar do São Francisco (m ³ /s).....	88
Quadro 33 – Demanda de transposição: projeções da demanda para abastecimento urbano para a RM Aracaju no horizonte de 2025 (m ³ /s).....	89
Quadro 34 – Demanda hidroelétrica: vazão máxima para turbinar e vazão média de longo termo (m ³ /s) nas usinas hidroelétricas com potência superior a 50 MW.....	90
Quadro 35 – Projetos hidroelétricos em construção e outorgados para a bacia do São Francisco (2015).....	91
Quadro 36 – Demanda agropecuária: primeira projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	107
Quadro 37 – Grandes projetos de irrigação com influência nas demandas pelos recursos hídricos do rio São Francisco no horizonte de 2035.....	108
Quadro 38 – Demanda dos grandes projetos de irrigação: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	111
Quadro 39 – Demanda agropecuária total: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	112
Quadro 40 – Demanda industrial: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	119
Quadro 41 – Projeção de evolução da população urbana no horizonte de 2035 por região e cenário (mil pessoas).....	124
Quadro 42 – Demanda urbana: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	125
Quadro 43 – Projeção de evolução da população rural no horizonte de 2035 por região e cenário (mil pessoas).....	129
Quadro 44 – Demanda rural: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	130
Quadro 45 – Demanda de transposição: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por sistema, sub-bacia/região e cenário (m ³ /s).....	134
Quadro 46 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio prazo (2025), por região e cenário (m ³ /s), e crescimento acumulado (%).....	135
Quadro 47 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a longo prazo (2035) por região e cenário (m ³ /s) e crescimento acumulado (%).....	149
Quadro 48 – Área, unidades de federação e número de sub-bacias.....	172
Quadro 49 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio e longo prazo (2025 e 2035) por região (m ³ /s) – Cenário A.....	198
Quadro 50 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio e longo prazo (2025 e 2035) por região (m ³ /s) – Cenário B.....	199
Quadro 51 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio e longo prazo (2025 e 2035) por região (m ³ /s) – Cenário C.....	200

LISTA DE NOMENCLATURAS E SIGLAS

AGB Peixe Vivo	Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo
AL	Alagoas
ANA	Agência Nacional de Águas
BA	Bahia
BD-BSF	Base de Dados Socioeconômicos da Bacia do rio São Francisco
BH	Belo Horizonte
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CBHSF	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
DESO	Companhia de Saneamento de Sergipe
DF	Distrito Federal
FMI	Fundo Monetário Internacional
GEE	Gases de efeito de estufa
GO	Goiás
hab	Habitante(s)

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas
MG	Minas Gerais
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequenas centrais hidroelétricas
PDRH	Plano diretor de recursos hídricos
PE	Pernambuco
PERH	Plano estadual de recursos hídricos
PGIRH	Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos
PIB	Produto interno bruto
PISF	Plano de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PRH-SF	Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco
Q95	Vazão determinada estatisticamente, para um certo período de observação num posto fluviométrico, correspondente a uma

probabilidade de que naquela seção do curso d'água as vazões serão 95% do tempo maiores do que ela

RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
RHSF	Região hidrográfica do rio São Francisco
RM	Região metropolitana
RPGA	Regiões de Planejamento e Gestão das Águas
SE	Sergipe
SFA	Região fisiográfica do Alto São Francisco
SFB	Região fisiográfica do Baixo São Francisco
SFM	Região fisiográfica do Médio São Francisco
SFSM	Região fisiográfica do Submédio São Francisco
SFT	Total da bacia do rio São Francisco
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TCMA	Taxa de crescimento médio anual
UPGRH	Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos
VAB	Valor adicionado bruto



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 dos Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (RP3)** do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco elaborado para o período 2016-2025 (PRH-SF).

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 **objeto** do presente relatório é um conjunto de cenários ou possibilidades alternativas de demanda consuntiva de água nos horizontes de 2025 (ano horizonte do plano) e 2035 para os principais setores usuários de modo a subsidiar, na fase seguinte, a compatibilização do balanço hídrico com os cenários estudados (RP4). Este relatório tem, assim, por **objetivo** fornecer um conjunto de elementos de base para o subsequente exercício de planejamento que serão úteis, não apenas para essa compatibilização com o balanço hídrico, mas também para o arranjo institucional e para a definição de diretrizes e critérios para aplicação dos instrumentos de gestão na bacia (RP5). Desta forma, o RP3 é um ponto de partida, um passo intermédio na atualização do PRH-SF, e não um ponto de chegada ou um fim em si mesmo.

Em concreto, o principal produto («output») deste relatório é um conjunto de **três cenários contrastados de evolução futura da demanda de água**: um cenário central (B) que resulta das dinâmicas instaladas nas diversas sub-bacias e setores usuários (agropecuária, indústria, abastecimento humano – urbano e rural e usos externos – transposição); um cenário (A) de consumo mais moderado que poderia estar associado a uma trajetória de menor desenvolvimento econômico e social no São Francisco; e um cenário (C) de maior desenvolvimento, logo de alta demanda em termos de consumo de água.

Estes cenários foram **construídos como se não existissem restrições** em termos de uso do solo e de disponibilidade de capital (investidores) e trabalho (mão de obra) o que, num território como a bacia do rio São Francisco com vastas zonas semiáridas e/ou escassamente povoadas, é uma hipótese bastante forte. Os cenários A, B e C

resultaram, assim, de um exercício «teórico» suportado em modelos estatísticos e demográficos. Não obstante, estes cenários são realistas no sentido em que podem vir a concretizar-se no horizonte de planeamento de 2025, sendo mais incertos a vinte anos (2035).

Assim, não é certo qual dos cenários apresentados pode vir a acontecer no futuro até porque as demandas serão condicionadas pelas ações prioritárias e investimentos que venham a ser suportados por este plano (RP6). Os cenários apresentados são, tão somente, três «futuros possíveis» para o Velho Chico em termos de vazões a retirar pelos vários setores usuários, construídos com base em determinadas hipóteses técnicas e na melhor informação disponível. Não são uma verdade absoluta e certa mas apenas um instrumento para ajudar e facilitar o processo de planeamento.

Entre as fontes de informação utilizadas destacam-se, entre outras: o Plano Nacional de Recursos Hídricos, o PRH-SF 2004-2013, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, os Planos Diretores e Planos Integrados de Recursos Hídricos, o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013 (ANA, 2013), o ATLAS Brasil de abastecimento urbano (ANA, 2010), 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, 2015d), a informação sobre grandes projetos e os relatórios resultantes de processos de consulta pública. Foi, ainda, essencial a informação de base do Fundo Monetário Internacional (preços das matérias-primas nos mercados internacionais) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (dados demográficos e de geração de valor acrescentado pela agropecuária e indústria).

O Volume 1 do RP3 encontra-se estruturado da seguinte forma:

- Introdução (Capítulo 1);
- Planeamento dos recursos hídricos: contexto 2000-2014 (Capítulo 2);
- Articulação e compatibilização dos interesses internos e externos (Capítulo 3);
- Construção de cenários e prognóstico (Capítulo 4);
- Nova divisão fisiográfica da bacia (Capítulo 5);
- Variabilidade e mudanças climáticas na bacia do São Francisco (Capítulo 6);
- Conclusão (Capítulo 7).

O capítulo 2 aborda a situação de partida e os cenários considerados no Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) e no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2004-2013 (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004), comparando-os com a situação atual, com destaque para o diagnóstico da bacia realizado no escopo do presente trabalho de atualização do PRH-SF.

No capítulo 3 identificam-se os compromissos assumidos e previstos pelos diversos usuários dos recursos hídricos da bacia do rio São Francisco, com influência potencial nas disponibilidades e demandas futuras. Desta forma, este capítulo sistematiza um conjunto de **condicionantes ou fatores, de natureza interna e externa**, que podem vir a determinar a evolução da demanda de água na bacia, bem como o **contexto decisório em que esses interesses internos e externos deverão ser compatibilizados, os conflitos esperados e a potencial estratégia** para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

No capítulo 4 definiram-se os referidos cenários alternativos de desenvolvimento recorrendo, num primeiro momento, a eixos de contrastação das **incertezas cruciais ou críticas** que se colocam à bacia em termos de: i) Desenvolvimento e Ordenamento do Território, ii) Dinâmicas Sociais e Econômicas, iii) Ambiente e Recursos Hídricos e iv) Ambiente institucional. Os referidos cenários resultaram, pois, de uma diferente resolução dessas incertezas que podem conduzir a uma trajetória mais ou menos consuntiva de água nos próximos dez a vinte anos, de acordo com o referido anteriormente.

De modo a facilitar as fases seguintes do processo de planejamento e gestão dos recursos hídricos do São Francisco, esses três cenários foram concretizados em termos das demandas que podem vir a estar associadas aos setores da agropecuária, indústria, abastecimento urbano e abastecimento rural. Foi também considerada a demanda de transposição e um conjunto de outros projetos em curso ou previstos, especialmente no segmento do regadio. A demanda foi projetada em dois horizontes temporais: 2025, que corresponde ao médio prazo e ao horizonte de planejamento deste PRH-SF em revisão, e 2035, o horizonte de longo prazo (cerca de vinte anos).

Sendo o capítulo 4 o mais relevante deste relatório, no sentido em que a informação nele constante é de especial importância para o desenvolvimento dos relatórios posteriores (RP4 a RP6), é importante clarificar mais **duas questões** para além daquelas já abordadas no preâmbulo desta introdução:

- O cenário B não corresponde, necessariamente, a um cenário de referência ou desejável mas tão somente à demanda que resulta da projeção das dinâmicas instaladas na bacia, quer em termos demográficos, quer ao nível do setores da agropecuária e indústria; assim, esse cenário é, muitas vezes, designado como «tendencial», sendo o cenário A, porventura, mais desejável face ao B em termos de uso sustentável dos recursos hídricos a médio e longo prazos (análise a aprofundar no RP4);
- Na medida em que as demandas foram apuradas tendo como referência a sub-bacia/região onde a água é (ou será) captada e não onde é (ou será) consumida, os cenários do Submédio incluem uma vazão adicional que pode atingir os 32 m³/s no horizonte de 2025 e que se destina, de fato, a satisfazer a demanda do Baixo São Francisco através do Canal do Sertão Alagoano cuja captação fica na bacia afluenta do Riacho Seco, lago do Moxotó, junto a Delmiro Gouveia, Estado de Alagoas.

No capítulo 5 apresenta-se uma proposta de divisão fisiográfica da bacia, partindo dos limites fisiográficos anteriormente considerados e das possibilidades de divisão que têm merecido reflexão por parte de diversos atores e documentos de referência.

No capítulo 6 procede-se à análise da variabilidade e mudanças climáticas na bacia do São Francisco, e o capítulo 7 à conclusão.

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

O **Volume 4** apresenta os resultados das consultas públicas realizadas nos meses de outubro e novembro de 2015, relativos à Etapa 2 – Diagnóstico e Prognóstico.

2. PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS: CONTEXTO 2000-2014

Como ponto de partida para a construção dos cenários do PRH-SF, far-se-á uma breve revisão sobre o planejamento dos recursos hídricos nos últimos anos, considerando, notadamente, o Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco 2004-2013. Para estes planos identificar-se-á a situação de partida e os cenários considerados. Apresentar-se-ão ainda os quatro cenários para 2025 delineados por LANNA (2010) no decurso da revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Em seguida, e após a contextualização da situação atual do Brasil, revisita-se o diagnóstico da bacia hidrográfica do São Francisco apresentado no plano 2016-2025, comparando a situação atual (no Brasil, e em particular, na bacia em análise) com os prognósticos realizados no PNRH para 2020 (MMA, 2006) e no PRH-SF 2004-2013 (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004) para 2013.

2.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (MMA, 2006) foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, por meio da Resolução n.º 58 de 30 de janeiro de 2006.

O volume 1 do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) apresenta o panorama e estado dos recursos hídricos no Brasil, enquanto o volume 2 (Águas para o futuro) apresenta três cenários sobre os recursos hídricos no Brasil 2020:

- Cenário 1: Água para todos;
- Cenário 2: Água para alguns;
- Cenário 3: Água para poucos.

Seguidamente, faz-se uma síntese da situação do Brasil e da bacia hidrográfica do São Francisco à data de elaboração do PNRH – ponto de partida para os cenários apresentados.

Os cenários conjugam hipóteses distintas das incertezas críticas que configuram os futuros aceitáveis dos recursos hídricos no Brasil. Além dos cenários mundiais e nacionais, ganham destaque os grandes usuários (agricultura irrigada, pecuária, indústria, energia elétrica e saneamento), os montantes possíveis dos investimentos de proteção dos recursos hídricos e, finalmente, os tipos de gestão mais plausíveis tendo em consideração as características econômicas, políticas e sociais do Brasil (MMA, 2006).

2.1.1. Situação de partida

A taxa média de crescimento do **PIB brasileiro** no período 1990-2000 foi de 2,65% ao ano. A evolução do PIB setorial (agropecuário, industrial e serviços) apresentava variações expressivas. O setor agrícola destacava-se, apresentando taxas de crescimento superiores às dos demais setores e à média da economia, principalmente a partir do ano 2001, influenciado pela expansão do agronegócio. Já o setor industrial apresentava um ritmo de crescimento um pouco mais lento, porém consistente desde 1999, com taxas positivas contribuindo de forma expressiva para o crescimento do PIB total (MMA, 2006).

Quadro 1 – Taxa de crescimento anual do PIB brasileiro (1990-2004).

Período	PIB Agropecuário	PIB Industrial	PIB Serviços	PIB total
1990-2000	2,86%	2,71%	1,14%	2,65%
2000-2004	8,49%	3,22%	0,97%	2,17%

Fonte: MMA, 2006.

A RHSF contribuía, em 2003, com 5,7% do PIB brasileiro (MMA, 2006).

A inovação de produtos realizada no Brasil apresentava uma forte associação com as exportações de baixa e média intensidade tecnológica (MMA, 2006).

No período 1999-2003 foi explicitado um *trade-off* entre a contribuição das exportações líquidas – ajuste externo – e a contribuição da demanda doméstica – demanda interna – na evolução do PIB. Para os anos de 2004 e 2005, observou-se

um momento de grande expansão da demanda, representada pelo consumo de bens e serviços no país (MMA, 2006).

As taxas de crescimento observadas para a **atividade agropecuária**, no período compreendido entre os anos de 1991 e 2004, apresentaram uma tendência crescente, com valores de 1,37%, 4,1% e 5,3% para os anos de 1991, 2000 e 2004, respectivamente (IBGE, 2000 APUD MMA, 2006).

Constatava-se que a agricultura irrigada ainda não havia sido adotada no país de forma efetiva para promover o desenvolvimento econômico, aumentar a segurança alimentar e nutricional, bem como para contribuir no combate à pobreza e à exclusão social. No entanto, assinalavam-se evidências de que seu potencial começava a ser utilizado na região Nordeste, a exemplo da fruticultura irrigada (MMA, 2006).

Uma perspectiva existente era que a dinâmica do agronegócio induziria, nos anos seguintes, o aumento da área irrigada no país, quer na região Nordeste, como forma de superação dos problemas socioeconômicos, quer nas demais regiões, como forma de aumentar a quantidade, a qualidade e agregar valor ao produto agrícola (MMA, 2006).

Dados do IBGE (2000 APUD MMA, 2006) indicavam uma taxa de crescimento para a **indústria** de 6,6% no ano de 2000, contra valores de 0,26% e 1,8% para os anos de 1991 e 1995, respectivamente. Esses dados mostravam uma aceleração do crescimento do setor nos últimos anos. Como característica geral, o parque industrial nacional mostrava-se bastante diverso, com o maior peso econômico recaindo sobre as indústrias extrativistas e de base. As indústrias de pequeno e médio portes representavam mais de 90% desse parque (MMA, 2006).

Quanto à **geração de energia**, o PNRH indicava que em torno de 80% da oferta brasileira de energia elétrica provinha de fontes renováveis, com destaque para a geração hidroelétrica (88,7%) (MME e ANEEL, 2005 APUD MMA, 2006).

Indicava também que o quase esgotamento de alternativas para a implantação de aproveitamentos hidroelétricos nas regiões Sul e Sudeste levaria a que a expansão do setor tenderia a se localizar nas regiões Centro-Oeste e Norte. Entretanto, para os próximos anos, estimava-se uma maior participação da geração termelétrica no

atendimento do mercado de energia elétrica, sendo que também se buscavam soluções de cunho regional (MMA, 2006).

De acordo com o PNRH (MMA, 2006), o Sistema Hidroviário Nacional contava com uma rede de **vias navegáveis** (rios, canais e lagos) com cerca de 42.000 km de extensão. Deste total eram navegáveis 28.000 km, sendo 18.000 km na bacia Amazônica. Previa-se que no futuro, podiam ser incorporados a esta rede mais 14.000 km, desde que obras de melhoria fossem efetivadas.

Apesar da grande extensão dessas hidrovias, o Brasil utilizava, aproximadamente, 10.000 km como vias navegáveis de transporte comercial (MMA, 2006).

O conjunto das hidrovias teve um aumento médio de 5,34% no triênio 1999/2001 e de 14,30% no biênio 2000/2001, demonstrando tendência de crescimento expressivo para os anos futuros (MMA, 2006).

Quanto à **bacia hidrográfica do São Francisco**, destacam-se os seguintes aspectos:

- A vazão média era de 2.850 m³/s, correspondendo a uma vazão média de 7.025 m³/hab/ano para uma população de 13 x 10⁶ habitantes (ANA, 2005 APUD MMA, 2006).
- Os valores de vazão de retirada, consumo e retorno para a região hidrográfica eram respectivamente: 166 m³/s, 105 m³/s e 61 m³/s (ANA, 2005 APUD MMA, 2006).
- A irrigação era a atividade responsável pelas maiores vazões de retirada (ANA, 2005 APUD MMA, 2006).
- A bacia como um todo era considerada em situação excelente quanto à relação entre a vazão de retirada e a vazão média acumulada (quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período). Mesmo considerando as vazões disponíveis na estiagem (vazão regularizada + incremento de vazão com permanência de 95%), a bacia era considerada em situação confortável. Porém, uma análise mais detalhada, por região fisiográfica, indicava a existência de rios em situação crítica e muito crítica na margem direita do Alto e do Médio São Francisco, bem como na margem esquerda no Submédio e no Baixo São Francisco (MMA, 2006).

- Os usos que afetam o aspecto quantitativo tinham como geradores as retiradas de água para o abastecimento público e, principalmente, para a agricultura irrigada e a indústria, que acabavam por afetar esses mesmos usos, configurando disputas intra e intersetoriais. Em relação à irrigação, ficavam evidenciados esses conflitos nos períodos críticos, destacando-se as bacias dos rios Verde Grande e Mosquito, ao norte de Minas Gerais (MMA, 2006).
- Ainda em relação à irrigação, verificava-se uma demanda excessiva de água para irrigação no Médio e no Submédio São Francisco, cujos volumes, em alguns locais, situavam-se muito acima das disponibilidades, causando pequenos conflitos (MMA, 2006).
- Um outro conflito evidenciado diz respeito ao comprometimento da pesca no Baixo São Francisco, causado pela construção das represas ao longo deste rio (MMA, 2006).

Os principais **desafios** a serem superados a curto e médio prazo na bacia do SF, eram de acordo com o PNRH os seguintes:

- Estratégias de convivência com o Semiárido
- Compatibilidade entre a geração de energia e a irrigação
- Proteção da biodiversidade aquática
- Tratamento de efluentes domésticos e industriais
- Recuperação ambiental (nascentes, matas ciliares, áreas degradadas).

2.1.2. Cenários

No Quadro 2 apresenta-se uma síntese de cada um dos cenários para 2020 do PNRH (MMA, 2006).

Quadro 2 – Síntese dos cenários do PNRH.

INDICADORES/CENÁRIOS	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2	CENÁRIO 3
População (1)	209 milhões	219 milhões	228 milhões
PIB (2)	R\$ 3,631 trilhões US\$ 1,613 trilhão	R\$ 3,125 trilhões US\$ 1,388 trilhão	R\$ 2,315 trilhões US\$ 1,028 trilhão
Taxa de Crescimento	4,5%	3,5%	1,5%
PIB per capita (2)	US\$ 7.721	US\$ 6.311	US\$ 4.511
1. Cenários mundiais	Longo ciclo de prosperidade	Dinamismo excludente	Instabilidade e fragmentação
2. Cenários nacionais	Desenvolvimento integrado	Modernização com exclusão	Estagnação e pobreza
3. Atividades produtivas: indústria, agricultura e pecuária	Grande crescimento com médios impactos	Grande crescimento com fortes impactos	Pequeno crescimento com médios impactos
4. Usinas	Forte expansão	Forte expansão	Pequena expansão
5. Saneamento	Estatual com eficiência em direção à universalização	Participação privada com pouca expansão	Estatual sem eficiência
6. Gestão	Operativa	Economicista	Burocrática
7. Investimentos e despesas públicas em proteção e gestão dos recursos hídricos	Grandes, massivos e corretivos	Pequenos, seletivos e corretivos	Pequenos, seletivos e corretivos

Observação: (1) Fonte: ONU (World Population Prospects, 2004). Disponível em <http://esa.un.org/unpp/>
(2) Dólar em R\$ 2,25, segundo cotação fechada estabelecida pela ONU para o mês de novembro de 2005

Fonte: MMA, 2006.

Em seguida, e após uma breve descrição geral, distinguem-se os três cenários quanto às atividades produtivas, geração de energia elétrica, navegação, diluição de esgotos, gestão dos recursos hídricos e proteção de recursos hídricos, com ênfase na região hidrográfica do rio São Francisco.

CENÁRIO 1: ÁGUA PARA TODOS

DESCRIÇÃO GERAL

Não obstante os conflitos regionais no Oriente Próximo e no Extremo Oriente e as tensões no interior dos Estados Unidos e da China – e entre eles –, o mundo cresce a um ritmo constante. Contribui para isso a estruturação de um eficiente sistema de regulação dos fluxos financeiros e comerciais, que não impede os conflitos, mas permite sua resolução de maneira que se obtenha legitimidade com os principais parceiros do sistema mundial. Com isso, os processos de inovação são estimulados e se mantêm em ritmo elevado, com economia crescente no uso dos recursos naturais e consequente pressão sobre estes.

A diplomacia brasileira consegue a proclamação de acordos com os países vizinhos em torno do acesso e do uso compartilhado dos recursos hídricos transfronteiriços, estimulando as boas relações. Os agentes econômicos aproveitam-se das novas infraestruturas de transporte multimodais. Assim, umenta o fluxo de mercadoria no continente sul-americano e o acesso torna-se mais rápido, por parte do Brasil, aos países asiáticos, ao continente australiano e à costa oeste norte-americana. O fluxo de comércio em todo o continente é estimulado por meio de acordos comerciais que indicam o nascimento da Alca, ainda incipiente.

Assim, o Brasil, com 209 milhões de habitantes, acompanha e mesmo supera o ritmo de crescimento econômico mundial, graças aos resultados da confluência da política de estabilidade, das reformas estruturais e da adoção de políticas fiscais, setoriais e ambientais integradas, que criam um ambiente favorável à iniciativa privada e à inovação tecnológica.

O setor exportador aproveita as oportunidades oferecidas pelo crescimento mundial, estimulando a criação de um forte dinamismo das atividades econômicas. O aumento do consumo interno contribui também de forma decisiva para a expansão dessas atividades.

Com a implantação de uma política regional de equilíbrio entre as regiões, registra-se uma moderada e permanente desconcentração territorial das atividades econômicas. Dessa forma, consolidam-se os Arranjos Produtivos Locais (APL) no interior brasileiro e cresce a participação das micro, pequenas e médias empresas na exportação e, sobretudo, na geração de emprego e renda.

Caem os indicadores de pobreza, desigualdade e violência urbana em todo o país. O percentual de pobres decresce significativamente de 33% observado em 2010 para 20%. A expectativa de vida ao nascer é de 78 anos, e a taxa de mortalidade infantil, de 14 por mil. O analfabetismo está desaparecendo, com índice inferior a 7%, e o PIB *per capita*, em crescimento, alcançando US\$ 7.721. Contribui para tanto não apenas o ritmo do crescimento econômico e a melhoria da capacidade de gestão por parte do Estado, mas também a implantação de políticas sociais consistentes e inovadoras.

O Brasil, com um IDH de 0,910 e um PIB de R\$ 3.631 trilhões, é ainda um país emergente. Contudo, seu ingresso no Conselho de Segurança das Nações Unidas e

uma forte posição em favor dos países mais pobres, sobretudo latino-americanos e africanos, traduzem o reconhecimento mundial de sua liderança no hemisfério sul.

AGROPECUÁRIA

- Expansão da agricultura, entre outros, nos estados de Goiás, Bahia e Pernambuco, notadamente, de cereais e frutas, cana-de-açúcar, algodão, flores e plantas ornamentais;
- Importantes avanços tecnológicos e decrescentes perdas nos sistemas de distribuição e na aplicação de água;
- Crescimento da pecuária, da aquicultura e da pesca.

INDÚSTRIA

- A indústria torna-se mais competitiva e diversificada, com maior conteúdo tecnológico e menor concentração locacional;
- No Nordeste destacam-se as metalurgias básicas e as indústrias químicas e de derivados de petróleo, mas o maior destaque é para a atividade turística;
- O Sudeste continua liderando o crescimento industrial (com maior dinamismo para os setores de alimentos e bebidas, produção de álcool, metalurgia básica, química, informática, comunicações, máquinas e equipamentos, veículos e automotores);
- Ocorre um investimento maciço na implementação de programas voluntários de eficiência ambiental para pequenas e médias empresas.

GERAÇÃO DE ENERGIA

- Aumenta a construção de hidroelétricas, de PCHs, usinas eólicas e termoelétricas, e retoma-se a expansão do projeto nuclear;
- A bacia do São Francisco mantém-se como uma das regiões com maior capacidade instalada, mas não é das regiões com maior expansão de geração hidroelétrica;
- Reduz-se o impacto do uso do potencial hidroelétrico em áreas vulneráveis pelo prisma socioambiental.

NAVEGAÇÃO

- São Francisco é uma das regiões hidrográficas com maior expansão do transporte hidroviário.

DILUIÇÃO DE ESGOTOS

- Os problemas ambientais gerados pelo lançamento de rejeitos são gradativamente reduzidos.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- As questões críticas relacionadas a projetos de integração de bacias hidrográficas são resolvidas, notadamente, mediante compensações às bacias doadoras (onde são implementados projetos de investimento e de revitalização);
- São aplicados instrumentos de pagamento por serviços ambientais; avanço do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, com implementação da cobrança pelos usos da água com indução do financiamento dos sistemas de esgotos; os instrumentos de gestão dos recursos hídricos encontram-se implantados de forma integrada;
- Há uma gestão articulada entre entes federados em um pacto de controle, fiscalização e incentivos; a participação social ganha relevância verificando-se condições favoráveis ao uso mais racional dos recursos hídricos;
- Verificam-se contudo conflitos entre usuários: transporte aquaviário vs reservatórios de usinas hidroelétricas; populações ribeirinhas, empresas e produtores agrícolas, agências de turismo e organizações ambientalistas.

PROTEÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- As taxas de desmatamento caem;
- São fixadas vazões ecológicas para atender às demandas ambientais, variáveis no tempo e no espaço;
- Verificam-se investimentos crescentes e massivos na proteção de recursos hídricos.

No quadro seguinte resume-se a variação prevista no Cenário 1 nos usos setoriais de irrigação, energia, navegação e diluição de esgotos, na região hidrográfica do rio São Francisco.

Quadro 3 – Resumo da variação 2005-2020 dos principais usos setoriais de água na região hidrográfica do rio São Francisco (RHSF) no PNRH - Cenário 1.

Usos setoriais	RHSF
Irrigação	Incremento de 89% da área irrigada (área irrigada em 2020 = 700.000 ha)
Energia	Incremento de 8% da capacidade instalada (em relação a 2004) (capacidade instalada em 2020 = 11.210 MW)
Navegação	Incremento de 57,9% da extensão das hidrovias (extensão navegável em 2020 = 2.210 Km)
Diluição de esgotos domésticos	Médio nível de coleta e de tratamento dos efluentes
Diluição de esgotos industriais	Médio nível de coleta e de tratamento dos efluentes

Fonte: MMA, 2006.

CENÁRIO 2 – ÁGUA PARA ALGUNS

DESCRIÇÃO GERAL

A economia internacional experimenta uma fase de expansão econômica moderada, com concentração do dinamismo nos países desenvolvidos, que dominam a geração e a difusão de informação e tecnologia.

A integração econômica e cultural efetiva-se, mas com resistências, o que dificulta a inserção dos países emergentes, com exceção da China, e amplia a desigualdade entre os povos. A inovação tecnológica mantém seu ritmo acelerado, mas a exclusão de certos mercados induz o mundo a um médio crescimento econômico. Os conflitos regionais e o terrorismo intensificam-se, agravados pelo acirramento das desigualdades. Por sua vez, as pressões ambientais aumentam, já que as regras de conservação ambiental e a redução da poluição não são plenamente aceitas e efetivadas.

A inovação tecnológica e a competitividade brasileira mantêm seu ritmo ascendente, mas com a manutenção da pobreza, acentuada pelas desigualdades de raça e gênero, assim como pelas disparidades sociais e regionais.

A persistência da concentração de renda, a ausência de políticas de indução do desenvolvimento e a incapacidade de formulação de políticas que possam inserir o país na “economia do conhecimento” permitem ao Brasil apenas um ritmo moderado de crescimento econômico. Assim, sua inserção na economia mundial dá-se, sobretudo, por meio da competitividade em custos, sem que produtos de grande valor agregado ocupem lugar de maior destaque na pauta de exportação.

A orientação excessivamente liberal do Estado brasileiro se manifesta na falta de instrumentos de reorganização e desconcentração da economia em termos regionais e limitado controle ambiental. Dessa forma, o dinamismo econômico tende a se concentrar no Sul e no Sudeste, mantendo a tendência histórica do século XX e gerando moderada irradiação apenas para os “eixos de integração e desenvolvimento oeste e sudoeste”.

Em que pese que o governo federal melhore suas condições de poupança e investimento, o modelo político-institucional dominante reduz a presença do Estado à ação reguladora, embora pouco eficaz no que se refere à consideração do interesse do consumidor. Isso ocorre tanto na área social como na ambiental, em que a proteção é restrita diante de grupos econômicos interessados em seus lucros imediatos. Essa situação permite, no entanto, a implementação parcial dos investimentos estruturadores. Com isso, o setor exportador aproveita as oportunidades oferecidas pelo crescimento internacional, estimulando a criação de um dinamismo desequilibrado das atividades econômicas voltadas ao uso dos recursos naturais, com fortes impactos sobre o meio ambiente.

O Brasil, com um IDH de 0,880 e um PIB de R\$ 3,125 trilhões, é ainda um país emergente. Sua forte posição em favor dos países mais pobres, sobretudo latino-americanos e africanos, não se traduz em ações correspondentes de redução das desigualdades no país. Isso se verifica na descoordenação das relações com os países vizinhos, o que impede acordos consistentes no uso dos recursos hídricos transfronteiriços, com situações de conflitos, sobretudo no Sul. O Mercosul permanece

instável, enquanto a Alca passa a ocupar a agenda diplomática por pressão dos grandes agentes exportadores.

As atividades econômicas, principalmente as grandes usuárias de água, conhecem um alto crescimento com fortes impactos sobre o meio ambiente e os recursos hídricos, impactos que somente são enfrentados quando ameaçam a pujança exportadora dessas atividades. O crescimento econômico segue concentrado no Sudeste, expandindo se para o Sul e um pouco para o Centro-Oeste.

AGROPECUÁRIA

- Expansão da agricultura, entre outros, nos estados de Goiás, notadamente, de cereais e frutas, cana-de-açúcar, algodão;
- São Francisco não constitui das regiões em que se prevê a maior expansão de área irrigada, mas continua a ser das regiões em que o total dessa área é mais expressivo;
- Desestímulo à adoção de tecnologias de irrigação poupadoras de água;
- Substancial crescimento da aquicultura, entrando em conflitos com a pesca artesanal, sujeita a redução; crescimento da pecuária mas com exclusão dos pequenos criadores e com crescente pressão sobre o cerrado.

INDÚSTRIA

- A agroindústria, a mineração, a siderurgia, a metalurgia, os minerais metálicos e os petroquímicos expandem-se;
- As grandes empresas adotam medidas de controle e preservação ambiental, mas as pequenas e médias empresas agravam os problemas ambientais; o turismo tem crescimento médio.

GERAÇÃO DE ENERGIA

- Grande expansão do setor hidroelétrico com a instalação de médias usinas, e com o parque termoeletrico a servir de complemento;
- A bacia do São Francisco mantém-se como uma das regiões com maior capacidade instalada, mas não é das regiões com maior expansão de geração hidroelétrica.

NAVEGAÇÃO

- São Francisco não é das regiões hidrográficas com maior expansão do transporte hidroviário, apesar de manter-se como uma das regiões com maior rede hidroviária.

DILUIÇÃO DE ESGOTOS

- As metas de universalização dos serviços de saneamento até 2020 não são atingidas (o saneamento tem níveis intermediários e baixos de avanço, com défices de atendimento concentrados nos segmentos populacionais de mais baixa renda), constatando-se um incremento da demanda de disponibilização de água para diluição da carga remanescente de esgotos.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- Projetos de integração de bacias hidrográficas ocorrem ao acaso, gerando conflitos entre bacias doadoras e receptoras;
- Distanciamento da qualidade da água face à pactuada no enquadramento;
- Os instrumentos de gestão dos recursos hídricos encontram-se implantados de forma parcial (com défices na implantação de planos de recursos hídricos, enquadramento, cobrança e compensação a municípios).

PROTEÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- São fixadas vazões ecológicas sem grandes compromissos com o atendimento às demandas ambientais (continuam a ser especificadas como um percentual de uma vazão de referência ignorando a variabilidade temporal e espacial das demandas ambientais), por isso mantém-se a tendência de extinção e de redução das espécies que delas dependem; os investimentos na proteção de recursos hídricos são pequenos e corretivos, com agravamento dos impactos dos eventos críticos.

No quadro seguinte resume-se a variação prevista no Cenário 2 nos usos setoriais de irrigação, energia, navegação e diluição de esgotos, na região hidrográfica do rio São Francisco.

Quadro 4 – Resumo da variação 2005-2020 dos principais usos setoriais de água na região hidrográfica do rio São Francisco (RHSF) no PNRH - Cenário 2.

Usos setoriais	RHSF
Irrigação	Incremento de 62% da área irrigada (área irrigada em 2020 = 600.000 ha)
Energia	Incremento de 8% da capacidade instalada (em relação a 2004) (capacidade instalada em 2020 = 11.210 MW)
Navegação	Incremento de 28,9% da extensão das hidrovias (extensão navegável em 2020 = 1.805 km)
Diluição de esgotos domésticos	Baixo nível de coleta e de tratamento dos efluentes
Diluição de esgotos industriais	Médio nível de coleta e de tratamento dos efluentes

Fonte: MMA, 2006.

CENÁRIO 3 – ÁGUA PARA POUCOS

DESCRIÇÃO GERAL

Sob um mundo fortemente instável e de pouco crescimento econômico, o Brasil aproveita mal as poucas oportunidades, com exceção dos setores que já têm nichos de competitividade reconhecidos. A economia internacional tem um desempenho pífio (crescimento médio de 1%) em meio às contradições entre os países ricos, particularmente os Estados Unidos e os países com rápido crescimento, como a China, à forte concorrência comercial e às suas instabilidades políticas e econômicas, acrescidas das turbulências no mundo financeiro, com mecanismos pouco eficientes de regulação. O mundo sofre os efeitos de choques políticos internos na China, na Índia e na Rússia e das turbulências econômicas nos Estados Unidos, além de constantes ações terroristas. Perde velocidade também o processo de mudança do paradigma produtivo baseado na informação e no conhecimento, com pouca geração e disseminação de novas tecnologias.

As redes de pesquisa e desenvolvimento tecnológico perdem incentivos, como resultado do fraco desempenho econômico e das disputas entre grandes potências. O mundo, que se vinha abrindo à internacionalização, fecha algumas de suas portas. Contribuem para isso o acirramento das práticas terroristas, que atingem o Ocidente, e conflitos internos na Ásia, particularmente na China, na Índia e no Oriente Próximo, além do crescimento do fundamentalismo laico no Ocidente e religioso no Oriente.

O turismo conhece o reflexo dessas instabilidades e mal alcança os níveis de antes do “11 de setembro de 2001”, após quase vinte anos do atentado.

A instabilidade dos países vizinhos impede que acordos sejam estabelecidos no uso compartilhado dos recursos hídricos transfronteiriços, com situações de conflitos, sobretudo no sul. O Mercosul fracassa e a Alca não ganha corpo em face das indecisões dos Estados Unidos e do Brasil. Não obstante, as relações comerciais entre os países americanos tornam-se mais ágeis, com exceção de alguns países envoltos em conflitos internos. A América Latina perde posição no ranking mundial das nações, em parte graças a seus conflitos internos.

O Brasil acompanha a estagnação do mundo, em grande parte pela queda da demanda externa, mas, sobretudo, pela ausência de um projeto político dominante.

Subsistem práticas de corrupção, agravadas pela ineficácia de reformas capazes de introduzir maior visibilidade e controle por parte da sociedade. Os sucessivos desencantos com as promessas políticas conduzem a população a um estado de preocupante despolarização, e a imagem do Brasil no exterior não é boa.

As políticas sociais, regionais e ambientais, insípidas e burocráticas, são marcadas pela desintegração, pela centralização e pela adoção predominante dos instrumentos de comando e controle, sem o adequado investimento público para sua implementação. Reforça-se a tendência à concentração regional da economia brasileira e à concentração de renda, com crescimento dos centros de maior competitividade. Os impactos ambientais aumentam, mesmo com o pífio desempenho da economia. Poucos são os investimentos estruturadores, tendo em vista a pouca capacidade do setor público, que se mantém profundamente endividado, e pela retração do setor privado.

A fragilidade do setor público, as altas taxas de desemprego, o ritmo lento do crescimento econômico e as políticas sociais e de segurança pública ineficientes incentivam o aumento da criminalidade urbana. Os bolsões de pobreza no país persistem e até mesmo aumentam nas regiões metropolitanas e no meio rural nordestino. De forma idêntica, os índices de desigualdade social crescem, mantendo o Brasil entre os piores países do mundo em distribuição de renda.

Com uma população de 228 milhões de habitantes, o país tem um PIB per capita de US\$ 4.511, semelhante aos US\$ 4.417 de 2005, e uma expectativa de vida de 74 anos.

A taxa de mortalidade infantil situa-se em torno de 21 por mil, e o IDH, em 0,830. O Brasil conserva sua posição de país emergente, mas muito atrás da China, da Índia e da Rússia. Entre as atividades econômicas, a agricultura conserva o melhor desempenho, tendo em vista a produtividade e as vantagens comparativas do Brasil em alguns produtos.

AGROPECUÁRIA

- A agricultura irrigada cresce pouco e há pouca incorporação de tecnologias inovadoras;
- Destaca-se a produção de alimentos, cana-de-açúcar e algodão;
- São Francisco não pertence às regiões em que se prevê a maior expansão de área irrigada, nem àquelas em que o total dessa área é mais expressivo;
- Concentração da aquicultura no Nordeste, com afetação das comunidades locais devido à falta de cuidados com o meio ambiente; avanço desordenado da pecuária com degradação dos principais biomas e aumento do desmatamento ilegal.

INDÚSTRIA

- Crescem os setores ligados ao agronegócio e as indústrias de base intensivas em recursos hídricos;
- O turismo expande-se moderadamente.

GERAÇÃO DE ENERGIA

- Baixa implantação de usinas hidroelétricas, com PCHs e termoelétricas a servir de complemento;
- A bacia do São Francisco mantém-se como uma das regiões com maior capacidade instalada, mas não é das regiões com maior expansão de geração hidroelétrica.

NAVEGAÇÃO

- São Francisco mantém-se como das regiões com maiores redes hidroviárias, mas sem grande expansão.

DILUIÇÃO DE ESGOTOS

- As metas de universalização dos serviços de saneamento não são atingidas (o saneamento continua incipiente e antiquado, com níveis baixos de avanço), constatando-se um grande incremento da demanda de disponibilização de água para diluição da carga remanescente de esgotos.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- Os níveis de implantação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos são baixíssimos (com défices na implantação de planos de recursos hídricos, outorga e sistema de informações e défices acentuados na implantação do enquadramento, cobrança e compensação a municípios);
- Desenvolvem-se conflitos do setor aquaviário com o setor elétrico, do setor de irrigação com o setor elétrico e em torno do abastecimento humano (prejudicado pela má qualidade dos mananciais).

PROTEÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

- As vazões ecológicas são fixadas burocraticamente, sem grandes compromissos com o atendimento das demandas ambientais (continuam a ser especificadas como um percentual de uma vazão de referência ignorando a variabilidade temporal e espacial das demandas ambientais), por isso agrava-se a tendência de extinção e de redução

das espécies que delas dependem; os investimentos na proteção de recursos hídricos são pequenos e corretivos.

No quadro seguinte resume-se a variação prevista no Cenário 3 nos usos setoriais de irrigação, energia, navegação e diluição de esgotos, na região hidrográfica do rio São Francisco.

Quadro 5 – Resumo da variação 2005-2020 dos principais usos setoriais de água na região hidrográfica do rio São Francisco (RHSF) no PNRH – Cenário 2.

Usos setoriais	RHSF
Irrigação	Incremento de 35% da área irrigada (área irrigada em 2020 = 500.000 ha)
Energia	Incremento de 7% da capacidade instalada (em relação a 2004) (capacidade instalada em 2020 = 11.139 MW)
Navegação	Incremento de 13,5% da extensão das hidrovias (extensão navegável em 2020 = 1.589 Km)
Diluição de esgotos domésticos	Baixo nível de coleta e de tratamento dos efluentes
Diluição de esgotos industriais	Baixo nível de coleta e de tratamento dos efluentes

Fonte: MMA, 2006.

De salientar que, em qualquer dos cenários, e relativamente à região hidrográfica do rio São Francisco, resultou que as repercussões da dinâmica de atividades dos setores usuários sobre a demanda de recursos hídricos tornam mais sensíveis os balanços na região do Alto São Francisco, mas a relação de demanda sobre a vazão média acumulada permanece confortável nessa região (sendo excelente na restante área da bacia).

2.1.3. Revisão do PNRH

No decurso da revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos, foram apresentados os elementos norteadores para as estratégias e ações para a área de recursos hídricos (LANNA, A., 2010) a serem consideradas na elaboração do **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2025**.

Foram considerados quatro cenários para o Brasil:

- A: Dinamismo integrado;
- B: Dinamismo endógeno;
- C: Perda de oportunidades;
- D: Estagnação.

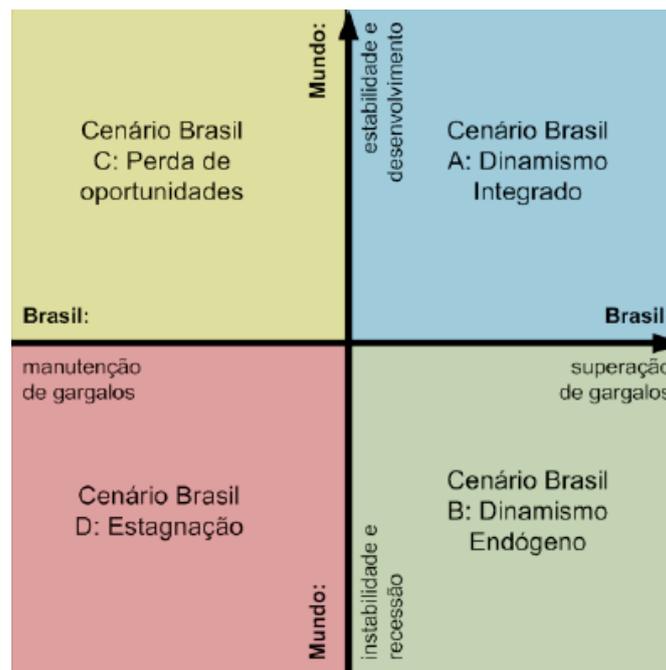


Figura 1 – Cenários considerados na revisão do PNRH.

Fonte: LANNA, A., 2010.

A. Dinamismo integrado: esse cenário é equiparado ao Cenário na Crista da Onda do PNE 2030; o Brasil supera seus gargalos e se integra a uma nova ordem mundial, da qual aproveita a valorização das *commodities* para sustentar seu desenvolvimento, especialmente alimentos, energia e minérios, ao mesmo tempo em que investe nas cadeias produtivas com maior agregação de valor em que possui maiores vantagens competitivas, facultando que no longo prazo se torne uma economia moderna. A área de recursos hídricos será pressionada para ofertar água em quantidade e em qualidade para os setores usuários, exigindo uma competente implementação do SINGREH, facilitada pela disponibilidade de recursos para investimento e o interesse dos setores econômicos mais dinâmicos em parcerias público-privadas voltadas a equacionar as questões de gerenciamento de recursos hídricos. O atendimento das demandas ambientais torna-se relevante ante a possíveis barreiras que possam ser

criadas aos produtos brasileiros por países que alegam que as vantagens competitivas do país decorrem de maior tolerância a impactos ambientais.

Isto dificulta em parte o desenvolvimento de programas que contem com os recursos hídricos do Bioma Amazônico e Pantanal, e exigem amplos investimentos em saneamento básico, tendendo a ser alcançado o cenário setorial “Para todos”.

B. Dinamismo endógeno: equiparado ao Cenário Surfando a Marola do PNE 2030; ante um mundo instável, o Brasil se desenvolve para o mercado interno, aproveitando, porém, oportunidades de comércio com países que conseguem manter-se em um mundo fragmentado, especialmente como produtor de alimentos, energia e minérios. Isto faz com que consiga algum tipo de desenvolvimento, porém inferior ao do Cenário A. A área de recursos hídricos se vê menos pressionada a ofertar água em quantidade para os setores usuários e as questões ambientais e de qualidade de água tornam-se menos destacada, tanto devido ao menor uso, quanto a menor relevância do comércio externo e as consequentes pressões ambientais que ocorrem no cenário A. Neste aspecto, haverá tendência de que o cenário setorial de saneamento a ser alcançado seja o “Nada será como antes”, decorrente da maior capacidade do país pensar o seu futuro, e se preparar para que cenários mundiais mais propícios surjam adiante.

C. Perda de oportunidades: equiparado ao cenário Pedalinho do PNE 2030; apesar da estabilidade e desenvolvimento mundial, o Brasil não consegue superar os gargalos que permitiriam o aproveitamento das oportunidades que surgem. Embora experimente certo crescimento baseado na exportação de *commodities* os gargalos impedem a modernização da economia, o que mantém o país com uma pauta de exportação baseada em produtos primários, principalmente. Mesmo nos produtos primários, commoditizáveis, como alimentos, energia e minérios, o Brasil enfrenta barreiras de países que protegem os seus produtores menos eficientes, sob a alegação de que as vantagens competitivas do país decorram de maiores tolerâncias a impactos ambientais. Isto demanda ao país maiores preocupações ambientais e investimentos em saneamento básico, embora sem a mesma capacidade de investimento do cenário A e do B. Diante disto, há uma tendência do cenário setorial de saneamento ser o “Apesar de você”. Comparativamente ao Cenário B – Dinamismo Endógeno, esse cenário envolverá maior ou menor dinamismo econômico quão mais competente for o país em usar o mercado interno como base de seu crescimento

econômico, face às dificuldades de inserção no mercado mundial. Como os gargalos ao desenvolvimento ainda se acham presentes, é possível que esse cenário resulte em menor dinâmica econômica que o cenário B.

D. Estagnação: equiparado ao cenário Náufrago do PNE 2030. Um Brasil que não supera os gargalos ao seu desenvolvimento se depara com um mundo fragmentado, instável e em recessão. Nessa pior situação possível o país tem que se valer de seu mercado interno e das poucas oportunidades de comércio exterior que prevalecem, baseadas na exportação de alimentos, minérios e energia, e experimenta um crescimento modesto, diante dos demais cenários. A pressão sobre recursos hídricos é mais reduzida que nos demais cenários, bem como as demandas de proteção ambiental. Embora sem a pressão mundial relacionada às questões ambientais, os impactos ambientais não são amplificados de forma significativa em face de uma dinâmica econômica também reduzida em todos os setores usuários de água. Isso determina que o cenário setorial de saneamento tenda ao cenário “Apesar de você”.

No relatório dos elementos norteadores para as estratégias e ações para a área de recursos hídricos (LANNA, A., 2010) a região hidrográfica do rio São Francisco foi considerada (a par com Parnaíba e Atlântico Nordeste Oriental), como integrando a Região Hidroeconômica do Semiárido, ressaltando-se contudo que a parte sul, onde se encontra a alta bacia do São Francisco, “melhor estaria na Região Hidroeconômica do Sudeste Brasileiro” (LANNA, A., 2010).

A Região Hidroeconômica do Semiárido é caracterizada por grande percentual destinado à irrigação e uma preponderância do abastecimento urbano sobre o industrial; é destacada a relevância de esquemas de incremento de disponibilidade de água e no uso da irrigação como alternativa de aumento da renda e do emprego, visando ao incremento da qualidade de vida da população; por outro lado, a parte litorânea apresenta expressiva vocação turística, demandando água de qualidade satisfatória para abastecimento público e controle da poluição para evitar o comprometimento dos atrativos turísticos (LANNA, A., 2010).

2.2. PRH-SF 2004-2013

O Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco 2004-2013, elaborado pelo Grupo Técnico de Trabalho instituído pelo Comitê através da Deliberação n.º 3 em 3/10/2003, com acompanhamento das Câmaras Técnicas de Planos, Outorgas e Câmaras Consultivas Regionais, traçou as diretrizes de aproveitamento integrado da água na bacia, no horizonte de dez anos. Foi aprovado pela Deliberação CBHSF n.º 07, de 29 de julho de 2004.

Na seção seguinte contextualiza-se a situação da bacia à data de elaboração do PRH-SF 2004-2013 – o ponto de partida para os cenários apresentados no mesmo plano, e sintetizados na seção 2.2.2.

2.2.1. Situação de partida

A **população total** na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, no ano 2000, era de 12.796.082 habitantes, sendo que a população urbana representava 74,4%. A densidade demográfica média na Bacia é de 20,0 hab/km² (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

A **vazão** natural média na bacia era de 2.850 m³/s, a vazão com permanência de 95% era de 854 m³/s, a vazão regularizada pelos reservatórios de Três Marias e Sobradinho era de 1.815 m³/s, a disponibilidade de águas superficiais (vazão regularizada mais a incremental com permanência de 95%) era de 1.849 m³/s (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

A bacia apresentava 342.712 ha **irrigados**, majoritariamente localizados no Médio SF (49,8%) e no Submédio SF (27,2%), sendo cerca de um terço referentes a projetos públicos (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

A **demanda total** de recursos hídricos, na bacia do rio São Francisco era, em média, em 2000, de 166 m³/s, sendo a vazão consumida de 105 m³/s e a vazão de retorno de 60 m³/s (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

A vazão de retirada ($166 \text{ m}^3/\text{s}$), na bacia do São Francisco, era distribuída em relação às regiões fisiográficas, da seguinte forma: 25 % no Alto, 34 % no Médio, 33 % no Submédio e 8 % no Baixo São Francisco. Quanto aos usos, a vazão de retirada era distribuída nos diferentes usos da seguinte forma: 69 % para irrigação, 16 % para abastecimento urbano, 4 % para uso animal, 9 % para abastecimento industrial e 2 % para abastecimento rural (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

A vazão consumida ($105 \text{ m}^3/\text{s}$) era distribuída nas regiões fisiográficas da bacia do São Francisco da seguinte forma: 14 % no Alto, 38 % no Médio, 39 % no Submédio e 9 % no Baixo. Esta vazão era assim distribuída, quanto aos usos: 86 % para irrigação, 5 % para abastecimento urbano, 5 % para uso animal, 3 % para abastecimento industrial e 1 % para abastecimento rural (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

O potencial **hidroelétrico** da bacia do rio São Francisco era de 25.795 MW, dos quais 10.395 MW distribuídos em usinas em operação na bacia: Três Marias, Queimado, Sobradinho, Itaparica, Complexo Paulo Afonso e Xingó (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

Os principais estudos para aproveitamento do potencial hidroelétrico ainda não explorado na bacia eram os seguintes: no Alto, a usina de Pompeu, para atendimento do subsistema Sudeste/Centro-Oeste; no Submédio São Francisco, os aproveitamentos do Riacho Seco de 240 MW e Pedra Branca de 320 MW; e no Baixo São Francisco, a usina de Pão de Açúcar, projetada a 40 km abaixo da hidroelétrica de Xingó (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

Os planos de expansão e operação do setor elétrico incluíam a diversificação da matriz energética para atendimento do subsistema, através da utilização de fontes térmicas e do aumento da capacidade de importação de energia de outros subsistemas do Sistema Interligado Nacional (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004) (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

As condições de navegabilidade do rio São Francisco foram identificadas como precárias, com navegação comercial restrita ao trecho compreendido entre os portos de Muquém do São Francisco (Ibotirama) e Petrolina/Juazeiro (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

2.2.2. Cenários

O PRH-SF 2004-2013 (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004) tomou como base os cenários adotados no estudo elaborado para o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), sendo um **tendencial** (o mesmo do ONS) estendido até 2013, outro **normativo** que considera as previsões do Poder Executivo espelhado nos eixos de desenvolvimento e no Plano Plurianual aprovado, e um terceiro cenário, denominado **otimista**, que incorpora a expectativa de superação das metas propostas para o Cenário Normativo.

Para os cenários normativo e otimista foram considerados explicitamente, o Canal do Sertão de Pernambuco, o Canal Alagoano e o Canal de Xingó. Com referência ao projeto de transposição das águas do rio São Francisco para o nordeste setentrional, considerou-se o consumo total previsto no ano de 2025 de 65 m³/s, e de 25,5 m³/s no ano de 2013.

Quadro 6 – Cenários de crescimento no PRH-SF 2004-2013.

Cenários para o Período 2004-2013	
Cenário Tendencial	<p>A região cresce segundo taxas similares às atualmente observadas</p> <p>O Cenário Tendencial pode, em linhas gerais, representar o País enfrentando dificuldades que restringem o crescimento regional. As bacias hidrográficas de interesse não serão objeto de intervenções diferentes daquelas atualmente em desenvolvimento, ficando sem possibilidades de substanciais mudanças das atuais tendências, até o horizonte de 2013.</p> <p>No Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco adotou-se para o cenário tendencial as mesmas projeções propostas até 2010 para o cenário tendencial do estudo elaborado para o Operador Nacional do Sistema - ONS pelo Consórcio FAHMA-DREER, com o apoio do MME, da ANEEL e da ANA, projeções essas que foram estendidas até o ano 2013.</p>
Cenário Normativo	<p>A região cresce segundo taxas similares às do Plano Plurianual</p> <p>A montagem do Cenário Normativo prevê um crescimento econômico do país compatível com o cumprimento das metas previstas no Plano Plurianual.</p> <p>Foram consideradas as alternativas com e sem a transposição (Eixos N e L)</p>
Cenário Otimista	<p>A região cresce segundo taxas superiores às do Plano Plurianual</p> <p>O Cenário Otimista se diferencia do Normativo somente no tocante à capacidade brasileira de implantação dos empreendimentos hidráulicos de grande porte que são os maiores responsáveis pelo aumento de consumo de água. Nesse cenário é previsto que o Brasil vivencie uma década de enormes investimentos na infra-estrutura hídrica da bacia, elevando o consumo de água atual para mais do dobro. Para os demais setores usuários, foram adotadas as mesmas projeções propostas até o ano 2010 para o cenário otimista do estudo elaborado para o Operador Nacional do Sistema Elétrico- ONS pelo Consórcio FAHMA-DREER, com o apoio do MME, da ANEEL e da ANA, projeções essas que foram estendidas até o ano 2013.</p> <p>Foram consideradas as alternativas com e sem a transposição (Eixos N e L)</p>

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004.

As taxas médias de crescimento anual por setor usuário, para os cenários considerados, são apresentadas no Quadro 8.

Quadro 7 – Taxas de crescimento anual por setor usuário em cada cenário.

Taxa média de crescimento anual (% a.a.)	Cenário tendencial	Cenário normativo	Cenário otimista
Urbano	2,87	3,91	4,62
Rural	0,00	0,02	0,04
Animal	0,53	0,80	1,07
Industrial	0,92	1,83	2,45
Irrigação	2,00	5,18	8,51

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004.

As taxas de crescimento e os consumos previstos para o horizonte de 2013, para os cenários considerados são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Cenários e taxas de crescimento anual para o período 2004-2013.

Cenários de Desenvolvimento	Taxa média de crescimento anual (% a.a.)	Consumo efetivo em 2004* m ³ /s	Projeção do consumo efetivo em 2013 m ³ /s
Tendencial	1,9	90,9	107,9
Normativo	6,5	90,9	134,9 sem transposição 160,4 com transposição
Otimista	8,9	90,9	169,6 sem transposição 195,1 com transposição

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004.

(*) De acordo com o PRH-SF 2004-2013, o valor de consumo atual (ano base 2004) de 90,9 m³/s (equivalente a uma vazão de captação de aproximadamente 151,59 m³/s) resulta da análise dos cenários elaborados para o Operador Nacional do Sistema Elétrico-ONS pelo Consórcio FAHMA-DREER, com o apoio do MME, da ANEEL e da ANA, no “Estudo das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água nas Principais Bacias do Sistema Interligado Nacional”, e considera as demandas existentes apenas em rios perenes. Este valor é inferior à vazão consumida apresentada no capítulo de Demandas de Recursos Hídricos, cuja fonte indicada é a “Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN” (ONS, 2003).

O consumo médio por setor usuário previsto para 2013 no PRH-SF 2004-2013 é apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Consumo médio por setor usuário previsto para 2013.

Consumo médio (m ³ /s)	Cenário tendencial	Cenário normativo	Cenário otimista
Urbano	6,21	6,80	7,23
Rural	1,32	1,32	1,32
Animal	4,69	4,81	4,93
Industrial	3,20	3,47	3,67
Irrigação	92,46	118,53	152,46
Transposição	0	25,50	25,50
Total	107,89	160,43	195,11

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004.

Assim, no cenário tendencial, a irrigação representaria cerca de 86% do consumo médio, o abastecimento urbano 6%, o consumo animal 4%, o abastecimento industrial 3% e o abastecimento rural 1%. Esta distribuição tem apenas uma ligeira variação, relativamente à situação de partida diagnosticada no PRH-SF 2004-2014 (em que o abastecimento urbano representa 5% da vazão consumida e o consumo animal 5%).

Foi considerado ainda um cenário adicional, com o objetivo de se projetar um provável crescimento da demanda para 2025. Esse cenário foi construído empregando-se as mesmas taxas de crescimento do cenário otimista e admitindo-se uma implantação apenas parcial, no mínimo de 50%, das áreas dos atuais projetos de irrigação. Ainda, a transposição foi considerada como implementada em sua plenitude.

Tal cenário resultou em um consumo de 327 m³/s. Sem a transposição este consumo reduz-se para 262 m³/s (equivalente a uma vazão de retirada de 437 m³/s).

2.3. A situação atual e os prognósticos

Na presente seção, após a contextualização da situação atual do Brasil, revisita-se o diagnóstico da bacia hidrográfica do São Francisco apresentado no plano 2016-2025, como ponto de partida para a comparação da situação atual (no Brasil, e em particular, na bacia em análise) com os prognósticos realizados no PNRH para 2020 (MMA, 2006) e no PRH-SF 2004-2013 (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004) para 2013.

2.3.1. Brasil atual

A **população** do Brasil era de 191.110.251 habitantes em 2010 (IBGE/Censo Demográfico 2010, APUD ANA, 2013).

O Brasil viveu uma década de **progresso econômico e social de 2003 a 2013**, em que mais de 26 milhões de pessoas foram retiradas da pobreza e a desigualdade foi reduzida significativamente. No entanto, a redução da pobreza e da desigualdade mostra sinais de estagnação desde 2013 (THE WORLD BANK, 2015).

Com base nos dados preliminares de Contas Nacionais Trimestrais do IBGE (IBGE, 2015), o PIB em 2014 foi de 5.521 bilhões de reais, e o PIB *per capita* de 27.229 (R\$).

O crescimento do PIB no Brasil diminuiu de 4,5% em 2006-2010 para 2,1% em 2011-2014. A inflação permanece alta, encerrando em 6,4% em 2014 (THE WORLD BANK, 2015).

O déficit da balança corrente aumentou de 2,1% do PIB em 2011 para 4,2% em 2014, refletindo agravamento dos termos de comércio e diminuição das exportações de produtos manufaturados (THE WORLD BANK, 2015).

Em 2015, a conjuntura econômica é difícil, marcada pela contração do PIB (recessão), inflação elevada e problemas orçamentais (saldo primário negativo) e nas contas externas (balança de transações correntes negativa).

Devido a uma seca prolongada, há risco de racionamento de água e eletricidade em algumas partes do país, o que teria consequências importantes para a atividade econômica (THE WORLD BANK, 2015).

A **agricultura brasileira** tem crescido fortemente ancorada em aumentos crescentes de produtividade, em políticas públicas adequadas e no empreendedorismo do produtor rural (MAPA, 2015).

As exportações do agronegócio em 2013 atingiram a cifra de US\$ 100 bilhões (MAPA, 2015).

Segundo a Organização Mundial para a Alimentação e Agricultura (FAO), o índice de preço dos alimentos, composto pelas cinco principais *commodities* agrícolas (carnes, lácteos, cereais, óleos e gorduras vegetais e açúcar), permaneceu estável nas décadas de 80 e 90, seguindo então tendência de crescimento que culminou com os picos de 2008 e 2011, e nos anos subsequentes manteve-se declinante. Embora esse declínio tenha ocorrido com os cereais, óleos vegetais e açúcar, o índice de preço das carnes e, sobretudo, dos lácteos aumentaram em 2013 (MAPA, 2015).

Para 2014, as expectativas do Banco Mundial no início do ano eram de que os preços agrícolas continuariam sendo reduzidos, assim como os preços de fertilizantes. Entretanto, os preços dos grãos e das oleaginosas se mantiveram crescentes a partir de janeiro de 2014, sendo que os índices de preços da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) apresentaram elevação em seus níveis para alimentos, carnes, cereais e açúcar, no período de janeiro a maio de 2014 (MAPA, 2015).

A estrutura da produção agropecuária brasileira continua fortemente concentrada em soja, milho, arroz, café, cana-de-açúcar e nas carnes bovina e de frango, permanecendo a produtividade, secundada pela área plantada, como principal determinante do crescimento na produção de grãos (MAPA, 2015).

Os problemas relacionados com infraestrutura de transporte e logística, agravados pelo fato de aproximadamente 60% da produção agrícola brasileira ser transportada por caminhões, têm sido objeto de renovados esforços para superá-los, principalmente na região Centro-Oeste, maior produtora de grãos do país. A estratégia quanto ao transporte de grãos para exportação é a de priorizar os terminais portuários das regiões Norte e Nordeste por meio da criação de novos corredores de exportação (MAPA, 2015).

Nesse sentido, a meta do Governo para os próximos anos é inverter o rumo logístico da exportação de grãos agrícolas produzidos acima do Paralelo 16º Sul. O grande desafio é ampliar a capacidade portuária e a malha viária em todos os modais, para que as exportações sejam processadas pelos portos do Norte e Nordeste, cuja distância das principais regiões produtoras do Centro-Oeste é aproximadamente 700 km inferiores à alternativa de escoamento da produção dessas regiões pelos portos da região Sul. Os novos corredores de exportação reduzirão significativamente o custo logístico da movimentação de produtos do agronegócio, tanto pela redução das distâncias em relação aos portos de Sul e Sudeste, como pela possibilidade de utilização de meios multimodais de transportes, com destaque para o modal hidroviário, o mais econômico e de maior ganho de escala (MAPA, 2015).

O desempenho do setor de agroenergia e dos demais segmentos do agronegócio brasileiro, inseridos no mercado internacional, depende crescentemente do cenário econômico externo, refletido na evolução do comércio mundial de mercadorias. Este apresentou taxas declinantes de variação nos últimos anos, atingindo 2,1% em 2013, contra 13,9% em 2010 (MAPA, 2015).

As exportações do agronegócio na última década aumentaram aproximadamente quatro vezes, atingindo aproximadamente US\$ 100 bilhões em 2013 (MAPA, 2015).

O Brasil experimenta **diferenças regionais extremas**, especialmente em indicadores sociais como a saúde, a mortalidade infantil e a nutrição. As regiões mais ricas do Sul e Sudeste desfrutam de muito melhores indicadores do que o Norte e Nordeste (THE WORLD BANK, 2015).

O **IDH** em 2013 foi de 0,744, e a esperança de vida à nascença de 73,9 anos (PNUD, 2014).

Tem havido um enorme progresso em diminuir o **desmatamento** da floresta tropical e outros biomas sensíveis, mas o país enfrenta desafios de desenvolvimento importantes em combinar os benefícios do crescimento agrícola, a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável (THE WORLD BANK, 2015).

Como uma das principais nações em negociações sobre o **clima**, o Brasil comprometeu-se voluntariamente a reduzir as suas emissões de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% até 2020 (THE WORLD BANK, 2015).

Como indicado no RP1A (Volume 7), a **geração de energia** elétrica no Brasil tem crescido consistentemente nas últimas décadas, tendo quase triplicado de 1990 até à data. A hidroeletricidade tem mantido o seu papel preponderante como principal fonte de energia elétrica, embora as componentes de produção térmica e, mais recentemente, de produção eólica, tenham crescido. Entre 2006 e 2014 a porcentagem de produção hidroelétrica desceu de 77% para 67%, tendo sido compensada por um aumento da produção de origem térmica (de 21% para 28%) e eólica (de praticamente 0% para 4%).

Este ligeiro decréscimo da contribuição da energia hidroelétrica e o aumento da relevância das fontes eólicas e térmicas deverá manter-se no futuro. O Plano Decenal de Expansão de Energia 2022 prevê que, entre 2012 e 2022, a capacidade instalada de produção hidroelétrica, em MW, desça de 76% para 73% em 2016 e 68% em 2022 (MME/EPE, 2013). A capacidade instalada de produção eólica cresce de 1% para 7% em 2016 e para 9% em 2022. A capacidade instalada de produção térmica deverá manter-se nos 14% até 2016, decrescendo para 12% em 2022.

O PDE 2022 (MME/EPE, 2013) projeta um aumento da capacidade de produção hidroelétrica instalada no Brasil para 98.181 MW em 2016 e 116.837 MW em 2022, mas não prevê nenhum grande empreendimento hidroelétrico para a bacia do rio São Francisco (MME/EPE, 2014).

O Brasil apresenta uma situação confortável, em termos globais, quanto aos recursos hídricos. Entretanto, apesar desse aparente conforto, existe uma distribuição espacial desigual dos recursos hídricos no território brasileiro. Cerca de 80% de sua **disponibilidade hídrica** estão concentrados na região hidrográfica Amazônica, onde se encontra o menor contingente populacional e valores reduzidos de demandas consuntivas (ANA, 2013).

O **consumo doméstico per capita** de água no Brasil é de 167,5 litros por dia, variando de 131,2 litros por dia no Nordeste a 194,8 litros por dia no Sudeste (OCDE, 2015b).

As atuais questões de seca e escassez no Sudeste, as inundações no Norte e as secas no Nordeste ilustram os desafios potenciais que o país poderá vir a enfrentar ao

passo que o desenvolvimento econômico e as mudanças climáticas avançam e muda o uso do solo (OCDE, 2015b).

As desigualdades no acesso a **serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário** são visíveis. A cobertura de abastecimento de água nas áreas urbanas é quase universal (99,7%), ao mesmo tempo que 15% da população rural permanece sem acesso a uma fonte de água tratada (Banco Mundial, 2013 apud OCDE, 2015b). Grande parte dos 12,8 milhões de domicílios que permanecem sem acesso concentra-se nas regiões Norte e Nordeste. As taxas de acesso a melhores instalações de saneamento aumentaram de 66,8% para 81,3%, entre 1990 e 2012. As taxas de acesso permanecem significativamente mais elevadas nas áreas urbanas (87%) do que nas zonas rurais (49,2%) (Banco Mundial, 2013 apud OCDE, 2015b). Apenas 68,8% do volume total de esgoto coletado recebe algum tipo de tratamento, em comparação aos 35,3% em 2000, ou aos 19,9% em 1989. Apenas um terço dos municípios equipados com rede de coleta de esgoto também fornecem tratamento desses esgotos (MCidades, 2013 apud OCDE, 2015b).

A distribuição da água e o desenvolvimento econômico desigual do Brasil refletem-se na sua estrutura institucional de recursos hídricos diferenciada. No plano geral, foi dada prioridade à implementação de um sistema de gestão de recursos hídricos nas regiões mais problemáticas (embora por diferentes motivos), geralmente do Sudeste e Nordeste (OCDE, 2015b).

2.3.2. Bacia hidrográfica do rio São Francisco: diagnóstico revisitado

Tal como indicado no RP1A (Volume 1), estima-se que a **população residente na bacia do rio São Francisco** esteja próxima de 14,3 milhões de habitantes (2010), tendo assim aumentado face à indicada no PRH-SF 2004-2013 (12,8 milhões de habitantes em 2000). A densidade demográfica média na bacia (22,5 hab/ km²) aumentou também ligeiramente face aos valores apresentados no PRH-SF 2004-2013 (20,0 hab/km²).

O PIB da bacia do rio São Francisco era avaliado em quase 250 bilhões de reais em 2012. Tal corresponde a 5,7% da riqueza total gerada na República Federativa nesse

ano (4.392 bilhões de reais), com uma importante contribuição do Alto São Francisco (72%) para o total da bacia.

Quadro 10 – Decomposição setorial do PIB em cada região (2012).

Indicador	Unidade	Região Fisiográfica				Total
		SFA	SFM	SFSM	SFB	
PIB a preços correntes de mercado	Milhões de reais	180.461	37.705	21.164	10.121	249.451
Valor adicionado bruto (VAB) da agropecuária	%	2,4%	21,6%	6,8%	9,3%	5,9%
Valor adicionado bruto da indústria	%	27,0%	15,2%	29,1%	20,7%	25,2%
Valor adicionado bruto dos serviços	%	55,2%	56,2%	57,0%	63,8%	55,9%
Impostos sobre produtos líquidos de subsídios	%	15,4%	7,4%	7,1%	6,2%	13,1%

Fonte: Dados municipais (IBGE, 2015b) com cálculos próprios.

A **disponibilidade hídrica superficial** foi estimada no presente plano, para o período 1931-2013, traduzindo-se em uma vazão média de 2.768,7 m³/s e em uma vazão de permanência Q95 de 800,4 m³/s. Estes valores são inferiores aos obtidos no Plano Decenal 2004-2013 para a bacia como um todo (2.843,8 m³/s e 853,7 m³/s, respectivamente, para a vazão média e Q95).

Em **2013, a área irrigada na bacia era de 807.389 ha** (ANA, 2015 a, b). Aproximadamente 40% dessa área fica no extremo Oeste Baiano e no Vale São Franciscano da Bahia (225.574 ha e 88.232 ha, respectivamente) (RAMINA, 2014a) e 60% da área irrigada (cerca de 482.226 ha) pertence a projetos públicos.

A **demanda total de recursos hídricos** na bacia do rio São Francisco (2010 é o ano de referência, exceto para o setor irrigação, atualizado a 2013) é de **309,4 m³/s**.

O Quadro 11 mostra as demandas totais (vazões de retirada) por região fisiográfica, nos anos 2000 e 2010.

Quadro 11 – Demandas dos usos consuntivos, por região fisiográfica.

Região fisiográfica	Vazão de retirada (m ³ /s)	
	2000	2010
Alto	42,132	66,124
Médio	54,958	150,413
Submédio	55,048	66,061
Baixo	13,629	26,848
Total	165,767	309,446

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004), ANA (2013, 2015 a, b).

No Alto e no Submédio São Francisco existiu apenas um pequeno aumento, no período considerado, enquanto nas regiões do Médio e Baixo, os valores de demanda praticamente triplicaram ou duplicaram, respectivamente.

No Quadro 12, apresentam-se as **vazões de retirada e consumida**. Todos estes dados correspondem ao ano 2010 (exceto a componente do setor irrigação, atualizada a 2013).

Quadro 12 – Vazões de retirada e consumida (2010).

Região	Vazão (m ³ /s)	
	Retirada	Consumo
Alto São Francisco	66,124	30,336
Médio São Francisco	150,413	115,804
Submédio São Francisco	66,061	49,900
Baixo São Francisco	26,848	19,736
BHSF	309,446	215,777

Fonte: ANA (2013, 2015 a, b).

O Quadro 13 mostra a **demanda hídrica (vazão de retirada)** na bacia **por setores de usuários** em 2000 e 2010 (exceto o setor irrigação, atualizado a 2013). A **demand total de recursos hídricos** na bacia do rio São Francisco (**309,4 m³/s**) representa um crescimento de 87% face à demanda total em 2000 indicada no PRH-SF 2004-2013 (165,8 m³/s), principalmente, devido aos crescimentos de demanda no Médio e Baixo SF.

Quadro 13 – Evolução das demandas, distribuídas por setores de usuários.

Setor	Vazão de retirada (m ³ /s)	
	2000	2010
Abastecimento urbano	26,0	31,3
Abastecimento rural	3,8	3,7
Irrigação	114,0	244,4 (2013)
Criação animal	6,7	10,2
Abastecimento industrial	15,3	19,8
Total	165,8	309,4

Fontes: ANA/GEF/PNUMA/OEA (2004), ANA (2013, 2015 a, b).

O aumento significativo das demandas totais de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco entre 2000 e 2010 pode ser explicado pela expansão dos perímetros irrigados dentro da bacia, tendo em conta o aumento da demanda de água neste setor (de 114,0 m³/s para 244,4 m³/s – 114%).

Mesmo em termos relativos as demandas do setor irrigação foram as que mais cresceram, sobretudo à custa da redução da proporção relativa dos abastecimentos urbano (menos 6%) e industrial (menos 3%). Neste período, apenas o abastecimento rural viu diminuir suas demandas em valor absoluto.

O Quadro 14 mostra os **valores das vazões de retirada e de consumo por setores de usuários** para o ano 2010 (exceto o setor irrigação, atualizado a 2013).

Quadro 14 – Distribuição das vazões de retirada e consumida entre os setores de usuários.

Setor	Vazão (m ³ /s)	
	Retirada	Consumo
Abastecimento Urbano	31,314	6,263
Abastecimento Rural	3,720	1,862
Irrigação	244,382	195,506
Criação Animal	10,210	8,174
Abastecimento Industrial	19,819	3,972

Setor	Vazão (m ³ /s)	
	Retirada	Consumo
Total	309,446	215,777

Fonte: ANA, 2013a.

Comparativamente aos dados do PRH-SF 2004-2013 (ano 2000), a vazão consumida aumentou de 105,5 m³/s para 215,8 m³/s (105%).

Quadro 15 – Vazões de consumo dos diferentes usos consuntivos.

Região	Vazão de consumo (m ³ /s)					
	Urbano	Rural	Irrigação	Animal	Industrial	Total
Alto São Francisco	3,884	0,267	20,355	2,274	3,557	30,336
Médio São Francisco	1,193	0,769	109,359	4,280	0,202	115,804
Submédio São Francisco	0,755	0,507	47,504	1,009	0,126	49,900
Baixo São Francisco	0,430	0,318	18,289	0,612	0,087	19,736
BHSF	6,263	1,862	195,506	8,174	3,972	215,777

Fonte: ANA (2013, 2015 a, b).

Os usos consuntivos na bacia do São Francisco são distribuídos da seguinte forma: 79% para irrigação, 10% para abastecimento urbano, 7% para abastecimento industrial, 3% para criação animal e 1% para abastecimento rural.

A vazão consumida é distribuída entre os diferentes usos da seguinte forma: 90% para irrigação, 4% para criação animal, 3% para abastecimento urbano, 2% para abastecimento industrial e 1% para abastecimento rural.

As vazões de retirada, na bacia do São Francisco, são distribuídas em relação às regiões fisiográficas da seguinte forma: 49% no Médio, Alto e Submédio concentram cada uma aproximadamente 21% e Baixo São Francisco 9%.

A vazão consumida é distribuída nas regiões fisiográficas da seguinte forma: 54% corresponde ao Médio, 23% ao Submédio, 14% ao Alto e, por fim, 9% ao Baixo São Francisco.

De acordo com o banco de dados da ANEEL (2015a e b), existem atualmente 65 **usinas hidroelétricas** instaladas na bacia do Rio São Francisco, divididas entre 16 usinas hidroelétricas de energia com mais de 30MW de potência (UHE), 26 pequenas

centrais hidroelétricas com uma potência entre 1,1 (PCH) e 30 MW e 23 centrais geradoras hidroelétricas com um máximo de 1 MW de potência (CGH).

As usinas de Queimado e Retiro Baixo são as últimas unidades que entraram em operação na bacia do rio S. Francisco, respectivamente com 105 MW e 82 MW de potência instalada. A primeira entrou em funcionamento no ano de conclusão do Plano de Recursos Hídricos vigente (2004) e a segunda já depois desse plano, em 2010.

A potência hidroelétrica instalada na bacia hidrográfica do rio S. Francisco é de 10.695 MW.

Entre 2002 e 2013 a produção de energia hidroelétrica situou-se sempre acima de 40.000 GWh (equivalente a cerca de 4.500 MWmed), com exceção do ano de 2013, em que, devido à situação de escassez, a produção não atingiu os 35.000 GWh.

As usinas da bacia do rio São Francisco asseguram cerca de 92% da potência hidroelétrica instalada no subsistema do Nordeste e menos de 2% do conjunto dos subsistemas do Sudeste/Centro Oeste do Sistema Interligado Nacional (SIN).

De acordo com o Plano Nacional de Integração Hidroviária são atualmente **navegáveis** na bacia do rio São Francisco os trechos entre Pirapora-MG e Juazeiro-BA/Petrolina-PE (em implantação) e o rio Grande.

Comparando a demanda para usos consuntivos com as disponibilidades hídricas superficiais, verifica-se que existem várias sub-bacias em que não é possível satisfazer a demanda de água para irrigação, havendo duas sub-bacias (Rio Verde Grande e Rios Paramirim, Santo Onofre e Caranaíba de Dentro) que não conseguem satisfazer as demandas para todos os usos. Os resultados da razão demanda vs Q95 apontam para situações de sobreexploração de recursos sobretudo no Submédio e Baixo São Francisco, refletindo uma degradação da situação dos recursos hídricos no sentido de jusante. Apesar dos dados e metodologias não serem totalmente coincidentes com o PRH-SF 2004-2013, os resultados apontam para uma degradação da situação em nove das 34 sub-bacias.

2.3.3. Comparação do diagnóstico com os prognósticos

Considerando a população, o PIB e o IDH, é possível efetuar as seguintes comparações entre a situação atual do **Brasil** e os cenários estabelecidos no PNRH para 2020 (MMA, 2006):

- A população do Brasil em 2010 era cerca de 91% da prevista no PNRH para 2020 no cenário 1.
- A taxa de crescimento do PIB brasileiro em 2011-2014 assumiu valores idênticos aos de 2000-2004. Em 2014, o PIB *per capita* era de 7.126 (USD) (valor situado entre o previsto no cenário 2 e no cenário 3 para 2020 no PNRH).
- O IDH em 2013 (0,744) encontrava-se abaixo do IDH previsto para 2020 no cenário 3 (0,830) do PNRH.

Focalizando a análise na **bacia hidrográfica do rio São Francisco**, verifica-se que o PIB da bacia em 2012 foi idêntico ao apresentado no PNRH (MMA, 2006) para o ano 2003.

Face aos valores de consumo estimados e apresentados no RP1A (Volume 7) para 2010, os consumos projetados pelos cenários do PRH-SF 2004-2013 para 2013 foram bastante subestimados. Mesmo no cenário otimista com transposição, os consumos médios são inferiores aos verificados em 2010 (ainda sem transposição).

A vazão de consumo na bacia do rio São Francisco, de 215,8 m³/s em 2010 (correspondente a uma vazão de retirada de 309,4 m³/s) representa um crescimento entre 27 e 100% face aos consumos efetivos projetados para o ano de 2013 pelo anterior plano, em qualquer dos cenários considerados (Tendencial – 107,9 m³/s; Normativo sem transposição – 135,4 m³/s; Otimista sem transposição – 170,1 m³/s).

Tal situação está relacionada, principalmente, com o aumento da área irrigada na bacia, que em 2013 (807.389 ha) era cerca de +136%, em relação ao valor apresentado em 2004 no PRH-SF, situação não prevista nos cenários deste plano. De fato, o cenário otimista apontava para um consumo de 152,46 m³/s em 2013 na irrigação, quando a vazão de consumo em 2013 foi estimada em 195,5 m³/s.

O Quadro 16 compara as vazões de consumo, por setor, estimadas no RP1A com as previstas nos cenários do PRH-SF 2004-2013, verificando-se a subestimação das estimativas efetuadas neste plano em praticamente todos os setores (exceção apenas ao setor do abastecimento urbano).

Quadro 16 – Comparação das vazões de consumo estimadas no RP1A com as previstas nos cenários do PRH 2004-2013.

Setor	Vazão de consumo (m ³ /s)	
	Efetiva em 2010 (PRH 2016-2025)	Prevista em 2013 (Cenário do PRH 2004-2013)
Abastecimento Urbano	6,263	Entre o valor previsto no cenário tendencial (6,21) e normativo (6,80)
Abastecimento Rural	1,862	Acima do valor previsto em todos os cenários (1,32)
Irrigação	195,506 (ano 2013)	Acima do valor previsto em todos os cenários (sendo o valor previsto no cenário otimista de 152,46)
Criação Animal	8,174	Acima do valor previsto em todos os cenários (sendo o valor previsto no cenário otimista de 4,93)
Abastecimento Industrial	3,972	Acima do valor previsto em todos os cenários (sendo o valor previsto no cenário otimista de 3,67)
Total	215,777	Acima do valor previsto em todos os cenários (sendo o valor previsto no cenário otimista de 195,11, com transposição)

Fonte: ANA, 2013a.

A área irrigada na bacia em 2013 (807.389 ha) é também superior à projetada para 2020 no cenário mais otimista do PNRH (MMA; 2006), de 700.000 ha.

Em termos de geração de energia, os estudos para aproveitamento do potencial hidroelétrico ainda não explorado na bacia referidos no PRH-SF 2004-2013 não deram ainda origem à implantação de qualquer empreendimento. A capacidade instalada atual (10.695 MW) não atingiu ainda a capacidade prevista para 2020 no cenário menos otimista do PNRH (MMA; 2006), de 11.139 MW.

Os conflitos pelo uso da água assinalados na situação de partida do PNRH (MMA, 2006) acentuaram-se desde então. Os resultados da razão demanda vs Q95 apontam para situações muito críticas de sobreexploração de recursos sobretudo no Submédio e Baixo São Francisco, mas também no Médio SF (margem direita do rio principal).

3. ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS

3.1. Introdução

Os interesses internos e externos de uma bacia hidrográfica devem ser compatibilizados e articulados com interesses mais gerais e abrangentes expressos por diversos órgãos tanto a nível Federal e Estadual quanto a nível Regional.

No Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional (RP1A; Volume 1 – Caracterização da bacia hidrográfica – 1ª parte) foi realizado o levantamento das principais políticas públicas (nacionais e estaduais) relacionadas com os recursos hídricos, dos principais planos setoriais e dos programas relevantes para a bacia hidrográfica do rio São Francisco (BHSF), bem como dos principais grandes projetos, planejados e em implantação, que apresentam características que podem modificar o quadro socioeconômico das demandas e das disponibilidades hídricas na bacia. Dos planos setoriais, como o Plano Nacional de Recursos Hídricos, foram apresentados os respectivos objetivos e indicações para a BHSF.

Dessa leitura dos planos, projetos e programas identificados, **apresentam-se neste capítulo os elementos que podem influenciar a construção dos cenários da bacia**. No capítulo 4.3.3. apresentam-se, em particular, as projeções e prognósticos das demandas (vazões de retirada), por setor, coligidos nos Planos Diretores das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) de Minas Gerais, no Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (PGIRH) do Distrito Federal e nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH) da Bahia, de Alagoas e de Sergipe.

Os cenários ou possibilidades alternativas de demanda consuntiva de água nos horizontes de 2025 (ano horizonte do plano) e 2035, objeto do presente relatório, serão depois comparados com as disponibilidades hídricas e realizados os correspondentes balanços hídricos, no relatório RP4 – Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. A realização do balanço hídrico em relação a cada cenário estudado colocará em evidência as áreas potencialmente sujeitas às restrições de uso nos horizontes do

plano, possibilitando então o estudo de alternativas de incremento das disponibilidades hídricas do ponto de vista quantitativo, bem como a identificação de alternativas de ações que resultem em redução das demandas dos recursos hídricos, ao final do relatório RP4.

3.2. Interesses internos e externos – situação atual

A consideração dos interesses internos atuais, aquando da realização do balanço hídrico da bacia na atividade de Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional do presente plano, revelou a existência de situações de sobreexploração dos recursos hídricos disponíveis e conflitos de utilização do recurso água.

Os principais conflitos detectados encontram-se associados:

- À dificuldade em compatibilizar a satisfação da demanda de água para usos consuntivos com as exigências de geração de energia elétrica – o volume de água afeto à produção de energia é muito elevado, e o seu uso é determinado pela dinâmica da satisfação da procura de energia na rede elétrica nacional, o que conduz à imprevisibilidade dos níveis de água devido às variações das vazões turbinadas; acresce ainda a inversão do regime natural de cheias e estiagem, para referir apenas as consequências que mais impactam os ecossistemas e as comunidades ribeirinhas a montante e jusante das barragens; a própria existência dos barramentos tem efeitos nocivos para a navegação e ecossistemas;
- À competição pela água para satisfação dos diversos usos consuntivos, conflitos que ganham destaque nas sub-bacias dos afluentes do rio São Francisco, onde a produção de energia elétrica não é tão preponderante; pelo volume de água envolvido (79% da vazão de retirada e 90% da vazão de consumo), pela baixa percentagem de retorno (20%) e pela tendência de expansão da agroindústria, notadamente na região oeste da Bahia, a irrigação de extensas áreas poderá estar a afetar significativamente a capacidade de satisfazer todos os restantes usos.

Ainda assim a demanda de água (água que se estima ser necessária para atender os principais setores de usuários) considerada no balanço hídrico corresponde a 42% dos direitos de uso (vazões outorgadas, de acordo com os dados disponíveis), evidenciando a necessidade de revisão das outorgas concedidas e de redefinição (dos critérios e eficiência) do sistema de análise de outorgas.

Estes conflitos foram já referidos nos Relatórios decorrentes das “Oficinas Participativas sobre os Usos Múltiplos das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco”, ocorridas durante os meses de maio e junho de 2013 (Deliberação CBHSF n.º 76/2013), onde são sistematizados da seguinte forma os conflitos de usos por região fisiográfica identificados nas oficinas (GARJULLI, 2013):

- “Nos trechos de calha principal do rio localizados no Submédio e Baixo São Francisco evidenciam-se os conflitos de uso entre a forma de operação das barragens para geração de energia, determinadas pelo Operador Nacional do Sistema e gerenciadas pela CHESF com os outros setores usuários (abastecimento humano, navegação para transporte de cargas e passageiros e para pesca, irrigação, pesca, piscicultura, agricultura de vazante, turismo);
- No Médio São Francisco evidencia-se o uso indiscriminado das águas (inclusive as subterrâneas) e o manejo inadequado do solo, pela irrigação provocando conflitos com os outros usos.
- No Alto São Francisco evidenciam-se, novamente, os conflitos entre a operação da barragem de Três Marias, para geração de energia, gerenciada pela CEMIG, operando, entretanto, segundo as determinações do Operador Nacional do Sistema Elétrico, e os demais usos (turismo, esporte, lazer, abastecimento, irrigação, navegação, pesca, piscicultura);
- (...) Ao longo de toda bacia, a ausência de saneamento básico, em especial do tratamento de esgoto e da correta destinação do lixo, que compromete a qualidade da água para os usos mais nobres, especialmente o abastecimento humano, a dessedentação de animais e a reprodução dos peixes”.

Os elementos recolhidos na fase de diagnóstico da dimensão da participação social do presente plano (RP1B – Diagnóstico da Dimensão da Participação Social, Agosto de

2015, e RP2 – Diagnóstico Consolidado, Outubro de 2015) confirmam os setores da agricultura irrigada e da hidroeletricidade como os principais geradores de conflitos:

- Agricultura irrigada – identificam-se conflitos dentro do próprio setor, entre grandes e pequenos agricultores, devido a disputas pela água disponível e também devido à degradação da qualidade da água (degradação que está relacionada com más práticas); identificam-se ainda conflitos com todos os restantes usuários, com destaque para os grupos de menor poder socioeconômico, pelos mesmos motivos;
- Hidroeletricidade – são referidos conflitos essencialmente com os grupos de menor poder socioeconômico por limitações da quantidade de água disponível (retenção nos reservatórios) e consequente afetação da qualidade da água (por estagnação, salinização, entre outros).

Os conflitos detectados poderão ser agravados pelos **interesses externos já presentes ou em implantação na situação atual** – caso dos dois usuários do segmento usos externos à bacia (transposição de águas) identificados aquando da quantificação das demandas de recursos hídricos na atividade de diagnóstico do presente plano (Projeto de Integração do rio São Francisco [PISF] com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional e Projeto da Companhia de Saneamento de Sergipe [DESO]). Em conjunto, estes projetos representam um acréscimo de mais de 9% à demanda total de recursos hídricos estimada para a bacia.

3.3. Interesses internos e externos – situação futura

Haverá futuramente que assegurar a articulação/compatibilização com os interesses internos e externos atuais e com os novos programas e projetos identificados também na etapa de Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional do presente plano:

- Expansão dos perímetros irrigados:
 - Perímetro irrigado do Sertão Pernambucano (em estudo) – 71,5 m³/s;
 - Perímetro irrigado do Canal de Xingó (em estudo) – 36,25 m³/s;
 - Perímetro irrigado do Jequitáí (em implantação) – 8,46 m³/s;
 - Perímetro irrigado de Jaíba (em implantação) – 75 m³/s, sendo a vazão atual de 65 m³/s;

- Perímetro irrigado do Baixio de Irecê (em implantação) – 60 m³/s, sendo a vazão atual de 10 m³/s;
- Perímetro irrigado de Jacaré-Curituba (em implantação) – 3,2 m³/s, sendo a vazão atual de 0,54 m³/s;
- Perímetro irrigado do Projeto Salitre (em implantação) – 42 m³/s, sendo a vazão atual de 6 m³/s;
- Perímetro irrigado do Pontal (em implantação) – 7,8 m³/s
 - “Canal Oeste” do PISF (em estudo) – 30 m³/s;
 - Canal do Sertão Alagoano (em implantação) – 32 m³/s.

Num cenário de plena concretização destes projetos, as vazões associadas traduzir-se-ão num aumento de 88% face à demanda total de recursos hídricos estimada atualmente para a bacia.

Tal como o Canal Oeste do PISF, também se encontra em fase de estudo de viabilidade o projeto de transposição denominado “Canal do Sertão Baiano – Eixo Sul”. O Canal do Sertão Baiano prevê uma infraestrutura de 300-350 km de extensão, com o transporte de água (para abastecimento de cidades e para utilização em perímetros irrigados da região) entre o reservatório do Sobradinho e as bacias hidrográficas dos rios Itapecuru e Jacuípe, beneficiando neste percurso, as bacias dos rios Tataui, Salitre, Tourão/Poção e Vaza-Barris. Informação recolhida junto da Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (Dezembro de 2015) dá conta da intenção de captação adicional de 20 m³/s com incorporação no Sistema Salitre, contudo, não existe ainda qualquer pedido de outorga para o projeto em questão, que tem vindo a ser alvo da contestação da população.

Para além disso, e como referido por RAMINA (2014a), o **desenvolvimento da agroindústria nas bacias contribuintes do rio São Francisco** poderá estar a impactar as próprias disponibilidades, principalmente durante os períodos de estiagem em que os aquíferos subterrâneos passam a ter uma importância fundamental para a manutenção das vazões. Este conflito necessita de caracterização técnica embasada, para estabelecer as relações de contribuição e dependência hídrica, bem como de uma análise das implicações de ordem política, uma vez que os afluentes se distribuem por diferentes Estados, com legislações e sistemas de gestão de recursos hídricos diferentes (RAMINA, 2014b).

Por outro lado, de acordo com a análise do setor de geração de energia realizada aquando da Caracterização dos Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos da Bacia (no Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional), existe um **potencial hidroelétrico ainda não aproveitado na bacia do rio São Francisco**, que se divide em 289 MW em fase de projeto básico, 6.140 MW em fase de projeto de viabilidade, 3.883 MW em fase de inventário e os restantes 1.561 MW em fases mais incipientes de uma eventual concretização (ELECTROBRAS, 2014). Estes aproveitamentos hidroelétricos terão sido identificados sem um cenário de referência de usos múltiplos que refletisse os conflitos de recursos hídricos atuais e futuros na bacia do rio São Francisco, ou com as informações que se dispõe hoje sobre os impactos que a operação dos reservatórios tem trazido para os demais usos bem como para a biodiversidade e comunidades tradicionais que dependem do rio (RAMINA, 2015).

Mas o desenvolvimento da agroindústria e o aproveitamento do potencial hidroelétrico por explorar são apenas uma parte das **tendências/percepções que apontam para um cenário futuro de aumento significativo das demandas por água na bacia do rio São Francisco e uma restrição cada vez maior à sua disponibilidade natural**, referidas por RAMINA (2014a) nos “Cenários de Crescimento da Demanda e Escassez de Disponibilidade” traçados no escopo da “Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco”:

- Expansão da agroindústria na região oeste da Bahia, acompanhada do conjunto de projetos de infraestrutura composto pela FIOLE – Ferrovia de Integração Oeste – Leste, a Hidrovia do São Francisco, o Porto Sul e a BR 242;
- Pressão ainda maior para a redução das vazões mínimas em Sobradinho pela competição da transposição com todos os outros usos a jusante e inclusive com a geração em Sobradinho;
- Ausência de uma política eficaz de comunicação entre os usuários e os órgãos gestores, reflectida por exemplo na escassez de dados sobre os consumidores de água para irrigação que captariam água entre a Usina de Três Marias e o Projeto Jaíba, evidenciada durante uma das reuniões sobre a situação de crise em Três Marias. Esse também foi

um dos problemas que surgiu com frequência nas oficinas de usos múltiplos realizadas no ano de 2013.

Para além dos projetos e tendências/percepções referidos acima, identificam-se **outros factores internos e externos** a articular/compatibilizar com os interesses da bacia hidrográfica:

- **Fatores internos:**
 - Dinâmicas demográficas e econômicas instaladas, mais intensas no Alto e Médio São Francisco;
 - Assimetrias internas de desenvolvimento regional e sua dependência face à localização ao longo da bacia: regiões mais desenvolvidas localizam-se, em geral, a montante, onde a água é mais abundante e o clima menos árido;
 - Transposição interna à bacia: a água captada em determinada sub-bacia ou região fisiográfica nem sempre tem por objetivo satisfazer a respectiva demanda – veja-se, por exemplo, o caso do Canal do Sertão Alagoano em que a água captada no Riacho Seco (Submédio) tem como destino a bacia afluente do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco, em Alagoas;
 - Desertificação: estão em áreas mapeadas como críticas de desertificação municípios como Petrolina, em Pernambuco, e Paulo Afonso, na Bahia. Na Bahia, é referido pelo jornal O GLOBO que em uma extensão de 300 mil km² no Sertão do São Francisco, os solos já não conseguem reter água. Na região de Rodelas, no Norte do estado, formou-se, a partir dos anos 80, o deserto de Surubabel (O GLOBO, 2013);
- **Fatores externos:**
 - Evolução futura dos preços das matérias-primas nos mercados internacionais, designadamente dos metais e dos bens agrícolas e alimentares;
 - Políticas federais, estaduais ou locais que afetam, ou podem vir a afetar no futuro, a utilização e gestão dos recursos hídricos (exemplo: aposta nos biocombustíveis, para além da pressão para a diversificação da

matriz energética de um modo geral; política do governo de dobrar a área irrigada no país até 2020 [Política Nacional de Irrigação], etc.);

- Transposição de águas do rio Tocantins para o rio São Francisco; são referidos vários estudos para determinar a viabilidade do reforço da capacidade hídrica da bacia do rio São Francisco com origem na transposição de águas do rio Tocantins. No momento atual os estudos são ainda muito incipientes, mas têm dado origem a debates e artigos na mídia (DIÁRIO DA MANHÃ, 2015).

3.4. Compatibilização dos interesses internos e externos – contexto decisório, conflitos e estratégia para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco

Partindo das tendências anteriormente referidas, RAMINA (2014b) define “os cenários, entendidos como os diferentes ambientes em que decisões de gestão deverão ser tomadas pelo CBHSF em relação aos conflitos entre os usos múltiplos dos recursos hídricos”. Esses cenários são organizados em um número reduzido de “famílias de cenários” que articulam fatores “de grande motricidade” (ou grande impacto) e fatores “portadores de grandes incertezas”; estes fatores são organizados em alguns “eixos”, em cuja interseção residem as famílias de cenários (RAMINA, 2014b):

- EIXO 1 – Regime Hidrológico do Rio São Francisco – caracterizado por três “estados” que definem diferentes condições operacionais dos reservatórios: condição de seca extrema; ano seco normal, com período seco normal e período úmido normal; e condição de cheia extrema;
- EIXO 2 – Grau de Integração de Políticas Setoriais – “grau de integração institucional e setorial entre os agentes de gestão”.

A Figura 2 ilustra as seis famílias de cenários que resultam da combinação dos referidos “fatores”, articulados em “eixos” e que refletem os possíveis ambientes de decisão para a gestão dos conflitos entre os múltiplos usos dos recursos hídricos.

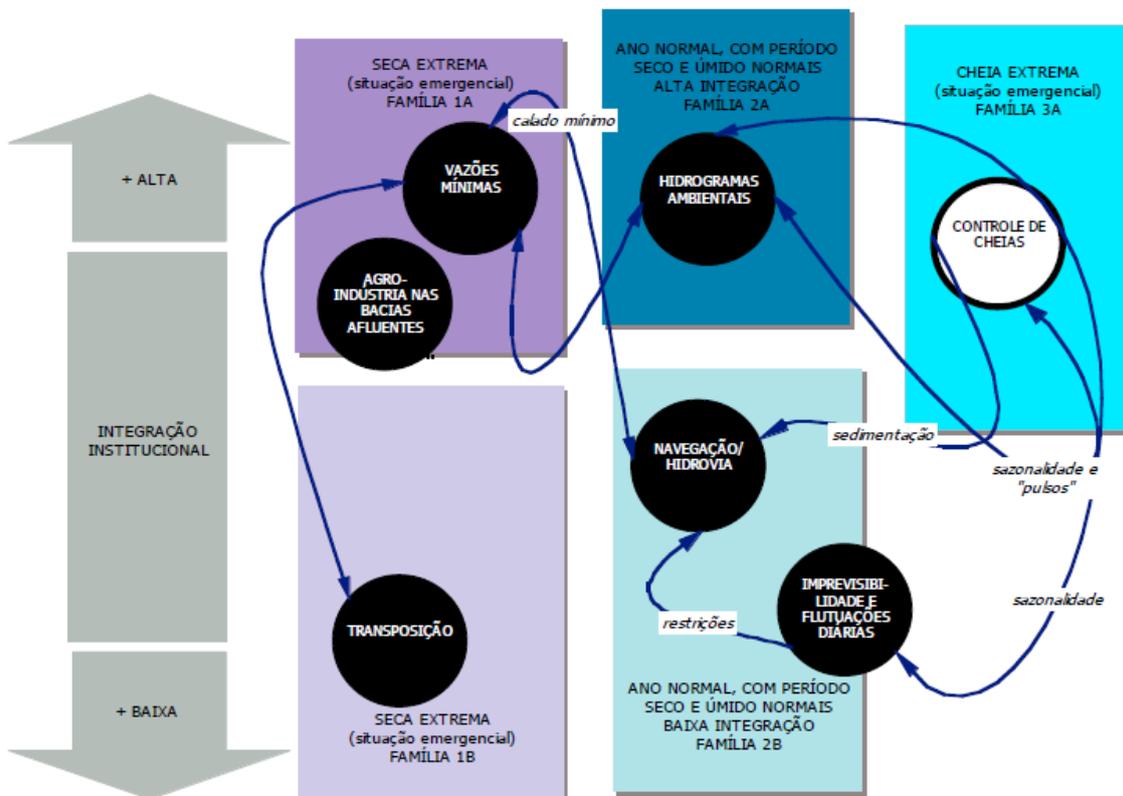


Figura 2 – Cenários dos conflitos de usos múltiplos traçados por Ramina (2014a e b) no escopo da “Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco”.

Fonte: RAMINA (2014b).

Independentemente da metodologia seguida para lá chegar, o diagnóstico efetuado no presente plano confirma os **conflitos** identificados por Ramina (2015):

- Embora o Projeto de Integração do São Francisco (transposição) não represente necessariamente uma ameaça para os outros usos da água no rio, considerando as vazões atualmente outorgadas em face da disponibilidade hídrica normal do rio, no futuro pode se tornar um conflito importante em situações de extrema seca, quando as vazões disponíveis forem baixas e as demandas na bacia forem maiores;
- As restrições operacionais hoje existentes condicionam os reservatórios a manter uma vazão mínima a jusante, restrição que tem sido sistematicamente desconsiderada, em situações de escassez hídrica pronunciada;

- O forte crescimento da agroindústria e da irrigação em grande escala nas bacias contribuintes tem trazido impactos quantitativos e qualitativos para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos na bacia do rio São Francisco, identificando-se conflitos potenciais (ou mesmo efetivos) entre os usos atuais das águas do rio São Francisco e os usuários nas bacias contribuintes;
- Um dos maiores conflitos existentes hoje no rio São Francisco, origem de impactos ambientais importantíssimos, é a falta de sincronia entre o regime de operação das usinas hidrelétricas e as condições naturais características do rio, que tem-se manifestado por exemplo no desaparecimento da sazonalidade anual (responsável pelos ritmos dos ecossistemas endógenos) e nas flutuações semanais, diárias e horárias (que se caracterizam por uma imprevisibilidade das condições fluviais), trazendo impactos negativos para a navegação e para todas as atividades sociais tradicionais associadas aos ritmos fluviais, como a pesca artesanal e a agricultura das várzeas.

A partir da relação entre os referidos conflitos e os respectivos cenários hidrológicos e institucionais, RAMINA (2015) define intervenções técnicas e normativas específicas, a serem desenvolvidas ao longo de **três eixos estratégicos de ação para o CBHSF, a curto, médio e longo prazo** (cf. figura seguinte).

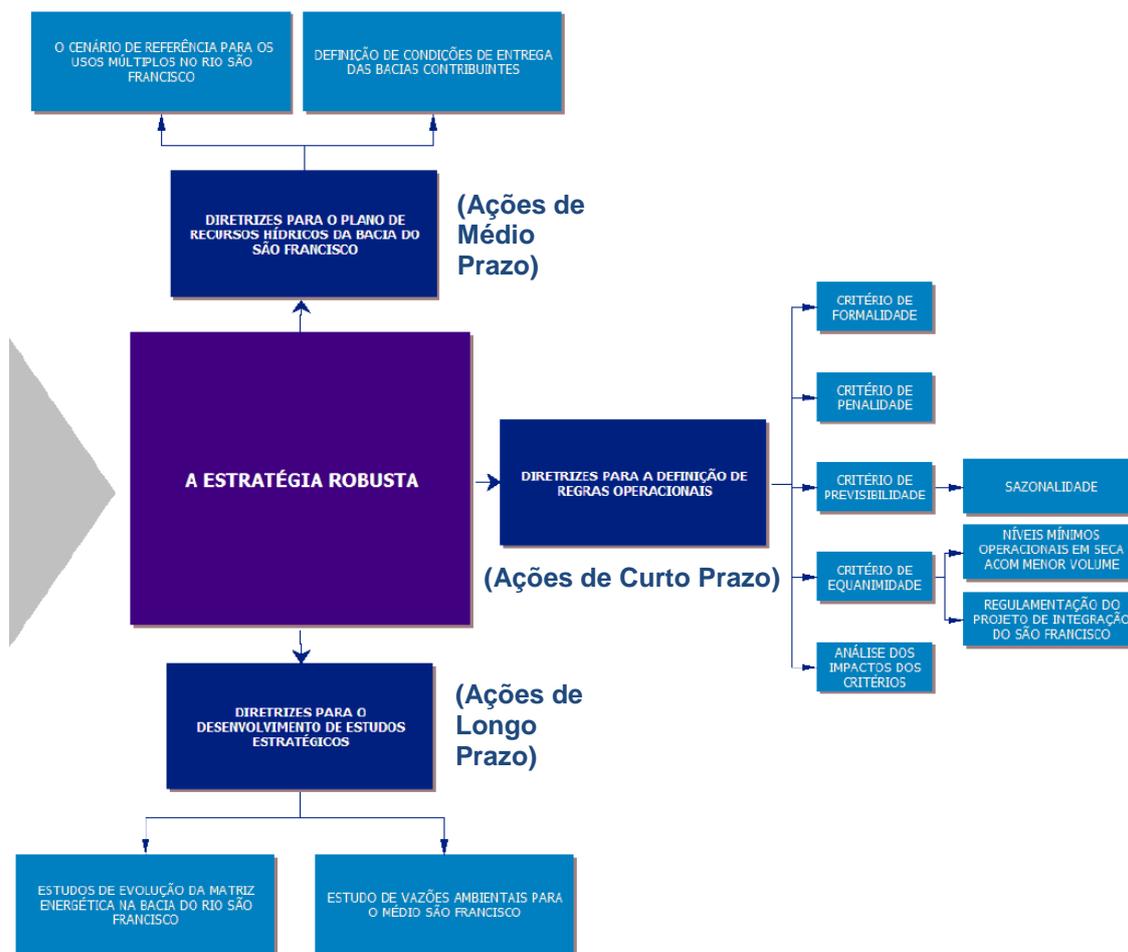


Figura 3 – Representação esquemática das ações que compõem a “estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco” proposta por Rodolpho H. Ramina.

Fonte: Adaptado de RAMINA (2015).

Seguidamente são apresentadas as **ações (diretrizes e respectivas intervenções técnicas e normativas específicas) de curto, médio e longo prazo** propostas por RAMINA (2015), a desenvolver nas etapas seguintes do presente plano – no RP4 (alternativas para compatibilizar as disponibilidades e as demandas), RP5 (arranjo institucional e diretrizes e critérios para aplicação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos) e/ou RP6 (plano de metas, ações prioritárias e investimentos):

- **Ações de curto prazo – diretrizes para a definição de regras operacionais**
 - Redução dos níveis mínimos operacionais dos reservatórios em caso de seca extrema (por exemplo através da utilização dos volumes mortos)

dos reservatórios), entre outras restrições que hoje existem, como as captações de água que dependem dos níveis mínimos estabelecidos, margens desprotegidas, ocupação inadequada de várzeas, diques e proteções contra cheias que nunca foram instalados, etc.; efetivamente, as análises de simulação de RAMINA (2015) demonstram que o deplecionamento dos reservatórios de Três Marias e Sobradinho abaixo dos níveis mínimos operacionais das turbinas em situações críticas de seca, importantíssimo para os outros usos dos recursos hídricos, é praticamente inócuo para a geração de energia, ou até positivo, implicando baixos níveis de risco; e que o grande impacto sobre o regime de geração de energia se dá com a incorporação da sazonalidade;

- Adoção dos princípios da Formalidade (estabelecimento de procedimentos transparentes), Penalidade (compensação por serviços ambientais), Previsibilidade (incorporação da sazonalidade nas regras operacionais, visando a recuperação ecossistêmica do rio São Francisco) e Equanimidade (justa distribuição de benefícios, custos, riscos e responsabilidades associados à operação dos reservatórios entre os múltiplos usos da água);
- **Ações de médio prazo – diretrizes para a definição de condições de entrega das bacias contribuintes** – estabelecimento das seguintes variáveis como limites:
 - Vazões mínimas com seu respectivo período de recorrência, definindo limites para o balanço hídrico quantitativo das bacias contribuintes;
 - Vazões máximas com seu respectivo período de recorrência, estabelecendo a necessidade do controle de cheias, em algum grau, em cada uma das bacias contribuintes;
 - Parâmetros de qualidade da água e vazão de referência (ou a permanência da vazão de diluição a ser considerada) que permitam manter a Classe de Enquadramento estabelecida de cada trecho do rio São Francisco;
- **Ações de médio prazo – diretrizes para a definição do “cenário de referência” para os usos múltiplos** – necessidade de revisão dos estudos de inventário hidrelétrico do potencial remanescente do rio São Francisco, determinando características de projeto das usinas em fase

de inventário e de viabilidade que contemplem um novο “cenário de referência de usos múltiplos”, que incorpore também:

- A criação de condições de navegabilidade em toda a Hidrovia do São Francisco, precedida dos necessários estudos de impactos ambientais que equilibrem a minimização dos impactos atuais trazidos com a operação das usinas, a mitigação do passivo ambiental já existente (como a perda da biodiversidade) e os impactos diretos sobre o rio que certamente ocorrerão na implantação dessa hidrovia e de um eventual número maior de barragens;
- Garantia de níveis d’água para as captações para abastecimento de cidades e dos grandes projetos de irrigação existentes (como o Jaíba e o Formoso), principalmente em condições de anos secos ou extremamente secos;
- Promoção do amortecimento das cheias e da atenuação do efeito das “flutuações de curto prazo” resultantes da operação das hidrelétricas;
- Permissão da passagem e migração de peixes em épocas de arribação e de piracema, bem como auxílio no controle de inundação das lagoas marginais em períodos sazonais de cheia, tornando-as mais adequadas para a desova e berçário das espécies nativas;
- **Ações de longo prazo – diretrizes para o desenvolvimento de estudos estratégicos**
 - Estudos que estabeleçam os regimes de vazão ambiental para o Médio São Francisco nos mesmos moldes dos estudos desenvolvidos para o Submédio e o Baixo, tendo em vista a importância da restauração da sazonalidade natural do rio São Francisco, para poder orientar o conjunto de regras operacionais a serem implantadas nesse trecho do rio São Francisco, bem como para poder quantificar o ressarcimento e a compensação por serviços ambientais como os desenvolvidos por RAMINA (2015) para os trechos do Submédio e do Baixo São Francisco;
 - Estudos da evolução da matriz energética na bacia do São Francisco, no sentido do desenvolvimento de alternativas energéticas acessíveis, abundantes e com menor impacto ambiental no âmbito da bacia hidrográfica, para reduzir a pressão sobre este recurso, que se torna cada vez mais importante para outros usos, como o abastecimento das populações, a agricultura e a navegação regional.



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

4. CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS

4.1. Introdução

Ao longo do presente capítulo é desenvolvido e apresentado o principal produto («output») deste relatório que é um conjunto de **três cenários alternativos de evolução da demanda futura de água**, a saber: um cenário central ou tendencial (B) que resulta das dinâmicas instaladas nas diversas sub-bacias e setores usuários (agropecuária, indústria, abastecimento humano – urbano e rural e usos externos – transposição); um 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 um cenário (C) de maior desenvolvimento e de alta demanda em termos de consumo de água.

Estes cenários alternativos foram formulados recorrendo, num primeiro momento, a eixos de contrastação das **incertezas cruciais ou críticas** que se colocam à bacia em termos de: i) Desenvolvimento e Ordenamento do Território, ii) Dinâmicas Sociais e Econômicas, iii) Ambiente e Recursos Hídricos; iv) Ambiente institucional. Os cenários A, B e C resultaram, pois, de uma diferente resolução dessas incertezas que podem conduzir a uma trajetória mais ou menos consuntiva de água nos próximos anos e uma capacidade maior ou menor de resolução dos conflitos instalados.

Há que se considerar que o cenário B não deve ser encarado como um cenário de referência ou desejável mas apenas como aquele que resulta da projeção das dinâmicas instaladas na bacia, quer em termos demográficos, quer ao nível do setores da agropecuária e indústria, sendo, por isso, habitualmente designado por «cenário tendencial».

Num segundo momento, procurou-se associar a cada cenário **demandas concretas de água**, notando que este relatório tem por objetivo suportar os balanços hídricos por sub-bacia a desenvolver no RP4, pelo que teria de assumir uma natureza mais pragmática e menos conceptual face a outros exercícios de cenarização que têm vindo a ser desenvolvidos para a bacia do rio São Francisco (exemplo: RAMINA, 2014b).

Também por esse motivo, **os cenários apresentados são realistas** no sentido em qualquer deles pode vir a concretizar-se no futuro, sobretudo no horizonte de

planejamento de 2025 dado que, a longo prazo (2035), estes prognósticos são naturalmente mais incertos. Em todo o caso, não é certo que os cenários apresentados venham a acontecer mesmo no horizonte de 2025 até porque as demandas futuras serão condicionadas pelas ações prioritárias e investimentos que venham a ser suportados por este plano (RP6). Os cenários apresentados são, assim, **três «futuros possíveis» para o Velho Chico** em termos de vazões a retirar pelos vários setores usuários, construídos com base em determinadas hipóteses técnicas e na melhor informação disponível.

Aliás, **os cenários apresentados não são estáticos nem definitivos**, sendo aconselhável acompanhar a evolução destes cenários pelo menos de dois em dois anos.

Os cenários A, B e C são, desta forma, contingentes à informação disponível. São também moldados por um conjunto de **fatores ou interesses internos e externos**, indicados no capítulo 3 deste relatório.

Em termos de fatores internos, os cenários incorporaram as **dinâmicas instaladas, desde 2001, nos setores agropecuário e industrial**. Para efeito de medição e projeção dessas dinâmicas, considerou-se o valor adicionado bruto (VAB), ou seja, a contribuição de cada um desses setores para a riqueza gerada na bacia ou produto interno bruto (PIB). Poder-se-ia ter usado outra variável, como a superfície irrigada no caso da agricultura. No entanto, o VAB tem a vantagem de ser uma variável apurada por município com periodicidade anual o que facilitou, em muito, uma análise por sub-bacia afluente que era necessária para se fazerem, posteriormente, os balanços hídricos ao nível do relatório RP4.

O VAB é também uma variável genuinamente econômica o que permitiu, por seu turno, realizar uma análise cruzada com um importante fator externo: **os preços das matérias-primas nos mercados internacionais**. Em particular, os cenários A e C para a agropecuária e indústria resultaram da consideração de possíveis oscilações desses preços em torno das tendências instaladas, com base em dados históricos. A metodologia adotada tem a vantagem de ser suportada em métodos estatísticos e em valores publicados regularmente por entidades internacionais, como é o caso do FMI, o que favorece a transparência e neutralidade face a interesses internos ou externos.

Outro importante fator interno incorporado nos cenários foi a **dinâmica demográfica** que pode ser **diferenciada entre zonas urbanas e rurais**. Partiu-se dos dados do Censo de 2010 e incorporou-se informação mais recente do Registro Civil (natalidade e mortalidade) de modo a estimar, para cada sub-bacia, a evolução vegetativa (ou natural) da população residente que corresponde ao cenário A. Também se considerou o efeito do saldo migratório de modo a obter um cenário de maior demanda (C), correspondendo o cenário central (B), como o nome indica, à mediana dos cenários demográficos A e C.

Ainda no que se refere a fatores internos, os cenários tomaram em consideração os **investimentos em curso ou previstos** para a bacia, designadamente nos segmentos do regadio e transposição. Neste âmbito, importa alertar que uma significativa parte da demanda (até 32 m³/s no horizonte de 2025) associada ao Riacho Seco (sub-bacia São Francisco 8), no Submédio, terá como destino a bacia afluente do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco em Alagoas (São Francisco 10); isto porque a captação do Canal do Sertão Alagoano é feita no lago do Moxotó, junto à povoação de Delmiro Gouveia, no Submédio. Desta forma, as demandas associadas mais abaixo ao Baixo São Francisco podem estar subavaliadas na medida em que uma parte da respectiva demanda será suprimida com água proveniente do Submédio, salvo se vier a ser adotada uma nova delimitação das regiões fisiográficas (hipótese em estudo).

4.2. Abordagem Metodológica

Como se referiu na introdução, o principal objetivo deste capítulo é fornecer 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), desagregada por sub-bacia do rio São Francisco de modo a possibilitar o desenvolvimento de análises subsequentes de compatibilização com o balanço hídrico (RP4).

A abordagem geral adotada remeteu para os **métodos prospetivos**. Ao contrário da Previsão, que tende a concentrar-se nas certezas e a produzir projeções lineares face ao futuro, a Prospetiva explora as respectivas incertezas, trabalhando diversas imagens e possibilidades como estratégia de condução da ação (Ribeiro, Correia e

Carvalho, 1997). Em particular, a Prospetiva procura interrogar e explorar as incertezas associadas às seguintes categorias de processos:

- Certezas Qualitativas e Incertezas Quantitativas – também designadas por «tendências pesadas», referem-se a processos cuja orientação é conhecida mas cuja realização não é passível de determinação através de uma regra probabilística, não se tratando, por isso, de processos estocásticos (que podem ser alvo de Previsões Aleatórias);
- Incetezas Qualitativas – referem-se a processos em que é impossível determinar as alternativas de futuro de forma apriorística, estando tipicamente associadas a fenômenos como as mutações, as rupturas ou o «desmoronamento» de estruturas mal identificadas.

Existem diversos tipos de incertezas, focalizando-se a análise prospetiva nas **incertezas críticas**, isto é, nas “situações em que se admite a possibilidade de um acontecimento, mas em que este, pelo seu caráter único, não nos fornece uma probabilidade da sua realização [ao contrário do que acontece com os riscos – outro tipo de incerteza]; a possibilidade do acontecimento existir é, por sua vez, resultante de uma sequência de raciocínio do tipo «causa-efeito» (e daí a referência a uma estrutura), mas não podemos saber com antecedência qual a sua configuração” (Ribeiro, Correia e Carvalho, 1997).

Como principal instrumento de simulação do futuro, a Prospetiva recorre aos **cenários**, se bem que também possa recorrer, de forma pontual, ao principal instrumento utilizado pela Previsão: os modelos (Ribeiro, Correia e Carvalho, 1997). As componentes chave para a construção de cenários prospetivos decorrem, exatamente, dos dois tipos de incerteza referidos acima, ou seja (cf. Figura 4):

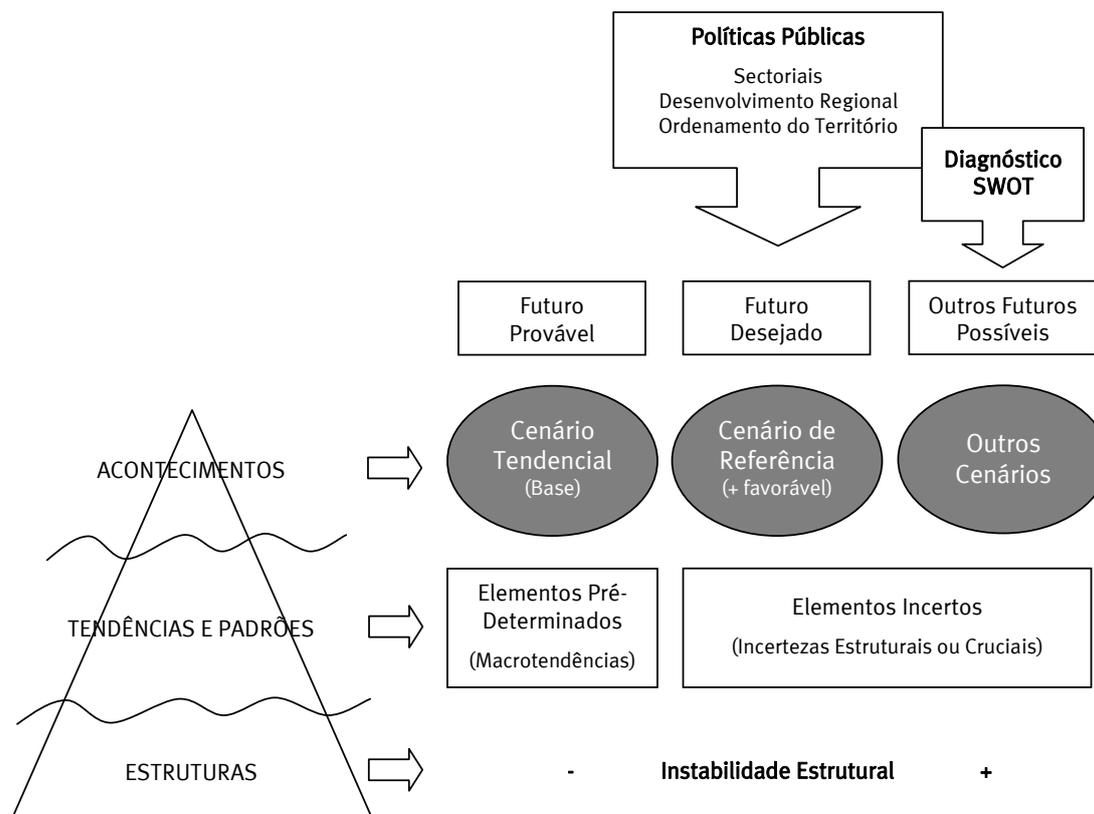
- Elementos Predeterminados, que correspondem aos Riscos ou Incertezas Previsíveis, por serem suscetíveis de previsão com base em precedentes históricos (**macrotendências predeterminadas**), que possibilitam estimar a probabilidade de ocorrência dos vários resultados possíveis;
- Elementos Incertos, que decorrem diretamente das incertezas críticas, por vezes também designadas como **incertezas estruturais** ou

cruciais, na medida em que constituem as forças motrizes do processo de cenarização, para além das referidas tendências predeterminadas.

De fato, a análise de cenários é especialmente útil para avaliar este último tipo de incertezas críticas ou estruturais na medida em que os riscos são, normalmente, passíveis de modelação através de Métodos de Previsão, fruto da sua natureza estocástica. A suposição da possibilidade de ocorrência de acontecimentos futuros únicos e incertos resulta de um raciocínio do tipo causa-efeito que situa cada acontecimento em uma determinada estrutura (RIBEIRO, CORREIA e CARVALHO, 1997).

Em geral, diferentes estruturas correspondem a outros tantos cenários. Em particular, os Elementos Predeterminados (macrotendências) decorrem de uma estrutura supostamente muito estável no horizonte temporal de cenarização, dando origem habitualmente a um **Cenário Tendencial ou de Base**, de natureza adaptativa e associado a iniciativas pouco incisivas ou menos fraturantes face à realidade observada na situação de referência. Para além deste Cenário B, na Seção 4.5 foi considerado um **cenário menos pressionante em termos de recursos hídricos (Cenário A)** face a esse padrão bem como um **cenário mais pressionante (Cenário C)** que refletem diferentes desfechos para as incertezas críticas entretanto identificadas na Seção 4.4.

Na Seção 4.3 foi, por seu turno, realizada uma síntese das várias estratégias e instrumentos de planeamento em matéria de prognóstico de vazões consuntivas e não consuntivas com influência na bacia do rio São Francisco. Esta seção possibilita vislumbrar, aquilo que poderia ser um cenário coerente com as políticas públicas (cf. ainda Figura 4), em particular com estratégias e objetivos definidos em planos setoriais como é o caso do Plano Nacional de Recursos Hídricos, ou em instrumentos de «desenvolvimento regional e ordenamento do território» em sentido lato, incluindo os planos estaduais de especial relevância para o PRH-SF. Os cenários A, B e C foram formulados tendo em consideração estas referências, podendo coincidir, ou não, com o futuro desejado para a bacia, fruto da sua natureza extremada e contrastante.



Fontes: Ribeiro, Correia & Carvalho (1997) e MOPTC (2009) – Adaptado

Figura 4 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos.

Fonte: Ribeiro, Correia e Carvalho (1997) e MOPTC (2009 – Adaptado).

Uma significativa parte do esforço analítico foi colocada na estimação das **tendências predeterminadas** mediante a construção de modelos de previsão para as demandas agropecuária, industrial, de abastecimento humano urbano e rural e de transposição para outras bacias nos horizontes de 2025 e de 2035. Os detalhes metodológicos, por vezes de alguma complexidade, são descritos ao longo da Seção 4.5 e os resultados, desagregados por sub-bacia, constam dos quadros inseridos no Volume 2 – Apêndices.

Uma das questões que tem merecido ampla reflexão e que se encontra ainda em discussão, é a **nova divisão dos limites das regiões fisiográficas** da bacia. No presente documento e respectivos mapas, é utilizada a delimitação constante do Plano



Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013), ratificada na Deliberação CBHSF n.º 74 de 29 de novembro de 2012.



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

4.3. Projeções e prognósticos de acordo com as Políticas Públicas

4.3.1. Metas para o país

O documento **Brasil 2022** (PR-SAE, 2010) apresenta um conjunto de metas para o país, com relação com a oferta e demanda hídrica da bacia, das quais se destacam as seguintes:

Metas para a Economia (extrato):

- Duplicar a produção agropecuária
- Aumentar a produtividade agropecuária em 50%
- Triplicar os investimentos destinados à pesquisa agropecuária
- Concluir o zoneamento econômico-ecológico em todo o país

Metas para a Sociedade (extrato):

- Garantir o acesso à água a todos os brasileiros

Metas para Infraestrutura (extrato):

- Alcançar 50% de participação de fontes renováveis na matriz energética
- Dobrar a participação do transporte aquaviário na matriz de transportes
- Assegurar 100% de acesso a saneamento ambiental em todas as cidades
- Reduzir o desmatamento ilegal a zero
- Tratar de forma ambientalmente adequada 100% dos resíduos sólidos
- Aumentar em 100% o volume de esgoto tratado
- Garantir a implementação de, no mínimo, 10% dos biomas (exceto amazônico) como unidades de conservação
- Garantir a oferta de água em quantidade e qualidade para 13 milhões de pessoas na região nordeste
- Aumentar a área irrigada no Brasil em 3 milhões de hectares, dos quais 300 mil hectares na região nordeste, com aproveitamento de 200 mil hectares disponíveis nos perímetros públicos de irrigação

4.3.2. Projeções e prognósticos para a bacia

Na análise da interface do presente plano com outros planos, procura-se aqui identificar:

- O prognóstico da evolução das demandas e disponibilidades (balanços hídricos) para a bacia no PNRH (MMA, 2006) e nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos
- Objetivos estratégicos delineados em planos estaduais com influência na oferta e demanda hídrica da bacia
- Objetivos do PPA federal 2016-2019 (Governo Federal do Brasil, 2015) e dos PPA estaduais disponíveis (MG, BA, PE) com influência na oferta e demanda hídrica da bacia.

PROGNÓSTICOS DO PNRH E DOS PERH

No Quadro 17 sintetizam-se os prognósticos do **balanço hídrico para os anos 2020 e 2030**, realizados no PNRH (para a bacia hidrográfica do rio São Francisco) e nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos da Bahia, Alagoas, Sergipe e Minas Gerais (para as sub-bacias que, em cada Estado, integram a bacia do São Francisco).

O PERH-BA divide o território do Estado em 17 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA), pertencendo oito à bacia do rio São Francisco. O PERH-AL integra as sub-bacias Moxotó, Talhado, Capiá, Riacho Grande, Ipanema, Traipu e Piauí, e o PERH-SE as sub-bacias Baixo SF e Foz do rio SF.

O Estado de Minas Gerais divide a bacia do rio São Francisco em seu território em dez unidades de planejamento: SF1 – Afluentes do Alto São Francisco; SF2 – BH rio Pará; SF3 – Rio Paraopeba; SF4 – Entorno da represa de Três Marias; SF5 – BH rio das Velhas; SF6 – BH rios Jequitaiá, Pacuí e Trechos SF; SF7 – BH rio Paracatu; SF8 – BH rio Urucuia; SF9 - BH rio Pandeiros; SF10 - BH rio Verde Grande.

O Estado de Pernambuco possuiu Plano Estadual de Recursos Hídricos (SCTMA-PE, 1998), mas este foi realizado já em 1998, contendo cenários de previsão apenas até ao ano de 2010, pelo que não é analisado.

Quadro 17 – Prognósticos do balanço hídrico no PNRH e nos PERH (2020, 2030).

Plano	Balanço hídrico	
	Ano 2020	Ano 2030
Plano Nacional de Recursos Hídricos	As repercussões da dinâmica de atividades dos setores usuários sobre a demanda de recursos hídricos tornam mais sensíveis os balanços na região do <u>Alto São Francisco</u> , mas a relação de demanda sobre a vazão média acumulada permanece <u>confortável</u> nessa região (sendo <u>excelente na restante área da bacia</u>)	-
PERH Bahia	<u>Défices hídricos</u> (cenário tendencial): área de drenagem dos reservatórios Estreito e Cova da Mandioca, Bacia do Verde Pequeno, Bacia do Santo Onofre, Área de drenagem do reservatório do Zabundão, Médio e Baixo Paramirim, bacia do rio Verde, bacia do rio Jacaré, Alto Salitre	-
PERH Alagoas	Riacho Grande e Ipanema: <u>Além do limite de disponibilidade de água</u> , requer intervenção imediata; Talhada, Capiá e Piauí: Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos; Moxotó e Traipu: A água pode ser considerada um bem livre	Piauí, Riacho Grande e Ipanema: <u>Além do limite de disponibilidade de água</u> , requer intervenção imediata; Talhada, Capiá: Situação crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos; Moxotó e Traipu: A água pode ser considerada um bem livre
PERH Sergipe	<u>Balanço hídrico positivo</u> na bacia do rio São Francisco (disponibilidades totais efetivas (subt+sup) – demanda total = 632.185 l/s)	-
PERH Minas Gerais	-	No cenário tendencial, na bacia do rio São Francisco, Minas Gerais apresentava 7,5% de sua área em <u>risco 2 e 3</u> (*). Das bacias do SF, a SF10 – Verde Grande é a que apresenta maior área com risco 3, seguida de SF7 – Paracatu.

Fonte: MMA, 2006; MAGNA/ BRLi, 2003; IBI/ENGESOF, 2010; PROJETEC/TECHNE, 2011; HOLOS/DELGITEC, 2011.

(* **Risco Classe 1:** Caso a demanda total na unidade de análise (célula ou UPRH) seja menor que a vazão Q90%; **Risco Classe 2:** Caso em que a demanda total é maior que a Q90% e menor que a Q70%. Para o equilíbrio da demanda seria necessário a implantação e operação de sistemas de reservatórios e adução. Aumenta a pressão para a utilização dos mananciais subterrâneos e aumentam os riscos de contaminação desses aquíferos; **Risco Classe 3:** Caso em que a demanda total é maior que a Q70%. A solução desse déficit deverá ser encontrada na articulação de transferências regionais de recursos, no caso de Minas Gerais envolvendo algumas vezes outros Estados vizinhos e mesmo a Federação.

O quadro mostra que, apesar de um prognóstico favorável a nível macro (no PNRH), uma análise mais detalhada ao nível das sub-bacias evidencia a existência de défices hídricos nos Estados da Bahia, Alagoas e Minas Gerais.

Com vista a combater os défices previstos, os Planos Estaduais de Recursos Hídricos preconizam a implantação de um conjunto de **programas e medidas com influência na oferta e demanda hídrica da bacia**, que seguidamente se sintetizam.

O **PERH-BA** propõe a implantação de novas obras hidráulicas até ao ano 2020, consistindo de reservatórios, obras de transposição de vazões e perfuração de poços, bem como a gestão do uso da água com vistas a reduzir as demandas. Os programas previstos incluem, entre outros, a gestão da oferta hídrica (construção de barragens e adutoras de água bruta; operação e manutenção de reservatórios; aproveitamento racional de águas subterrâneas; recuperação e manutenção de poços; apoio à construção de infraestrutura hídrica nas pequenas e médias comunidades rurais) e a gestão das demandas hídricas (racionalização do uso da água no abastecimento urbano; reutilização de águas servidas; racionalização do uso da água na irrigação).

O relatório técnico do Balanço hídrico para a revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos (Miranda, J. *et. al.*, 2010) da Bahia, indicam-se como merecendo maior atenção, considerando a necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos e o investimento em ações estruturais e não estruturais para superar os conflitos de uso da água, as seguintes regiões de planejamento e gestão da água (RPGA): RPGA dos rios Macururé e Curaça; RPGA do Rio Salitre; RPGA dos Rios Verde e Jacaré; RPGA do Lago de Sobradinho; RPGA do Rio Carnaíba de Dentro; RPGA do Rio Grande; RPGA do Rio Corrente.

O **PERH-AL** prevê a implantação de um conjunto de medidas estruturais de gestão quantitativa e de medidas não estruturais de gestão quantitativa (instrumentos normativos ou econômicos visando a racionalização dos usos e das demandas).

Com vista a aumentar as disponibilidades hídricas, prevê-se a implementação dos seguintes programas:

- Programa de Ampliação da Oferta Hídrica e Controle de Cheias
- Programa de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada

- Programa de Recuperação de Barragens, incluindo:
 - Ações para o incremento do armazenamento de água: construção de barragens; integração de bacias – ações para o incremento da rede de transferência de água (incluindo o Canal do Sertão Alagoano); interligação das adutoras ao Canal do Sertão Alagoano; Programa de Perfuração de Poços
 - Programa de Aproveitamento Hidroagrícola
 - Programa de Recuperação de Barragens

As medidas não estruturais abrangem, entre outras:

- Programa de Desenvolvimento de Gestão de Recursos Hídricos
- Desenvolvimento Institucional
- Política de Melhoria para Uso Eficiente da Água:
 - Redução e Controle de Perdas no Sistema de Abastecimento D'água
 - Controle do Uso da Água na Irrigação
 - Controle da Superexploração de Aquíferos
- Estudo para Analisar a Viabilidade de Construção de Reservatórios nas Bacias de 3ª Ordem do Estado

Do **PERH-SE** destacam-se os seguintes programas e subprogramas:

- Programa garantia hídrica para múltiplos usos
 - Subprograma Incremento da Oferta Hídrica, com vista a garantir a oferta de água para seus múltiplos usos
 - Subprograma de Economia da Água, com vista a definir modelo institucional e legal para a economia de água em seus múltiplos usos, com ênfase no reuso e na reciclagem da água
- Programa Estudos, Pesquisa e Difusão Tecnológica
 - Subprograma: Desenvolvimento Científico e Inovação Tecnológica para Agricultura Irrigada, com vista a estabelecer políticas e incentivos ao desenvolvimento científico e à inovação tecnológica que contemple a gestão da demanda hídrica e dos riscos climáticos
 - Subprograma Avaliação do Potencial de Exploração e Modelo de Gestão de Águas Subterrâneas, com vista a estudar o potencial de exploração das principais reservas hídricas subterrâneas e definir um modelo de gestão para os sistemas aquíferos de Sergipe

- Subprograma Estudos, Pesquisas e Estratégias de Difusão para Adequação das Práticas de Convivência com o Semiárido
- Subprograma Difusão de Tecnologias Sustentáveis para o Uso Racional
- Programa Água de Beber
- Subprograma Redução de Perdas de Água para Beber
- Subprograma Educação para o Consumo Racional da Água
- Programa Águas do Desenvolvimento
- Subprograma Apoio a Agricultura Irrigada

Do **PERH-MG** destacam-se as seguintes ações e intervenções estruturais estratégicas:

- Sub-programa 3.1b: Manejo e conservação de solo e águas em microbacias da zona rural de Minas Gerais
- Sub-programa 3.1c: Otimização do Uso da Água em Irrigação (POA-IRRIGAR), com o objetivo de otimização do uso da água pela agricultura irrigada, mediante a adoção de tecnologias mais eficientes, bem como do manejo na irrigação, sob o entendimento de que elevadas demandas do setor agrícola constituem um dos principais vetores de potenciais conflitos por usos múltiplos da água em Minas Gerais
- Programa de Melhoria na Eficiência do Uso de Recursos Hídricos em Minas Gerais – PróÁgua Eficiente, com destaque para:
 - Ações voltadas a elevar as disponibilidades hídricas, com base na redução de perdas em sistemas de distribuição, otimização e reaproveitamento da água por prestadores de serviço e setores produtivos – industriais e agropecuários –, aumento da conservação de água bruta, aprimoramento da operação de reservatórios, construção de novas barragens, canais e adutoras e implantação de sistemas adequados de drenagem urbana;
 - Gestão de demandas, que incentivem o uso racional dos recursos hídricos e o aprimoramento de processos produtivos e de sistemas de distribuição da água; e,
 - Incentivos a estudos, pesquisas e projetos executivos, além de iniciativas voltadas à capacitação e aprimoramento institucional e gerencial de ações.
- Programa de Grandes Obras e Intervenções em Infraestrutura Hídrica

- Duas transposições de bacia, que objetivam incrementar a disponibilidade hídrica na bacia do Verde Grande (SF10), possibilitando seu uso, principalmente, para irrigação e abastecimento humano, mas também para diluição de efluentes. São elas:
 - (i) a Transposição – Sistema Congonhas – Juramento, que tem o objetivo de garantir o abastecimento da população da região de Montes Claros e ampliar a oferta hídrica na bacia para a irrigação; e,
 - (ii) a Transposição – Projeto Jaíba, que se refere à adução de água através do Projeto Jaíba, com o objetivo de possibilitar o incremento de água na Bacia do Rio Verde Grande, tendo como origem o rio São Francisco, através da infraestrutura hidráulica do Projeto Jaíba.
- Intenção de implantação de cinco barragens pela CODEVASF, com capacidade de regularizar cerca de 1.200,0 m³/s (rio das Velhas (01), rio Paracatu (03) e rio Urucuia (01)) para aumentar a garantia e elevar as vazões a serem potencialmente transpostas no âmbito do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco (elevado grau de polêmica a nível Estadual).

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS ESTADUAIS

Consultados os Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2011-2030 (Governo de Minas, sem data), o Plano Bahia 2023 (SEPLAN, 2010) e a Visão de Futuro Pernambuco 2035 (Governo do Estado de Pernambuco, sem data), verifica-se que:

- Ao nível da energia e do agronegócio, principais setores conflitantes no uso da água, verifica-se, são objetivos:
 - De Minas Gerais, ampliar a geração de energia através da diversificação da matriz energética;
 - Da Bahia, aumentar a produtividade no Oeste Bahiano e apostar na mineração.
- Pernambuco estabelece objetivos especificamente com vista a assegurar a estabilidade da oferta hídrica:
 - Ampliar a oferta hídrica e o potencial de reservatórios de água no Semiárido, assegurando estabilidade na oferta de água
 - Utilizar tecnologias adequadas de aproveitamento dos recursos hídricos nos diferentes biomas do Estado

OBJETIVOS DOS PLANOS PLURIANUAIS 2016-2019

Do **PPA Federal 2016-2019** relevam-se os seguintes programas e objetivos:

- Programa Agropecuária Sustentável:
 - Objetivo 0175: Concluir a implantação, melhorar a gestão, recuperar e modernizar os projetos públicos de irrigação existentes visando à emancipação
 - Objetivo 1049: Promover o desenvolvimento da agropecuária irrigada de forma econômica, social e ambientalmente sustentável, com racionalização dos recursos hídricos
- Programa Recursos Hídricos
 - Objetivo 1025: Promover a disponibilidade de água para usos múltiplos, por meio da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de seus instrumentos
 - Objetivo 0479: Ampliar a oferta de água para usos múltiplos por meio de infraestruturas hídricas
 - Objetivo 1024: Ampliar e difundir o conhecimento sobre águas subterrâneas e suas interações com as superficiais, por meio da realização de levantamentos, estudos e pesquisas
- Programa Energia Elétrica
 - Objetivo 0034: Planejar o atendimento das demandas futuras de energia elétrica por meio da elaboração de estudos de expansão da geração e da transmissão, bem como da promoção de leilões
 - Objetivo 0019: Expandir a capacidade de geração do sistema elétrico brasileiro, pela implantação de novos empreendimentos e ampliação e ou repotenciação de usinas existentes

Do **PPA de Minas Gerais 2016-2019** relevam-se os seguintes programas e objetivos:

- Programa 0122: Água para todos
 - Objetivo: Promover a universalização do acesso e uso da água para consumo humano e para a produção de alimentos e adequar as formas de abastecimento existentes ao contexto climático da região
- Programa 0064: Barragens de Minas
 - Objetivo: Melhorar as condições de vida da população rural e urbana, por meio da convivência com a seca e inclusão produtiva, principalmente

através do aumento da disponibilidade de água para usos múltiplos, tais como abastecimento humano, irrigação, controle de cheias, pesca, aquicultura e perenização de rios

- Programa 0120: Gestão e desenvolvimento sustentável de recursos hídricos
- Objetivo: Monitorar e assegurar os múltiplos usos das águas superficiais e subterrâneas em quantidade, qualidade e regime adequados tendo em vista a segurança hídrica para a população e para o desenvolvimento das atividades sociais, econômicas e ambientais do Estado

Do **PPA da Bahia 2016-2019** releva-se o seguinte programa e objetivos:

- Programa “água para todos”
- Ampliar a infraestrutura hídrica para a oferta de água de uso múltiplo e sustentável, com qualidade e em quantidade suficiente, visando principalmente a universalização do abastecimento humano
- Implantar soluções hídricas emergenciais para viabilizar a convivência com a estiagem
- Reduzir o déficit hídrico através do aproveitamento de água subterrânea com elevado teor de sal para uso múltiplo e sustentável no âmbito do programa água doce
- Ampliar a infraestrutura hídrica de uso múltiplo, garantindo a transição agroecológica para o desenvolvimento rural

Do **PPA de Pernambuco 2016-2019** releva-se o seguinte programa e objetivos:

- Programa 1081: Apoio às ações de eficiência hídrica e energética
- Fornecer suporte financeiro a projetos de eficiência hídrica, a projetos geração de fontes renováveis e estudo e projetos vinculados aos fins do programa de sustentabilidade produtiva do estado - PE sustentável
- Programa 0030: Apoio às ações de convivência com o semiárido
- Beneficiar as populações residentes na região semiárida que sofrem com os efeitos das estiagens, promovendo a ampliação e melhoria da oferta de água para o consumo humano e animal
- Programa 0469: Programa de melhoria da convivência com o semiárido

- Promover a implantação de planos territoriais e municipais de convivência com o semiárido pernambucano e de desenvolvimento das cadeias produtivas da agricultura familiar
- Programa 1058: Redução dos efeitos das catástrofes naturais e enxurradas
- Desenvolver projetos estruturantes de prevenção a eventos naturais de efeitos críticos, cheias e secas, a sustentabilidade hídrica, revitalização de bacias hidrográficas e a viabilização da transposição do Rio São Francisco

4.3.3. Projeções e prognósticos por setor usuário

Na presente seção apresenta-se para os setores usuários agropecuária, indústria, abastecimento urbano e rural, as demandas projetadas nos Planos Diretores de UPGRH e nos Planos Estaduais de Recursos Hídricos (2015, 2020, 2025, 2030). Apresenta-se também uma descrição da transposição do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) e da transposição para o abastecimento urbano na região metropolitana de Aracaju, bem como os projetos hidroelétricos em construção e outorgados para a bacia do São Francisco.

AGROPECUÁRIA

Dentro da agropecuária existem dois usos distintos, o de irrigação para cultivo de culturas temporárias ou permanentes e o de dessedentação animal. No Quadro 18 é possível verificar as vazões de retirada (m^3/s) para cada um destes usos, em 2000 e 2010.

Quadro 18 – Evolução das demandas dos diferentes usos consuntivos, por região fisiográfica.

Uso	Região Fisiográfica								Total	
	SFA		SFM		SFSM		SFB			
	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010	2000	2010
Irrigação	7,7	25,4	45,1	136,7	50,2	59,4	11	22,9	114	244,4
(m^3/s ; % total)	18,3%	38,4%	82,1%	90,9%	91,2%	89,9%	80,4%	85,5%	68,8%	79,0%
D. animal	2,0	2,8	3,3	5,3	0,8	1,3	0,5	0,8	6,7	10,2

Uso	Região Fisiográfica								Total	
	SFA		SFM		SFSM		SFB			
(m ³ /s; % total)	4,8%	4,9%	6,1%	5,2%	1,4%	1,2%	4,0%	5,3%	4,0%	3,7%
Agropecuária	9,7	28,2	48,5	142	51	60,7	11,5	23,7	120,7	254,6
(m ³ /s; % total)	23,1%	42,7%	88,2%	94,4%	92,7%	91,9%	84,3%	88,4%	72,8%	82,3%

Fonte: ANA (2013, 2015a, 2015b).

A evolução desde o ano 2000 é bastante notória, principalmente no uso para irrigação. No total da bacia a vazão de retirada para irrigação cresceu 114% entre 2000 e 2010. Este aumento muito significativo é resultado do crescimento dos perímetros agrícolas irrigados, de 342,7 mil hectares registrados no PRH-SF 2004-2013, para 807,4 mil hectares em 2013 (ANA, 2015a). Assim, em 2013, a bacia do São Francisco, que representa 7,5% do território brasileiro, possuía 13,9% do total de área agrícola irrigada do país.

Para termo de comparação, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) prevê, no seu cenário mais otimista, o valor de 700 mil hectares de área agrícola irrigada para 2020, na bacia hidrográfica do São Francisco (cf. Quadro 19). Tendo em conta a recente evolução, esse cenário já teria sido ultrapassado em 2012.

Quadro 19 – Evolução área agrícola irrigada na bacia do rio São Francisco.

Indicador	Área Agrícola Irrigada (mil hectares)
2005 (PNRH)	371
2013 (ANA)	807
Taxa de crescimento média anual (2005-2013)	10,2%
Cenário otimista 2020 (PNRH)	700
Potencial Irrigável (PNRH)	1.159

Fonte: ANA (2013, 2015a, 2015b); MMA, 2006.

No Quadro 20 pode-se observar a demanda agropecuária para as unidades de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos (UPGRH) do Estado de **Minas Gerais**, para o ano de 2010, calculados pela ANA e, também, os cenários tendenciais da vazão de retirada inscritos nos planos diretores já realizados. No Estado de Minas Gerais existem sete UPGRH já com planos diretores aprovados, estando as restantes três em processo de elaboração (SF3 – Rio Paraopeba; SF4 – Entorno da represa de Três Marias) ou de contratação para elaboração (SF1 – Afluentes do Alto São Francisco) (IGAM, 2015).

Quadro 20 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m³/s).

UPGRH-MG na Bacia do rio São Francisco	Demanda	Efetivo ANA	Vazão de Retirada Projetada (m ³ /s)				
		2010	2015	2020	2025	2030	
SF2 – BH rio Pará (PDRH de 2006) – SFA	Irrigação	1,60	3,24	-	-	-	
	Animal	0,59	1,18	-	-	-	
	Total	2,19	4,42	-	-	-	
SF5 – BH rio das Velhas (PDRH de 2015) – SFA	Irrigação	5,43	8,74	9,73	10,89	12,19	
	Animal	0,51	0,46	0,49	0,53	0,58	
	Total	5,94	9,20	10,22	11,42	12,77	
SF6 – BH rios Jequitaí, Pacuí e Trechos S.F (PDRH de 2010) – SFA/SFM	Irrigação	3,23	24,90	27,49	-	-	
	Animal	0,53	1,14	1,17	-	-	
	Total	3,76	26,04	28,66	-	-	
SF7 – BH rio Paracatu (PDRH em 2006) - SFM	Irrigação	35,74*	14,78	-	-	-	
	Animal	1,23*	0,72	-	-	-	
	Total	36,97*	15,10	-	-	-	
SF8 – BH rio Urucuia (PDRH de 2014) – SFM	Irrigação	7,22**	5,16	6,45	8,09	10,15	
	Animal	0,46**	0,34	0,35	0,37	0,38	
	Total	7,68**	5,50	6,80	8,46	10,53	
SF9 - BH rio Pandeiros (PDRH de 2014) - SFM	Irrigação	4,79***	2,93	3,08	3,30	3,61	
	Animal	0,35***	0,37	0,45	0,55	0,70	
	Total	5,14***	3,30	3,53	3,85	4,31	
SF10 - BH rio Verde Grande (PRDH de 2011) - SFM	Irrigação	17,56	13,09	15,81	19,10	23,08	
	Animal	0,57	1,01	1,22	1,47	1,78	
	Total	18,13	14,10	17,03	20,57	24,86	

Fonte: ANA (2013, 2015a, 2015b); TESE (2006); ECOPLAN/ SKILL (2015); BRASOL (2010); IGAM (2006); ECOPLAN/ LUME/ SKILL (2014a; 2014b); ECOPLAN (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Paracatu que pertence a Goiás e DF; ** – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Urucuia que pertence a Goiás; *** – aproximação pois não inclui parte da sub-bacia do rio Carinhonha pertencente à UPGRH SF9.

Apesar de não existir correspondência completa entre algumas sub-bacias do rio São Francisco e as UPGRH-MG (casos do SF7, SF8 e SF9), é possível comparar as previsões efetuadas no cenário tendencial para as vazões de retirada do setor agropecuário e os valores observados em 2010. Os planos diretores mais antigos construíram cenários com vazões de retiradas demasiado elevadas (SF2 e SF6) ou demasiado baixas (SF7 e SF10), quando comparadas com o observado em 2010.

Estas dificuldades de antevisão vêm da falta de dados credíveis e do maior horizonte temporal das previsões. No caso dos planos diretores mais recentes (SF8 e SF9) as dificuldades prendem-se principalmente com as previsões relacionadas com a irrigação, que tem crescido a taxas muito acima das previsões mais otimistas.

Em todas as UPGRH-MG apresentadas é claro o **crescimento muito significativo da vazão de retirada para irrigação**. Este é um traço de todas as previsões, como será verificado. Isso mesmo pode ser observado na previsão do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (ADASA *et al*, 2012) para a bacia do Rio Preto, parte integrante da sub-bacia do Alto Rio Preto (cf. Quadro 21).

Quadro 21 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m³/s) no PGIRH do DF (2012).

Bacia do Rio Preto	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
Irrigação	-	1,75	2,00	-	2,79
Dessedentação animal	-	0,07	0,07	-	0,08
Total agropecuária	-	1,82	2,07	-	2,87

Fonte: ADASA *et al* (2012).

O **Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia** (MAGNA/ BRLi, 2003) apresenta um cenário tendencial para 2020 para a vazão de retirada de água para irrigação bem superior ao observado pela ANA para o ano de 2010 (cf. Quadro 22), sendo que a grande parte desta vazão de retirada é cenarizada para o Submédio Baiano.

Este cenário é baseado num aumento da área irrigada de 209 mil hectares em 2000 no território baiano da bacia do rio São Francisco, para uma previsão de 547 mil hectares em 2020, representando taxas de crescimento da área irrigada de 5%/ano. Apesar de este cenário ir de encontro à recente evolução das áreas irrigadas, o fato de a previsão da vazão de retirada para 2020 ser três vezes superior ao observado em 2010, mostra que a vazão média por área irrigada poderá ter sido sobredimensionada.

Quadro 22 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m³/s) no PERH da Bahia (2003).

Bacia do rio São Francisco na Bahia	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
Irrigação	93,76*	-	365,53	-	-
Dessedentação animal	2,73*	-	2,61	-	-
Total agropecuária	96,48*	-	368,15	-	-

Fonte: ANA (2013, 2015a, 2015b); MAGNA/ BRLi (2003).

Nota: * – aproximação pois inclui parte da sub-bacia do rio Carinhonha que pertence a Minas Gerais e não inclui pequena parte da sub-bacia do rio Verde Grande que pertence ao Estado da Bahia.

Os cenários inscritos nos PERH dos Estados de Alagoas e de Sergipe (cf.

Quadro 23 e Quadro 24), mais uma vez, acentuam o esperado crescimento das áreas irrigadas e, portanto, das vazões de retirada para este fim.

Quadro 23 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m³/s) no PERH de Alagoas (2010).

Bacia do rio São Francisco em Alagoas	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
Irrigação	17,53*	9,30	9,95	-	11,40
Dessedentação animal	0,36*	0,44	0,45	-	0,48
Total agropecuária	17,89*	9,74	10,40	-	11,88

Fonte: ANA (2013, 2015a, 2015b); IBI/ENGESOFT (2010).

Nota: * – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Moxotó que pertence ao Estado de Alagoas.

Quadro 24 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m³/s) no PERH de Sergipe (2011).

Bacia do rio São Francisco em Sergipe	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
Irrigação	5,17*	7,77	7,93	8,15	-
Dessedentação animal	0,25*	0,21	0,21	0,22	-

Bacia do rio São Francisco em Sergipe	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
Total agropecuária	5,42*	7,97	8,14	8,36	-

Fonte: PROJETEC /TECHNE (2011).

Nota: * – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Curituba que pertence ao Estado de Sergipe.

Todos os planos de recursos hídricos e documentos transversais assinalam, assim, o crescimento efetivo das áreas irrigadas nos últimos anos na bacia do rio São Francisco. Ainda mais, esta realidade é comum a todas as regiões da bacia e as perspectivas futuras são de uma continuidade deste crescimento. Como é possível observar no Quadro 37, existem vários perímetros públicos irrigados em ampliação, construção e em estudo, pelo que se espera que haja uma cada vez maior pressão deste uso sobre os recursos hídricos da bacia.

INDÚSTRIA

As projeções para as vazões de retirada para a indústria são de menor dimensão quando comparadas com as da demanda para a agropecuária. Em todos os planos diretores das UPGRH de Minas Gerais, à exceção da bacia do rio das Velhas, e nos PERH da Bahia, Alagoas e Sergipe, a indústria representa uma pequena parte da vazão total projetada.

Como se poderá verificar no Quadro 25, em Minas Gerais, à exceção das bacias hidrográficas do rio Pará e do rio das Velhas, os valores observados para a vazão de retirada para uso industrial em 2010 e os projetados para o futuro não chegam a um m³/s. Assim, no norte de Minas Gerais a demanda para uso industrial é pouco significativa, com perspectivas de crescimento moderadas (SF8 e SF9) a elevadas, na sub-bacia do município de Montes Claros (rio Verde Grande). Por outro lado, no centro de Minas Gerais, nas bacias do rio das Velhas e do rio Pará, perspectivam-se aumentos significativos da demanda de água para a indústria.

Quadro 25 – Demanda industrial: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m³/s).

UPGRH-MG na Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
SF2 – BH rio Pará (PDRH de 2006) – SFA	3,30	2,02	-	-	-
SF5 – BH rio das Velhas (PDRH de 2015) – SFA	9,53	8,26	9,76	11,24	12,52
SF6 – BH rios Jequitaí, Pacuí e Trechos S.F (PDRH de 2010) – SFA/SFM	0,36	-	-	-	-
SF7 – BH rio Paracatu (PDRH em 2006) - SFM	0,36*	0,12	-	-	-
SF8 – BH rio Urucuia (PDRH de 2014) – SFM	0,01**	0,03	0,03	0,03	0,04
SF9 - BH rio Pandeiros (PDRH de 2014) - SFM	0,03***	0,03	0,03	0,04	0,04
SF10 - BH rio Verde Grande (PRDH de 2011) - SFM	0,04	0,24	0,29	0,35	0,42

Fonte: ANA (2013); TESE (2006); ECOPLAN/ SKILL (2015); BRASOL (2010); IGAM (2006); ECOPLAN/ LUME/ SKILL (2014a; 2014b); ECOPLAN (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Paracatu que pertence a Goiás e DF; ** – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Urucuia que pertence a Goiás; *** – aproximação pois não inclui parte da sub-bacia do rio Carinhanha pertencente à UPGRH SF9.

O PGIRH do DF apresenta uma previsão de vazão de retirada de 0 m³/s para uso industrial na bacia do rio Preto para todos os anos até 2030 (cf. Quadro 26). Na Bahia, à exceção da **sub-bacia do rio Grande**, todas as restantes apresentam perspectivas de vazão de retirada para uso industrial próximas do valor nulo. Resultado idêntico ocorre no cenário tendencial do PERH de Sergipe. No Estado de Alagoas, o PERH prevê um aumento de 0,1 m³/s de vazão de retirada de água para uso industrial entre 2015 e 2030 (cf. Quadro 26).

Em suma, e à exceção de algumas sub-bacias localizadas em Minas Gerais e da sub-bacia do rio Grande, na Bahia, a demanda de água para uso industrial é relativamente baixa na bacia do rio São Francisco.

**Quadro 26 – Demanda industrial: projeções e prognósticos nos restantes
Estados da vazão a retirar (m³/s).**

Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
PGIRH do DF (2012) – Bacia do Rio Preto	-	0	0	0	0
PERH – BA (2003) – Bacia SF na Bahia	0,53*	1,14	1,34	-	-
PERH – AL (2010) – Bacia SF em Alagoas	0,36**	0,64	0,68	-	0,74
PERH – SE (2011) – Bacia SF em Sergipe	0,06***	0,02	0,02	0,03	-

Fonte: ANA (2013); ADASA *et al* (2012); MAGNA/ BRLi (2003); IBI/ENGESOFT (2010); PROJETEC /TECHNE (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui parte da sub-bacia do rio Carinhanha que pertence a Minas Gerais e não inclui pequena parte da sub-bacia do rio Verde Grande que pertence ao Estado da Bahia; ** – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Moxotó que pertence ao Estado de Alagoas; *** – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Curitiba que pertence ao Estado de Sergipe.

ABASTECIMENTO URBANO

A demanda para abastecimento urbano depende, como o nome indica, do número de habitantes em áreas urbanas, bem como, dos seus hábitos de consumo. Nos seguintes dois quadros é possível verificar as projeções inscritas nos planos diretores das UPGRH de Minas Gerais, bem como os cenários tendenciais dos PERH da Bahia, Alagoas e Sergipe e do PGIRH do DF.

É possível observar diferenças significativas entre o projetado para 2015 e anos seguintes e o observado em 2010, tal como já foi indicado no subcapítulo relativo à demanda para agropecuária. As dificuldades de previsão prendem-se com falta de dados exatos, grande intervalo temporal das projeções e ainda, algum sobredimensionamento dos valores médios de retirada por habitante urbano.

Na bacia do rio São Francisco em Minas Gerais, é na bacia do rio das Velhas que ocorre uma maior demanda de vazão de retirada de água para uso urbano, o que decorre da localização da RMBH. Segundo o PDRH desta bacia é projetado um aumento moderado desta demanda (cf. Quadro 27).

Quadro 27 – Demanda urbana: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m³/s).

UPGRH-MG na Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
SF2 – BH rio Pará (PDRH de 2006) – SFA	0,11	si	-	-	-
SF5 – BH rio das Velhas (PDRH de 2015) – SFA	12,42	9,06	9,37	9,54	9,71
SF6 – BH rios Jequitaí, Pacuí e Trechos S.F (PDRH de 2010) – SFA/SFM	0,53	2,67	3,08	-	-
SF7 – BH rio Paracatu (PDRH em 2006) - SFM	0,65*	0,84	-	-	-
SF8 – BH rio Urucuia (PDRH de 2014) – SFM	0,15**	0,09	0,10	0,10	0,11
SF9 - BH rio Pandeiros (PDRH de 2014) - SFM	0,37***	0,28	0,31	0,35	0,39
SF10 - BH rio Verde Grande (PRDH de 2011) - SFM	0,63	1,30	1,42	1,56	1,70

Fonte: ANA (2013); TESE (2006); ECOPLAN/ SKILL (2015); BRASOL (2010); IGAM (2006); ECOPLAN/ LUME/ SKILL (2014a; 2014b); ECOPLAN (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Paracatu que pertence a Goiás e DF; ** – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Urucuia que pertence a Goiás; *** – aproximação pois não inclui parte da sub-bacia do rio Carinhanha pertencente à UPGRH SF9.

No Estado da Bahia, é na sub-bacia do rio Grande, mas sobretudo no Submédio Baiano, que uma maior necessidade de água para abastecimento urbano se antecipa.

Em Sergipe e Alagoas, os Planos Estaduais projetam aumentos relativamente significativos da demanda urbana, ainda assim, com valores relativamente moderados (cf. Quadro 28).

Quadro 28 – Demanda urbana: projeções e prognósticos da vazão a retirar na bacia do rio Preto e na bacia do SF na Bahia, em Alagoas e em Sergipe (m³/s).

Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
PGIRH do DF (2012) – Bacia do Rio Preto	-	0,22	0,25	-	0,33
PERH-BA (2003) – Bacia SF na Bahia	3,65*	-	3,36	-	-

Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
PERH-AL (2010) – Bacia SF em Alagoas	1,28**	1,79	1,90	-	2,10
PERH-SE (2011) – Bacia SF em Sergipe	0,59***	0,39	0,42	0,45	-

Fonte: ANA (2013); ADASA *et al* (2012); MAGNA/ BRLi (2003); IBI/ENGESOFT (2010); PROJETEC /TECHNE (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui parte da sub-bacia do rio Carinhanha que pertence a Minas Gerais e não inclui pequena parte da sub-bacia do rio Verde Grande que pertence ao Estado da Bahia; ** – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Moxotó que pertence ao Estado de Alagoas; *** – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Curituba que pertence ao Estado de Sergipe.

No Quadro 29 podemos verificar as projeções que a ANA realizou em 2010 para a vazão de retirada da demanda urbana, no escopo da realização do ATLAS Brasil de abastecimento urbano (ANA, 2010).

Quadro 29 – Demanda urbana: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m³/s) para a bacia do São Francisco.

Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
SFA	19,42	-	-	23,4	-
SFM	5,97	-	-	8,6	-
SFSM	3,78	-	-	5,3	-
SFB	2,15	-	-	3,0	-
Total	31,31	-	-	40,3	-

Fonte: ANA (2015).

No total da bacia as previsões da ANA apontam para um aumento de cerca de 9 m³/s de 2010 para 2025, na demanda para abastecimento urbano, o que representa um aumento anual na ordem dos 1,7%. Relativamente às diferentes regiões hidrográficas, o crescimento é superior no SFM, apesar de ser no SFA que existe uma maior demanda para abastecimento urbano.

ABASTECIMENTO RURAL

O abastecimento rural compreende o suprimento das necessidades de água das populações que vivem em zonas rurais. Dos usos consuntivos considerados, este é o que representa uma menor vazão de retirada na bacia do rio São Francisco.

As projeções para as vazões de retirada de água para abastecimento rural na bacia do São Francisco apontam para uma evolução quase nula ou mesmo negativa. No caso das projeções inseridas nos diversos planos diretores das UPGRH de Minas Gerais todas apontam para estabilização da vazão de retirada (cf. Quadro 30).

Quadro 30 – Demanda rural: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m³/s).

UPGRH-MG na Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
SF2 – BH rio Pará (PDRH de 2006) – SFA	0,11	si	-	-	-
SF5 – BH rio das Velhas (PDRH de 2015) – SFA	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
SF6 – BH rios Jequitaí, Pacuí e Trechos S.F (PDRH de 2010) – SFA/SFM	0,10	0,25	0,25	-	-
SF7 – BH rio Paracatu (PDRH em 2006) - SFM	0,10*	0,01	-	-	-
SF8 – BH rio Urucuia (PDRH de 2014) – SFM	0,07**	0,06	0,06	0,06	0,07
SF9 - BH rio Pandeiros (PDRH de 2014) - SFM	0,14***	0,18	0,17	0,17	0,17
SF10 - BH rio Verde Grande (PRDH de 2011) - SFM	0,20	0,12	0,12	0,12	0,12

Fonte: ANA (2013); TESE (2006); ECOPLAN/ SKILL (2015); BRASOL (2010); IGAM (2006); ECOPLAN/ LUME/ SKILL (2014a; 2014b); ECOPLAN (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Paracatu que pertence a Goiás e DF; ** – aproximação pois inclui pequena parte da sub-bacia do rio Urucuia que pertence a Goiás; *** – aproximação pois não inclui parte da sub-bacia do rio Carinhanha pertencente à UPGRH SF9.

As projeções para a bacia do rio São Francisco nos Estados da Bahia, Alagoas, bem como no Distrito Federal, apontam, igualmente, para uma estabilização da vazão de retirada para consumo rural, e até decréscimo, no caso de Alagoas (cf. Quadro 31).

A única exceção é o Estado de Sergipe, para o qual o PERH ainda prevê um aumento do volume de água retirada para este uso nos próximos anos, no que toca ao território da bacia do rio São Francisco (cf. Quadro 31).

Quadro 31 – Demanda rural: projeções e prognósticos nos restantes Estados da vazão a retirar (m³/s).

Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
PGIRH do DF (2012) – Bacia do Rio Preto	-	0,001	0,001	0,001	0,001
PERH – BA (2003) – Bacia SF na Bahia	1,28*	-	1,03	-	-
PERH – AL (2010) – Bacia SF em Alagoas	0,36**	0,40	0,39	-	0,37
PERH – SE (2011) – Bacia SF em Sergipe	0,17***	0,36	0,39	0,43	-

Fonte: ANA (2013); ADASA *et al* (2012); MAGNA/ BRLi (2003); IBI/ENGESOF (2010); PROJETEC /TECHNE (2011).

Notas: * – aproximação pois inclui parte da sub-bacia do rio Carinhanha que pertence a Minas Gerais e não inclui pequena parte da sub-bacia do rio Verde Grande que pertence ao Estado da Bahia; ** – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Moxotó que pertence ao Estado de Alagoas; *** – aproximação pois não inclui a pequena parte da sub-bacia do rio Curitiba que pertence ao Estado de Sergipe.

TRANSPOSIÇÃO

Neste subcapítulo são tratadas duas transposições de água para outras bacias hidrográficas com características muito diferentes: a transposição para o Nordeste e a transposição para o abastecimento urbano da região metropolitana de Aracaju.

O **Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional** (PISF) é uma ideia com mais de um século de existência e envolta em polémica (Castro, 2011). Com conclusão prevista para o ano de 2016 (MI, 2015), este projeto prevê dois canais, um a norte, retirando água do rio São Francisco na sub-bacia do rio Terra Nova e levando-a até aos Estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, e outro a leste, retirando água do São Francisco na sub-bacia do rio Pajeú e levando-a a Pernambuco e Paraíba.

De acordo com a outorga do projeto, Resolução n.º 411, de 22 de Setembro de 2005, é permitido ao Ministério da Integração Nacional uma vazão firme (isto é, a qualquer

momento) de 26,4 m³/s. Contudo, se o nível do reservatório de Sobradinho estiver acima do menor valor entre o nível correspondente ao armazenamento de 94% do volume útil e o nível correspondente ao volume de espera para controle de cheias, será possível uma vazão máxima diária de captação de 114,3 m³/s. Concretamente, isto permite ao PISF vazões médias anuais bem superiores ao valor da vazão firme de retirada.

No Quadro 32 é possível verificar os valores de vazão de retirada em diversos cenários, a vazão máxima e a vazão mínima, bem como a vazão média em um ano não seco. De acordo com Feijó e Torggler (2007), o PISF poderá retirar até **63 m³/s** num ano não seco. Em média e em sete anos, num cenário de seca em cinco desses anos, a vazão média plurianual (em sete anos) será de **36,6 m³/s**, sempre acima da vazão firme outorgada.

É de salientar que a vazão firme (26,4 m³/s) do projeto corresponde à estimativa das necessidades de abastecimento humano e animal para a região receptora em 2025, porém, caso a demanda seja menor do que esse valor, o remanescente poderá ser usado para atender os demais usos múltiplos, de acordo com o afirmado na outorga.

Quadro 32 – Demanda de transposição para o Nordeste: projeções e prognósticos da vazão a retirar do São Francisco (m³/s).

Indicador	Eixos				
	Norte	Leste			Total
		Pernambuco	Paraíba	São Francisco	
Vazão máxima (152,9 dias)	89,3	9,0	9,0	7,0	114,3
Vazão mínima (212,1 dias)	17,0	3,0	3,0	3,0	26,0
Vazão média	47,3	5,5	5,5	4,7	63,0
Vazão em ano seco (vazão mínima)	17,0	3,0	3,0	3,0	26,0
Vazão média plurianual (7 anos)					
Vazão mínima em 3 anos	34,3	4,4	4,4	4,0	47,1
Vazão mínima em 4 anos	30,0	4,1	4,1	3,7	41,9
Vazão mínima em 5 anos	25,7	3,7	3,7	3,5	36,6
Vazão mínima em 6 anos	21,3	3,4	3,4	3,2	31,3

Fonte: Feijó e Torggler (2007).

Ainda em estudo, refere-se o projeto de transposição complementar do «canal oeste», com captação em Sobradinho seguindo com vazão de 30 m³/s, por dois canais até Piauí (JORNAL DA CIDADE, 2015).

A transposição para o **abastecimento urbano na região metropolitana de Aracaju** é efetuada recorrendo a um ponto de captação no rio São Francisco, situado no município de Telha (sub-bacia do **Baixo São Francisco em Sergipe**). Esta captação, responsabilidade da Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO, foi outorgada em 2005 e posteriormente alterada pela resolução n.º 265 de 13 de Maio de 2008 que atribuiu o direito de uso a esta companhia de uma vazão máxima de captação de 2,76 m³/s para abastecer os municípios de Aracaju, São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro e Barra dos Coqueiros.

O sistema integrado do São Francisco provê, assim, parte significativa das necessidades de abastecimento urbano da RM de Aracaju, que serão de 2,98 m³/s em 2025, segundo as previsões da ANA (cf. Quadro 33). Contudo, como a região metropolitana é abastecida por outros sistemas, não se prevê necessidade de aumento do volume de captação outorgado num horizonte próximo.

Quadro 33 – Demanda de transposição: projeções da demanda para abastecimento urbano para a RM Aracaju no horizonte de 2025 (m³/s).

Município	População		
	2015	2020	2025
Aracaju	1,92	-	2,05
Barra dos Coqueiros	0,06	-	0,07
Nossa Senhora do Socorro	0,46	-	0,57
São Cristóvão	0,25	-	0,29
Total RM Aracaju	2,69	-	2,98

Fonte: ANA (2010).

HIDROELETRICIDADE

Apesar do setor hidroelétrico poder ser encarado como usuário consuntivo, devido à evaporação que ocorre nos reservatórios, tendo também a água que passar pelas turbinas das barragens por forma a produzir eletricidade (o que a retira de um trecho

do rio para a colocar em outro), foi considerado no presente relatório como usuário não consuntivo. A evaporação será tratada (retirada) às disponibilidades, no balanço hídrico realizado através de simulação matemática no RP4.

A maioria da demanda para produção hidroelétrica situa-se no Submédio São Francisco. É nesta região que se situam a maioria das usinas hidroelétricas do São Francisco (desde Sobradinho até Xingó). No SF5M e no SFB o volume médio de longo termo situa-se nos 2.800 m³/s, sendo que só a usina de Sobradinho e do Xingó possuem vazões máximas para turbinar superiores a esse valor (cf. Quadro 34).

Quadro 34 – Demanda hidroelétrica: vazão máxima para turbinar e vazão média de longo termo (m³/s) nas usinas hidroelétricas com potência superior a 50 MW

Usina	Vazão máxima para turbinar (m ³ /s)			VMLT* (m ³ /s)
	N.º Turbinas	Engolimento por turbina	Engolimento total	
Queimado (Rio Preto)	3	21,5	64,5	50,24
Retiro Baixo (Rio Paraopeba)	2	128	256	159,62
Três Marias	6	150	900	681,02
Sobradinho	6	710	4.260	2.800
Luiz Gonzaga (Itaparica)	6	457,43	2.744	2.800
Apolônio Sales (Moxotó)	4	550	2.200	2.800
Paulo Afonso I	3	84	252	2.800
Paulo Afonso IIA	3	115	345	2.800
Paulo Afonso IIB	3	125	375	2.800
Paulo Afonso III	4	266	1.064	2.800
Paulo Afonso IV	6	385	2.310	2.823
Xingó	6	500	3.000	2.800

Fonte: CHESF (2015); CEMIG (2006) e SEMAD (2009).

Nota: * - vazão média de longo termo (vazão média da série de vazões afluentes aos barramentos).

Nos próximos anos não se prevê grandes alterações quanto às necessidades para produção hidroelétrica, pois não existem grandes projetos em construção ou aprovados (cf. Quadro 35). Contudo, existem duas usinas hidroelétricas com mais de 200 MW de potência que, caso sejam aprovadas, poderão entrar em funcionamento num horizonte de longo prazo (mais de cinco anos):

- Pedra Branca – usina situada no rio São Francisco, entre as sub-bacias do rio Macururé (BA) e do rio Terra Nova (PE);
- Riacho Seco – usina situada no rio São Francisco, entre as sub-bacias do rio Curaçá (BA) e do rio Garças (PE).

Entretanto, o promotor de outra usina de grandes dimensões (usina de Pompéu, com 209 MW de potência) desistiu da sua construção (MME/EPE, 2015). Esta usina situar-se-ia na sub-bacia do entorno da represa de Três Marias. A desistência do promotor pode, de fato, levar à não construção da mesma, ou à construção por outro empreendedor, sendo que nesse caso, esta demoraria ainda mais tempo a entrar em construção.

O próximo quadro (cf. Quadro 35) apresenta todos os projetos hidroelétricos (usinas hidroelétricas, pequenas centrais ou centrais de geração) em construção ou já outorgados pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), que se prevê estarem em funcionamento a curto/médio prazo.

Quadro 35 – Projetos hidroelétricos em construção e outorgados para a bacia do São Francisco (2015)

Usina	Rio	Tipo	Potência (MW)	Estado
Fortuna II	Corrente Grande	PCH	9	Em construção (ANEEL)
Mata Velha	Preto	PCH	24	Em construção (ANEEL)
Juliões	Macaúbas	PCH	3	Em construção (ANEEL)
Caquende	Macaúbas	PCH	4	Em construção (ANEEL)
Serra das Agulhas	Pardo Pequeno	PCH	28	Em construção (ANEEL)
Salitre	Riacho Doce	CGH	0	Construção não iniciada (ANEEL)
Rio Funchal	Funchal	CGH	1	Construção não iniciada (ANEEL)
Bebedouro	São Miguel	PCH	16	Construção não iniciada (ANEEL)
Costa	Piratinga	PCH	19	Construção não iniciada (ANEEL)
Quartel 1, 2 e 3	Paraúna	PCH	90	Construção não iniciada (ANEEL)
Paredão de Minas	São Francisco	PCH	27	Construção não iniciada (ANEEL)
Oswaldo Vicitin	Pardo Grande	PCH	29	Construção não iniciada (ANEEL)

Fonte: ANEEL (2015); MP (2015); MME/EPE (2015).

SÍNTESE – CENÁRIO DE REFERÊNCIA

De uma forma geral e em relação aos diferentes usos consuntivos e não consuntivos considerados anteriormente podemos retirar as seguintes conclusões:

- **Demanda agropecuária:** representa a grande parte da vazão de retirada na bacia do rio São Francisco e todos os cenários de projeção dos diversos planos consultados apontam na continuação deste crescimento, principalmente no que toca à demanda para irrigação;
- **Demanda industrial:** apesar de cenários de crescimento nos planos consultados, esta demanda é apenas significativa em determinadas sub-bacias do Alto e Médio São Francisco;
- **Demanda para abastecimento urbano:** crescimento previsto na ordem dos 2%/ano em todas as regiões fisiográficas, de 2010 para 2025 (ANA, 2015);
- **Demanda para abastecimento rural:** estabilização e evolução negativa nos próximos anos desta demanda de água, com exceção de algumas sub-bacias;
- **Demanda das transposições:** a partir do final das obras do PISF, que se prevê ser em 2016, aumento da vazão de retirada no Submédio SF. Este valor poderá ser superior a 26,4 m³/s dependendo do volume no reservatório do Sobradinho;
- **Demanda para produção hidroelétrica:** Não estão aprovados quaisquer grandes projetos hidroelétricos na bacia do rio São Francisco. Contudo duas barragens com potência superior a 200 MW estão a ser estudadas para o Submédio, o que poderá aumentar as vazões turbinadas no rio São Francisco.

4.4. Incertezas Críticas

Em seguida apresenta-se uma análise de **elementos incertos**, tendo como ponto de partida o diagnóstico e problematizando os pontos fortes e fracos nos seguintes **eixos de contrastação**:

- Desenvolvimento e ordenamento do território;
- Dinâmicas econômicas e sociais;
- Ambiente e recursos hídricos;
- Ambiente institucional.

Como **principais incertezas críticas** para a construção dos cenários A e C, destacam-se:

- A evolução dos preços dos bens alimentares, das matérias-primas agrícolas e dos metais;
- O nível de crescimento da população;
- A demanda de transposição (em linha, ou acima dos acordos estabelecidos);
- A governança dos recursos hídricos na bacia.

4.4.1. Desenvolvimento e ordenamento do território

Na Figura 5 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Desenvolvimento e ordenamento do território”.

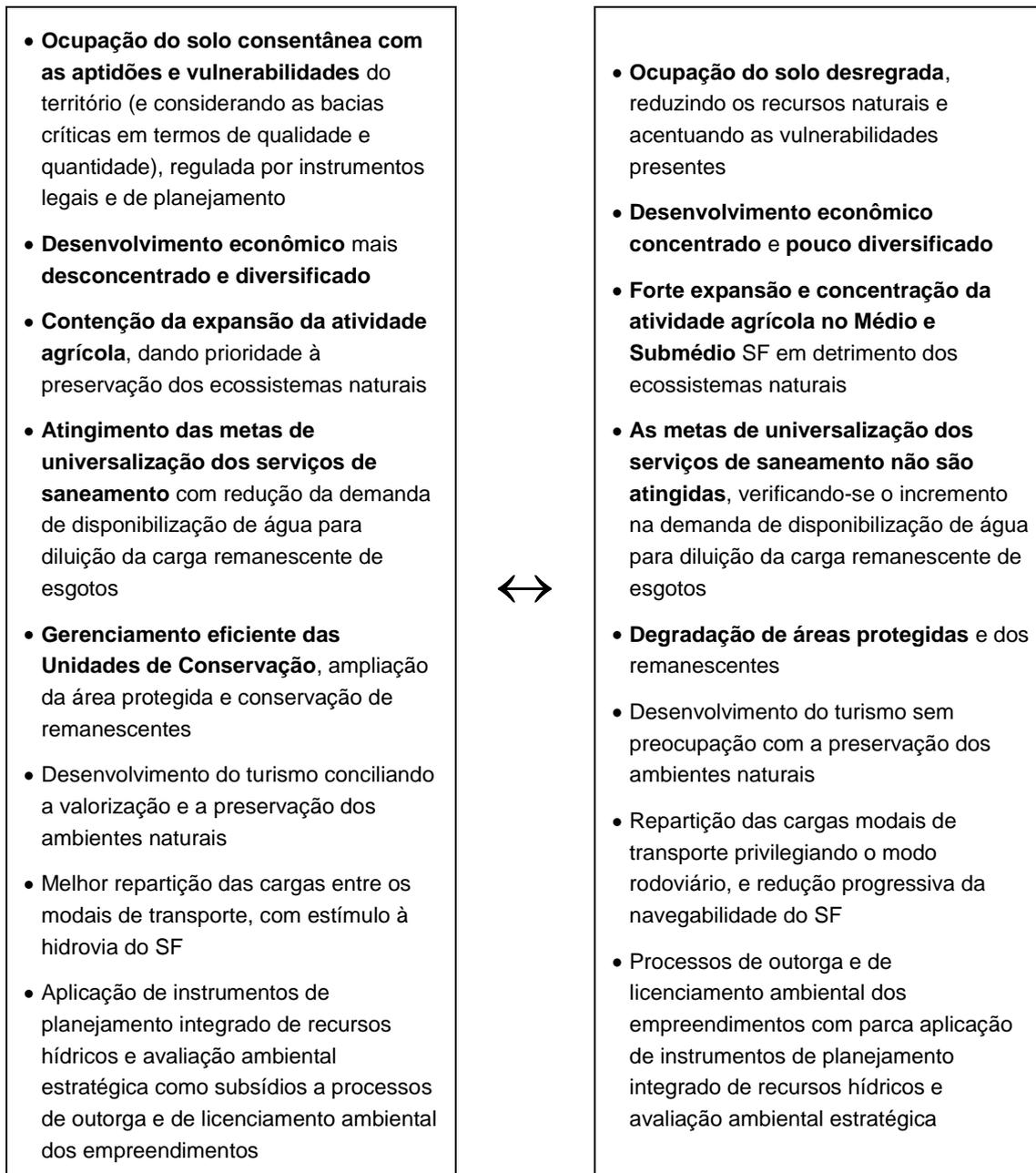


Figura 5 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Desenvolvimento e ordenamento do território.

4.4.2. Dinâmicas econômicas e sociais

Na Figura 6 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Dinâmicas Econômicas e Sociais”.

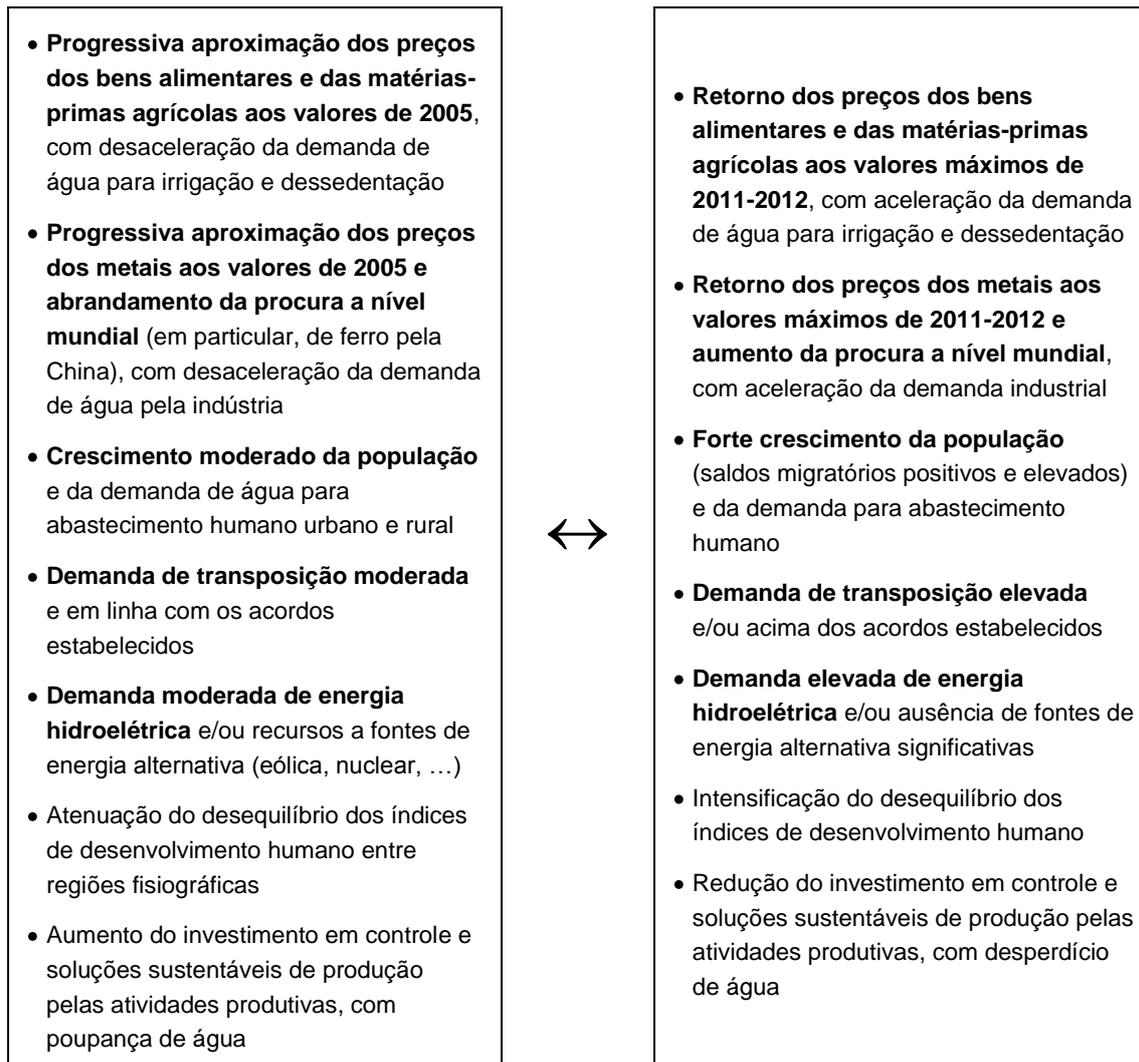


Figura 6 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Dinâmicas Econômicas e Sociais.

4.4.3. Ambiente e recursos hídricos

Na Figura 7 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Ambiente e recursos hídricos”.

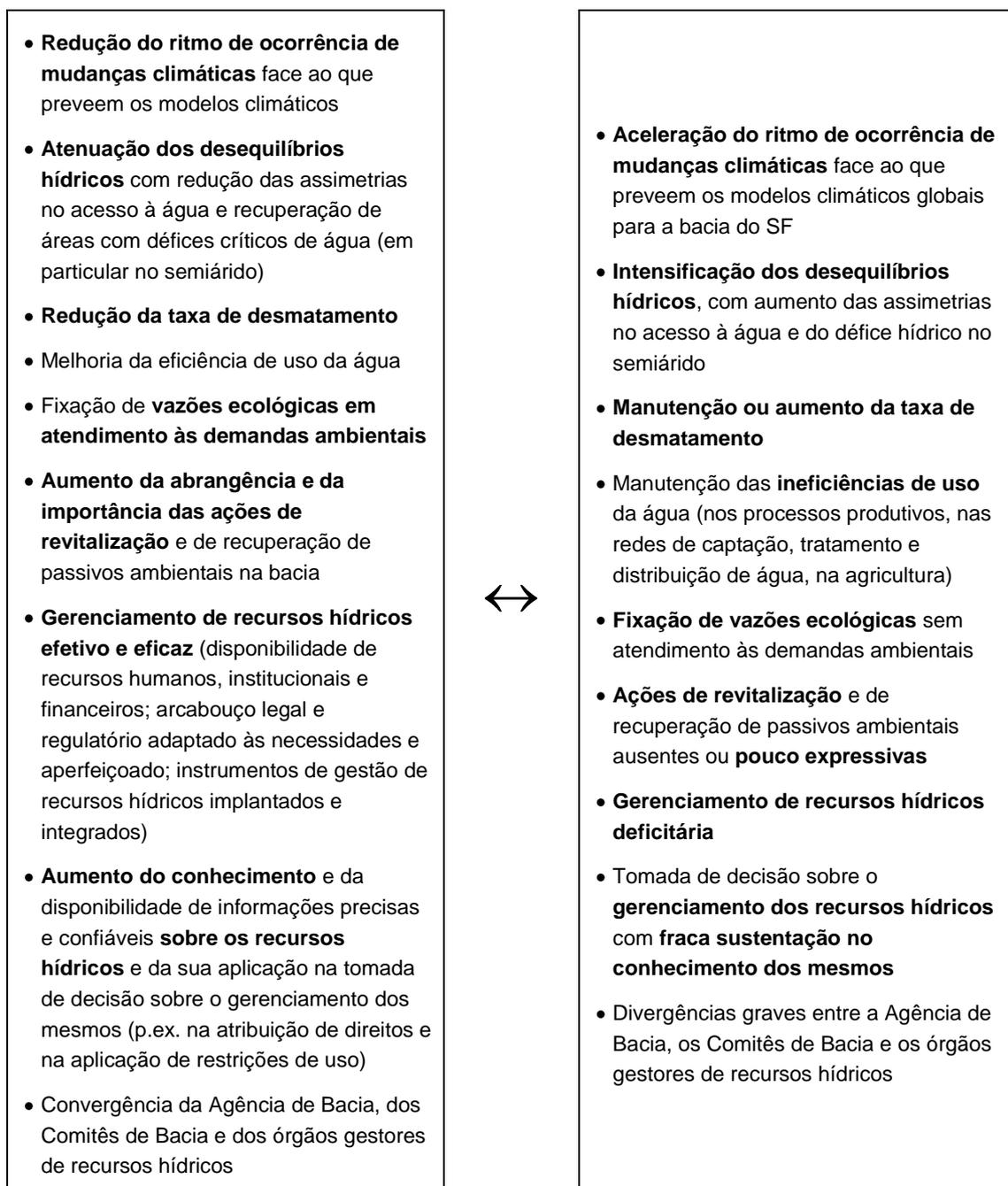


Figura 7 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Ambiente e recursos hídricos.

4.4.4. Ambiente institucional

Na Figura 5 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Ambiente institucional”.

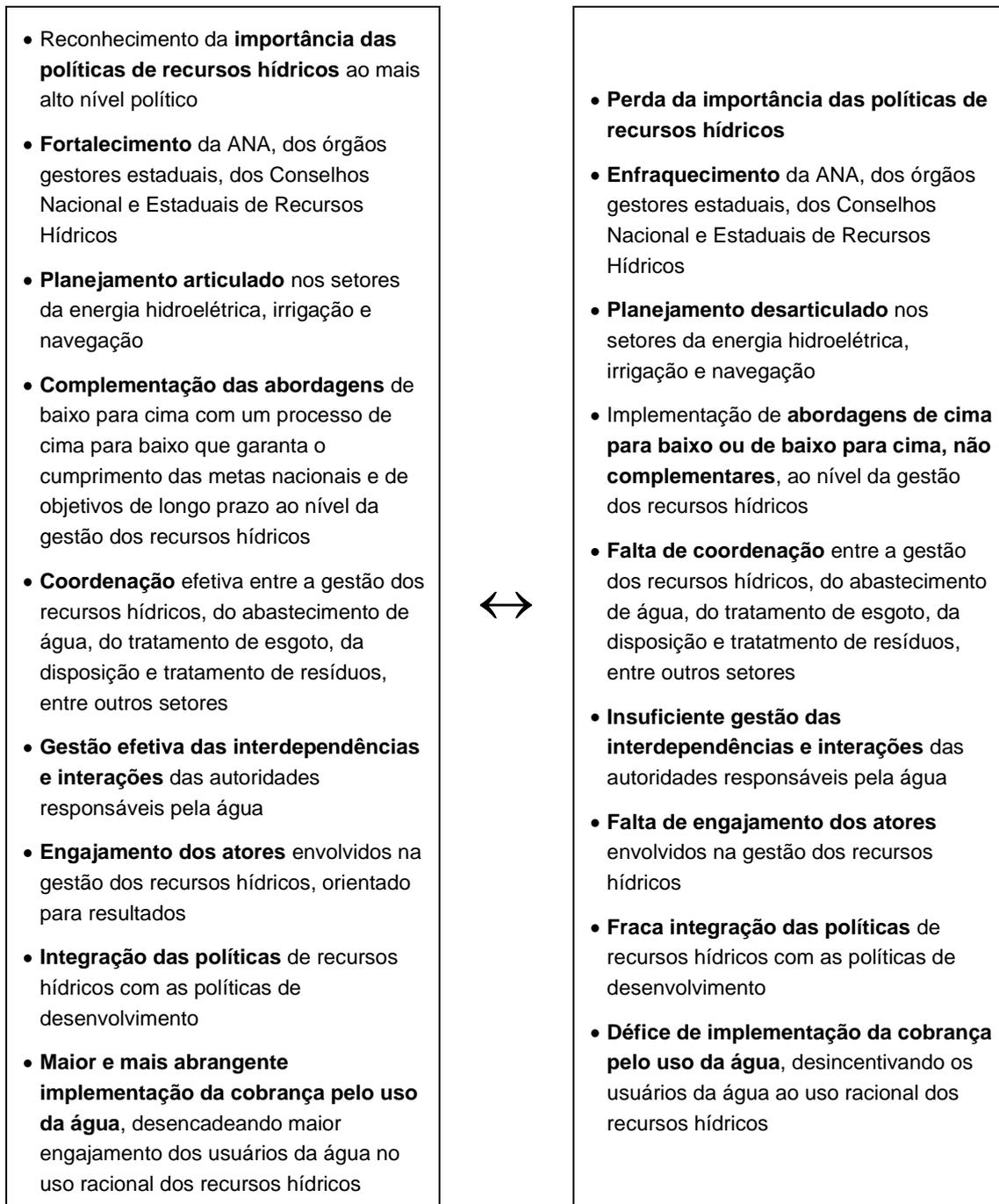


Figura 8 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Ambiente institucional.

4.5. Cenários de Demanda Futura de Água

4.5.1. Introdução

O ponto de partida para a estimação de cenários de demanda futura de água foram os **coeficientes técnicos** apresentados no Quadro 2 (Volume 2 – Apêndices), relativos ao ano de 2010 para o qual se conhecem as demandas dos principais usos consuntivos por sub-bacia do rio São Francisco. Na agropecuária e indústria, estes coeficientes correspondem à respectiva intensidade de uso da água, ou seja, ao volume de água retirada ao meio hídrico (m^3) por cada mil reais de valor adicionado bruto (VAB). No abastecimento humano, os coeficientes coincidem com a retirada média *per capita* (L.hab/dia) associada aos sistemas urbanos e rurais.¹

É de esperar que estes coeficientes técnicos possam vir a evoluir ao longo do horizonte de cenarização (2035). No entanto, neste exercício meramente indicativo, assumiu-se a respectiva estabilidade o que não é uma hipótese muito forte, notando que é de esperar uma evolução assimétrica dos coeficientes a longo prazo, que deverão baixar no caso das atividades econômicas (utilização de tecnologias de rega e industriais mais eficientes, ou seja, menos gastadoras de água), mas aumentar no abastecimento humano, especialmente nas sub-bacias com menores retiradas *per capita* em 2010. Ou seja, de um modo geral, é possível afirmar que os cenários descritos nas seções seguintes poderão sobrestimar, de forma ligeira, as demandas projetadas para a agricultura e indústria e subestimar as demandas de abastecimento

¹ Os coeficientes técnicos condensados no Quadro 2 (Volume 2 - Apêndices) foram calculados pela NEMUS com base em informação fornecida pela ANA (2013) (2015a, 2015b) complementada com dados municipais do IBGE (2015). No caso do Submédio São Francisco, os dados do relatório de *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013* (ANA, 2013) sobre a demanda de irrigação originavam uma intensidade de utilização da água anormalmente elevada por parte do setor agropecuário da bacia do rio Macururé, dado o VAB gerado nesse território de acordo com o IBGE. Como forma de se ultrapassar este problema, a NEMUS solicitou informação adicional à ANA (2015a, 2015b), na forma de novas lâminas de irrigação e áreas irrigadas, que implicou uma importante revisão da demanda de irrigação, quer no Submédio, quer nas demais regiões fisiográficas do São Francisco, que passou de (aproximadamente) 214 m^3/s para 245 m^3/s . Os coeficientes e vazões apresentadas nos quadros em apêndice refletem esta nova situação.

humano e rural mas, no que se refere à demanda total da bacia, não se deverão afastar muito dos vários futuros possíveis e verossímeis.

O Cenário Base (central) corresponde à evolução tendencial das demandas a longo prazo, de acordo com a última informação disponível. Para a **agropecuária e indústria**, o IBGE disponibiliza uma série contínua com 14 observações (1999-2012) do respectivo valor adicionado municipal o que possibilitou calcular, por seu turno, a evolução do VAB por sub-bacia ao longo desse período, a preços constantes de 2010. Em seguida, procedeu-se à decomposição de cada série cronológica em duas componentes: a tendência ($T_{1999}, T_{2000}, \dots, T_i, \dots, T_{2012}$) e o ciclo ($C_{1999}, C_{2000}, \dots, C_i, \dots, C_{2012}$) que correspondem, respectivamente, às baixas e altas frequências subjacentes aos dados. Para o efeito, recorreu-se ao conhecido filtro de Hodrick-Prescott (HP) que consiste em minimizar a variância da componente cíclica sujeita a uma penalização ($\lambda = 100$ para dados anuais)² da segunda diferença (concavidade) da tendência:

$$\text{Min} \{ \sum C_i^2 + \lambda \sum (T_i - 2 T_{i+1} + T_{i+2})^2 \}$$

A evolução do VAB setorial no Cenário B em cada sub-bacia foi, a seguir, estimada partindo da última observação (2012) e aplicando, sucessivamente, a última taxa de crescimento tendencial observada ($T_{2012}/T_{2011} - 1$).

Os gráficos seguintes ilustram a aplicação do filtro HP a um caso concreto, o VAB agropecuário da sub-bacia do Alto Rio Grande (GRANDE01)³, onde se localiza o importante polo de irrigação das Barreiras:

² Em algumas sub-bacias, designadamente do Baixo São Francisco, sentiu-se necessidade em calibrar o parâmetro λ de modo a melhor exprimir as dinâmicas instaladas. Essa calibração foi feita na sequência dos comentários tecidos na reunião do Grupo de Acompanhamento Técnico (GAT) realizada no dia 17 de setembro de 2015 em Belo Horizonte.

³ Para uma listagem completa das sub-bacias do rio São Francisco e códigos associados, consultar Quadro 1 do Volume 2- Apêndices.

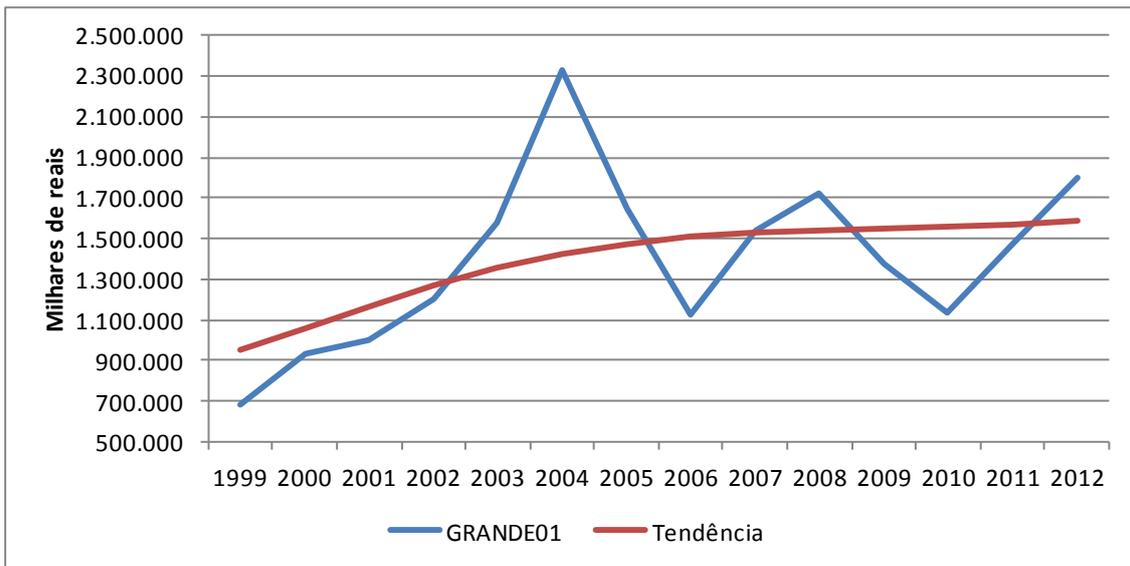


Figura 9 – Evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (a preços constantes de 2010) e respectiva tendência (1999-2012)

Fonte: NEMUS.

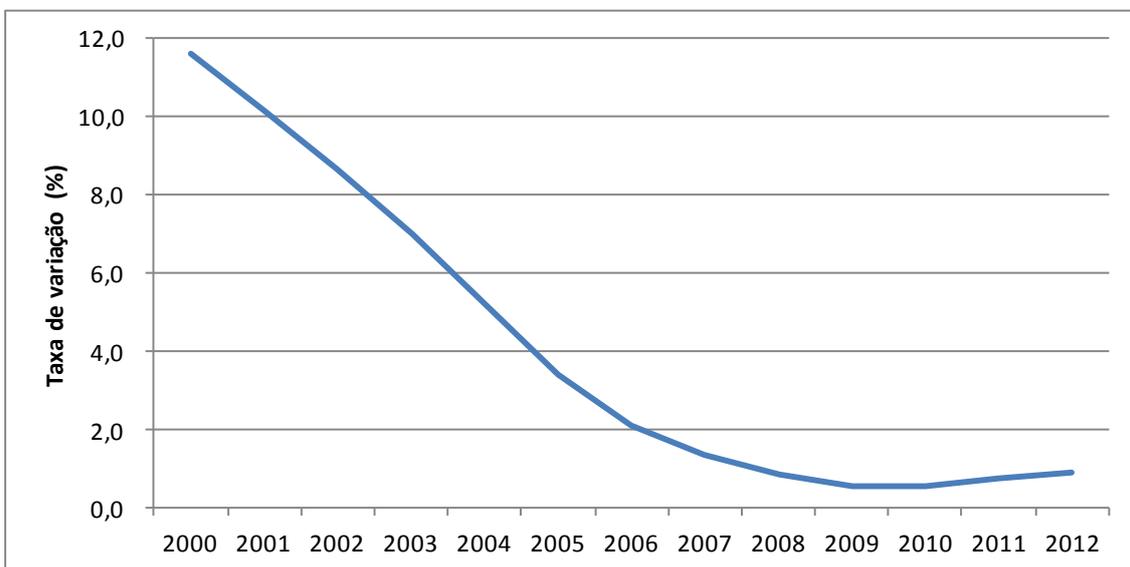


Figura 10 – Taxa de crescimento tendencial (%) do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2000-2012)

Fonte: NEMUS.

Os cenários A e C correspondem a uma diferente resolução das incertezas críticas descritas na seção anterior. Assim, o Cenário A estaria 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.

Pelo contrário, o Cenário C refletiria 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.

Na agropecuária e indústria, estes cenários extremos (A e C) foram estimados através de um processo específico de modelização da componente cíclica (C), ilustrado nas respectivas seções (4.5.2 e 4.5.3) mais abaixo. No caso da agropecuária, foram também ponderados os grandes projetos de irrigação em curso ou em estudo.

O Cenário A no **abastecimento urbano e rural** corresponde ao crescimento natural ou vegetativo da população, estimado de acordo com a metodologia já descrita no relatório RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional (Volume 1 – Caracterização da bacia hidrográfica – 1ª parte; seção 5.2.1. Aspectos Demográficos e Dinâmica Populacional; C. Projeção de evolução da população) mas, agora, aplicada a cada sub-bacia do rio São Francisco. O Cenário C corresponde, por seu turno, ao crescimento vegetativo acrescido do saldo migratório médio observado entre 2010 e 2014 nas várias sub-bacias que é, em geral, positivo. Já o Cenário B corresponde à mediana das evoluções demográficas perspetivadas pelos cenários extremos A e C.

4.5.2. Agropecuária

A agropecuária é o principal destino da água captada na bacia do rio São Francisco, com uma vazão de retirada de 309,4 m³/s em 2010 dos quais 244,4 m³/s (2013) associados à demanda de irrigação, o que corresponde a 79% das necessidades totais da bacia.

É de esperar que esta preponderância da agropecuária se mantenha no futuro por via da forte dinâmica associada a algumas sub-bacias em termos de VAB agropecuário que inclui o valor gerado por outras atividades como a pesca, aquicultura, extração vegetal e silvicultura. Tratam-se das seguintes sub-bacias que apresentavam **crescimento tendencial positivo** em 2012 pela seguinte ordem decrescente:

- Médio e Baixo Rio Grande (taxa de crescimento tendencial anual: 6,64%);
- Rio Jequitaiá (5,70%);
- Rio Paracatu (4,53%);
- Alto Rio Ipanema (4,09%);
- Alto Rio Preto (4,02%);
- Entorno da Represa de Três Marias (3,51%);
- Rio Verde Grande (3,49%);
- Rio de Janeiro e Formoso (3,44%);
- Rio Pacuí (3,29%);
- Rio das Velhas (3,08%);
- Rio Carinhanha (2,87%);
- Baixo São Francisco em Sergipe (2,56%);
- Rio Urucuia (2,49%);
- Afluentes Mineiro do Alto São Francisco (2,30%);
- Alto Rio Ipanema (2,18%);
- Rio Moxotó (2,08%);
- Rio Pará (1,69%);
- Rio Corrente (1,45%);
- Rio Paraopeba (0,90%);
- Alto Rio Grande (0,89%);
- Baixo São Francisco em Sergipe (0,88%);
- Rios Pandeiros, Pardo e Manga (0,69%).

Pelo contrário, os dados do VAB agropecuário de 1999 a 2012 sugerem uma contração deste setor de atividade em algumas sub-bacias do São Francisco, a saber:

- Riacho Seco (-10,14%);
- Rio Curaçá (-7,58%);
- Margem esquerda do Lago do Sobradinho (-6,67%);
- Rio Pajeú (-5,07%);
- Rio Macururé (-5,00%);
- Rio Salitre (-4,55%);
- Rios Verde e Jacaré (-4,45%);
- Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro (-3,90%);
- Rio Curitiba (-1,77%);
- Rio Terra Nova (-1,38%);
- Rio Pontal (-0,75%);
- Rio Brígida (-0,96%).

Há, ainda, os casos especiais do rio das Garças, e do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco em Alagoas, que apresentam um crescimento tendencial do VAB agropecuário próximo de zero. Não obstante, como se ilustrará mais abaixo, a demanda futura associada a esta última sub-bacia, localizada no Baixo São Francisco, deverá aumentar de forma significativa no futuro (até 32 m³/s no horizonte de 2025), pressionando, de forma indireta, o Submédio por ser nessa região fisiográfica onde se localiza a captação do Canal do Sertão Alagoano (lago do Moxotó – Riacho Seco, junto a Delmiro Gouveia).

Da aplicação sucessiva das taxas de crescimento tendencial acima indicadas ao VAB agropecuário registrado na respectiva sub-bacia em 2012 foi possível estimar a evolução tendencial desta variável no horizonte de 2035. Tal corresponde ao **Cenário B** como ilustra a figura seguinte para o exemplo referido mais acima, do Alto Rio Grande:

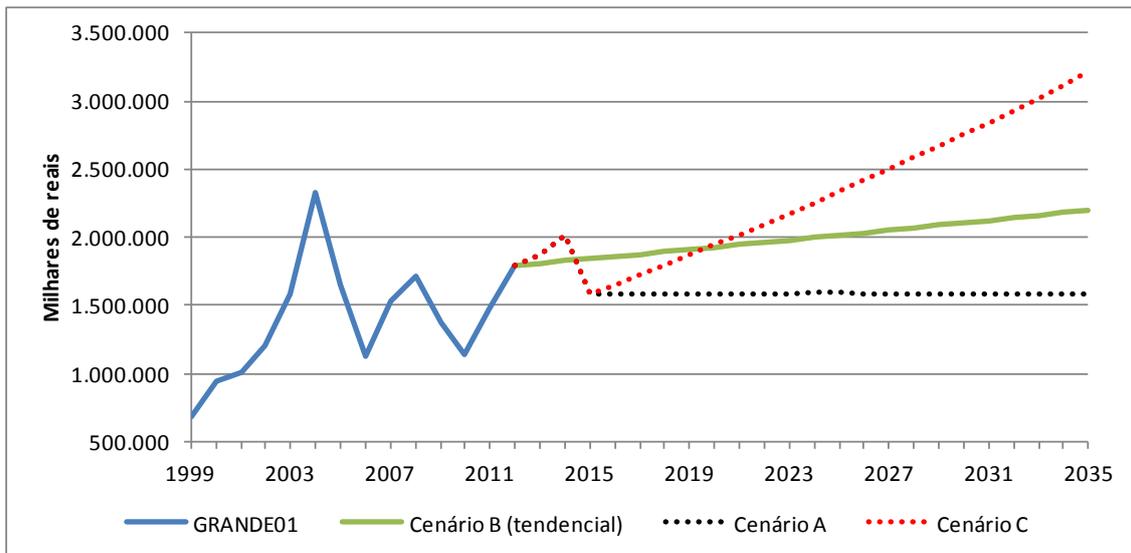


Figura 11 – Cenários de evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2013-2035)

Fonte: NEMUS.

Na mesma figura são apresentados dois cenários em torno da evolução tendencial: o Cenário A que corresponderia a uma evolução mais modesta do VAB agropecuário e, por conseguinte, da associada demanda de água, e um Cenário C associado a uma evolução mais favorável do setor nesta sub-bacia, com a consequente maior pressão sobre os recursos hídricos.

É importante notar que ambos os cenários A e C consideram um diferente ponto de partida face ao cenário B que corresponde a uma estimativa do VAB de 2015 apurada pela NEMUS de forma mais sofisticada. Esta estimativa foi calculada, tal como as relativas a 2013 e 2014, considerando a evolução recente do preço do farelo de soja (PSMEA) nos mercados internacionais (FMI, 2015a). Trata-se da matéria-prima (*primary commodity*) cujo ciclo (diferença face à tendência) do preço apresenta uma maior correlação estatística com o ciclo do VAB agropecuário (a preços constantes) do Alto Rio Grande em termos históricos (1999-2012), como sugere o gráfico seguinte:

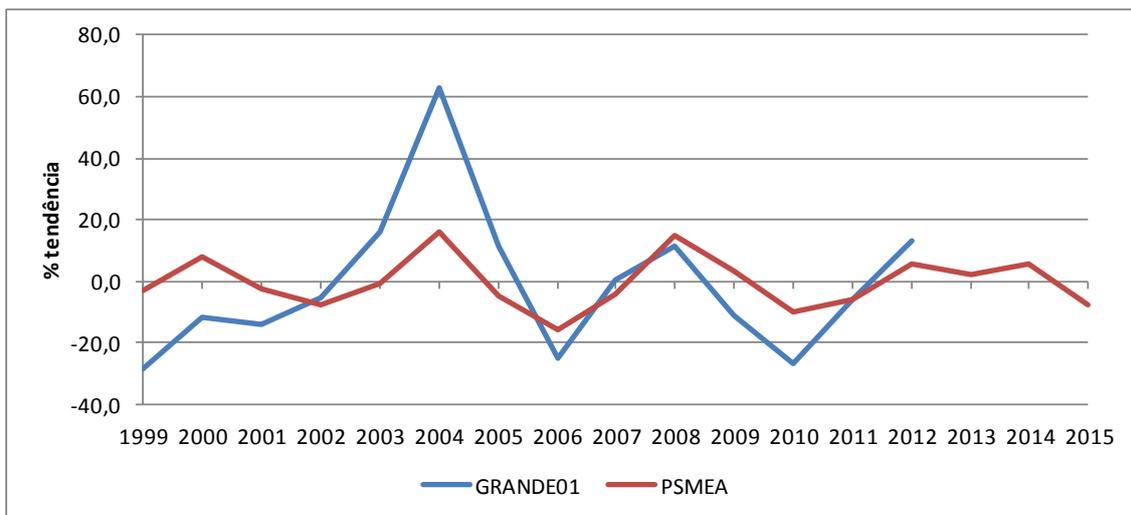


Figura 12 – Evolução do ciclo do VAB agropecuário do Alto Rio Grande e do ciclo do preço do farelo de soja, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015)

Fonte: NEMUS.

É importante notar que a correlação entre os ciclos do VAB e dos preços das matérias-primas tende a variar significativamente segundo a sub-bacia por via de uma diferente especialização em determinadas culturas ou produções, incluindo a pecuária, a silvicultura e a pesca/aquicultura para além da lavoura propriamente dita, de acordo com o indicado no Quadro 3 (Volume 2 – Apêndices). A correlação também pode ser mais ou menos forte consoante o grau de abertura ao exterior dos territórios, sendo possível afirmar que, de um modo geral, a correlação entre ciclos de VAB e preço das *commodities* é mais forte no Alto e no Médio, e mais baixa no Submédio e Baixo São Francisco, o que se compreende dado o diferente grau de desenvolvimento económico destas regiões fisiográficas (maior a montante, menor a jusante).

O **Cenário A** foi construído com base em uma aproximação, por interpolação linear, entre o ciclo estimado para 2015 (desvio negativo de 14,1% face à tendência, isto é, face ao Cenário B, no mesmo exemplo do Alto Rio Grande) e uma posição cíclica a longo prazo de -28,1% que corresponde à mediana entre, por um lado, o desvio mais negativo observado na série do VAB entre 1999 e 2012 (-28,2% em 1999, cf. ainda o mesmo gráfico) e, por outro lado, o ciclo do VAB que estaria associado ao ciclo mais negativo do preço da matéria-prima (-15,7% em 2006, também indicado no último gráfico) que é de -28,0% (desvio estimado através de uma regressão linear simples entre o ciclo do VAB e o ciclo do preço).

Dado que o desvio estimado em 2015 (-14,1%) é do mesmo sinal do projetado para 2035 (-28,1%), o Cenário A envolve, neste caso particular, um afastamento face à tendência (Cenário B) de idêntica natureza face ao que se julga existir na atualidade, dada a evolução recente do preço do farelo de soja (cf. Figura 11, mais acima). Ou seja, é esperado que, já hoje, se esteja em uma situação pouco favorável em termos históricos no que concerne a territórios como o Alto Rio Grande que se especializaram na produção de soja e seus derivados. O prognóstico do Cenário A é que esta situação se possa manter no futuro, com um ligeiro ampliar da diferença (ciclo) face ao crescimento tendencial mas mantendo os níveis de VAB agropecuário de 2015, a preços constantes.

No que se refere ao **Cenário C**, o prognóstico é diferente, assistindo-se a um progressivo alargamento do intervalo de projeção no horizonte de 2035 (cf. a mesma figura). É que a mediana dos desvios positivos máximos observados, quer na série do VAB (63% em 2004), quer no ciclo do VAB estimado com base no ciclo do preço (que se afastou 16,1% da respectiva tendência nesse mesmo ano), é particularmente elevada (45,8%), indiciando um elevado risco do VAB agropecuário do Alto Rio Grande poder readquirir uma dinâmica muito favorável, o que poderia conduzir a uma pressão adicional significativa sobre os mananciais do Médio São Francisco.

Da aplicação desta metodologia às 34 sub-bacias do rio São Francisco, considerando a matéria-prima agroalimentar mais relevante em cada território (cf. ainda Quadro 3, Volume 2 – Apêndices), foi possível estimar o andamento do respectivo VAB agropecuário no horizonte de 2035⁴. Estes resultados foram condensados nos quadros 4, 5 e 6 (Volume 2 – Apêndices) para os cenários A, B e C respectivamente. Para além de 2010 (situação de referência) e de 2035 (horizonte de planejamento a longo prazo), foram considerados os valores projetados para 2015, 2020, 2025 e 2030.

Multiplicando os valores constantes nesses quadros pela intensidade de retirada de água pela agropecuária, indicada no Quadro 2 (Volume 2 – Apêndices) em metros

⁴ No caso especial do Baixo São Francisco em Sergipe (SFRANC11), por não se ter encontrado uma correlação simultaneamente significativa e não espúria, optou-se por considerar a principal cultura irrigada da sub-bacia, ou seja, o arroz, de acordo com informações facultadas pela CODEVASF.

cúbicos por mil reais, foi possível, calcular uma primeira projeção da demanda agropecuária futura por sub-bacia segundo o cenário.⁵

Quadro 36 – Demanda agropecuária: primeira projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m³/s).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	28,3	28,3	31,6	35,3	39,5	44,3
	B	28,3	28,6	33,2	38,7	45,2	53,1
	C	28,3	28,3	34,6	42,2	51,7	63,4
Médio	A	142,0	172,9	190,3	211,6	237,2	267,7
	B	142,0	183,4	210,8	245,5	289,3	344,6
	C	142,0	172,9	215,7	270,0	339,4	428,7
Submédio	A	60,6	34,6	27,5	22,5	18,7	15,9
	B	60,6	35,6	30,1	26,1	23,2	21,1
	C	60,6	34,6	32,3	30,6	29,4	28,7
Baixo	A	23,6	20,2	20,1	20,1	20,0	20,0
	B	23,6	20,6	21,5	22,5	23,7	25,0
	C	23,6	20,2	22,0	24,1	26,4	29,1
Total	A	254,6	255,9	269,6	289,5	315,6	347,9
	B	254,6	268,3	295,6	332,8	381,4	443,7
	C	254,6	255,9	304,5	366,9	446,9	549,9

Fonte: NEMUS.

Os valores apresentados nos quadros 7 a 9 em apêndice (Volume 2) incluem, para além das demandas indicadas no quadro anterior, as vazões adicionais que decorrerão dos **grandes projetos de irrigação** em curso ou em estudo. De um modo geral, estes projetos envolvem elevadas vazões de retirada (máxima) face à demanda atual, de acordo com o indicado no Quadro 37. Com o objetivo de se graduar esta demanda adicional entre cenários, considerou-se, por hipótese, um terço (33,3%) da vazão dos projetos em curso no Cenário A, dois terços (66,6%) da mesma no Cenário

⁵ Como a demanda é expressa em metros cúbicos por segundo, houve, ainda, necessidade de dividir o resultado obtido com a referida multiplicação pelo número total de segundos em um ano, isto é, 31.536.000.

B e a totalidade da vazão, quer dos projetos em curso, quer do projeto em estudo (expansão do perímetro irrigado do Sertão Pernambucano), no cenário mais consuntivo (C).

Quadro 37 – Grandes projetos de irrigação com influência nas demandas pelos recursos hídricos do rio São Francisco no horizonte de 2035.

Projeto	Região	Sub-bacia	Situação	Ano	Vazão (m ³ /s)
Expansão do perímetro irrigado do Jequitaiá	Alto	Rio Jequitaiá (JEQUI01) (captação no próprio rio Jequitaiá)	Em curso	2025	8,46
Expansão do perímetro irrigado do Jaíba	Médio	Rios Pandeiro, Pardo e Manga (SFRANC04) (captação na calha do rio São Francisco a montante de Sobradinho)	Em curso	2025	10
Expansão do perímetro irrigado do Baixio do Irecê	Médio	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro (SFRANC05) (captação na calha do rio São Francisco, a montante de Sobradinho)	Em curso	2015-2025	60 (10 já em operação)
Expansão do perímetro irrigado do Sertão Pernambucano	Médio	Margem esquerda do Lago do Sobradinho (SFRANC06) (captação na calha do rio São Francisco a montante de Sobradinho)	Em estudo	2025	71,5
Expansão do perímetro irrigado do Salitre	Submédio	Rio Curaçá (CURACA01) (captação na calha do rio São Francisco a Jusante de Sobradinho)	Em curso	2015-2025	42 (6 já em operação)
Canal do Xingó	Submédio	Rio Curitiba (CURITU01) (captação em Paulo Afonso IV)	Em curso	2025	36,25

Projeto	Região	Sub-bacia	Situação	Ano	Vazão (m ³ /s)
Expansão do perímetro irrigado do Pontal	Submédio	Rio Pontal (PONTAL01) (captação na calha do rio São Francisco entre Sobradinho e Itaparica)	Em curso	2025	7,8
Canal do Sertão Alagoano	Submédio	Riacho Seco (SFRANC08) (captação no lago do Moxotó, junto a Delmiro Gouveia, para satisfazer a demanda dos agricultores da sub-bacia do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco em Alagoas (SFRANC10))	Em curso	2020-2025	32
Expansão do perímetro irrigado do Jacaré-Curituba	Baixo	Baixo São Francisco em Sergipe (SFRANC11) (captação na calha do rio São Francisco a jusante de Xingó)	Em curso	2015-2020	3,2 (0,54 já em operação)

Fonte: CODEVASF, 2015; FAIÃO *et al.*, 2008; ITEM, 2015.

De um modo geral, é possível afirmar que estes grandes projetos constituem, de fato, uma pressão adicional sobre os mananciais do rio São Francisco, não estando internalizados nas tendências acima identificadas. Com as exceções dos perímetros irrigados do Jequitáí (sub-bacia homônima do SFA) e do Jacaré-Curituba (Baixo São Francisco em Sergipe), todos os demais projetos inserem-se em sub-bacias com crescimento tendencial negativo ou próximo de zero em termos VAB agropecuário, de acordo com o indicado para os Rios Pandeiro, Pardo e Manga, Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro, Margem Esquerda do Lago do Sobradinho, Rio Curaçá, Rio Curituba, Rio Pontal e Talhada / Riacho Seco. É que estas sub-bacias coincidem, tipicamente, com territórios do Médio e do Submédio menos desenvolvidos e com dinâmicas socioeconômicas mais fracas, pelo que faz todo o sentido considerar os grandes projetos de irrigação como um fator gerador de demandas adicionais, sem se abdicar, contudo, da gradação proposta para os vários cenários.

É, ainda, de notar, que alguns destes projetos de irrigação estão a ser concretizados de forma faseada, pelos que as respectivas demandas foram parcialmente

antecipadas no tempo sempre que a informação disponível o permitisse. Um bom exemplo é o perímetro irrigado do Baixo do Irecê, cuja primeira fase entrou ao serviço em 2015, com uma vazão (máxima) de cerca de 10 m³/s, que se prevê que chegue, de forma progressiva, até aos 60 m³/s em 2025.

No Quadro 38 indicam-se as demandas por bacia associadas aos grandes projetos de irrigação, por cenário e segundo os horizontes de planeamento. Assim, esses projetos poderão gerar uma demanda não inferior a 66 m³/s no horizonte de 2025 (Cenário A), podendo ultrapassar os 270 m³/s no cenário mais consuntivo (C). No Cenário B prevê-se uma evolução entre cerca de 11 m³/s na atualidade (2015) até cerca de 133 m³/s no mesmo horizonte temporal (2025). Não se prevê um acréscimo significativo da demanda para além desse horizonte, salvo se outros projetos de irrigação forem, entretanto, programados.

Merece especial destaque o **Baixo São Francisco** cuja demanda adicional será, certamente, bastante superior face à indicada no Quadro 38 que reflete a região onde a água é captada e não onde é consumida. É que, de acordo com o referido anteriormente, o Canal do Sertão Alagoano contribuirá, em termos de captação, para vazões a retirar do reservatório de Moxotó até 32 m³/s no horizonte de 2025 (Cenário C).⁶ Ora, esta água será consumida no Baixo São Francisco, mais precisamente na bacia afluente do Baixo Ipanema e Baixo São Francisco em Alagoas (SFRANC10). No mesmo quadro foram inseridas três linhas adicionais (assinaladas com *) que mostram a água total que poderá ser afeta ao Baixo São Francisco também por essa via.

⁶ Nos cenários A e B associaram-se, respectivamente, vazões próximas de 11 m³/s e de 21 m³/s à sub-bacia Riacho Seco (SFRANC08) do Submédio para efeito de abastecimento do empreendimento do Sertão Alagoano.

Quadro 38 – Demanda dos grandes projetos de irrigação: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m³/s).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	0,0	0,0	0,0	2,8	2,8	2,8
	B	0,0	0,0	0,0	5,6	5,6	5,6
	C	0,0	0,0	0,0	8,5	8,5	8,5
Médio	A	0,0	3,3	10,0	23,3	23,3	23,3
	B	0,0	6,7	20,0	46,7	46,7	46,7
	C	0,0	10,0	30,0	141,5	141,5	141,5
Submédio	A	0,0	2,0	18,3	39,4	39,4	39,4
	B	0,0	4,0	36,7	78,7	78,7	78,7
	C	0,0	6,0	55,0	118,1	118,1	118,1
Baixo	A	0,0	0,2	1,1	1,1	1,1	1,1
	B	0,0	0,4	2,1	2,1	2,1	2,1
	C	0,0	0,5	3,2	3,2	3,2	3,2
Baixo (*)	A	0,0	0,2	6,4	11,7	11,7	11,7
	B	0,0	0,4	12,8	23,5	23,5	23,5
	C	0,0	0,5	19,2	35,2	35,2	35,2
Total	A	0,0	5,5	29,4	66,6	66,6	66,6
	B	0,0	11,0	58,8	133,1	133,1	133,1
	C	0,0	16,5	88,2	271,2	271,2	271,2

(*) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS

O Quadro 39 sintetiza os resultados obtidos por região fisiográfica e cenário, apresentando a **demanda agropecuária total**, isto é, aquela que resulta, quer das dinâmicas instaladas (vazões indicadas no Quadro 36), quer as demandas adicionais que decorrerão dos grandes projetos (Quadro 38). No cenário tendencial (B), a demanda agropecuária total deverá aumentar a uma taxa média anual de 3,3%, podendo ultrapassar os 575 m³/s no horizonte de 2035. Mesmo no horizonte de 2025, prevê-se um expressivo crescimento das necessidades da agropecuária, que poderão situar-se nos 465 m³/s.

Quadro 39 – Demanda agropecuária total: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m³/s).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	28,3	28,3	31,6	38,2	42,4	47,1
	B	28,3	28,6	33,2	44,3	50,9	58,7
	C	28,3	28,3	34,6	50,7	60,1	71,9
Médio	A	142,0	176,2	200,3	234,9	260,6	291,0
	B	142,0	190,1	230,8	292,1	335,9	391,2
	C	142,0	182,9	245,7	411,5	480,9	570,2
Submédio	A	60,6	36,6	45,9	61,8	58,1	55,3
	B	60,6	39,6	66,8	104,8	101,9	99,8
	C	60,6	40,6	87,3	148,6	147,4	146,7
Baixo	A	23,6	20,4	21,2	21,1	21,1	21,1
	B	23,6	21,0	23,6	24,6	25,8	27,1
	C	23,6	20,7	25,2	27,3	29,6	32,3
Baixo (*)	A	23,6	20,4	26,5	31,8	31,8	31,8
	B	23,6	21,0	34,3	46,0	47,1	48,4
	C	23,6	20,7	41,2	59,3	61,6	64,3
Total	A	254,6	261,5	299,0	356,1	382,1	414,5
	B	254,6	279,3	354,4	465,9	514,5	576,9
	C	254,6	272,5	392,7	638,1	718,1	821,1

(*) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS (inclui demanda associada aos grandes projetos de irrigação).

No Cenário A, o crescimento esperado (2010-2035) é menos acentuado, a uma taxa média anual de 1,9%. Assim, em 2025 ter-se-ia uma demanda acima dos 350 m³/s para irrigação e dessedentação animal, isto é, +102 m³/s face à situação em 2010 (cerca de 255 m³/s), e de 415 m³/s a longo prazo (2035). Já o Cenário C mostra como não é inverossímil uma demanda acima dos 800 m³/s em 2035, com necessidades de quase 640 m³/s no limiar de 2025, o que, a concretizar-se, corresponderia a um crescimento médio a uma taxa de 4,7% ao ano.

Em suma, a demanda agropecuária tenderá a crescer entre 2% a 5% ao ano, já considerando os grandes projetos de irrigação em curso ou previstos. Trata-se de um intervalo alargado mas que pode significar, mesmo com taxas de crescimento anual

próximas dos 3%, uma potencial situação de insustentabilidade dos recursos hídricos do «Velho Chico» por via das elevadas vazões que estariam envolvidas.

De fato, caso os mercados de matérias-primas (*commodities*) agrícolas e alimentares recuperem das perdas observadas nos últimos anos, com o crescimento da Índia, EUA e União Europeia a compensar o recente abrandamento da economia chinesa, é de esperar que a demanda agropecuária venha a aumentar de forma muito significativa na bacia, podendo situar-se algures entre o indicado pelos cenários B e C e com uma forte pressão, sobretudo, sobre a região do Médio São Francisco.

Para o efeito, é também fundamental confirmar se a recessão esperada para a economia brasileira em 2015 (quebra de 3% do PIB de acordo com as previsões mais recentes do FMI, 2015b) será um fenómeno pontual ou se, pelo contrário, tenderá a prolongar-se no tempo. Tal evolução não deixaria de penalizar a procura interna por bens agroalimentares, com a demanda agropecuária a aproximar-se, porventura, da evolução projetada pelo Cenário A que é no sentido de um crescimento mais moderado e sustentável, pelo menos num horizonte de dez anos.

A Figura 13 compara a demanda agropecuária em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A Figura 14 faz a comparação da demanda agropecuária entre 2010 e 2035 no mesmo cenário. No caso do Baixo São Francisco, não foi incorporado o efeito do Canal do Sertão Alagoano que capta no reservatório de Moxotó, pelo que a respectiva demanda será superior ao sugerido pelas duas figuras (cf. observações anteriores).

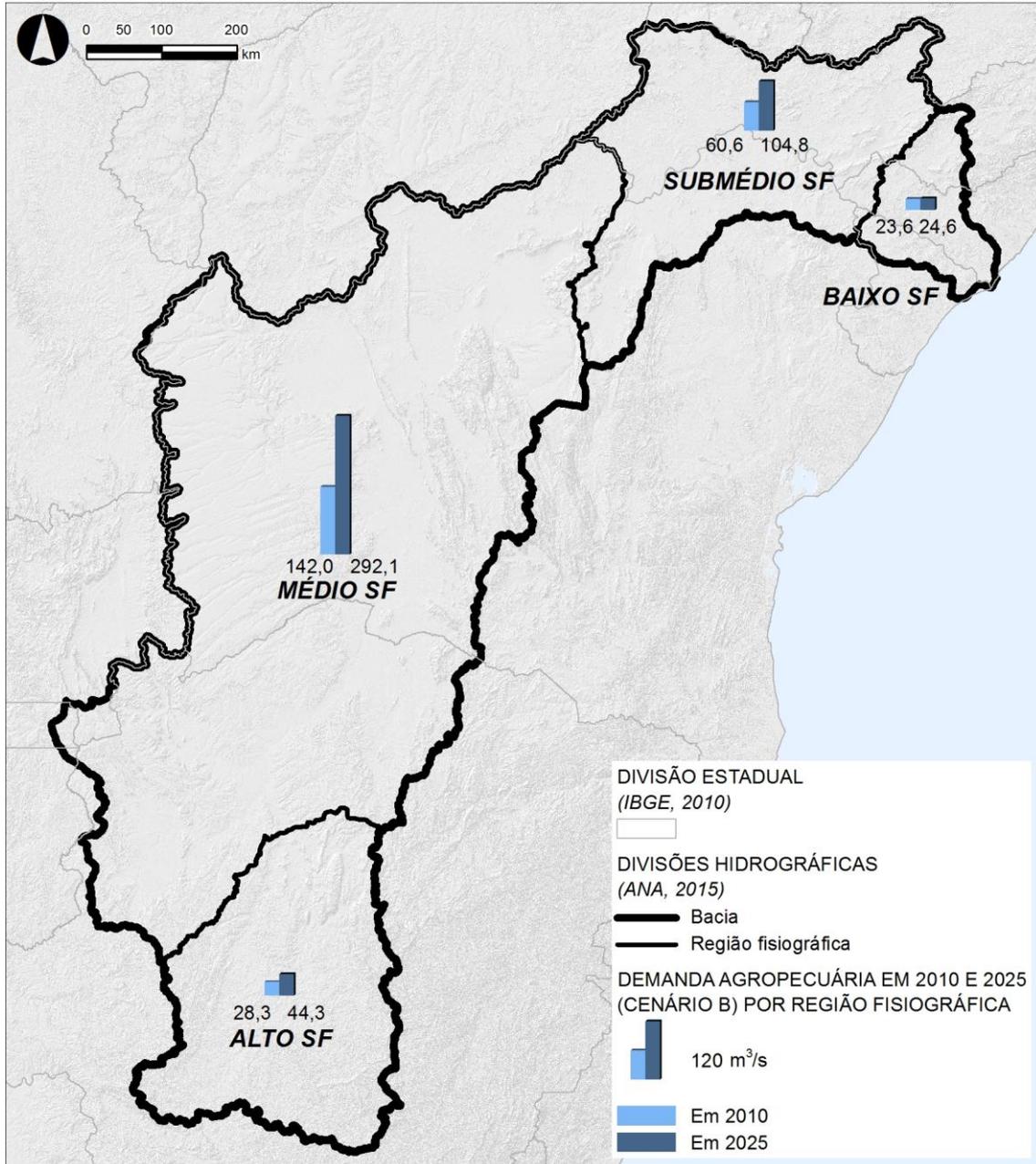


Figura 13 – Demanda agropecuária (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 1 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

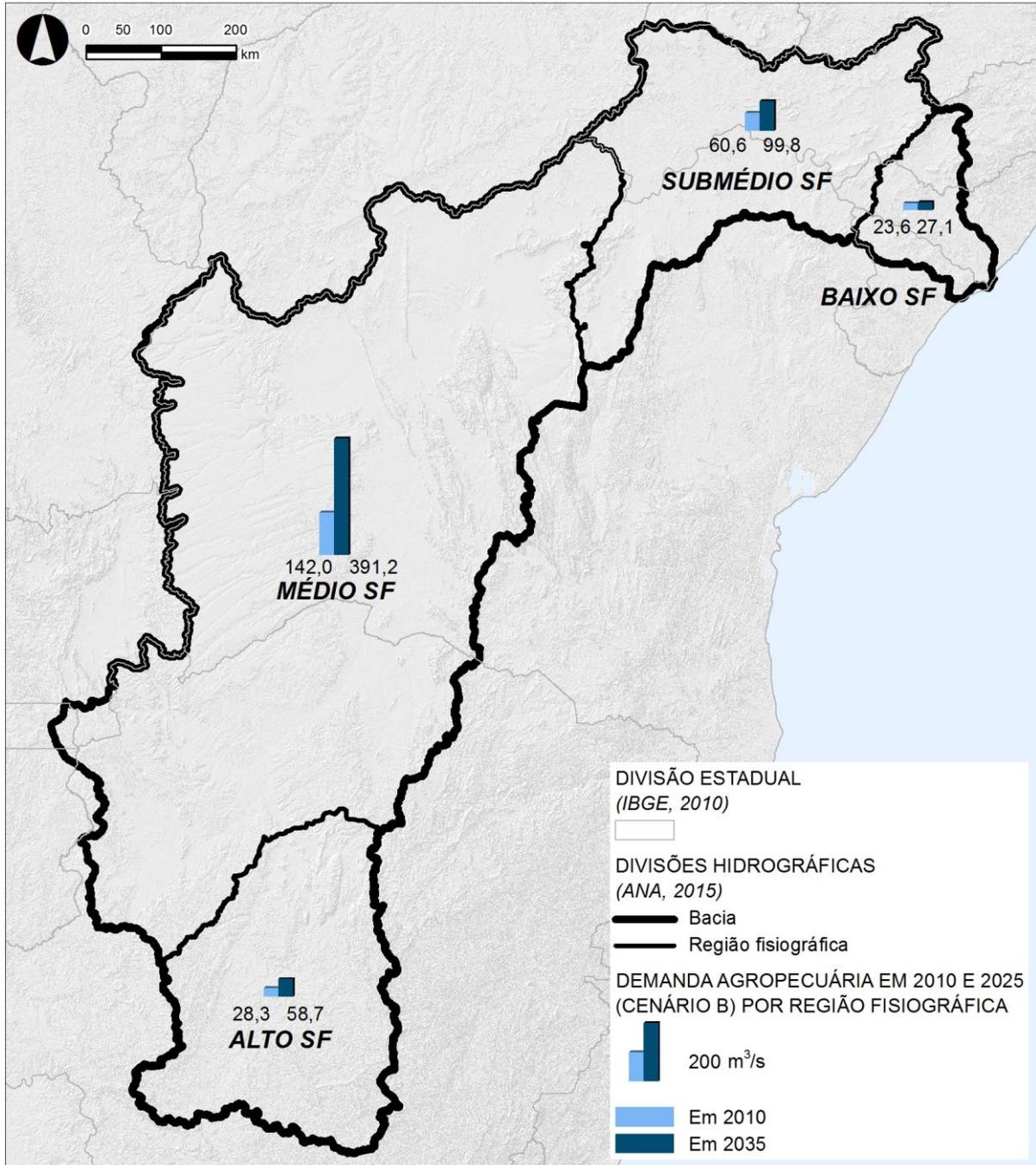


Figura 14 – Demanda agropecuária (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 2 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

4.5.3. Indústria

Em 2010, o abastecimento industrial envolvia uma retirada ainda relativamente modesta, estimada em 19,8 m³/s pela ANA (2013, p. 90). Contudo, é de esperar que esta demanda venha a aumentar de forma significativa a longo prazo, especialmente nos territórios que estão a dar os primeiros passos em termos de industrialização do tecido produtivo. É que as dinâmicas instaladas em termos de VAB industrial (real) no São Francisco são muito intensas, designadamente nas seguintes sub-bacias:

- Rio Terra Nova (taxa de crescimento tendencial anual: 12,68%);
- Alto Rio Ipanema (9,34%);
- Rio Moxotó (8,52%);
- Rio Paracatu (8,09%);
- Rio Garças (7,75%);
- Rio Urucuia (7,67%);
- Rio Brígida (7,39%);
- Margem esquerda do Lago do Sobradinho (7,32%);
- Médio e Baixo Rio Grande (7,20%);
- Alto Rio Grande (7,13%);
- Rio Carinhanha (6,47%);
- Rio Corrente (6,34%);
- Alto Rio Preto (5,71%);
- Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro (5,62%);
- Rio Pontal (5,42%);
- Rio Curaçá (5,21%);
- Rios Pandeiros, Pardo e Manga (4,58%);
- Afluentes Mineiro do Alto São Francisco (4,50%);
- Rios Verde e Jacaré (4,47%);
- Rio das Velhas (4,47%);
- Baixo Ipanema e Baixo São Francisco (3,73%);
- Rio Pará (3,43%);
- Rio Paraopeba (3,17%);
- Rio Pacuí (2,65%);
- Rio Verde Grande (2,32%);
- Rio Salitre (2,25%);
- Rio Pajeú (2,17%);

- Rio Macururé (1,44%);
- Rio Jequitáí (1,36%).

As sub-bacias com dinâmicas recessivas em termos de VAB industrial são muito poucas (apenas cinco em 34) e, de um modo geral, as variações tendenciais não são tão expressivas em valor absoluto como nas demais sub-bacias em crescimento:

- Riacho Seco (-1,58%);
- Rio de Janeiro e Formoso (-1,33%);
- Rio Curitiba (-0,66%);
- Baixo São Francisco em Sergipe (-0,25%);
- Entorno da Represa de Três Marias (-0,14%).

Tal como no setor agropecuário, o **Cenário B** resultou da aplicação recursiva destas taxas de crescimento tendencial, partindo do último dado disponível de VAB industrial (2012). O gráfico seguinte ilustra esta metodologia para o exemplo da sub-bacia do rio Pará (PARASF01) localizada no Alto São Francisco, a região mais industrializada da bacia:

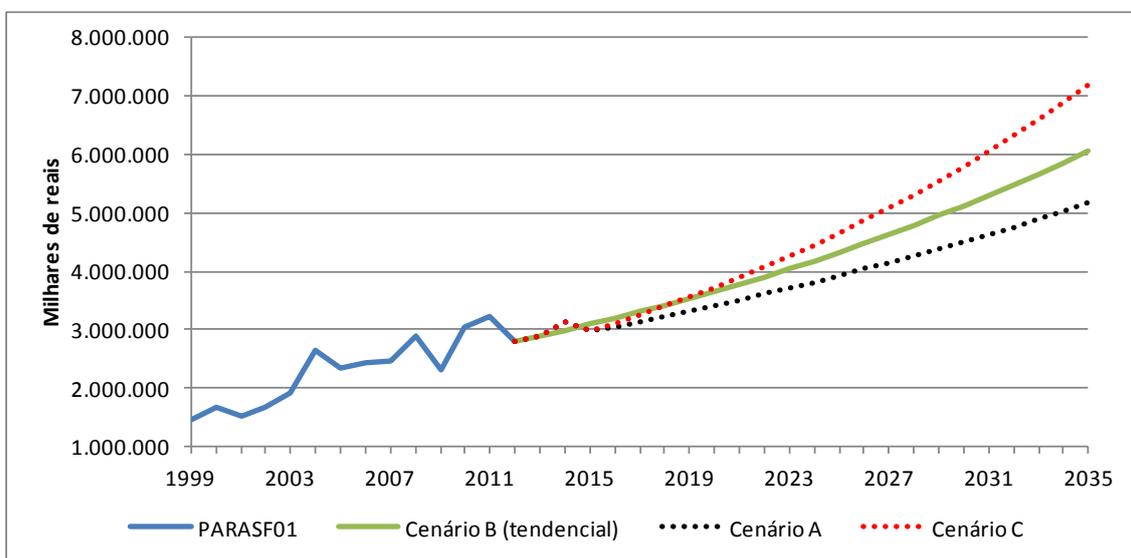


Figura 15 – Cenários de evolução do VAB industrial do Rio Pará (2013-2035)

Fonte: NEMUS.

Os **cenários A e C**, indicados na mesma figura, foram projetados seguindo uma metodologia em tudo idêntica à adotada na agropecuária, ou seja, tomando em consideração as medianas históricas dos desvios face à tendência, quer da série do

VAB propriamente dita, quer da resultante da aplicação da matéria-prima cujo ciclo do preço está mais correlacionado à posição cíclica do VAB industrial, de acordo com o indicado no Quadro 3 (Volume 2 – Apêndices). No exemplo do rio Pará, existe evidência empírica de forte correlação (0,794) entre os ciclos do VAB e do preço do estanho (PTIN), como sugere a Figura 16.

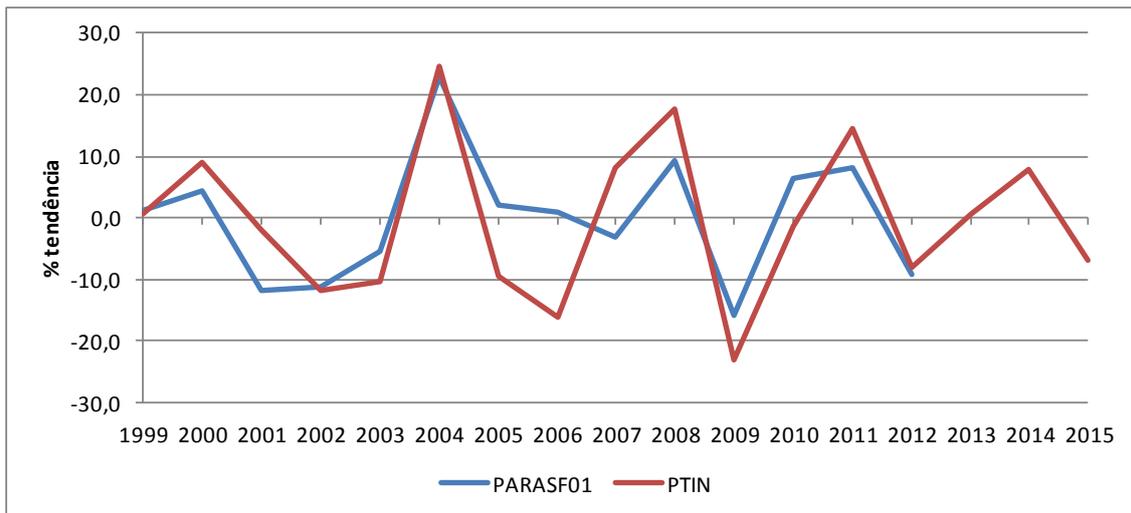


Figura 16 – Evolução do ciclo do VAB industrial do Rio Pará e do ciclo do preço do estanho, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015)

Fonte: NEMUS.

Os quadros 10, 11 e 12 (Volume 2 – Apêndices) condensam, respectivamente para os cenários A, B e C, o andamento projetado do VAB industrial no horizonte de 2035 para as 34 sub-bacias do São Francisco.

Com base nas intensidades de retirada de água pelo setor industrial de cada sub-bacia (cf. ainda Quadro 2, Volume 2 – Apêndices) foi, então, possível estimar a demanda futura da indústria no mesmo horizonte temporal, convertendo as vazões anuais em metros cúbicos por segundo tal como no caso da agropecuária. Os resultados por sub-bacia e cenário foram listados nos quadros 13 a 15 (Volume 2 – Apêndices).

O quadro abaixo sintetiza os resultados obtidos, sendo, desde logo, de salientar o previsível aumento da demanda industrial em todas as regiões fisiográficas independentemente do cenário. O Médio e o Submédio poderão ser as regiões com evoluções mais expressivas, com um crescimento tendencial próximo de 6,6% ao ano

em ambos os casos. Assim, a vazão a retirar para abastecer a indústria do Médio poderá aumentar de apenas 0,9 m³/s em 2010 para 4,6 m³/s em 2035 no cenário central (B), com um intervalo de projeção compreendido entre 3,6 e 5,2 m³/s (cenários A e C, respectivamente). No Submédio é esperada uma evolução entre 0,6 e 3,2 m³/s no Cenário B, com um intervalo de projeção (2,5; 4,1) no horizonte de 2035.

Quadro 40 – Demanda industrial: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m³/s).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	17,9	16,9	20,1	23,8	28,3	33,7
	B	17,9	17,6	21,3	25,8	31,3	38,1
	C	17,9	16,9	21,4	27,0	34,2	43,2
Médio	A	0,9	1,2	1,6	2,1	2,7	3,6
	B	0,9	1,2	1,6	2,3	3,2	4,6
	C	0,9	1,2	1,7	2,5	3,6	5,2
Submédio	A	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,5
	B	0,6	0,9	1,3	1,7	2,3	3,2
	C	0,6	0,9	1,3	1,9	2,8	4,1
Baixo	A	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2
	B	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4
	C	0,4	0,6	0,7	1,0	1,3	1,7
Total	A	19,8	19,6	23,5	28,2	34,0	41,1
	B	19,8	20,3	24,9	30,7	38,0	47,4
	C	19,8	19,6	25,1	32,4	41,8	54,2

Fonte: NEMUS.

Mesmo o mais industrializado Alto São Francisco deverá aumentar significativamente a demanda de água para uso industrial, a uma taxa de 3% ao ano no cenário tendencial. Desta forma, as necessidades desta região poderão evoluir de 17,9 m³/s em 2010 até 38,1 m³/s em 2035, podendo ficar-se pelos 33,7 m³/s no Cenário A ou ultrapassar a fasquia dos 43 m³/s no Cenário C.

De um modo geral, a demanda industrial em todo o São Francisco tenderá a crescer a uma taxa média anual de 3,5%. Em 2020, é já esperada uma demanda próxima dos 25 m³/s, podendo o patamar dos 30 m³/s ser ultrapassado daqui a dez anos, ou seja,

em 2025. A longo prazo (2035), o setor industrial poderá retirar pelo menos $47 \text{ m}^3/\text{s}$, com um intervalo de projeção compreendido entre 41 e $54 \text{ m}^3/\text{s}$ aproximadamente.

A Figura 17 compara a demanda industrial em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A Figura 18 faz a comparação da demanda industrial entre 2010 e 2035.

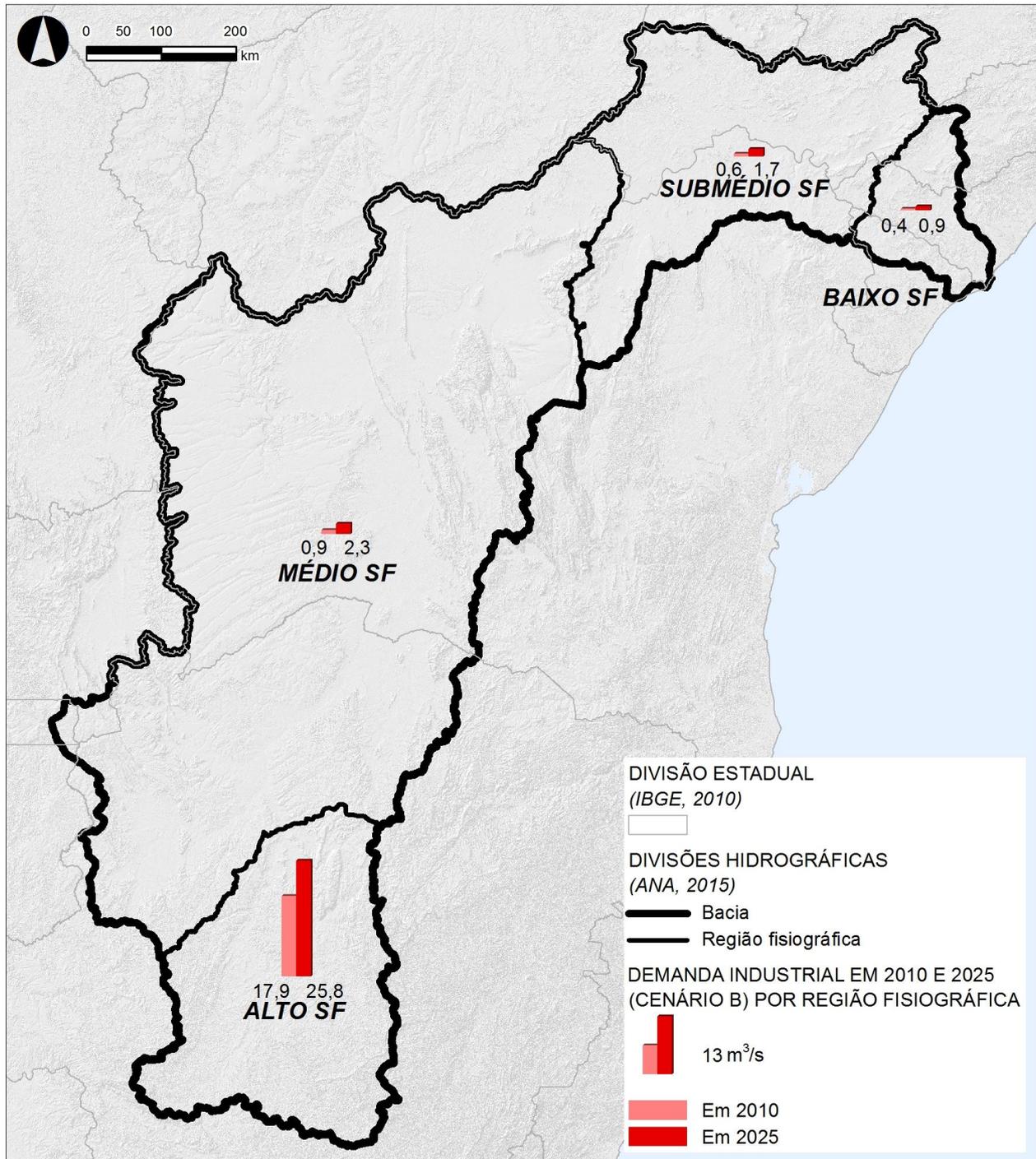


Figura 17 – Demanda industrial (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 3 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

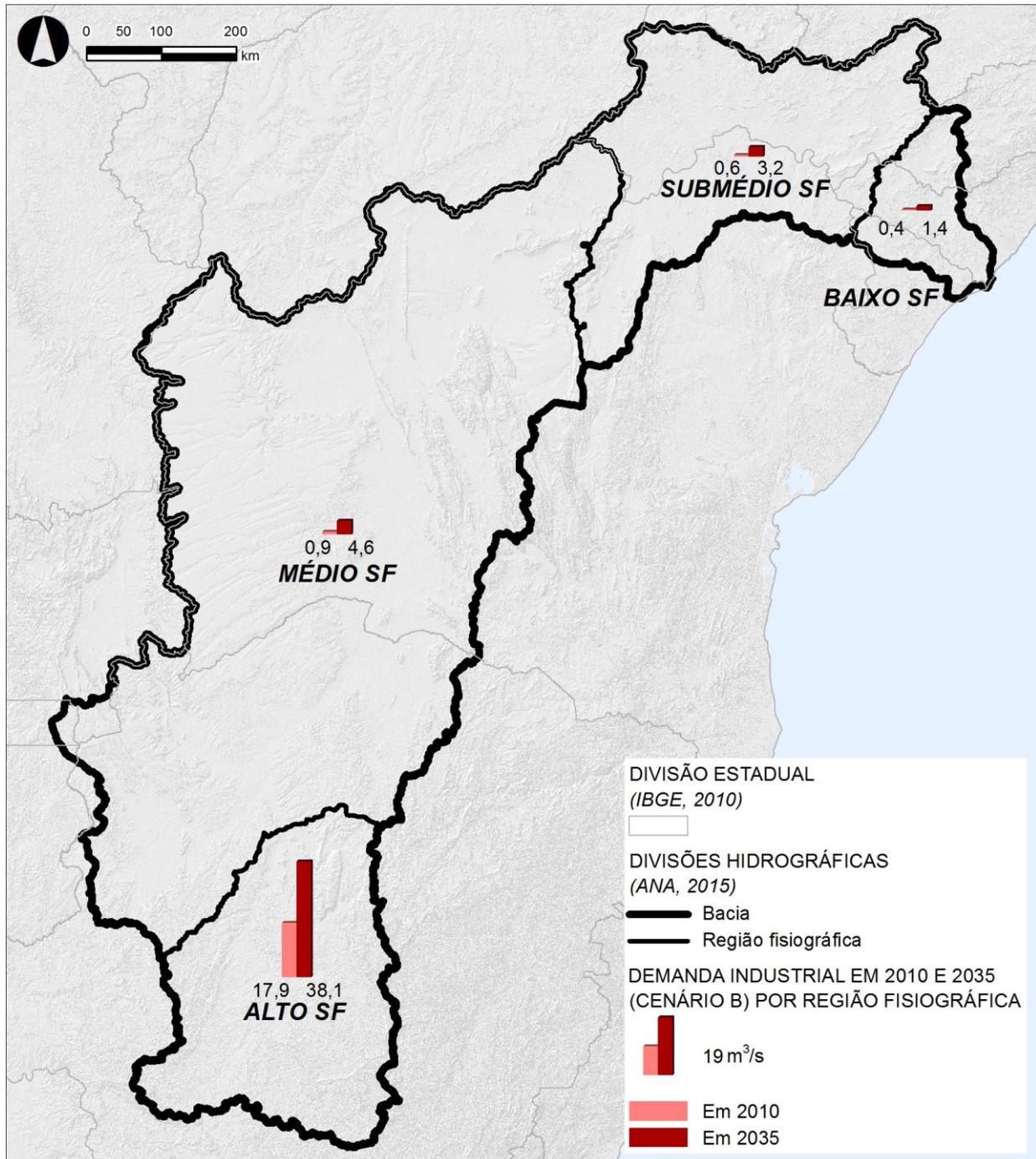


Figura 18 – Demanda industrial (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 4 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

Em suma, enquanto a agropecuária poderá moderar a respectiva demanda, quer por via das dinâmicas recessivas instaladas em algumas regiões, quer pela evolução recente dos preços dos bens alimentares nos mercados internacionais, na indústria as perspectivas são bastantes diferentes, com aumentos significativos das demandas projetadas a médio e longo prazo. Tal decorre, em grande medida, da dinâmica de industrialização instalada na maior parte das regiões, especialmente no Médio e no Submédio mas também no Alto cuja indústria parece ter, ainda, uma importante margem de desenvolvimento. De um modo geral, é possível afirmar que a retirada de água para a indústria deverá mais do que duplicar nos próximos 20 anos, mantendo-se uma importante pressão sobre os mananciais sobretudo do Alto São Francisco.

4.5.4. Abastecimento urbano

No relatório RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional (Volume 1 – Caracterização da bacia hidrográfica – 1ª parte; seção 5.2.1. Aspectos Demográficos e Dinâmica Populacional; C. Projeção de evolução da população) foi apresentada uma primeira projeção das necessidades de água para abastecimento urbano que apontava para uma retirada de 42 m³/s no horizonte de 2035. Essa projeção foi calculada com base em modelos demográficos desagregados por região fisiográfica que indicavam uma população urbana de aproximadamente 14,8 milhões de pessoas nesse horizonte temporal. Foi também apurada com base em uma retirada média *per capita* de 244,8 litros por habitante/dia (L.hab/dia) aplicável à totalidade das zonas urbanas da bacia do rio São Francisco, tomando em consideração a respectiva demanda indicada pela ANA (31,3 m³/s) bem como a população urbana em 2010 (cerca de 11 milhões de habitantes).

No presente relatório aprofundou-se este exercício preliminar através da formulação de **modelos demográficos por sub-bacia**, ou seja, mais desagregados em termos territoriais. Tal como no relatório RP1A, foram adotados modelos micro-demográficos que, partindo da população urbana indicada pelo Censo Demográfico de 2010 e de forma recursiva até 2035, possibilitaram estimar o crescimento natural ou vegetativo com base em determinados indicadores demográficos (taxa bruta de fecundidade e taxas de mortalidade), passíveis de cálculo para os anos mais recentes (até 2013) a partir de dados municipais do Registro Civil (IBGE, 2015a). O **Cenário A** de evolução

da população urbana, condensado no Quadro 16 (Volume 2 – Apêndices), resultou da aplicação desta metodologia a cada sub-bacia.

Já o **Cenário C** (Quadro 18, Volume 2 – Apêndices) considerou o saldo migratório médio estimado para cada sub-bacia, tomando em consideração a diferença entre a projeção do IBGE para 2014 e o crescimento vegetativo assim estimado. De um modo geral, as diversas sub-bacias do São Francisco têm apresentado saldos migratórios positivos ou próximos de zero nos últimos anos, sendo a única exceção a sub-bacia do rio Brígida.

Tal como no relatório RP1A, o **Cenário B** resultou da mediana entre as projeções relativas aos cenários extremos A e C (cf. Quadro 17, Volume 2 – Apêndices).

O quadro seguinte condensa a **projeção de evolução da população urbana por região e cenário**:

Quadro 41 – Projeção de evolução da população urbana no horizonte de 2035 por região e cenário (mil pessoas).

Região	Cenário	População Urbana (mil pessoas)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	6.788	7.057	7.336	7.624	7.921	8.230
	B	6.788	7.197	7.617	8.044	8.482	8.931
	C	6.788	7.338	7.897	8.465	9.043	9.632
Médio	A	2.130	2.236	2.347	2.464	2.587	2.717
	B	2.130	2.281	2.436	2.598	2.766	2.940
	C	2.130	2.325	2.525	2.732	2.945	3.163
Submédio	A	1.375	1.454	1.534	1.620	1.710	1.804
	B	1.375	1.476	1.577	1.684	1.795	1.911
	C	1.375	1.497	1.620	1.748	1.881	2.019
Baixo	A	752	795	839	887	936	989
	B	752	799	849	900	955	1.012
	C	752	804	858	914	973	1.035
Total	A	11.045	11.542	12.057	12.594	13.155	13.740
	B	11.045	11.753	12.478	13.227	13.998	14.794
	C	11.045	11.964	12.900	13.860	14.842	15.849

Fonte: NEMUS.

Os modelos demográficos por sub-bacia conduzem a resultados muito similares aos indicados no relatório RP1A com base em modelos mais agregados (por região fisiográfica), apontando também para uma população urbana total próxima dos 14,8 milhões de habitantes no horizonte de 2035, podendo oscilar, contudo, entre os 13,7 e os 15,9 milhões consoante o cenário A e C. A população urbana da bacia em 2010 foi estimada, recorde-se, em cerca de 11 milhões de pessoas, pelo que estarão em causa crescimentos médios anuais entre 0,87% e 1,44% nos mesmos cenários, com um cenário central (B) de crescimento a uma taxa média de 1,17% ao ano.

Já a consideração de retiradas *per capita* calculadas por sub-bacia (cf. ainda Quadro 2, Volume 2 – Apêndices) em vez da média global da bacia do São Francisco produziu cenários de vazão de retirada com (pequenas) diferenças por região face ao avançado no relatório RP1A.

Assim, a **demanda projetada para abastecimento urbano** poderá vir a ser ligeiramente menor no Submédio mas maior no Alto face ao que se pensava inicialmente, o que se compreende por via dos modos de vida mais urbanos associados a esta última região. Contudo, no total da bacia, confirma-se uma retirada próxima de 42 m³/s em 2035, com um intervalo de projeção genericamente compreendido entre 39 e 45 m³/s.

Quadro 42 – Demanda urbana: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m³/s).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	19,4	20,2	21,0	21,8	22,6	23,5
	B	19,4	20,6	21,8	23,0	24,2	25,5
	C	19,4	21,0	22,6	24,2	25,8	27,5
Médio	A	6,0	6,3	6,6	6,9	7,3	7,6
	B	6,0	6,4	6,8	7,3	7,8	8,3
	C	6,0	6,5	7,1	7,7	8,3	8,9
Submédio	A	3,8	4,0	4,2	4,5	4,7	5,0
	B	3,8	4,1	4,3	4,6	5,0	5,3
	C	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2	5,6
Baixo	A	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8
	B	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
	C	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0
Total	A	31,3	32,7	34,2	35,7	37,3	38,9
	B	31,3	33,3	35,4	37,5	39,7	41,9
	C	31,3	33,9	36,6	39,3	42,1	44,9

Fonte: NEMUS.

Para 2025, as projeções ora estimadas apontam para uma vazão de retirada compreendida entre 35,7 e 39,3 m³/s para satisfação da demanda urbana. É de notar que este limite superior é próximo da projeção da ANA para o mesmo horizonte que é de 40,3 m³/s, de acordo com o indicado na Seção 3.2.3 (mais acima).

A Figura 19 compara a demanda urbana em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A comparação entre 2010 e 2035 é apresentada na Figura 20.

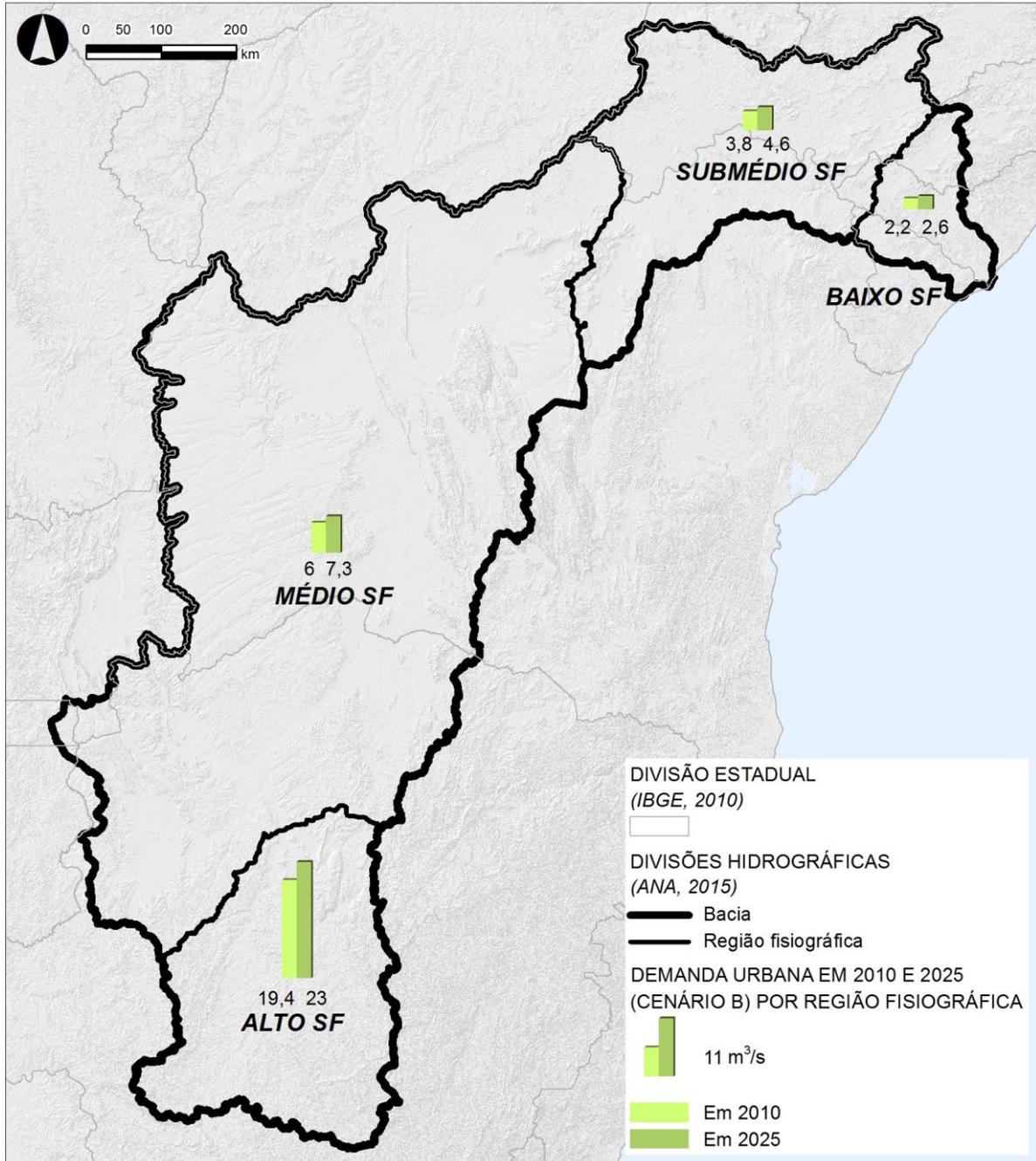


Figura 19 – Demanda urbana (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 5 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

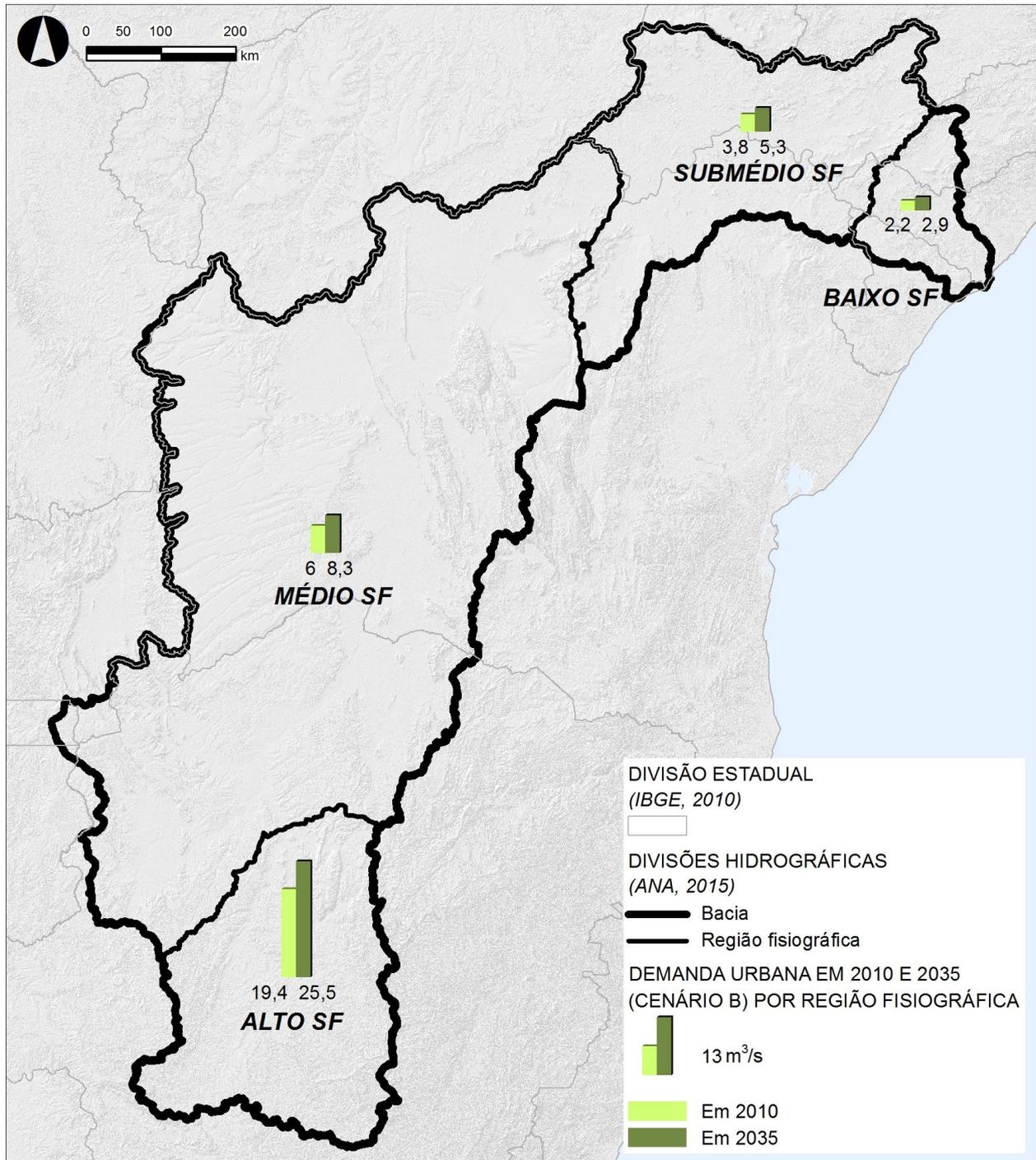


Figura 20 – Demanda urbana (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 6 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

4.5.5. Abastecimento rural

A demanda de abastecimento rural foi projetada tal como no caso anterior, ou seja, recorrendo a retiradas médias *per capita* e a modelos micro-demográficos desagregados por sub-bacia. O quadro seguinte apresenta a **projeção de evolução da população rural do São Francisco por região e cenário**, remetendo-se para os quadros 22 a 24 (Volume 2 – Apêndices) os resultados mais desagregados:

Quadro 43 – Projeção de evolução da população rural no horizonte de 2035 por região e cenário (mil pessoas).

Região	Cenário	População Rural (mil pessoas)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	369	383	398	413	429	445
	B	369	391	415	439	463	488
	C	369	400	432	464	497	530
Médio	A	1.324	1.390	1.460	1.533	1.610	1.692
	B	1.324	1.417	1.513	1.613	1.716	1.824
	C	1.324	1.443	1.566	1.692	1.822	1.956
Submédio	A	900	952	1.006	1.062	1.122	1.185
	B	900	963	1.028	1.095	1.166	1.240
	C	900	975	1.050	1.129	1.210	1.295
Baixo	A	660	698	737	779	823	869
	B	660	702	745	791	839	889
	C	660	706	753	803	855	910
Total	A	3.253	3.424	3.600	3.787	3.984	4.191
	B	3.253	3.474	3.700	3.938	4.184	4.441
	C	3.253	3.524	3.800	4.088	4.385	4.692

Fonte: NEMUS.

Desta forma, a população rural do São Francisco poderá vir a evoluir de cerca de 3,3 milhões de habitantes em 2010 até 3,9 milhões em 2025 e 4,4 milhões em 2035. Estas projeções, estimadas por sub-bacia, são muito semelhantes às avançadas no relatório RP1A com base em modelos demográficos agregados por região fisiográfica.

Com base nas retiradas médias *per capita* indicadas no Quadro 2 (Volume 2 – Apêndices), procedeu-se à **projeção da demanda para abastecimento rural** por sub-bacia e para os três cenários no horizonte de 2035, de acordo com o indicado nos

quadros 25 a 27 (Volume 2 – Apêndices). O quadro seguinte agrega as estimativas por região:

Quadro 44 – Demanda rural: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m³/s).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
Alto	A	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	B	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
	C	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
Médio	A	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	B	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1
	C	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3
Submédio	A	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3
	B	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
	C	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Baixo	A	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
	B	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
	C	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
Total	A	3,7	3,9	4,1	4,3	4,5	4,8
	B	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1
	C	3,7	4,0	4,4	4,7	5,0	5,4

Fonte: NEMUS.

Face às primeiras projeções avançadas no relatório RP1A, a demanda de abastecimento rural poderá vir a evoluir de forma ligeiramente mais intensa no Alto, passando-se o inverso com o Baixo. Não obstante, para a totalidade da bacia, as projeções ora apresentadas são coerentes com as anteriores, apontando para retiradas 4,5 e 5,1 m³/s, respectivamente em 2025 e 2035 e no Cenário B.

A Figura 21 compara a demanda rural em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A comparação entre 2010 e 2035 é apresentada na Figura 22.

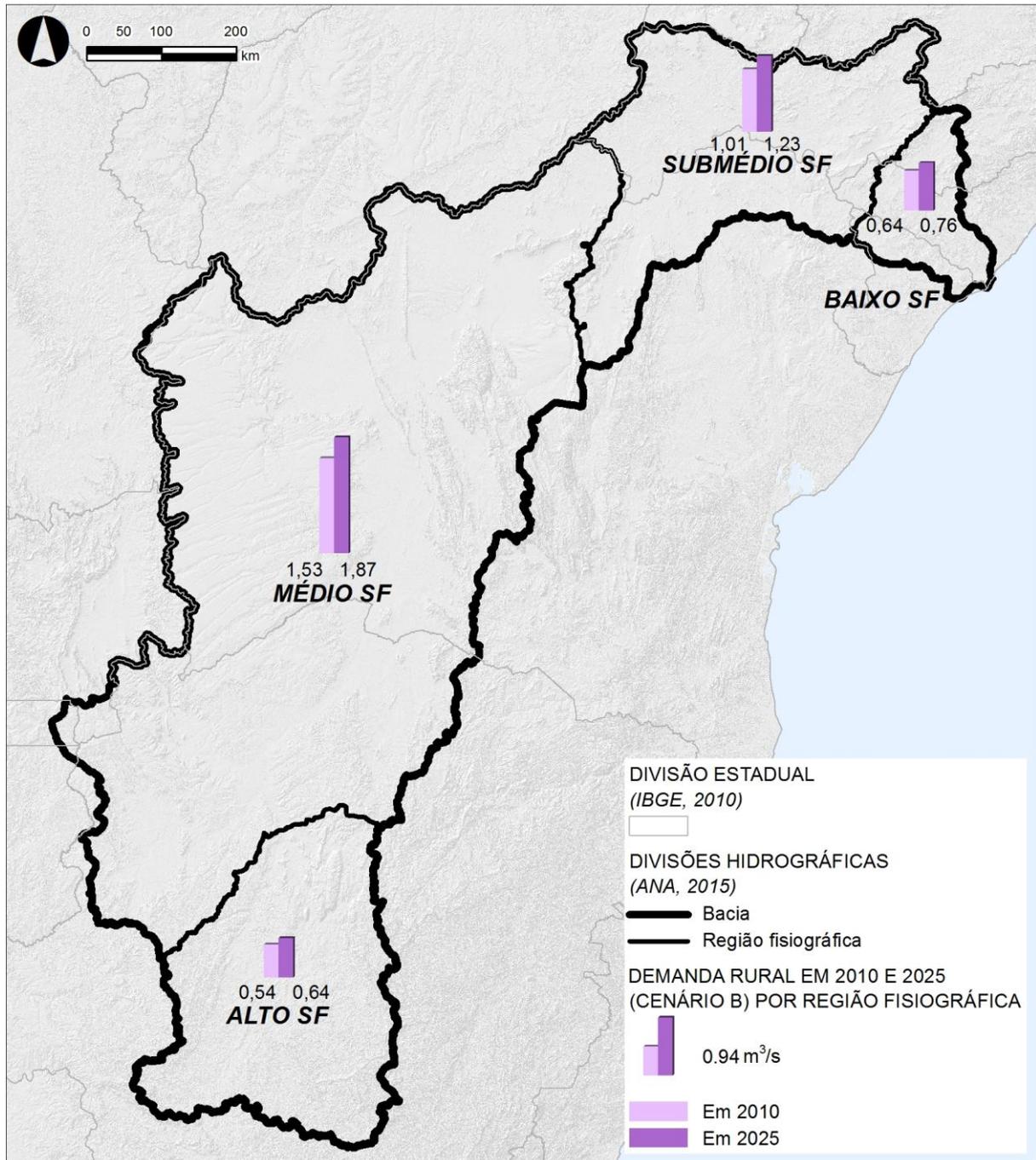


Figura 21 – Demanda rural (m^3/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 7 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

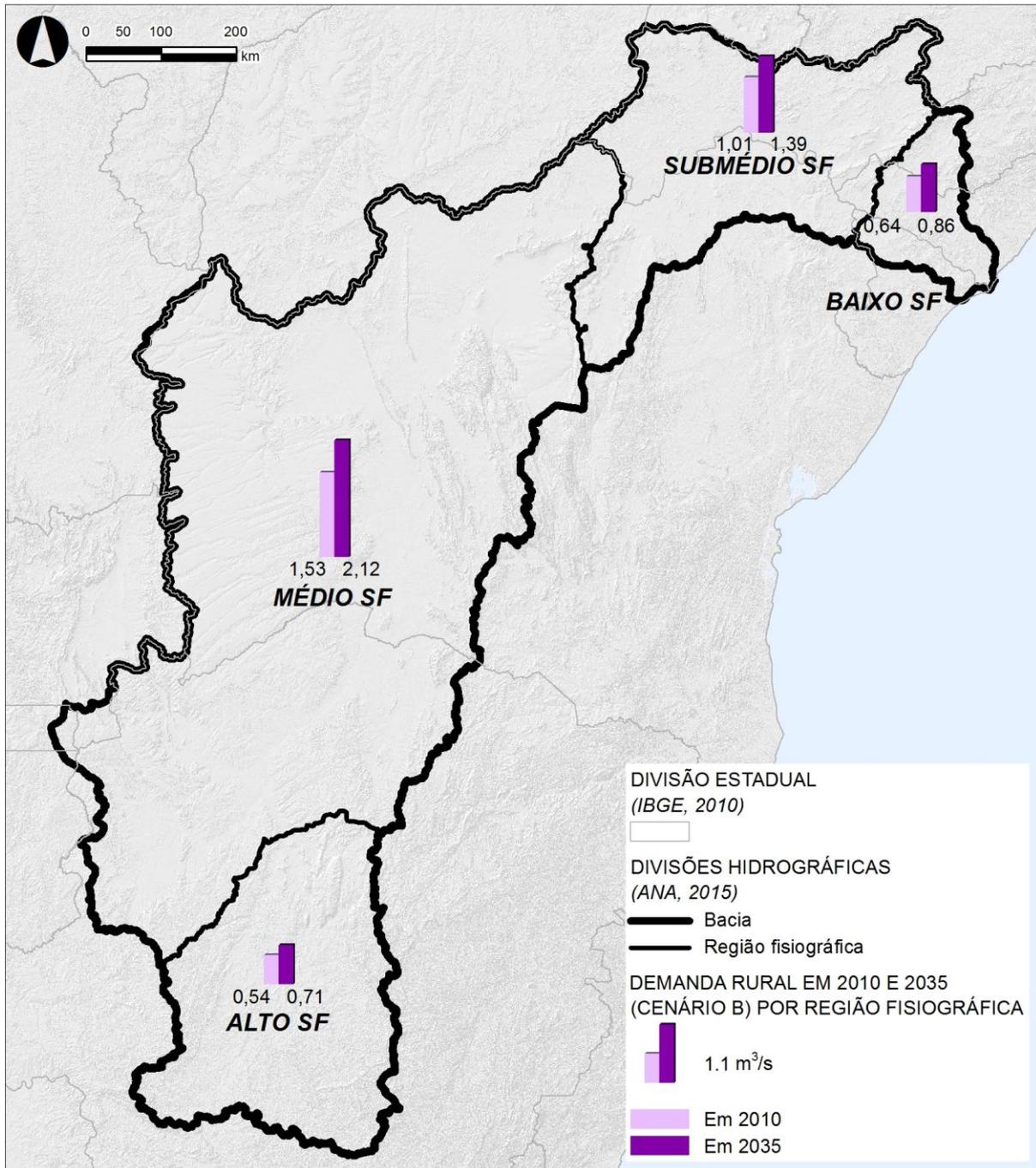


Figura 22 – Demanda rural (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica
 (Mapa 8 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

4.5.6. Transposição

A demanda de transposição foi estimada de forma mais simples face aos usos anteriores. De fato, optou-se por desenvolver cenários alternativos de transposição com base unicamente nos parâmetros técnicos indicados na Seção 3.2.5 (mais acima), evitando-se uma excessiva modelização num contexto em que a demanda futura é mais imprevisível por se desconhecer, designadamente, quais serão os usos e as áreas a servir com esta água a retirar do rio São Francisco (depende de diversos fatores exógenos e/ou não controláveis pelas autoridades da bacia).

Assim, no caso do **Plano de Integração do rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF)** associaram-se as vazões firmes de 17,3 e 9,1 m³/s, respectivamente, aos respectivos canais norte e leste em 2016, ano para o qual está prevista a conclusão destas infraestruturas. É de notar que a soma destas vazões é igual a 26,4 m³/s que corresponde à vazão firme outorgada através da Resolução n.º 411 de 22 de setembro de 2005 (cf. Seção 3.2.5). Partindo destas vazões mínimas de retirada, procedeu-se a uma aproximação progressiva, por interpolação linear, a três situações hipotéticas no horizonte de 2035:

- **Cenário A:** vazão mínima num período de 5 anos de acordo com Feijó e Torggler (2007), isto é, 25,7 m³/s no canal norte e 10,9 m³/s no canal leste (total: 36,6 m³/s);
- **Cenário B:** vazão média plurianual de acordo com a mesma fonte, isto é, 47,3 m³/s no canal norte e 15,7 m³/s no canal leste (total: 63,0 m³/s);
- **Cenário C:** vazão máxima diária outorgada, isto é, 89,3 m³/s no canal norte e 25,0 m³/s no canal leste (total: 114,3 m³/s).

Foi também associado, ao **Cenário C**, o **projeto de transposição suplementar «canal oeste»**, ainda em fase de estudo, com vazão esperada de 30 m³/s (JORNAL DA CIDADE, 2015).

No caso da captação para reforço do abastecimento da região metropolitana de Aracaju, explorada pela **Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO**, partiu-se da vazão média atual (2,69 m³/s) e considerou-se, no horizonte de 2025:

- **Cenário A:** vazão máxima outorgada, isto é, 2,76 m³/s;
- **Cenário B:** vazão projetada pela ANA (2010), isto é, 2,98 m³/s;

- **Cenário C:** vazão hipotética de 3,5 m³/s, de modo a considerar uma demanda acima da prevista pela ANA.

Tal como no sistema PISF, foi feita uma aproximação por interpolação linear a cada uma destas vazões-objetivo. Contudo, o ponto de chegada foi 2025 e não 2035, por ser esse o horizonte de planeamento da ANA (2010). Por hipótese, assumiu-se que a vazão de retirada pela DESO se manteria constante até 2035 no nível de 2025 associado a cada cenário de prognóstico.

O quadro seguinte sintetiza a demanda de transposição projetada no horizonte de 2035, associando a cada sistema a respectiva sub-bacia de captação:

Quadro 45 – Demanda de transposição: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por sistema, sub-bacia/região e cenário (m³/s).

Sistema	Sub-bacia (Região)	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s) (*)					
			2010	2015	2020	2025	2030	2035
PISF – Norte	Terra Nova (Submédio)	A	0,0	0,0	19,1	21,3	23,5	25,7
		B	0,0	0,0	23,6	31,5	39,4	47,3
		C	0,0	0,0	32,5	51,4	70,4	89,3
PISF – Leste	Pageú (Submédio)	A	0,0	0,0	9,5	10,0	10,4	10,9
		B	0,0	0,0	10,5	12,2	14,0	15,7
		C	0,0	0,0	12,4	16,6	20,8	25,0
PISF - Oeste	Margem Esq. Sobradinho (Submédio)	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		C	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0
DESO	Baixo SF em Sergipe (Baixo)	A	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8
		B	2,7	2,7	2,8	3,0	3,0	3,0
		C	2,7	2,7	3,1	3,5	3,5	3,5
Total		A	2,7	2,7	31,3	34,0	36,7	39,4
		B	2,7	2,7	36,9	46,7	56,3	66,0
		C	2,7	2,7	48,0	71,5	124,7	147,8

(*) Os canais norte e leste do sistema PISF apenas entrarão em operação em 2016, pelo que não foram contabilizados nos totais de 2010 e 2015; o canal oeste está ainda em fase de estudo, pelo que foi associado apenas ao Cenário C, não devendo entrar ao serviço antes de 2030 (caso se venha a concretizar).

Fonte: NEMUS.

De um modo geral, a demanda de transposição deverá aumentar de forma muito expressiva por via da entrada em funcionamento do PISF em 2016, sendo de esperar que possa oscilar entre os 39 e os 148 m³/s no horizonte de 2035, com uma projeção central de cerca de 66 m³/s. No horizonte de 2025 (dez anos), o intervalo está compreendido entre 34 e 72 m³/s, com um cenário central próximo dos 47 m³/s.

4.5.7. Demanda total

PROJEÇÕES A MÉDIO PRAZO (2025)

No horizonte de planejamento deste plano (2025), é de esperar que a demanda total de água aumente 88% face ao ano de referência (2010) no **cenário tendencial (B)**, passando de 312 m³/s para uma retirada próxima dos 460 m³/s. O crescimento esperado face à demanda estimada em 2015 (cerca de 340 m³/s) é de cerca de 72%, o que não deixaria de se constituir como uma importante pressão sobre os mananciais existentes.

Quadro 46 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio prazo (2025), por região e cenário (m³/s), e crescimento acumulado (%).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)				Cresc. acumulado (*)	
		2010	2015	2020	2025	2010-25	2015-25
Alto	A	66,1	66,0	73,2	84,4	27,6%	27,9%
	B	66,1	67,4	76,9	93,8	41,8%	39,2%
	C	66,1	66,8	79,1	102,6	55,1%	53,5%
Médio	A	150,4	185,3	210,1	245,7	63,3%	32,6%
	B	150,4	199,3	241,0	303,6	101,8%	52,3%
	C	150,4	192,3	256,3	423,6	181,6%	120,3%
Submédio	A	66,1	42,6	81,0	100,2	51,7%	135,5%
	B	66,1	45,7	107,6	156,1	136,3%	241,3%
	C	66,1	46,7	139,1	224,6	240,1%	381,0%
Baixo	A	29,5	26,6	27,7	28,0	-5,2%	5,4%
	B	29,5	27,2	30,3	31,9	7,8%	17,0%
	C	29,5	27,0	32,2	35,2	19,0%	30,4%

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)				Cresc. acumulado (*)	
		2010	2015	2020	2025	2010-25	2015-25
Baixo (**)	A	29,5	26,6	33,0	38,7	30,9%	45,6%
	B	29,5	27,2	41,0	53,2	80,1%	95,4%
	C	29,5	27,0	48,2	67,2	127,4%	149,1%
Total	A	312,1	320,4	392,0	458,3	46,8%	43,0%
	B	312,1	339,6	455,8	585,3	87,5%	72,4%
	C	312,1	332,7	506,8	785,9	151,8%	136,2%

(*) Taxa de crescimento acumulado = $100 \times (\text{Vazão ano final} \div \text{Vazão ano inicial} - 1)$.

(**) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS.

A demanda deverá aumentar em todas as regiões, de forma mais expressiva no Submédio SF, recuperando da quebra que se terá verificado entre 2010 e 2015, e no Médio SF. Considerando o efeito do Canal do Sertão Alagoano, que irá futuramente no abastecer o Baixo SF, o crescimento esperado da demanda para esta última região torna-se bastante mais expressivo, podendo envolver um crescimento próximo dos 150% face à atualidade (2015), acima do esperado para o Médio no Cenário C (120%).

A Figura 23, Figura 24 e Figura 25 apresentam, respectivamente, a demanda total projetada para 2025 nos cenários A, B e C, por região fisiográfica. No caso do Baixo São Francisco, não foi incorporado o efeito do Canal do Sertão Alagoano, pelo que a respectiva demanda será superior ao sugerido pelas figuras.

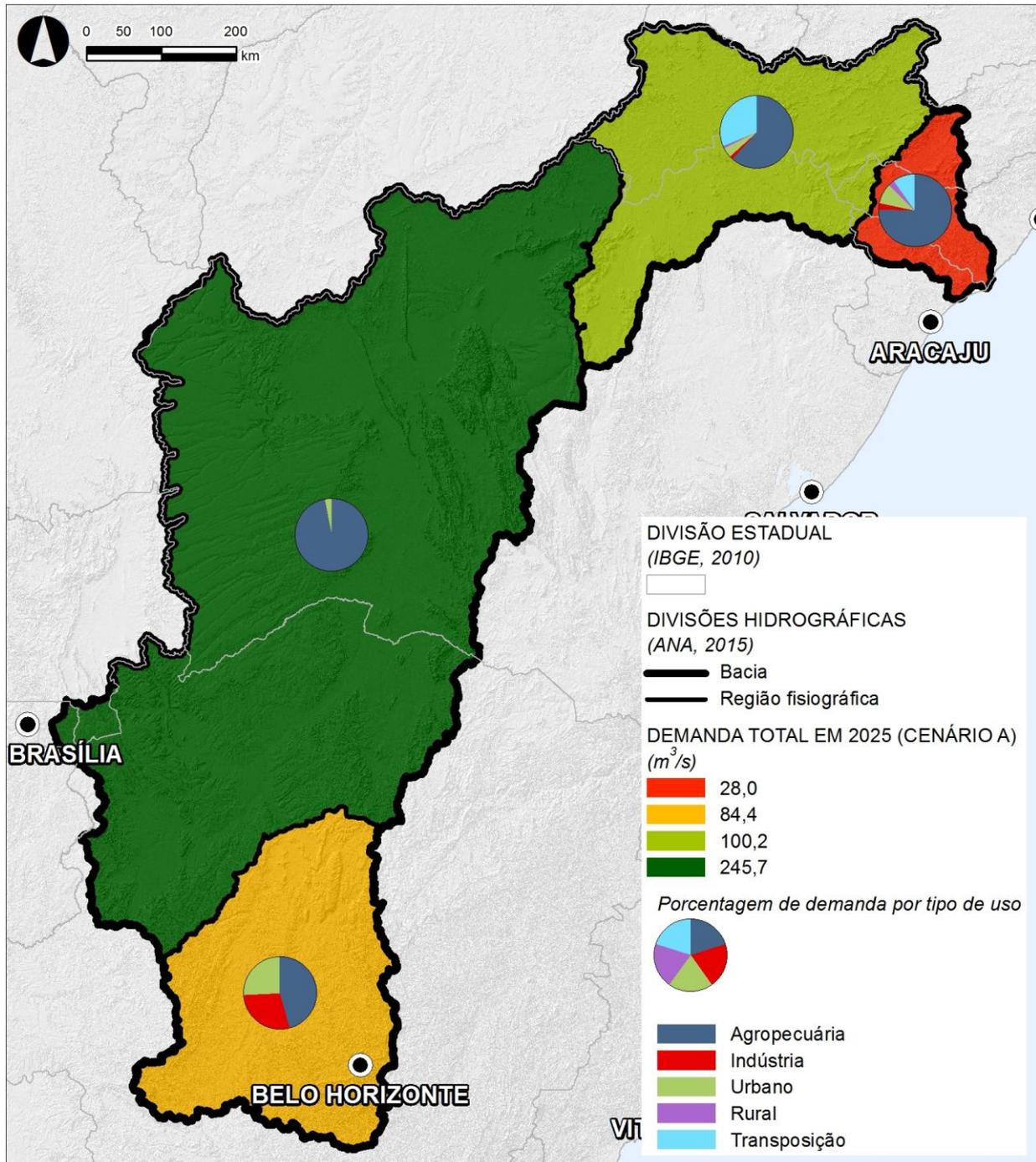


Figura 23 – Demanda total (m³/s) em 2025, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 9 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

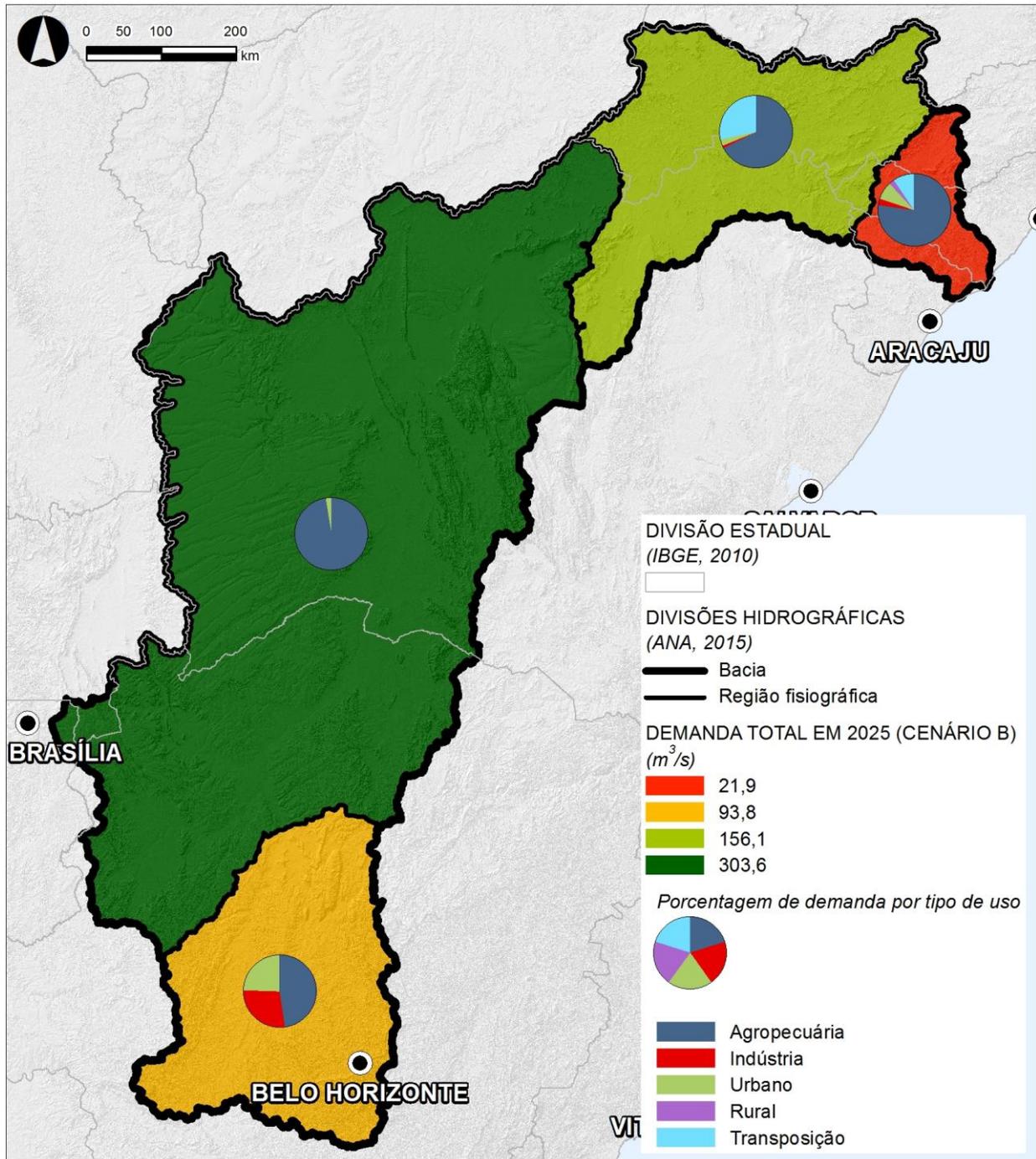


Figura 24 – Demanda total (m^3/s) em 2025, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 10 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

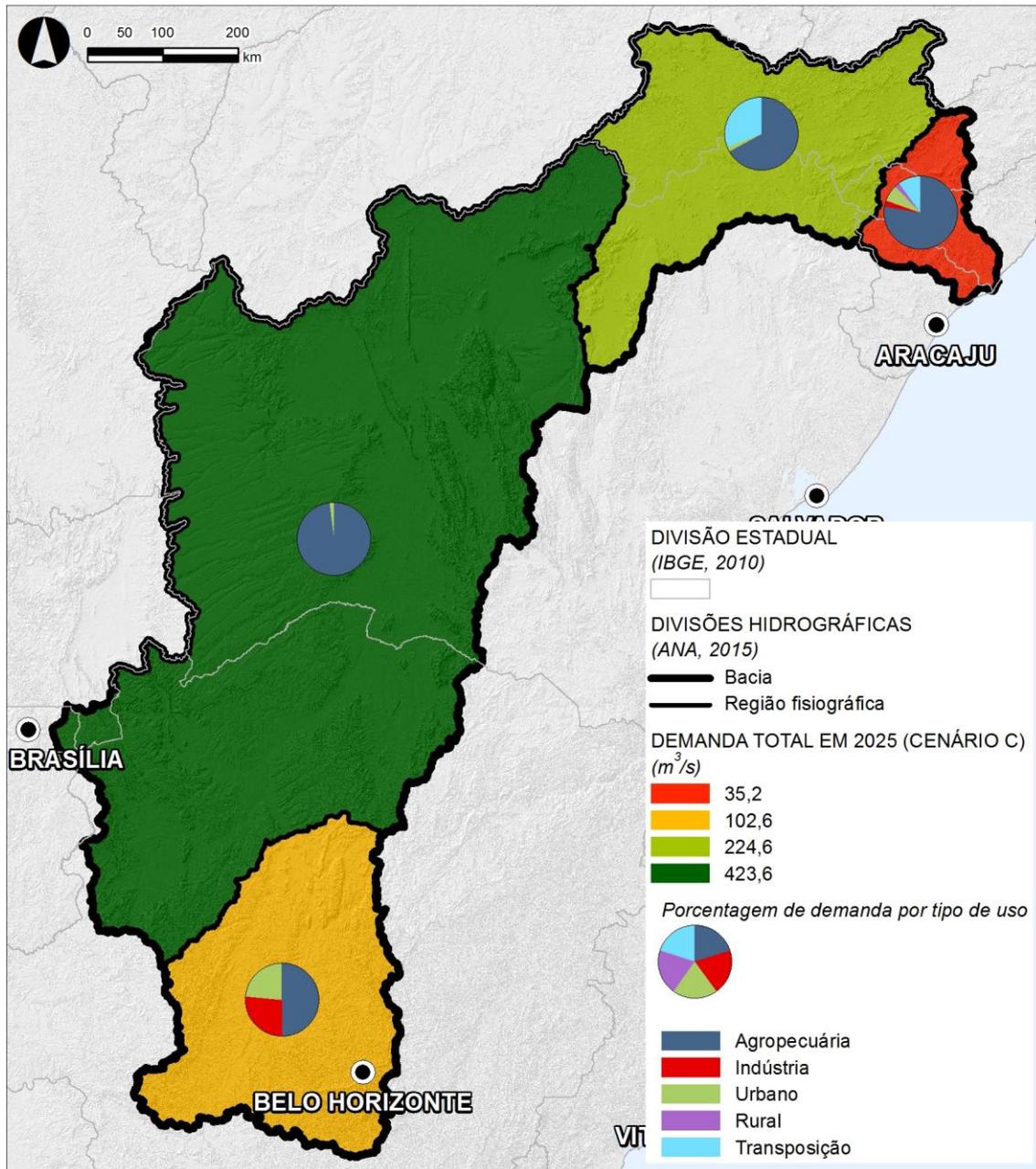


Figura 25 – Demanda total (m³/s) em 2025, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 11 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

Ainda de acordo com o Quadro 46 (acima), não é impossível um crescimento acumulado acima dos 150% face a 2010 como no **Cenário C**. Tal corresponderia a uma demanda total acima dos 785 m³/s a médio prazo (2025).

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 47% entre 2010 e 2025. Na prática, a vazão a retirar poderia ser próxima dos 458 m³/s no horizonte de planeamento deste plano, de acordo com o **Cenário A**.

De acordo com o dito, estes prognósticos a médio prazo estão bastante relacionados com as **dinâmicas instaladas no Submédio e no Médio São Francisco**, territórios que parecem estar a atravessar uma fase de desenvolvimento acelerado. No **Cenário B**, no Submédio, é de esperar um crescimento da respectiva demanda de quase 136% entre 2010 e 2025, com uma taxa ainda maior (241%) entre 2015 e 2025. No Médio, o crescimento de 102% entre 2010 e 2025, com uma taxa mais modesta (52%) entre 2015 e 2025.

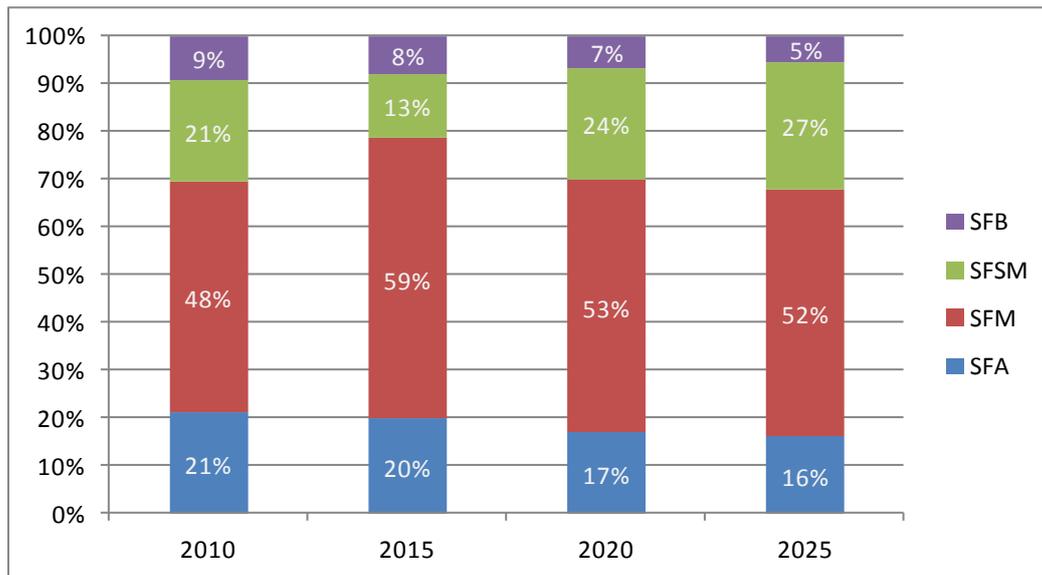


Figura 26 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por região fisiográfica.

Fonte: NEMUS.

Fruto dos projetos de expansão de perímetros irrigados em curso, do Canal de Xingó, do Canal do Sertão Alagoano e das transposições para o Nordeste (PISF), o **Submédio São Francisco** deverá ganhar importância relativa na água retirada à bacia (de 21% em 2010 para 27%, cf. Figura 26). O **Médio São Francisco** deverá também aumentar a representatividade face a 2010 (em 4%), mantendo-se a região em que essa vazão é mais significativa (52% do total da bacia). Tanto o **Baixo** como o **Alto São Francisco** deverão perder importância relativa na vazão retirada, se bem que, como se referiu, uma significativa parte da água a captar no reservatório de Moxotó (até 32 m³/s) terá como destino o Baixo São Francisco, no âmbito do empreendimento do Canal do Sertão Alagoano.

A **importância relativa da agropecuária na demanda total** a médio prazo deverá manter-se na ordem dos 80%, enquanto a importância relativa do abastecimento **urbano** e da **indústria** deverão sofrer um decréscimo. A **transposição** poderá passar a representar cerca de 8% da retirada total quando, atualmente, representa cerca de 1% do total. Já o abastecimento rural deverá manter um peso residual, próximo de 1%:

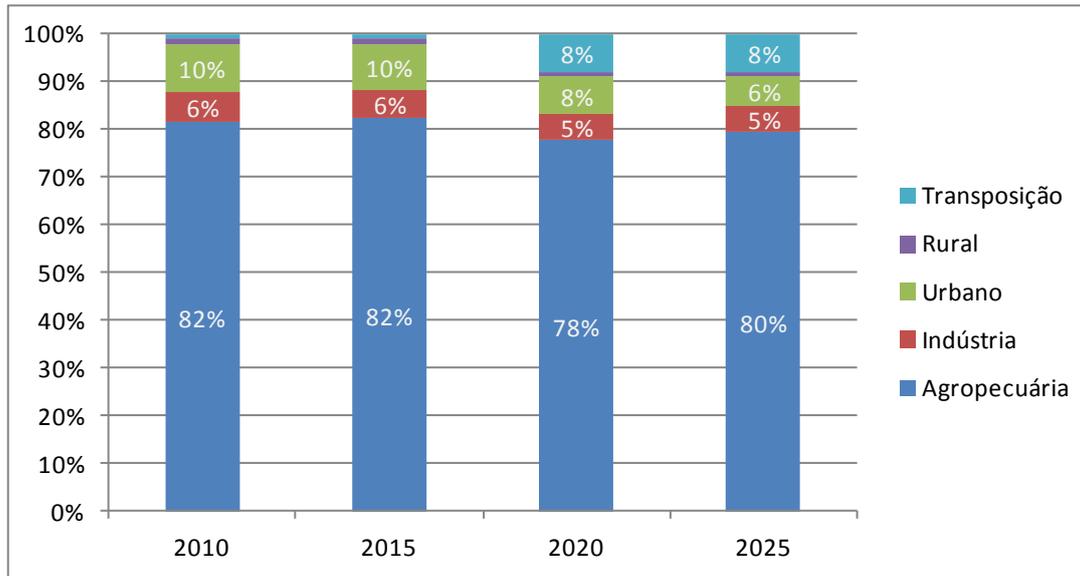


Figura 27 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por uso.

Fonte: NEMUS.

Os quadros 28 a 30 (Volume 2 – Apêndices) complementam estes elementos de síntese, indicando as retiradas totais por sub-bacia do rio São Francisco projetadas nos horizontes de 2025 e 2035 – este último, alvo de breve análise na seção seguinte.

As sub-bacias cuja demanda total, no Cenário B, deverá crescer mais intensamente entre 2015 e 2025 são as seguintes: Riacho Seco (que abastece o Canal do Sertão Alagoano a partir do lago do Moxotó, junto a Delmiro Gouveia), Curitiba, Terra Nova, Pajeu e Jequitáí.

A Figura 28 compara a demanda total em 2010 e 2025, no cenário B, por sub-bacia. Os números correspondem ao número de identificação da sub-bacia, cuja designação é apresentada na legenda.

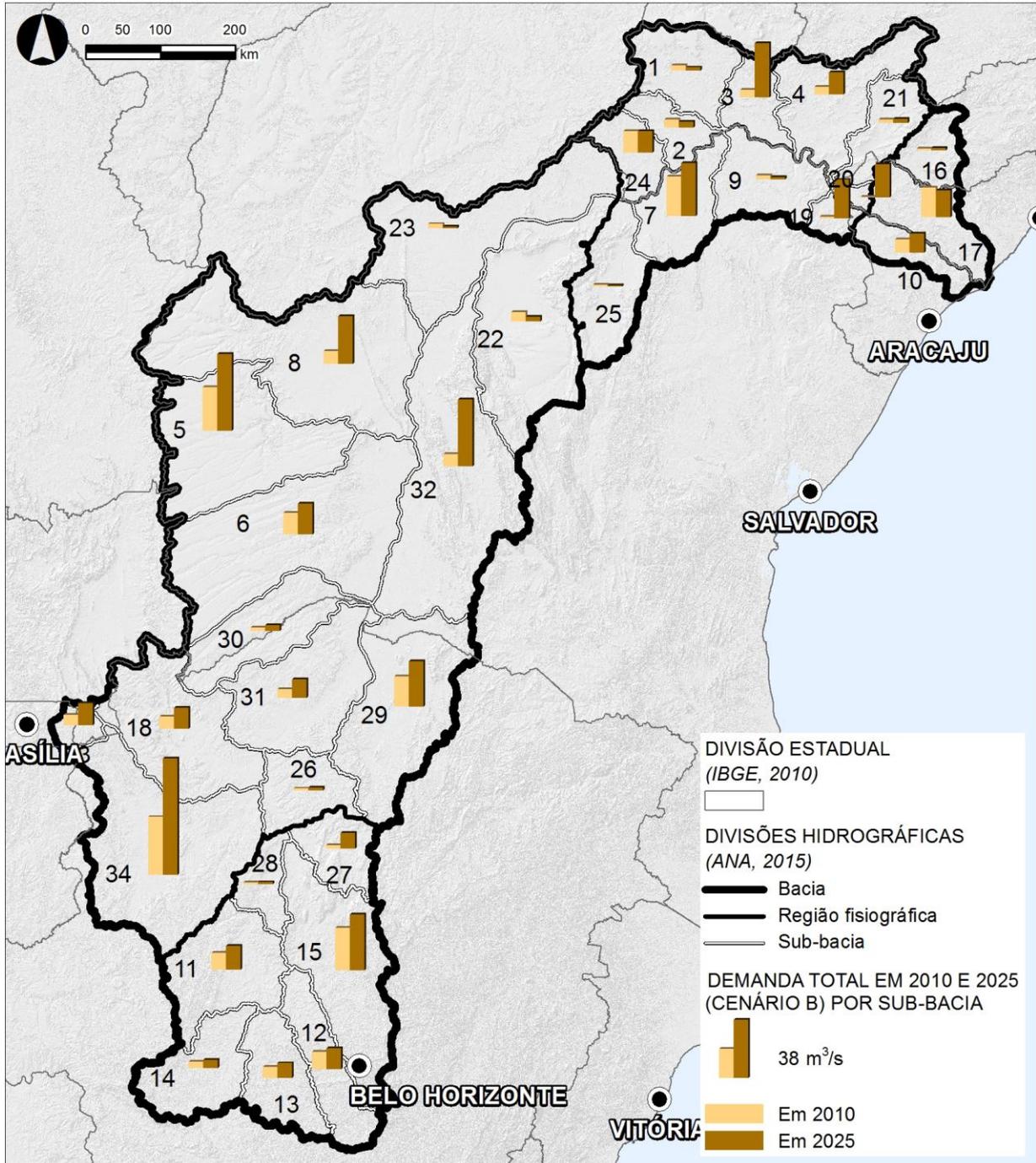


Figura 28 – Demanda total (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 12 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

LEGENDA:

SUB-BACIAS DE NÍVEL 3	12, PARAPEBA	23, MARGEM ESQUERDA DO LAGO DE SOBRADINHO
1, BRÍGIDA	13, PARÁ	24, RIO DO PONTAL
2, GARÇAS/GI6/GI7	14, AFLUENTES MINEIROS DO ALTO SF	25, SALITRE
3, TERRA NOVA/GI4/GI5	15, VELHAS	26, PACUÍ
4, PAJEÚ/GI3	16, ALTO IPANEMA	27, JEQUITÁI
5, ALTO GRANDE	17, BAIXO IPANEMA/BAIXO SÃO FRANCISCO (AL)	28, RIO DE JANEIRO/FORMOSO
6, CORRENTE	18, URUCUIA	29, VERDE GRANDE (MG)
7, CURAÇÁ	19, CURITUBA	30, CARINHANHA (MG/BA)
8, MÉDIO/BAIXO GRANDE	20, SECO	31, PANDEIROS/PARDO/MANGAÍ
9, MACURURÉ	21, MOXOTÓ	32, PARAMIRIM/SANTO ONOFRE/CARNÁIBA DE DENTRO
10, BAIXO SÃO FRANCISCO (SE)	22, VERDE/JACARÉ	33, ALTO PRETO
11, ENTORNO REPRESA DE TRÊS MARIAS		34, PARACATU

Finalmente, a demanda total, em 2025, nos cenários A, B e C, por sub-bacia, é apresentada na Figura 29, Figura 30 e Figura 31, respectivamente. Os números correspondem ao número de identificação da sub-bacia, cuja designação é apresentada na legenda.

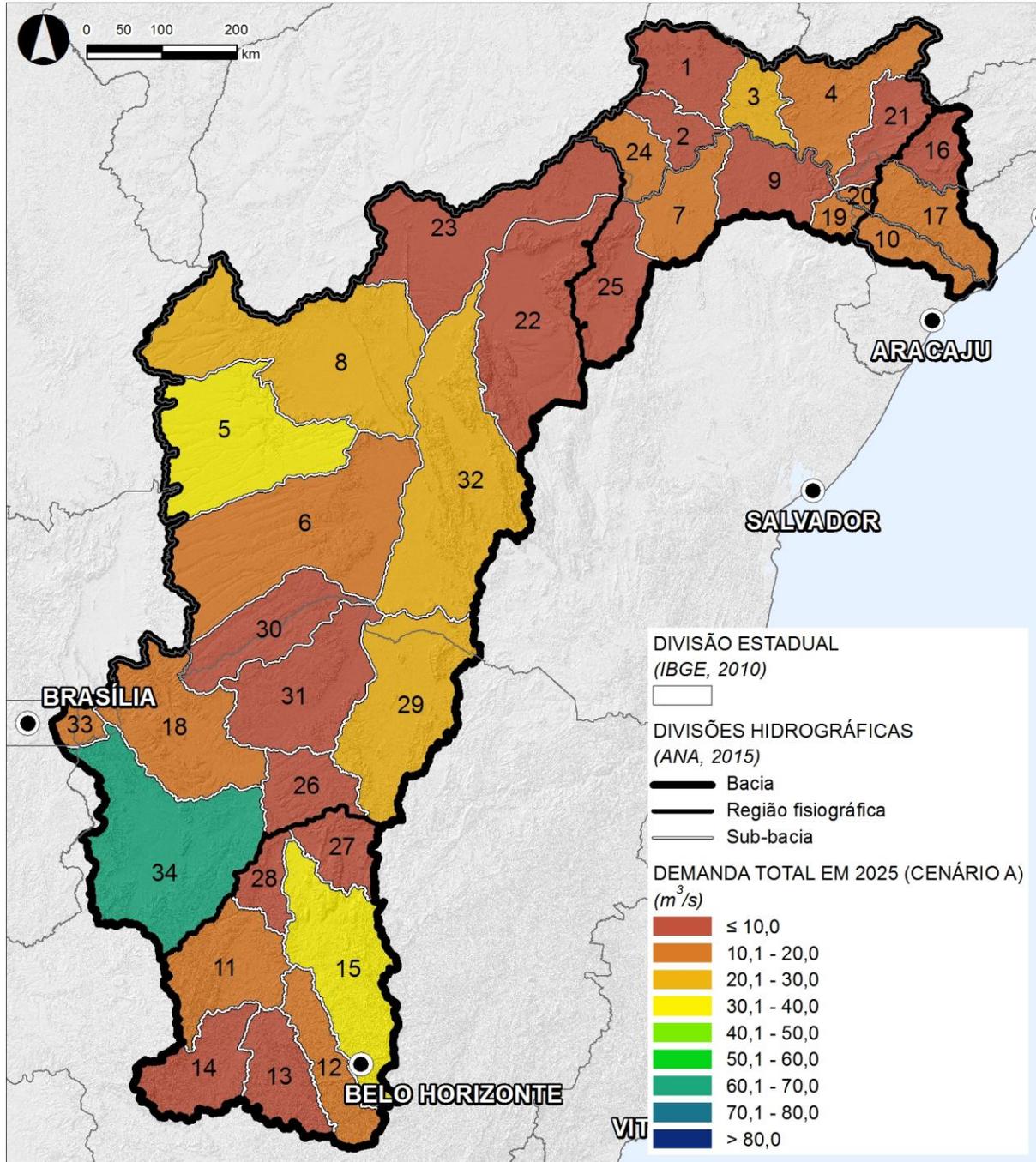


Figura 29 – Demanda total (m^3/s) em 2025 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 13 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

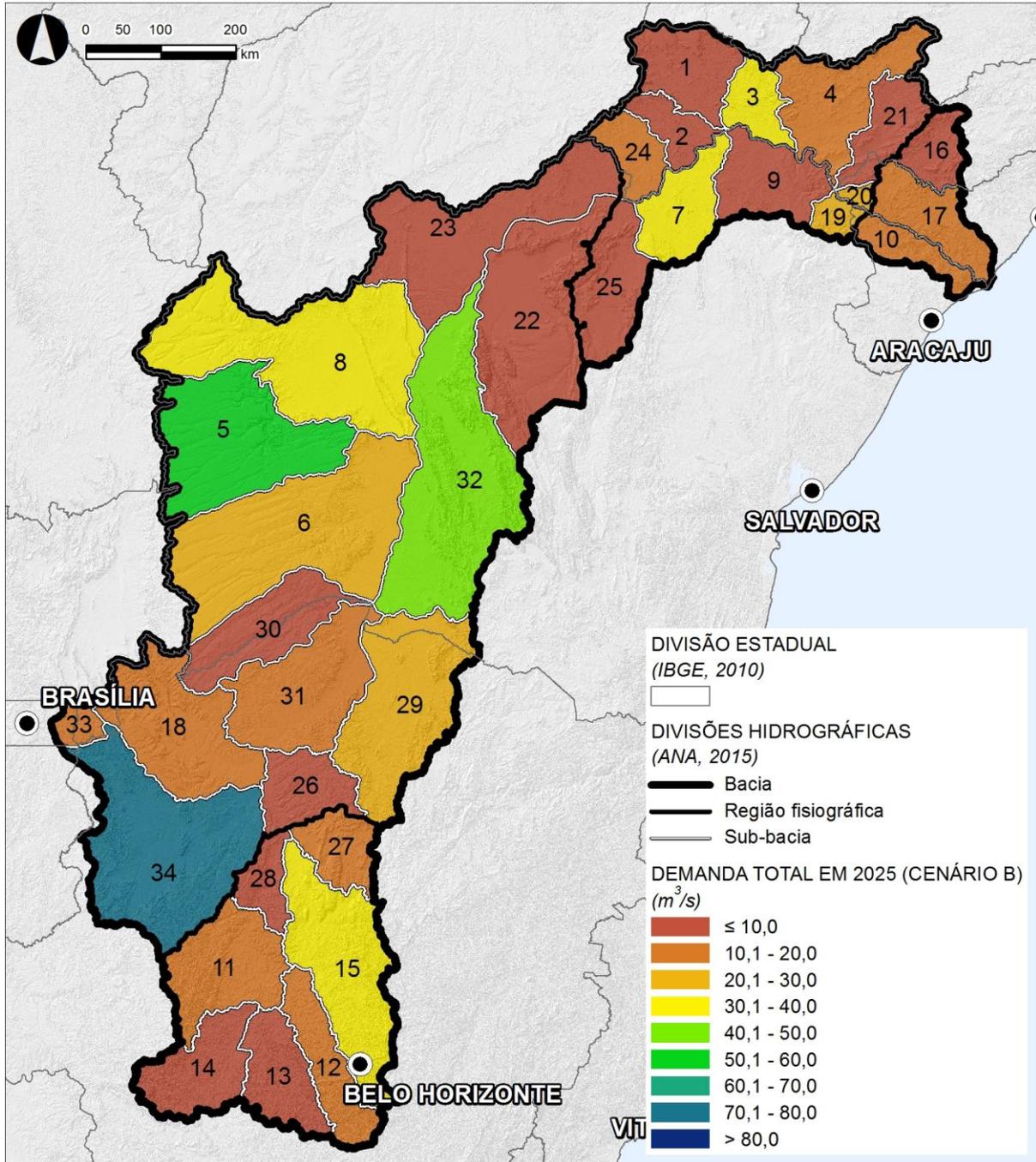


Figura 30 – Demanda total (m^3/s) em 2025 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 14 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

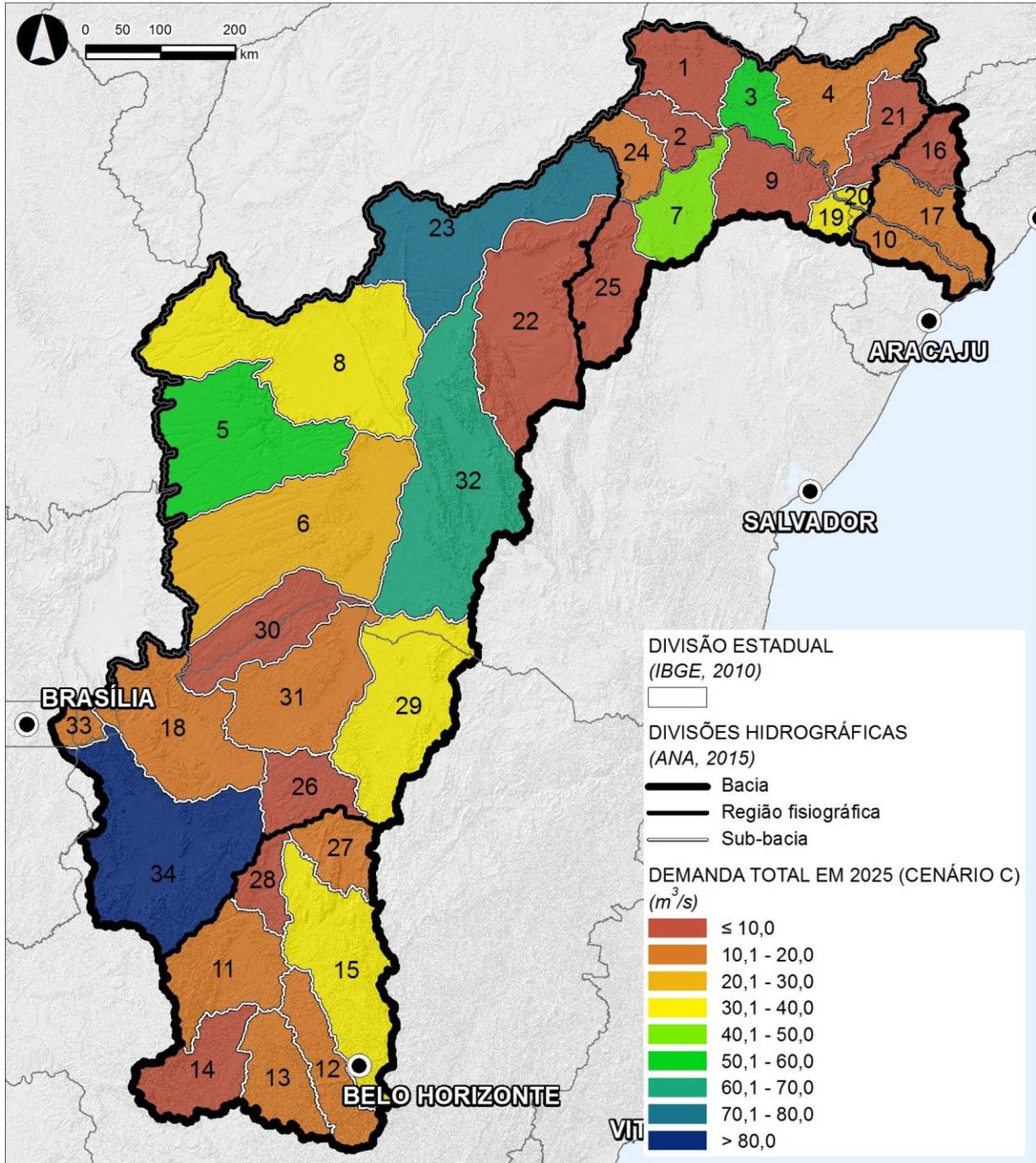


Figura 31 – Demanda total (m^3/s) em 2025 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 15 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

PROJEÇÕES A LONGO PRAZO (2035)

Projetar a demanda total de água num horizonte de 20 anos, isto é, até 2035, é um exercício bastante mais arriscado face ao apresentado na seção anterior, relativo ao horizonte de planejamento deste plano (2025). Para além de se tratar de um período com o dobro da duração, logo sujeito a mais contingências imprevisíveis, existem pelo menos **três fatores** que aconselham uma leitura prudente dos cenários de vazão aqui apresentados.

Em primeiro lugar, o Brasil enfrenta, em 2015, uma conjuntura econômica muito difícil, marcada pela contração do PIB (recessão), inflação elevada e problemas orçamentais (saldo primário negativo) e nas contas externas (balança de transações correntes negativa). O impacto a longo prazo desta crise é imprevisível, podendo o Brasil estar a iniciar um novo período na sua história recente, marcado por perspectivas de crescimento mais moderado face às duas últimas décadas, tal como acontece nos demais BRICS, com exceção da Índia. Aliás, as menores perspectivas de crescimento na China têm motivado novos mínimos dos últimos seis anos nos preços das matérias-primas (*commodities*), especialmente nos metais, o que, a manter-se, poderá limitar as perspectivas de desenvolvimento do tecido produtivo da bacia do rio São Francisco, notadamente das comunidades mineiras e demais segmentos exportadores.

Em segundo lugar, os prognósticos que têm vindo a ser apresentados ao longo deste capítulo basearam-se na informação mais atual disponível mas que é datada de 2010, nos casos do Censo Demográfico e das vazões de retirada de referência, ou de 2012, nos casos do VAB agropecuário e industrial e dos indicadores demográficos de natalidade e mortalidade.

Em terceiro lugar, os métodos de previsão utilizados caracterizam-se pela sua grande sensibilidade aos dados mais atuais. Não se trata de um ponto negativo mas de uma vantagem associada aos métodos não paramétricos como é caso do filtro de Hodrick-Prescott que se limita a captar a dinâmica associada às séries temporais, decompondo-as em duas partes (tendência e ciclo). Também os modelos demográficos adotados não possuem qualquer forma funcional, por exemplo, exponencial como é comum em outros estudos, antes resultando da iteração sucessiva dos parâmetros de natalidade e mortalidade fornecidos pelo Registro Civil tendo como ponto de partida dos dados do Censo de 2010.

As projeções da vazão a retirar do São Francisco a longo prazo são apresentadas no quadro seguinte (Quadro 47) e no Volume 2 – Apêndices.

Quadro 47 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a longo prazo (2035) por região e cenário (m³/s) e crescimento acumulado (%).

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)				Cresc. acumulado (*)	
		2015	2025	2030	2035	2025-35	2015-35
Alto	A	66,0	84,4	93,9	105,0	24,4%	59,1%
	B	67,4	93,8	107,1	123,0	31,2%	82,7%
	C	66,8	102,6	120,9	143,3	39,7%	114,6%
Médio	A	185,3	245,7	272,4	304,2	23,8%	64,2%
	B	199,3	303,6	348,9	406,2	33,8%	103,8%
	C	192,3	423,6	524,8	616,5	45,6%	220,7%
Submédio	A	42,6	100,2	99,9	100,7	0,5%	136,6%
	B	45,7	156,1	163,9	172,7	10,7%	277,7%
	C	46,7	224,6	247,9	272,1	21,1%	482,7%
Baixo	A	26,6	28,0	28,4	28,8	2,8%	8,4%
	B	27,2	31,9	33,4	35,3	10,8%	29,6%
	C	27,0	35,2	38,0	41,3	17,5%	53,2%
Baixo (**)	A	26,6	38,7	39,0	39,5	2,0%	48,5%
	B	27,2	53,2	54,8	56,6	6,4%	108,0%
	C	27,0	67,2	70,0	73,3	9,2%	171,9%
Total	A	320,4	458,3	494,7	538,7	17,5%	68,1%
	B	339,6	585,3	653,3	737,2	26,0%	117,1%
	C	332,7	785,9	931,6	1.073,3	36,6%	222,6%

(*) Taxa de crescimento acumulado = $100 \times (Vazão\ ano\ final \div Vazão\ ano\ inicial - 1)$.

(**) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS.

Em termos gerais, importa reter a **tendência, a longo prazo, para que se acentue a demanda pelos recursos hídricos da bacia do rio São Francisco, que poderá aumentar 117% no horizonte de 2035** face a 2015, para o cenário central (B). Tal corresponderia a uma demanda de 737 m³/s, com um intervalo de previsão mais alargado compreendido entre 539 m³/s e 1.073 m³/s. Ou seja, a demanda pode vir a aumentar entre 68% a 223% a longo prazo face ao que se estima ser a demanda atual (2015), que poderá estar compreendida entre 320 m³/s e 333 m³/s.

As figuras seguintes (Figura 32, Figura 33, Figura 34) complementam estes prognósticos de longo prazo sugerindo, designadamente, as fortes dinâmicas consuntivas associadas ao Médio São Francisco, se bem as figuras possam sub-avaliar a demanda do Baixo São Francisco dado que a água destinada ao Sertão Alagoano é aqui contabilizada na região de captação, isto é, no Submédio (cf. antes Quadro 47, acima, para uma melhor avaliação da demanda efetivamente associada ao Baixo, que poderá crescer de forma muito significativa até 2035).

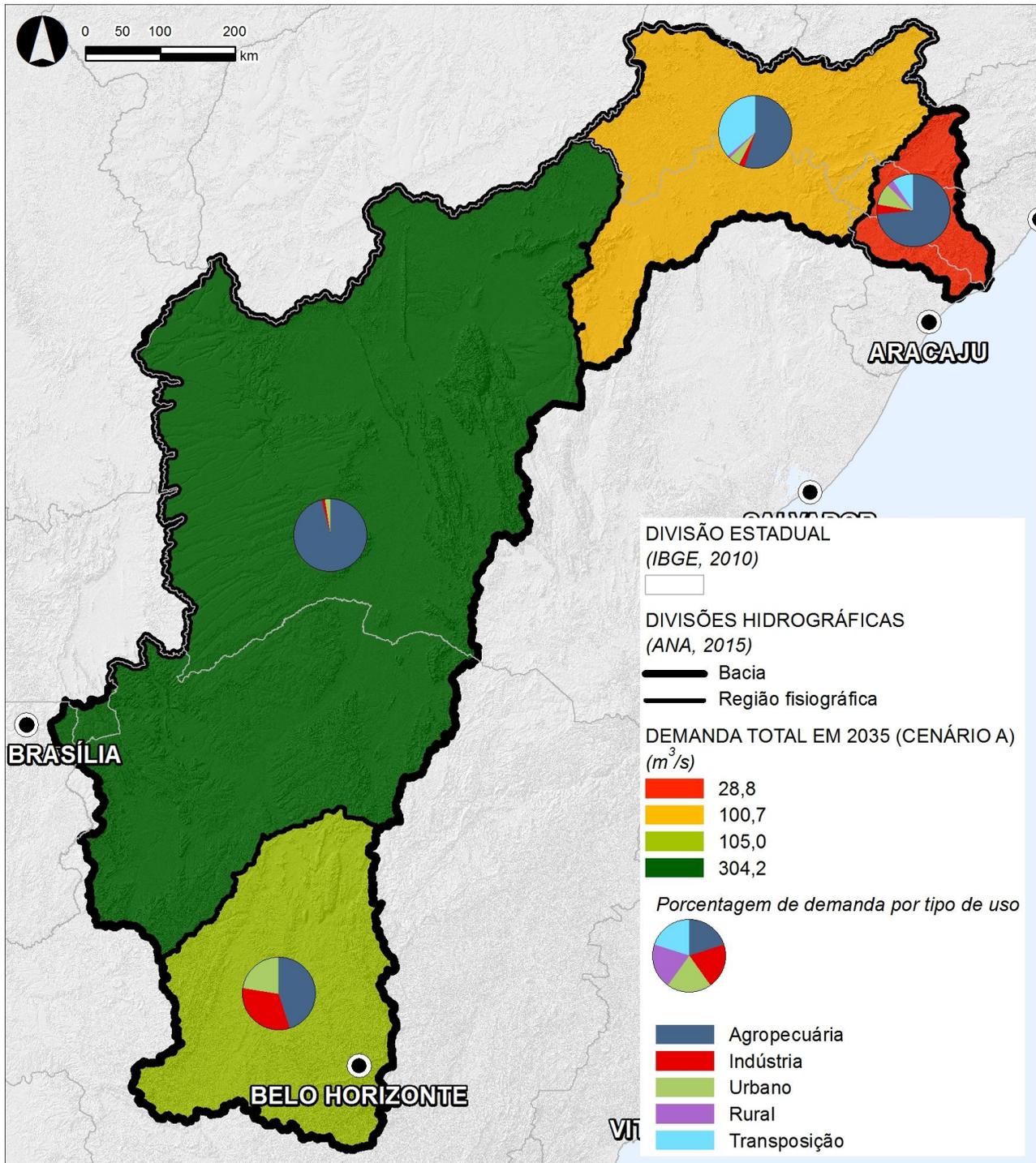


Figura 32 – Demanda total (m^3/s) em 2035, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 16 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

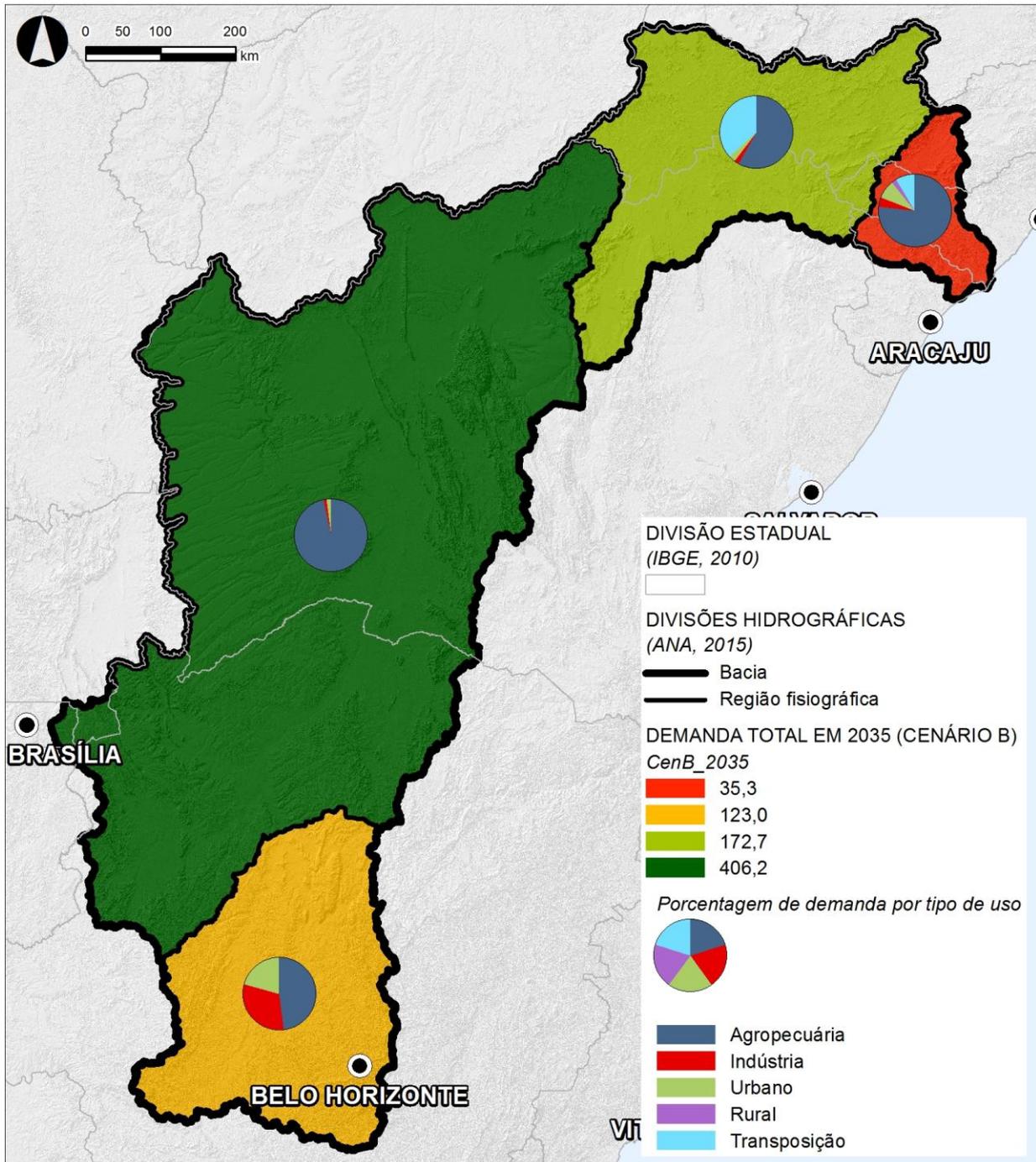


Figura 33 – Demanda total (m^3/s) em 2035, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 17 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

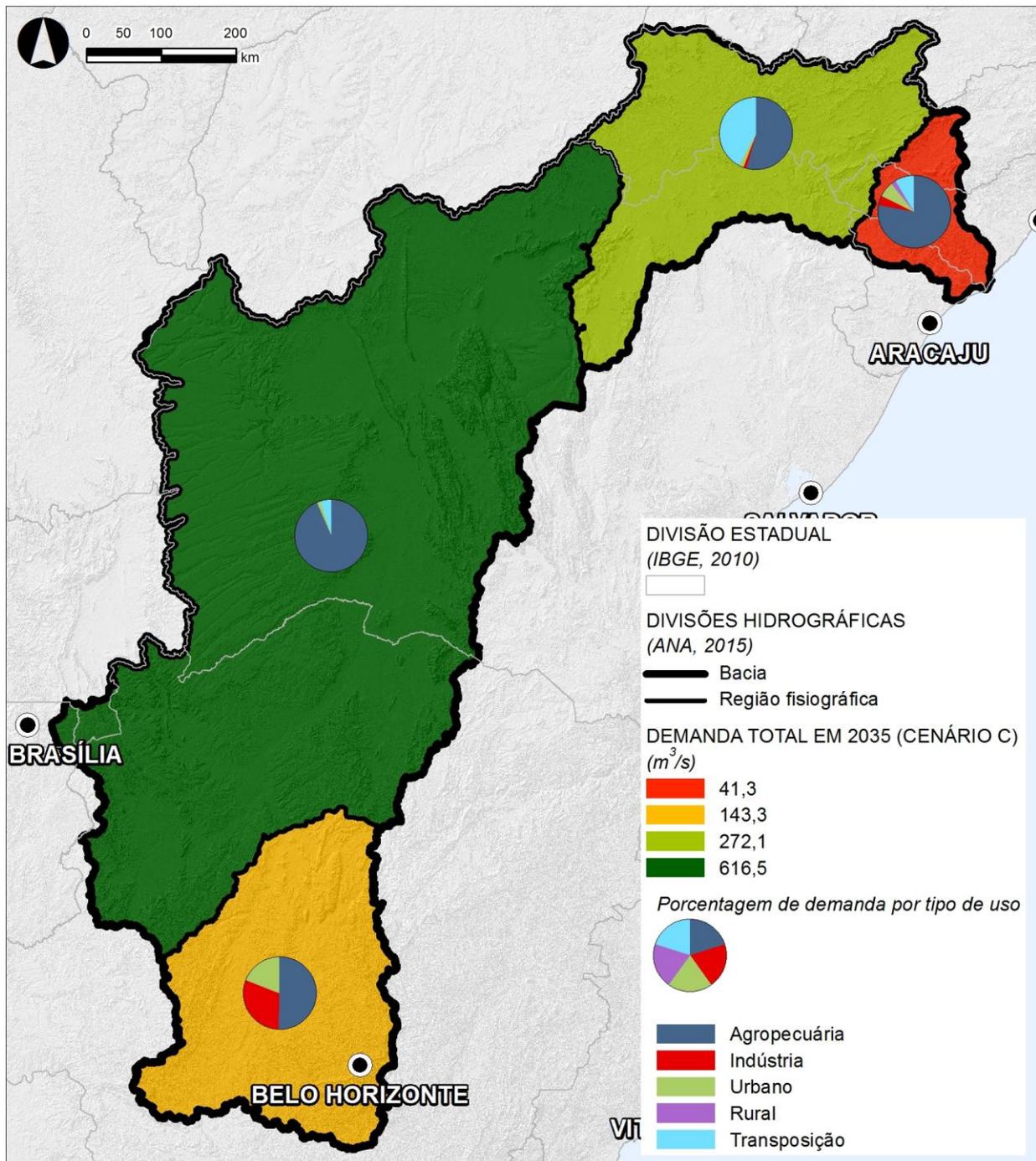


Figura 34 – Demanda total (m^3/s) em 2035, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 18 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

Em 2035, o **Médio São Francisco** terá aumentado em 7% a representatividade da sua demanda face a 2010, mantendo-se a região em que essa demanda é mais significativa (55% da demanda da bacia), seguida do **Submédio São Francisco**, cuja demanda será 23% da demanda total da bacia. O **Baixo** e o **Alto São Francisco** deverão manter em 2035 sensivelmente a importância relativa na vazão retirada face a 2025.

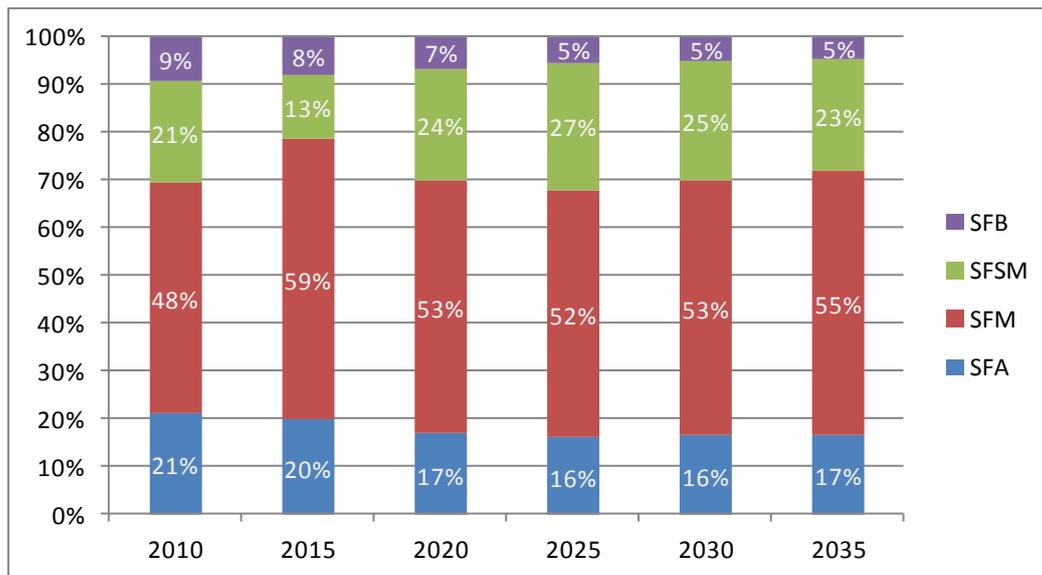


Figura 35 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por região fisiográfica.

Fonte: NEMUS.

A **importância relativa dos vários usos** não deverá sofrer grandes alterações face a 2025, com uma ligeira redução (-2%) da representatividade da demanda associada à agropecuária, e um ligeiro aumento da representatividade da transposição (+1%) e do uso industrial (+1%).

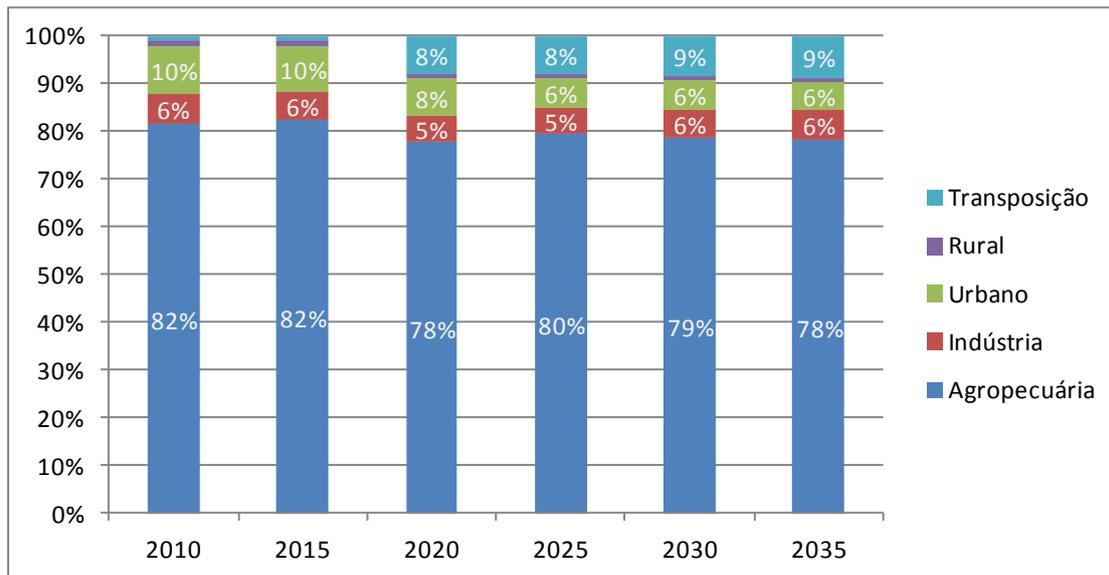


Figura 36 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por uso.

Fonte: NEMUS.

Como anteriormente referido, os **quadros 28 a 30** (Volume 2 – Apêndices) complementam estes elementos de síntese, indicando as **retiradas totais por sub-bacia** do rio São Francisco projetadas no horizonte 2035.

A Figura 37 compara a demanda total em 2010 e 2035, no cenário B, por sub-bacia. Os números correspondem ao número de identificação da sub-bacia, cuja designação é apresentada na legenda.

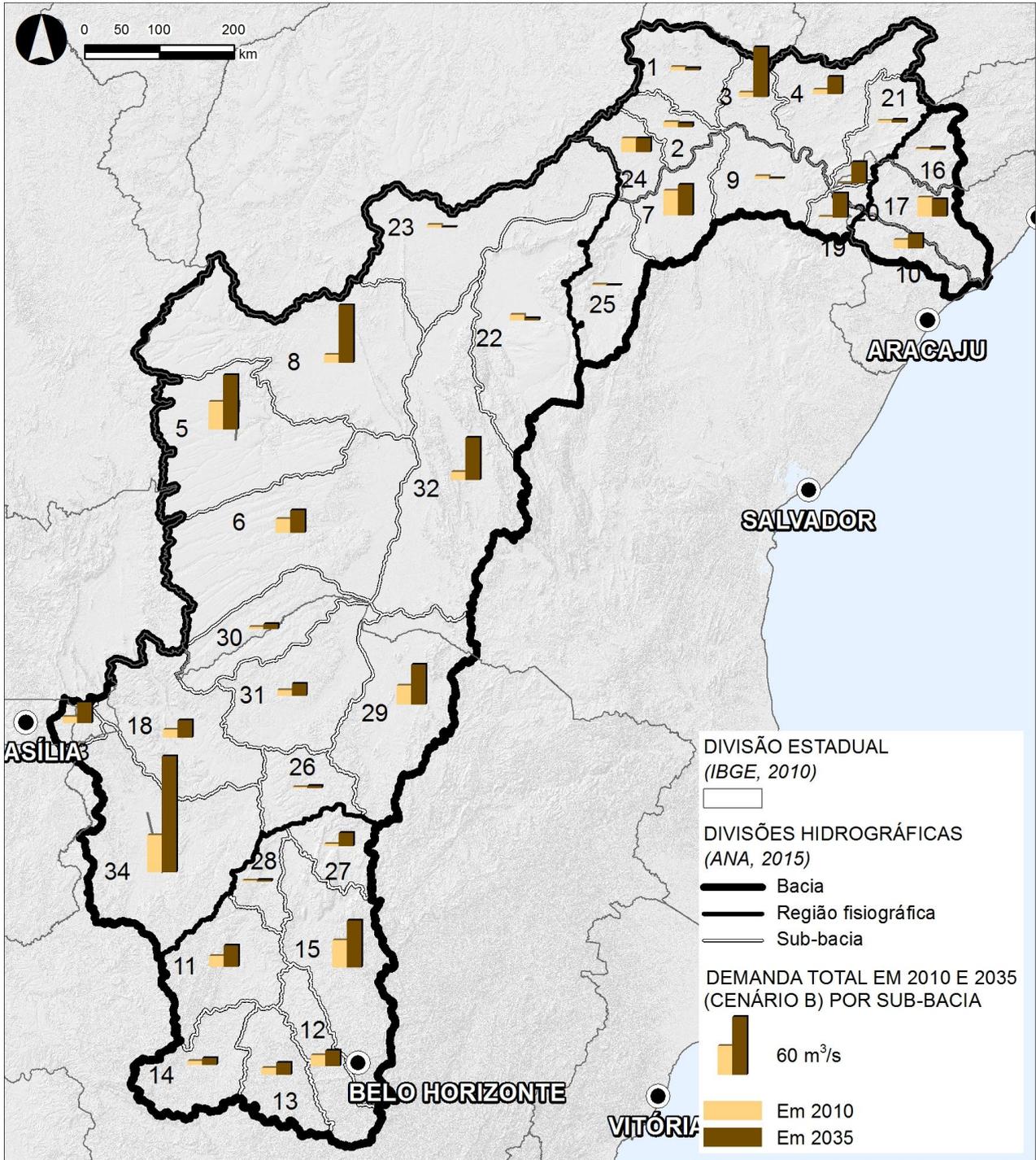


Figura 37 – Demanda total (m^3/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 19 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



LEGENDA:

SUB-BACIAS DE NÍVEL 3

- 1, BRÍGIDA
- 2, GARÇAS/GI6/GI7
- 3, TERRA NOVA/GI4/GI5
- 4, PAJEÚ/GI3
- 5, ALTO GRANDE
- 6, CORRENTE
- 7, CURAÇÁ
- 8, MÉDIO/BAIXO GRANDE
- 9, MACURURÉ
- 10, BAIXO SÃO FRANCISCO (SE)
- 11, ENTORNO REPRESA DE TRÊS MARIAS

- 12, PARAPEBA
- 13, PARÁ
- 14, AFLUENTES MINEIROS DO ALTO SF
- 15, VELHAS
- 16, ALTO IPANEMA
- 17, BAIXO IPANEMA/BAIXO SÃO FRANCISCO (AL)
- 18, URUCUIA
- 19, CURITUBA
- 20, SECO
- 21, MOXOTÓ
- 22, VERDE/JACARÉ

- 23, MARGEM ESQUERDA DO LAGO DE SOBRADINHO
- 24, RIO DO PONTAL
- 25, SALITRE
- 26, PACUÍ
- 27, JEQUITÁI
- 28, RIO DE JANEIRO/FORMOSO
- 29, VERDE GRANDE (MG)
- 30, CARINHANHA (MG/BA)
- 31, PANDEIROS/PARDO/MANGAÍ
- 32, PARAMIRIM/SANTO ONOFRE/CARNÁIBA DE DENTRO
- 33, ALTO PRETO
- 34, PARACATU

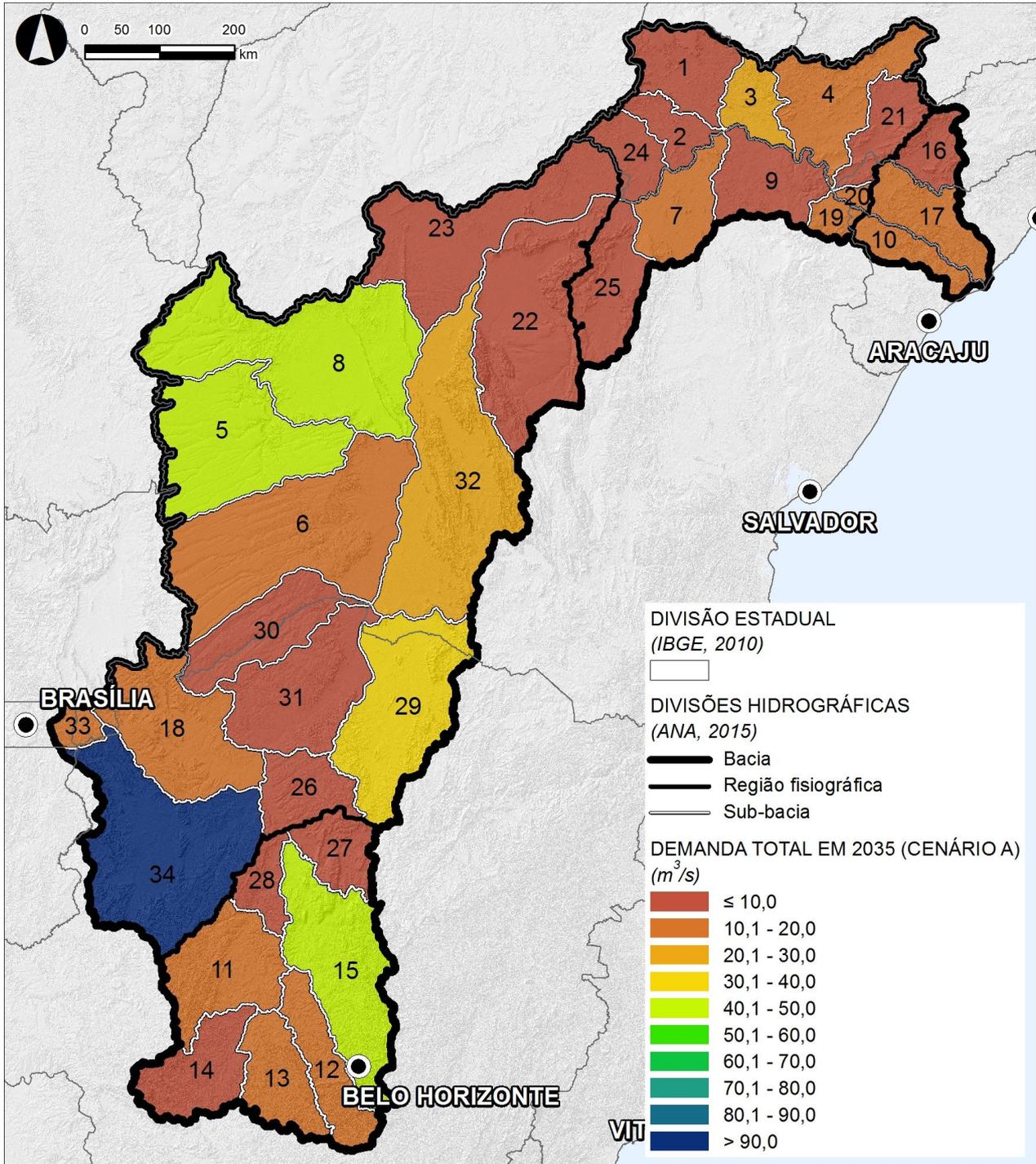


Figura 38 – Demanda total (m^3/s) em 2035 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 20 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

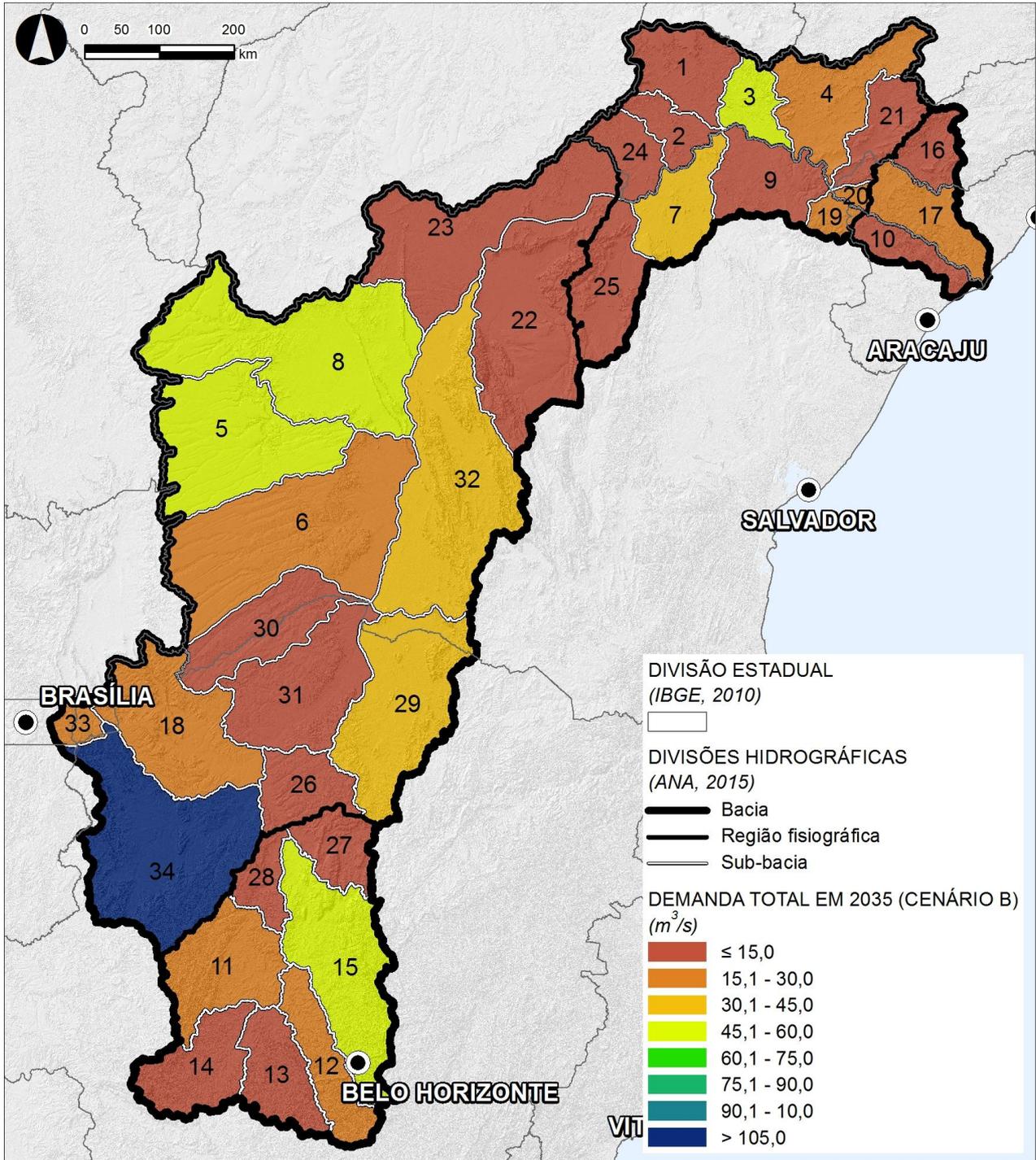


Figura 39 – Demanda total (m^3/s) em 2035 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 21 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

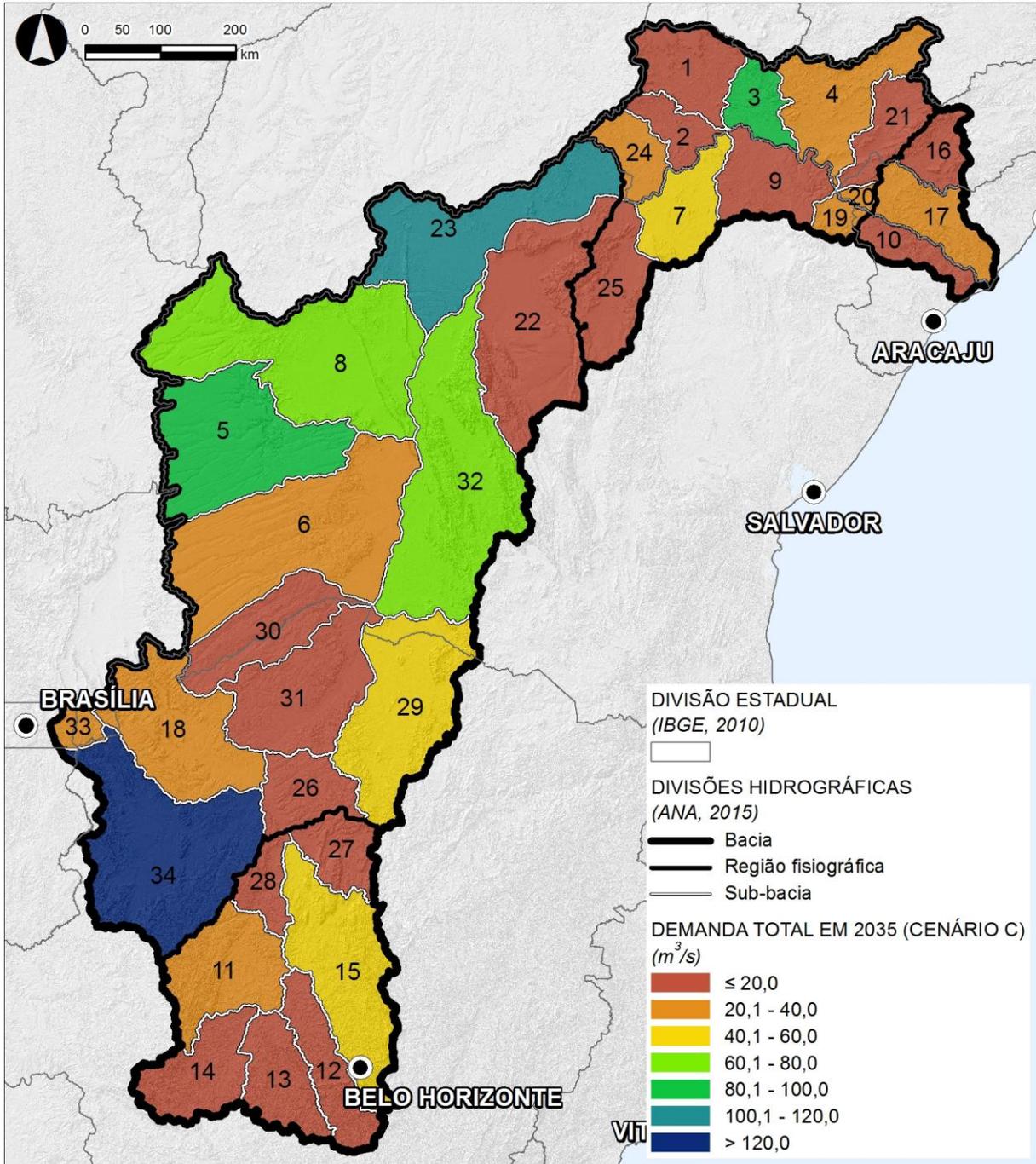


Figura 40 – Demanda total (m^3/s) em 2035 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 22 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

5. NOVA DIVISÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA

5.1. Introdução

A divisão entre as quatro regiões fisiográficas (Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco) da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco adotada no plano em atualização foi a indicada no Termo de Referência, que é coincidente com a divisão utilizada no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013) (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004), e ratificada na Deliberação CBHSF n.º 74 de 29 de novembro de 2012.

No entanto, no âmbito das reuniões e discussões realizadas com diversos atores no decurso da elaboração do presente relatório, e sobretudo nas reuniões do Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT, foi decidida a pertinência de proceder desde já a uma proposta de nova divisão fisiográfica da bacia.

De fato, a prática vem demonstrar a necessidade de refletir melhor os equilíbrios regionais, em particular entre as regiões Submédio e Baixo São Francisco por um lado, e Médio e Alto São Francisco por outro, o que obriga a alterar os limites entre estas regiões.

Uma vez que a construção de cenários (e a compatibilização dos balanços hídricos com os cenários) será de importância decisiva na elaboração do plano, foi entendido pelo Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT que esta discussão não pode ser adiada, e que a nova divisão que vier a ser aprovada, deve ser considerada nos produtos das fases seguintes do plano, notadamente, nos relatórios RP5 – Arranjo Institucional para a Gestão de Recursos Hídricos e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos e RP6 – Plano de Metas, Ações Prioritárias e Investimentos.

Assim, apresenta-se neste capítulo uma reflexão sobre a divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica, partindo da análise dos limites fisiográficos considerados em diversos documentos de referência, notadamente, o Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013) (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004), o Caderno da Região Fisiográfica do São Francisco (MMA, 2006a), entre outros.



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Partindo de uma análise dos vários desenhos adotados pelas diversas entidades e autores, a equipa da NEMUS, em articulação com o Grupo de Acompanhamento Técnico – GAT, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e a Agência AGB-Peixe Vivo propõe uma nova configuração para estas regiões fisiográficas.

5.2. Limites fisiográficos considerados no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013)

No Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013) (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004), a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco foi dividida em quatro regiões fisiográficas: Alto (correspondente a 16% da área da bacia; 6.247.027 habitantes), Médio (63% da área da bacia; 3.232.189 habitantes), Submédio (17% da área da bacia; 1.944.131 habitantes) e Baixo São Francisco (4% da área da bacia; 1.372.735 habitantes).

Deste modo:

- A região do Alto São Francisco: Corresponde à região compreendida entre a nascente do rio principal, na serra da Canastra, estado de Minas Gerais, e a confluência com o rio Jequitaiá.
- A região do Médio São Francisco: É o trecho de maior extensão, da confluência com o rio Jequitaiá à barragem do Sobradinho.
- A região do Submédio São Francisco: estende-se da barragem de Sobradinho até à barragem de Xingó.
- A região do Baixo São Francisco: Corresponde ao trecho a jusante de Xingó até a foz no oceano Atlântico.

À época do PRH-SF 2004-2013 havia já intenção de redefinição dos limites da bacia tal como referido no Módulo 1 do plano (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004), onde pode ler-se:

“A Bacia está dividida em quatro regiões fisiográficas, Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. Seus limites estão sendo re-estudados pela CODEVASF, em face das recomendações do Senado Federal e dos resultados de alguns dos Sub-Projetos do Projeto ANA/GEF/PNUMA/OEA.”

As quatro regiões fisiográficas foram subdivididas, para fins de planejamento, em 34 sub-bacias, como mostrado na Figura 41.



Figura 41 – Unidades hidrográficas de referência e divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco consideradas no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013).

Fonte: ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004.

Esta delimitação foi posteriormente ratificada na Deliberação CBHSF n.º 74 de 29 de novembro de 2012.

5.3. Limites fisiográficos considerados no Caderno da Região Fisiográfica do São Francisco

Para subsidiar o processo de elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos, foram desenvolvidos diversos estudos, dentre eles, documentos de caracterização denominados Cadernos Regionais para cada uma das 12 Regiões Hidrográficas definidas pela Resolução de Conselho Nacional de Recursos Hídricos n.º 32/2003.

O Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco (MMA, 2006a), considera a região do Alto São Francisco compreendida desde as nascentes do rio São Francisco até a localidade de Pirapora e Montes Claros (MG), o Médio São Francisco até ao reservatório de Sobradinho (Remanso), o Submédio São Francisco a região compreendida entre este reservatório e Paulo Afonso, seguindo-se o Baixo São Francisco, até à foz (Figura 42).

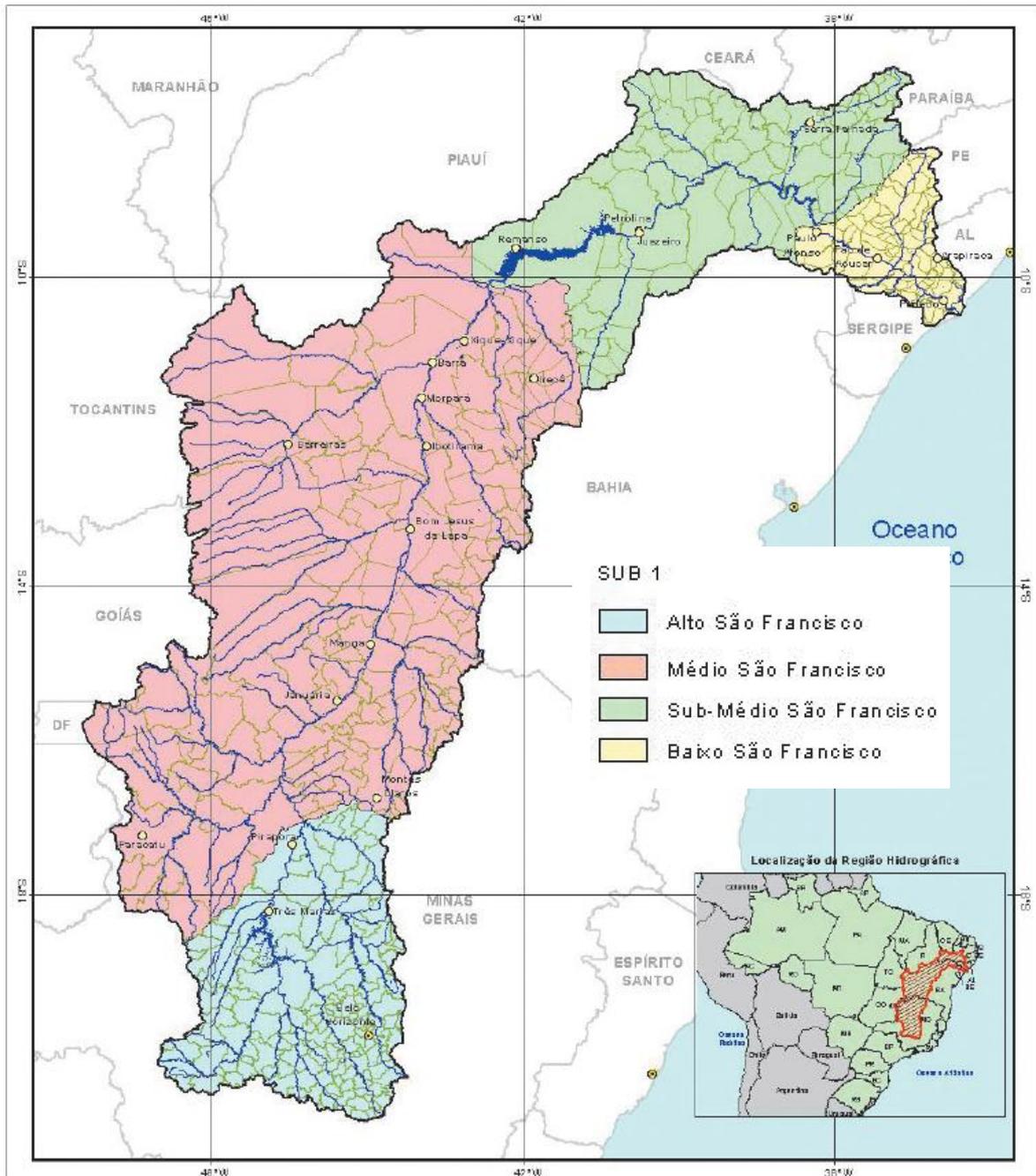


Figura 42 – Divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco considerada no Caderno da Região Fisiográfica do São Francisco.

Fonte: MMA, 2006a.

5.4. Limites fisiográficos considerados por outros autores e pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

De acordo com SIEGMUND-SCHULTZE, M. *et. al.* (2015), na prática, a divisão adotada, é a apresentada na Figura 43, que é coincidente com a divisão apresentada no *site* do CBHSF. Esta divisão tem por base os limites administrativos, e considera:

- Região do Alto São Francisco: 37% da área da bacia, abrangendo os Estados de Minas Gerais, Goiás e o Distrito Federal;
- Região do Médio São Francisco: 42% da área da bacia, abrangendo o Estado da Bahia;
- Região do Submédio São Francisco: 17% da área da bacia, abrangendo os Estados de Pernambuco e Bahia;
- Região do Baixo São Francisco: 4% da área da bacia, abrangendo os Estados de Alagoas e Sergipe.

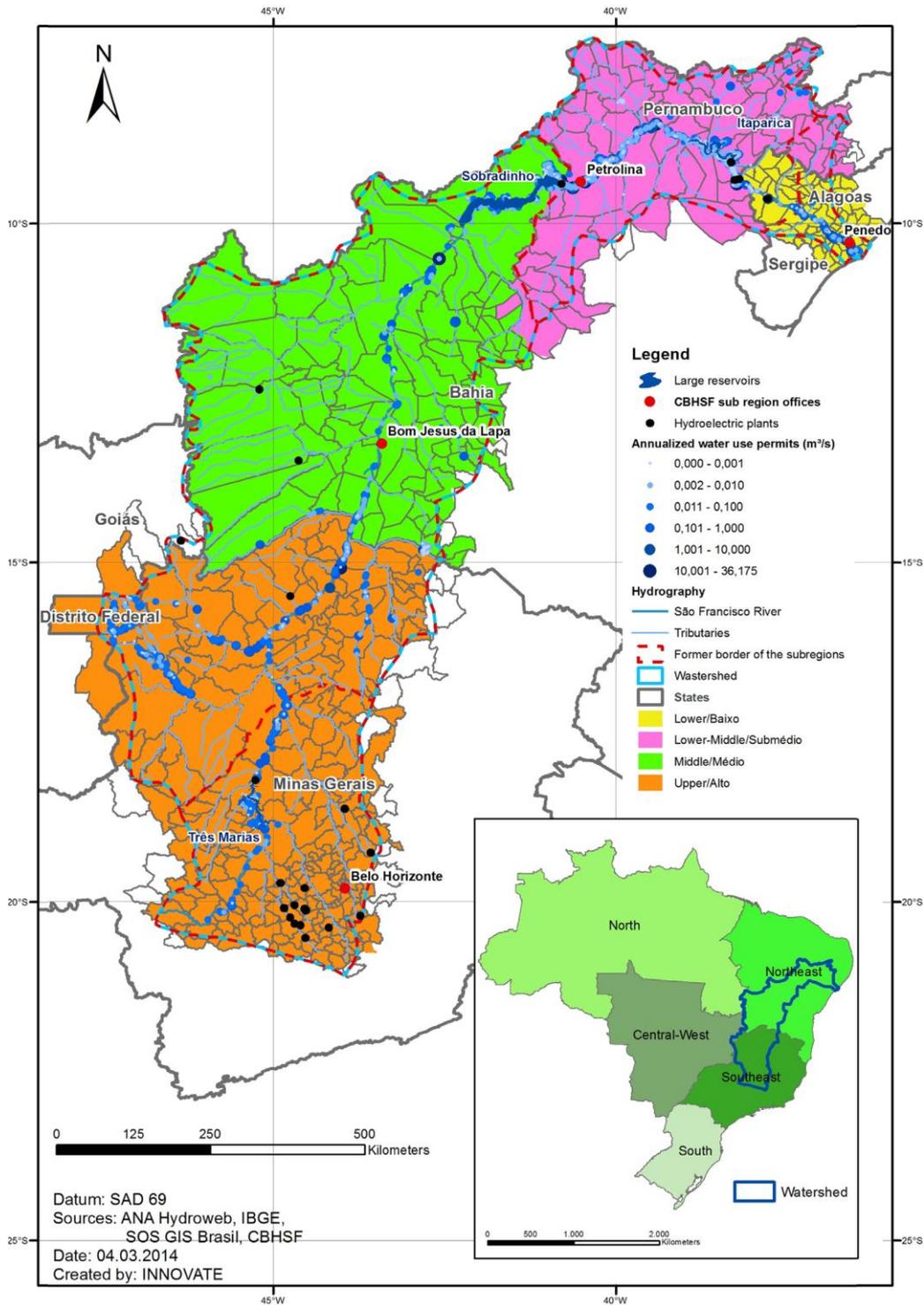


Figura 43 – Divisão fisiográfica da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco considerada por Siegmund-Schultze *et. al.* (2015) e CBHSF (2015).

Fonte: Siegmund-Schultze *et. al.*, 2015.

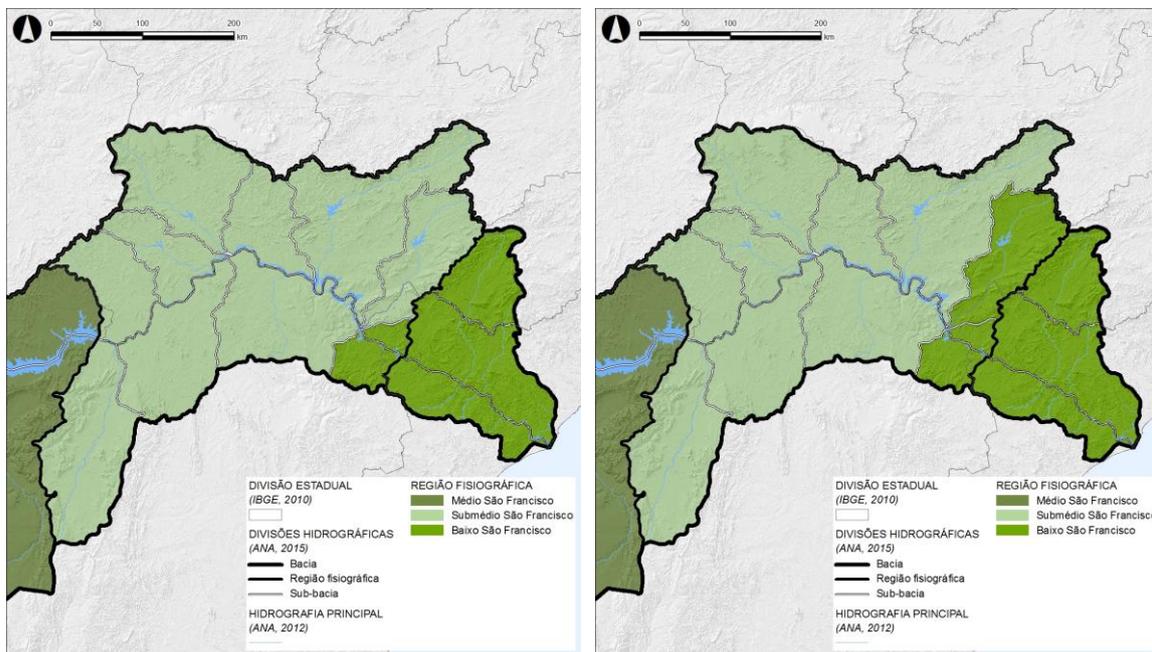
5.5. Limites fisiográficos em discussão

5.5.1. Hipóteses de divisão fisiográfica da bacia

Em discussão, encontram-se várias possibilidades de divisão entre a região do Baixo São Francisco e a do Submédio São Francisco, e entre a região do Alto São Francisco e do Médio São Francisco.

Como hipóteses de divisão **Submédio/Baixo** São Francisco, encontram-se as seguintes possibilidades (Figura 44):

- a) Integração das sub-bacias Curituba e Seco/Talhado (atualmente pertencentes ao Submédio São Francisco) no Baixo São Francisco;
- b) Integração das sub-bacias Curituba, Seco/Talhado e Moxotó (atualmente pertencentes ao Submédio São Francisco) no Baixo São Francisco.



a)

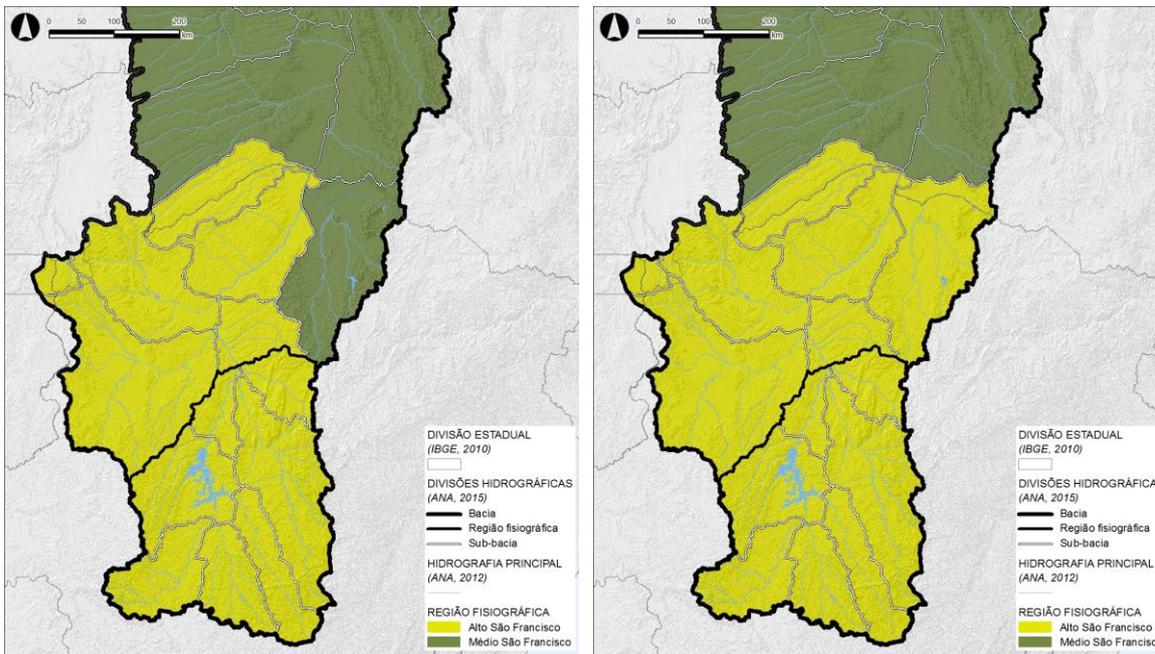
b)

Figura 44 – Hipóteses de divisão Submédio/Baixo São Francisco.

Como hipóteses de divisão **Alto/Médio** São Francisco, apontam-se as seguintes (Figura 45):

- a) Integração da totalidade das sub-bacias de Carinhanha e Verde Grande, e das sub-bacias a montante destas (atualmente integradas no Médio – Urucuía; Pacuí; Alto Preto; Pandeiros/Pardo/Manga e Paracatu), no Alto São Francisco;
- b) Integração da sub-bacia de Carinhanha no Alto São Francisco, e manutenção da sub-bacia do Verde Grande no Médio São Francisco, com as sub-bacias a montante destas (atualmente integradas no Médio – Urucuía; Pacuí; Alto Preto; Pandeiros/Pardo/Manga e Paracatu) a integrar o Alto São Francisco.

Nestas hipóteses, não coincidem os limites das regiões fisiográficas com os limites entre os Estados de Minas Gerais e Bahia.



a)

b)

Figura 45 – Hipóteses de divisão Alto/Médio São Francisco.

Para que essa divisão possa coincidir com o limite estadual a divisa entre o Alto e o Médio São Francisco teria de considerar como limite o rio Carinhanha, que constitui a fronteira entre os Estados de Minas Gerais e Bahia. Ainda que esta divisa pudesse facilitar um futuro Pacto das Águas, a estabelecer ao nível Federal e Estadual, implicaria a divisão de uma sub-bacia entre duas regiões fisiográficas, o que seria desaconselhável, face ao objetivo de adoção das bacias como unidades fundamentais de planeamento.

5.5.2. Proposta de nova divisão fisiográfica da bacia

A proposta de nova divisão fisiográfica da bacia resulta da combinação das hipóteses a) e b) indicadas na seção anterior, respectivamente, para a divisão Submédio/Baixo São Francisco e Alto/Médio São Francisco, ou seja:

- Integração das sub-bacias Curitiba e Seco/Talhado (atualmente pertencentes ao Submédio São Francisco) no Baixo São Francisco;
- Integração da sub-bacia de Carinhanha no Alto SF, e manutenção da sub-bacia do Verde Grande no Médio São Francisco, com as sub-bacias a montante destas (atualmente integradas no Médio – Urucúia; Pacuí; Alto Preto; Pandeiros/Pardo/Manga e Paracatu) a integrar o Alto São Francisco;
- Manutenção dos limites entre a região do Médio São Francisco e do Submédio São Francisco.

Considerando esta nova divisão fisiográfica, apresenta-se no quadro seguinte a área de cada região fisiográfica, as unidades de federação abrangidas e o número de sub-bacias integradas na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.

Quadro 48 – Área, unidades de federação e número de sub-bacias.

Região Fisiográfica	Área		Unidades de Federação na Região Fisiográfica	População residente em 2010	N.º sub-bacias
	Km ²	% da bacia			
Alto São Francisco	253 291,0	39,8	92,6% Minas Gerais 5,6% Bahia 1,2% Goiás 0,5% Distrito Federal	11.846.908	14
Médio São Francisco	247 518,8	38,9	100,0% Bahia	2.065.925	6
Submédio São Francisco	105 540,5	16,6	59,4% Pernambuco 39,5% Bahia 1,1% Alagoas	2.239.414	9
Baixo São Francisco	29 866,5	4,7	43,9% Alagoas 23,8% Sergipe 22,8% Pernambuco 9,5% Bahia	2.095.123	5

Fonte: NEMUS.

Esta proposta é representada na Figura 46, onde se mantiveram, para efeitos de comparação, os limites hidrográficos considerados no Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (2004 - 2013) (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).

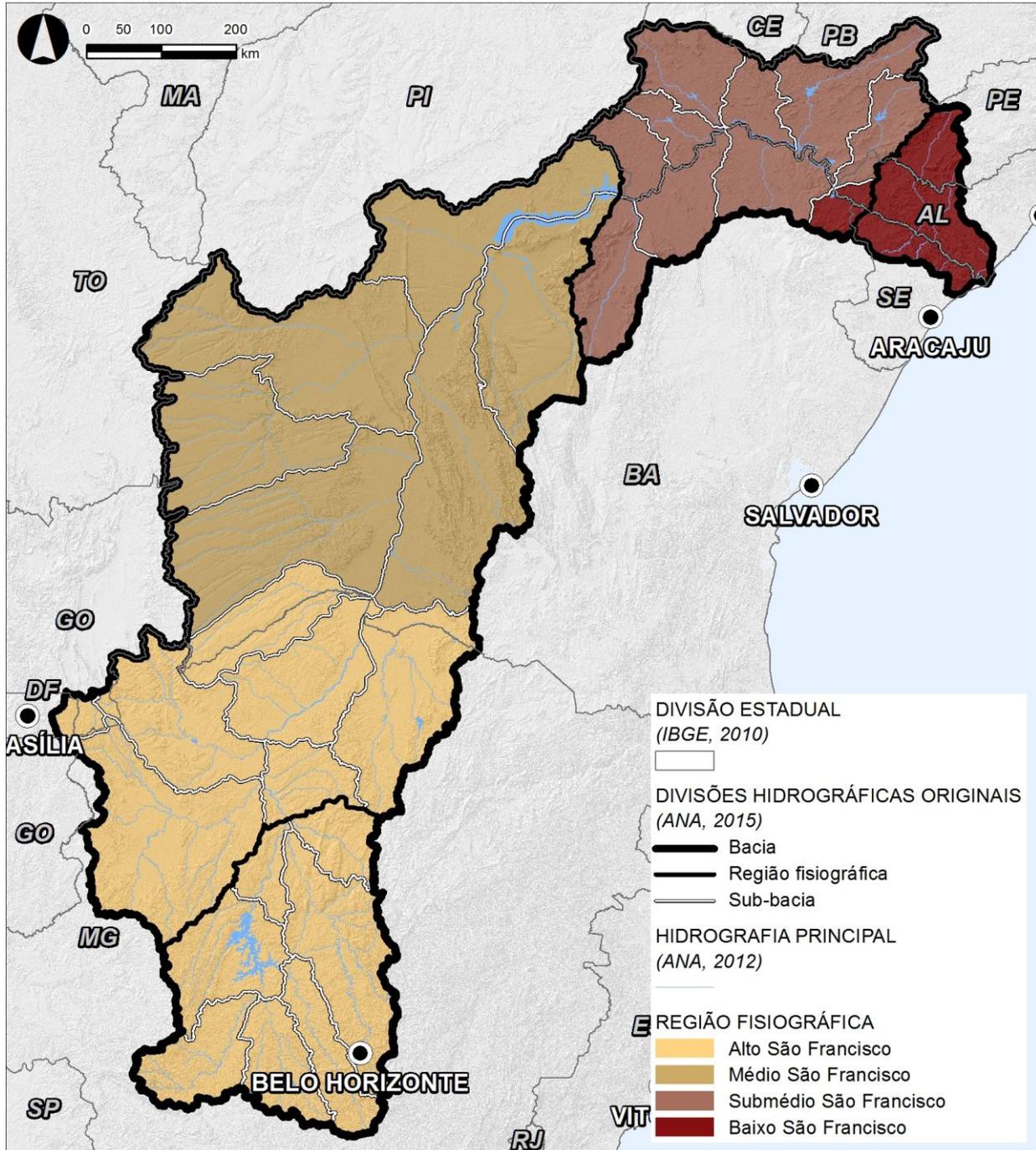


Figura 46 – Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025; proposta de redelimitação das regiões fisiográficas da bacia.

5.6. Nova Delimitação das Regiões Fisiográficas; Considerações Finais

Apresenta-se neste capítulo uma proposta de redelimitação das quatro regiões fisiográficas que compõe a Bacia Hidrográfica do rio São Francisco. Esta proposta pretende acomodar as críticas e discussões havidas, quer com os diversos atores regionais, quer com o Comitê de Bacia, e com o Grupo de Acompanhamento Técnico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco.

Esta nova delimitação permite corrigir algumas distorções implícitas nos anteriores limites, reduzindo a área do Médio São Francisco (que passa a corresponder a cerca de 39% da área da bacia hidrográfica) e ampliando as regiões do Alto São Francisco (passando para cerca de 40% da área da bacia hidrográfica) e do Baixo São Francisco (cerca de 5% da área da bacia hidrográfica).

Ficam deste modo asseguradas representações mais equilibradas e coerentes entre as várias regiões, que permitirão otimizar os diversos processos de gestão da bacia hidrográfica.

Esta proposta poderá ser ainda aferida em posteriores discussões no âmbito da elaboração do Plano de Bacia Hidrográfica, podendo ser retomada em próximos relatórios, notadamente, nos relatórios RP5 – Arranjo Institucional para a Gestão de Recursos Hídricos e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos e RP6 – Plano de Metas, Ações Prioritárias e Investimentos.

6. VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

6.1. Introdução

As alterações climáticas registradas ao longo do último século e as indicações de mudanças climáticas significativas no decorrer do século XXI (IPCC, 2014) têm ganhado um protagonismo crescente na comunidade científica. No entanto, são as regiões áridas e semiáridas as potencialmente mais vulneráveis às mudanças do clima, como é o caso da região Nordeste do Brasil, onde se insere parte da Bacia de São Francisco. Alterações no clima e no ciclo hidrológico têm sido verificadas, com extremos que produzem impactos na disponibilidade das reservas hídricas regionais e globais (MARENGO *et. al.*, 2009a).

A bacia do Rio São Francisco constitui uma importante fonte de abastecimento de água para a irrigação, consumo e geração de energia, constituindo um recurso hídrico estratégico para a região do Nordeste (ANA, 2015d). Desde modo, o conhecimento sobre as projeções de clima futuro e as incertezas associadas constituem informação relevante que pode ajudar a estimar demandas de água no futuro, bem como auxiliar no planejamento estratégico das atividades socioeconômicas e meio ambiente.

A partir de dados disponíveis para a Bacia de São Francisco é possível identificar as tendências que têm ocorrido ao longo do período de 1961-2015. É evidente o aumento na temperatura do ar (tanto na temperatura máxima como mínima) e uma ligeira diminuição na precipitação. Estes resultados vêm confirmar os obtidos nos estudos encontrados na literatura, apesar das tendências serem mais claras na temperatura do ar que na precipitação. Para além de a precipitação ser uma variável mais difícil de simular comparativamente a outras variáveis meteorológicas (McAVANEY *et al.*, 2001), as tendências diferem de região para região, para além das variabilidades interanuais e interdecadais que lhe estão associadas. No entanto, as alterações climáticas não são notadas apenas a nível médio, mas também nos extremos. A análise de eventos extremos aplicada à precipitação e apresentada na análise dos eventos críticos (RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional; Volume 7) mostra também alterações relativamente à frequência, intensidade e durabilidade dos eventos da precipitação, como o aumento na intensidade da precipitação.

No sentido de conhecer as projeções para o futuro, os modelos climáticos globais têm sido utilizados tendo em consideração os diferentes cenários de emissões globais de gases de efeito de estufa propostos pelo IPCC. Globalmente, prevê-se que a temperatura continue a aumentar nos próximos anos e que ocorram alterações na precipitação, com tendências negativas ou positivas, conclusivas ou não conclusivas, de acordo com a região.

Para as projeções futuras encontradas na literatura na última década são utilizados os modelos climáticos globais do 4º Relatório de Avaliação do IPCC (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 3 – CMIP3*) e mais recentemente os modelos climáticos globais do 5º Relatório de Avaliação do IPCC (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 – CMIP5*). Estes modelos são úteis para a compreensão das tendências globais e comportamentos das mudanças climáticas e podem ser diretamente aplicados a uma região, como por exemplo, SILLMANN *et al.* (2013a e 2013b), em uma análise à escala global, e ANA (2015d), em uma análise à Bacia do São Francisco.

Os modelos climáticos globais utilizados no 4º Relatório de Avaliação do IPCC (conjunto de modelos CMIP3) utilizam os cenários propostos pelo IPCC no “Relatório Especial sobre Cenários de Emissões” que compreendem diferentes projeções temporais de emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa) durante o século XXI, sendo criadas quatro famílias de cenários: A1, A2, B1 e B2. Cada cenário refere-se a diferentes níveis globais de desenvolvimento social, económico e tecnológico, crescimento populacional, preocupação com o meio ambiente e aspetos regionais. No cenário A2 há um maior foco no desenvolvimento económico e no B2 há uma maior preocupação com o ambiente. No mais recente conjunto de modelos climáticos globais que foi utilizado no 5º Relatório de Avaliação do IPCC (conjunto de modelos CMIP5), os cenários de emissão são designados *Representative Concentration Pathways* (RCPs). Cada família de cenário tem um número ao lado da sigla RCP, que indica a forçante radiativa de interesse (W/m^2). Em geral, verifica-se que os modelos CMIP5 são capazes de simular os eventos climáticos extremos e seus padrões de tendência.

Na análise apresentada em seguida, destacam-se dois trabalhos: o projeto Adaptação do Planeamento e da Operação dos Recursos Hídricos à Variabilidade e Mudanças

Climáticas na Bacia Estendida do São Francisco (ANA, 2015d), centrado na Bacia de São Francisco, e o de Marengo (MARENGO, 2007a, 2007b, 2009; MARENGO *et al*, 2010; MARENGO *et al*, 2011), centrado no semiárido brasileiro. Este último utiliza um dos modelos climáticos do 4º Relatório de Avaliação do IPCC, e faz uma regionalização dos resultados, aumentando o detalhe espacial.

ANA (2015d) analisa as mudanças climáticas na Bacia do São Francisco em quatro dos seus hidrossistemas: Três Marias, Sobradinho, Retiro Baixo e Baixo São Francisco. Este estudo apresenta já os modelos que fazem parte do 5º Relatório de Avaliação do IPCC, que constitui uma significativa melhoria em relação ao relatório anterior (SILLMANN *et al.*, 2013a; SILLMANN *et al.*, 2013b).

6.2. Clima no presente

6.2.1. Temperatura

O aumento de temperatura observado no Brasil nos últimos 50 anos, à escala anual, é de aproximadamente 0,7°C, enquanto no inverno o aumento é de 1°C (MARENGO *et al.*, 2009a). Dados de reanálises, desde 1948, fornecem evidências do aumento de temperatura de forma mais acentuada em direção aos trópicos comparativamente aos subtrópicos da América do Sul durante o verão austral. Neste caso, o aumento na temperatura média anual de superfície nos trópicos tem apresentado tendência positiva desde então, enquanto nos subtrópicos há tendência negativa desde meados da década de 1990 (PBMC, 2014). O aumento da temperatura do ar é também notado na Bacia de São Francisco, localizada na região tropical. De acordo com o apresentado na análise dos eventos críticos (RP1A – Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional; Volume 7), é no Alto e Baixo SF que se verificam maiores aumentos da temperatura do ar (máxima e mínima) entre 1961 e 2014: um aumento de aproximadamente 2°C. O aquecimento relaciona-se com o teor de água na atmosfera (DOUVILLE *et al*, 2002; TRENBERTH *et al.*, 2003) resultando no aumento da frequência de nuvens. Os resultados mostram um aumento na evaporação, que é mais pronunciado nas regiões mais interiores (Médio e Alto SF) comparativamente às regiões mais próximas do mar (Submédio e Baixo SF).

6.2.2. Precipitação

Parte das tendências detectadas na precipitação do Brasil podem ser explicadas por mudanças de fase em oscilações interdecadais, no entanto, é possível que outra porcentagem já seja uma consequência do atual aquecimento global observado. Este, por sua vez, está significativamente correlacionado ao modo de tendência de temperatura da superfície do mar, mas também à oscilação multidecenal do Oceano Atlântico e à oscilação interdecenal do Oceano Pacífico. Tendências negativas são identificadas no norte e oeste da Amazônia e positivas no sul da mesma, no Centro-Oeste e Sul do Brasil, sendo contudo ausentes no Nordeste (PBMC, 2014). No entanto, MARENGO *et al.* (2009a) ressalta que a magnitude e dimensão das tendências dependem dos conjuntos de dados de chuva, extensão de registros, etc., e ainda, há alto grau de incerteza, uma vez que os estudos encontraram tendências variáveis quando observados sob diferentes períodos de duração. A análise realizada com os dados disponíveis para as regiões fisiográficas da Bacia de São Francisco aponta para um ligeiro decréscimo da precipitação ao longo do período considerado em todas as regiões fisiográficas.

6.2.3. Eventos climáticos extremos

Eventos climáticos extremos e as suas mudanças são de particular relevância para a sociedade e os ecossistemas devido aos impactos potencialmente graves, como salientado no Relatório Especial sobre Eventos Extremos (SREX) do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (IPCC, 2012). Em particular, as secas recorrentes no Nordeste do Brasil afetam constantemente a subsistência nessa região. Por outro lado, casos de precipitações excessivas em alguns anos provocam alagamentos, cheias e a consequente destruição de infraestruturas. Os eventos extremos não se relacionam apenas com extremos de precipitação mas também com extremos de temperatura do ar. A análise destes eventos extremos tem revelado aumentos na frequência de precipitação intensa, consistentemente com o aquecimento, e em diversas áreas mudanças nas temperaturas extremas ao longo dos últimos 50 anos (IPCC, 2007; MARENGO *et al.*, 2009b), no Nordeste, Sudeste e Sudoeste do Brasil (GROISSMAN *et al.*, 2005; ALEXANDER *et al.*, 2006; MARENGO *et al.*, 2007). Os dias e as noites frias têm vindo a diminuir, contrariamente aos dias e

noites quentes que se têm tornado mais frequentes (VINCENT *et al.*, 2005; ALEXANDER *et al.*, 2006; CAESAR *et al.*, 2006; HAYLOCK *et al.*, 2006; TEBALDI *et al.*, 2006). A análise realizada aos eventos extremos a partir dos dados disponíveis para a Bacia do São Francisco entre 1961-2015 foi realizada apenas à precipitação, dado que os resultados relativos à temperatura do ar são mais conclusivos e por aquele ser um elemento climático que está diretamente relacionado à disponibilidade dos recursos hídricos. Os resultados obtidos apontam para um ligeiro aumento da precipitação intensa, bem como do maior número de dias molhados para todas as regiões do SF, com exceção da região do Baixo SF. Na contagem do maior número de dias secos, não foi obtida uma tendência conclusiva.

6.3. Clima no futuro

6.3.1. Modelos climáticos globais

Modelos Climáticos Globais têm sido aplicados no sentido de estudar o impacto dos cenários climáticos-hidrológicos futuros propostos pelo IPCC, sobre a mudança climática global.

As previsões obtidas por modelos climáticos, que têm em conta os diferentes cenários de emissões globais de gases de efeito de estufa (GEE) propostos pelo IPCC, constituem os designados cenários futuros do clima. Os modelos climáticos globais utilizados no 4º Relatório de Avaliação do IPCC (conjunto de modelos CMIP3) utilizam os cenários propostos pelo IPCC (IPCC, 2007) no Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (SRES) que compreendem diferentes projeções temporais de emissões de GEE durante o século XXI, sendo criadas quatro famílias de cenários: A1, A2, B1 e B2. A família de cenários A1 consiste em três cenários diferentes caracterizados por diferenças nas tecnologias utilizadas para a geração de energia: A1F1 (intensivo em combustível fóssil), A1B (balanceado) e A1T (predominantemente combustíveis não fósseis). Destes cenários, os estudos de impactos utilizam essencialmente os cenários A1B, A2 e B1, referindo-se cada cenário a diferentes níveis globais de desenvolvimento social, econômico e tecnológico, crescimento populacional, preocupação com o meio ambiente e aspectos regionais.

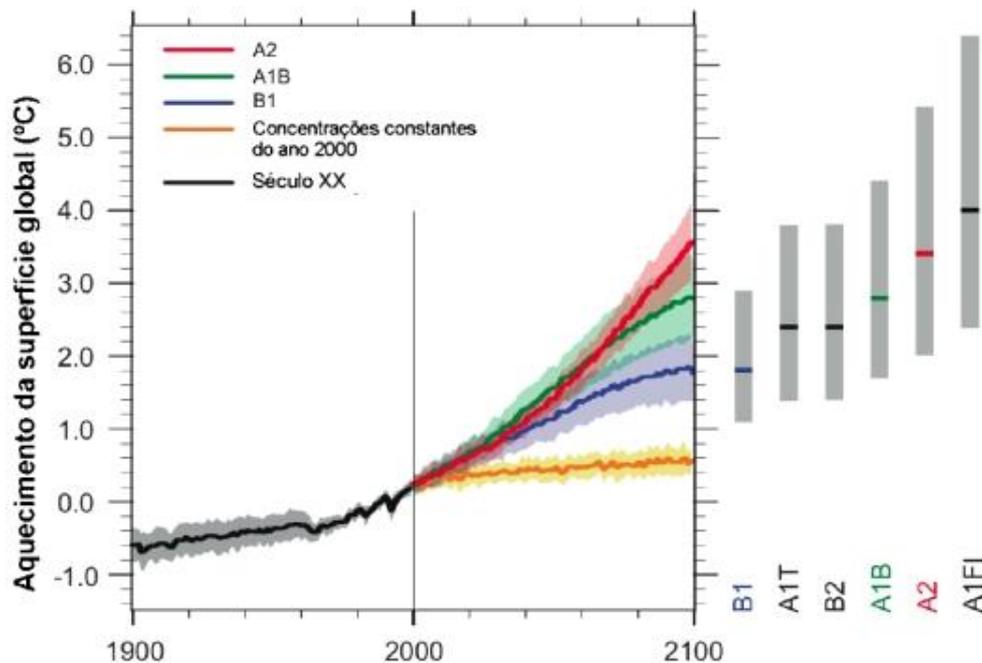


Figura 47 – Projeções de aumento de temperatura global para o século XXI geradas por conjuntos de modelos globais levando-se em consideração os diferentes cenários de emissões do IPCC.

Fonte: Adaptado de IPCC (2007).

No mais recente conjunto de modelos climáticos globais que foi utilizado no 5º Relatório de Avaliação do IPCC (conjunto de modelos CMIP5), os cenários de emissão são designados *Representative Concentration Pathways* (RCPs). A comparação do desempenho destes dois conjuntos de modelos climáticos globais foi analisada por SILLMANN *et al.* (2013a, 2013b) por comparação do cálculo de índices de eventos extremos utilizando resultados dos modelos e reanálises/observações. Em geral, verificou-se que os modelos CMIP5 são, geralmente, capazes de simular os eventos climáticos extremos e seus padrões de tendência, e algumas melhorias no conjunto de modelos climáticos globais do CMIP5 em relação ao CMIP3 são encontradas na representação da magnitude dos índices de precipitação. Com base na estatística global dos erros calculados para todos os índices, os melhores resultados foram obtidos para os modelos MPI-ESM-P e ACCESS1-0, seguido por CCSM4, CESM1-BGC, CMCC-CM, MIROC5, MPI-ESM-LR (- MR) e RM-CGCM3.

6.3.2. Brasil

As projeções de alterações nos regimes e distribuição de precipitação geradas a partir dos modelos globais do 4º Relatório de Avaliação do IPCC, para climas mais quentes no futuro, não são conclusivas e as incertezas são grandes, dependendo dos modelos e das regiões consideradas. No Nordeste, enquanto alguns modelos climáticos globais mostram reduções drásticas de precipitações, outros modelos apresentam aumento, apesar da média de todos os modelos apontarem para uma maior probabilidade de diminuição de precipitação (MARENGO *et al.*, 2010). Durante os meses de inverno, IPCC (2007) mostrou redução de chuva no Norte e Nordeste do Brasil, o que pode afetar a chuva na região leste do Nordeste, que apresenta o pico da estação chuvosa nessa época do ano. De acordo com os relatórios do IPCC para a América Latina (MAGRIN *et al.*, 2007) e do INPE (MARENGO *et al.*, 2007, AMBRIZZI *et al.*, 2007), o Semiárido tenderá a tornar-se mais árido, causando pelo aumento da frequência e a intensidade das secas, que provocará uma redução na disponibilidade de recursos hídricos. Para um futuro próximo, o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (PBMC, 2014) apresenta para a região do Nordeste do Brasil um aumento nas temperaturas médias entre 0,5°C e 1°C e um decréscimo nos níveis de precipitação (médias anuais) em torno de 10% até ao ano de 2040.

Centrada na Bacia do São Francisco, destaca-se a avaliação de modelos globais no estudo realizado pela ANA (2015). Focado na análise de mudanças climáticas na Bacia do São Francisco e em seus hidrossistemas (Três Marias, Sobradinho, Retiro Baixo e Baixo São Francisco), os autores mostram um claro aumento da temperatura média do ar e evapotranspiração para o ano de 2040 e a ausência de consenso quanto ao sinal das anomalias percentuais da precipitação (em relação às tendências médias anuais). A partir da avaliação dos diferentes modelos climáticos globais, os melhores resultados foram obtidos para os modelos globais BCC – CSM 1.1 e para o modelo MIROC5, sendo este último concordante com a análise global obtida por SILLMANN *et al.* (2013a).

MARENGO *et al.* (2011), utilizando os modelos climáticos do 4º Relatório de Avaliação do IPCC, é concordante com o aumento de temperatura do ar mas refere um decréscimo da precipitação no Nordeste Brasileiro.

As diferentes tendências de precipitação encontradas podem ser justificadas pelas abordagens dos diferentes estudos. Por um lado, a área de estudo de ANA (2015) é a bacia do RSF enquanto a de MARENGO *et al.* (2011) é todo o semiárido brasileiro. Por outro lado, o estudo de ANA (2015) usa 21 modelos globais enquanto no estudo de MARENGO *et al.* (2011) utiliza apenas um modelo global acoplado a um modelo regional aplicado ao semiárido. Outra diferença relevante é que os modelos usados em ANA (2015) fazem já parte do 5º Relatório de Avaliação do IPCC.

6.3.3. Resolução espacial

As simulações de cenários futuros podem ser realizadas utilizando diferentes metodologias, consoante o objetivo de cada estudo. Os modelos climáticos globais são úteis para a compreensão das tendências globais e o comportamento das mudanças climáticas, no entanto, por vezes é necessário uma melhoria na resolução espacial para resolver processos de meso escala à escala local. Estes modelos numéricos podem produzir impactos semelhantes na mudança de temperatura, no entanto os impactos regionais na mudança da precipitação podem variar significativamente (LI *et al.*, 2006), em parte devido à natureza caótica intrínseca da atmosfera e à ausência de processos físicos atuantes em várias escalas. Assim, com o intuito de avaliar o impacto das mudanças climáticas em escalas locais em atividades de interesse, por vezes é necessário a modelagem de mudanças climáticas regionais. Diversas técnicas têm sido desenvolvidas para cenários de *downscale* dos modelos climáticos globais (LO *et al.*, 2008; RACHERLA *et al.*, 2012, MARENGO *et al.*, 2011). Atualmente, a melhor ferramenta científica disponível para a geração das projeções de mudanças ambientais é o *downscaling* (regionalização) dinâmico, cuja técnica consiste em usar um modelo climático regional “aninhado” a um modelo climático global (PBMC, 2014). Estes modelos regionais tendem a resolver de modo mais realístico os ventos à superfície e temperatura do ar nas regiões de interação terra-oceano, assim como processos de mesoescala e a sua variabilidade, e por conseguinte a resolução das mudanças climáticas com um maior detalhe para as diferentes propriedades climáticas. Dado que o Brasil possui biomas diferenciados de fisiografia complexa e características de superfície diversificada, a baixa resolução espacial dos modelos climáticos globais reduz o realismo das projeções locais que tem conduzido à geração de cenários regionalizados para a América do Sul (AMBRIZZI *et*

al. 2007, ALVES *et al.* 2009, CABRÉ *et al.* 2010, MENÉNDEZ *et al.* 2010, SORENSSON *et al.* 2010a, b, MARENGO *et al.*, 2011).

6.3.4. Incerteza

Apesar da utilidade e auxílio ao planejamento estratégico que as projeções climáticas representam, é necessário notar que a estas projeções estão associadas incertezas provenientes da dinâmica do sistema climático. Segundo o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional, existem pelo menos duas principais fontes de incerteza inerentes às projeções do clima: relacionadas aos cenários de emissões e relacionadas à modelagem do clima e suas parametrizações. Embora os cenários de emissões sejam baseados em um conjunto de suposições coerentes e fisicamente consistentes sobre suas forçantes (como a demografia, desenvolvimento socioeconômico e mudanças tecnológicas) não se pode afirmar exatamente como estes vão evoluir ao longo das próximas décadas. Em relação às incertezas na modelagem do clima, técnicas diferentes de regionalização e/ou parametrização podem produzir diferentes respostas locais, ainda que todas as simulações sejam forçadas pelo mesmo modelo global, além da possibilidade de erros advindos dos próprios Modelos Climáticos Globais.

6.4. Impactos das mudanças climáticas na hidrologia

A fim de avaliar os impactos das alterações climáticas nas vazões de diversos rios do Brasil, MARENGO (2008), publicou o estudo *Água e mudanças climáticas* onde afirma que analisando os dados observados, existe uma clara tendência de aumento da vazão no rio Paraná e outros rios no Sudeste da América do Sul, enquanto na Amazônia, no Pantanal e no Nordeste, notadamente no rio São Francisco, não são observadas tendências sistemáticas no longo prazo na direção de condições mais secas ou mais chuvosas (MARENGO, 2008).

No encaminhamento do acima descrito, MARENGO *et. al.* (2010), refere diversos estudos concentrados nos impactos das alterações climáticas sobre os recursos hídricos, destacando os da Fundação de Desenvolvimento Sustentável, que revelam que os cenários climáticos irão provocar uma redução do excedente hídrico em todas as grandes bacias brasileiras, ainda mais significativa na região Nordeste do País e, em particular, na bacia do rio São Francisco. MARENGO (2011) conclui, também, que um dos impactos da mudança do clima, num cenário de aquecimento global no semiárido brasileiro, é a diminuição da água nos lagos, açudes, reservatórios e nas vazões dos rios.

Por seu lado, os resultados preliminares do estudo *Estimativa de impactos de mudanças climáticas nas vazões do rio São Francisco* (SANTANA *et. al.*, 2011) prevê a redução das vazões médias do rio São Francisco de cerca de 12 a 17% para o cenário otimista e de 35% para o cenário pessimista.

No mais recente estudo realizado para a bacia do rio São Francisco (ANA, 2015) é referido 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.

Em ANA (2015d), a variação da vazão foi avaliada para quatro hidrossistemas, notadamente, Retiro Baixo, Três Marias, Sobradinho e Itaparica. A análise da variação das vazões consistiu na geração de séries de vazão, históricas (1961-2000) e futuras (2011-2040), para cada um destes hidrossistemas a partir de um modelo chuva-vazão, sendo que as séries de vazão futuras foram geradas com base em diferentes cenários climatológicos. A variação da vazão em cada um dos hidrossistemas e para cada

cenário considerado foi avaliada com base na mediana das diferentes razões entre as vazões médias histórica e futura, calculadas para cada um dos 21 modelos utilizados.

As medianas da vazão obtidas neste estudo mostram que os hidrossistemas de Retiro Baixo e Três Marias apresentam uma tendência de aumento das vazões num 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.

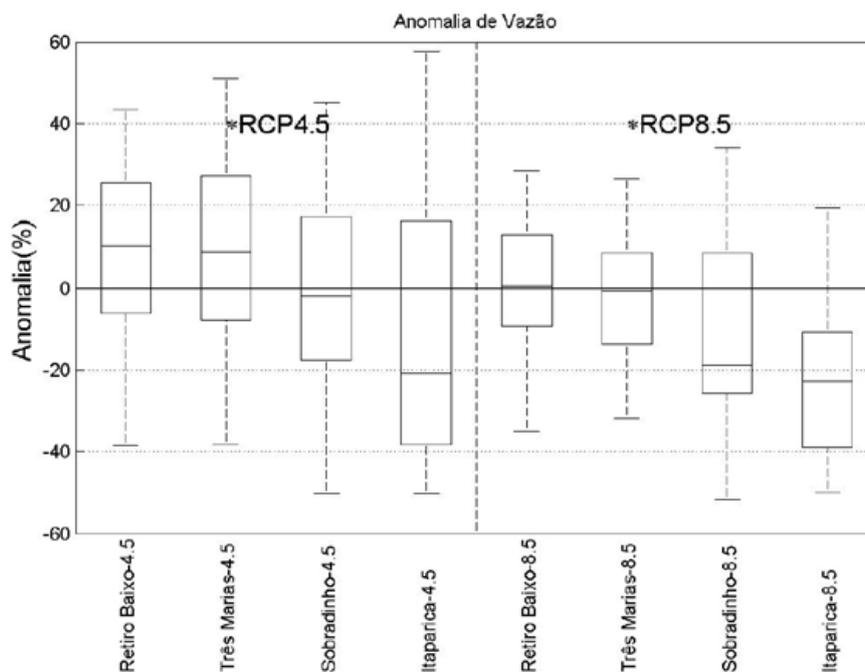


Figura 48 – Anomalias percentuais das vazões 2011 a 2040 usando o RCP 4.5 e RCP8.5.

Fonte: ANA (2015d).

Visando identificar o impacto possível das mudanças climáticas sobre o processo de alocação, ANA (2015) determinou a vazão com garantia de 90% (Q90) para o reservatório correspondente a cada hidrossistema da Bacia do Rio São Francisco nos cenários presente e futuro. Na Figura 49 apresenta-se o Q90, para os cenários RCP4.5&RCP8.5, respectivamente, e a vazão Q90 para o período de referência ou histórico. Na Figura 49, a linha vertical correspondente ao valor da razão igual a 1

representa uma situação sem mudança futura no valor alocável de referência. Os resultados apresentam uma dispersão elevada que também suscita alguma incerteza quanto às tendências futuras, tal como já se verificava nas vazões médias. Contudo, e mais uma vez seguindo as tendências das vazões médias, verifica-se que na mediana do Q90 ocorrem reduções no Sobradinho e Itaparica.

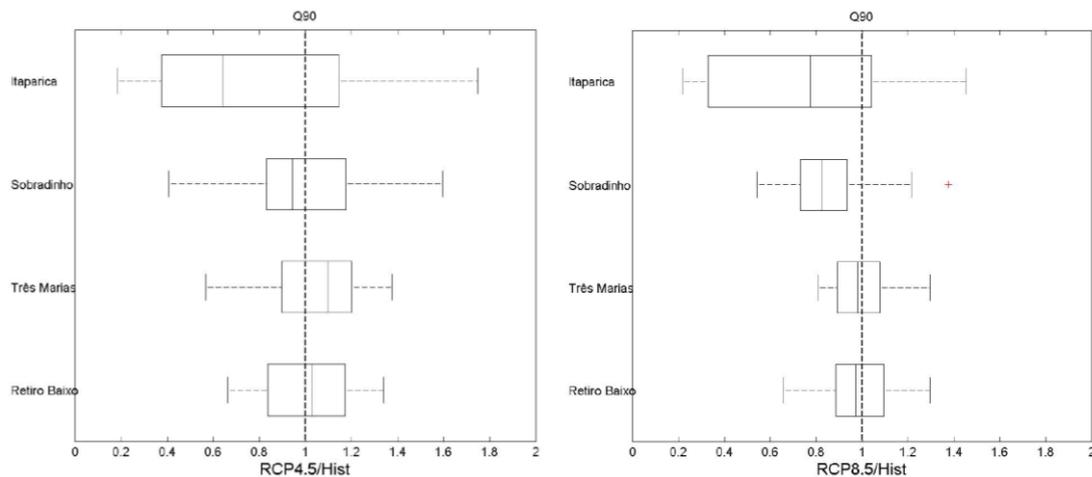


Figura 49 – Razão entre a vazão com 90% de garantia do cenário futuro RCP4.5&RCP8.5 e a vazão com 90% de garantia do período de controle dos modelos (historical).

Fonte: ANA (2015d).

Olhando para o passado, pode-se também tentar encontrar algumas destas tendências. Nesta perspectiva, analisaram-se os históricos das vazões naturalizadas disponibilizadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para os quatro hidrossistemas avaliados em ANA (2015d). Esta análise consistiu no cálculo das vazões médias anuais para as quatro séries de vazão correspondentes àqueles hidrossistemas no período 1960-2012. O gráfico da Figura 50 apresenta os resultados obtidos.

Com base no gráfico apresentado é possível concluir que Retiro Baixo e Três Marias apresentam tendência para manter o valor das vazões, enquanto Sobradinho e Itaparica apresentam uma tendência acentuada de diminuição das mesmas. O gráfico permite também concluir que o Submédio São Francisco apresenta uma clara tendência de diminuição da vazão, resultado da diferença entre a tendência de Sobradinho e de Três Marias.

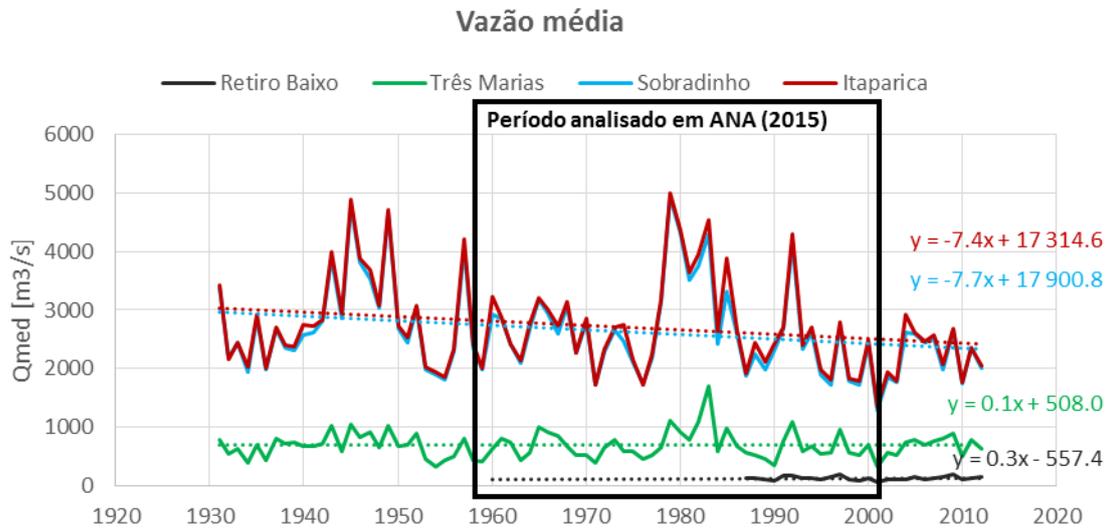


Figura 50 – Tendência anual da vazão média em Retiro Baixo, Três Marias, Sobradinho e Itaparica.

Fonte: ONS (2013), com cálculos próprios.

6.5. Outros impactos das mudanças climáticas

Grande parte dos estudos analisados revela que os impactos econômicos das mudanças climáticas globais tendem a ser mais intensos, em termos relativos, em regiões menos desenvolvidas, considerando-se diversas escalas territoriais. Dos impactos com maior probabilidade de ocorrência identificados nesses estudos (PBMC, 2013), destacam-se os seguintes:

- Reduções significativas das áreas de florestas e matas nos estabelecimentos agrícolas;
- Aumento das áreas de pastagens;
- As regiões Centro-Oeste e Nordeste seriam as mais severamente atingidas;
- Plantio de cana-de-açúcar pode ser favorecido;
- Redução do crescimento econômico;
- Agricultura e pecuária são os setores mais sensíveis às mudanças climáticas, mas outros setores também seriam afetados negativamente;
- “Pecuarização” mais acentuada das regiões rurais no Nordeste;
- Aumento das desigualdades regionais;
- Aumento das forças de expulsão populacional das zonas rurais;
- Pressão sobre demanda por serviços públicos em grandes aglomerações urbanas;
- Aumento da pobreza;
- Aumento na frequência e intensidade de eventos extremos tenderia a gerar impactos adversos sobre a produtividade e produção de culturas agrícolas, com efeitos perversos sobre a segurança alimentar;
- Chuvas intensas e inundações imporiam custos crescentes às aglomerações urbanas;
- As condições de saúde humana no Brasil poderiam ser severamente afetadas em razão, sobretudo, do histórico de doenças de veiculação hídrica, das doenças transmitidas por vetores e das doenças respiratórias;
- Vulnerabilidades associadas às mudanças climáticas no Semiárido nordestino, que poderiam afetar, sobretudo, a disponibilidade de água, a subsistência regional e a saúde da população. Os agentes mais vulneráveis às mudanças climáticas seriam aqueles com menos

recursos e menor capacidade de se adaptar, tais como os trabalhadores de baixa renda, principalmente os agricultores de subsistência na área do Semiárido. A variabilidade climática obrigaria as populações a migrarem, gerando ondas de refugiados ambientais do clima para as grandes cidades da região ou para outras regiões, aumentando os problemas sociais já presentes nas grandes cidades.

- A vulnerabilidade econômica a mudanças climáticas dos Estados brasileiros em ambos os cenários (A2 e B2) do IPCC na Região Centro-Oeste seria a que apresentaria maiores impactos nos custos, chegando a 4,5% do PIB em 2050 no cenário B2. Neste mesmo cenário estimou-se, em 2050, uma perda permanente de 3,1% do PIB regional para a Região Norte, 2,9% para o Nordeste, 2,4% para o Sudeste, em comparação com o que poderia ter sido sem mudanças climáticas. No caso da Região Sul, que se beneficiaria em ambos os cenários, o ganho seria significativo no cenário A2 (2,0% do PIB regional, em 2050).
- Vulnerabilidade econômica da Região Nordeste com efeito negativo sobre o PIB e o emprego. Os estados mais afetados em termos de PIB e emprego no final do período de projeção de acordo com os cenários de mudanças climáticas seriam Pernambuco, Paraíba e Ceará, em relação à situação sem essas mudanças.

A figura seguinte apresenta um sumário das projeções de clima futuro, até 2100, com indicadores de confiabilidade dessas mudanças e indicadores de impactos na região Nordeste.



Obs.: Os indicadores de mudanças (símbolos) aparecem na parte inferior direita, o grau de confiabilidade é avaliado considerando-se a consistência entre as projeções dos modelos regionais do INPE, dos modelos globais do IPCC AR4. Os impactos são avaliados segundo os estudos de Salazar et al. (2007), Assad et al. (2008), Schaeffer et al. (2008) e CEDEPLAR & FIOCRUZ (2009)

Figura 51 - Sumário das mudanças de clima projetadas pelos modelos climáticos regionais sobre o Nordeste, até final do século XXI, para cenários de altas e baixas emissões.

Fonte: MARENGO *et. al.*, 2011.

Seguidamente apresentam-se as principais tendências setoriais identificadas como consequência das mudanças climáticas, com particular destaque para a região do Nordeste.

Agropecuária

O setor agrícola deve ser o mais afetado, uma vez que mudanças na temperatura e no regime de chuvas afetam a disponibilidade de terras aptas para a agropecuária (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

Os cenários agrícolas apontam para uma redução da área cultivável de “baixo risco e alto potencial” em 2020 e 2030. O Brasil poderá perder cerca de 11 milhões de hectares de terras adequadas à agricultura, por causa das alterações climáticas até 2030 (PBMC, 2013).

Os efeitos negativos sobre a oferta de *commodities* devem resultar em preços significativamente mais elevados de algumas matérias-primas, especialmente os alimentos básicos como arroz, feijão e todos os produtos de carne. Isso irá compensar o declínio na produtividade sobre o valor da produção agrícola, mas poderá ter importantes efeitos negativos sobre os pobres e o consumo desses itens básicos. (PBMC, 2013).

As áreas cultivadas com milho, arroz, feijão, algodão e girassol sofrerão forte redução na Região Nordeste, com perda significativa da produção. Duas regiões poderão ser mais atingidas: toda a área correspondente ao agreste nordestino, hoje responsável pela maior parte da produção regional de milho, e a região dos cerrados nordestinos (incluindo o oeste da Bahia) (PBMC, 2013).

Preveem-se os seguintes choques na oferta do fator terra para a agropecuária (variação da porcentagem total entre 2010 e 2050), nos estados do Nordeste pertencentes à bacia do SF (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008):

- Sergipe: -1,1% no Cenário A2 e -5,3% no Cenário B2
- Bahia: -28,3 % no Cenário A2 e -29 % no Cenário B2
- Alagoas: -40,7% no Cenário A2 e -36,9% no Cenário B2
- Pernambuco: -64,9% (em ambos os cenários).

O resultado da redução de terras cultiváveis será um crescimento do PIB menor (18,6% em Pernambuco) que o esperado na ausência das alterações climáticas (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

Os municípios mais dependentes do setor agropecuário deverão ser os mais prejudicados, com efeitos multiplicadores negativos no nível da atividade econômica, do emprego e da renda das populações (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

Outra consequência esperada da retração no setor é a transferência dos agricultores para outras regiões de seus Estados ou do país ou ainda para setores da economia menos afetados (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

Rearranjo populacional e restrição do acesso a serviços de saneamento

Caso o cenário pessimista se confirme, a taxa de migração no Nordeste pode crescer de modo significativo e alcançar 0,36% da população no período 2035-2040. A migração de 0,36% representa o deslocamento de 246.777 pessoas ao longo do período 2035-2040 (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

O rearranjo populacional demandará empenho e rapidez das autoridades municipais, estaduais e federais para tomar medidas de adaptação, como a construção de cisternas para amenizar a falta d'água (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

De fato, uma das dificuldades que os migrantes nordestinos deverão enfrentar nos municípios a que chegarem é a restrição do acesso a serviços de água e esgoto (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

Em qualquer dos dois cenários de alterações no clima, Pernambuco é um dos Estados mais suscetíveis a sofrer efeitos negativos – com perda de renda, maior dificuldade de acesso a água, taxas maiores de migração e mais casos de doenças (CEDEPLAR/FIOCRUZ, 2008).

Indústria

O alcance e a magnitude dos impactos deverão variar de acordo com as condições locais, o tipo de indústria instalada, os sistemas de transporte, projetos e políticas implementadas, bem como, a capacidade de adaptação para minimizar custos e riscos de acidentes (PBMC, 2013).

Energia

A mudança do clima pode resultar num aumento de até 9% do consumo de energia elétrica no setor residencial e de até 19% no setor de serviços, em virtude da maior necessidade de condicionamento de ar. Isso representa uma elevação de 8% sobre o consumo total de eletricidade projetado para o Brasil em 2030 (SCHAEFFER, R. *et. al.*, 2008).

Em termos de oferta, praticamente todas as opções de energia estão expostas a algum grau de vulnerabilidade às mudanças do clima. Em geral, espera-se que as fontes renováveis sejam mais susceptíveis a mudanças do clima, já que seu potencial depende de um fluxo que está intimamente ligado às condições climáticas. Esse é o caso da energia hidroelétrica, eólica e de biomassa (PBMC, 2013).

Na Região Nordeste estudos apontam favoravelmente para a geração de energia de biomassa e eólica, enquanto a geração de energia hidroelétrica sofreria impactos negativos devido a sua dependência em relação aos níveis e variações de vazões naturais dos grandes reservatórios, bem como aos níveis elevados de evaporação (PBMC, 2013).

SCHAEFFER, R. *et. al.* (2008) previu quedas na geração de energia que variam entre 1 e 2,2 % (média do parque elétrico nacional) nos cenários A2 e B2, respectivamente, sendo a mais afetada a bacia do rio São Francisco, com quedas entre 4,3 e 7,7 % no período 2071-2100.

O potencial de energia eólica se concentraria na costa, reduzindo-se no interior e afetando o total nacional, que pode cair em até 60%. A produção de biodiesel no Nordeste também seria prejudicada, principalmente por causa dos impactos sobre os cultivos de soja e mamona, o que afetaria o programa governamental de incentivo à agricultura familiar para produção de biocombustíveis (SCHAEFFER, R. *et. al.*, 2008).

Uma redução de 50 m³/s na vazão média anual do São Francisco poderia provocar uma diminuição na geração de algo em torno de 80 a 160 MW ao longo ano (CGEE, 2008).

7. CONCLUSÃO

Introdução

O **objeto** do presente relatório é um conjunto de cenários ou possibilidades alternativas de demanda consuntiva de água nos horizontes de 2025 (ano horizonte do plano) e 2035. Este relatório tem, assim, por **objetivo** fornecer um conjunto de elementos de base para o subsequente exercício de planejamento que serão úteis, não apenas para a compatibilização com o balanço hídrico (RP4), mas também para o arranjo institucional e para a definição de diretrizes e critérios para aplicação dos instrumentos de gestão na bacia (RP5).

Em concreto, o principal produto («output») do presente relatório é um conjunto de **três cenários contrastados de evolução futura da demanda de água**: um cenário central (B) que resulta das dinâmicas instaladas nas diversas sub-bacias e setores usuários (agropecuária, indústria, abastecimento humano – urbano e rural e usos externos – transposição); um cenário (A) de consumo mais moderado que poderia estar associado a uma trajetória de menor desenvolvimento econômico e social no São Francisco; e um cenário (C) de maior desenvolvimento, logo de alta demanda em termos de consumo de água.

Estes cenários resultaram de uma diferente resolução das **incertezas cruciais ou críticas** que se colocam à bacia do rio São Francisco na atualidade. De modo a serem úteis para o exercício de planejamento, foram concretizados na forma de **demandas ou vazões de retirada futura**. Foram também construídos como se não existissem restrições em termos de uso do solo, capital e/ou trabalho o que, num território com vastas zonas semiáridas e/ou escassamente povoadas, é uma hipótese forte.

Os cenários A, B e C resultaram, assim, de um exercício «teórico» suportado em modelos estatísticos e demográficos. Não obstante, estes cenários são **realistas** no sentido em que podem vir a concretizar-se no horizonte de planejamento de 2025, sendo mais incertos a vinte anos (2035).

Situação atual e prognósticos

A construção de cenários e prognósticos no presente documento foi desenvolvida na sequência da análise dos cenários do PNRH para 2020 (MMA, 2006) e do PRH-SF 2004-2013 para 2013 (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004), relativamente aos quais se verificou a subestimação dos consumos projetados, em particular, para a irrigação.

De fato, no PRH-SF 2004-2013 o cenário otimista apontava para um consumo de 152,46 m³/s em 2013 na irrigação, quando a vazão de consumo em 2013 foi estimada em 195,5 m³/s no diagnóstico do presente plano. O valor da área irrigada em 2013 (807.389 ha) superava em cerca de 136% o valor apresentado em 2004 no PRH-SF, sendo também superior à área projetada para 2020 no cenário mais otimista do PNRH (700.000 ha).

Ainda relativamente à irrigação, o PNRH identificava então a existência de “uma demanda excessiva de água para irrigação no Médio e no Submédio São Francisco, cujos volumes, em alguns locais, situavam-se muito acima das disponibilidades”, situação agravada com o aumento entretanto verificado (e previsto) da área irrigada.

Desde 2014 que o Brasil enfrenta aquilo que os economistas designam habitualmente como *stagflation*: inflação galopante acompanhada de estagnação ou mesmo redução do produto (PIB) tal como projetado para 2015. O desemprego ainda não começou a subir de forma significativa mas é provável que tal venha a acontecer nos próximos meses, como resultado do aumento dos custos do trabalho face aos ganhos de produtividade, bastante mais modestos nos últimos anos (OCDE, 2015a). Um dos problemas da *stagflation* é que apenas é resolúvel com medidas do lado da oferta, que estimulem ganhos de produtividade, o que normalmente implica tomar decisões difíceis e implementar reformas estruturais.

Adicionalmente, o Brasil enfrenta uma situação de défices orçamentais persistentes (saldo primário negativo), progressiva deterioração das suas contas externas e crescimento da dívida pública (OCDE, 2015a). De fato, o abrandamento do crescimento da economia chinesa está a pressionar os preços das matérias-primas, designadamente dos metais, para mínimos dos últimos anos, prejudicando o Brasil e outros países exportadores de *commodities*. Também a dramática descida do preço do petróleo, operada desde meados de 2014, tem prejudicado seriamente o Brasil.

Paralelamente, as expectativas de subida das taxas de juro nos Estados Unidos da América, associadas a uma redução do investimento externo no Brasil, têm conduzido a uma desvalorização do real e a crescentes dificuldades de financiamento no exterior, apesar dos ganhos de competitividade das exportações a curto prazo.

De um modo geral, é possível afirmar que os principais países em desenvolvimento, ou seja, os BRICS parecem estar a atravessar uma fase de transição. De fato, excluindo o caso especial da Índia, **o Brasil e demais economias emergentes**, incluindo a China e a Rússia, poderão ter de enfrentar, nos próximos anos ou mesmo décadas, **ritmos de crescimento do PIB bastante mais moderados face às médias registradas desde 1990**. Mesmo num cenário de confinamento da atual crise a 2015, com eventual prolongamento a 2016, é expeável que o produto potencial do Brasil possa vir a ser seriamente afetado, condicionando as expectativas de crescimento desta economia a longo prazo.

Também os **cenários de alterações climáticas** que se perspetivam, designadamente para o semiárido nordestino, poderão condicionar seriamente a produtividade do setor agropecuário bem como o aumento da fatura energética o que pode, por seu turno, reduzir a produtividade da indústria num território muito dependente da hidroeletricidade. Ou seja, também o produto potencial, designadamente do Médio, Submédio e Baixo São Francisco, poderá ser negativamente afetado a longo prazo, face a cenários de alterações climáticas mais moderadas e/ou desfasadas no tempo. Os resultados apresentados no Capítulo 5 no que se refere às tendências em termos de vazão média dos reservatórios do Sobradinho e Itaparica face ao das Três Marias, localizado no Alto São Francisco, devem ser interpretados com redobrada preocupação, mesmo encerrando algumas contradições e incertezas.

Cenários de demanda futura de água

Dada a conjuntura da economia brasileira (e mundial) bem como as projeções em termos de efeito das alterações climáticas, é de esperar que a demanda total de água na bacia do rio São Francisco possa evoluir mais de acordo com o perspetivado no **Cenário A**, pelo menos no horizonte de planeamento de 2025. Trata-se do cenário menos pressionante em termos de recursos hídricos entre os três analisados no

Capítulo 4: partindo de uma demanda estimada em cerca de 320 m³/s em 2015, este cenário projeta uma retirada de 458 m³/s em 2025, o que corresponde a um crescimento acumulado de 43% em apenas dez anos.

A longo prazo (2035), o Cenário A aponta para um aumento da vazão captada, ainda assim, de 68%, com crescimentos de 137% no Submédio São Francisco e acima dos 55% nas regiões do Médio e Alto. Também a demanda do Baixo São Francisco poderá aumentar de forma significativa (quase 49%) caso se considere a água captada no reservatório de Moxotó que será transposta para o Baixo Ipanema e Baixo São Francisco em Alagoas através do Canal do Sertão Alagoano.

Quadro 49 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio e longo prazo (2025 e 2035) por região (m³/s) – Cenário A.

Região	Vazão de Retirada (m ³ /s)			Crescimento acumulado (*)		
	2015	2025	2035	2015-25	2025-35	2015-35
Alto	66,0	84,4	105,0	27,9%	24,4%	59,1%
Médio	185,3	245,7	304,2	32,6%	23,8%	64,2%
Submédio	42,6	100,2	100,7	135,5%	0,5%	136,6%
Baixo	26,6	28,0	28,8	5,4%	2,8%	8,4%
Baixo (**)	26,6	38,7	39,5	45,6%	2,0%	48,5%
Total	320,4	458,3	538,7	43,0%	17,5%	68,1%

(*) Taxa de crescimento acumulado = $100 \times (Vazão\ ano\ final \div Vazão\ ano\ inicial - 1)$.

(**) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS.

As dinâmicas instaladas no São Francisco apontam, contudo, para crescimentos mais expressivos, mesmo a médio prazo. De fato, o **Cenário B**, construído com base nas tendências observadas na bacia até 2012 em termos de usos agropecuário, industrial, urbano e rural, conduz a uma demanda de 585 m³/s em 2025, isto é, mais 72% face ao volume estimado, neste cenário, para 2015 (cerca de 340 m³/s). A manterem-se estas dinâmicas, ou seja, caso não sejam implementadas medidas de controle das vazões no horizonte de planejamento, facilmente se chegaria a retiradas próximas dos 740 m³/s em 2035, o que seria, porventura, insustentável face às disponibilidades hídricas existentes.

Quadro 50 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio e longo prazo (2025 e 2035) por região (m³/s) – Cenário B.

Região	Vazão de Retirada (m ³ /s)			Crescimento acumulado (*)		
	2015	2025	2035	2015-25	2025-35	2015-35
Alto	67,4	93,8	123,0	39,2%	31,2%	82,7%
Médio	199,3	303,6	406,2	52,3%	33,8%	103,8%
Submédio	45,7	156,1	172,7	241,3%	10,7%	277,7%
Baixo	27,2	31,9	35,3	17,0%	10,8%	29,6%
Baixo (**)	27,2	53,2	56,6	95,4%	6,4%	108,0%
Total	339,6	585,3	737,2	72,4%	26,0%	117,1%

(*) Taxa de crescimento acumulado = $100 \times (Vazão\ ano\ final \div Vazão\ ano\ inicial - 1)$.

(**) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS.

É possível imaginar um cenário ainda mais dramático em termos de pressão sobre os mananciais da bacia do rio São Francisco como é o caso do **Cenário C**. Neste cenário, a economia brasileira (e mundial) regressaria, ainda antes de 2025, a ritmos elevados de crescimento, com nova apreciação dos preços das matérias-primas, não tanto devido ao abandono de terras agrícolas e redução da produtividade por efeito das alterações climáticas (notadamente, no semiárido), mas novamente por pressão da procura mundial e/ou especulação como aconteceu na sequência da crise financeira internacional de 2008.

No Cenário C também se assistiria a uma forte pressão sobre os recursos hídricos do Submédio, com retiradas para transposição acima das vazões médias decorrentes dos acordos estabelecidos com os Estados nordestinos e próximas dos 32 m³/s para o Sertão Alagoano no Baixo São Francisco. Como sugere o quadro seguinte (Quadro 51), não seria inverossímil ultrapassar a fasquia dos 785 m³/s em termos de vazão a retirar no horizonte de 2025:

Quadro 51 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio e longo prazo (2025 e 2035) por região (m³/s) – Cenário C.

Região	Vazão de Retirada (m ³ /s)			Crescimento acumulado (*)		
	2015	2025	2035	2015-25	2025-35	2015-35
Alto	66,8	102,6	143,3	53,5%	39,7%	114,6%
Médio	192,3	423,6	616,5	120,3%	45,6%	220,7%
Submédio	46,7	224,6	272,1	381,0%	21,1%	482,7%
Baixo	27,0	35,2	41,3	30,4%	17,5%	53,2%
Baixo (**)	27,0	67,2	73,3	149,1%	9,2%	171,9%
Total	332,7	785,9	1.073,3	136,2%	36,6%	222,6%

(*) Taxa de crescimento acumulado = $100 \times (Vazão\ ano\ final \div Vazão\ ano\ inicial - 1)$.

(**) Considerando a água captada no reservatório de Moxotó que será fornecida ao Baixo SF através do Canal do Sertão Alagoano.

Fonte: NEMUS.

É importante notar que o cenário tendencial B não corresponde, necessariamente, a um **cenário de referência ou desejável** mas tão somente à demanda que resulta da projeção das dinâmicas instaladas na bacia, quer em termos demográficos, quer ao nível do setores da agropecuária e indústria. Como se sugeriu, o cenário A pode ser, porventura, mais desejável face ao cenário B em termos de uso sustentável dos recursos hídricos a médio e longo prazos.

É que, de acordo com os prognósticos de demanda simulados no presente relatório, é evidente a **elevada pressão que se fará sentir, nos próximos anos, sobre os mananciais do São Francisco, independentemente do cenário considerado** (Figura 52).

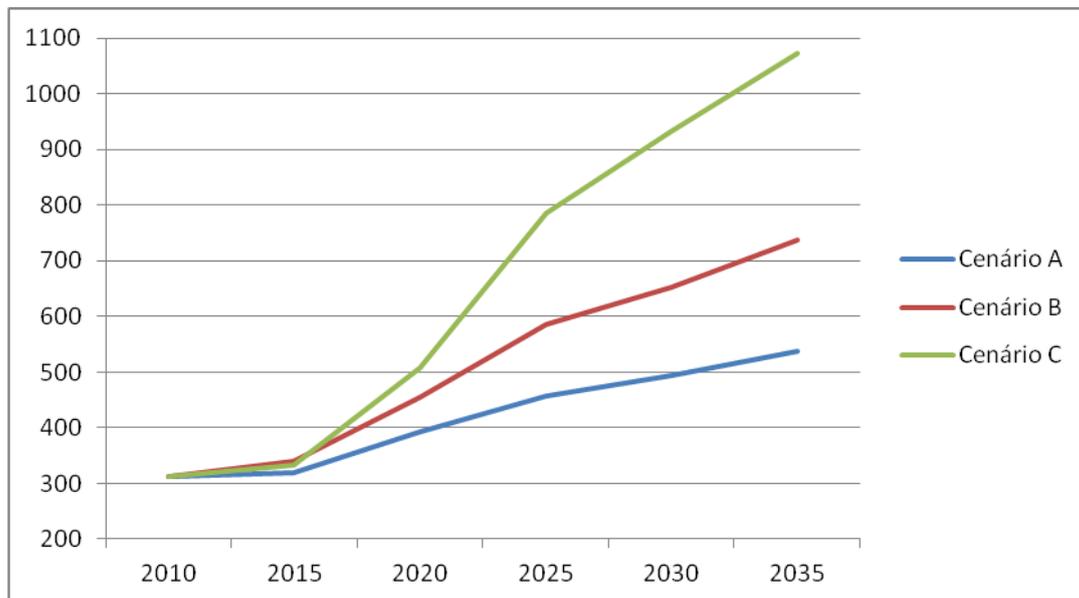


Figura 52 – Demanda total a médio e longo prazo (2025 e 2035), nos cenários A, B e C.

Fonte: NEMUS.

Essa pressão decorrerá, por um lado, das vazões que recaem sobre a região do **Submédio São Francisco**, quer por via da transposição para o Nordeste (PISF), quer dos projetos de expansão de perímetros irrigados em curso (Salitre, Pontal), do Canal de Xingó e do Canal do Sertão Alagoano que, de acordo com o frisado, serve a bacia afluyente do Baixo Ipanema e **Baixo São Francisco** em Alagoas. Por outro lado, o **Médio São Francisco** parece estar em uma fase inicial do seu processo de desenvolvimento socioeconômico, sendo de esperar, além da expansão de perímetros irrigados, a consolidação das demandas agropecuárias e um forte crescimento da demanda industrial. Além disso, a região mais desenvolvida da bacia, o **Alto São Francisco**, permanece com fortes dinâmicas de crescimento, quer no setor agropecuário, quer na indústria.

Cabe ainda menção no presente relatório à análise da **nova divisão dos limites das regiões fisiográficas**, tendo-se apresentado uma proposta nesse sentido. Este assunto, ainda em discussão no CBHSF, será retomado em produtos seguintes, notadamente, nos relatórios RP5 – Arranjo Institucional para a Gestão de Recursos Hídricos e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos e RP6 – Plano de Metas, Ações Prioritárias e Investimentos.

A principal conclusão deste relatório é, pois, a **necessidade urgente em:**

- **Melhorar a gestão da oferta de água;**
- **Aumentar a eficiência na gestão do uso da água** de modo a que seja possível assegurar consumos, pelo menos idênticos aos atuais, mas com menores vazões de retirada. Para o efeito, é fundamental intervir na indústria e, sobretudo, no **uso agropecuário** que absorve mais de 80% dos volumes captados.

De fato, uma das estratégias de atuação poderá passar pela diferenciação do coeficiente multiplicador de captação e consumo baseado nas boas práticas (K_i) de acordo com a tecnologia de rega adotada por cada usuário (gotejamento, microaspersão, pivô central, inundação, etc.) bem como do coeficiente utilizado para estimar o consumo da agricultura ($K_{\text{cons irrig}}$), no escopo do mecanismo de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Este aprimoramento, entre outros, será ponderado na fase de Arranjo Institucional para a Gestão de Recursos Hídricos na Bacia e Diretrizes e Critérios para Aplicação dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia (RP5) bem como no subsequente Plano de Metas, Ações Prioritárias e Investimentos (RP6).

Entretanto, os resultados obtidos no presente documento (RP3), após discussão e consulta pública, subsidiarão a fase seguinte, de **Compatibilização do Balanço Hídrico com os Cenários Estudados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** (RP4).

O balanço hídrico compara, para cada cenário, as disponibilidades de água com as demandas de água, consoante a origem de água (recursos superficiais ou subterrâneos), para identificar as situações de escassez ou de pré-escassez de água e os conflitos entre os vários usos. São indicadas as áreas sujeitas a restrições de uso e alternativas para compatibilizar as disponibilidades com as demandas.

O recurso à simulação matemática da operação de todo o sistema da bacia hidrográfica do rio São Francisco (modelo LabSid-ACQUANET 2013) com as suas estruturas de armazenamento de água, produção de energia elétrica e de distribuição de água, proporciona a análise do funcionamento de toda a bacia hidrográfica e a consideração de todos os usos da água, incluindo as necessidades dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal; GDF, Governo do Distrito Federal; ECOPLAN Engenharia Ltda. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – PGIRH/DF**. Brasília, 2012.

ALEXANDER, L. V.; ZHANG, X.; PETERSON, T. C.; CAESAR, J., GLEASON, B., KLEIN TANK, A.; HAYLOCK, M.; COLLINS, D.; TREWIN, B.; RAHIMZADEH, F.; TAGIPOUR, A.; AMBENJE, P.; RUPA KUMAR, K.; REVADEKAR, J.; GRIFFITHS, G.; VICENT, L.; STEPHENSON D.; BURN, J.; AGUILAR E.; BRUNET, M.; TAYLOR, M.; NEW, M.; ZHAI, P.; RUSTICUCCI, M.; VAZQUEZ-AGUIRRE, J. L. **Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation**. Journal of Geophysical Research 111: D05109, 2006.

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A. **Assessment of regional seasonal predictability using the PRECIS regional climate modeling system over South America**. Theor Appl Climatol. 2009.

AMBRIZZI, T.; ROCHA, R. P.; MARENGO, J. A.; PISNITCHENKO, I.; ALVES, L. M. **Cenários regionalizados de clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3, Ministério do Meio Ambiente - MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade - Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI**. Brasília, 2007.

ANA, Agência Nacional de Água. **Projeto Adaptação do Planejamento e da Operação dos Recursos Hídricos à Variabilidade e Mudanças Climáticas na Bacia Estendida do Rio São Francisco. Relatório Sumário – Análise de Mudanças Climáticas na Bacia do Rio São Francisco**. Julho de 2015d.

ANA, Agência Nacional de Águas. **ATLAS Brasil – Abastecimento Urbano de Água**. Brasília, 2010.



ANA, Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013**. Brasília – Distrito Federal, 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 2015a.

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 2015b.

ANA/GEF/PNUMA/OEA, ANA – Agência Nacional de Águas; GEF – Fundo Mundial para o Meio Ambiente; PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente; OEA – Organização dos Estados Americanos. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2004-2013**. Salvador (módulo 1) e Brasília (restantes), 2004.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15&idPerfil=2&idiomaAtual=0>. Acessado em: Maio de 2015.

BRASOL, Brasil Ação Solidária. **Plano Diretor de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Jequitaiá, Pacuí e Trechos do São Francisco – UGRH SF6**. SEMAD, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Jequitaiá e Pacuí; FHIDRO. 2010.

CABRÉ, M. F.; SOLMAN, S.; NUÑEZ, M. **Creating regional climate change scenarios over southern South America for the 2020's and 2050's using the pattern scaling technique: validity and limitations**. *Climate Change* 98:449–469. 2010.

CAESAR, J.; ALEXANDER, L.; VOSE, R. **Large-scale changes in observed daily maximum and minimum temperatures: creation and analysis of a new gridded data set**. *Journal of Geophysical Research* 111: D05101. 2006.



CASTRO, César Nunes. **Transposição do Rio São Francisco: Análise de Oportunidade do Projeto**. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro, 2011.

CEDEPLAR, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais/FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. **Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste Brasileiro 2000-2050**. 2008.

CEMIG, Companhia Energética de Minas Gerais. **Defluências afluentes e turbinadas médias diárias por reservatório de 1 de janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2014**. Disponibilizados em 10 de março de 2015.

CEMIG. **Usinas da Cemig – A História da Eletricidade em Minas e no Brasil – 1952 - 2005**. Rio de Janeiro, 2006.

CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Mudança do Clima no Brasil: vulnerabilidades, impactos e adaptação**. Revista Parcerias Estratégicas. N.º 27. Brasília, DF. Dezembro de 2008.

CHESF, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. **Defluências turbinadas médias diárias por reservatório de 1 de janeiro de 2010 até 31 de dezembro de 2014**. Disponibilizados em 14 de janeiro de 2015.

CHESF, Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. **Quadro Resumo de Informações Operativas - Bacia do Rio São Francisco**. Dados fornecidos a pedido em 14 de janeiro de 2015.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Perímetros Irrigados**. Elenco de projetos. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/elenco-de-projetos>>. Acessado em: Maio de 2015.

DIÁRIO DA MANHÃ. **Águas do Tocantins para o São Francisco – Ideia é garantir que em época de seca o volume do rio que corre no Nordeste seja repost**. 21/10/2015. Acessado em: <<http://www.dm.com.br/cotidiano/2015/10/aguas-do-tocantins-para-o-sao-francisco.html>>. Acessado em: Dezembro de 2015.

DOUVILLE, H., CHAUVIN, F.; PLANTON, S.; ROYER, J.-F.; SALAS-MÉLIA, D., TYTECA, S. **Sensitivity of the hydrological cycle to increasing amounts of greenhouse gases and aerosols.** *Climate Dyn.*, 20, 45-68. 2002

ECOPLAN Engenharia Ltda. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.** ANA, Agência Nacional de Águas. Brasília, 2011.

ECOPLAN Engenharia Ltda; LUME, Estratégia Ambiental; SKILL Engenharia. **Plano Diretor de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos SF8.** Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Urucuia; IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Governo de Minas. 2014a.

ECOPLAN Engenharia Ltda; LUME, Estratégia Ambiental; SKILL Engenharia. **Plano Diretor de Recursos Hídricos – Bacia Hidrográfica do Rio Pandeiros – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos SF9.** Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio São Francisco; IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Governo de Minas. 2014b.

ECOPLAN Engenharia Ltda; SKILL Engenharia. **Atualização do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas – PDRH Rio das Velhas.** Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas; Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo. Porto Alegre, 2015.

ELETRONBRAS. **SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro.** 2014. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMIS21D128D3PTBRIE.htm>>. Acessado em: Abril de 2015.

FAIÃO, D.; SORGATO, J.; PEDROSA, V.A. **Canal do Sertão Alagoano: O custo da energia elétrica.** IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. 2008. Acessado em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/CustoEnergiaCanalAlagoano.pdf>>. Acessado em: Julho de 2015.

Feijó, R.; Torggler, S. **Alternativas Mais Eficientes para a Transposição do São Francisco.** Cadernos do Ceas, n. 227, p. 125-150, Salvador, 2007.

FMI (a), Fundo Monetário Internacional. **IMF Primary Commodity Prices**. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>>. Acessado em: 16 de julho de 2015.

FMI (b), Fundo Monetário Internacional. **World Economic Outlook (WEO): Adjusting to Lower Commodity Prices, October 2015**. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/>>. Acessado em: 7 de outubro de 2015.

GARJULLI, R. **Oficinas sobre os múltiplos usos de água na bacia do São Francisco**. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Junho de 2013.

GOVERNO DE MINAS. **Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado 2011-2030. Gestão para a Cidadania**. Disponível em: <http://www.planejamento.mg.gov.br/publicacoes/planos-e-politicas-organizacionais/953-plano-mineiro-de-desenvolvimento-integrado-2011-2030>. Acessado a 9 novembro 2015.

GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA. **Plano Plurianual Participativo 2016-2019**. Salvador, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Plano Plurianual de Ação Governamental – PPAG 2016-2019**. Belo Horizonte, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Plano Plurianual 2016-2019**. Recife, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Visão de Futuro Pernambuco 2035**. Proposta para discussão com a sociedade. Disponível em: <http://www.pernambuco2035.com.br>. Acessado em 9 novembro 2015.

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. **Plano Plurianual 2016-2019 – Desenvolvimento, Produtividade e Inclusão Social**. Brasília, 2015.

GROISSMAN, P.; KNIGHT, P.; EASTERLING, D.; KARL, T.; HEGERL, G.; RAZUVAEK, V. 2005. **Trends in intense precipitation in the climate record**. Journal of Climate 18: 1326–1350.

HAYLOCK, M. R.; PETERSON, T.; ABREU DE SOUSA, J. R.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI, T.; BAEZ J.; BARBOSA DE BRITO, J. I.; BARROS, V. R.; BERLATO, M. A.; BIDEGAIN, M.; CORONEL, G.; CORRADI, V.; GARCIA, V. J.; GRIMM, A. M.; JAILDO DOS ANJOS, R.; KAROLY, D.; MARENGO, J. A.; MARINO, M. B.; MEIRA, P. R.; MIRANDA, G. C.; MOLION, L.; MUNCUNIL, D. F.; NECHET, D.; ONTANEDA, G.; QUINTANA, J.; RAMIREZ, E.; REBELLO, E.; RUSTICUCCI, M.; SANTOS, J. L.; VARILLAS, I. T.; VINCENT, L.; YUMIKO, M. **Trends in total and extreme South American rainfall 1960–2000 and links with sea surface temperature.** *Journal of Climate* 19: 1490–1512. 2006.

HOLOS/DELGITEC. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.** Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: IGAM, 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acessado em: 05 de Janeiro de 2015a.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros – 2012.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2012/>> Acessado em: janeiro de 2015b.

IBI Engenharia Consultiva S/S; ENGESOFT Engenharia e Consultores S/S. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Alagoas.** Governo do Estado de Alagoas – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Ceará, 2010.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu.** Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. Belo Horizonte, 2006.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Planos de Recursos Hídricos.** Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/plano-de-recursos-hidricos>>. Acessado em: Maio de 2015.

IPCC, Intergovernmental Panel in Climate Change. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Special Report of**

Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Edited by C. B. Field et al. Cambridge/New York, Cambridge University Press/IPCC, 2012.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis Summary for Policymakers Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** 18. 2007.

ITEM. Por Dentro do Canal de Xingó: uma obra prioritária para a agricultura irrigada em Sergipe. **Revista ITEM- Irrigação e Tecnologia Moderna.** N.º 104/105. Brasília/DF. Disponível em: <http://www.abid.org.br/revistas/104-105-item.htm>. Acessado em: setembro de 2015.

JORNAL DA CIDADE. Suspensa licitação de estudo para Piauí integrar transposição. **Jornal da Cidade,** Teresina-Piauí. Acessado em: <http://www.jornaldacidadepi.com.br/detalhe.php?n=6925&e=1>. Acessado em: Março de 2015.

LANNA, A.. Elaboração e avaliação de cenários prospectivos dos usos e da proteção dos recursos hídricos no País para o horizonte 2025. Relatório 2- Elementos norteadores para as estratégias e ações para a área de recursos hídricos. Dezembro de 2010. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

LI, W.; FU, R.; DICKINSON, R. E. **Rainfall and its seasonality over the Amazon in the 21st century as assessed by the coupled models for the IPCC AR4.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012), 111(D2). 2006.

LO, J. C.-F.; YANG, Z.-L.; PIELKE, R. A. **Assessment of three dynamical climate downscaling methods using the Weather Research and Forecasting (WRF) model.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres 113. 2008.

MAGNA; BRL ingénierie. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (PERH-BA).** Governo do Estado da Bahia; SEINFRA – Secretaria de Infraestruturas; SRH – Superintendências de Recursos Hídricos. Salvador, 2003.

MAGRIN, G.; GAY-GARCÍA, C.; CRUZ-CHOQUE, D.; GIMÉNEZ, J.C.; MORENO, A.R.; NAGY, G.J.; NOBRE, C.; VILLAMIZAR, A. **Latin America. Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (eds) **Contribution of working group II to the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**, Cambridge University Press, Cambridge. p. 581-615. 2007.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Agrícola e Pecuário 2014/2015**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pap>>. Acessado em: setembro de 2015.

MARENGO, J. A. **Cenários de Mudanças Climáticas para o Brasil em 2100**. *Ciência & Ambiente*. v.34, p.100-125, 2007a.

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas. Estudos Avançados**. 2008. Volume 2, n. 63, pp. 83-96. ISSN 0103-4014.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade - Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI (Segunda Edição)**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, v.1. p.214. 2007b.

MARENGO, J. A. **Vulnerabilidade, Impactos e adaptação as mudança de clima no semiárido do Brasil**, In Parcerias Estratégicas/Centro de Gestão de Estudos Estratégicos-Ministerio da Ciencia e Tecnologia, v.1, n.1, Braslia DF, p. 149-176, 2009.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: INSA. 2011.

MARENGO, J. A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; ROCHA R.; LABORBE, R. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: projeções de clima futuro usando três modelos regionais**. Relatório 5, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria de Conservação da Biodiversidade, Mudanças climáticas globais e efeitos sobre a biodiversidade, sub projeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília. 2007.

MARENGO, J. A.; JONES, R.; ALVES, L.; VALVERDE, M. **Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system.** International Journal of Climatology, DOI: 10.1002/joc.1863. 2009b.

MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos.** In: BICUDO, Carlos E.de M.; TUNDISI, J. G.. J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. (Orgs). Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

MARENGO, J.; NOBRE, C. A.; BETTS, R. A.; COX, P. M.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. **Aquecimento Global e Mudança Climática na Amazônia: Retroalimentação Clima-Vegetação e Impactos nos Recursos Hídricos.** 2009a.

MENÉNDEZ C. G.; DE CASTRO, M.; SÖRENSSON, A.; BOU-LANGER, J-P. **CLARIS project: Towards climate down-scaling in South America.** Meteorol. Z. 2010; 19:357-62.

MI, Ministério da Integração Nacional. **Projeto São Francisco.** Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/o-que-e-o-projeto>>. Acessado em: Maio de 2015.

MIRANDA, J., MIRANDA, Rosa, SANTANA, N. **Balanço hídrico para a revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia,** Relatório Técnico. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Junho 2010.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos.** Águas para o futuro: cenários para 2020: Volume 2. Brasília: MMA, 2006.

MME/EPE, MME – Ministério de Minas e Energia; EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Estudos de Planejamento da Expansão da Geração – Identificação e Classificação de Potenciais Reservatórios de Regularização.** Brasília: MME/EPE, 2015.

MOPTC, Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações de Portugal. **Plano Estratégico de Transportes 2008-2020.** Lisboa, Maio de 2009.

MP, Ministério do Planejamento. **PAC2.** <<http://www.pac.gov.br/>>. Acessado em: Maio de 2015.

O GLOBO. **Desertificação já atinge uma área de 230 mil km² no Nordeste – Mapeamento feito por satélite feito pelo Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites da Universidade Federal de Alagoas lança alerta para o fenômeno.** 09/07/2013. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/revista-amanha/desertificacao-ja-atinge-uma-area-de-230-mil-km-no-nordeste-8969806>>. Acessado em: Dezembro de 2015.

OCDE (2015a). “Brazil”. *OCDE Economic Outlook*, Volume 2015, Issue 1. Paris: OCDE Publishing. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/economics/oecd-economic-outlook-volume-2015-issue-1/brazil_eco_outlook-v2015-1-6-en>. Acessado em: Setembro de 2015.

OCDE (2015b), Organisation for Economic Co-operation and Development. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris.

PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Base científica das mudanças climáticas. **Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas** [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

PBMC, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo do GT2**. Brasília, DF. 2013.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2014**. New York. 2014.

PROJETEC Projetos Técnicos Ltda; TECHNE Engenheiros Consultores Ltda. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe – PERH-SE**. Governo do Estado de Sergipe; SEMARH, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos; Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos PROÁGUA Nacional. 2011.

PR-SAE, Presidência da República- Secretaria de Assuntos Estratégicos. **Brasil 2022**. Brasília. Dezembro de 2010.

RACHERLA, P. N.; SHINDELL, D. T.; FALUVEGI, G. S. **The added value to global model projections of climate change by dynamical downscaling: A case study over the continental US using the GISS-ModelE2 and WRF models.** Journal of Geophysical Research: Atmospheres 117. 2012.

RAMINA, R. H. **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 01 – Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – Os condicionantes estruturais. 2014a.

RAMINA, R. H. **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 02 – Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco – Cenários. 2014b.

RAMINA, R. H. **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.

RIBEIRO, J. M. F., CORREIA, V. M. S. e CARVALHO, P. **Prospectiva e Cenários – Uma breve introdução metodológica. Série “Prospectiva – Métodos e Aplicações”,** n.º 1, Lisboa, Departamento de Prospectiva e Planeamento, 1997.

SANTANA, T. B.; SILVA, B. C.; SANTOS, A. H. M. **Estimativa de impactos de mudanças climáticas nas vazões do rio São Francisco.** XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011.

SCHAEFFER, R., SZKLO, A, de SOUZA, R., BORBA, B, da COSTA, I., JÚNIOR, A, da CUNHA, S. **Mudanças climáticas e segurança energética no Brasil – Sumário Executivo.** Junho de 2008.



SCTMA-PE – Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco (PERH-PE)**. Recife, 1998.

SEMAD/MG – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais. **Parecer Único Supram Cm Nº. 367/2009**. Belo Horizonte, 2009.

SEPLAN, Secretaria do Planejamento do Estado da Bahia. **Pensar a Bahia: construindo o nosso futuro**. Caderno 2. Junho 2010. Disponível em: <http://www.seplan.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=33>

SHIKLOMANOV, I. A., SHIKLOMANOV, A. I., LAMMERS, R. B., PETERSON, B. J. VOROSMARTY, C. J. **The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean**. In: Lewis, E.L., Jones, E.P., Prowse, T.D. & Wadhams, P. (eds) *The freshwater budget of the Arctic Ocean*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 281-296. 2000.

SIEGMUND-SCHULTZE, M.; RODORFF, V.; KÖPPEL, J.; SOBRAL, M.C. **Paternalism or participatory governance? Efforts and obstacles in implementing the Brazilian water policy in a large watershed** in *Land Use Policy* 48. p. 120–130. 2015.

SILLMANN, J.; KHARIN, V. V., ZHANG, X., ZWIERS, F. W., BRONAUGH, D. **Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 1. Model evaluation in the present climate**. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 1716–1733. 2013b.

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.

SORENSSON, A.; MENENDEZ, C. G.; RUSCICA, R.; ALEXANDER, P.; SAMUELSSON, P.; WILLEN U. **Projected precipitation changes in South America: a dynamical downscaling within CLARIS**. *Meteorol Z* 19(4):347–355. 2010b.

SORENSSON, A.; MENÉNDEZ, C. G.; SAMUELSSON, P.; WILLÉN, U., HANSSON, U. **Soil–precipitation feedbacks during the South American Monsoon as simulated by a regional climate model**. *Clim Change* 98:429–447. 2010a.



TEBALDI, C.; HAYHOE, K., ARBLASTER, J., MEEHL, G. **Going to the extremes: an intercomparison of model-simulated historical and future changes in extreme events.** *Climatic Change* 79: 185–211, DOI:10.1007/s10584-006-9051-4. 2006.

TESE, Tecnologia em Sistemas Espaciais. **Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas;** Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Montes Claros, 2006.

THE WORLD BANK. **Portal do The World Bank.** Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/country/brazil/overview#1>>. Acessado em: setembro de 2015.

TRENBERTH, K. E.; DAI, A.; RASMUSSEN, R. M.; PARSONS, D. B. **The changing character of precipitation.** *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 84, 1205-1217. 2003.

VINCENT, L. A.; PETERSON, T. C.; BARROS, V. R.; MARINO, M. B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; RAMIREZ, E.; ALVES, L. M.; AMBRIZZI T.; BERLATO, M. A.; GRIMM, A. M.; MARENGO, J. A.; MOLION, L.; MONCUNILL, D. F.; REBELLO, E.; ANUNCIÇÃO Y. M. T.; QUINTANA, J.; SANTOS, J. L.; BAEZ, J.; CORONEL, G.; GARCIA, J.; TREBEJO I.; BIDEGAIN, M; HAYLOCK, M. R.; KAROLY, D. **Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960–2000.** *Journal of Climate* 18: 5011– 5023. 2005.



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.



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

CONTRATADO POR:



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo

www.agbpeixevivo.org.br