



**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
out 2015


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

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>	I
Aprovado por <i>Approved by</i>	Pedro Bettencourt Correia	Data <i>Date</i>	16.10.2015

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		
I	16.10.2015	RP3; Volume I	NEMUS		

Elaborado por *Prepared by*

nemus 

NEMUS, Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.
HQ: Campus do Lumiar – Estrada do Paço do Lumiar,
 Edifício D – 1649-038 Lisboa, Portugal
T: +351 217 103 160 • **F:** +351 217 103 169
www.nemus.pt

Brasil: Avenida Santa Luzia, n.º 1136, sala 506,
 Horto Florestal, Salvador – Bahia, CEP 40295-50
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.

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, outubro de 2015

O Coordenador Geral



Pedro Bettencourt Correia



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

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	3
2.1. Plano Nacional de Recursos Hídricos	3
2.1.1. Situação de partida	4
2.1.2. Cenários	7
2.1.3. Revisão do PNRH	20
2.2. PRH-SF 2004-2013	24
2.2.1. Situação de partida	24
2.2.2. Cenários	26
2.3. A situação atual e os prognósticos	30
2.3.1. Brasil atual	30
2.3.2. Bacia hidrográfica do rio São Francisco: diagnóstico revisitado	34
2.3.3. Comparação do diagnóstico com os prognósticos	40
3. Articulação e Compatibilização dos Interesses Internos e Externos	43
3.1. Introdução	43
3.2. Interesses internos e externos – situação atual	43
3.3. Interesses internos e externos perspectivados	46
4. Construção de Cenários e Prognósticos	51
4.1. Abordagem Metodológica	51
4.2. Projeções e Prognósticos	55
4.2.1. Agropecuária	55

4.2.2. Indústria	60
4.2.3. Abastecimento urbano	62
4.2.4. Abastecimento rural	65
4.2.5. Transposição	66
4.2.6. Hidroeletricidade	68
4.2.7. Síntese – Cenário de Referência	71
4.3. Incertezas Críticas	72
4.3.1. Desenvolvimento e ordenamento do território	73
4.3.2. Dinâmicas econômicas e sociais	74
4.4. Cenários de Demanda Futura de Água	76
4.4.1. Introdução	76
4.4.2. Agropecuária	80
4.4.3. Indústria	92
4.4.4. Abastecimento urbano	99
4.4.5. Abastecimento rural	105
4.4.6. Transposição	109
4.4.7. Demanda total	111
5. Variabilidade e mudanças climáticas	137
5.1. Introdução	137
5.2. Clima no presente	139
5.2.1. Temperatura	139
5.2.2. Precipitação	139
5.2.3. Eventos climáticos extremos	140
5.3. Clima no futuro	141
5.3.1. Modelos climáticos globais	141
5.3.2. Brasil	143
5.3.3. Resolução espacial	144
5.3.4. Incerteza	145
5.4. Impactos das mudanças climáticas na hidrologia	146
5.5. Outros impactos das mudanças climáticas	150
6. Conclusão	157
Referências Bibliográficas	164

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cenários considerados na revisão do PNRH.....	20
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”.....	49
Figura 3 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos.....	53
Figura 4 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Desenvolvimento e ordenamento do território.....	73
Figura 5 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Dinâmicas Econômicas e Sociais.....	74
Figura 6 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Ambiente e recursos hídricos.....	75
Figura 7 – Evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (a preços constantes de 2010) e respectiva tendência (1999-2012).....	78
Figura 8 – Taxa de crescimento tendencial (%) do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2000-2012).....	78
Figura 9 – Cenários de evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2013-2035).....	82
Figura 10 – 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).....	83
Figura 11 – Demanda agropecuária (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 1 do Volume 3, reduzido).....	90
Figura 12 – Demanda agropecuária (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 2 do Volume 3, reduzido).....	91
Figura 13 – Cenários de evolução do VAB industrial do Rio Pará (2013-2035).....	93
Figura 14 – Evolução do ciclo do VAB industrial do Rio Pará e do ciclo do preço do estanho, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015).....	94
Figura 15 – Demanda industrial (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 3 do Volume 3, reduzido).....	97
Figura 16 – Demanda industrial (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 4 do Volume 3, reduzido).....	98
Figura 17 – Demanda urbana (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 5 do Volume 3, reduzido).....	103
Figura 18 – Demanda urbana (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 6 do Volume 3, reduzido).....	104
Figura 19 – Demanda rural (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 7 do Volume 3, reduzido).....	107
Figura 20 – Demanda rural (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 8 do Volume 3, reduzido).....	108
Figura 21 – Demanda total (m ³ /s) em 2025, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 9 do Volume 3, reduzido).....	113
Figura 22 – Demanda total (m ³ /s) em 2025, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 10 do Volume 3, reduzido).....	114
Figura 23 – Demanda total (m ³ /s) em 2025, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 11 do Volume 3, reduzido).....	115
Figura 24 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por região fisiográfica.....	117

Figura 25 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por uso.	118
Figura 26 – Demanda total (m ³ /s), em 2010 e 2025 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 12 do Volume 3, reduzido).	119
Figura 27 – Demanda total (m ³ /s) em 2025 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 13 do Volume 3, reduzido).	121
Figura 28 – Demanda total (m ³ /s) em 2025 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 14 do Volume 3, reduzido).	122
Figura 29 – Demanda total (m ³ /s) em 2025 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 15 do Volume 3, reduzido).	123
Fonte: NEMUS.	123
Figura 30 – Demanda total (m ³ /s) em 2035, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 16 do Volume 3, reduzido).	126
Figura 31 – Demanda total (m ³ /s) em 2035, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 17 do Volume 3, reduzido).	127
Figura 32 – Demanda total (m ³ /s) em 2035, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 18 do Volume 3, reduzido).	128
Figura 33 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por região fisiográfica.	129
Figura 34 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por uso.	130
Figura 35 – Demanda total (m ³ /s), em 2010 e 2035 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 19 do Volume 3, reduzido).	131
Figura 36 – Demanda total (m ³ /s) em 2035 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 20 do Volume 3, reduzido).	133
Figura 37 – Demanda total (m ³ /s) em 2035 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 21 do Volume 3, reduzido).	134
Figura 38 – Demanda total (m ³ /s) em 2035 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 22 do Volume 3, reduzido).	135
Figura 39 – 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.	142
Figura 40 – Anomalias percentuais das vazões 2011 a 2040 usando o RCP 4.5 e RCP8.5.	147
Figura 41 – 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).	148
Figura 42 – Tendência anual da vazão média em Retiro Baixo, Três Marias, Sobradinho e Itaparica.	149
Figura 43 - 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.	152
Figura 44 – Demanda total a médio e longo prazo (2025 e 2035), nos cenários A, B e C.	162



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).....	4
Quadro 2 – Síntese dos cenários do PNRH.....	7
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.....	11
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.....	15
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.....	19
Quadro 6 – Cenários de crescimento no PRH-SF 2004-2013.....	27
Quadro 7 – Taxas de crescimento anual por setor usuário em cada cenário.....	28
Quadro 8 – Cenários e taxas de crescimento anual para o período 2004-2013.....	28
Quadro 9 – Consumo médio por setor usuário previsto para 2013.....	29
Quadro 10 – Decomposição setorial do PIB em cada região (2012).....	35
Quadro 11 – Demandas dos usos consuntivos, por região fisiográfica.....	36
Quadro 12 – Vazões de retirada e consumida (2010).....	36
Quadro 14 – Distribuição das vazões de retirada e consumida entre os setores de usuários.....	37
Quadro 15 – Vazões de consumo dos diferentes usos consuntivos.....	38
Quadro 16 – Comparação das vazões de consumo estimadas no RP1A com as previstas nos cenários do PRH 2004-2013.....	41
Quadro 17 – Evolução das demandas dos diferentes usos consuntivos, por região fisiográfica.....	55
Quadro 18 – Evolução área agrícola irrigada na bacia do rio São Francisco.....	56
Quadro 19 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	56
Quadro 20 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PGIRH do DF (2012).....	58
Quadro 21 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PERH da Bahia (2003).....	58
Quadro 22 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PERH de Alagoas (2010).....	59
Quadro 23 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) no PERH de Sergipe (2011).....	59
Quadro 24 – Demanda industrial: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	61
Quadro 25 – Demanda industrial: projeções e prognósticos nos restantes Estados da vazão a retirar (m ³ /s).....	62
Quadro 26 – Demanda urbana: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	63
Quadro 27 – 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).....	63
Quadro 28 – Demanda urbana: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m ³ /s) para a bacia do São Francisco.....	64
Quadro 29 – Demanda rural: projeções e prognósticos nos Planos Diretores das UPGRH de Minas Gerais da vazão a retirar (m ³ /s).....	65
Quadro 30 – Demanda rural: projeções e prognósticos nos restantes Estados da vazão a retirar (m ³ /s).....	66



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Quadro 31 – Demanda de transposição para o Nordeste: projeções e prognósticos da vazão a retirar do São Francisco (m ³ /s).....	67
Quadro 32 – Demanda de transposição: projeções da demanda para abastecimento urbano para a RM Aracaju no horizonte de 2025 (m ³ /s).....	68
Quadro 33 – Demanda hidroelétrica: vazão máxima para turbinar e vazão média de longo termo (m ³ /s) nas usinas hidroelétricas com potência superior a 50 MW.....	69
Quadro 34 – Projetos hidroelétricos em construção e outorgados para a bacia do São Francisco (2015).....	70
Quadro 35 – Demanda agropecuária: primeira projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	85
Quadro 36 – Grandes projetos de irrigação com influência nas demandas pelos recursos hídricos do rio São Francisco no horizonte de 2035.....	86
Quadro 37 – 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).....	87
Quadro 38 – Demanda agropecuária total: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	88
Quadro 39 – Demanda industrial: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	95
Quadro 40 – Projeção de evolução da população urbana no horizonte de 2035 por região e cenário (mil pessoas).....	100
Quadro 41 – Demanda urbana: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	101
Quadro 42 – Projeção de evolução da população rural no horizonte de 2035 por região e cenário (mil pessoas).....	105
Quadro 43 – Demanda rural: projeção da vazão a retirar do São Francisco no horizonte de 2035 por região e cenário (m ³ /s).....	106
Quadro 44 – 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).....	110
Quadro 45 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a médio prazo (2025), por região e cenário (m ³ /s), e crescimento acumulado (%).....	111
Quadro 46 – Demanda total: projeção da vazão a retirar do São Francisco a longo prazo (2035) por região e cenário (m ³ /s) e crescimento acumulado (%).	125
Quadro 47 – 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.	160
Quadro 48 – 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.	160
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 C.	161

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
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.

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

O presente relatório tem como principal **objetivo** construir um conjunto de cenários alternativos de demandas consuntivas de água nos horizontes 2025 (ano horizonte do plano) e 2035 para os principais setores utilizadores, de modo a subsidiar, na fase seguinte, a compatibilização do balanço hídrico com os cenários estudados.

Entre as fontes de informação utilizadas destacam-se, 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 Planejamento 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 e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

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

- Introdução (Capítulo 1);
- Planejamento 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);

- Variabilidade e mudanças climáticas na bacia do São Francisco (Capítulo 5);
- Conclusão (Capítulo 6).

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 presente plano.

No capítulo 3 identificam-se os compromissos assumidos e prospettados, pelos diversos usuários dos recursos hídricos da bacia do rio São Francisco, com influência nas disponibilidades e demandas, para que essa informação seja considerada na construção dos cenários e prognóstico, concretizada no capítulo 4.

No capítulo 4 formulam-se três cenários alternativos de desenvolvimento da Bacia do Rio São Francisco nos horizontes 2025 e 2035 recorrendo a métodos prospetivos. Posteriormente, estima-se a demanda futura de água (na forma de vazões de retirada) até 2025 (projeções a médio prazo), com extensão da análise a 2035 (projeções a longo prazo), em cada cenário, para os setores agropecuária, indústria, abastecimento urbano, abastecimento rural, considerando-se também a demanda da transposição para o Nordeste. Os resultados são apresentados por região fisiográfica e para cada uma das 34 sub-bacias.

O capítulo 5 refere-se à análise da variabilidade e mudanças climáticas na bacia do São Francisco, e o capítulo 6 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**.

2. PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS: CONTEXTO 2000-2014

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).

Além dos cenários para 2020, apresentam-se ainda os quatro cenários para 2025 delineados por LANNA (2010) no decurso da revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

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 <i>per capita</i> (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 termoelétrico 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 POCOS

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.

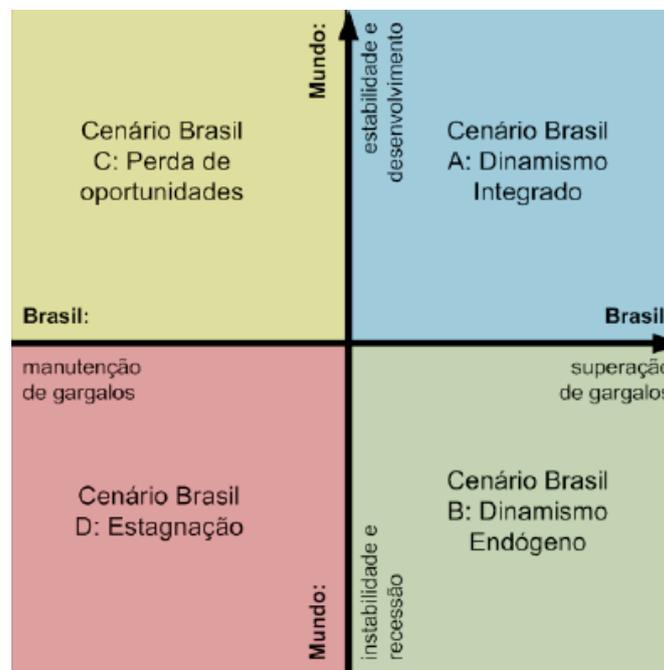


Figura 1 – Cenários considerados na revisão do PNRH.

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 conseqüentes 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 quanto 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 (OECD, 2015).

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 (OECD, 2015).

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 OECD, 2015). 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 OECD, 2015). 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 OECD, 2015).

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 (OECD, 2015).

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 de outros 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 4.2. 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.

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 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 porcentagem 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 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 Finais 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 confirmam os setores da agricultura irrigada e da hidroeletricidade como os principais geradores de conflitos, assinalando também situações de incomodidade associadas à indústria e mineração:

- Agricultura irrigada – conflitos dentro do próprio setor, com os pequenos agricultores, devido a disputas pela água disponível e devido à degradação da qualidade da água que promovem relacionadas às más práticas; conflitos com todos os restantes usuários, com destaque para os grupos de menor poder socioeconômico, pelos mesmos motivos e ainda pelo barramento de acessos, embora esta questão não tenha sido mencionada de forma central;
- Hidroeletricidade – conflitos essencialmente com os grupos de menor poder socioeconômico por limitações da quantidade de água disponível (retenção nos reservatórios) e conseqüente afetação da qualidade da água (por estagnação, salinização, entre outros);
- Indústria e mineração – conflitos, identificados de forma mais marcante no Alto São Francisco, essencialmente com os grupos de menor poder

socioeconômico, especialmente pelos que residem no entorno de empreendimentos deste tipo, por condicionamento ou barramento de acessos, ruído, poeira, instabilidade geológica, susceptibilidade à contração de doenças respiratórias e por alterações na qualidade da água.

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 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 perspectivados

Haverá ainda que assegurar a articulação/compatibilização com os **interesses internos e externos perspectivados**, pelo menos os elencados nos programas e projetos identificados também na etapa de Diagnóstico da Dimensão Técnica e Institucional do presente plano:

- “Canal Oeste” do PISF (em estudo) – 30 m³/s;
- Canal do Sertão Alagoano (em implantação) – 32 m³/s;
- Expansão dos perímetros irrigados:
 - Sertão Pernambucano (em estudo) – 71,5 m³/s;
 - Canal de Xingó (em estudo) – 36,25 m³/s;
 - Jequitaiá (em implantação) – 8,46 m³/s;
 - Jaíba (em implantação) – 75 m³/s, sendo a vazão atual de 65 m³/s;
 - Baixio de Irecê (em implantação) – 60 m³/s, sendo a vazão atual de 10 m³/s;
 - Jacaré-Curituba (em implantação) – 3,2 m³/s, sendo a vazão atual de 0,54 m³/s;
 - Projeto Salitre (em implantação) – 42 m³/s, sendo a vazão atual de 6 m³/s;

- Pontal (em implantação) – 7,8 m³/s

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

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 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.

Partindo destas tendências, 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 intersecção 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.

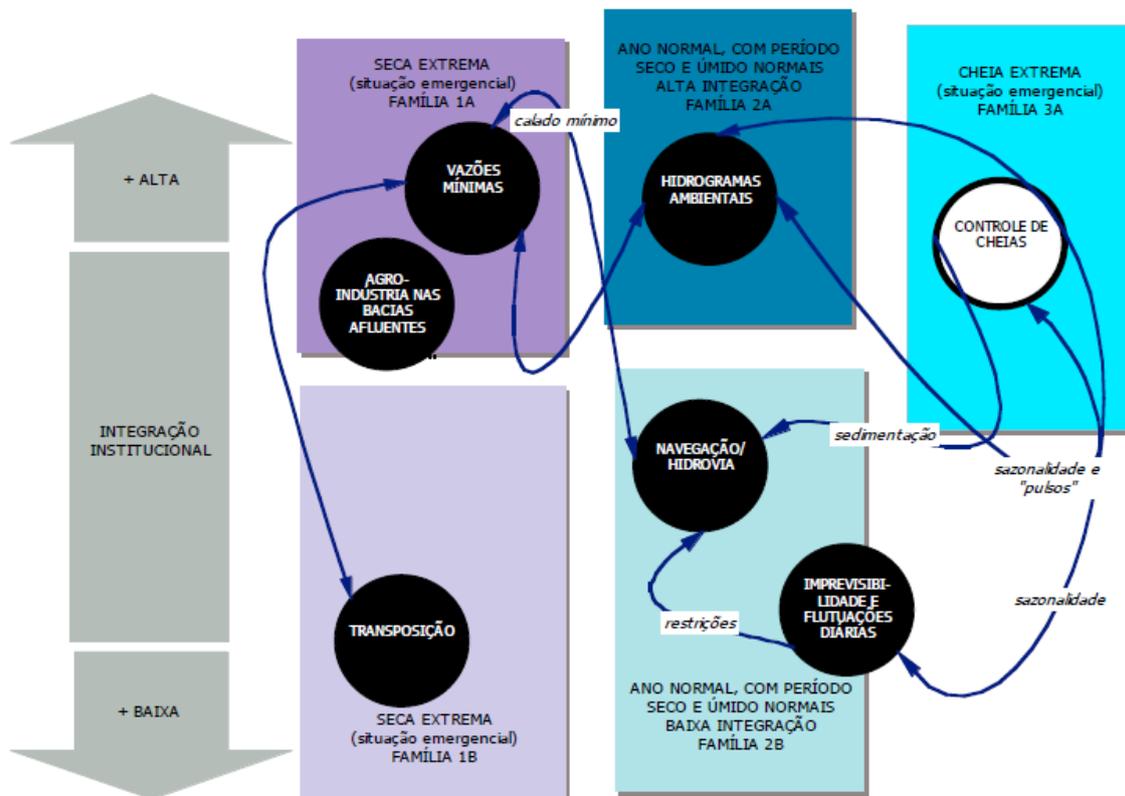


Figura 2 – Cenários dos conflitos de usos múltiplos traçados por Ramina (2014a e b) no escopo da “Concepção de uma estratégia robusta para a gestão dos usos múltiplos das águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco”.

Fonte: RAMINA (2014b).



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

4. CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS

4.1. Abordagem Metodológica

O objetivo principal 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.

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.

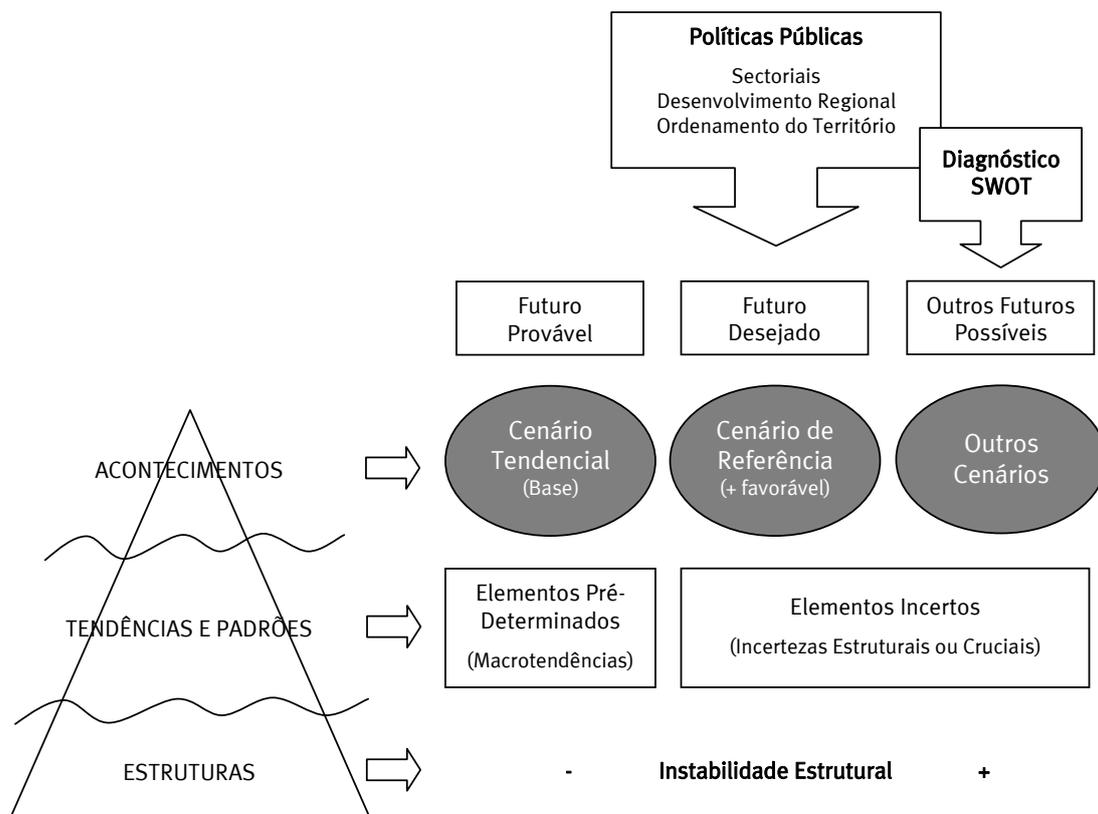
Existem diversos tipos de incertezas, focalizando-se a análise prospetiva nas **incertezas críticas**, isto é, nas “situações em que se admite a possibilidade de um acontecimento, mas em que este, pelo seu caráter único, não nos fornece uma probabilidade da sua realização [ao contrário do que acontece 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 3):

- 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 3.4 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 3.3.



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

Figura 3 – Estruturas, tendências, acontecimentos e desenvolvimento de cenários e prognósticos.

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

Na Seção 3.2 foi, por seu turno, realizada uma síntese das várias estratégias e instrumentos de planejamento em matéria de prognóstico de vazões consuntivas e não consuntivas para o São Francisco nos horizontes de 2025 e de 2035. Esta seção possibilita definir, se bem que de forma incompleta por insuficiência de informação no sistema de planejamento, um **Cenário de Referência** coerente com as políticas públicas (cf. ainda Figura 3), 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.

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, de transposição para outras bacias e hidroelétrica nos horizontes de 2025 e de 2035. Os detalhes metodológicos são descritos ao longo da Seção 3.4 e os resultados, desagregados por sub-bacia, constam dos quadros inseridos no Volume 2 – Apêndices.

4.2. Projeções e Prognósticos

4.2.1. 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 17 é possível verificar as vazões de retirada (m^3/s) para cada um destes usos, em 2000 e 2010.

Quadro 17 – 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
(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 18). Tendo em conta a recente evolução, esse cenário já teria sido ultrapassado em 2012.

Quadro 18 – 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 19 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.

O Estado de Minas Gerais divide a bacia do rio São Francisco em seu território em dez unidades de planejamento. 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 19 – 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	-	-	-	

UPGRH-MG na Bacia do rio São Francisco	Demanda	Efetivo ANA	Vazão de Retirada Projetada (m ³ /s)				
		2010	2015	2020	2025	2030	
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 20).

Quadro 20 – Demanda agropecuária: projeções e prognósticos da vazão a retirar (m³/s) no PGRIH 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) divide o território do Estado em 17 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA), pertencendo oito à bacia do rio São Francisco. Este plano 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 21), 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 21 – 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.

O Estado de Pernambuco possui Plano Estadual de Recurso Hídricos (SCTMA-PE, 1998), mas este foi realizado já em 1998, contendo cenários de previsão até ao ano de 2010. O PERH dos estados de Alagoas e de Sergipe são relativamente recentes (2010 e 2011) contendo cenários de previsão até 2030 e 2025, respectivamente (cf. Quadro 22 e Quadro 23).

Os cenários inscritos nos dois PERH destes Estados, mais uma vez, acentuam o esperado crescimento das áreas irrigadas e, portanto, das vazões de retirada para este fim.

Quadro 22 – 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/ENGESOF (2010).

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

Quadro 23 – 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	-
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 36, 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.

4.2.2. 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 24, 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 m^3/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 24 – 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 25). 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 25).

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 25 – 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.

4.2.3. 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 26).

Quadro 26 – 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 27).

Quadro 27 – 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	-	-
PERH-AL (2010) – Bacia SF em Alagoas	1,28**	1,79	1,90	-	2,10

Bacia do rio São Francisco	Efetivo ANA	Vazão de Retirada (m ³ /s)			
	2010	2015	2020	2025	2030
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 Curitiba que pertence ao Estado de Sergipe.

No Quadro 28 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 28 – 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.

4.2.4. 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 29).

Quadro 29 – 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 30).

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 30).

Quadro 30 – 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.

4.2.5. 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 envolve 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 31 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 31 – 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 32). 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 32 – 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).

4.2.6. Hidroeletricidade

A demanda para produção de hidroeletricidade é uma demanda não consuntiva, isto é, não inabilita o consumo para outros fins. Contudo, a água terá de passar pelas

turbinas das barragens por forma a produzir eletricidade, o que a retira de um trecho do rio para a colocar em outro.

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 SFSM 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 33).

Quadro 33 – 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 34). 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 34) 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 34 – 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).

4.2.7. 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.

4.3. 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.

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).

4.3.1. Desenvolvimento e ordenamento do território

Na Figura 4 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Desenvolvimento e ordenamento do território”.

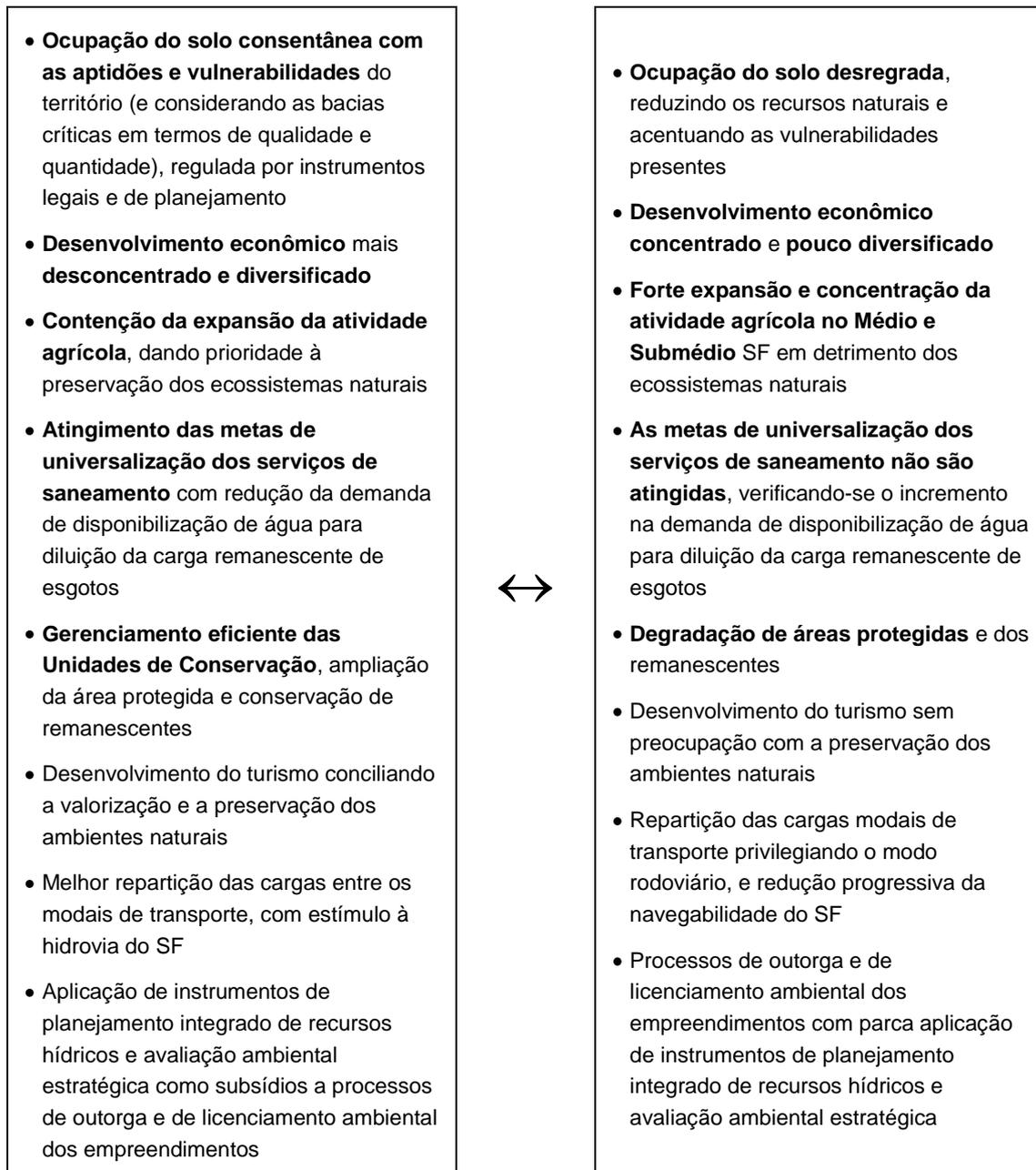


Figura 4 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Desenvolvimento e ordenamento do território.

4.3.2. Dinâmicas econômicas e sociais

Na Figura 5 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Dinâmicas Econômicas e Sociais”.

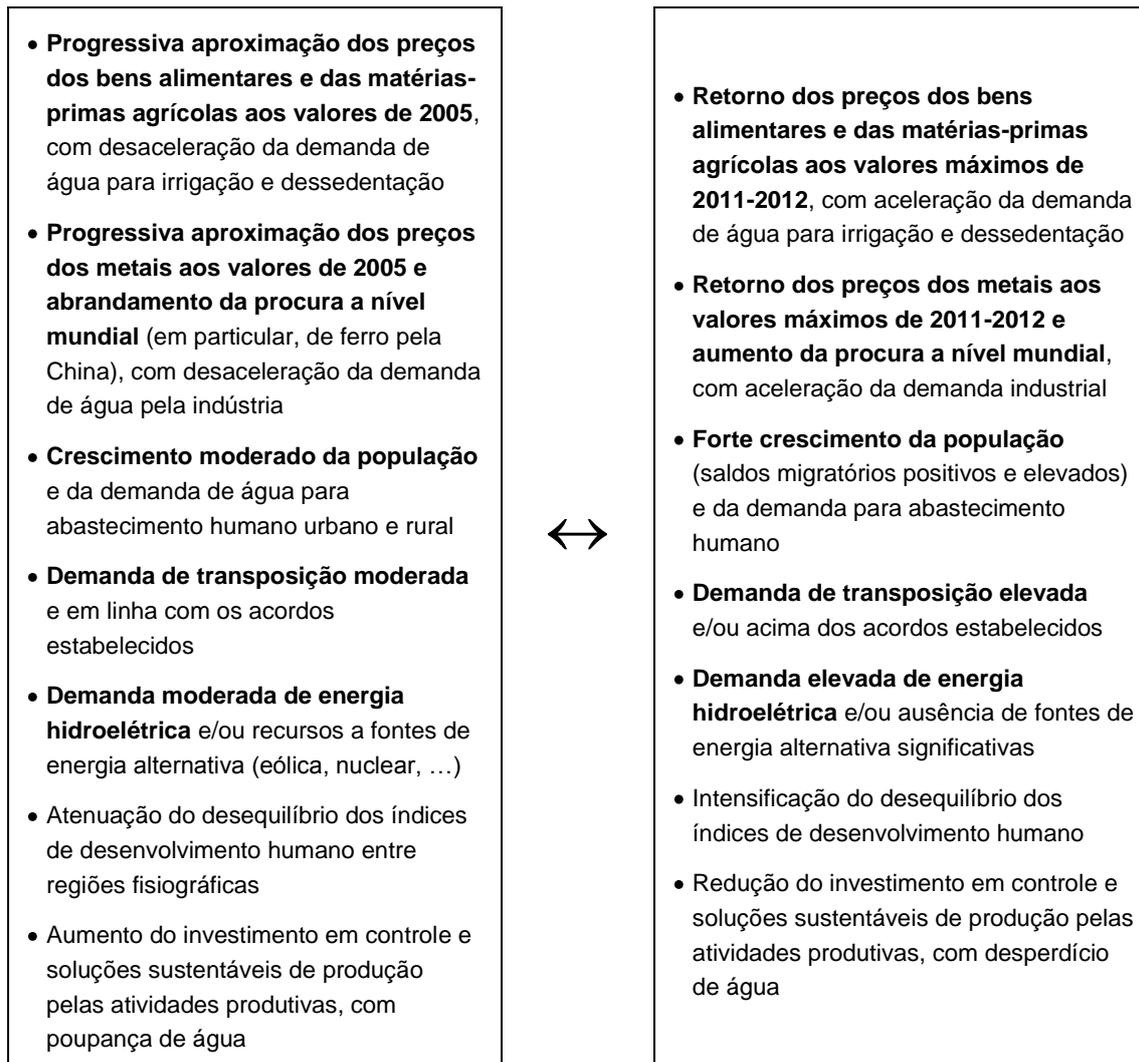


Figura 5 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Dinâmicas Econômicas e Sociais.

Ambiente e recursos hídricos

Na Figura 6 apresentam-se as principais incertezas críticas para o eixo de contrastação “Ambiente e recursos hídricos”.

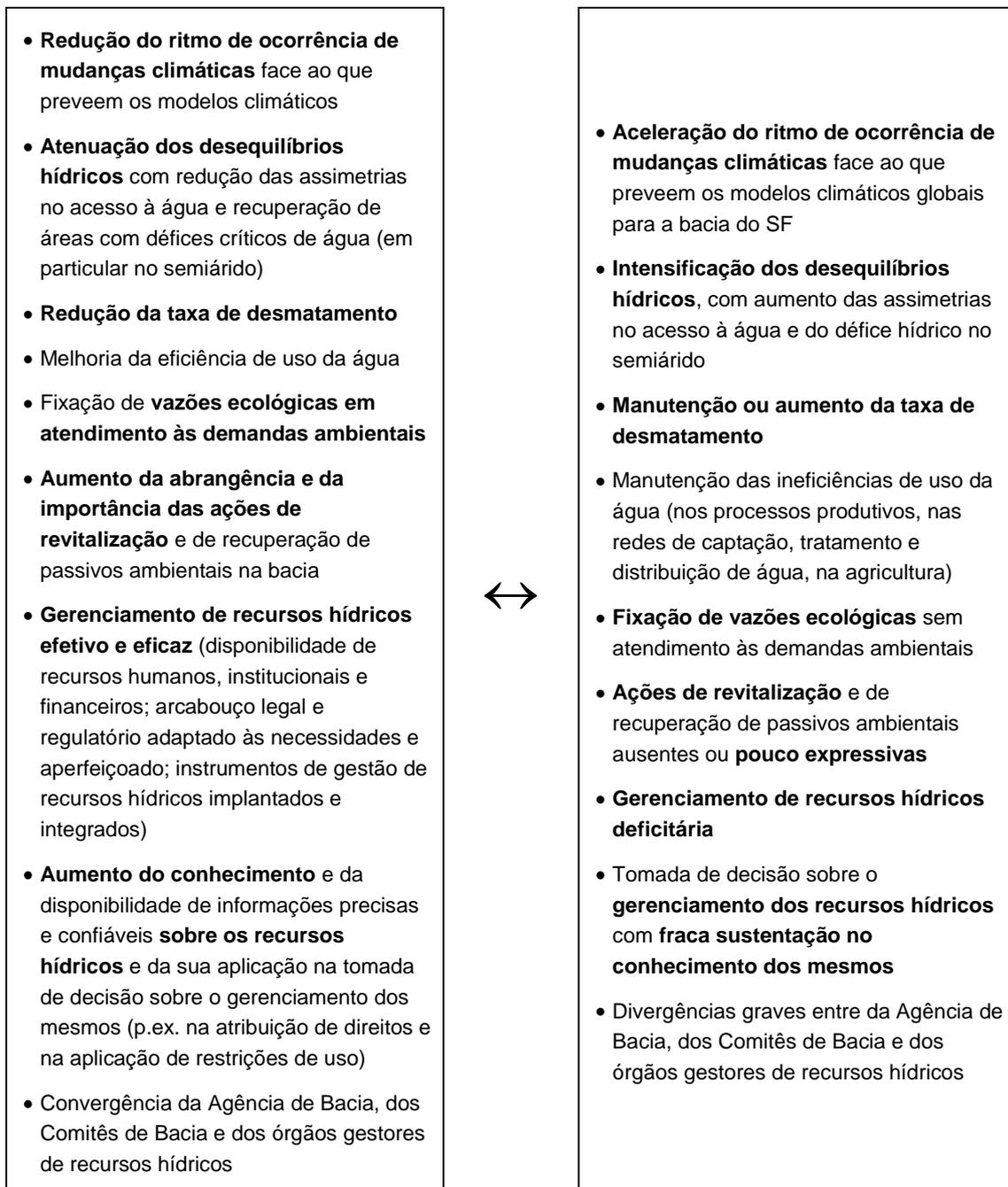


Figura 6 – Incertezas críticas por eixo de contrastação: Ambiente e recursos hídricos.

4.4. Cenários de Demanda Futura de Água

4.4.1. Introdução

O ponto de partida para a estimativa 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 especulativo, 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 e suas regiões, 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.

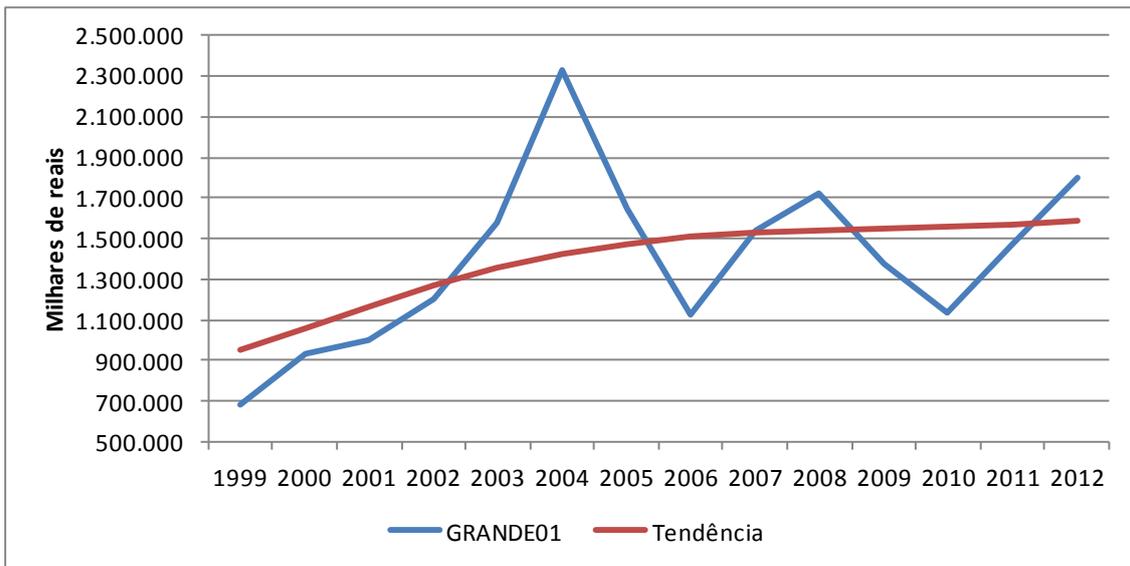


Figura 7 – Evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (a preços constantes de 2010) e respectiva tendência (1999-2012)

Fonte: NEMUS.

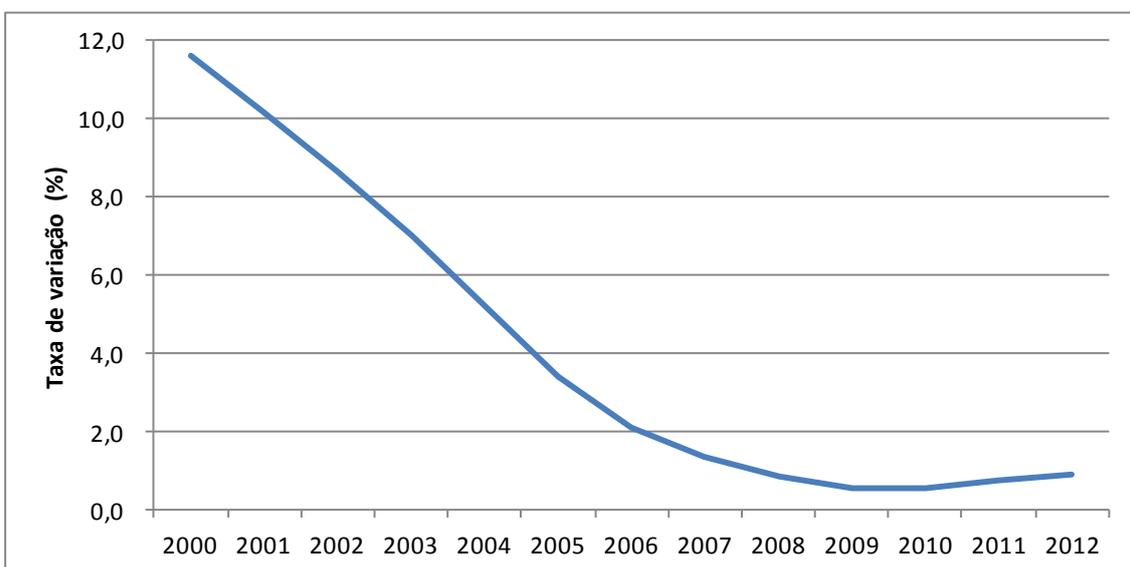


Figura 8 – Taxa de crescimento tendencial (%) do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2000-2012)

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 (3.4.2 e 3.4.3) 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.

4.4.2. 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%);
- Baixo Ipanema e Baixo São Francisco (-5,03%);
- 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.

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 anterior, do Alto Rio Grande:

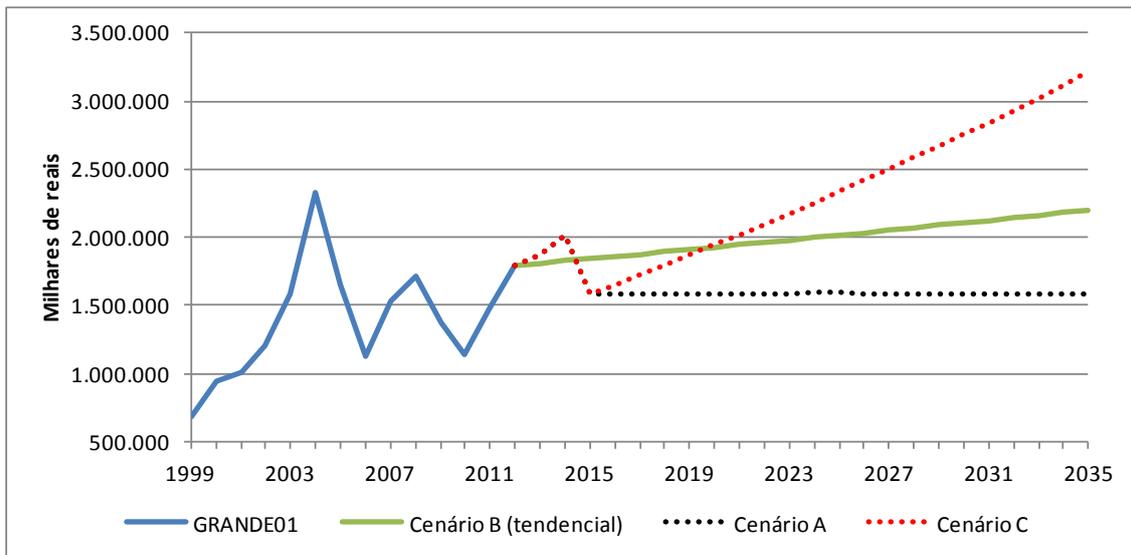


Figura 9 – Cenários de evolução do VAB agropecuário do Alto Rio Grande (2013-2035)

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:

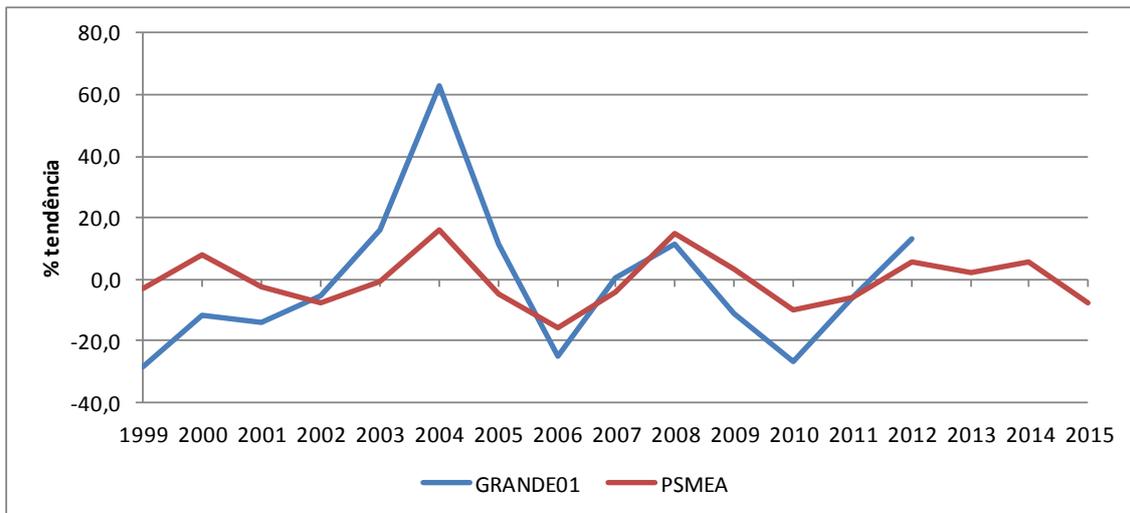


Figura 10 – Evolução do ciclo do VAB agropecuário do Alto Rio Grande e do ciclo do preço do farelo de soja, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015)

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 econômico destas regiões fisiográficas.

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 9, 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.

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 o risco positivo 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 cenário⁵.

Quadro 35 – 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 36. 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 36 – 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 Jequitai	Alto	Rio Jequitai (JEQUI01)	Em curso	2025	8,46
Expansão do perímetro irrigado do Jaíba	Médio	Rios Pandeiro, Pardo e Manga (SFRANC04)	Em curso	2025	10
Expansão do perímetro irrigado do Baixio do Irecê	Médio	Rios Paramirim, Santo Onofre e Carnaíba de Dentro (SFRANC05)	Em curso	2015-2025	60 (10 já em operação)
Expansão do perímetro irrigado do Sertão Pernambucano	Médio	Margem esquerda do Lago do Sobradinho (SFRANC06)	Em estudo	2025	71,5
Expansão do perímetro irrigado do Salitre	Submédio	Rio Curaçá (CURACA01)	Em curso	2015-2025	42 (6 já em operação)
Canal do Xingó	Submédio	Rio Curitiba (CURITU01)	Em curso	2025	36,25
Expansão do perímetro irrigado do Pontal	Submédio	Rio Pontal (PONTAL01)	Em curso	2025	7,8
Canal do Sertão Alagoano	Submédio	Talhada / Riacho Seco (SFRANC08)	Em curso	2020-2025	32
Expansão do perímetro irrigado do Jacaré-Curitiba	Baixo	Baixo São Francisco em Sergipe (SFRANC11)	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 Jequitai (sub-bacia homônima do SFA) e do Jacaré-Curitiba (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 Curitiba, 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 respetivas demandas foram parcialmente antecipadas no tempo sempre que a informação disponível o permitisse. Um bom exemplo é o perímetro irrigado do Baixio 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 37 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.

Quadro 37 – 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

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
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
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

Fonte: NEMUS

O Quadro 38 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 35), quer as demandas adicionais que decorrerão dos grandes projetos (Quadro 37). 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 38 – 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
Total	A	254,6	261,5	299,0	356,1	382,1	414,5

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)					
		2010	2015	2020	2025	2030	2035
	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

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 11 compara a demanda agropecuária em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A Figura 12 faz a comparação da demanda agropecuária entre 2010 e 2035 no mesmo cenário.

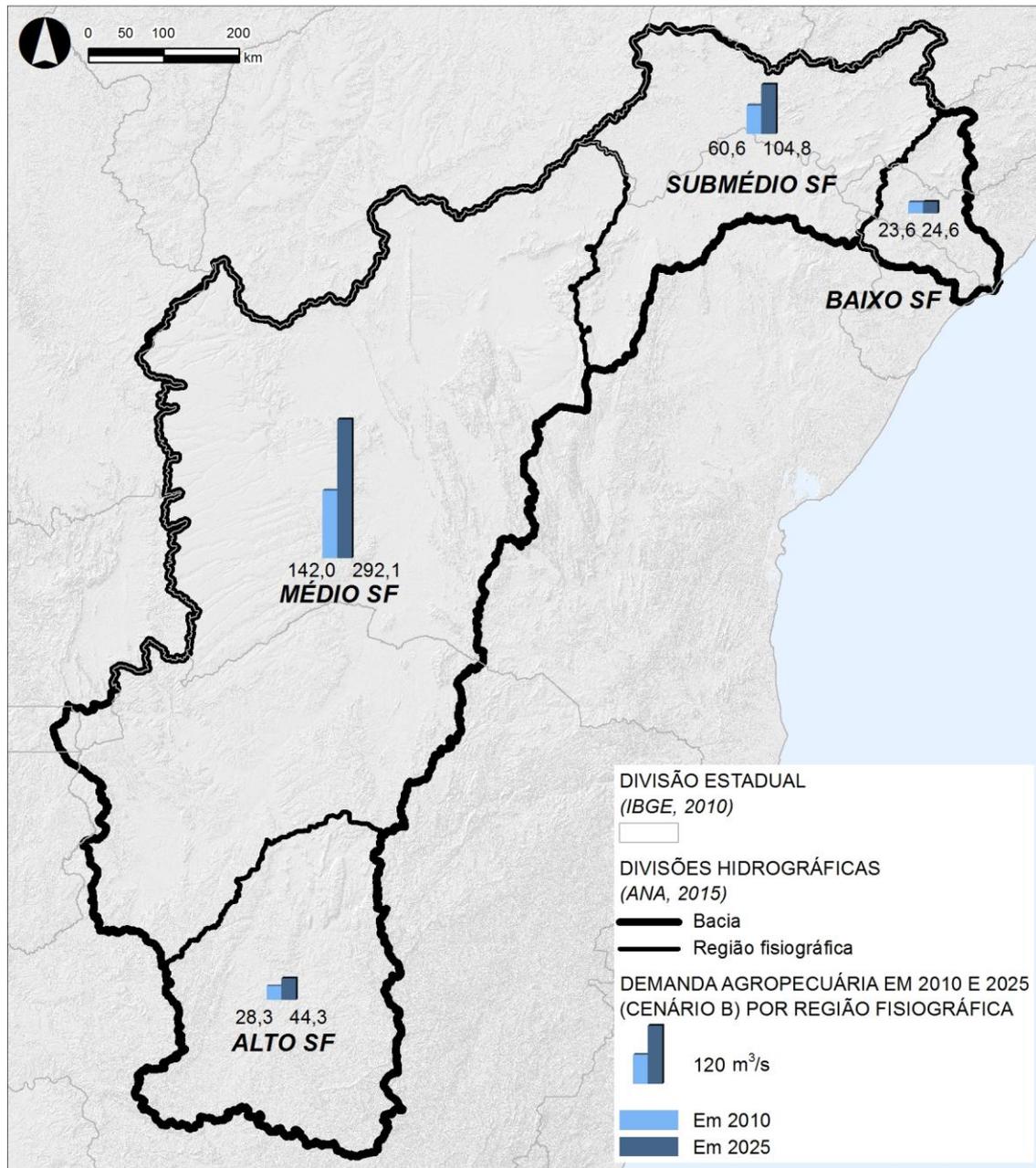


Figura 11 – Demanda agropecuária (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 1 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

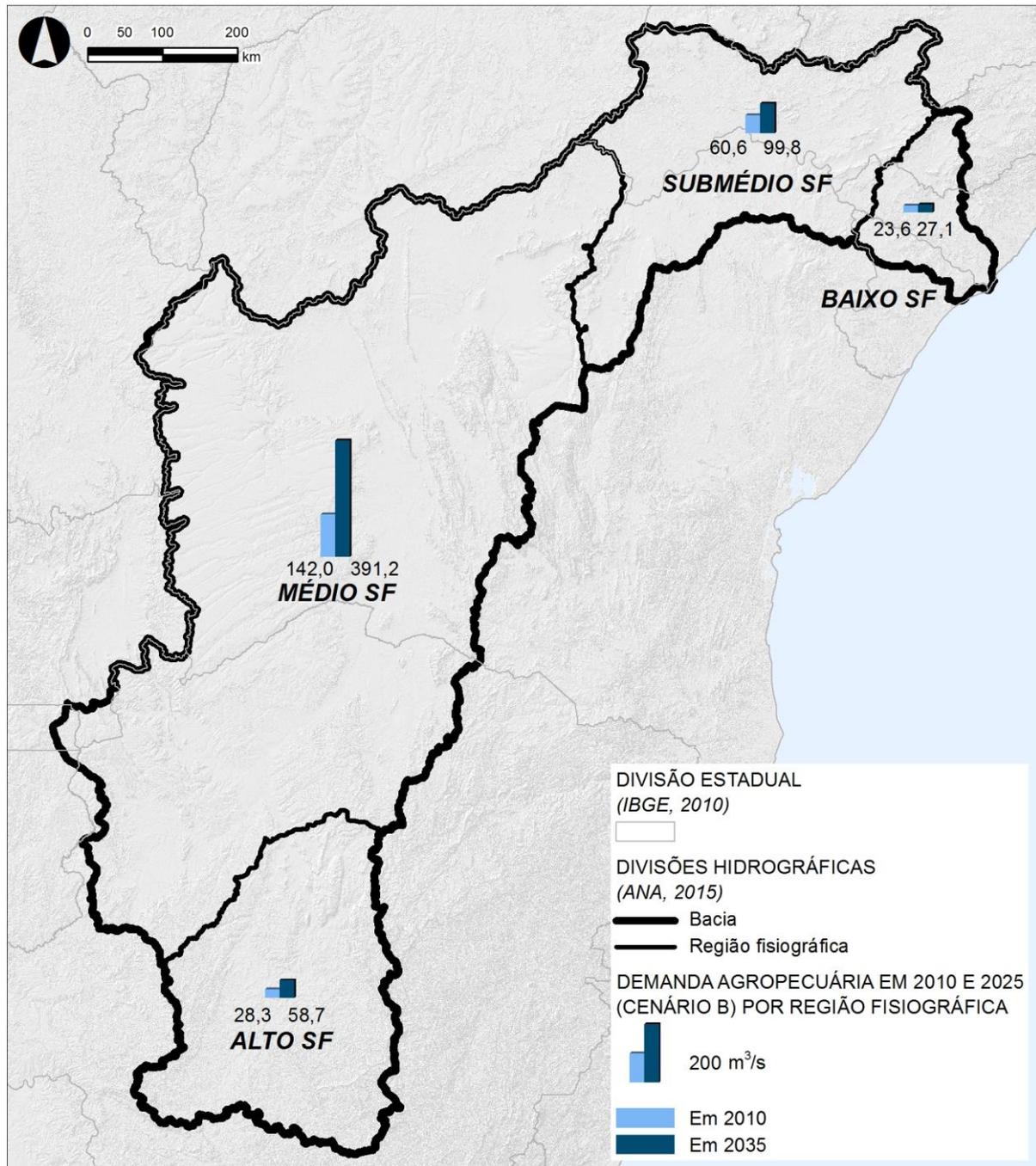


Figura 12 – Demanda agropecuária (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 2 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

4.4.3. 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:

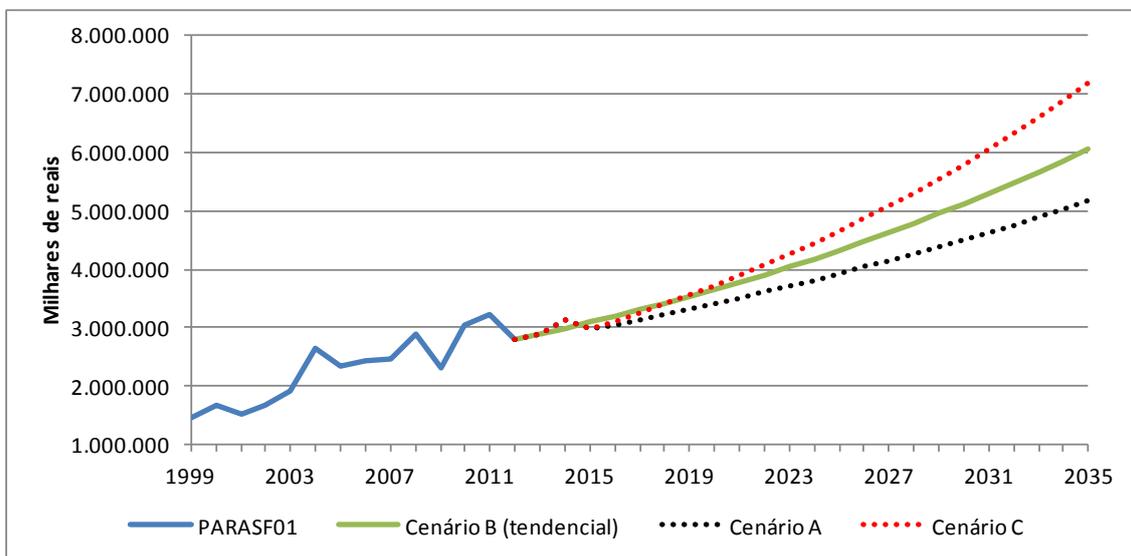


Figura 13 – Cenários de evolução do VAB industrial do Rio Pará (2013-2035)

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 14.

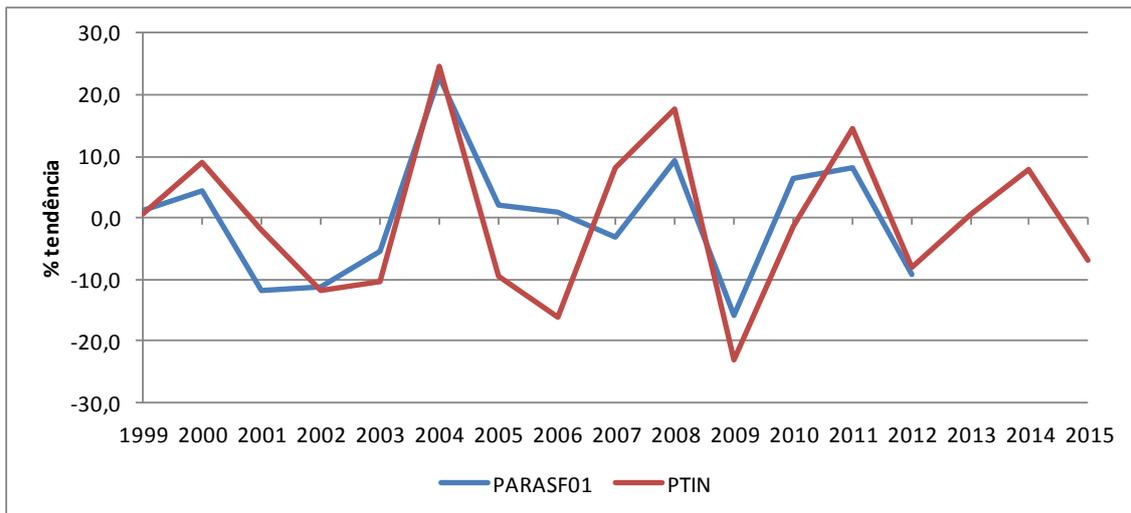


Figura 14 – Evolução do ciclo do VAB industrial do Rio Pará e do ciclo do preço do estanho, aferidos em % da respectiva tendência (1999-2015)

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 39 – 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 15 compara a demanda industrial em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A Figura 16 faz a comparação da demanda industrial entre 2010 e 2035.

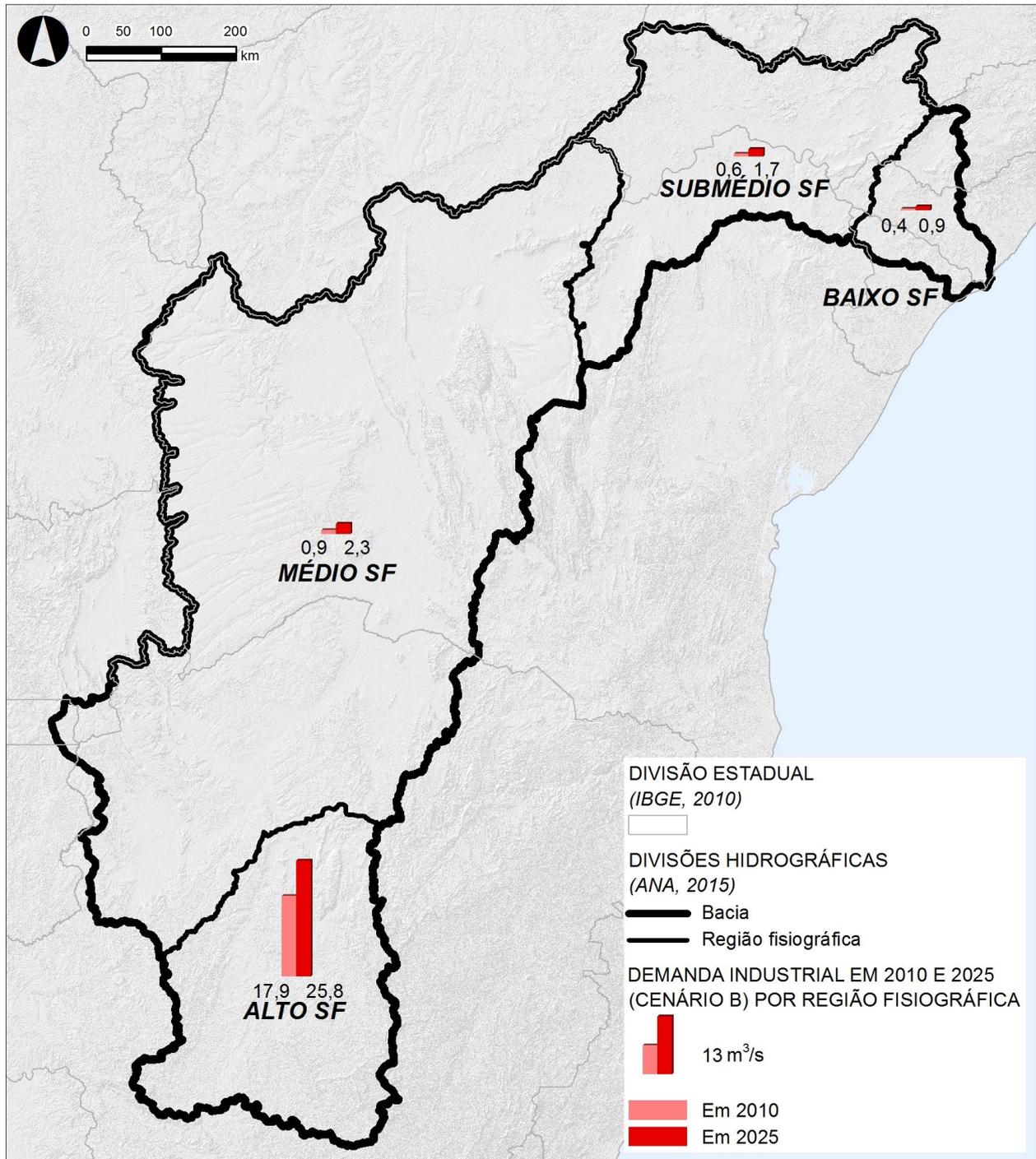


Figura 15 – Demanda industrial (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 3 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

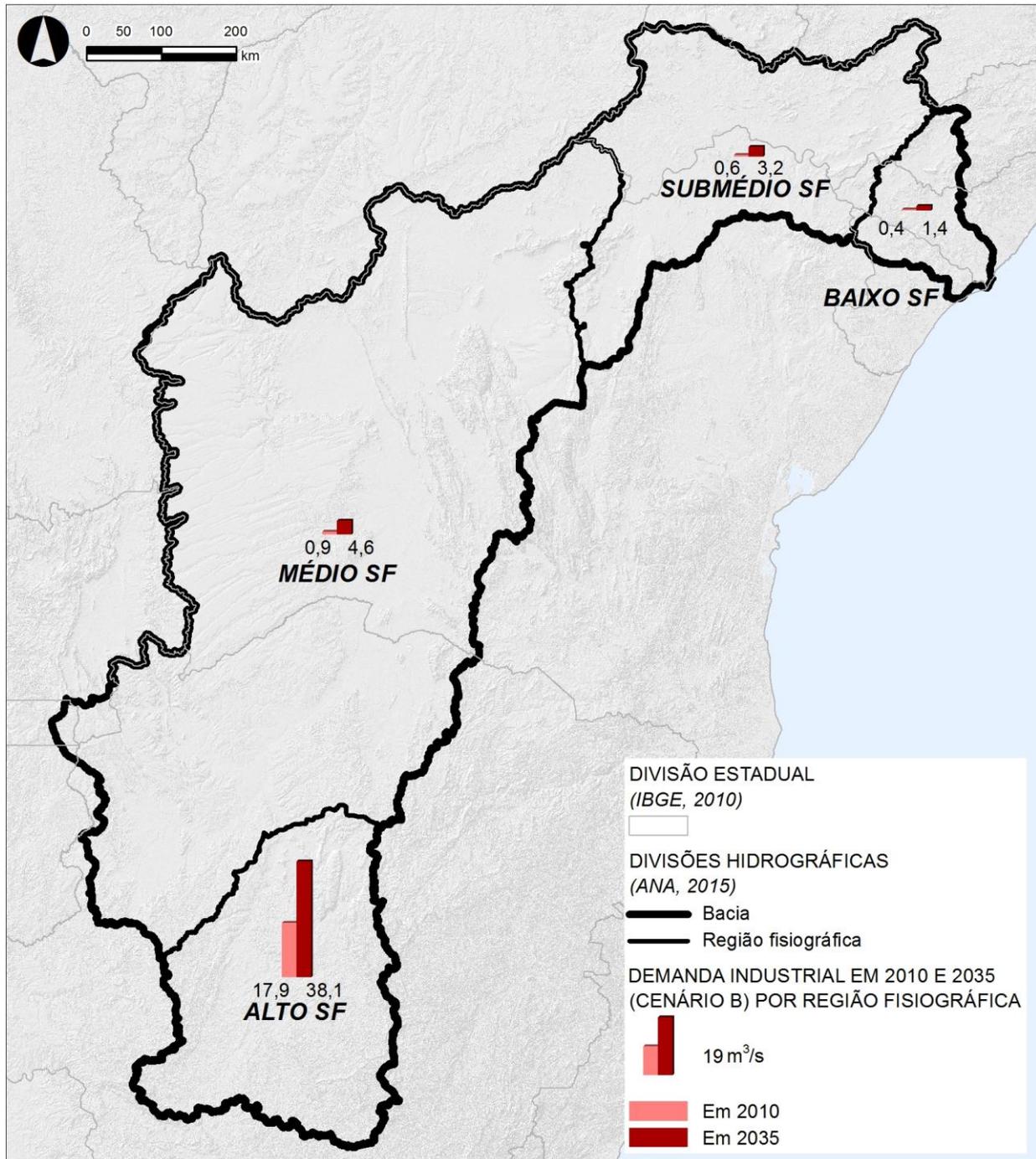


Figura 16 – Demanda industrial (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 4 do Volume 3, reduzido).

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.

4.4.4. 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 40 – 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 41 – 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 17 compara a demanda urbana em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A comparação entre 2010 e 2035 é apresentada na Figura 18.

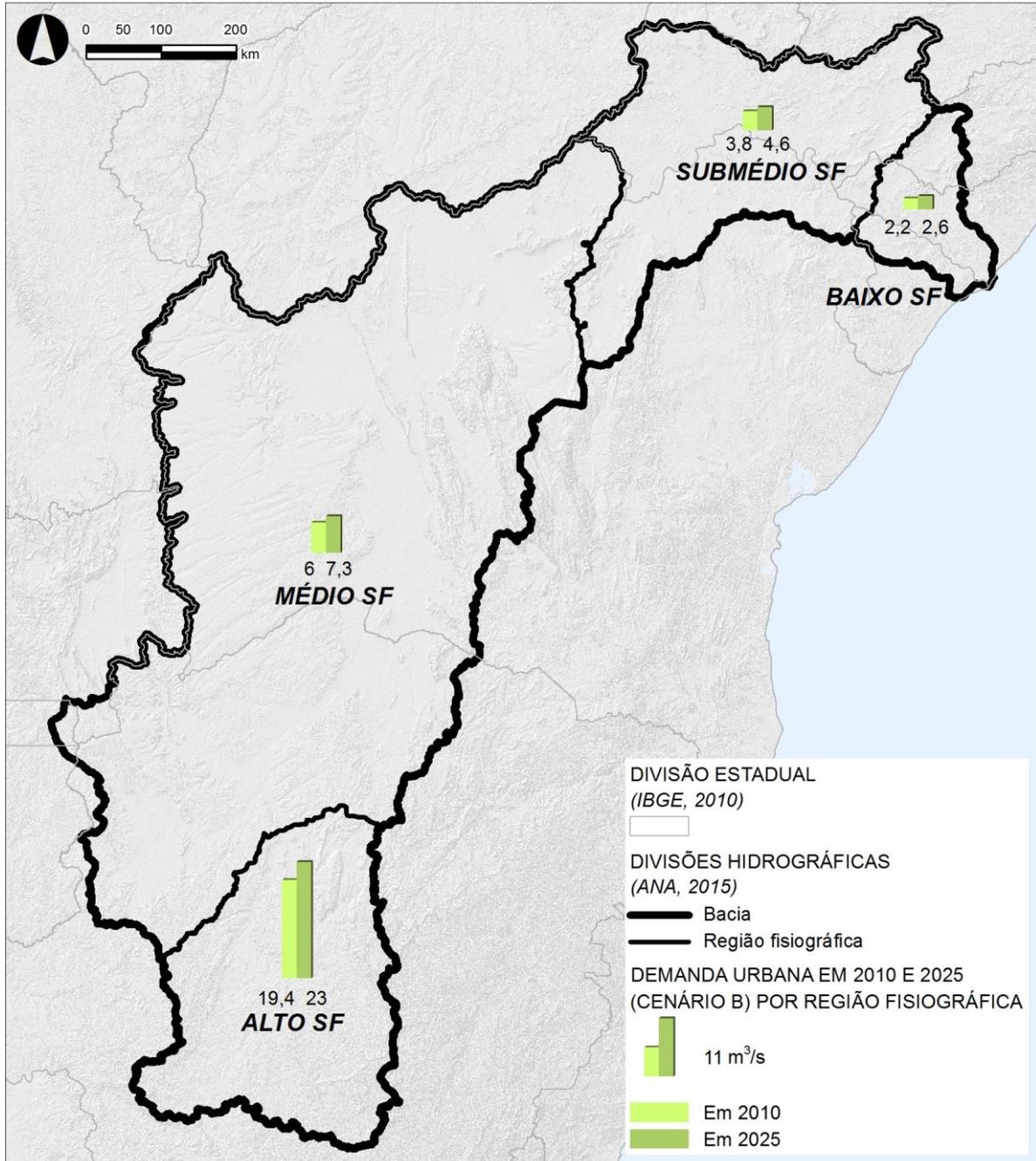


Figura 17 – Demanda urbana (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 5 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

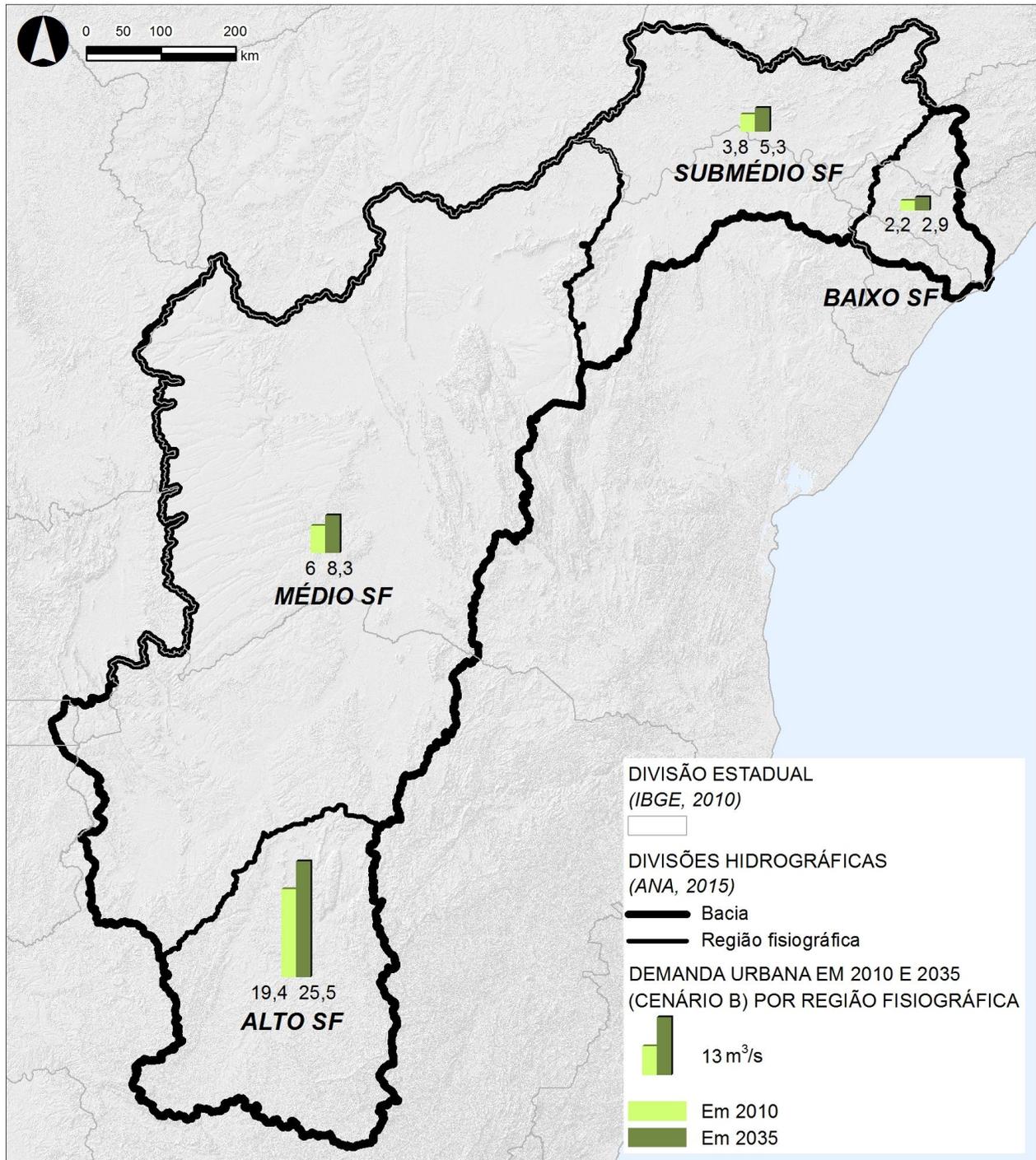


Figura 18 – Demanda urbana (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica
 (Mapa 6 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

4.4.5. 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 42 – 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 43 – 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 19 compara a demanda rural em 2010 e 2025, no cenário B, por região fisiográfica. A comparação entre 2010 e 2035 é apresentada na Figura 20.

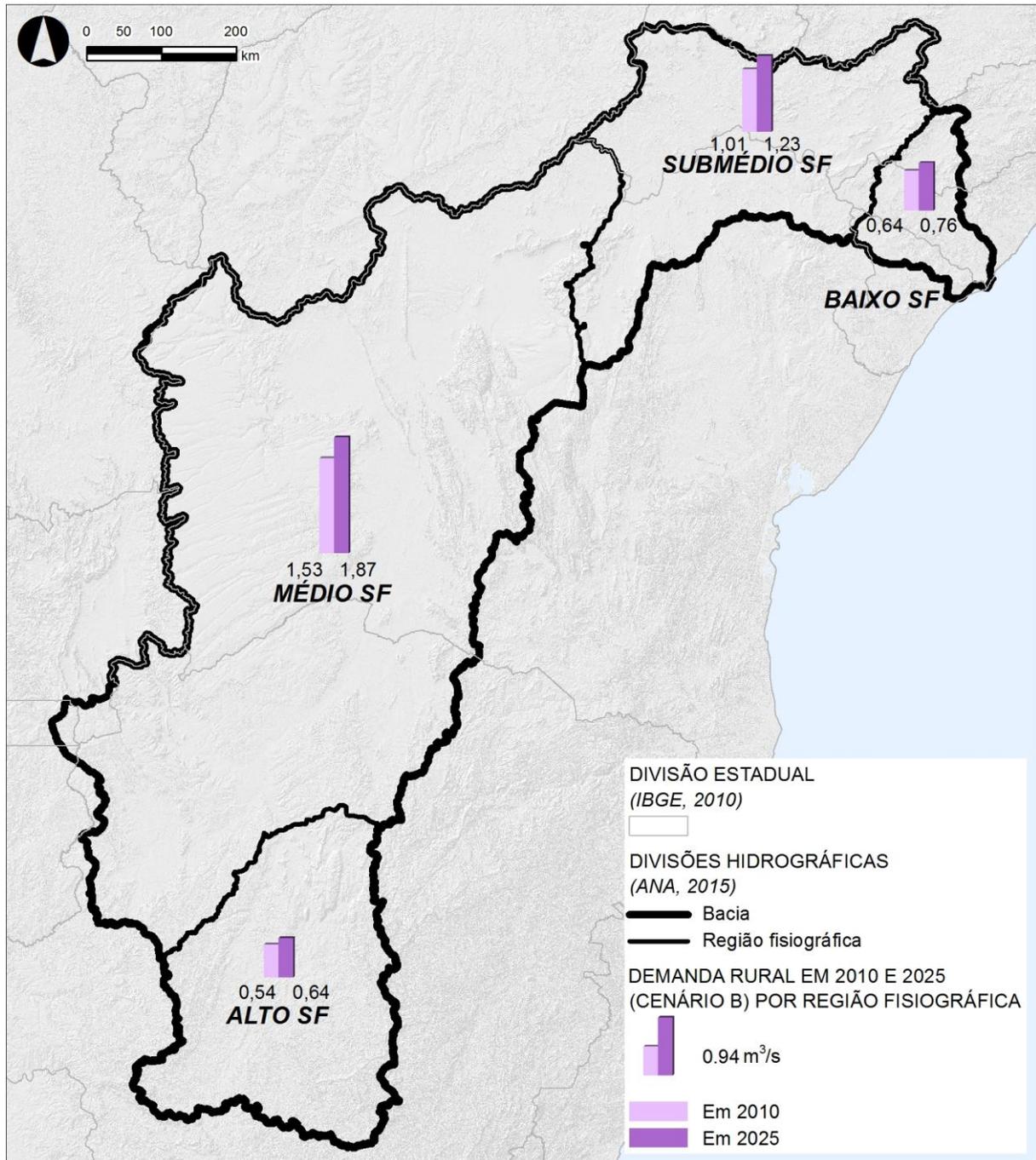


Figura 19 – Demanda rural (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por região fisiográfica (Mapa 7 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

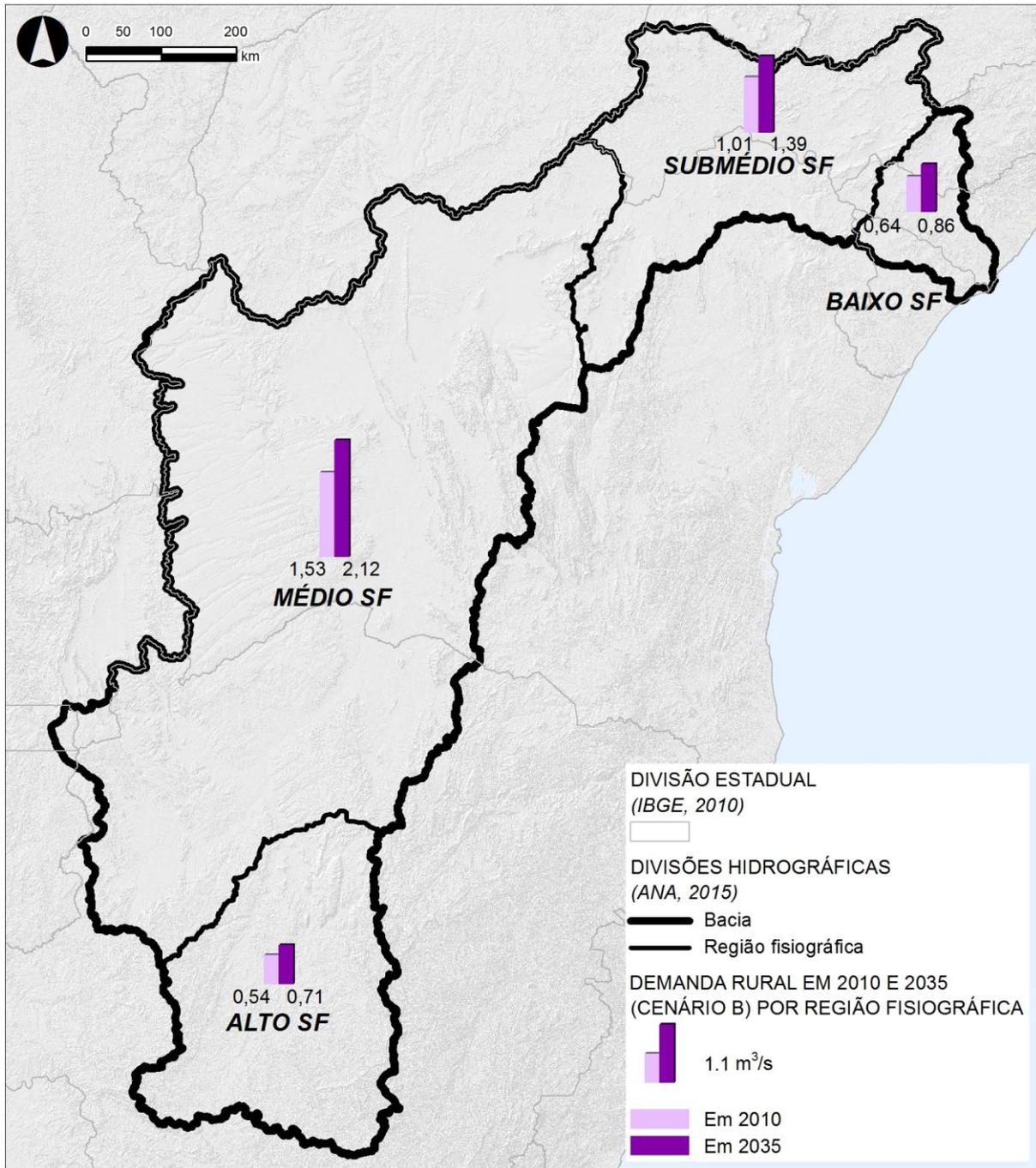


Figura 20 – Demanda rural (m³/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por região fisiográfica
 (Mapa 8 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

4.4.6. 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 44 – 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.

4.4.7. 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 45 – 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%
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%

Região	Cenário	Vazão de Retirada (m ³ /s)				Cresc. acumulado (*)	
		2010	2015	2020	2025	2010-25	2015-25
	C	312,1	332,7	506,8	785,9	151,8%	136,2%

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

Fonte: NEMUS.

A demanda deverá aumentar em todas as regiões, de forma mais expressiva no Submédio, recuperando da quebra que se terá verificado entre 2010 e 2015, e no Médio São Francisco.

A Figura 21, Figura 22 e Figura 23 apresentam, respectivamente, a demanda total projetada para 2025 nos cenários A, B e C, por região fisiográfica.

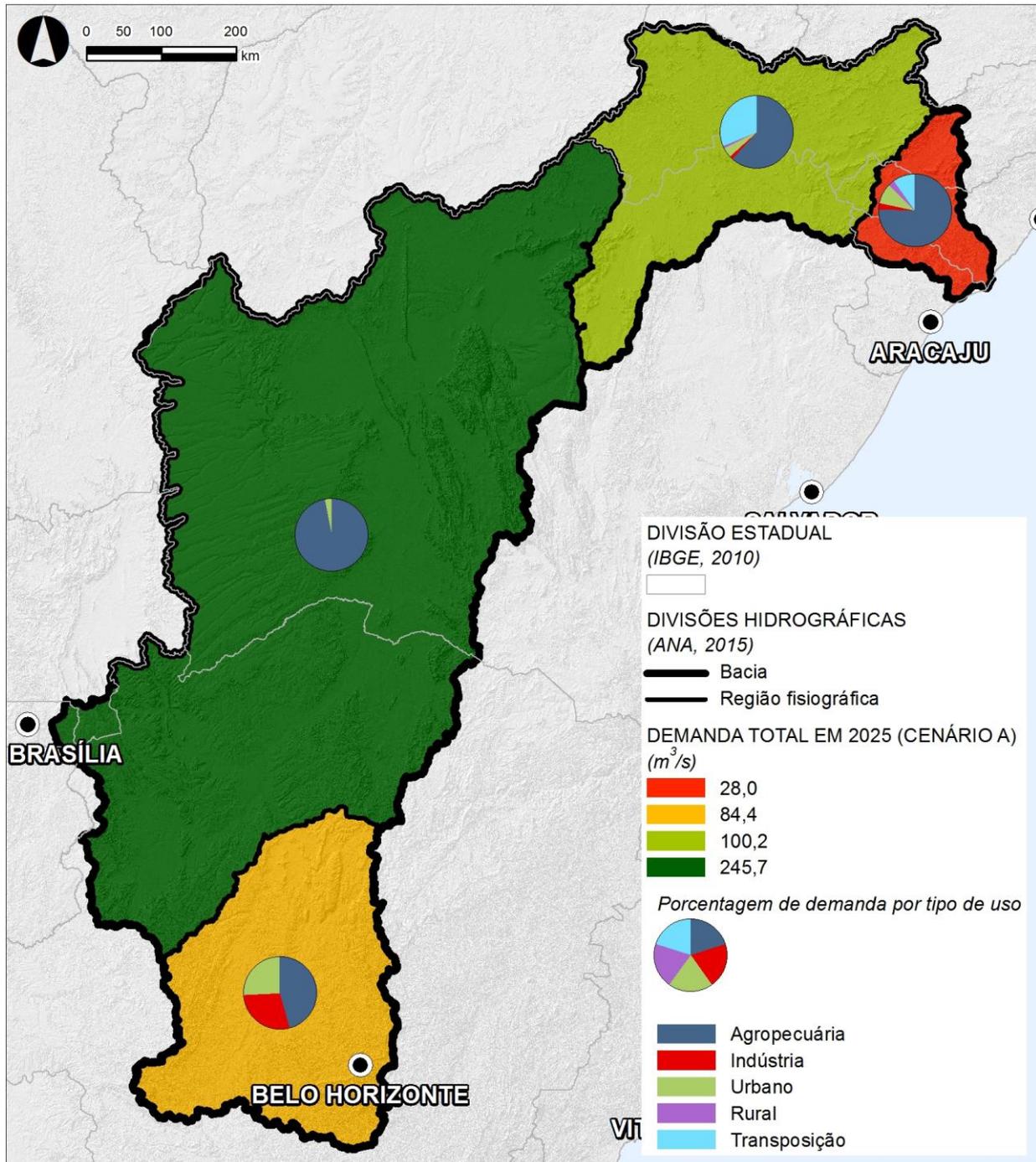


Figura 21 – Demanda total (m^3/s) em 2025, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 9 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

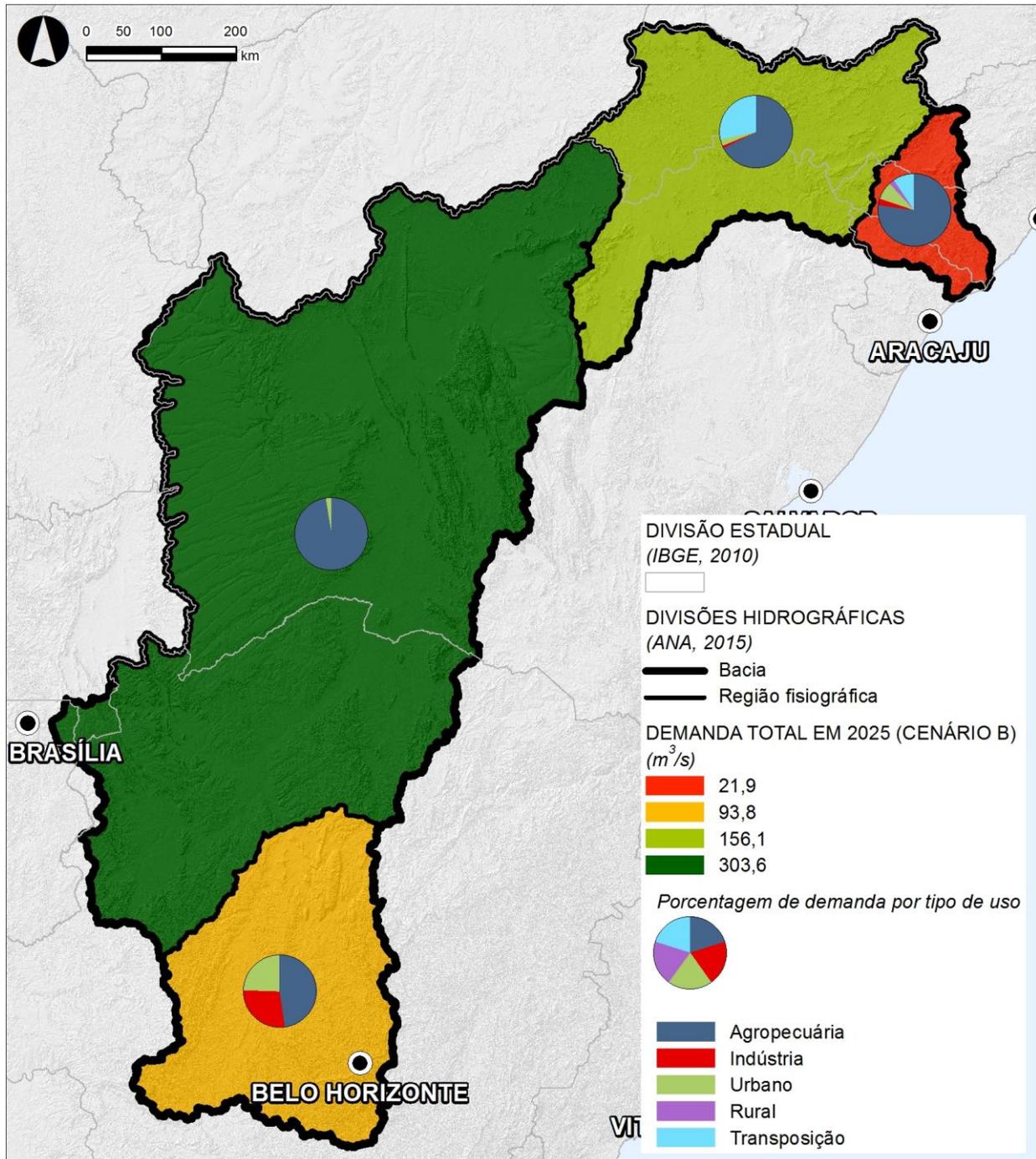


Figura 22 – Demanda total (m^3/s) em 2025, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 10 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

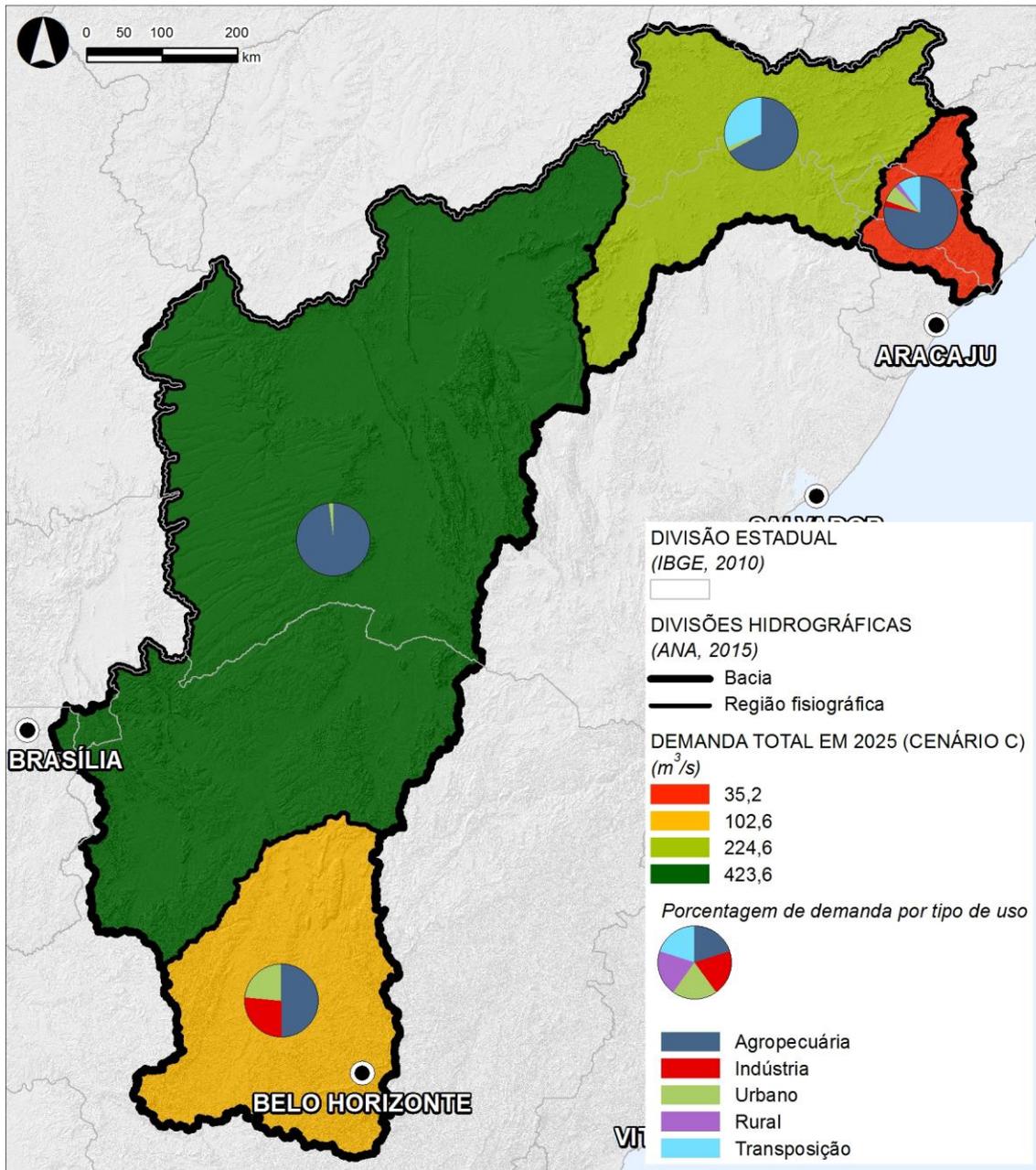


Figura 23 – Demanda total (m³/s) em 2025, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 11 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

Ainda de acordo com o Quadro 45 (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 demand 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.

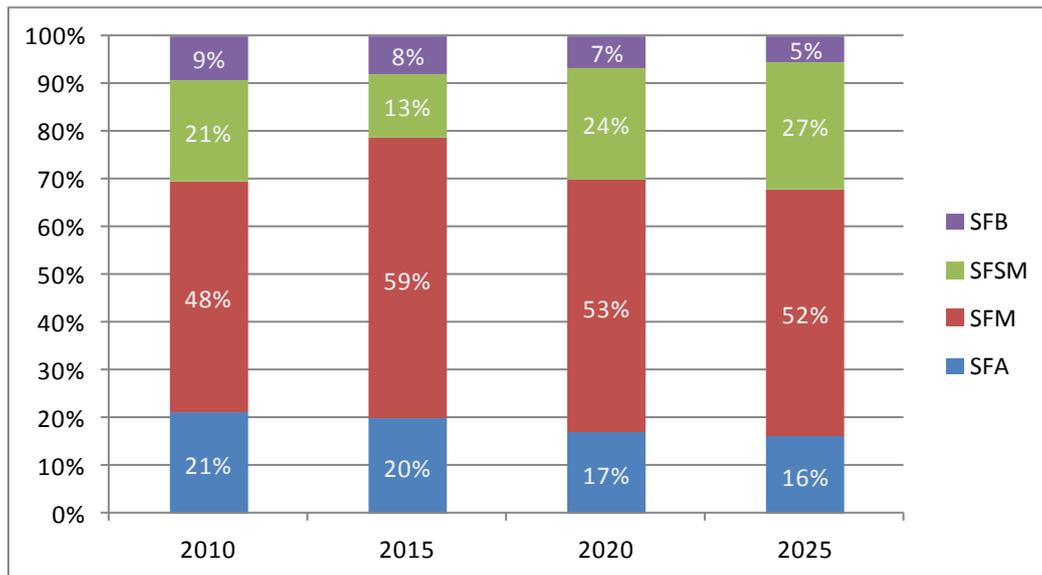


Figura 24 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por região fisiográfica.

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 demanda total (de 21% em 2010 para 27%, cf. Figura 24). O **Médio São Francisco** deverá também aumentar a representatividade da sua demanda face a 2010 (em 4%), mantendo-se a região em que essa demanda é mais significativa (52% da demanda da bacia). Tanto o **Baixo** como o **Alto São Francisco** deverão perder importância relativa na vazão retirada. Na primeira região, o mais provável é que a representatividade da demanda de água diminua cerca de 3% entre 2015 e 2025, e na segunda, cerca de 4%.

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%:

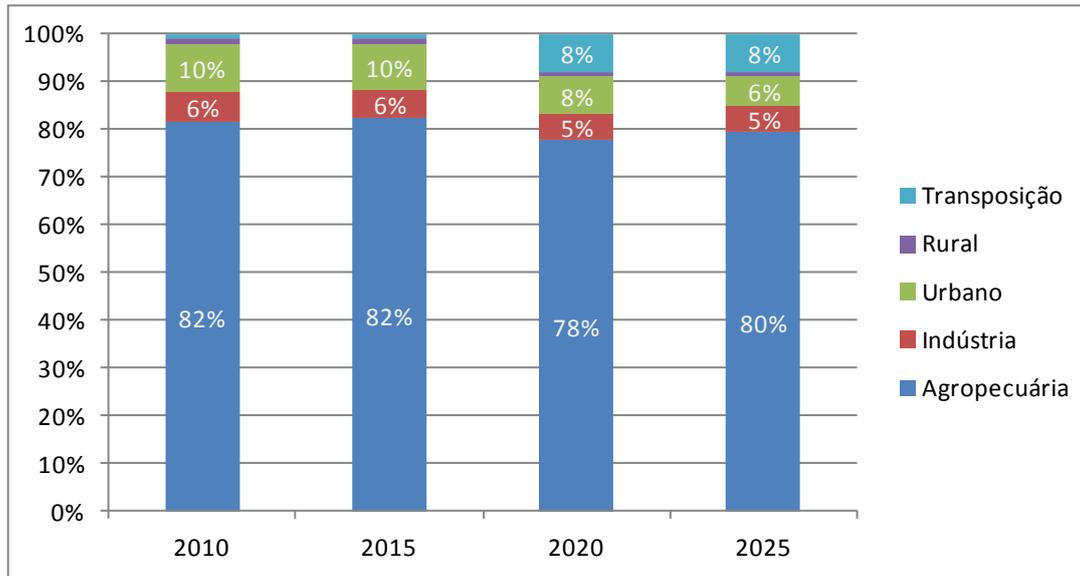


Figura 25 – Evolução da distribuição da demanda total a médio prazo (2025), no cenário B, por uso.

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, Curitiba, Terra Nova, Pajeu e Jequitaiá.

A Figura 26 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.

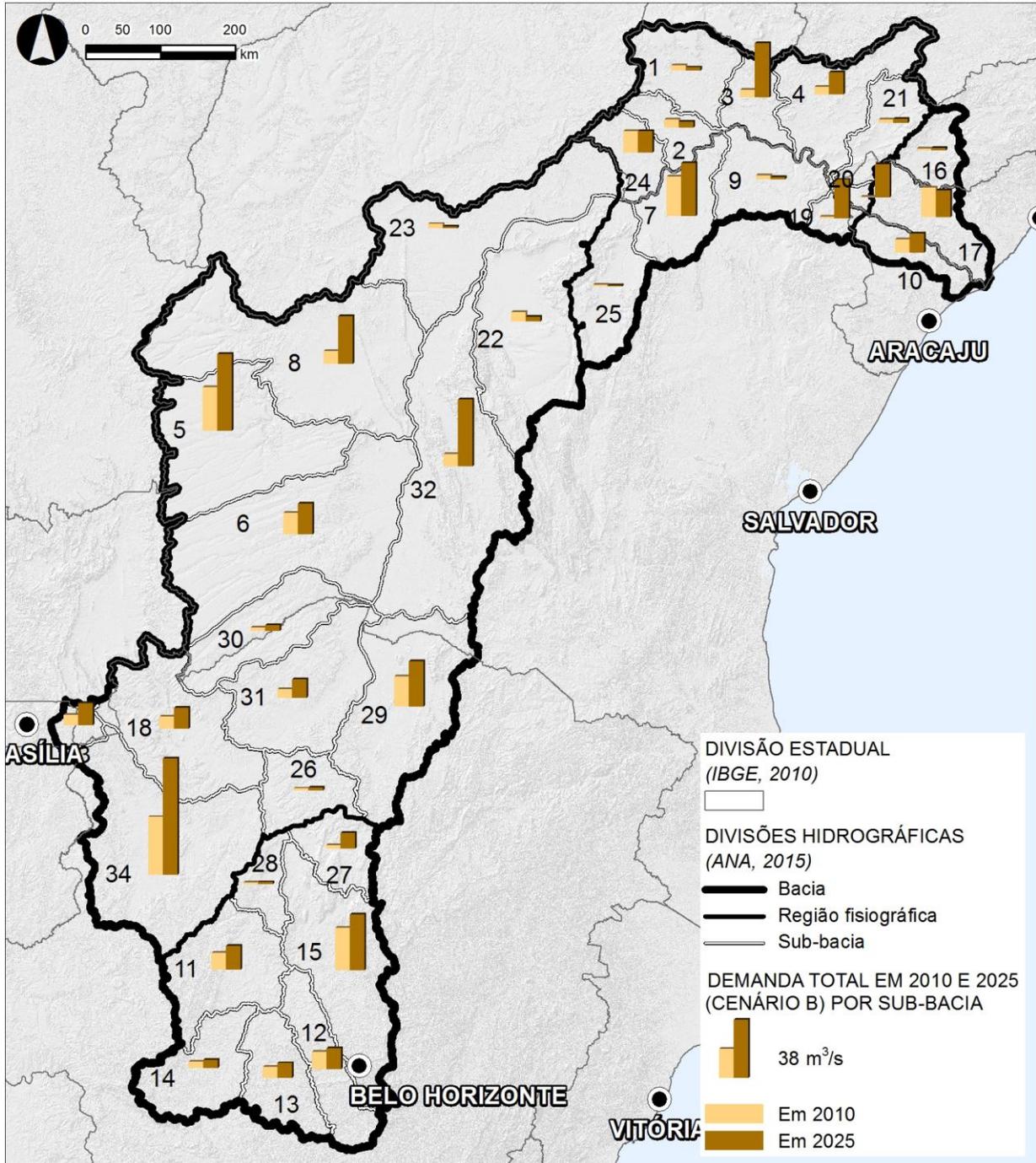


Figura 26 – Demanda total (m³/s), em 2010 e 2025 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 12 do Volume 3, reduzido).

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 27, Figura 28 e Figura 29, respectivamente. Os números correspondem ao número de identificação da sub-bacia, cuja designação é apresentada na legenda.

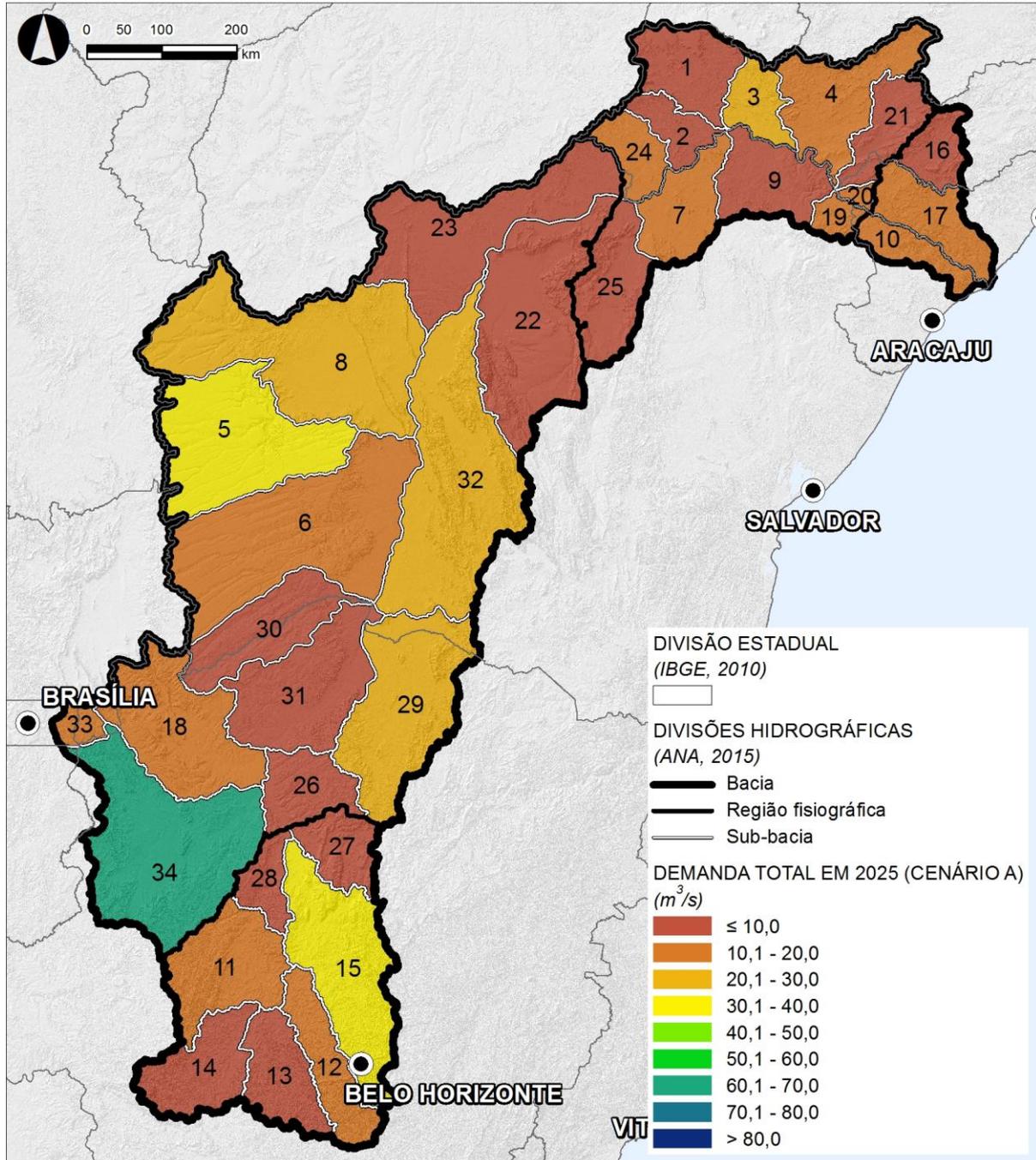


Figura 27 – Demanda total (m^3/s) em 2025 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 13 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

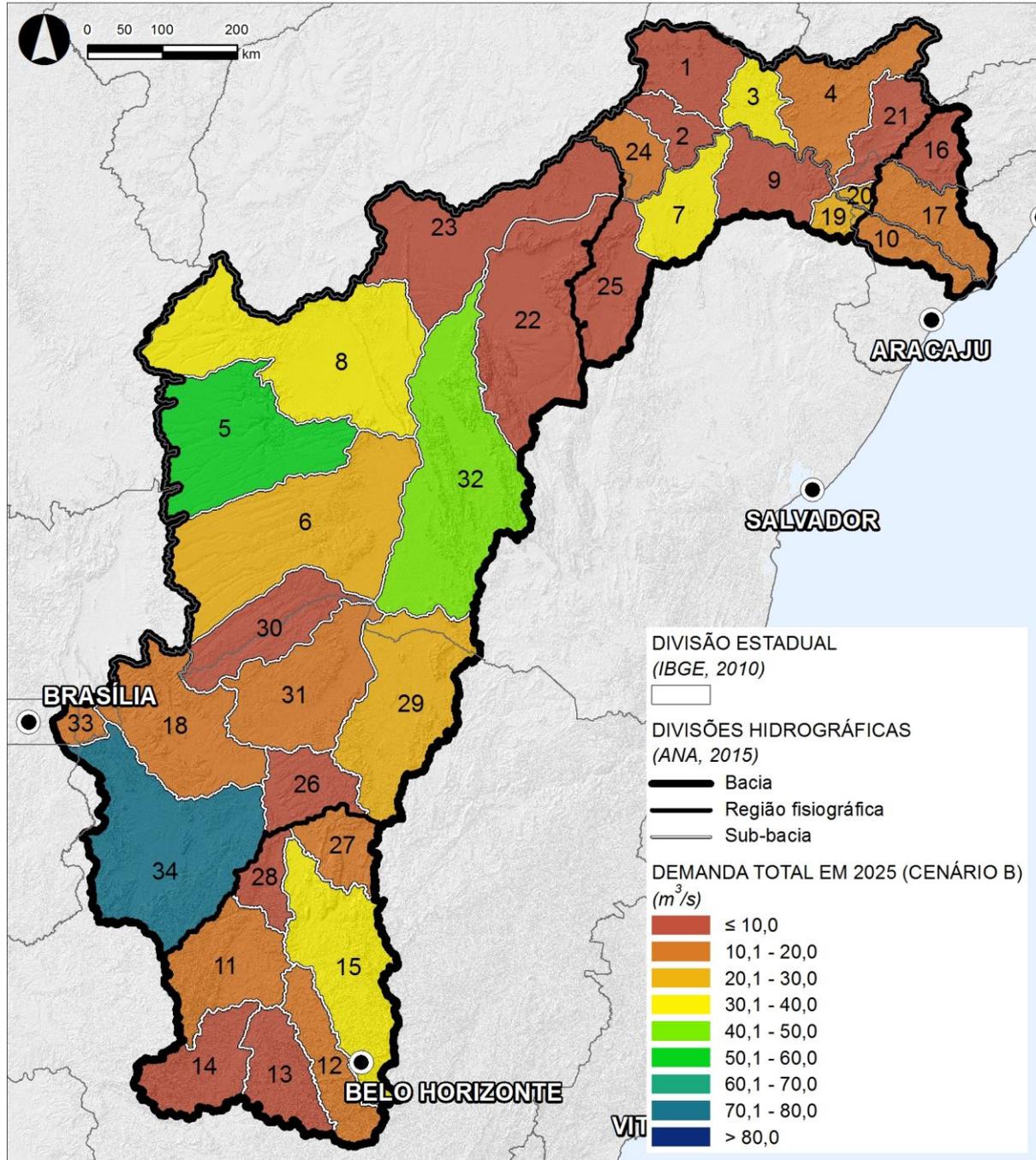


Figura 28 – Demanda total (m^3/s) em 2025 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 14 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

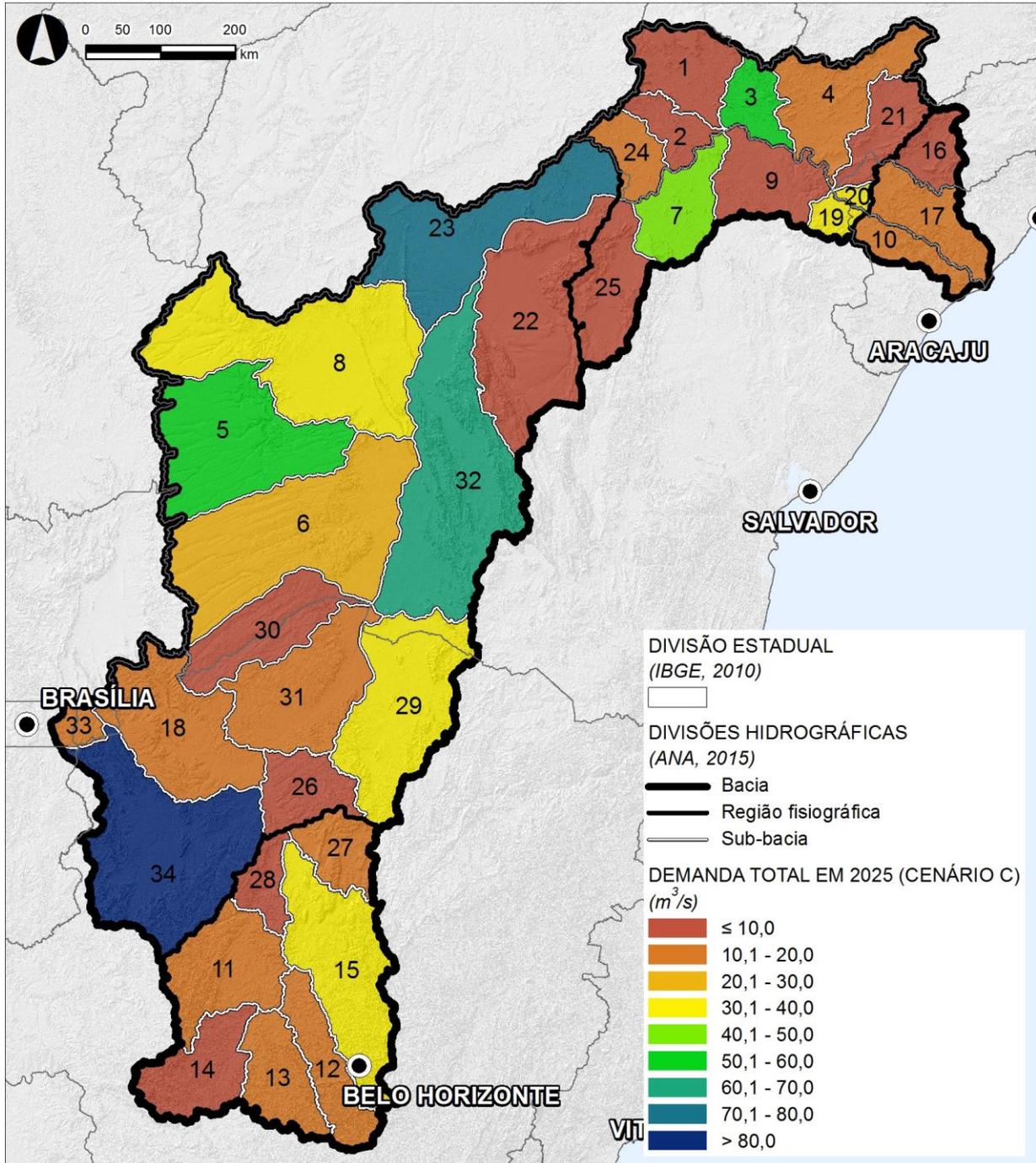


Figura 29 – Demanda total (m^3/s) em 2025 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 15 do Volume 3, reduzido).

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.

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 46) e no Volume 2 – Apêndices.

Quadro 46 – 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%
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 = $100 \times (Vazão\ ano\ final \div Vazão\ ano\ inicial - 1)$

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 30, Figura 31, Figura 32) complementam estes prognósticos de longo prazo sugerindo, designadamente, as fortes dinâmicas consuntivas associadas ao Médio São Francisco.

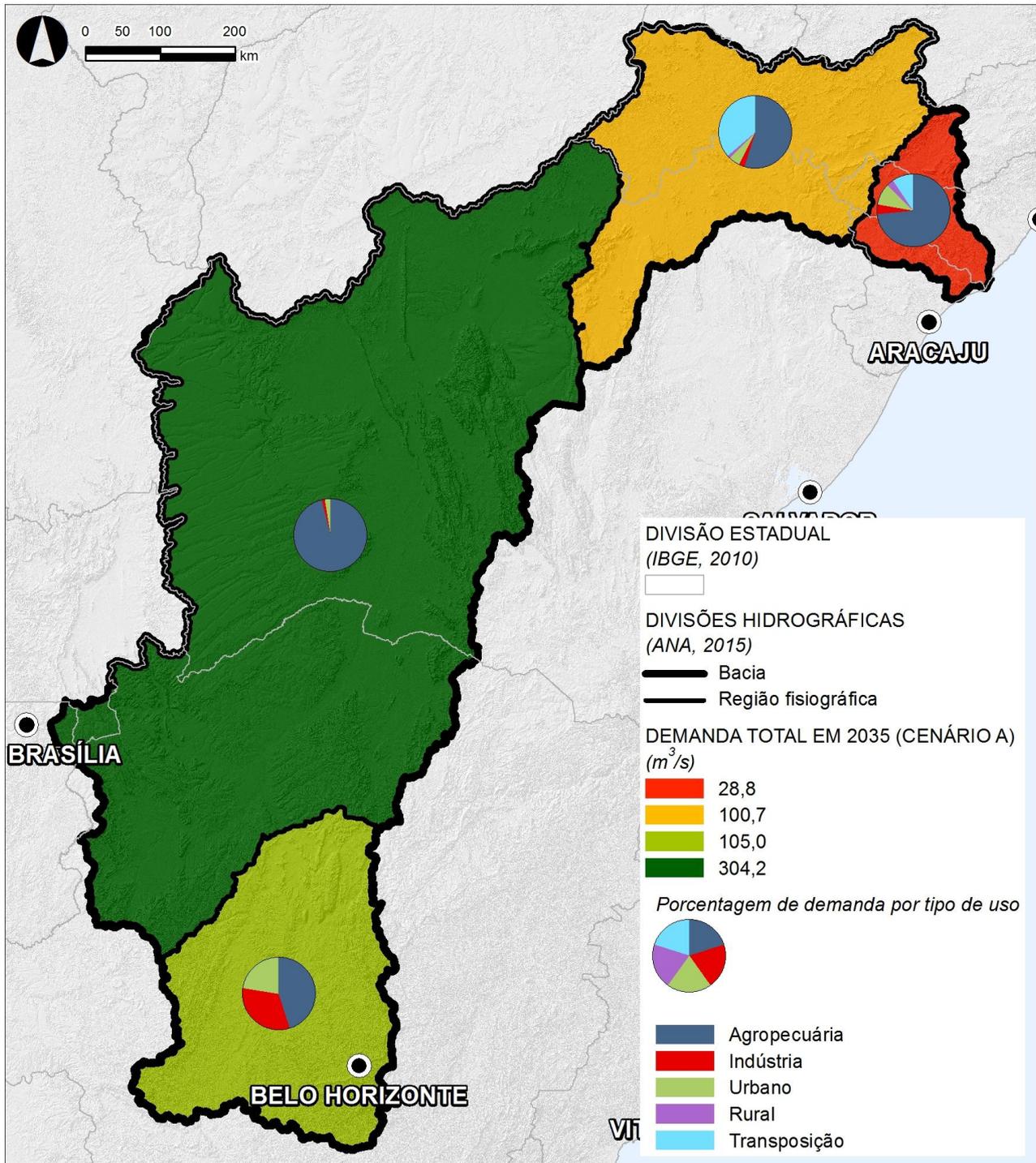


Figura 30 – Demanda total (m^3/s) em 2035, no Cenário A, por região fisiográfica (Mapa 16 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

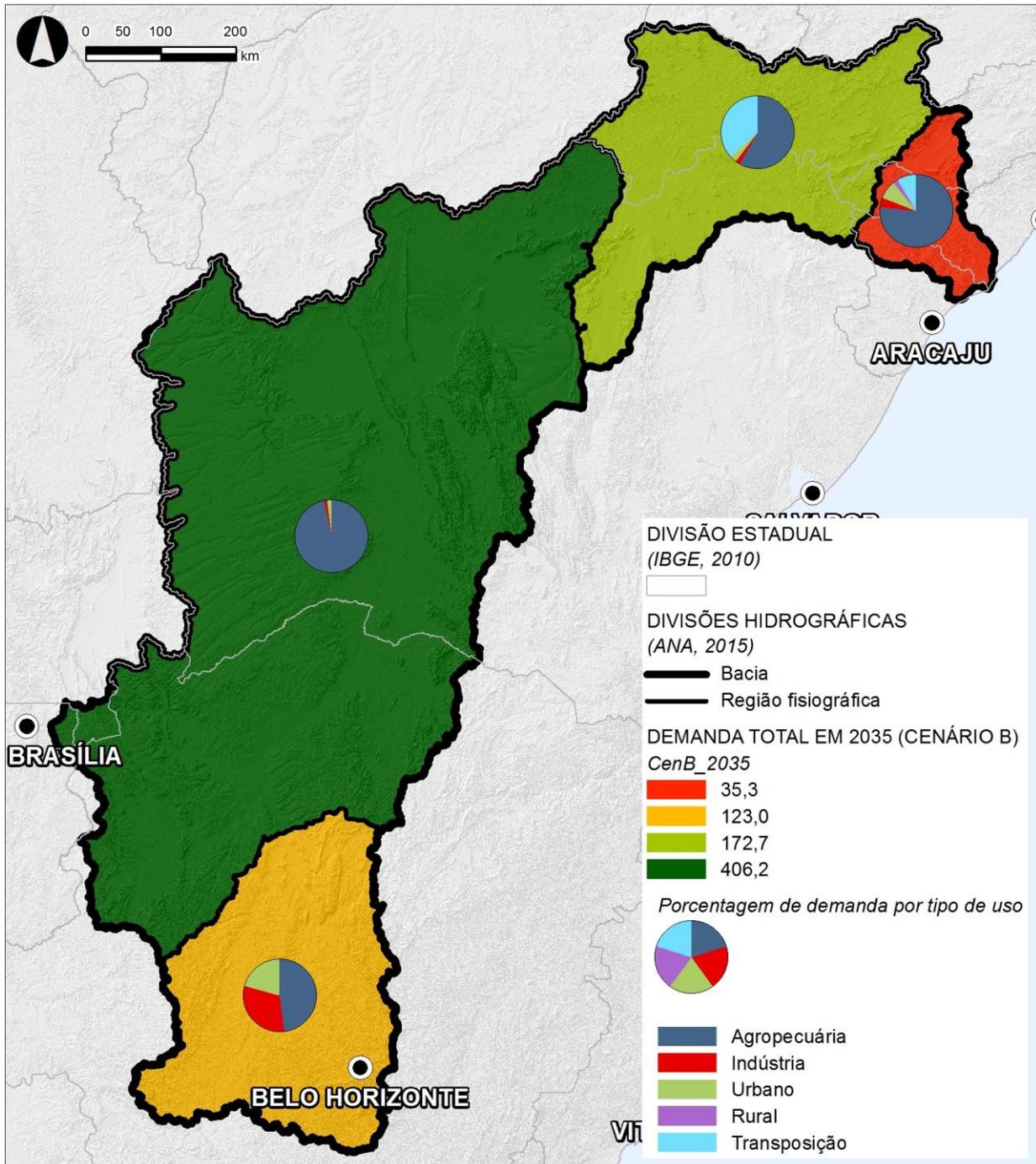


Figura 31 – Demanda total (m³/s) em 2035, no Cenário B, por região fisiográfica (Mapa 17 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

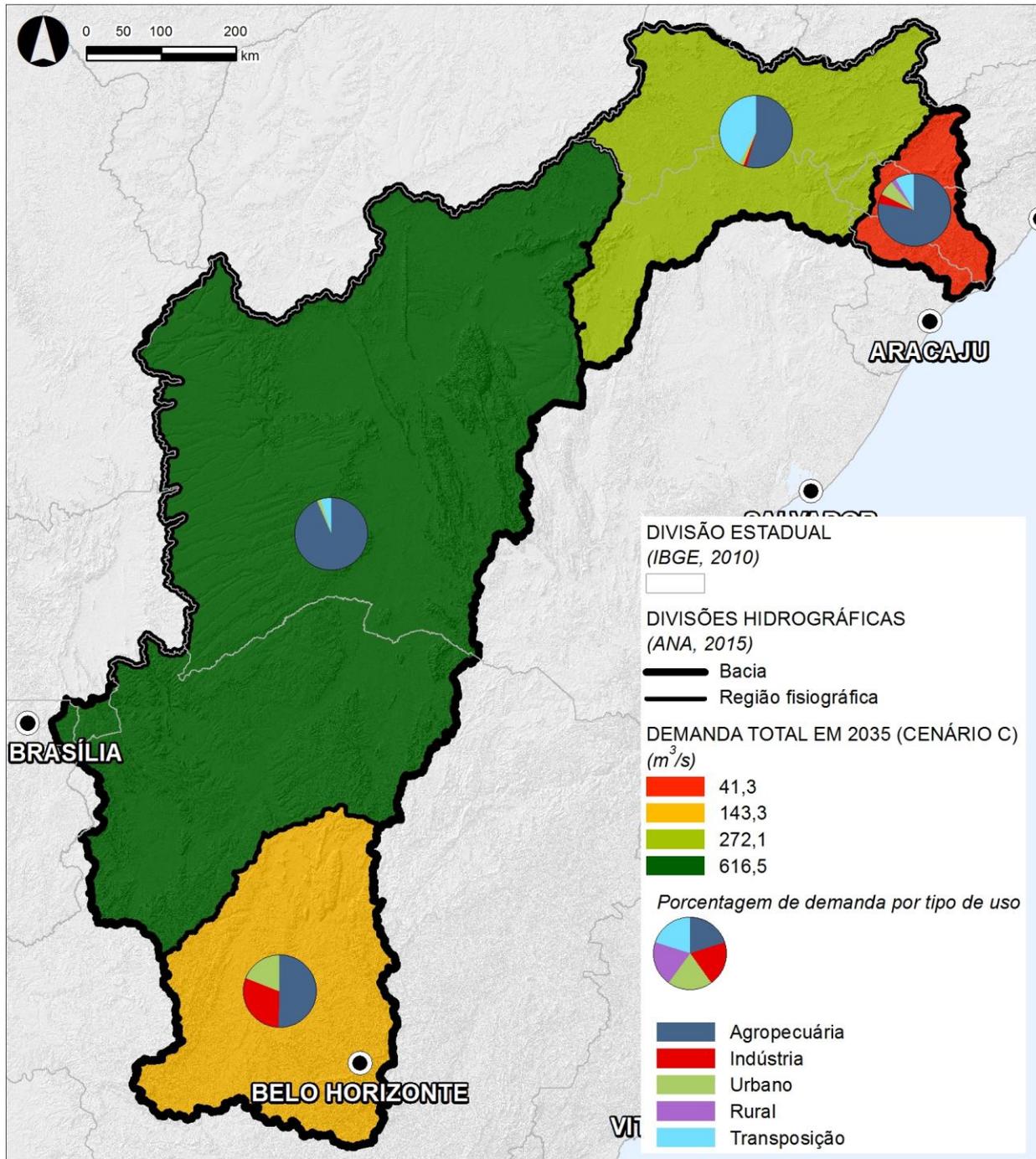


Figura 32 – Demanda total (m³/s) em 2035, no Cenário C, por região fisiográfica (Mapa 18 do Volume 3, reduzido).

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.

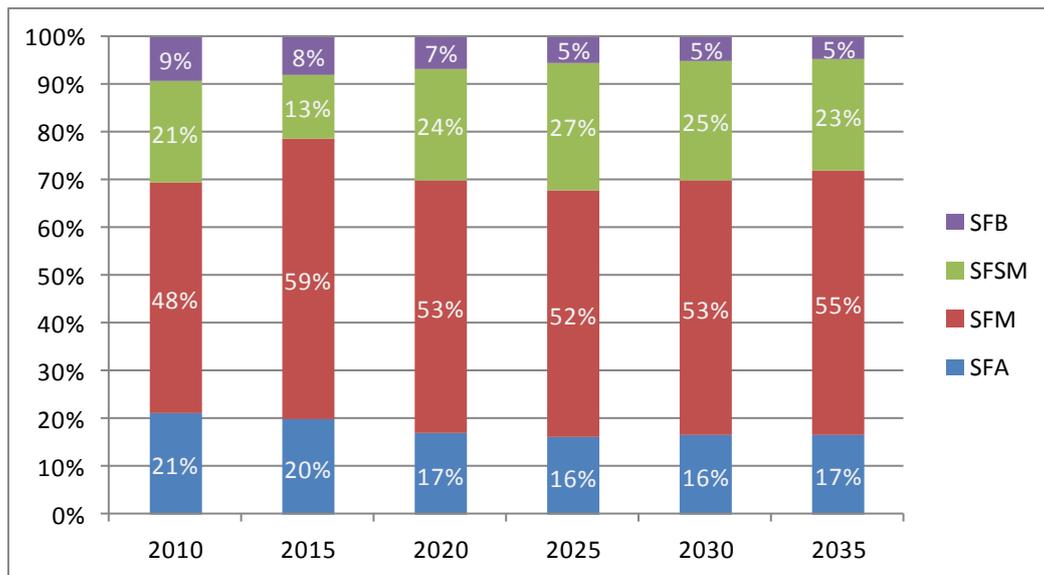


Figura 33 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por região fisiográfica.

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%).

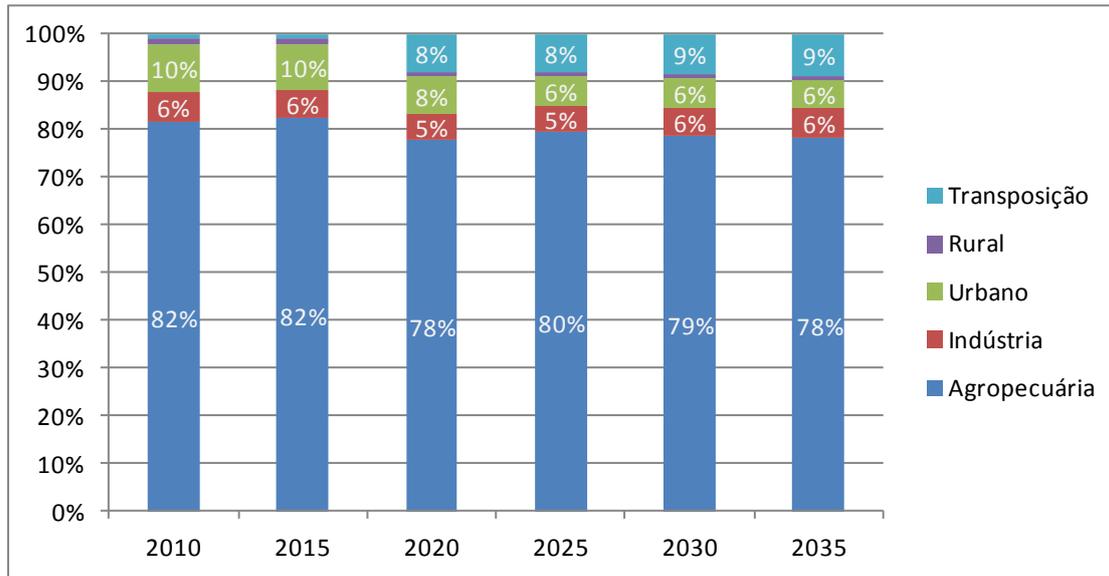


Figura 34 – Evolução da distribuição da demanda total a longo prazo (2035), no cenário B, por uso.

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 35 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.

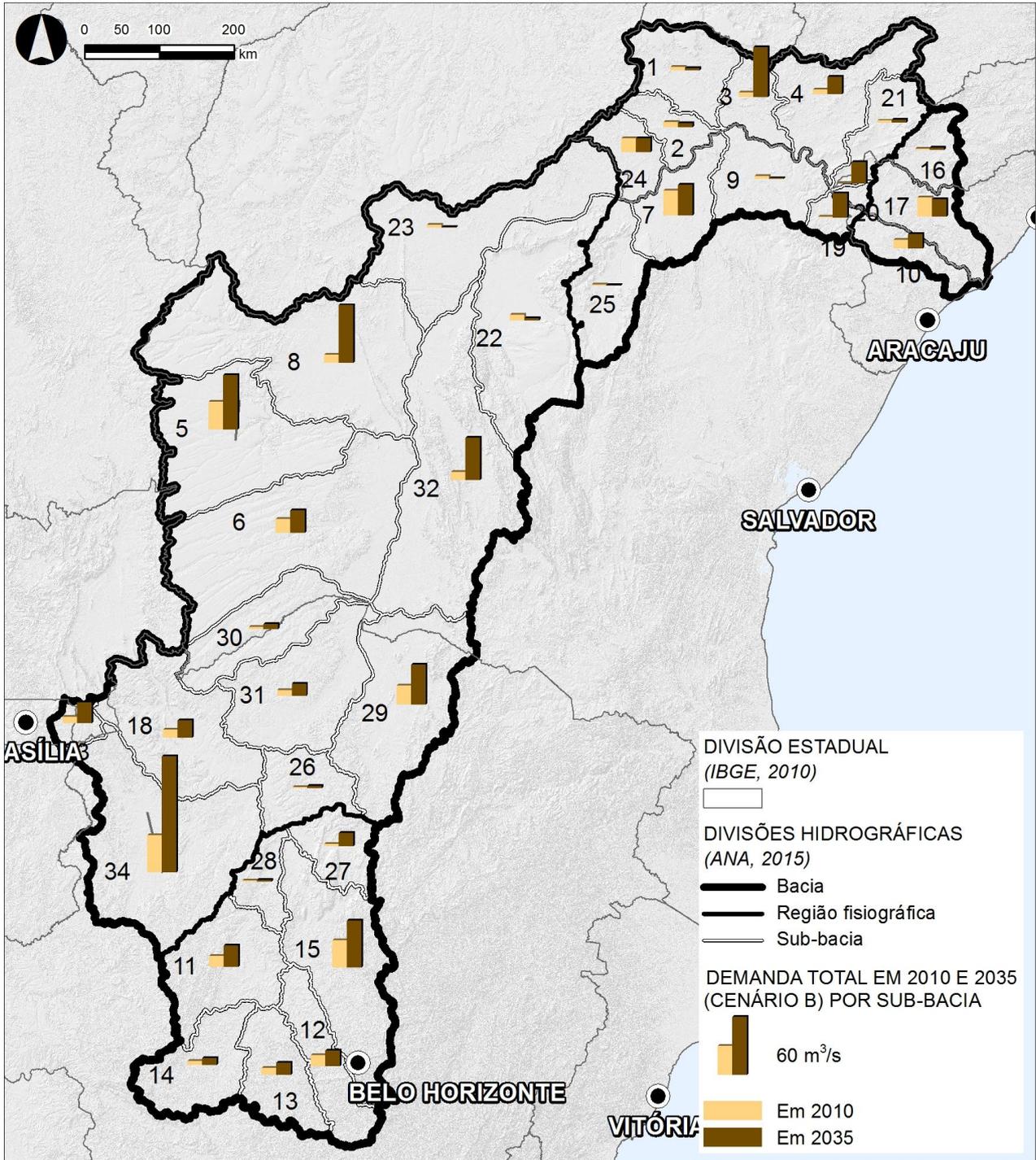


Figura 35 – Demanda total (m^3/s), em 2010 e 2035 (Cen B), por sub-bacia (Mapa 19 do Volume 3, reduzido).

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

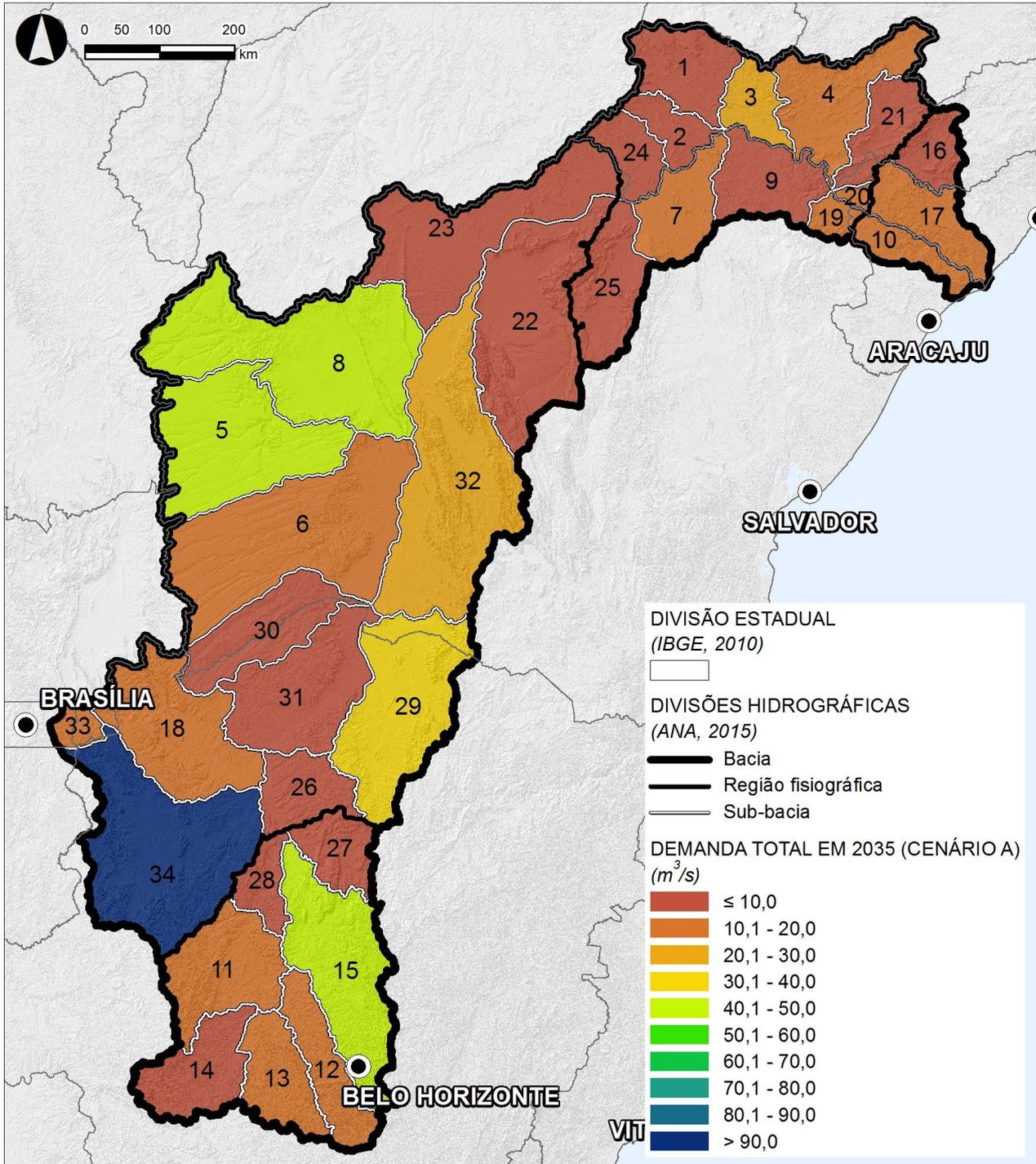


Figura 36 – Demanda total (m^3/s) em 2035 no Cenário A, por sub-bacia (Mapa 20 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

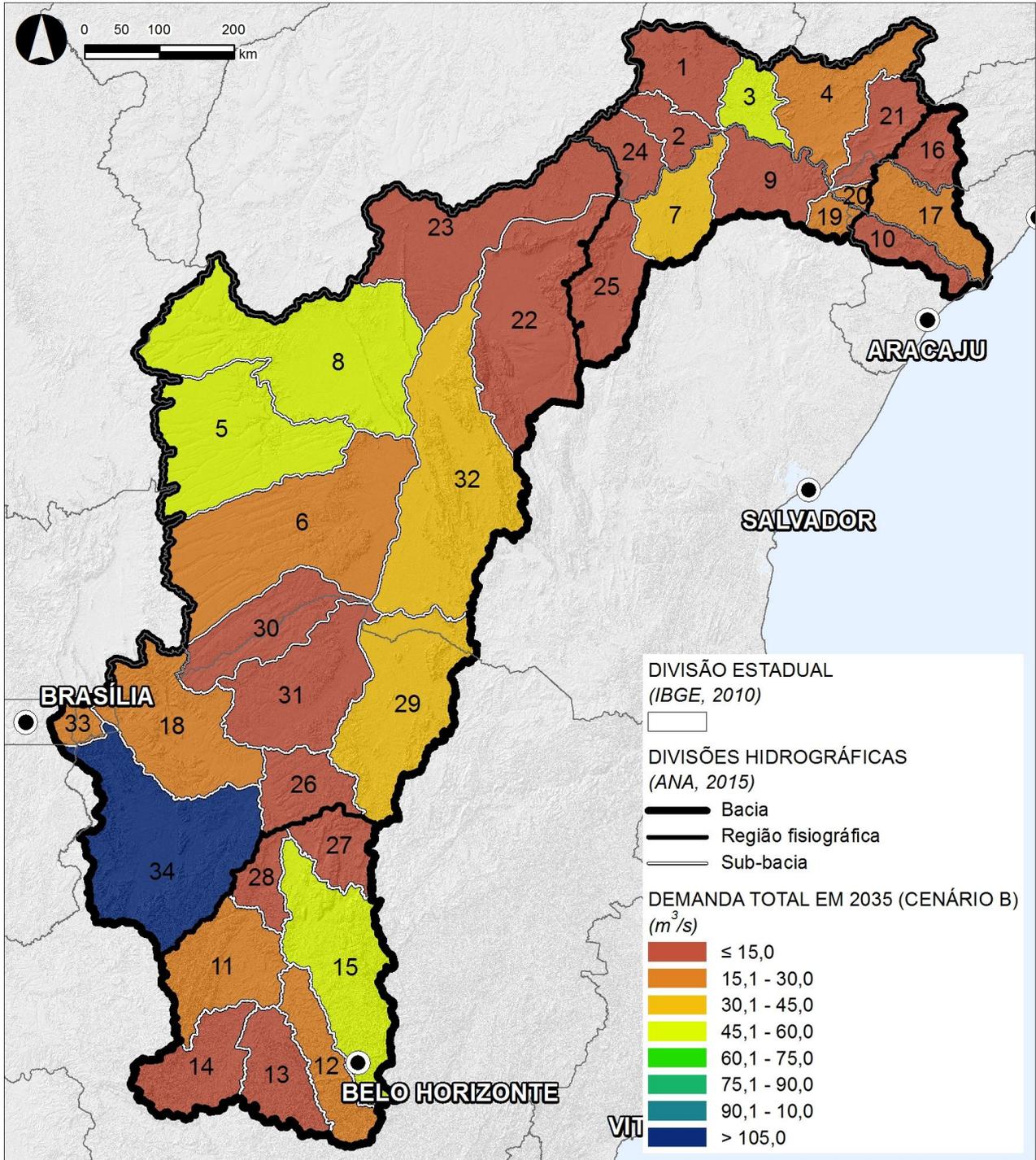


Figura 37 – Demanda total (m^3/s) em 2035 no Cenário B, por sub-bacia (Mapa 21 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.

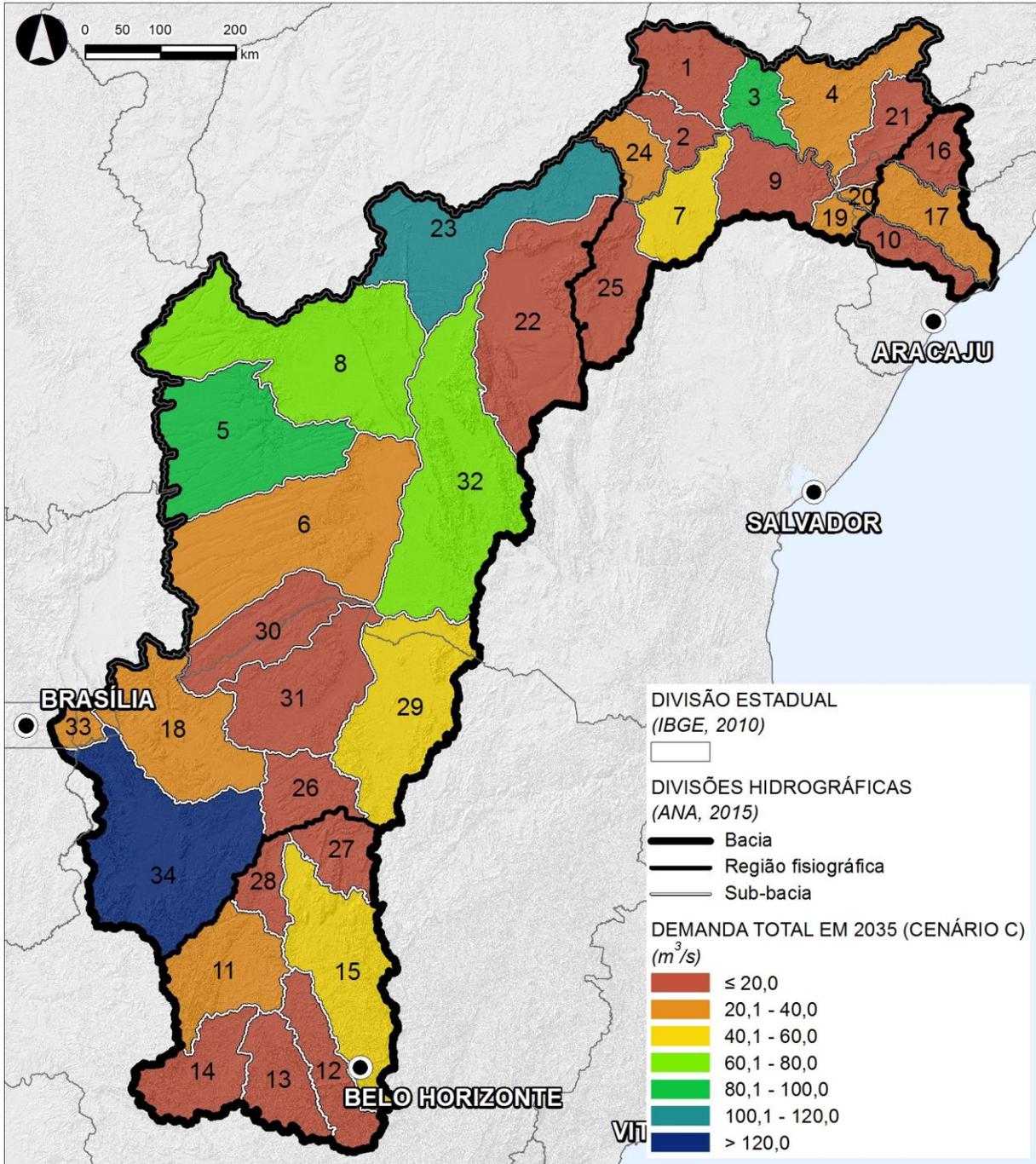


Figura 38 – Demanda total (m³/s) em 2035 no Cenário C, por sub-bacia (Mapa 22 do Volume 3, reduzido).

Fonte: NEMUS.



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

5. VARIABILIDADE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

5.1. 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.

Na análise apresentada em seguida, destacam-se dois trabalhos: o projeto Adaptação do Planejamento 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).

5.2. Clima no presente

5.2.1. 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).

5.2.2. 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.

5.2.3. 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 conseqüente 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.

5.3. Clima no futuro

5.3.1. 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.

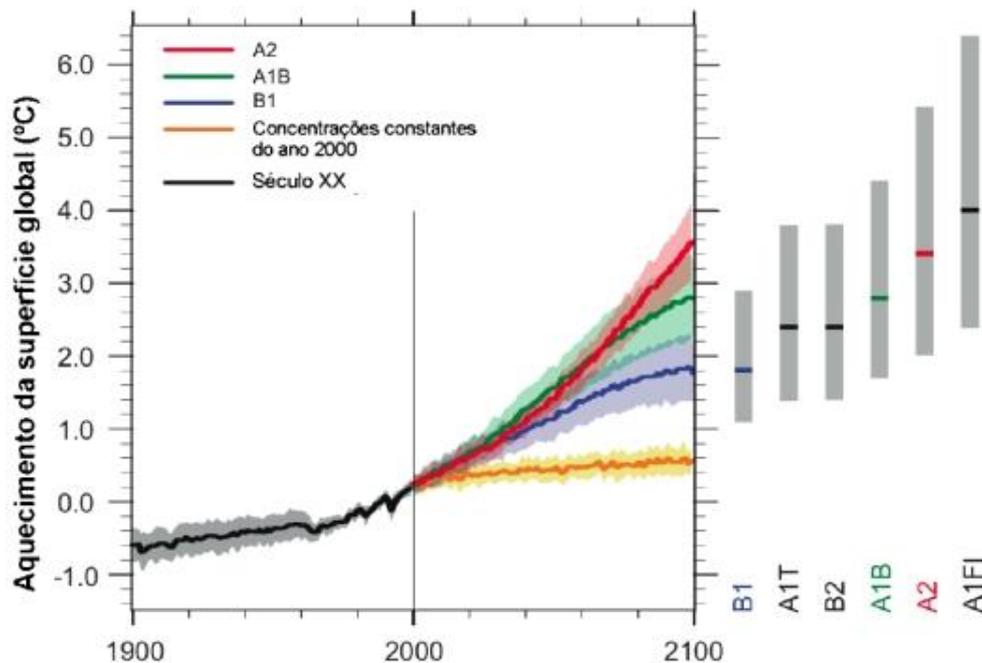


Figura 39 – Projeções de aumento de temperatura global para o século XXI geradas por conjuntos de modelos globais levando-se em consideração os diferentes cenários de emissões do IPCC.

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.

5.3.2. 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.

5.3.3. 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).

5.3.4. 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.

5.4. 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.

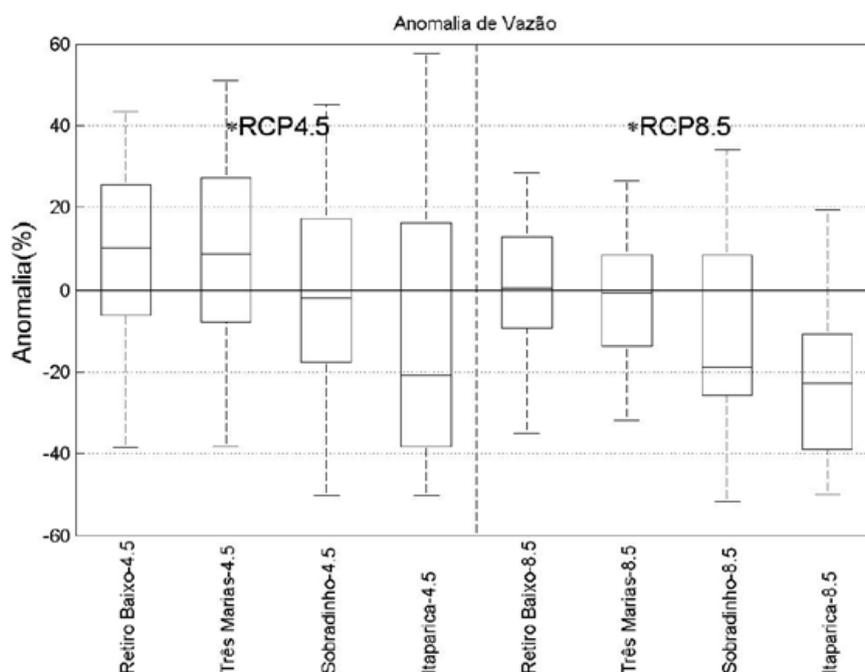


Figura 40 – Anomalias percentuais das vazões 2011 a 2040 usando o RCP 4.5 e RCP8.5.

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 41 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 41, 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.

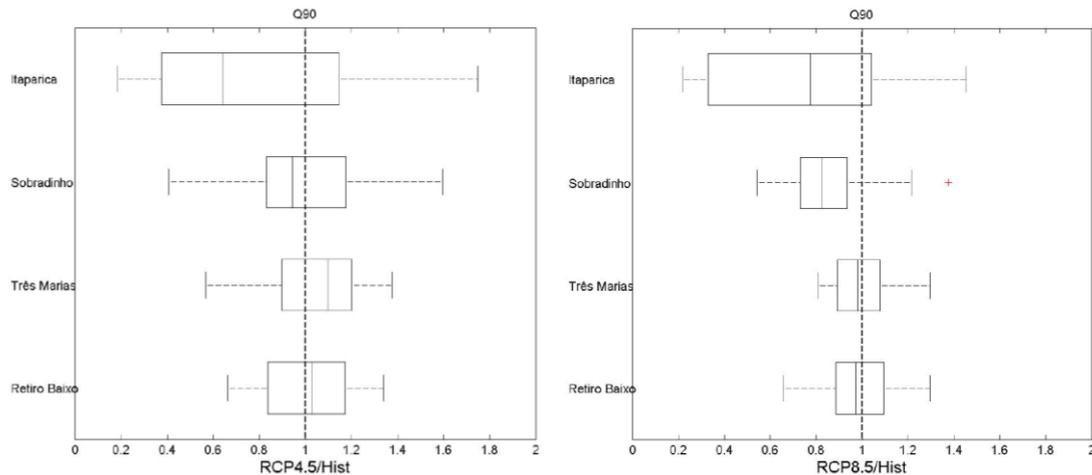


Figura 41 – Razão entre a vazão com 90% de garantia do cenário futuro RCP4.5&RCP8.5 e a vazão com 90% de garantia do período de controle dos modelos (historical).

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 42 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.

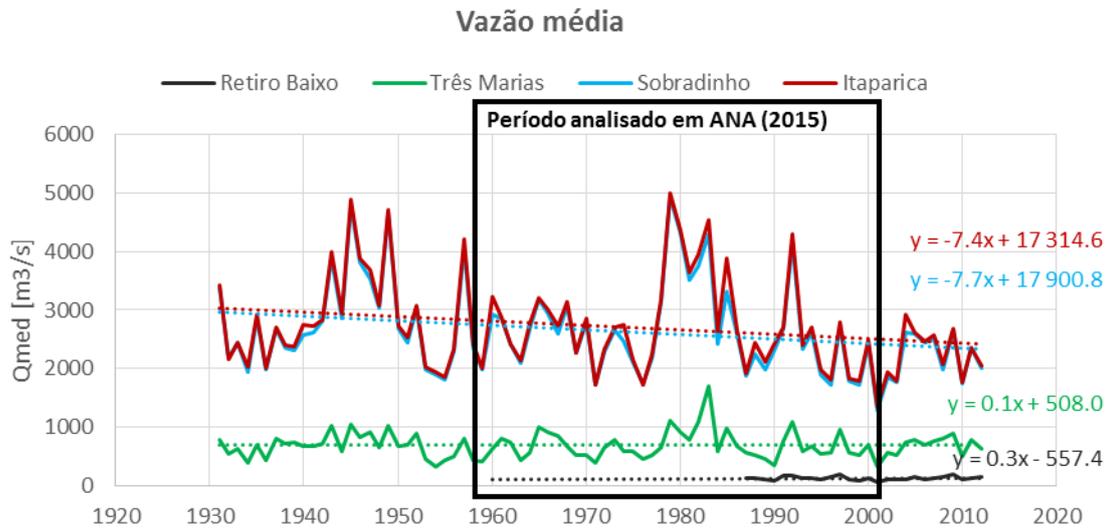


Figura 42 – Tendência anual da vazão média em Retiro Baixo, Três Marias, Sobradinho e Itaparica.

Fonte: ONS (2013), com cálculos próprios.

5.5. 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 43 - 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).



Associação Executiva de Apoio à Gestão
de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo



Página deixada intencionalmente em branco.

6. CONCLUSÃO

Introdução

No relatório **RP3 – Cenários de Desenvolvimento e Prognósticos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** apresentam-se três cenários de demandas consuntivas de água no horizonte 2025 e 2035 (Cenário B – Cenário tendencial ou de Base, Cenário A – Cenário menos pressionante em termos de recursos hídricos, Cenário C – Cenário mais pressionante em termos de recursos hídricos) para os principais setores utilizadores (agropecuária, indústria, abastecimento humano urbano e rural e transposição).

Partindo dos coeficientes técnicos apresentados no 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, recorrendo a métodos não paramétricos, a uma diferente resolução de incertezas críticas para os cenários A e C (seção 4.3) e à integração de um conjunto de grandes projetos (em curso e em estudo) com repercussões na demanda, apresentam-se no presente documento os resultados das demandas consuntivas associados aos cenários estudados, por região fisiográfica e por sub-bacia do rio São Francisco.

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, 2015). 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, 2015). 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 exetável 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 10 anos. A longo prazo (2035), este cenário aponta para um aumento da demanda, ainda assim, de 68%, com crescimentos de 137% no Submédio São Francisco e acima dos 55% nas regiões do Médio e Alto.

Quadro 47 – 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%
Total	320,4	458,3	538,7	43,0%	17,5%	68,1%

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

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 de 737 m³/s em 2035, o que seria, porventura, insustentável face às disponibilidades hídricas existentes.

Quadro 48 – 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%
Total	339,6	585,3	737,2	72,4%	26,0%	117,1%

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

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. Como sugere o quadro seguinte (Quadro 49), não seria inverossímil ultrapassar a fasquia dos 785 m³/s em termos de vazão a retirar no horizonte de 2025:

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 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%
Total	332,7	785,9	1.073,3	136,2%	36,6%	222,6%

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

Fonte: NEMUS.

Os métodos de previsão utilizados neste exercício prospetivo são particularmente sensíveis à informação mais atual disponível, fruto da sua natureza não paramétrica. De acordo com o referido no Capítulo 4, estes cenários foram construídos com a informação mais atual disponível que é relativa a 2010 ou 2012 consoante o tipo de dados.

De acordo com os resultados obtidos, é evidente a **elevada pressão que se fará sentir, nos próximos anos, sobre os mananciais do São Francisco, independentemente do cenário considerado** (Figura 44).

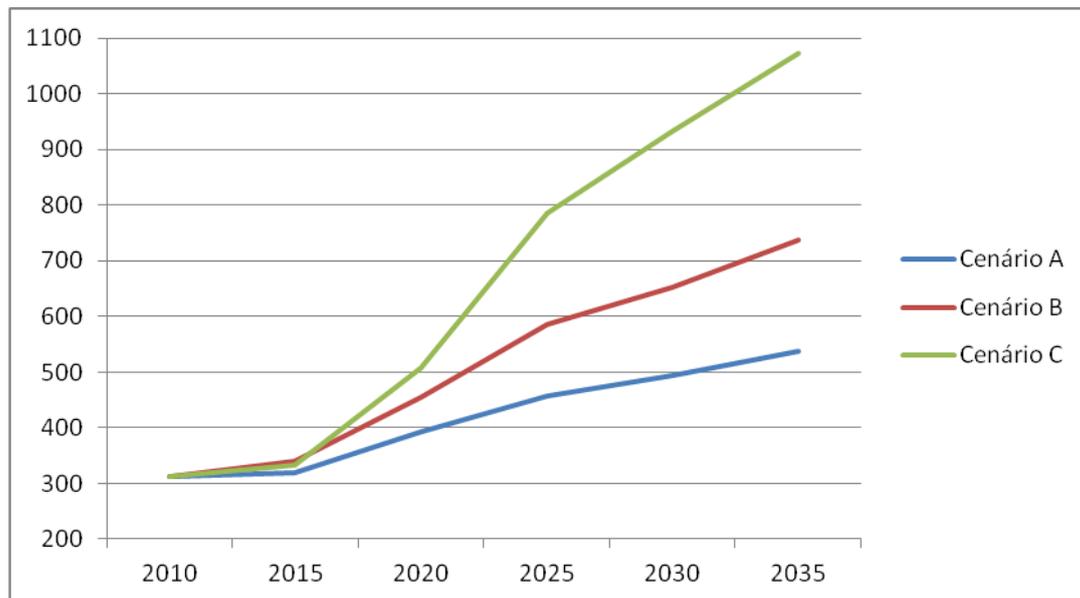


Figura 44 – Demanda total a médio e longo prazo (2025 e 2035), nos cenários A, B e C.

Fonte: NEMUS.

Essa pressão decorrerá, por um lado, das demandas 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. 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**, apresenta, ainda, fortes dinâmicas de crescimento, quer no setor agropecuário, quer na indústria. No **Baixo São Francisco** espera-se também um crescimento das demandas, ainda que mais moderado.

A principal conclusão deste relatório é, pois, a **necessidade urgente em aumentar a eficiência no 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.

Uma das estratégias de atuação poderá passar pela diferenciação do coeficiente multiplicador de captação e consumo baseado nas boas práticas (K_t) de acordo com a tecnologia de rega adotada por cada usuário (gotejamento, microaspersão, pivô central, inundação, etc.), no escopo do mecanismo de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. Esta medida, entre outras, será ponderada 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).

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).

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.

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.

ELETROBRAS. **SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro**. 2014. Disponível em: <<http://www.eletrobras.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.

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.

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.



MAGMA; BRLi. **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.

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.

OCDE (2015). “Brazil”. *OCDE Economic Outlook*, Volume 2015, Issue 1. Paris: OCDE Publishing. Disponível em: <http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/ocd/economics/ocd-economic-outlook-volume-2015-issue-1/brazil_eco_outlook-v2015-1-6-en>. Acessado em: Setembro de 2015.

OECD (2015), 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.

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.

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.

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.



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