

Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco

São Francisco river basin management plan

Pedro Bettencourt, Cláudia Fulgêncio, Maria Grade, Sónia Alcobia, José Paulo Monteiro, Rodrigo Oliveira, José C. Leitão, Pedro C. Leitão, Pedro A. Fernandes, Sara de Sousa, Sérgio Brites, João Fernandes, Joana Simões, Marcel Scarton, Emiliano Santiago, Ruy Aguiar, Matteus Giffoni, Fabiano Melo, Ana Carolina Paes

Nemus-Gestão e Requalificação Ambiental, Lda., Estrada do Paço do Lumiar, Campus do Lumiar, Ed.D, 1649-038 Lisboa, Tel: +351 217 103 160, Fax: + 351 217 103 169, nemus@nemus.pt; Nemus Brasil: Rua Rio Grande do Sul, nº 332, Salas 701 a 705, Edifício Torre Ilha da Madeira, Pituba, CEP 41.830-140, Salvador – Bahia.

RESUMO: A bacia hidrográfica do rio São Francisco, uma das 12 Regiões Hidrográficas brasileiras, estende-se ao longo de uma área de drenagem de 639 000 km², e abrange sete unidades de federação: Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia, Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais.

A atualização do plano de recursos hídricos da bacia para o período 2016-2025, visa produzir um instrumento que permita o uso múltiplo, racional e sustentável das águas e do meio ambiente, partindo do diagnóstico da situação atual na bacia.

Face aos desafios que a bacia enfrenta ao nível da quantidade e qualidade da água e de degradação ambiental, identificam-se os compromissos fundamentais a estabelecer entre os atores chave da bacia, como ponto de partida para a definição do plano de ações prioritárias a implementar.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; recursos hídricos; rio São Francisco.

ABSTRACT: *The São Francisco River Basin, one of the 12 Brazilian Hydrographic Regions, has a drainage area of 639 000 km² and covers seven federation units: Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia, Distrito Federal, Goiás and Minas Gerais.*

The update of the River Basin Management Plan for the 2016-2025 period aims to produce a management tool that allows for the multiple, rational and sustainable use of water and the environment, based on the current basin diagnosis.

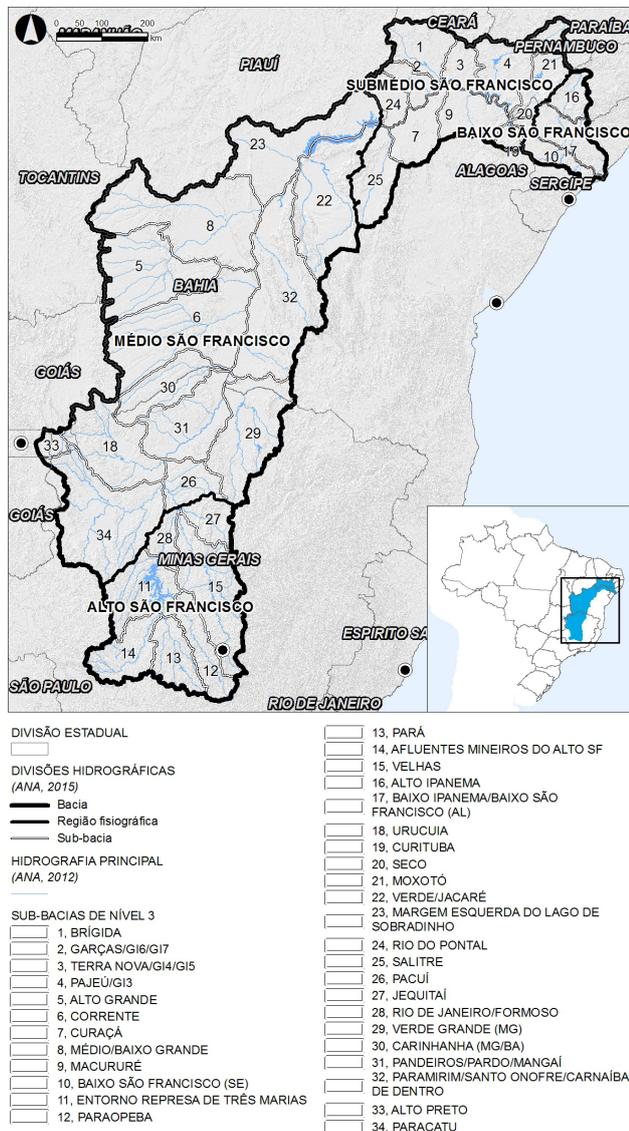
Given the current challenges the basin is facing in terms of water quantity and quality and environmental degradation, the plan identifies the fundamental compromises to be established among key stakeholders as a starting point for the definition of priority actions to be implemented.

Keywords: *River basin; water resources; São Francisco river.*

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio São Francisco (com 2 697 km), localizada no Brasil, estende-se ao longo de uma área de drenagem de 639 000 km², abrangendo sete unidades de federação: Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia, Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais. Nesta área estão incluídos 507 municípios e mais de 15 milhões de habitantes.

O principal objetivo da atualização do plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco (PRH-SF) é produzir um instrumento que permita o uso múltiplo, racional e sustentável das águas e do meio ambiente.



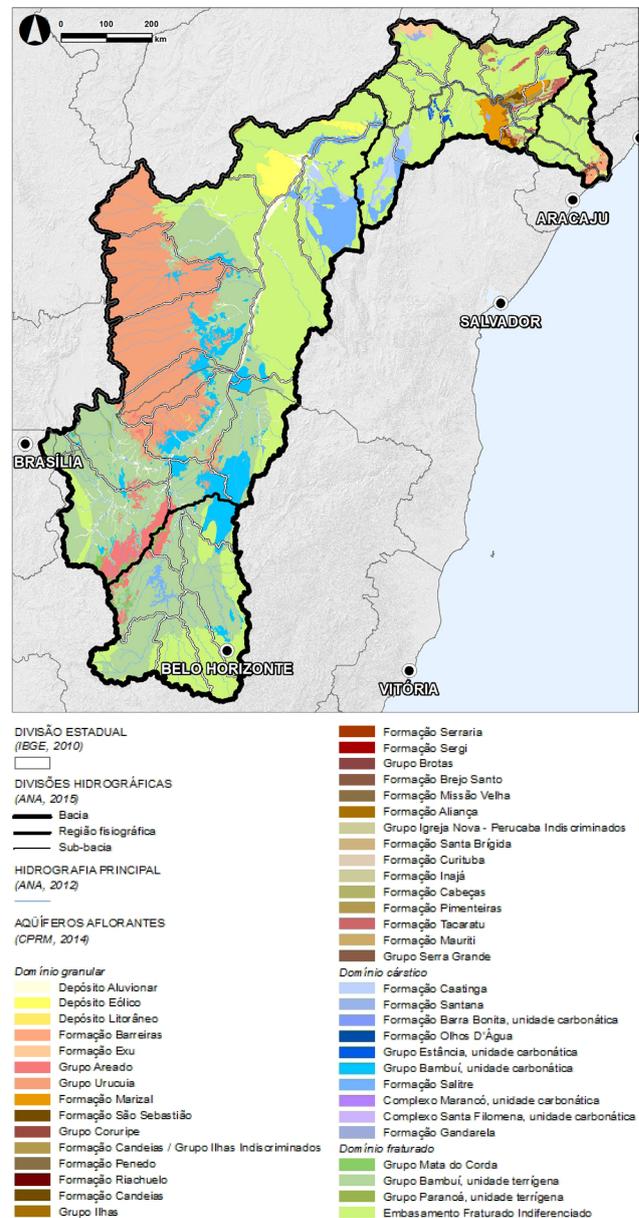
Fonte: ANA, 2015

Figura 1. Regiões fisiográficas e sub-bacias da BHSF.

As principais unidades de planejamento são:

- As regiões fisiográficas: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco (cujos limites, estão presentemente em discussão) (Figura 1);
- As 34 sub-bacias hidrográficas (Figura 1);
- Os aquíferos aflorantes (Figura 2).

A elaboração do plano passou já pelas fases de caracterização, diagnóstico e prognóstico (NEMUS, 2015a, b, c, 2016), estando em desenvolvimento o plano de metas e



Fonte: CPRM, 2014

Figura 2. Aquíferos aflorantes.

investimentos. Todas as fases apresentam um programa de participação social abrangendo o território da bacia.

A caracterização e diagnóstico consideraram como aspectos principais:

- Caracterização da bacia hidrográfica (incluindo análises ao uso do solo, população, variáveis socioeconômicas, nível de vida e infraestrutura, fisiografia, clima, geologia e riscos geológicos, recursos minerais, hidrogeologia, solos, caracterização biótica); caracterização de aspectos legais e institucionais e de políticas, programas e projetos;
- Análise qualitativa e quantitativa, incluindo águas superficiais e águas subterrâneas;
- Usos e balanço hídrico: caracterização dos usos múltiplos dos recursos hídricos da bacia, quantificação das demandas (incluindo uma análise do cadastro de outorgas), balanço hídrico superficial e subterrâneo e análise de eventos críticos;
- Análise SWOT.

Na fase de prognóstico foram desenvolvidos três cenários contrastados de evolução futura da demanda de água: um cenário central (B) que resulta das dinâmicas instaladas nas diversas sub-bacias e setores usuários (agropecuária, indústria, abastecimento humano – urbano e rural e usos externos – transposição); um cenário (A) de consumo mais moderado que poderia estar associado a uma trajetória de menor desenvolvimento econômico e social no São Francisco; e um cenário (C) de maior desenvolvimento, logo de alta demanda em termos de consumo de água.

O presente artigo expõe de forma sintética alguns resultados obtidos.

2. QUALIDADE DAS ÁGUAS

2.1. Águas superficiais

A qualidade das águas superficiais foi avaliada essencialmente com base em dados de monitorização de 2008 a 2014, de 362 estações, da Agência Nacional de Águas e das unidades de federação. Entre outros, foram

analisados o Índice de Qualidade da Água (IQA) (Figura 3), Contaminação por Tóxicos (CT) e o Índice de Estado Trófico (IET). Além dos dados agregados apresentou-se a informação compilada mais recente relativa a parâmetros analíticos em desconformidade face à classe de enquadramento vigente nas diferentes estações de amostragem.

Os resultados obtidos referentes ao estado da qualidade da água foram confrontados com informações relativas a pressões e fontes poluentes existentes na influência dos diferentes corpos de água.

Verificam-se problemas acentuados de qualidade em algumas sub-bacias, por exemplo, nas sub-bacias do rio das Velhas, rio Paraopeba e rio Verde Grande.

2.2. Águas subterrâneas

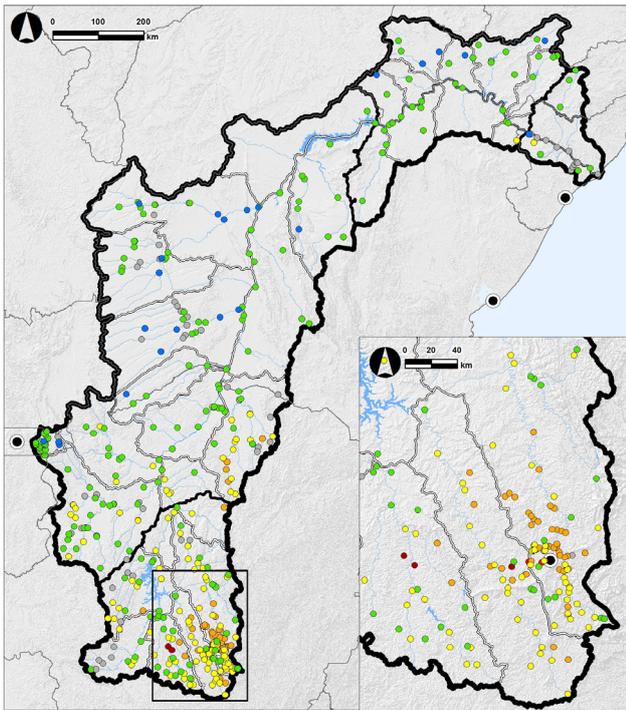
No que diz respeito à água para consumo humano (Figura 4), foi apurado que 79% da água subterrânea da bacia apresenta qualidade adequada para esse fim. Quanto à utilização para irrigação, 65% apresenta boa a excelente qualidade. A qualidade das águas subterrâneas apresenta um gradiente nítido de diminuição da qualidade da região do Alto São Francisco (bom/excelente) para o Baixo São Francisco (mediocre/não potável) (ADASA, 2015; CPRM, 2015; IGAM, 2013).

Verificam-se problemas localizados de qualidade devido ao contexto geológico (arsênio, fluoreto, dureza, ferro e alumínio), geográfico/climático (mineralização/salinidade no semiárido) e atividades humanas (postos de combustíveis, saneamento, agricultura, entre outras).

3. USOS E BALANÇO HÍDRICO

3.1. Disponibilidade hídrica

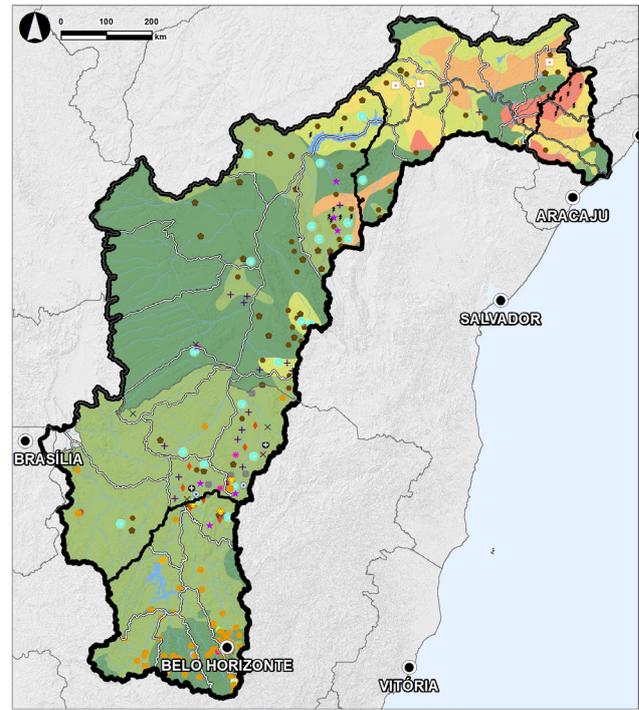
No caso das águas superficiais, para cada uma das sub-bacias foram gerados valores de vazão média, Q95, Q90, Q50 e Q7,10, entre 1931 e 2013 (Figura 5). A vazão média na bacia foi estimada em 2 768.7 m³/s (período 1931-2013) e a vazão de permanência Q95 em 800.4 m³/s. Estes valores são próximos, ainda que ligeiramente inferiores, aos obtidos no Plano Decenal 2004-2013 (ANA/GEF/PNUMA/OEA, 2004).



- ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO**
Índice de Qualidade da Água mais atual (2008-2014)
- Ótimo
 - Bom
 - Médio ou regular
 - Ruim
 - Muito ruim
 - Péssimo
 - Sem informação
- DIVISÃO ESTADUAL**
(IBGE, 2010)
- DIVISÕES HIDROGRÁFICAS**
(ANA, 2015)
- Bacia
 - Região fisiográfica
 - Sub-bacia
- HIDROGRAFIA PRINCIPAL**
(ANA, 2012)

Fonte: IGAM (2013, 2014, 2015); INEMA, 2015; ITPS, 2011; CPRH, 2015; ANA, 2015b

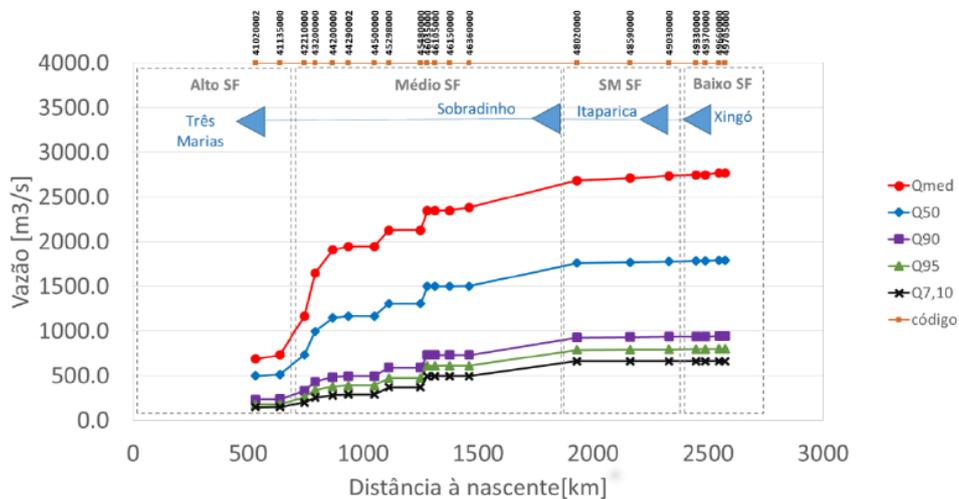
Figura 3. Índice de qualidade da água (IQA).



- DIVISÃO ESTADUAL**
(IBGE, 2010)
- DIVISÕES HIDROGRÁFICAS**
(ANA, 2015)
- Bacia
 - Região fisiográfica
 - Sub-bacia
- HIDROGRAFIA PRINCIPAL**
(ANA, 2012)
- QUALIDADE DA ÁGUA**
(IBGE, 2013; IGAM, 2015)
- Não Potável
 - Não
 - Momentânea
 - Mediocore
 - Passável
 - Boa
 - Sem Informação
- PARÂMETROS DE INCUMPRIMENTO**
(Bibliografia Diversa; FEAM, 2014)
- ▲ Agrotóxicos
 - Alumínio
 - Alumínio, Cádmio, Chumbo, Cromo total, Manganês, Prata, Arsênio
 - Alumínio, Manganês, Molibdênio, Níquel, Tálcio
 - Alumínio, Zinco, Hidróxido de amônia
 - Alumínio, Antraeno, Arsênio, Bário, Benzeno, Cádmio, Clorofórmio, Cromo, Fenantreno, Ferro, Manganês, Níquel, Nitrato, Chumbo, Zinco
 - Arsênio
 - Arsênio, Nitrato, Manganês, Alumínio
 - Bário
 - Bário, Alumínio, Cobalto, Chumbo
 - Bário, Cobalto
 - Bário, Cobalto, Manganês
 - Bário, Cobalto, Tálcio
 - Bário, Manganês, Tálcio
 - Chumbo
 - Chumbo, Cádmio
 - Chumbo, Hidrocarbonetos
 - Chumbo, Manganês, Níquel, Hidrocarbonetos
 - Cloreto
 - Cobalto, Manganês, Cromo
 - Cobalto, Tálcio
 - Coliformes termotolerantes
 - Condutividade Elétrica
 - Cromo, Alumínio, Chumbo, Cobalto, Manganês
 - Cádmio, Alumínio, Arsênio, Bário, Chumbo, Cromo, Mercúrio, Níquel
 - Cádmio, Chumbo, Zinco
 - Cádmio, Chumbo, Zinco, Arsênio
 - Fenóis
 - Ferro
 - Fluoreto
 - Hidrocarbonetos
 - Hidrocarbonetos Clorados Voláteis, PC
 - Hidrocarbonetos, Chumbo
 - Hidrocarbonetos, Chumbo, Antimônio, Manganês, Ferro
 - Hidrocarbonetos, Metais
 - Manganês
 - Metais, Sulfatos
 - Nitrato
 - Selênio
 - Sódio
 - Zinco

Fonte: IBGE, 2013; IGAM, 2015

Figura 4. Qualidade das águas subterrâneas para consumo humano



Fonte: Hidroweb (2015), com cálculos próprios.

Figura 5. Vazão média e vazões de permanência (1931-2013).

A disponibilidade subterrânea estimada é de 365.6 m³/s, com 41% das disponibilidades a pertencerem ao sistema aquífero Uruçuia.

3.2. Outorgas e demandas

A caracterização dos usos dos recursos hídricos considerou todos os tipos de demanda hídrica relevante na bacia, incluindo os usos consuntivos (abastecimento público de água, uso industrial, agropecuária e irrigação) (Figura 6) e não consuntivos (ou em que o consumo de água é irrelevante face aos anteriores: diluição de efluentes, geração de energia, mineração, pesca e aquicultura, turismo e recreação, navegação), bem como a preservação ambiental e as transposições de água identificadas na bacia.

Previamente à quantificação das demandas hídricas foi efetuada uma análise dos cadastros de outorgas. As vazões máximas outorgadas em 2014 totalizavam 723.4 m³/s, correspondentes a 12 291 pontos de outorgas superficiais ou subterrâneas. Este valor representa um acréscimo de 24% face às “vazões máximas de captação” apuradas no PRH-SF 2004-2013 (582 m³/s). O uso mais outorgado é claramente a irrigação (77% das vazões outorgadas).

A demanda total de recursos hídricos (309.4 m³/s) cresceu 87% face à demanda total em 2000, principalmente devido à expansão de perímetros irrigados dentro da bacia, cuja demanda de água aumentou 114%, em igual período.

3.3. Balanço hídrico

Comparando a disponibilidade de água superficial em cada sub-bacia com as estimativas da demanda (Figura 7), e avaliando dessa forma a capacidade de cada uma em satisfazer as demandas existentes com os seus recursos próprios, os resultados da simulação matemática da operação do sistema da bacia hidrográfica do rio São Francisco (LabSid-ACQUANET 2013) indicam 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 Carnaíba de Dentro) que não conseguem satisfazer as demandas para todos os usos.

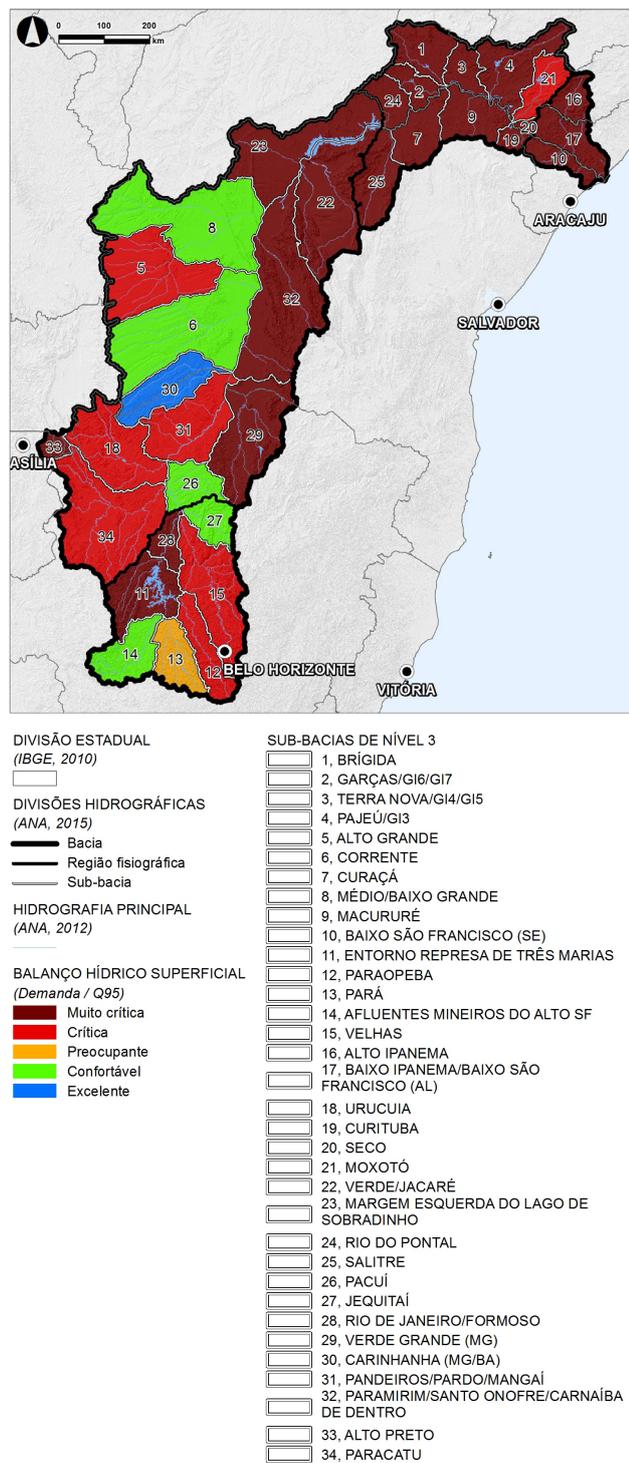
Os resultados da razão demanda vs Q95 apontam para situações de sobre-exploração de recursos sobretudo no Submédio e Baixo São Francisco, refletindo uma degradação da situação dos recursos hídricos no sentido de jusante. Apesar dos dados e metodologias não serem totalmente coincidentes com o PRH-SF 2004-2013, os resultados apontam para uma degradação da situação em nove das 34 sub-bacias.

O balanço subterrâneo, obtido pela razão entre a vazão de retirada na área de recarga do sistema aquífero e a vazão explorável, apresenta algumas situações de criticidade, principalmente quando analisado por sistema aquífero. Há apenas uma sub-bacia com uma situação preocupante (rio Alto Preto) mas as situações desfavoráveis por sistema aquífero ocorrem na Formação Brejo Santo, Formação Curitiba, Formação Gandarela, Formação Missão Velha, Formação Santa Brígida, Formação Sergi e Grupo Brotas. A bibliografia refere também situações de sobreexploração no aquífero Salitre (região de Irecê na sub-bacia Verde Jacaré) e no aquífero Bambuí cárstico (zona de Verdelândia na sub-bacia Verde Grande).



Fonte: ANA (2013, 2015).

Figura 6. Distribuição da vazão de retirada pelos usos consuntivos



Fonte: NEMUS, 2015a

Figura 7. Balanço hídrico superficial.

4. CENÁRIOS E PROGNÓSTICOS

De acordo com os prognósticos de demanda futura de água simulados, é evidente a elevada pressão que se fará sentir, nos próximos anos, sobre os mananciais do São Francisco.

O Cenário B, construído com base nas tendências observadas na bacia até 2012 em termos de usos agropecuário, industrial, urbano e rural, conduziu a uma demanda de 585 m³/s em 2025, isto é, mais 72% face ao volume estimado, neste cenário, para 2015. A manterem-se estas dinâmicas, ou seja, caso não sejam implementadas medidas de controlo das vazões no horizonte de planeamento, facilmente se chegaria a retiradas próximas dos 740 m³/s em 2035.

Mais uma vez recorrendo ao modelo LabSid-ACQUANET 2013, compararam-se as disponibilidades de água com as estimativas da demanda, para cada cenário, consoante a origem de água (recursos superficiais ou subterrâneos), para identificar o desempenho do sistema na satisfação das várias utilizações da água, assumindo que as demandas de abastecimento urbano e rural têm prioridade sobre as demandas para uso industrial, agropecuária e, finalmente, energia.

A análise dos resultados para os cenários futuros demonstra a dificuldade em satisfazer a totalidade dos usos projetados para a bacia hidrográfica e torna evidente a necessidade de encontrar consensos sobre a partilha dos recursos.

5. PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

A participação social no PRH-SF 2016-2025 foi planeada considerando três objetivos principais: envolver a comunidade técnica e discutir com especialistas e instituições temas especializados, por meio de oficinas setoriais, entrevistas e reuniões diversas; divulgar e discutir o plano com o público em geral; e alcançar uma mobilização geral e a legitimação por parte da população relativamente à aplicação do plano, divulgando o seu conteúdo. Foram realizados, até à data, 16 eventos de consulta pública e 21 oficinas setoriais (setores hidroeletricidade, navegação, pesca, turismo e lazer; indústria e mineração; agricultura; saneamento; e comunidades tradicionais), abrangendo um total de 2069 participantes e de 710 representantes setoriais, respetivamente. Trataram-se 1.126 questionários, analisaram-se 2 495 publicações e realizaram-se perto de 100 entrevistas, reuniões e debates institucionais.

Em breve decorrerão ainda oito eventos públicos, relativos ao “Plano de metas, ações prioritárias e investimentos” e à “Apresentação do plano consolidado”, distribuídos pelas quatro regiões fisiográficas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio São Francisco enfrenta um conjunto de desafios, nomeadamente, em termos de:

- Quantidade de água: existência de várias sub-bacias em que os recursos disponíveis não permitem satisfazer a demanda de água mesmo para os usos prioritários (abastecimento urbano e rural); existência de conflitos de uso; crescentes pressões sobre a demanda e previsível acentuar dos conflitos entre usuários;
- Qualidade da água: incompatibilidades com enquadramento vigente, vulnerabilidade a acidentes de poluição, aumento da salinização no semiárido, pressão gerada por determinadas atividades (com particular destaque para a expansão da agricultura irrigada);
- Degradação ambiental: desmatamento, núcleos de desertificação, fragmentação de habitats, supressão de matas ciliares.

Surge assim a necessidade de encontrar consensos sobre a partilha dos recursos, a refletir nas ações do plano.

Consideram-se fundamentais os seguintes compromissos entre diferentes atores chave na bacia:

- Compromisso de governança, com vista visa à implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos (outorga; cobrança; enquadramento; sistema de informações), à melhoria do conhecimento (como instrumento de apoio à tomada de decisão), e à melhoria da articulação institucional;
- Compromisso de revisão da gestão de reservatórios, com vista à revisão dos conceitos de gestão e agendamento gradual para a implementação de novo modelo de gestão da água;

- Compromisso sobre o sistema multiusos de partilha das águas;
- Compromisso de requalificação da bacia, com vista à implementação de um programa de requalificação da bacia nos próximos 20 anos.

O amplo envolvimento e o entendimento das partes interessadas constituem o ponto de partida essencial para a implementação do plano.

BIBLIOGRAFIA

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (2015). Portal da ADASA. In: <http://www.adasa.df.gov.br> (acedido em fevereiro de 2015).

ANA, Agência Nacional de Águas (2013). Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. In: <http://conjuntura.ana.gov.br> (acedido em 2015).

ANA, Agência Nacional de Águas (2015a). Material em SIGe Microsoft Excel disponibilizado especificamente para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos do rio São Francisco.

ANA, Agência Nacional de Águas (2015b). Material sobre a rede nacional de monitoramento da qualidade das águas superficiais na bacia do rio São Francisco, disponibilizado especificamente para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos do rio São Francisco.

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 (2004). Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2004-2013. Salvador (módulo 1) e Brasília (restantes).

CPRH, Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (2015). Portal da CPRH. In: <http://www.cprh.pe.gov.br> (acedido em fevereiro de 2015).

CPRM (2014). Serviço Geológico do Brasil. Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo. Mapa e Nota técnica. 45 p. Escala 1:5.000.000.

CPRM (2015). Serviço Geológico Do Brasil. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas. In: <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php> (acedido em janeiro de 2015).

HIDROWEB (2015). Sistema de Informações Hidrológicas. Portal do Hidroweb. In: <http://hidroweb.ana.gov.br> (acedido em 2015).

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013). Hidroquímica dos Mananciais Subterrâneos – Região Nordeste.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão Das Águas (2013). Monitoramento das Águas Superficiais em Minas Gerais em 2012.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão Das Águas (2014). Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2013. Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

IGAM, Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2015). Portal do Instituto Mineiro de Gestão das Águas. In: <http://www.igam.mg.gov.br> (acedido em março de 2015).

INEMA, Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Portal do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2015). In: <http://www.inema.ba.gov.br> (acedido em março de 2015).

ITPS, Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (2011). Aspectos Qualitativos das Águas em Sergipe.

NEMUS (2015a). Diagnóstico da dimensão técnica e institucional da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Relatório Parcial 1A. Associação Executiva de Apoio à Gestão das Bacias Hidrográficas Peixe Vivo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

NEMUS (2015b). Diagnóstico dimensão da participação social da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Relatório Parcial 1B. Associação Executiva de Apoio à Gestão das Bacias Hidrográficas Peixe Vivo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

NEMUS (2015c). Diagnóstico consolidado da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Relatório Parcial 2. Associação Executiva de Apoio à Gestão das Bacias Hidrográficas Peixe Vivo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

NEMUS (2016). Cenários de desenvolvimento e prognósticos da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Relatório Parcial 3. Associação Executiva de Apoio à Gestão das Bacias Hidrográficas Peixe Vivo. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.