

<b>Título do capítulo</b>	<b>CAPÍTULO 7 PARA ALÉM DA ABORDAGEM ORIENTADA PELA OFERTA DE ÁGUA</b>
<b>Autor(es)</b>	Cesár Nunes de Castro
<b>DOI</b>	DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.38116/9786556350318cap7">http://dx.doi.org/10.38116/9786556350318cap7</a>

<b>Título do livro</b>	<b>Água, Problemas Complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica</b>
<b>Organizadores(as)</b>	Cesár Nunes de Castro
<b>Volume</b>	1
<b>Série</b>	<b>Água, Problemas Complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica</b>
<b>Cidade</b>	Rio de Janeiro
<b>Editora</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
<b>Ano</b>	2022
<b>Edição</b>	1a
<b>ISBN</b>	9786556350318
<b>DOI</b>	DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.38116/9786556350318">http://dx.doi.org/10.38116/9786556350318</a>

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2022

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesso: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

## PARA ALÉM DA ABORDAGEM ORIENTADA PELA OFERTA DE ÁGUA

### 1 INTRODUÇÃO

Uma das ressalvas recorrentes presentes neste trabalho é a de que segurança hídrica não se obtém apenas com o investimento em obras de infraestrutura hídrica. Conforme exposto no capítulo 4, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) enfatiza sobremaneira a questão da infraestrutura hídrica como solução para esse desafio da segurança hídrica. Por meio do componente executivo do PNSH – o Programa de Segurança Hídrica (PSH) –, a Agência Nacional de Águas (ANA) apresenta um detalhamento das obras previstas a serem executadas no horizonte temporal do PNSH.

Há de se ter alguma parcimônia, contudo, em torno da expectativa de que apenas o investimento em infraestrutura hídrica solucionará a questão cerne do PNSH. Conforme exposto em capítulos anteriores, este trabalho procurou analisar o PNSH à luz da teoria dos problemas complexos. Ao final desta análise, fundamentou-se teoricamente a complexidade de tal plano e, em seguida, demonstraram-se os diferentes desafios relacionados à “solução” de um problema de tal natureza. Coloca-se a palavra solução entre aspas com o intuito de aludir ao que foi exposto no capítulo 3: problemas complexos, de acordo com o arcabouço teórico que embasa este estudo, não possuem soluções únicas.

O PNSH, entretanto, apresenta, em grande medida, uma solução única para a questão. Ao se apresentar o PSH, componente executivo do PNSH, neste capítulo, será mais fácil para o leitor observar como outras iniciativas – ou “soluções” – para o problema da segurança hídrica são omitidas no âmbito do PNSH. Reitere-se que se aceita o papel importante, possivelmente fundamental, da infraestrutura hídrica na ampliação da oferta de água para as diferentes atividades econômicas desenvolvidas e para o atendimento das demandas da população em geral em um dado território.

Ao se observarem os desafios relacionados à promoção da segurança hídrica no território brasileiro, constata-se, entretanto, que investimento em infraestrutura hídrica é condição necessária na consecução de tal objetivo, mas não condição exclusiva. Ao longo deste trabalho, diferentes conjuntos de dados e enfoques analíticos foram utilizados para demonstrar a gravidade do desafio proposto pelo PNSH. Em termos de balanço hídrico, há regiões que historicamente apresentam desequilíbrios frequentes entre a disponibilidade e a demanda hídrica, como o Nordeste, e aquelas que em tempos mais recentes também começam a apresentar desequilíbrios esporádicos nesse quesito, como Sudeste, Centro-Oeste e Sul.

Os cenários para a demanda hídrica (capítulo 5) apresentam tendências evidentes do crescimento dessa demanda em função do aumento da demanda hídrica de cada setor usuário individualmente – irrigação, indústria (gráfico 1 do capítulo 5). Alguns setores usuários, a depender das intenções governamentais e privadas, podem vir a ter crescimento significativo nas próximas décadas (é o caso da irrigação, por exemplo).

Nesse sentido, a suposição de que apenas investimentos em infraestrutura hídrica são suficientes para atingir as metas relativas à segurança hídrica no horizonte temporal do PNSH talvez seja equivocada. Embora haja uma série de diretrizes básicas de gestão a serem adotadas visando à segurança hídrica, há ainda uma ideia tradicional utilizada pelos gestores urbanos de que a segurança hídrica está ligada exclusivamente a grandes projetos de infraestrutura, a fim de atender às grandes e crescentes demandas – as quais se revelam sempre onerosas econômica, política e ambientalmente (Brears, 2014).

O argumento central deste capítulo relaciona-se a essa limitação da abordagem reducionista do PNSH. Argumenta-se que uma abordagem mais holística, que envolva aprimoramento da gestão dos recursos hídricos, incentivos para o uso mais racional da água pelos diferentes setores usuários, entre outras iniciativas, é recomendável para o atingimento de níveis de segurança hídrica mais elevados.

Machado (2018) apresenta um argumento semelhante a esse. Esse autor corrobora a opinião de que o PNSH é reducionista em sua abordagem do problema da segurança hídrica, pois suas proposituras se concentram em obras de infraestrutura como forma de garantir a oferta hídrica (por exemplo, barragens, adutoras e canais). Ademais, o autor, apesar de reconhecer a relevância das intervenções estruturantes propostas pelo PNSH, critica seu enfoque antropocêntrico, em contraponto a um enfoque ecossistêmico.

Apesar de uma das dimensões consideradas pela ANA no cálculo do Índice de Segurança Hídrica (ISH) ser a ecossistêmica, toda a abordagem do PSH, como será visto adiante, desconsidera, em grande medida, essa dimensão – ou, pelo menos, não são apresentadas as consequências dos projetos de infraestrutura previstos de serem conduzidos sobre o ecossistema no qual eles causarão interferências.

Segundo Lach, Rayner e Ingram (2005), tal abordagem é resultado do domínio de uma visão propalada tipicamente por engenheiros e hidrólogos em organizações relacionadas à gestão hídrica. Os autores classificam esse tipo de abordagem como do tipo 1, afirmando que

os especialistas que projetam e implementam abordagens do tipo 1 são hidrólogos e engenheiros que tratam a água como um produto de sistemas hídricos naturais e construídos. O desafio é uma questão de controle físico através da construção de

infraestrutura que irá tratar a água a um nível desejável, armazená-la e distribuí-la para locais e tempos nos quais ela é necessária. A perspectiva da engenharia, que domina organizações do tipo 1, considera a água como um produto que pode ser fabricado de acordo com as necessidades dos consumidores por meio do uso de tecnologia apropriada (Lach, Rayner e Ingram, 2005, p. 5, tradução nossa).<sup>1</sup>

E o que o PNSH propõe, na prática, para aumentar o nível de segurança hídrica nas diferentes regiões brasileiras? Isso será abordado na próxima seção.

## 2 INVENTÁRIO (ESTUDOS, PLANOS, PROJETOS E OBRAS) DO PNSH E DO PSH

A partir do diagnóstico da segurança hídrica permitido pela análise do ISH calculado para 2017 (mapa 4 do capítulo 2) e estimado para 2035 (mapa 3 do capítulo 5), o PNSH apresenta um inventário de estudos, planos, projetos e obras de barragens, sistemas adutores, canais e eixos de integração necessários, de acordo com a ANA, para melhorar o nível de segurança hídrica no Brasil no horizonte temporal do plano (2035).

Esse inventário foi denominado de PSH. Enquanto o PNSH, como plano, apresenta os objetivos gerais do que se pretende fazer, o PSH consiste no instrumento de planejamento daquele e reúne os investimentos estratégicos recomendados pelo PNSH para a redução dos riscos associados à escassez de água e ao controle de cheias.

Na definição apresentada no PNSH (ANA, 2019a, p. 83),

o Programa de Segurança Hídrica é o instrumento de planejamento executivo e dinâmico dos investimentos recomendados pelo PNSH para minimização dos riscos associados à escassez de água e ao controle de cheias, organizado em três componentes.

Os três componentes do PSH são os seguintes (ANA, 2019a, p. 83).

1. Componente estudos e projetos: inclui os investimentos para a elaboração dos projetos (Executivo, Básico e Anteprojeto) das obras recomendadas e dos estudos complementares necessários à confirmação de obras potenciais, contemplando: Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental (EVTEA); Estudos de Alternativas para Aproveitamento de Recursos Hídricos em áreas complexas, como é o caso das regiões metropolitanas, e em áreas de baixo grau de segurança hídrica; e Estudos de Detalhamento de Planos de Desenvolvimento Regional.

2. Componente obras: abrange os investimentos referentes à execução física das obras recomendadas.

---

1. "The kinds of experts who fashion and implement first mode responses are hydrologists and engineers who treat water as the product of natural and built water systems. The challenge is a matter of physical control through the construction of infrastructure that will clean water to the desired quality, and to store, release, and channel water to places and times where and when it is needed. The engineering perspective, which dominates organisations in the first mode, views water as a product that can be manufactured to customers' needs through the application of appropriate technology".

3. Componente institucional: inclui os investimentos estimados para operação e manutenção (O&M) das obras recomendadas, exceto energia elétrica.

Esses três componentes do PSH serão descritos e analisados nas próximas três subseções.

### 2.1 Componente estudos e projetos

No componente estudos, o PSH contemplará estudos para a elaboração de projetos das obras recomendadas; estudos de avaliação de obras potenciais (incluindo os de viabilidade técnico-econômica e ambiental); estudos de alternativas para aproveitamento de recursos hídricos em áreas complexas – regiões metropolitanas (RMs), por exemplo – e/ou de baixo grau de segurança hídrica; e estudos de detalhamento de planos de desenvolvimento regional.

Os estudos e projetos constantes do PSH são apresentados por meio dos seus cronogramas físico-financeiros de 2019 até 2035. Informações resumidas das propostas são apresentadas por fichas-resumo de termos de referência. Entre essas informações, incluem-se a problemática e os objetivos do estudo. Nos quadros 1, 2 e 3, algumas informações dos estudos propostos no lançamento do PNSH (ANA, 2019a) são mostradas. Posteriormente, outros estudos poderão ser propostos pela ANA.

O único estado para o qual não havia um estudo previsto, à época do lançamento do PNSH, era Rondônia. Para todos os outros estados, havia pelo menos um estudo previsto (quadros 1, 2 e 3). Um tipo frequente previsto refere-se às avaliações de aproveitamentos de recursos hídricos para RMs. É o caso das RMs de Maceió, Manaus, Salvador, Fortaleza, Goiânia e para a Região Integrada de Desenvolvimento (Ride) do Distrito Federal (quadro 1); de Cuiabá, Belo Horizonte, João Pessoa, Curitiba, Recife e para a Ride de Teresina (quadro 2); e de Rio de Janeiro, Natal, Porto Alegre, Florianópolis, São Paulo e Aracaju (quadro 3).

Das 27 capitais de estado e do Distrito Federal, 18 estão incluídas no rol de estudos previstos para aproveitamento de recursos hídricos no âmbito do PNSH/PSH. Tal fato não surpreende e é consequência do constante aumento da demanda hídrica em todas essas regiões nas últimas décadas (seção 7 do capítulo 1).

Em 19 de novembro de 2019, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), órgão ao qual a ANA está vinculada, criou, por meio da Portaria nº 2.715, o Núcleo de Segurança Hídrica (NSH). De acordo com informações do *site* do PNSH na internet, o NSH representa um ambiente colaborativo com a finalidade de promover o alinhamento e a integração de ações relacionadas à oferta e à demanda de água. Entre suas atribuições, está a consolidação de base de

informações integrada para favorecer o planejamento e viabilizar o monitoramento das ações relacionadas à segurança hídrica.<sup>2</sup>

O NSH começou a desenvolver suas atividades em janeiro de 2020 e, novamente segundo informações coletadas na internet, entre os produtos desenvolvidos pelo NSH, estão os boletins de monitoramento do PNSH, que apresentam as medidas adotadas e o andamento das intervenções planejadas, considerando suas diferentes tipologias e estágios de implementação – conforme detalhado no Caminho da Segurança Hídrica.

#### QUADRO 1

#### Acre, Alagoas, Amazonas, Amapá, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo e Goiás: estudos propostos pelo PSH

Unidade Federativa (UF)	Estudo	Período	Valor (R\$ milhões)
Acre	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em Unidades Territoriais de Análise (UTAs)	2019	0,8
Acre	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações – Bacia Hidrográfica do Rio Acre	2019	3,8
Alagoas	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Maceió: Alagoas-010 – Sistema Adutor Coqueiro Seco (ampliação) Alagoas-012 – Eixo de Integração das Bacias Messias-Meirim	2019-?	3,0
Alagoas	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações – Bacia Hidrográfica dos Rios Mundaú e Paraíba	2019	1,5
Amazonas	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Manaus	2019	3,0
Amapá	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Bahia	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Salvador: Bahia-005 – Sistema Adutor Joanes I-ETA Bolandeira	2019-?	3,0
Bahia	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Margem Esquerda do Rio São Francisco	2019	1,8
Bahia	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacia Hidrográfica do Rio de Contas	2019	1,8
Bahia	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Pardo e Jequitinhonha	2019	1,8
Bahia	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas Costeiras do Sul da Bahia e do Espírito Santo	2019	1,8
Ceará	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Fortaleza: Ceará-003e – CAC-Ramal Litoral Ceará-006 – Canal do Trabalhador (recuperação e ampliação)	2019-?	3,0

(Continua)

2. Disponível em: <<https://pnsh.ana.gov.br/monitoramento>>. Acesso em: 25 set. 2020.

(Continuação)

Unidade Federativa (UF)	Estudo	Período	Valor (R\$ milhões)
Ceará	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Distrito Federal	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Ride do Distrito Federal	2019-?	4,8
Distrito Federal	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba, Grande e Paranapanema	2019	1,8
Espírito Santo	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas Costeiras do Sul da Bahia e do Espírito Santo	2019	1,8
Goiás	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Goiânia: Goiás-011 – Sistema Adutor de Caldas Goiás-017 – Sistema Adutor de Trindade	2019-?	3,0
Goiás	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Goiás	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba, Grande e Paranapanema	2019	1,8

Fonte: ANA (2019a).

## QUADRO 2

**Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco e Piauí: estudos propostos pelo PSH**

UF	Estudo	Período	Valor (R\$ milhões)
Maranhão	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Maranhão	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Ride de Teresina	2019	1,8
Mato Grosso	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Cuiabá: Mato Grosso-001 - Sistema Adutor Parque Cuiabá (ampliação) Mato Grosso-002 - Sistema Adutor Tijucal (ampliação) Mato Grosso-003 - Sistema Adutor CoopHEMA (ampliação)	2019-?	3,0
Mato Grosso	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Mato Grosso do Sul	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Minas Gerais	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Belo Horizonte: Minas Gerais-044 – Barragem Rio das Velhas	2019-?	4,8
Minas Gerais	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Minas Gerais	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba, Grande e Paranapanema	2019	1,8
Minas Gerais	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande	2019	1,8

(Continua)

(Continuação)

UF	Estudo	Período	Valor (R\$ milhões)
Minas Gerais	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Margem Esquerda do Rio São Francisco	2019	1,8
Minas Gerais	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Pardo e Jequitinhonha	2019	1,8
Pará	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Paraíba	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de João Pessoa: Paraíba-027 – Barragem Cupissura	2019-?	3,0
Paraná	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Curitiba: Paraná-021 – Barragem Faxinal Paraná-022 – Barragem Despique Paraná-023 – Barragem Maurício	2019-?	4,8
Paraná	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Paraná	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba, Grande e Paranapanema	2019	1,8
Pernambuco	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos da RM de Recife: Pernambuco-006 – Sistema Adutor Botafogo (ampliação) Pernambuco-007 – Sistema Adutor Suape (ampliação) Pernambuco-009 – Sistema Adutor Tapacurá (ampliação) Pernambuco-013 – Sistema Adutor Itapirema-Goiana Pernambuco-021 – Sistema Adutor Engenho Pereira Pernambuco-063 – Barragem Engenho Pereira Pernambuco-084 – Sistemas Adutores e Conexões dos Grandes Anéis da RM de Recife	2019-?	3,0
Pernambuco	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações – Bacia Hidrográfica dos Rios Mundaú e Paraíba	2019	1,5
Piauí	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Ride de Teresina	2019	1,8

Fonte: ANA (2019a).

### QUADRO 3

#### Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Roraima, São Paulo, Sergipe e Tocantins: estudos propostos pelo PSH

UF	Estudo	Período	Valor (R\$ milhões)
Rio de Janeiro	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM do Rio de Janeiro: Rio de Janeiro-001 – Eixo de Transposição Rio Paraíba do Sul-Rio Guandu (novo esquema) Rio de Janeiro-004 – Sistema Adutor Tanguá-Maricá Rio de Janeiro-007 – Barragem Rio Preto Rio de Janeiro-010 – Barragem Rio Tanguá	2019-?	4,8
Rio de Janeiro	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8

(Continua)



(Continuação)

UF	Estudo	Período	Valor (R\$ milhões)
Rio Grande do Norte	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Natal: Rio Grande do Norte-005 – Sistema Adutor Maxaranguape	2019-?	3,0
Rio Grande do Sul	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Porto Alegre: Rio Grande do Sul-002 – Eixo de Integração Lagoa do Casamento-Rio Gravataí Rio Grande do Sul-004 – Sistema Adutor de Novo Hamburgo (ampliação) Rio Grande do Sul-006 – Sistema Adutor de Campo Bom (ampliação) Rio Grande do Sul -009 – Sistema Adutor Eldorado do Sul-Guaíba (ampliação) Rio Grande do Sul-032 – Barragem Lagoa do Anastácia	2019-?	4,8
Rio Grande do Sul	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai	2019	1,8
Rio Grande do Sul	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações – Bacias Hidrográficas dos Rios Jacuí e Taquari-Antas	2019	6,2
Roraima	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Santa Catarina	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Florianópolis: Santa Catarina-001 – Sistema Adutor do Litoral Leste Santa Catarina-005 – Sistema Adutor do Rio Biguaçu	2019-?	3,0
Santa Catarina	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
Santa Catarina	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai	2019	1,8
Santa Catarina	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações – Bacias Hidrográficas dos Rios Tubarão e Araranguá	2019	1,5
Santa Catarina	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Alta Vulnerabilidade a Inundações – Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí	2019	2,5
São Paulo	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de São Paulo: São Paulo-002 – Sistema Adutor/Esquema Alto Juquiã São Paulo-003 – Sistema Adutor/Esquema Jurumirim-ETA Cotia São Paulo-005 – Sistema Adutor/Esquema Itatinga-Itapanhaú São Paulo-013 – Sistema Adutor/Esquema Capivari-Monos São Paulo-021 – Sistema Adutor/Esquema Barragem Jundiuvira-Piraí São Paulo-034 – Sistema Adutor Cabreúva-Barueri São Paulo-041 – Barragem Jundiuvira	2019-?	4,8
São Paulo	Estudo de Refinamento do Índice de Segurança Hídrica em UTAs	2019	0,8
São Paulo	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacias Hidrográficas dos Rios Paranaíba, Grande e Paranapanema	2019	1,8
Sergipe	Estudo de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a RM de Aracaju: Sergipe-002 – Sistema Adutor Poxim	2019-?	3,0
Tocantins	Estudo de Alternativas para o Aproveitamento de Recursos Hídricos em Áreas de Baixo Grau de Segurança Hídrica – Bacia Hidrográfica do Rio Formoso	2019	1,8

Fonte: ANA (2019a).

Apesar de a maioria dos estudos no PSH (quadros 1, 2 e 3) ter sido prevista para ser realizada em 2019, até outubro de 2020 (momento de elaboração deste texto), nenhum resultado foi divulgado pela ANA. O primeiro boletim de monitoramento do PNSH foi lançado pelo NSH em 22 de julho de 2020. Nenhuma informação sobre os estudos mencionados nos quadros 1, 2 e 3 é apresentada. Menciona-se, entretanto, a previsão de se criar um painel de segurança hídrica, “portal *web* de monitoramento e transparência sobre a situação de segurança hídrica dos municípios brasileiros e sobre o andamento dos estudos, projetos e obras do Programa de Segurança Hídrica do Plano Nacional de Segurança Hídrica” (ANA, 2020, p. 14).

O primeiro boletim de monitoramento do PNSH (ANA, 2020) divulga apenas informações como o desembolso acumulado até dezembro de 2019 de projetos e obras previstos no PSH e o percentual de execução de projetos e obras até dezembro de 2019. Sobre os estudos, entretanto, nenhuma informação é divulgada com relação a métodos empregados, dados utilizados para análise, resultados e conclusões.

Possivelmente, a pandemia da covid-19, com seus significativos impactos em todo o Brasil (e no mundo), provocou adiamentos, ou atrasos nos cronogramas, dos estudos previstos – apesar de que, conforme dito anteriormente, muitos estudos estavam previstos para 2019. De todo modo, a ampla divulgação dos resultados desses estudos nos comitês de bacia, conselhos de recursos hídricos, na Academia e entre a sociedade em geral é fundamental para se garantir o direito de participação dos interessados na definição dos rumos que a PNSH deverá tomar. Foi demonstrado no capítulo anterior que houve pouco diálogo com a sociedade na fase de elaboração do PNSH e do PSH. Esse estado de coisas pode ser modificado na longa fase de execução do plano e de seu programa.

A maior parte dos recursos alocados no PSH é referente às obras previstas – R\$ 26,9 bilhões (ANA, 2020). De acordo com ANA (2020, p. 18),

a existência de estudos que comprovem a efetividade das soluções frente aos problemas de segurança hídrica identificados é requisito para que obras potenciais possam vir a ser confirmadas no PSH. As intervenções plenamente habilitadas no PNSH estão em fase adiantada de planejamento, requerendo apenas detalhamentos, em termos de projeto de engenharia ou a finalização das obras em andamento.

Desse modo, caso se deseje permitir a efetiva participação social nos rumos do PNSH (premissa da Política Nacional de Recursos Hídricos), é fundamental que a ANA divulgue esses estudos para que os interessados possam compreender e, eventualmente, propor (nos fóruns apropriados) ajustes nas obras pretendidas. Convém recordar uma das características dos problemas complexos abordados no capítulo 4: não é possível aprender por tentativa e erro na

solução de um problema complexo. Toda solução é do tipo “ou tudo, ou nada” (subseção 3.5 do capítulo 4).

Após o gasto de centenas de milhões, ou até mesmo bilhões, de reais na execução de uma obra, não é mais possível realizar mudanças significativas de rumo no seu projeto. Nesse sentido, cada obra prevista no PSH – são quase cem obras previstas – são soluções do tipo “ou tudo, ou nada”. Eventuais ajustes em cada uma delas geralmente são de custo muito elevado (a exemplo do histórico da transposição do rio São Francisco)<sup>3</sup> e, em alguns casos, inviáveis, do ponto de vista técnico.

## 2.2 Componente obras

O segundo componente do PSH é representado pelo conjunto de obras previstas sob a égide do programa. Diversas fontes de informação foram utilizadas para se elaborar esse inventário: acervo técnico da ANA e do MDR; fontes de diversos órgãos estaduais e federais envolvidos com a temática de recursos hídricos e/ou infraestrutura hídrica; consultas a sítios da internet; e entrevistas com especialistas (ANA, 2019a). As fontes de informação escolhidas constituem indício adicional da orientação centralizadora dos formuladores do PNSH. Mais uma vez, não foram previstas consultas aos comitês de bacia, às agências de águas de bacias hidrográficas, aos consórcios intermunicipais de recursos hídricos, a associações de usuários de água e a qualquer outro tipo de instituição da sociedade civil com algum envolvimento/interesse no gerenciamento dos recursos hídricos.

Esse inventário foi, por sua vez, analisado para a seleção de um conjunto de intervenções (obras) a serem incluídas no PSH. O método de análise do inventário empregado pela ANA foi denominado análise integrada, incluindo uma análise qualitativa, quantitativa e complementar dos estudos, planos, projetos e obras<sup>4</sup> do inventário. A partir dessa análise integrada, as obras propostas foram classificadas de acordo com a seguinte tipologia (ANA, 2019a, p. 29).

Intervenção habilitada ao PSH (problema com solução definida): intervenção aderente ao problema identificado, não havendo dúvidas sobre ela ou restando somente pendências de menor relevância, podendo ela integrar o Programa de Segurança Hídrica (PSH) como obra recomendada.

Intervenção habilitada ao PSH, com estudo complementar (problema com indicativo de solução): intervenção sobre a qual existem dúvidas sobre sua adequabilidade em função da falta de estudo sobre alternativas e/ou por não haver, no momento, os elementos necessários para uma tomada de decisão. Passível de inclusão no PSH a depender, porém, de estudos adicionais.

3. No início da execução da obra, em 2006, o custo previsto era inferior a R\$ 5 bilhões – previsão do Tribunal de Contas da União (TCU) de 2019. Menciona-se previsão de custo superior a R\$ 25 bilhões, sem incluir os sucessivos aditivos que constantemente são feitos ao projeto há mais de uma década. Disponível em: <<https://bit.ly/3LXOr8Q>>.

4. Do total de 624 estudos, planos, projetos e obras identificados na fase de inventário, 255 foram analisados.

Intervenção não identificada (problema sem indicativo de solução): áreas com problema de segurança hídrica para as quais não existem propostas de solução. Estudos são exigidos para identificação das intervenções necessárias para futura análise e habilitação ao PSH.

Intervenção sem demanda efetiva (solução para indução de desenvolvimento): intervenções cujas demandas não são efetivas, mas estimadas em função de planos de desenvolvimento regional. Requerem uma análise da factibilidade das demandas associadas a essas intervenções para eventual inclusão no PSH.

Intervenção incompatível com o problema (“solução” sem problema identificado): intervenção que não gera benefício ou que se localiza em região sem problema de segurança hídrica, de acordo com o ISH.

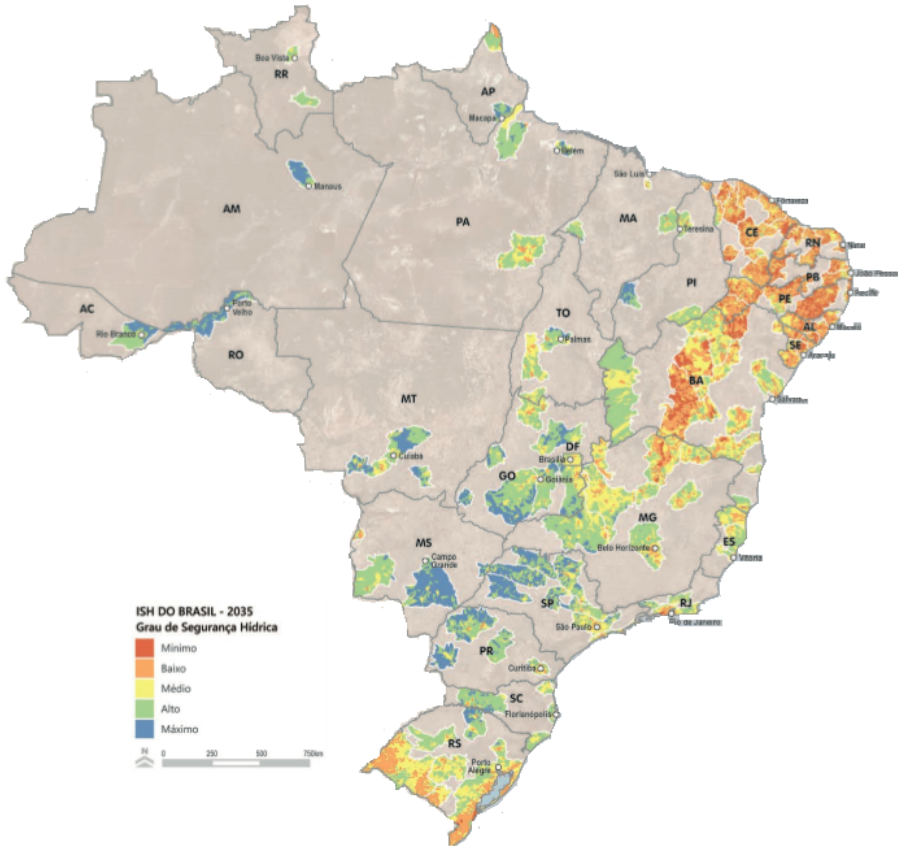
Os estudos, planos, projetos e obras selecionados foram incorporados ao PSH, o qual inclui investimentos para a realização de três componentes: estudos; obras e operação; e manutenção da infraestrutura construída. O cronograma do PSH é apresentado em um planejamento executivo para sua implementação até 2035 (ANA, 2019a).

O investimento total previsto no PSH é igual a R\$ 27,4 bilhões até 2035 – deste montante, R\$ 26,9 bilhões são relacionados ao componente obras (valores de referência de julho de 2018). Esse montante é distribuído entre 99 obras para abastecimento de água, a maior parte destinada à região Nordeste (mapa 1), com destaque ao Semiárido (R\$ 15,7 bilhões, correspondendo a 58% do total), seguindo-se os recursos definidos para as regiões Sudeste (R\$ 8,7 bilhões, representando 32%), Sul (R\$ 1,2 bilhão, correspondente a 5%), Centro-Oeste (R\$ 0,9 bilhão, correspondente a 3%) e Norte (R\$ 0,6 bilhão, equivalente a 2% do total) (ANA, 2019a).

Observa-se, no mapa 1, os territórios onde serão realizadas obras do PSH. A extensão territorial na região Nordeste é significativa e parte dela nitidamente é representada pelo território abrangido pelo projeto de transposição do São Francisco. Outros territórios extensos localizam-se no oeste da Bahia, no oeste de Minas Gerais, no centro-sul de Goiás e no sul/sudoeste do Rio Grande do Sul. Descrição adicional sobre as 99 obras previstas no PSH pode ser encontrada agrupada por UF no PNSH (ANA, 2019a). No plano, são disponibilizadas informações como nome da obra/intervenção, investimento previsto, cronograma (de curto prazo – 2019 a 2023 – e de médio e longo prazo – 2024 a 2035), entre outros detalhes.

## MAPA1

## Unidades territoriais das intervenções previstas no PSH



Fonte: ANA (2019a).

Adicionalmente, nove intervenções<sup>5</sup> inventariadas correspondem a projetos para a indução do desenvolvimento regional, os quais requerem um estudo de detalhamento de planos de desenvolvimento regional que promova uma atualização e uma análise integrada da factibilidade das demandas associadas a todas essas intervenções. A validação das demandas efetivas, no seu conjunto, possibilitará uma nova análise no âmbito do PNSH (ANA, 2019a).

5. São elas: canal do sertão pernambucano; canal do Xingó; canal do sertão baiano/eixo sul; canal de integração do sertão piauiense/eixo oeste; canal do sertão alagoano (trechos VI, VII e VIII); ramal Entremontes; cinturão das águas do Ceará (trechos II, III e ramais); canal Acauã-Araçagi/Vertentes Litorâneas (trecho 3); e transposição da bacia do rio Tocantins para a bacia do rio São Francisco.

A maioria dessas nove intervenções destinadas a promover o desenvolvimento regional<sup>6</sup> localiza-se na bacia hidrográfica do rio São Francisco. A própria ANA reconhece que esses projetos devem ser avaliados com muito cuidado, pois boa parte dessa bacia hidrográfica apresenta níveis de segurança hídrica no grau mínimo ou baixo, e a construção de canais e adutoras que retirem uma vazão ainda maior do São Francisco e dos seus afluentes para abastecimento de polos de agricultura irrigada pode gerar indesejáveis consequências ambientais e maior dificuldade para abastecimento humano – especialmente em períodos de estiagens na bacia, como o ocorrido entre 2012 e 2018 (ANA, 2019a, p. 54).

Não há indícios de que o processo de seleção das intervenções a serem incluídas no PSH envolveu quaisquer *stakeholders* que não fossem a própria ANA, o MDR e outras instituições públicas, principalmente do governo federal, envolvidas com a questão hídrica. Nenhum tipo de metodologia participativa é mencionado no PNSH e, portanto, subentende-se que a consulta a outros atores que não os do governo federal não foi realizada (evidências dessa abordagem foram apresentadas no capítulo 6).

Segundo ANA (2019a, p. 100),

para algumas intervenções ou problemas de segurança hídrica identificados, restam lacunas de conhecimento para que se comprove a efetividade das soluções frente aos pressupostos do PNSH. Para estes casos, foram recomendados estudos de diversas naturezas, desde o detalhamento de planos de desenvolvimento regional até estudos de viabilidade. Esses estudos complementares são os requisitos para que obras potenciais possam vir a ser confirmadas. Por outro lado, as intervenções plenamente habilitadas no PNSH encontram-se em fase mais adiantada do planejamento, requerendo um detalhamento em termos de projeto de engenharia ou a finalização de obra em andamento.

Ou seja, mesmo nos casos em que, na visão da própria agência de águas, “restam lacunas de conhecimento para que se comprove a efetividade das soluções”, não há previsão de consulta e diálogo com os usuários de água e com a população interessada. Nesses casos, a ANA prevê a realização de estudos complementares para a confirmação da viabilidade de obras incluídas no rol de potenciais soluções. E para aquelas potenciais “soluções” que não estão no rol da agência? Como elas serão avaliadas e eventualmente incluídas no PNSH?

Por mais que teoricamente a ANA tenha autonomia legal para cumprir sua missão institucional para com a sociedade e, pelo menos na teoria, tenha uma certa independência do Poder Executivo, dificilmente suas ações não serão influenciadas por condicionantes políticas do momento. Em anos recentes, a ANA

---

6. Nesses casos, indução de desenvolvimento regional é praticamente sinônimo de desenvolvimento da agricultura irrigada.

passou a ser vinculada ao MDR, ao invés do Ministério do Meio Ambiente (MMA), ao qual fora vinculada até 2018.

O MMA tem por missão institucional promover a proteção ao meio ambiente; o MDR, por sua vez, tem por missão um objetivo frequentemente conflitante com a preservação do meio ambiente: a promoção do desenvolvimento econômico regional. A inclusão de intervenções relacionadas ao desenvolvimento regional, notadamente na bacia do rio São Francisco, teria alguma influência do MDR, órgão responsável pela supervisão do projeto de transposição do São Francisco?

Evidencia-se essa relação estreita com o MDR, denotando independência reduzida da ANA, em partes de texto do PNSH. Por exemplo, ao se abordar a questão do arranjo institucional do PNSH, lê-se:

do ponto de vista do arranjo institucional, a reunião no Ministério do Desenvolvimento Regional das políticas nacionais de segurança hídrica, recursos hídricos, desenvolvimento regional, saneamento e irrigação, além da vinculação da ANA, proporciona as condições e o ambiente para uma ação eficaz do poder público na implementação das intervenções recomendadas nos componentes do Programa de Segurança Hídrica, voltadas à ampliação da oferta de água ou prevenção dos efeitos de eventos hidrológicos críticos, em articulação com os demais entes da Federação (ANA, 2019a, p. 206).

A importância concedida no PNSH à questão da agricultura irrigada, inclusive o papel de desenvolvimento regional dessa modalidade agrícola, mesmo em regiões onde há severas restrições à adoção dessa modalidade de agricultura (por exemplo, o Nordeste Semiárido), constitui outra evidência de uma possível influência do MDR – responsável pela implementação da Política Nacional de Irrigação de 2013 – na delimitação do escopo do PNSH/PSH.

Convém lembrar, conforme demonstrado do ponto de vista histórico no capítulo 1, que a água no Brasil tem múltiplas funções, inclusive a de geração de energia elétrica. Na falta de participação social na definição dos desígnios do PNSH (e de quaisquer outras iniciativas da ANA), quem tem maior capacidade de influenciar as decisões da agência de águas (por pressão e influência direta sobre seus dirigentes ou indireta, por meio de representantes políticos): representantes do setor energético? Representantes do agronegócio (irrigantes)? Representantes da indústria? Representantes de pequenas comunidades ribeirinhas em áreas isoladas?

Comunidades de pequenos agricultores, associações de ribeirinhos, associações de quilombolas, entre outras associações e instituições representantes de grupos e comunidades de pessoas de baixa renda, frequentemente enviam membros para participar de reuniões e assembleias de fóruns de água participativos, como os comitês. Quantas dessas comunidades e associações têm acesso a técnicos e dirigentes da ANA em Brasília, onde planos e programas como o PNSH e o PSH são elaborados?

A participação social, em última análise, constitui um mecanismo de transparência e publicidade dos negócios públicos conduzidos pela ANA. Foram previstos R\$ 26,9 bilhões para serem investidos em obras recomendadas pelo PNSH. Esse montante possivelmente aumentará no horizonte temporal de vigência do plano (2035). Em função da busca por soluções compactuadas pelos interessados, em razão da transparência da gestão pública, a participação social deve ser um princípio doravante considerado pela ANA na condução do PSH e do PNSH.

### 2.3 Componente institucional

Este terceiro e último componente do PSH é o mais sucinto em termos de descrição no documento de lançamento do PNSH – apenas uma página é dedicada a esse assunto (ANA, 2019a). Em resumo, por componente institucional, a ANA entende que deve se tratar da questão de custos relacionados à O&M da infraestrutura construída sob a égide do PNSH/PSH e do arranjo institucional relacionado a essa O&M.

Com relação ao custo de O&M da infraestrutura, a ANA o estima em R\$ 1,2 bilhão por ano – desse valor, R\$ 234 milhões são destinados à O&M dos eixos leste e norte da transposição do São Francisco. A ANA apresenta a seguinte consideração com relação a essa estimativa.

Embora os custos operacionais apresentem comportamento evolutivo crescente, principalmente no que se refere à manutenção e reparos, o PSH adotou o valor médio anual de 2% em relação ao custo de implantação, mesmo sabendo-se que os valores de manutenção em geral são menores no início e crescem ao longo da vida útil do empreendimento em função de desgastes de materiais e de equipamentos, da necessidade de reposição de peças e outros fatores. Esse valor de referência foi adotado para todas as obras de canais, eixos de integração e barragens do PSH. No caso de sistemas adutores, adotou-se o valor de 3,5% em relação ao total do custo de implantação (ANA, 2019a, p. 98).

Por meio dessa consideração da agência, tem-se a impressão de que, nesse custo de O&M da infraestrutura, a ANA incluiu o custo total da transposição do rio São Francisco,<sup>7</sup> apesar de a construção das obras da transposição ter sido iniciada mais de dez anos antes da publicação do PNSH/PSH. O custo das obras (ou intervenções, no jargão da ANA) incluídas no PSH é de R\$ 26,9 bilhões. Mesmo utilizando o percentual de referência mais elevado de O&M mencionado na citação anterior (3,5%), o resultado obtido é igual a R\$ 941,5 milhões.

---

7. O nome oficial é Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional.



Com relação ao arranjo institucional responsável pela O&M das obras do PSH, a ANA apresenta apenas algumas considerações referentes a modelos de arranjos utilizados por outros governos:

- estaduais – caso do Ceará com relação ao arranjo institucional de O&M do serviço de abastecimento de água;
- órgãos federais da administração direta – caso do arranjo de O&M da transposição do São Francisco definido pelo MDR; e
- instituições federais da administração indireta – O&M de barragens pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS).

Ao final das considerações sobre o componente institucional do PSH, cita-se que, como alternativa para a O&M das obras desse programa,

a ANA tem buscado parcerias com entidades estaduais e locais para implementar uma gestão e operação descentralizada e sustentável dessas estruturas. Tendo como base novos mecanismos institucionais e econômicos, que podem incluir a utilização de consórcios empresariais ou associações civis sem fins lucrativos na operação e manutenção, esses novos arranjos poderiam ser adotados para as intervenções recomendadas no PSH (ANA, 2019a, p. 99).

### 3 DESAFIOS AO PNSH/PSH

Por fim, são apresentadas algumas estimativas sobre os benefícios dos investimentos realizados no âmbito do PSH e uma avaliação de desafios para a implementação do PNSH. Com relação aos benefícios, são avaliados especificamente os impactos das intervenções na redução, por estado, dos riscos hídricos identificados no diagnóstico da segurança hídrica e o benefício econômico dos investimentos. Em nenhum dos dois casos são fornecidas informações sobre a metodologia utilizada para o cálculo das estimativas.

Com relação aos benefícios econômicos, a ANA estima que, considerando-se apenas as intervenções com obras recomendadas, cada real (R\$ 1,00) investido para aumento na segurança hídrica gera aproximadamente R\$ 21,00 (R\$ 20,78) em benefícios. A demanda de R\$ 21,9 bilhões (custos) nas intervenções, em valor presente líquido (VPL), proporciona benefícios da ordem de R\$ 454,6 bilhões, também em VPL. É difícil fazer qualquer consideração sobre tais estimativas sem a posse de informações metodológicas mínimas sobre como a ANA chegou a esses valores.

Quanto aos desafios, uma série de considerações sintéticas são apresentadas ao final do PNSH e incluem o seguinte (ANA, 2019a).

- 1) O contexto de crescimento das demandas hídricas (maior urbanização do Brasil, crescimento populacional, expansão econômica), em conjunto com os efeitos das mudanças climáticas, pressiona ainda mais os recursos hídricos nacionais e exige um gerenciamento adequado para que não falte água no presente e no futuro.
- 2) O PNSH e o novo Plano Nacional de Recursos Hídricos devem ser compatibilizados. ANA (2019b) considera o PSH como componente de obras estratégicas do futuro PNRH.
- 3) Deve-se considerar a relação do PNSH com a política energética do Brasil, em função do caráter essencial dos reservatórios na matriz elétrica brasileira (a energia gerada por hidrelétricas corresponde a 64,5% do total). Como o foco do PNSH foi a segurança hídrica para atendimento dos usos consuntivos (abastecimento humano e atividades produtivas), é importante avaliar os reservatórios do setor elétrico sob uma abordagem que integre os aspectos de segurança hídrica e segurança energética.
- 4) Deve-se cuidar da institucionalidade da cooperação transfronteiriça dos recursos hídricos, o que, no caso brasileiro, consiste no compartilhamento de uma mesma fonte hídrica por diferentes estados e/ou municípios. De acordo com ANA (2019a, p. 108) “a viabilização de alternativas compartilhadas requer, em geral, ações coordenadas de maior complexidade técnica, institucional, econômica e ambiental. Há um papel estratégico do poder público, portanto, na organização dessas ações e na análise integrada dos efeitos e benefícios das intervenções”.
- 5) Deve-se ter especial atenção com as bacias hidrográficas em que existam conflitos pelo uso da água. Por meio de uma abordagem integrada, é responsabilidade do poder público trabalhar em prol da redução desses conflitos.
- 6) É preciso compatibilizar o PNSH, o qual estabelece as principais intervenções estruturantes para a promoção da segurança hídrica no país, com eventuais planos estaduais de segurança hídrica, que, de forma complementar ao PNSH, poderiam ter foco nas questões de interesse local e estadual e ser parte integrante dos planos estaduais de recursos hídricos.
- 7) É fundamental o envolvimento dos atores governamentais dos poderes Executivo e Legislativo na garantia da disponibilidade orçamentária para a execução das intervenções do PSH.

- 8) Necessidade de criação de um mecanismo de monitoramento sistemático da implementação do PNSH/PSH.<sup>8</sup>

Apesar de apresentar essa lista de desafios, o PNSH não faz nenhuma consideração adicional sobre eles, além do que está exposto nos itens anteriores. Nesse sentido, tal omissão limita consideravelmente o escopo de abrangência do plano, visto que há muitos aspectos relacionados a uma maior efetividade do plano que requerem análises e definições adicionais para sua implementação.

Não há nenhuma análise sobre medidas de gestão dos recursos hídricos que podem impactar a segurança hídrica nacional, não obstante o reconhecimento pela ANA de que o crescimento da demanda, aliado ao fenômeno das mudanças climáticas, exige um “gerenciamento adequado”, não sendo explicitado o que se entende por gerenciamento adequado diante do desafio em questão.

Sobre isso, o PNSH não esclarece muito mais do que aquilo que se lê (ANA, 2019a, p. 105).

Nesse contexto de crescimento das demandas hídricas, associado à incidência dos efeitos das mudanças climáticas, é preciso contar com a oferta de água planejada racionalmente, para o momento atual e para o futuro, mediante a implantação de infraestrutura robusta, viabilizada financeiramente e mantida e operada adequadamente, além de estabelecer medidas para o uso consciente da água.

Quais são as medidas para uso consciente da água propugnadas pelo PNSH? Alguns outros desafios são mencionados no PNSH, como a relação entre o PNSH e a Política Nacional de Saneamento Básico e a importância estratégica da adoção de uma base técnica de demanda de uso da água comum entre os diferentes entes governamentais (federal, estaduais e municipais) e suas instituições.

Devido ao aspecto sintético de toda a seção *Desafios* do PNSH (ANA, 2019a), considera-se que atualizações ao plano são necessárias para se esclarecer qual é, na visão da ANA, o *modus operandi* com relação aos desafios identificados e, eventualmente, com relação aos ainda não identificados pela agência. Na ausência de tais omissões, algumas limitações ao plano existem e são analisadas na sequência.

Sobre atualizações futuras do PNSH, apesar de o termo de referência com orientações sobre sua elaboração, publicado por ANA (2013), ter incluído a previsão de que o plano deveria ser revisto a cada quatro anos após o seu lançamento, a versão final (ANA, 2019a) não inclui nenhuma menção quanto a isso (previsão cronológica de atualização).

---

8. Segundo ANA (2019a, p. 111), “esse mecanismo deve garantir um fluxo permanente de intercâmbio entre as várias instâncias e setores envolvidos nas ações e infraestruturas previstas no plano, nas esferas da União e das Unidades da Federação, para o seu devido acompanhamento, avaliação e realização das atualizações que se fizerem necessárias no caminho da segurança hídrica no Brasil”.

#### 4 LIMITAÇÕES DO PNSH

A elaboração de um programa como o PNSH, com sua abrangência territorial e com elevado grau de complexidade, não é algo trivial. A ANA tem méritos em elaborar tal iniciativa e introduzir no âmbito da sua atuação uma nova abordagem para a forma como se deve lidar com a questão hídrica e o abastecimento adequado para os múltiplos usos da água.

Ao longo deste trabalho, além de se esmiuçar analiticamente o plano, demonstrou-se a sua natureza complexa em função da complexidade do seu objeto central, a segurança hídrica. Diante dessa característica, é de se esperar que o PNSH em sua primeira versão não abranja todas as muitas facetas relacionadas à lide com a segurança hídrica. Isso não significa que o plano seja inadequado, significa apenas que ele pode ser, eventualmente, aprimorado a partir de aditivos ou novas versões, ou mesmo complementado por outros planos e programas da ANA e do governo federal.

Uma crítica apresentada inúmeras vezes ao longo deste trabalho diz respeito à questão da forma, e não do conteúdo, como o plano foi elaborado, de modo centralizado na ANA – e possivelmente com a participação de algumas outras poucas instituições do Poder Executivo federal, como o MDR. Se esse fato não resulta, *a priori*, em baixa qualidade técnica e/ou não se fundamenta em dados, análises e elementos teóricos robustos, resulta, entretanto, no seguinte: i) que o plano não tenha a legitimidade social preconizada por normativos legais com respaldo jurídico, como a Lei nº 9.433; e ii) que as soluções apresentadas no plano tenham sido escolhidas entre um conjunto menor de soluções possíveis, em vez de um conjunto muito maior de possibilidades (inclusive com relação às obras de infraestrutura hídrica incluídas no PSH), caso mais *stakeholders* tivessem participado da efetiva elaboração do plano.

De todo modo, essa questão formal foi discutida anteriormente neste trabalho. Com relação ao conteúdo, foi demonstrado anteriormente que o elemento programático central do PNSH é representado pelo seu programa de investimentos em infraestrutura hídrica, o PSH. Muitas questões inerentes à garantia de maiores níveis de segurança hídrica em todo o território brasileiro, que não diretamente relacionadas à construção de novas infraestruturas, constituem omissões do PNSH ou foram consideradas de modo muito superficial. Algumas delas serão analisadas a seguir.

##### 4.1 Gerenciamento

O gerenciamento adequado dos recursos hídricos torna-se cada vez mais necessário e sensível à medida que a água e suas fontes tornam-se cada vez mais escassas e disputadas. Muitas regiões do Brasil, conforme demonstrado em

capítulos anteriores, apresentam desbalanceamento entre a oferta e a demanda hídrica cada vez mais intenso e frequente.

Nessa realidade, o gerenciamento precisa ser bem-feito para gradativamente se aumentar a eficiência do uso da água pelos diferentes setores usuários, promover um uso justo e equitativo entre esses mesmos setores e, ao mesmo tempo, preservar as fontes de recursos hídricos e os ecossistemas nos quais elas estão inseridas, mantendo, assim, a possibilidade de uso sustentável para as futuras gerações.

No PNSH, não se nega essa importância do gerenciamento para a consecução desses objetivos. Apesar disso, entretanto, a questão praticamente não é abordada ao longo do plano, a não ser em menções breves e sem alguma conotação programática. Isso é facilmente demonstrável pelo exíguo número de momentos em que palavras relacionadas à gestão hídrica aparecem ao longo do plano.

Incluindo capa, páginas iniciais (nomes de autoridades, equipe técnica envolvida na elaboração do plano, índice...) e finais, a versão do PNSH publicada em abril de 2019 possui 116 páginas. Nessas, a palavra gerenciamento não aparece nenhuma vez. A palavra gestão aparece dezoito vezes: duas como parte do nome de cargos de membros da ANA, uma no nome da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (Cogerh), quatro com referência à gestão de riscos e as demais onze vezes com relação a múltiplos tipos de gestão – gestão dos recursos hídricos, gestão do solo e da água, gestão da água, gestão da demanda, gestão da oferta.

Entre as dezoito ocorrências da palavra gestão, ela aparece em um mesmo parágrafo, bem no início do PNSH, duas vezes, no seu primeiro capítulo (*Síntese do Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH*).

Para reverter um quadro de insegurança hídrica, é possível atuar de modo tradicional mediante a implantação de infraestrutura hídrica e o aperfeiçoamento da *gestão* de recursos hídricos (planejamento, controle do uso da água, monitoramento, operação e manutenção de sistemas hídricos etc.). Adicionalmente, é importante incorporar medidas para *gestão* de riscos, em detrimento da resposta a crises, o que envolve um conhecimento aprofundado da vulnerabilidade e da exposição do ambiente diante de algum evento, visando à proposição de ações dirigidas ao aumento da resiliência da área envolvida (ANA, 2019a, p. 13, grifo nosso).

Após esse reconhecimento sobre o aperfeiçoamento da gestão como forma de reverter um quadro de segurança hídrica, o plano omite considerações sobre como se aperfeiçoar a gestão. Uma nova abordagem de gerenciamento hídrico vem sendo debatida pela comunidade acadêmica no Brasil e alhures há mais de vinte anos: a gestão integrada de recursos hídricos, a qual gradativamente conquista espaço como uma proposta mais moderna e holística de gestão hídrica.

A Associação Mundial para a Água (Global Water Partnership – GWP) define a gestão integrada de recursos hídricos como um “processo que promove o desenvolvimento e a gestão coordenados de água, terra e recursos relacionados, de modo a maximizar o bem-estar econômico e social de forma equitativa, sem comprometer a sustentabilidade de ecossistemas vitais e do meio ambiente” (tradução nossa).<sup>9</sup> Tal conceito propõe que o gerenciamento de recursos hídricos seja realizado de maneira coordenada com a gestão de outros recursos naturais – por exemplo, a terra.

O PNSH não incorpora o conceito da gestão integrada de recursos hídricos em sua proposta teórico-metodológica. A oportunidade de se construírem elos com outros planos e programas governamentais, especialmente aqueles do próprio governo federal relacionados à gestão da terra e dos recursos naturais, seria estimulada com a adoção do conceito de gestão integrada como um elemento central ao PNSH. Ao final do plano, menciona-se apenas a necessidade de se compatibilizar o PNSH com a nova Política Nacional de Recursos Hídricos, quando esta estiver pronta. A gestão do uso do solo, por exemplo, é mencionada apenas uma vez, quando da análise sobre a questão do controle de cheias.

Essa falta de sintonia entre diferentes planos e programas de governo não é exclusividade do PNSH – ao contrário, representa uma característica comum da atuação governamental de várias instituições e entes governamentais. Todavia, especialmente em tempos de restrições fiscais severas, a coordenação entre diferentes iniciativas governamentais com sobreposição parcial (em alguns casos, quase total) de objetivos tem o potencial de auferir benefícios particularmente significativos por meio de uma maior eficiência alocativa de recursos financeiros escassos.

Exemplos dessa falta de integração entre planos e programas correlacionados são facilmente demonstrados no caso do PNSH. Programas do governo federal com significativa relação com o objetivo pretendido pelo PNSH, como o Água para Todos e o Programa Produtor de Água (este da própria ANA), não são mencionados. Contrariamente, um programa em específico, o da transposição do São Francisco, constitui elemento importante do PNSH.

O gerenciamento de recursos hídricos envolve o emprego de diversos tipos de instrumentos utilizados de modos e em tempos distintos de acordo com a avaliação de balanço hídrico, condicionantes socioeconômicas, entre outros fatores, realizada pelas instituições gestoras. A GWP relaciona alguns desses instrumentos (figura 1), entre eles instrumentos econômicos, eficiência do uso da água etc.

---

9. “Integrated water resources management (IWRM) is a process which promotes the coordinated development and management of water, land and related resources in order to maximise economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems and the environment”. Disponível em: <<https://bit.ly/3lmW46x>>. Acesso em: 1 out. 2020.

Alguns desses instrumentos de gerenciamento são amplamente empregados no PNSH, a exemplo da avaliação de disponibilidade hídrica, diagnóstico e elementos de modelagem (como no caso da elaboração do ISH) e tomada de decisão. Diversos outros desses instrumentos, entretanto, não são considerados, como a questão da eficiência do uso da água, a comunicação com os usuários de água, o planejamento para a gestão integrada de recursos hídricos, entre outros. Considerações sobre essas omissões serão abordadas nas próximas subseções.

FIGURA 1  
Instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos



Fonte: GWP. Disponível em: <<https://bit.ly/3hk7gEU>>. Acesso em: 15 abr. 2020

#### 4.2 Consumo racional (redução de perdas, uso eficiente)

Uma questão pouco comentada no PNSH envolve o consumo racional da água pelos múltiplos setores usuários. Sobre isso, Cirilo (2015, p. 47) apresenta o seguinte comentário.

Nos últimos 100 anos, a população mundial triplicou, e o consumo de água aumentou seis vezes. Em 2015 passamos de 7,3 bilhões de seres humanos; em 2050 seremos 9 bilhões. Em muitas regiões do mundo o consumo *per capita* de água chega até a 1.000 litros por dia. Os padrões de abundância obtidos com o desenvolvimento urbano em geral levaram a aumento do consumo de água. Pode esse padrão de consumo ser mantido no futuro?

Apesar de possuir uma das maiores reservas de água doce do mundo, a distribuição desse recurso no Brasil, conforme observado em capítulos anteriores, é desigual regionalmente e no tempo. Nesse contexto, o caminho do PNSH para aumentar a segurança hídrica da população brasileira, pautado pelo investimento em infraestrutura hídrica para permitir uma maior oferta hídrica, é o mais indicado? Outras medidas são necessárias? No PNSH, as expressões “eficiência de uso”, “uso eficiente” e “consumo racional”, relacionadas à racionalização e a um uso mais eficiente dos recursos hídricos, não são utilizadas nenhuma vez.

Deve-se ressaltar que outras políticas públicas e planos do governo federal com relação ao uso da água também conferem significativa ênfase para o componente do aumento da oferta hídrica para determinadas atividades e pouco consideram a questão da promoção de um uso mais eficiente da água. Esse é o caso, por exemplo, da Política Nacional de Irrigação de 2013, instituída pela Lei nº 12.787, de janeiro de 2013 (Brasil, 2013).

Existem algumas evidências de que abordagens baseadas quase que exclusivamente no aumento da oferta são limitadas em função de restrições espaciais e/ou temporais da disponibilidade hídrica. Observe-se o gráfico 1 do capítulo 5, com a evolução das retiradas de água no Brasil (por setor usuário) entre 1931 e 2030 (projetado). De uma retirada total inferior a 500 m<sup>3</sup>/s no final da década de 1940, em 2020 essa retirada é superior a 2.000 m<sup>3</sup>/s – para 2030, estima-se que será superior a 2.500 m<sup>3</sup>/s.

Acreditar que a ampliação da infraestrutura para permitir um aumento da oferta seja a panaceia para a questão hídrica, diante de um aumento significativo e constante da demanda, talvez seja imprudente. Espera-se que gradativamente ocorrerão mais e mais situações em que o aumento da oferta será inviabilizado perante a inexistência de disponibilidade hídrica para tal. Há de se preparar para esse cenário. Nesse aspecto, o PNSH é, no geral, omissivo. Futuras iterações do plano podem corrigir essas lacunas.

No caso da agricultura irrigada, há décadas sucessivos governos criam planos para estimular sua ampliação no Brasil (capítulo 1), especialmente na região semiárida do Nordeste. Em anos recentes, tal intento permeia a Política Nacional de Irrigação (Brasil, 2013), por exemplo. Esse tipo de proposta aumenta, caso seja bem-sucedida, a pressão sobre a disponibilidade hídrica existente, fato especialmente preocupante em regiões onde a disponibilidade já não é suficiente para atender à demanda existente de forma regular no espaço e no tempo, como é o caso do Nordeste.

De acordo com ANA (2007), entre todas as bacias hidrográficas do Brasil, as da região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (estados de Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas) são aquelas que apresentam o balanço hídrico em situação mais crítica (figura 8 do capítulo 2). Nessas bacias, a



disponibilidade média por habitante por ano<sup>10</sup> era, em 2005, inferior a 1.200 m<sup>3</sup>; em algumas bacias, a disponibilidade média era inferior a 500 m<sup>3</sup>. Na região hidrográfica Atlântico Leste, onde se localiza a bacia do rio São Francisco e dos seus afluentes, também existem inúmeros rios com baixa disponibilidade hídrica com relação à demanda existente nos estados da Bahia e de Minas Gerais (ANA, 2007).

Nesses casos, promover a segurança hídrica deve ser algo feito não apenas pelo lado da oferta hídrica, mas também pelo lado da demanda. Nesse sentido, um modo de aumentar a segurança hídrica pelo lado da demanda é por meio do incremento da eficiência de uso da água pelos diferentes setores usuários e, também, pela redução das perdas. Rebouças (2003, p. 342) afirma que “os índices de perdas totais da água tratada e injetada nas redes de distribuição das cidades variam de 40% a 60% no Brasil, contra 5% a 15% nos países desenvolvidos”. Esse mesmo autor menciona diversos tipos de desperdício de água no meio urbano:

tomar banhos muito prolongados, lavar calçadas, pátios e lavar carros com o jato da mangueira, usar bacias sanitárias que necessitam de 18 litros a 20 litros de água por descarga, quando já existem no mercado modelos mais modernos que necessitam de apenas 6 litros, utilização de equipamentos sanitários obsoletos, tais como torneiras de rosca e mictórios tipo gamela, com descarga de água permanentemente aberta, utilização de água tratada em atividades que não exigem água potável, como para irrigar gramados esportivos públicos ou privados ou utilização de água potável em processos industriais, tais como em torres de resfriamento. (...) No meio rural, cerca de 93% dos quase 3 milhões de hectares irrigados [no Brasil] utilizam-se dos métodos menos eficientes no mundo, como espalhamento superficial (56% da área), pivô central (19%) e aspersão convencional (18%) (Rebouças, 2003, p. 342-343).

Entre os modos de aumentar a segurança hídrica da população quanto aos múltiplos usos da água, aumento da oferta hídrica (mediante expansão da infraestrutura e/ou redução das perdas na rede de distribuição) e/ou diminuição da demanda (por meio de uso mais eficiente), o PNSH trata apenas do aumento da oferta mediante maior captação e distribuição de água. Argumenta-se nesse trabalho que um plano da natureza do PNSH deveria ter como parte importante de seu conteúdo, entre seus objetivos principais, um componente focado no planejamento da promoção de uma maior eficiência do uso da água em setores diversos. Os ganhos para a sociedade proveniente da adoção de práticas mais eficientes de uso e, em alguns casos, mudanças nos costumes com relação a usos pouco eficientes ou, simplesmente, desnecessários, são potencialmente significativos. Alguns exemplos sobre os potenciais benefícios serão apresentados ainda nesse capítulo.

---

10. De acordo com recomendações da Organização das Nações Unidas (ONU), a disponibilidade em torno de 1.500 m<sup>3</sup>/habitante/ano é o ideal para suprir todas as necessidades de uma pessoa. A disponibilidade média na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental é de apenas 1.145 m<sup>3</sup>/habitante/ano.

#### 4.2.1 Uso eficiente

Quando se fala em uso eficiente, primeiramente, deve-se definir o que se entende por isso. Tal definição não é trivial e é postulada de diferentes formas de acordo com o enfoque (econômico, ambiental, agrônômico, saúde...) e de acordo com quem postula o que seja eficiência, levando em conta seus próprios interesses. Uma definição interessante, e mais abrangente, do que seja uso eficiente é apresentada por Collado (1998, p. 27, tradução nossa), para o qual eficiência, nesse caso, é o seguinte.

Consiste em definir na arena política os usos que a sociedade considera mais benéficos. Inclui também sua aplicação adequada em cada uso, a administração do aparato institucional que a administra, a apropriação de melhores tecnologias de planejamento, alocação e gestão e a assimilação de uma nova cultura da água.<sup>11</sup>

Considerando essa definição de Collado (1998), percebe-se a abrangência do tema eficiência de uso da água. Definitivamente, não compete ao PNSH definir o que seja uso eficiente na sua acepção mais abrangente, a exemplo de quais os usos da água considerados mais benéficos por parte da sociedade – esse tipo de definição compete às mais altas instâncias políticas da sociedade (Poder Legislativo).

Compete, pelo menos em teoria, ao PNSH orientar outros aspectos do uso eficiente: aproveitamento adequado do recurso pelos setores usuários (respeitando critérios ambientais de uso e limites de retirada conferidos pela outorga etc.), utilização de tecnologias mais eficientes de uso (na agricultura, na indústria, no meio urbano) e promoção de uma cultura de uso mais racional e consciente da limitação dos recursos hídricos.

Na agricultura irrigada, por exemplo, o uso de métodos mais eficientes de irrigação ainda é tímido diante daqueles mais dispendiosos em recursos hídricos. O emprego de sistemas irrigados por microaspersão e por gotejamento ainda é muito reduzido e técnicas modernas de manejo de irrigação (com utilização de tensiômetros, irrigação automatizada etc.) são exclusividade de um pequeno número de grandes empreendimentos agrícolas altamente tecnificados.

Apesar de a pesquisa científica publicar anualmente no Brasil um grande número de estudos sobre uso eficiente da água, especialmente no meio agrícola (existem pesquisas para as mais diversas lavouras em diferentes regiões do Brasil), por uma série de limitações, a adoção de tais inovações no campo é lenta e restrita. Existem deficiências no acesso a tais informações por grande parte dos agricultores brasileiros, resultado da falta de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) por uma maioria dos agricultores brasileiros.

---

11. "Involucra definir en la arena política los usos que la sociedad considera más benéficos. También incluye su aplicación apropiada en cada uso, la administración del aparato institucional que la maneja, la apropiación de mejores tecnologías de planeación, asignación y manejo, y la asimilación de una nueva cultura del agua".

Frequentemente, a limitação é financeira, uma vez que nem todos os agricultores têm recursos para adquirir os equipamentos necessários para o emprego de métodos mais eficientes de irrigação. Apesar da ampliação do montante financeiro disponibilizado e do universo de agricultores familiares atendidos, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, criado em 1995, ainda não atende a um número significativo de agricultores e a quantidade de operações de empréstimo destinadas ao investimento em equipamentos de irrigação mais eficientes ainda é reduzida.

Há, também, o desincentivo econômico – é o caso, por exemplo, da não cobrança pelo uso da água captada pelos irrigantes, ou da cobrança de valores meramente simbólicos. Isso ocorre em muitas bacias hidrográficas. Nesse caso, instrumentos existentes para criar os incentivos econômicos apropriados para que se evite o desperdício de água, como a cobrança pela captação de água bruta para irrigação, constituem um tema delicado do ponto de vista político.

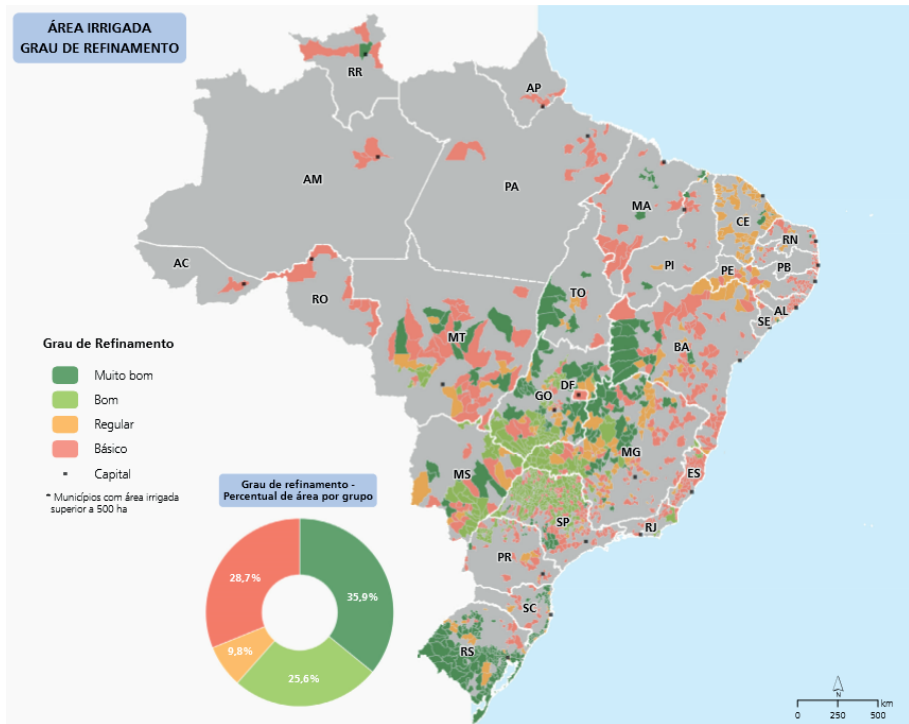
Não obstante a importância da cobrança pelo uso da água bruta para irrigação como instrumento de incentivo ao uso racional desse recurso, e apesar de a Lei nº 9.433 (Brasil, 1997) ter instituído esse instrumento, o PNSH não faz menção a ele. Ressalte-se que os valores cobrados para uso da água na agricultura irrigada são muito inferiores aos cobrados para outros usos. Buainain e Garcia (2015) demonstram que, nas bacias hidrográficas do Semiárido onde é feita a cobrança pelo uso da água na irrigação, o valor é, geralmente, muito baixo e frequentemente não corresponde ao real custo de provimento do recurso. Tal custo deveria incluir os custos de oportunidade e de recuperação e preservação dos ecossistemas. Essa não inclusão no preço final cobrado dos agricultores favorece o uso de técnicas de irrigação de baixa eficiência (Kelman e Ramos, 2004).

De acordo com Kelman e Ramos (2004), o valor de cobrança pelo uso da água na irrigação no Brasil era bem inferior, à época da avaliação desses autores (início dos anos 2000), ao praticado em diversos países. Segundo eles, ao redor do mundo, o principal critério para definição do valor a ser cobrado pela água é a capacidade de pagamento do irrigante, a qual é função da rentabilidade do cultivo no qual a água é utilizada. Kelman e Ramos (*op. cit.*) sugerem que, para se definir a tarifa mais adequada para o uso da água na irrigação, comitês de bacias hidrográficas, possivelmente com o auxílio da ANA, deveriam efetuar uma pesquisa junto aos irrigantes sobre a demanda de água e o retorno financeiro da produção. A partir desses dados, é possível calcular uma tarifa de cobrança pelo uso da água na irrigação que equilibre os dois requisitos conflitantes – eficiência de uso *versus* rentabilidade da produção.

Finkler *et al.* (2015) apresentam uma tabela com os valores cobrados no Ceará em 2013. A variação é muito significativa entre os diferentes usos – para águas retiradas pela indústria engarrafadora de água mineral, pagavam-se R\$ 459,65 por 1.000 m<sup>3</sup>; de captações sem bombeamento de mananciais da RM de Fortaleza, cobrava-se o valor de R\$ 105,36 por 1.000 m<sup>3</sup>; captações para a agricultura irrigada pagavam entre R\$ 1,00 e R\$ 12,55 por 1.000 m<sup>3</sup>.

Cabe ressaltar a importância da existência de dados estatísticos em quantidade e qualidade sobre a irrigação no Brasil. Dados sobre área irrigada, lavoura irrigada, método de irrigação utilizado, volume de água outorgado, volume de água aplicado, entre outros, são fundamentais para se permitir um gerenciamento mais preciso do setor do ponto de vista do aproveitamento dos recursos hídricos. Entretanto, o Brasil ainda não dispõe de um sistema de monitoramento eficaz com relação à coleta de tais informações (mapa 2).

MAPA 2  
Área equipada para irrigação – grau de refinamento das informações por município



Fonte: ANA (2017a).

De acordo com a avaliação de ANA (2017a), o grau de refinamento da informação sobre a área irrigada (em municípios com mais de 500 ha irrigados)

ainda é básico ou regular na maioria dos municípios (mapa 2), exceção feita a muitos localizados nos estados de Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia (oeste do estado) e Tocantins.

Devido à participação da água consumida pela agricultura irrigada sobre o total de água consumida (67,1%) (ANA, 2017b) e aos planos de expansão da área irrigada (ANA, 2017a; Brasil, 2013), justifica-se a importância de se otimizar o máximo possível o uso de água na agricultura. Não obstante, o uso eficiente deve ser incentivado também em outros setores. Indústria (9,5% do consumo) e abastecimento urbano (8,8%) são dois segmentos que devem ser objeto de atenção.

Na indústria, diversas iniciativas podem auxiliar em um menor consumo de água proveniente da rede de distribuição. Algumas delas são o reaproveitamento de água de um processo produtivo em outro; sistemas alternativos de captação de água da chuva, por exemplo; restritores de vazão nas águas das torneiras; e conscientização de colaboradores para a economia de água. Os empecilhos para a adoção de diversas alternativas existentes para a redução do consumo de água no setor industrial consistem em restrições técnicas e viabilidade financeira de certas alternativas. O PNSH não aborda essas questões.

Assim como no caso da água na agricultura irrigada, a análise que qualquer indústria fará com relação à adoção ou não de uma tecnologia poupadora de água envolverá, geralmente, múltiplos critérios – entre eles, frequentemente, o preponderante será o financeiro. Do ponto de vista financeiro, a decisão de adotar ou não uma tecnologia nova será realizada a partir da comparação do custo do investimento *versus* a economia monetária em função do menor consumo de água. Nesse caso, o preço cobrado das indústrias pelo uso da água será um fator primordial nessa comparação.

A partir de uma análise econométrica do uso eficiente da água na indústria na China (dados analisados de trinta províncias da China continental), Li e Ma (2015) concluíram que o preço pela água (relativamente baixo) cobrado das indústrias era um dos fatores determinantes a serem corrigidos em uma tentativa de se promover o uso mais eficiente do recurso no setor industrial da China continental.

E no Brasil? Qual é o nível de eficiência do uso da água na indústria? O PNSH não dedicou nenhum tipo de reflexão a isso. A palavra indústria (ou derivados, como industrial, industrializado) aparece dezessete vezes ao longo do texto do PNSH (ANA, 2019a) – nenhuma dessas relacionada à questão do uso eficiente. Em ANA (2019a, p. 38), é feita a menção de que, de acordo com a dimensão econômica da segurança hídrica, “a atividade produtiva que se mostra em maior risco é a indústria, em ambos os horizontes temporais, devido aos seus maiores valores agregados em relação aos da irrigação e aos da pecuária”. A solução para a questão é, conforme orientação do plano, investir em infraestrutura hídrica de regularização de vazão, de captação e de distribuição de água.

Por último, um pré-requisito de qualquer iniciativa efetiva de estímulo ao uso mais racional e eficiente da água, em qualquer setor, refere-se à mudança cultural com relação à apropriação desse recurso para os seus diferentes usos pelos seres humanos. Muitos autores alertam sobre a necessidade de mudanças culturais com relação ao consumo de água para enfrentar a projetada crescente escassez do recurso em muitos lugares do mundo. O cenário para o aumento de consumo hídrico no Brasil (capítulo 5) suporta o argumento de que a pressão crescente sobre os recursos hídricos possivelmente resultará em uma crescente escassez e, conseqüentemente, alternativas precisarão ser encontradas, entre elas a mudança de comportamento da população com relação ao uso da água.

Sobre isso alertam Lach, Rayner e Ingram (2005),<sup>12</sup> os quais argumentam que a perspectiva de se enfrentar a crescente escassez hídrica sem incluir a mudança cultural para um modo mais poupador de água é pouco realista. A superação da relação meramente utilitarista com a água será, provavelmente, um componente importante desse enfrentamento. Existem diferentes modos de se estimular essa mudança de comportamento: formas mais rígidas, como o mencionado aumento do preço, e outras mais sutis, como campanhas de conscientização e de educação da população. O PNSH não trata de nenhum desses modos. A educação ambiental tem gradativamente se inserido no debate político e no rol de iniciativas de instituições públicas na sua interação com a população.

Sobre a importância da conscientização da população quanto ao uso racional da água, Bacci e Pataca (2008) falam em “educação para a água”, cuja função é a de contrapor a histórica visão utilitarista de apropriação dos recursos naturais sob o ponto de vista antropocêntrico. Afirmam Bacci e Pataca (2008, p. 217) que

a educação para a água não pode, dessa forma, estar centrada apenas nos usos que fazemos dela, mas na visão de que a água é um bem que pertence a um sistema maior, integrado, que é um ciclo dinâmico sujeito às interferências humanas. Compreender a origem da água, o ciclo hidrológico, a dinâmica fluvial e o fenômeno das cheias, os aquíferos, bem como os riscos geológicos associados aos processos naturais (assoreamento, enchentes) é essencial para que possamos entender a dinâmica da hidrosfera e suas relações com as demais esferas terrestres.

---

12. “Expectativas geradas pelo modo de gestão do primeiro tipo são, em última análise, fora da realidade e autodestrutivas. Os consumidores de água tem sido condicionados a acreditar que nenhuma mudança comportamental será requerida conforme os recursos hídricos se tornem mais escassos. Conseqüentemente, eles reagem negativamente quando os serviços de água se tornam uma questão pública. Conforme os constituintes percebem mudanças na confiabilidade, na segurança ou no custo do fornecimento de água, as agências se veem na perspectiva de violarem os seus valores organizacionais e as normas de invisibilidade” (Lach, Rayner e Ingram, 2005, p. 7).

#### 4.2.2 Redução de perdas

Outro modo de desperdício de água significativo é representado pelas perdas no sistema de distribuição. Não existem estimativas precisas, mas a maioria dos autores menciona perdas no meio urbano, no Brasil, superiores a 30% do volume da água escoada nos sistemas de distribuição de água encanada nas cidades. Silva, Pádua e Borges (2016), por exemplo, citam, no caso brasileiro, um valor médio em torno de 36%, representado por água não faturada. Dados de 2009 do *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (Berg e Danilenko, 2011) estimaram uma perda de 39%, semelhante à calculada por Silva, Pádua e Borges (2016). Oliveira *et al.* (2020) identificaram, para 2018, uma perda igual a 38,4%.

As perdas de água são representadas pela diferença entre a água que entra no sistema de distribuição e o consumo autorizado. São subdivididas da seguinte forma.

- Perdas reais: perdas físicas de água do sistema em pressão, até o medidor do cliente, durante o período de referência (inclui o volume de perdas de todos os tipos de fissuras, rupturas e extravasamentos).
- Perdas aparentes: referem-se a todos os tipos de imprecisões associadas às medições da água produzida e da água consumida, e ainda ao consumo não autorizado (uso ilícito) (Silva, Pádua e Borges, 2016).

Sobre essas modalidades de perda de água, Silva, Pádua e Borges (2016, p. 253) afirmam que,

embora os dois tipos de perdas de água mereçam ser investigados para melhorar o desempenho das prestadoras de serviços e possibilitar a racionalização do uso da água, as perdas aparentes normalmente têm recebido menos atenção nos trabalhos científicos do que as denominadas perdas reais. Entretanto, salienta-se que maior ganho financeiro ter-se-ia em reduzir, na mesma quantidade, as perdas aparentes ao invés das perdas reais, tendo em vista que o valor da tarifa pago pelo consumidor é baseado no que é efetivamente contabilizado.

No quadro 4, visualizam-se os componentes dos usos da água em um sistema de abastecimento de acordo com metodologia proposta pela International Waters Association. Tal metodologia, denominada de balanço hídrico (não confundir com o balanço hídrico representado pela diferença entre a oferta e a demanda hídrica), é baseada em uma matriz na qual são esquematizados processos pelos quais a água passa desde o momento em que entra no sistema de abastecimento.

**QUADRO 4**  
**Componentes do balanço hídrico segundo metodologia da International Water Association**

Água que entra no sistema (inclui água importada)	Consumo autorizado	Consumo autorizado	Consumo faturado medido (inclui água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado (não medido)	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (uso próprio, caminhão-pipa, entre outros)	
	Perdas de água		Consumo não faturado não medido	Água não faturada
		Perdas aparentes (comerciais)	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
Perdas reais (físicas)		Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios (de adução e/ou distribuição)		
	Vazamentos nos ramais até o ponto de medição do cliente			

Fonte: Oliveira *et al.* (2020).

O percentual de água não faturada, resultado dos dois tipos de perdas citadas (físicas e aparentes), varia entre diversos países investigados. Em sociedades mais desenvolvidas, as perdas são frequentemente menores que 10% – Austrália, por exemplo, 6% (Berg e Danilenko, 2011) – e, na média, são estimadas em 15% (Kingdom, Liemberger e Marin, 2006). No Brasil, como mencionado, esse percentual de perda é maior, inclusive nos estados brasileiros com menores índices de segurança hídrica. Tal é o caso de vários estados nordestinos. De acordo com Oliveira *et al.* (2020), o índice de perdas médio dos estados da região Nordeste em 2018 foi igual a 45,9% (apenas a região Norte apresentou índice mais elevado).

Silva (2005) investigou o índice de perdas em 642 sistemas públicos de abastecimento de água no Ceará. Foi identificado um índice médio igual a 36%; em um quarto dos sistemas, esse índice foi igual ou superior a 50%. Apenas na RM de Fortaleza, 112 sistemas foram investigados, e nestes o índice de perdas (referentes às aparentes e às reais – quadro 4) médio identificado na distribuição foi igual a 36,1%. O aumento da segurança hídrica por meio da diminuição dessas perdas constitui um caminho viável, apesar de não ter sido considerado no PNSH.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), instituído pela Lei nº 11.445/2007 (Brasil, 2007), estabeleceu a meta para perdas no sistema de distribuição de água (perdas aparentes mais reais): 31%. Não obstante essa meta, as perdas de água nos sistemas de distribuição do Brasil não estão diminuindo; ao contrário, na média, estão aumentando. De acordo com Oliveira *et al.* (2020), em 2014, o país registrou perda de 36,7%, mas, quatro anos depois (2018), o indicador subiu para 38,4%. Nesse ano, utilizando dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), esses autores calcularam que, dos 16.705.849.000 m<sup>3</sup> de água bruta captados, 6.519.165.000 m<sup>3</sup> foram perdidos entre os tipos de água não faturada (quadro 4), o equivalente a 39% do volume total retirado.



E qual é o potencial impacto da redução das perdas? Menos perda de água resultaria em ganhos financeiros para as empresas prestadoras do serviço de abastecimento e também resultaria na disponibilização para a população atendida de um maior volume de água. Silva, Pádua e Borges (2016) enfatizam que a redução das perdas físicas diminui os custos de produção (redução do consumo de energia, de produtos químicos e outros), aproveitando melhor as instalações existentes para aumentar a oferta, sem expansão do sistema produtor. No caso da diminuição das perdas não físicas, obtém-se o incremento de receita tarifária, além de haver melhora na eficiência dos serviços prestados e no desempenho financeiro do prestador de serviços. Contribui-se ainda para a ampliação da oferta efetiva de água.

Caso a perda de 39% fosse reduzida para a meta definida pelo Plansab, 31%, o volume economizado seria de aproximadamente 1,3 bilhão de metros cúbicos. Por que isso não foi objeto de consideração no PNSH? Por que se enfatizar apenas o aumento da oferta mediante o aumento da captação de água bruta, e não o aumento da oferta mediante a redução das perdas?

A diminuição do índice de perdas exige planejamento e controle sistemático e deve ser pautada por metas factíveis. Os principais itens a serem considerados nesse planejamento são (Silva, 2005):

- elaborar diagnóstico operacional e comercial das perdas físicas e não físicas;
- desenvolver projeto para redução e controle de perdas, definindo cenários e metas;
- elevar o índice de hidrometração;
- estabelecer normas de combate à fraude;
- dar maior eficiência à manutenção e correção de hidrômetros;
- estabelecer plano de macromedição;
- avaliar o efeito das pressões de serviço nas redes sobre as perdas;
- avaliar os aspectos de conservação das redes-mestre sobre as perdas; e
- avaliar o efeito da qualidade da água sobre as perdas.

#### 4.2.3 Reúso

Completando o rol de medidas de uso racional, juntamente com o uso mais eficiente e a redução das perdas, o reúso de água representa uma alternativa de abastecimento, para determinados usos, cada vez mais considerada pela sociedade, especialmente em situações de escassez. Seja na agricultura, na indústria ou no meio urbano, constitui medida atualmente em pleno processo de difusão de aplicação.

No PNSH, o reúso de água só é mencionado uma vez, como alternativa complementar em situações de escassez hídrica. Entretanto, tal medida deveria ser mais bem contemplada nos planos e normativos governamentais. Se for considerado que parte significativa do território nacional, o Semiárido, convive com a escassez hídrica quase que constantemente, e muitas das iniciativas do PNSH são voltadas para essa região, é incoerente não contemplar de modo mais incisivo essa medida no rol de iniciativas do plano.

Sobre o reúso no Brasil, Hespanhol (2002, p. 75) afirma que existe

uma gama significativa de aplicações potenciais. O uso de efluentes tratados na agricultura, nas áreas urbanas, particularmente, para fins não potáveis, no atendimento da demanda industrial e na recarga artificial de aquíferos, se constitui em instrumento poderoso para restaurar o equilíbrio entre oferta e demanda de água em diversas regiões brasileiras.

Hespanhol (2002, p. 75) argumenta, entretanto, que, para viabilizar o reúso da água no Brasil, é necessário “institucionalizar” e “regulamentar” tal prática, de modo que ela “se desenvolva de acordo com princípios técnicos adequados, seja economicamente viável, socialmente aceita, e segura, em termos de preservação ambiental e de proteção dos grupos de riscos envolvidos”. Institucionalizar e regulamentar o reúso são aspectos sobre os quais o PNSH poderia apresentar alguma posição.

O Brasil dispõe de legislação relativamente incompleta quanto ao aproveitamento da água do reúso, como a Resolução nº 54/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

Nessa resolução, estabelece-se o seguinte.

Art. 4º Os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), no âmbito de suas respectivas competências, avaliarão os efeitos sobre os corpos hídricos decorrentes da prática do reúso, devendo estabelecer instrumentos regulatórios e de incentivo para as diversas modalidades de reúso.

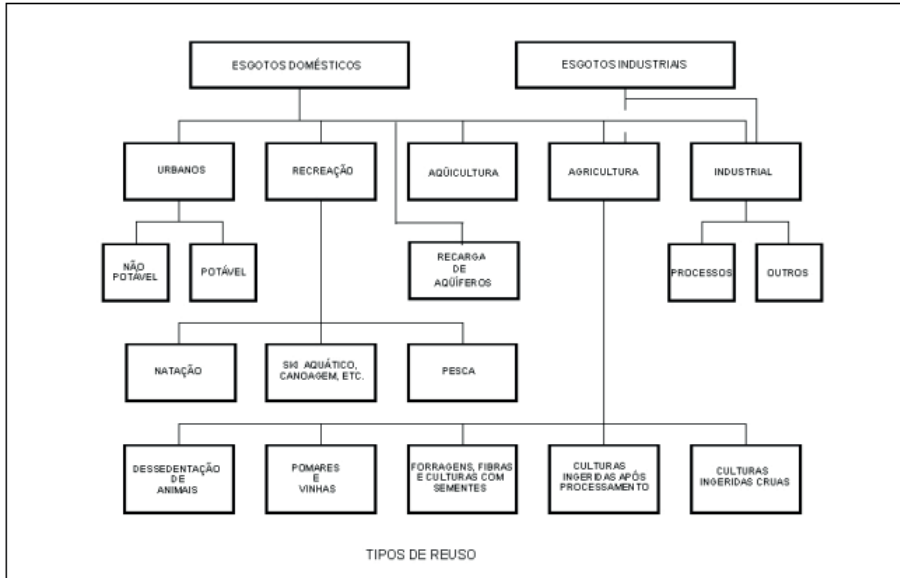
(...)

Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos, observado o exposto no art. 7º, inciso IV, da Lei nº 9.433, de 1997, deverão contemplar, entre os estudos e alternativas, a utilização de águas de reúso e seus efeitos sobre a disponibilidade hídrica (Brasil, 2006).

A ANA, como órgão central do Singreh, no âmbito de um plano de abrangência nacional, como é o caso do PNSH, deveria ter considerado o reúso entre as medidas a serem empregadas para a garantia de níveis mais elevados de segurança hídrica. Mesmo com relação à previsão de estudos futuros no âmbito do PNSH, os quais poderiam contemplar uma série de aspectos aqui abordados (uso racional, reúso...), a agência incluiu apenas a previsão de realização de uma

série de estudos adicionais relacionados à avaliação de planos de desenvolvimento regional e à investigação de viabilidade técnico-econômica de diferentes obras de infraestrutura hídrica (ANA, 2019a, p. 100).

FIGURA 2  
Formas potenciais de reúso de água



Fonte: Hespanhol (2002).

Em alguns estados, surgiu, em anos recentes, legislação relacionada ao reúso da água. É o caso, por exemplo, do Rio de Janeiro, cuja Lei nº 7.424/2016 determina

a utilização de água de reúso pelos órgãos integrantes da administração pública estadual direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo poder público, das empresas em cujo capital do estado do Rio de Janeiro tenha participação, bem como pelas demais entidades por ele controladas direta ou indiretamente.<sup>13</sup>

O art. 4º da Lei nº 7.424/2016 define que cabe ao Estado promover uma campanha permanente de esclarecimento e conscientização para estimular o reúso de água não potável para as finalidades da referida lei. Conquanto a edição de normas semelhantes de âmbito nacional vá além da capacidade normativa da ANA, de acordo com jurisprudência sobre a capacidade normativa das agências reguladoras, a inclusão desse tema em um plano como o PNSH constitui uma diretriz, a qual eventualmente poderá guiar o próprio Poder Legislativo a normatizar o tema.

13. Disponível em: <<https://bit.ly/3pvOXkV>>.

Entre outras questões relacionadas ao reúso sobre as quais a ANA pode opinar, em razão de sua *expertise* institucional, está a definição dos parâmetros técnicos requeridos para o tratamento da água de reúso previamente à sua utilização em diferentes tipos de atividade – agricultura, indústria, uso doméstico etc. O Brasil não dispõe de legislação sobre isso.<sup>14</sup>

Essa regulamentação é importante porque, devido ao tipo de utilização e da origem da água de reúso, diferentes são as exigências de tratamento. Para uso doméstico, por exemplo, a água de reúso tem limitações (como não ser utilizada para beber ou cozinhar). Mesmo no caso da agricultura, atividade na qual a água de reúso tem grande potencial de aplicação, existem padrões a serem observados de acordo com a cultura a ser irrigada e o método de irrigação empregado.

Sobre o uso de água para finalidades agrícolas, Hespanhol (2002, p. 81) afirma que a agricultura “depende, atualmente, de suprimento de água em um nível tal que a sustentabilidade da produção de alimentos não poderá ser mantida, sem o desenvolvimento de novas fontes de suprimento e a gestão adequada dos recursos hídricos convencionais”. A água de reúso pode ser uma dessas fontes, especialmente onde a escassez for mais severa.

Santos *et al.* (2020) ressaltam, por meio de estudo de revisão bibliográfica, a viabilidade da água de reúso na irrigação no Semiárido nordestino. A água de reúso utilizada na irrigação de pastagens, tomate, abóbora, eucalipto, entre outras espécies vegetais, já se provou eficaz por meio de diversos estudos.

Países que enfrentam graves situações de escassez hídrica, a exemplo de Israel, investem quantias consideráveis em sistemas de reúso de água – Friedler (2001) demonstra o crescimento da demanda por esse tipo de água para a irrigação no referido país. Entre os benefícios apontados pelo autor, são citados: o impulso dado à atividade agrícola em uma região árida/semiárida a partir da criação de uma fonte hídrica relativamente confiável, sem a qual muitos empreendimentos agrícolas não seriam viáveis, ou seriam pouco produtivos; o eventual compartilhamento de custos de tratamento do esgoto entre os meios urbano e rural; entre outros. Seria tal esquema aplicável, em alguma medida, ao Semiárido brasileiro?

A recomendação de Hespanhol (2002, p. 92) sobre isso é a de que

a incorporação da filosofia de reúso nos planos nacionais de gestão de recursos hídricos e desenvolvimento agrícola, é de fundamental importância para regiões

---

14. A norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13969, de 1997, estabelece critérios dessa natureza. Entretanto, uma norma ABNT só tem força de lei nos casos em que uma lei específica assim a defina. Mesmo em estados onde existe lei regulamentadora sobre o reúso de água, esses padrões não são definidos. A mencionada Lei nº 7.424/2016, por exemplo, prevê apenas, em seu art. 2º, que a água de reúso “poderá ser utilizada também para fins não potáveis nas seguintes atividades: I - agricultura em geral; II - irrigação de áreas verdes, parques, jardins, áreas turísticas, campos de esporte; III - lavagem de veículos públicos de qualquer tipo; IV - lavagem de pisos, pátios e logradouros públicos; e V - outros usos similares”. Disponível em: <<https://bit.ly/3pvOXkV>>.

áridas e semiáridas, e naquelas onde a demanda é precariamente satisfeita, através de transposição de água de bacias adjacentes. O reúso implica em redução de custos, principalmente se é considerado em associação com novos projetos de sistemas de tratamento, uma vez que os padrões de qualidade de efluentes, necessários para diversos tipos de uso, são menos restritivos do que os necessários para proteção ambiental.

Não foi essa a opção da ANA para o PNSH, entretanto.

## 5 CONFLITOS ENTRE DIMENSÕES DA SEGURANÇA HÍDRICA

No capítulo 4, foram apresentadas as dimensões da segurança hídrica definidas e utilizadas pela ANA no PNSH. Recapitulando, são as seguintes (ANA, 2019a).

- 1) Garantia de suprimento de água para atividades produtivas e usos múltiplos.
- 2) Garantia de acesso à água adequada às necessidades básicas e ao bem-estar da população.
- 3) Preservação de ecossistemas e da água em benefício da natureza e das pessoas.
- 4) Resistência a eventos extremos, como secas e inundações.

Tais dimensões, conforme mencionado no capítulo 4, são as mesmas usadas pela ONU (UN, 2013). A ANA utilizou essas dimensões, elas próprias compostas de diversas variáveis, para compor o ISH. Se por um lado essa opção teve o intuito de “retratar, com simplicidade e clareza, as diferentes dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco aos usos da água” (ANA, 2019a, p. 20), por outro, informações relevantes são perdidas por meio da análise agregada do ISH.

É o caso, por exemplo, da ocorrência de conflitos entre diferentes dimensões da segurança hídrica. Qual predomina em tais situações? Eventualmente, uma determinada região (UTAs, na nomenclatura do PNSH) pode, de acordo com metodologia da ANA, apresentar um valor elevado para o ISH, mesmo tendo problemas com relação a uma ou mais dimensões da segurança hídrica apresentadas anteriormente.

O que ocorre caso uma localidade apresente valores elevados em todas as dimensões (e conseqüentemente, para o ISH), mas tenha um valor baixo para a dimensão “preservação de ecossistemas”? A dimensão “garantia de acesso à água” será predominante? Ou a “garantia de suprimento de água para atividades produtivas”? A ANA pouco esclarece quanto a isso.

A falta de integração do PNSH com o Plansab, que sequer é mencionado no PNSH, denota que a qualidade da água não constitui preocupação central – o

aumento da oferta hídrica, sim. Deve-se ressaltar o baixo nível de coleta e tratamento de esgoto em muitas regiões do Brasil (tabela 3 do capítulo 1).

Entre as outras dimensões, conflitos não só podem como efetivamente têm ocorrido na prática, de modo crescente, nos últimos anos. Na crise hídrica no estado de São Paulo entre 2014 e 2016, irrigantes de lavouras de frutas e hortaliças enfrentaram situações de restrição da vazão, com prejuízos para a produtividade das lavouras.<sup>15</sup>

Alguna orientação quanto à predominância de uma dimensão sobre a outra é relevante como diretriz para planos congêneres e a título de transparência junto à sociedade. O ideal, por certo, seria que a sociedade tivesse a oportunidade de se posicionar com relação às dimensões e à importância relativa de cada uma delas. Como visto no capítulo 6, entretanto, nessa primeira fase do PNSH, essa oportunidade não existiu.

Um corolário da complexidade da questão hídrica/segurança hídrica em geral, e do PNSH em particular, reside, entre outros aspectos, em problemas que surgirão em situações de escassez hídrica. Geralmente, caberá ao Estado arbitrar tais conflitos. A definição clara das prioridades, da prevalência de uma dimensão da segurança hídrica sobre a outra, certamente contribui para facilitar o processo de resolução de conflitos de forma mais justa.

## 6 MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Atualmente, quando se analisa qualquer aspecto relacionado a recursos hídricos, o acesso da população à água, etc., é comum conjugar-se tal assunto com a questão das mudanças climáticas. Nos últimos trinta anos, essas mudanças deixaram de constituir tema restrito a grupos de pesquisas acadêmicas e passaram a ser amplamente divulgadas pela mídia e, gradativamente, a ser objeto de políticas públicas.

Os impactos das mudanças climáticas são inúmeros, a maioria ainda não mapeada. Entre os principais, a redução da disponibilidade hídrica em várias localidades do mundo aparece, frequentemente, como destaque. No meio científico, esse binômio mudanças climáticas/recursos hídricos representa uma linha de pesquisa existente em número cada vez maior de instituições de pesquisa.

Com relação ao Brasil, diversos artigos apresentam evidências sobre possíveis impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos em diversas regiões do país. Tomasella *et al.* (2008), por exemplo, analisaram o impacto das mudanças climáticas sobre a vazão dos rios Araguaia e Tocantins. Estimou-se que a vazão do rio Tocantins na represa de Tucuruí diminuirá 20% entre 2080 e 2099,

---

15. Disponível em: <<https://bit.ly/3HrKvcj>>. Acesso em: 29 out. 2020.

quando comparada com a vazão média registrada entre 1970 e 1999, e a redução na energia elétrica gerada pela usina de Tucuruí poderia ser reduzida em até 58%.

Artigo de Rodrigues *et al.* (2020) divulga os resultados de estimativas de impactos das mudanças climáticas sobre a precipitação e sobre a vazão de rios (bacias dos rios Sono, Manuel Alves da Natividade e Palma) nos Cerrados do Brasil. No geral, os resultados das projeções – utilizando um modelo hidrológico chamado Soil and Water Assessment Tool (Swat), derivado dos modelos climáticos globais (MCGs) HadGEM2-ES e MIROC5, associados com os cenários RCP4.5 e RCP8.5 – indicaram que a duração, a intensidade e a frequência das secas meteorológicas e hidrológicas devem crescer nos períodos considerados (2011-2040, 2041-2070, 2071-2099). Em um dos cenários (MCG HadGEM2-ES, cenário RCP8.5), a vazão da bacia do Rio Sono (Tocantins) se reduziria em 81,9% com relação ao período-base de comparação.

Projeções para o Nordeste também não são muito auspiciosas. Marengo, Cunha e Alves (2016), a partir da análise de diversos MCGs em diferentes cenários, concluíram que tais projeções demonstram tendências preocupantes para variáveis e fenômenos climáticos na região: aumento de temperatura, diminuição da pluviosidade, aumento do número de dias secos consecutivos, aumento da frequência e da intensidade de períodos de seca, tendência de desertificação do Semiárido. Os resultados dessas tendências, caso se confirmem, sobre a agricultura e a população em geral serão significativos.

Marengo, Cunha e Alves (2016) concluem seu estudo com o reconhecimento de que a infraestrutura hídrica em muitos estados nordestinos foi ampliada em anos recentes, o que contribuiu para a melhoria da segurança hídrica e a resiliência da região. Nesse sentido, com relação à infraestrutura hídrica regional, também contribuirá o PNSH/PSH. Outras medidas sugeridas por esses autores se referem a melhorias no sistema de coleta e organização de dados e ao estímulo a medidas adaptativas – melhoramento genético animal e vegetal, gerenciamento sustentável do solo etc.

O PNSH não apresenta um conjunto de medidas relacionadas à adaptação às mudanças climáticas. De todo modo, é feita uma menção à inclusão mais explícita da questão em atualizações futuras do plano (ANA, 2019a, p. 108).

No âmbito do PNSH, as considerações de eventuais mudanças climáticas deram-se de forma implícita, utilizando-se os dados mais recentes das variáveis hidroclimatológicas no cálculo dos indicadores de segurança hídrica. Nas futuras atualizações do PNSH, tal consideração poderá ser feita de forma mais explícita, incluindo os resultados das projeções climáticas futuras dos modelos climáticos globais (MCGs).

## REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2007. (Caderno de Recursos Hídricos).

\_\_\_\_\_. **Termo de referência**: Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília: ANA, 2013.

\_\_\_\_\_. **Atlas irrigação**: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017a.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017b. Disponível em: <<https://bit.ly/3ljcseO>>. Acesso em: 27 mar. 2019.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019a. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

\_\_\_\_\_. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019b.

\_\_\_\_\_. **PNSH**: 1º boletim de monitoramento. Brasília: ANA, 2020.

BACCI, D., C.; PATAKA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 211-226, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/3Kc7Ykc>>. Acesso em: 27 out. 2020.

BERG, C. van den; DANILENKO, A. **The IBNET water supply and sanitation performance blue book**: the international benchmarking network for water and sanitation utilities databook. Washington: The World Bank, 2011. Disponível em: <<https://bit.ly/3hyqSFA>>. Acesso em: 16 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 470, 9 jan. 1997.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 54/2005, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 54, 9 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, 8 jan. 2007.



\_\_\_\_\_. Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as leis nºs 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os decretos-lei nºs 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 4, 14 jan. 2013.

BREARS, R. C. **Urban water security in Asia-Pacific: promoting demand management strategies**. Berlin: NFG Research Group, 2014. (NFG Policy Paper Series, n. 4).

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Polos de irrigação no Nordeste do Brasil. **Confins**: Revista Franco-Brasileira de Geografia, n. 23, 2015.

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**, v. 106, p. 45-58, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/347H0Lb>>. Acesso em: 8 out. 2020.

COLLADO, J. Uso eficiente del agua en cuencas. **Ingeniería Hidráulica en México**, v. 13, n. 1, p. 27-49, 1998. Disponível em: <<http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1275>>. Acesso em: 22 out. 2020.

FINKLER, N. R. *et al.* Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 33, abr. 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3MgAxyy>>. Acesso em: 14 out. 2020.

FRIEDLER, E. Water reuse: an integral part of water resources management: Israel as a case study. **Water Policy**, v. 3, p. 29-39, 2001.

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 4, p. 75-95, 2002. Disponível em: <<https://bit.ly/3C5qE2e>>. Acesso em: 28 out. 2020.

KELMAN, J.; RAMOS, M. Custo, valor e preço da água na agricultura. *In*: THAME, A. C. M. (Org.). **A cobrança pelo uso da água na agricultura**. São Paulo: Embu, 2004.

KINGDOM, B.; LIEMBERGER, R.; MARIN, P. **The challenge of reducing non-revenue water (NRW) in developing countries** – how the private sector can help: a look at performance-based service contracting. Washington: The World Bank, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/3FYtgPY>>. Acesso em: 15 out. 2020. (Water Supply and Sanitation Sector Board Discussion Paper Series, n. 8).

LACH, D.; RAYNER, S.; INGRAM, H. Taming the waters: strategies to domesticate the wicked problems of water resource management. **International Journal of Water**, v. 3, n. 1, 2005.

LI, J.; MA, X. C. Econometric analysis of industrial water use efficiency in China. **Environment, Development and Sustainability**, v. 17, p. 1209-1226, 2015.

MACHADO, F. H. **Proposição de indicadores de segurança hídrica**: seleção, validação e aplicação na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, Jundiá – SP, Brasil. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2018.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no Semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 4, p. 49-54, 2016.

OLIVEIRA, G. *et al.* **Perdas de água 2020 (SNIS 2018)**: desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico. São Paulo: Trata Brasil; Water.org; GO Associados, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3qF5FOx>>. Acesso em: 15 out. 2020.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análises e Dados**, Salvador, v. 13, n. especial, p. 341-345, 2003.

RODRIGUES, J. A. M. *et al.* Climate change impacts under representative concentration pathway scenarios on streamflow and droughts of basins in the Brazilian Cerrado biome. **International Journal of Climatology**, v. 40, p. 2511-2526, 2020.

SANTOS, A. S. *et al.* Importância do reúso de água para irrigação no Semiárido. **Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 15-20, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3togBB1>>. Acesso em: 20 out. 2020.

SILVA, C. M.; PÁDUA, V. L. de; BORGES, J. M. Contribuição ao estudo de medidas para redução da perda aparente de água em áreas urbanas. **Ambiente e Sociedade**, v. 19, n. 3, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3vO244X>>. Acesso em: 16 out. 2020.

SILVA, F. J. A. Perda de água em sistemas públicos de abastecimento no Ceará. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 26 n. 1, p 1-11, 2005.

TOMASELLA, J. *et al.* **Study of the climate change impacts on surface water resources and groundwater levels in the Tocantins river basin**. São Paulo: CCST/Inpe, 2008.

UN – UNITED NATIONS. **What is water security?** New York: UN, 2013. Disponível em: <<http://www.unwater.org/publications/water-security-infographic/>>. Acesso em: 13 maio 2019.

