



MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL
Secretaria Nacional de Segurança Hídrica – SNSH

Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/14/004

SRHQ INTERÁGUAS MMA /MDR

Editais n. 058/2021, Termo de Referência n. TR/PF/IICA-11365

ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS DO PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS 2022-2040.

Produto 03 – Análise dos Cenários

CONSULTOR ANTONIO EDUARDO LEÃO LANNA

Outubro de 2021

Identificação		
Consultor(a) / Autor(a): Antonio Eduardo Leão Lanna		
Contrato de Prestação de Serviços de Consultoria Pessoa Física no. 121116		
Nome do Projeto: Elaboração da Proposta de Cenários Prospectivos do Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040.		
Oficial/Coordenador Técnico Responsável: Adriana Lustosa da Costa		
Data /Local: Brasília 08 de junho de 2021		
Classificação		
Temas Prioritários do IICA		
Agroenergia e Biocombustíveis	Sanidade Agropecuária	
Biotecnologia e Biossegurança	Tecnologia e Inovação	
Comércio e Agronegócio	Agroindústria Rural	
Desenvolvimento Rural	Recursos Naturais	X
Políticas e Comércio	Comunicação e Gestão do Conhecimento	
Agricultura Orgânica	Outros:	
Modernização Institucional		
Palavras-Chave: Plano Nacional de Recursos Hídricos, Cenários.		
Resumo		
Título do Produto: Produto 03 – Análise dos Cenários		
Qual Objetivo Primário do Produto? Analisar os cenários propostos para elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040		
Que Problemas o produto deve resolver? Elaboração do PNRH 2022-2040.		
Como se Logrou Resolver os Problemas e Atingir os Objetivos. Apresentação de análise detalhada das repercussões e consequências dos cenários prospectados.		
Quais Resultados mais relevantes? Análise dos cenários propostos, avaliando suas consequências no uso, controle e proteção das águas.		
O Que se Deve Fazer com o Produto para Potencializar o seu Uso? Promover sua discussão para obtenção de correções, acréscimos e aprimoramentos.		

Nota: "Este produto foi realizado no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica especificado no item 1, alínea a, das Declarações, em contrato celebrado entre o(a) CONTRATADO(A) e o CONTRATANTE".

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO: ANTECEDENTES E ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	7
2	CONTRIBUIÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE NARRATIVAS E AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA DOS CENÁRIOS PROPOSTOS	14
2.1	ELEMENTOS PARA A REGIONALIZAÇÃO DOS CENÁRIOS: PESQUISA QUALITATIVA	14
2.1.1	Ideias-chave válidas para todas as regiões	18
2.1.2	Ideias-chave válidas para região Sul.....	20
2.1.3	Ideias-chave válidas para a região Sudeste.....	21
2.1.4	Ideias-chave válidas para a região Nordeste	22
2.1.5	Ideias-chave válidas para a região Norte	24
2.1.6	Ideias-chave válidas para a região Norte e Centro-Oeste.....	24
2.2	ELEMENTOS PARA REGIONALIZAÇÃO DOS CENÁRIOS: PROJEÇÕES TENDENCIAIS DO CENÁRIO AMARELO.....	25
2.3	AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS POR ESPECIALISTAS	39
2.3.1	Entrevistas	39
2.3.2	Formulários	40
2.4	AVALIAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES.....	42
3	NARRATIVA DOS CENÁRIOS.....	44
3.1	Prospecção da evolução agregada das demandas hídricas tendo por referência cenários macroeconômicos nacionais	44
3.1.1	Cenário Macroeconômico Nacional Básico.....	44
3.1.2	Cenário Macroeconômico Nacional de Baixo Crescimento.....	45
3.1.3	Cenário Macroeconômico Nacional de Alto Crescimento	45

3.1.4	Resumo dos cenários macroeconômico para o Brasil por seus agregados	46
3.2	ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO, DE EVOLUÇÃO DE ATIVIDADES PRODUTIVAS E DE MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE OCUPAÇÃO DO SOLO, BEM COMO DAS DEMANDAS SETORIAIS DE ÁGUA, FRENTE A CADA UM DOS CENÁRIOS PROPOSTOS	47
3.2.1	Crescimento demográfico	47
3.2.2	Atividades produtivas	49
3.2.3	Modificações dos padrões de ocupação do solo	52
3.2.4	Demandas setoriais de água	59
3.3	DEFINIÇÃO CONDIÇÕES DE CONTORNO PARA CADA CENÁRIO	105
3.4	AVALIAÇÃO DA PLAUSIBILIDADE DE CADA UM DOS CENÁRIOS CONSIDERANDO, PELO MENOS, OS RECORTES TEMPORAIS, ESPACIAIS E LEGAIS	109
3.4.1	Recorte temporal	109
3.4.2	Recorte espacial	111
3.4.3	Recorte legal	115
3.5	PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE MONITORAMENTO DAS CONDICIONANTES DE CADA CENÁRIO PARA FINS DE ACOMPANHAMENTO E APERFEIÇOAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO	115
3.5.1	Tendências de Peso	117
3.5.2	Seleção de Incertezas Críticas	120
3.5.3	Seleção de Fatos Portadores de Futuro: Transição Energética Verde	126
3.5.4	Cisnes Negros	127

3.5.5	Conclusões	129
3.6	IDENTIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS OU UGRHS POTENCIALMENTE CRÍTICAS, OU CUJA CRITICIDADE ATUAL TENHA SIDO AMPLIADA OU REDUZIDA NAS CENAS FUTURAS, EM FUNÇÃO DA EVOLUÇÃO DAS CONDIÇÕES DE BALANÇO HÍDRICO E DAS INTERVENÇÕES EM ANDAMENTO OU PREVISTAS	131
3.6.1	Região Norte	131
3.6.2	Região Nordeste	132
3.6.3	Região Centro-Oeste	133
3.6.4	Região Sudeste.....	134
3.6.5	Região Sul.....	134
3.7	PROSPECÇÃO DE CONFLITOS QUE DEMANDEM ATUAÇÃO DIRETA DA UNIÃO OU AÇÕES DE GESTÃO COMPARTILHADA ENTRE UNIÃO E ESTADOS PARA SUAS RESOLUÇÕES	135
3.8	AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ACORDOS INTERFEDERATIVOS OU INTERNACIONAIS PARA A SOLUÇÃO DE QUESTÕES LEVANTADAS EM CADA UM DOS CENÁRIOS.....	136
3.9	CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CENÁRIOS NO AMBIENTE NACIONAL E INTERNACIONAL DE DEMANDA DA ÁGUA	136
3.9.1	Contextualização no Ambiente Nacional.....	137
3.9.2	Contextualização no Ambiente Internacional	143
3.9.3	Conclusão	148
3.10	LEVANTAMENTO DE ELEMENTOS IMPORTANTES PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS A PARTIR DA LEITURA DE CADA UM DOS CENÁRIOS	148
4	REFERÊNCIAS	149
5	ANEXO – A OPÇÃO ENERGÉTICA DO HIDROGÊNIO	156

5.1	Zero/Carbono Muito Baixo.....	157
5.2	Emissões de Carbono Média a Alta	158
5.3	Altas Emissões de Carbono	158
5.4	Emissões de Carbono Muito Altas	158
5.5	Referência.....	159

1 INTRODUÇÃO: ANTECEDENTES E ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Conforme o Termo de Referência - TR, “este produto consiste em uma análise de cada um dos cenários e análise comparativa entre os diversos cenários, assim como na identificação de elementos para a gestão e o planejamento de recursos hídricos, tais como riscos, oportunidades e indicadores de monitoramento com vistas a subsidiar a definição de estratégias, ações e metas do PNRH 202-2040.”

As seguintes atividades foram demandadas:

1. “Contextualização dos cenários no ambiente nacional e internacional de demanda da água;
2. Definição condições de contorno para cada cenário;
3. Avaliação da plausibilidade de cada um dos cenários considerando, pelo menos, os recortes temporais, espaciais e legais;
4. Identificação de bacias hidrográficas ou UGRHs potencialmente críticas, ou cuja criticidade atual tenha sido ampliada ou reduzida nas cenários futuras, em função da evolução das condições de balanço hídrico e das intervenções em andamento ou previstas;
5. Proposição de metas e indicadores de monitoramento das condicionantes de cada cenário para fins de acompanhamento e aperfeiçoamento da implementação;
6. Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo, bem como das demandas setoriais de água, frente a cada um dos cenários propostos;
7. Prospecção de conflitos que demandem atuação direta da União ou ações de gestão compartilhada entre União e Estados para suas resoluções;
8. Avaliação da demanda de acordos interfederativos ou internacionais para a solução de questões levantadas em cada um dos cenários;

9. Levantamento de elementos importantes para a gestão dos recursos hídricos a partir da leitura de cada um dos cenários.”.

O relatório é organizado em X capítulos, incluindo esse introdutório, que apresenta as demandas do TR. O Capítulo 2

Considerando o processo de cenarização proposto por VAN DER HAIJDEN (2009), que tem orientado este estudo, o produto anterior elaborou as quatro primeiras fases:

- Fase 1 - Construção e organização da base de conhecimentos

Esta fase foi iniciada no Produto 1 – “Metodologia de elaboração de cenários prospectivos, metodologia da oficina participativa e entrevistas com especialistas, análise das projeções, e diagnóstico do planejamento setorial” onde uma lista abrangente de informações foi levantada, por pesquisa na rede internacional de computadores associada a indicações obtidas por meio de um formulário eletrônico. Elas foram analisadas no Produto 2 – “Proposta de Cenários para o PNRH 2022-2040”, na busca de macrotendências mundiais e nacionais, de cenários mundiais e nacionais, desenvolvidos em diferentes estudos, incluindo aqueles com vieses de setores usuários de água.

- Fase 2 - Identificação de variáveis relevantes

Nesta Fase, apresentada no Produto 2, foram selecionadas variáveis relevantes que têm suas características resumidas no Quadro 1.1. Para efeito de cenarização essas variáveis foram agrupadas em duas dimensões reveladas no Quadro 1.2: Econômica e Sociedade/Ambiente.

QUADRO 1.1 – VARIÁVEIS RELAVANTES PARA ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS

Categoria	Variáveis	Comportamento ou incerteza
Tendências de peso	Variabilidade e mudanças climáticas, e alterações no regime hidrológico devido à ocupação e ao uso do solo	Alteração no regime de chuvas e de temperatura atmosférica, promovendo mudanças no regime hidrológico tanto nas estiagens quanto nas cheias. Redução da infiltração e da recarga dos aquíferos, com aumento das vazões de cheia e redução das vazões de estiagem;
	Demandas socioambientais	Aumento dos interesses externos e internos relacionados à equidade social e à sustentabilidade ambiental;
	Pressões por crescimento econômico, geração de emprego e renda	Podem ser consideradas permanentes. Apesar de serem mais intensas em situações de recessão econômica e menos intensas em fases de crescimento acelerado;
	Crescimento da população humana	Estabilização gradual do crescimento populacional, com aumento das concentrações urbanas;
	Produção agropecuária	Expansão da agricultura, ocupando áreas de pecuária; a pecuária manterá sua produção, com tendência ao aumento, pelo aumento de sua produtividade, em função de investimentos na genética, sanidade e nutrição, mas perderá área para a agricultura; a agricultura irrigada tende a aumentar pela conversão de áreas de agricultura de sequeiro, principalmente;
Incertezas críticas	Demanda mundial por produtos brasileiros de exportação	O cenário mundial será mais ou menos favorável ao comércio internacional?
	Exigências mundiais relacionadas ao meio ambiente e à equidade social	Como ocorrerão os estímulos e restrições relacionadas às demandas externas de caráter socioambiental? Eventuais restrições serão geradas por legítimas preocupações quanto à sustentabilidade global ou meramente para proteção a produtores menos eficientes de países importadores, sob a alegação de que a competitividade dos produtos nacionais é derivada dos custos externos sociais e ambientais que não são incorporados aos custos de produção? Como essas barreiras ambientais restringirão as exportações brasileiras?
	Expansão da fronteira agrícola e da irrigação	O crescimento ocorrerá sem ou com grande expansão da fronteira agrícola? Até que ponto será viável a incorporação de terras do bioma Amazônia ao processo produtivo? Haverá expansão das áreas irrigadas, mas elas ocuparão terras atualmente utilizadas

Categoria	Variáveis	Comportamento ou incerteza
		para a agricultura de sequeiro ou pecuária, ou serão inseridas terras não utilizadas para produção?
	Geração de energia elétrica	As usinas hidrelétricas previstas do PNE 2050, incluindo as da Amazônia, que reúnem a maioria delas, serão consideradas ambientalmente viáveis, considerando as preocupações nacionais e internacionais com a proteção desse bioma?
	Produção industrial	O processo de primarização da economia brasileira será revertido, com nova expansão da participação do setor industrial na formação do PIB brasileiro?
	Produção minerária	Como os cenários mundiais afetarão a exportação de minérios?
Fato portador de futuro	Transição energética	Qual o impacto deste fenômeno, especialmente a descarbonização da economia, e aumento do uso de energia elétrica?
Cisnes Negros	Crises hídricas quantitativas	Como ocorrerá a busca de segurança e resiliência hídrica diante do aumento da frequência das estiagens críticas?
	Crises hídricas qualitativas	Como ocorrerá a busca de segurança e resiliência hídrica diante do aumento da frequência de acidentes ambientais, de origem natural ou antrópica, incluindo pandemias?
	Redução drástica das exportações para a China e Ásia	Como eventuais instabilidades político-econômicas na Ásia e na China afetarão a economia brasileira?

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 1.2 – VARIÁVEIS QUE PARTICIPAM DAS DIMENSÕES SELECIONADAS PARA DEDUÇÃO DOS CENÁRIOS PARA O PNRH 2022-2040

Variáveis	Dimensões	
	Economia	Sociedade/Ambiente
Tendências de Peso	Alterações no regime hidrológico devido à ocupação e ao uso do solo, e a variabilidades e mudanças climáticas	Demandas socioambientais: melhorias na distribuição de renda e na proteção ambiental
	Pressões por crescimento econômico, geração de emprego e renda	
	Crescimento da população humana: gradual redução e tendendo à estabilização	
	Produção agropecuária crescente e mais tecnificada	
Incertezas Críticas	Demanda mundial crescente por produtos brasileiros	Exigências mundiais relacionadas ao meio ambiente e à equidade social
	Geração de energia elétrica	
	Produção industrial	
	Produção minerária	
Fatos portadores de futuro	Transição energética (descarbonização da economia) e tecnológica	

Fonte: Elaboração própria.

Fase 3 – Proposta de cenários alternativos: com base na evolução dessas dimensões foram identificados seis cenários (Figura 5.2) com base em uma Abordagem Indutiva, de acordo com a classificação de VAN DER HEIJDEN (2009); um sétimo, tendencial, se refere às projeções das demandas hídricas consuntivas realizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico na atualização do Atlas de Abastecimento Humano de Água, em realização (ANA, 2021). Esse cenário pode ser considerado como um cenário oficial, em torno do qual os demais cenários exploram possibilidades, considerando a Abordagem Incremental, também proposta pelo autor mencionado. Para proposta destes cenários foram identificados os espaços delimitados pelo cruzamento de duas dimensões representadas como eixos que se reportaram à 1) economia e à 2) sociedade e ambiente, caracterizados por suas variáveis no Quadro 1.2. A Figura 1.1 os ilustra.

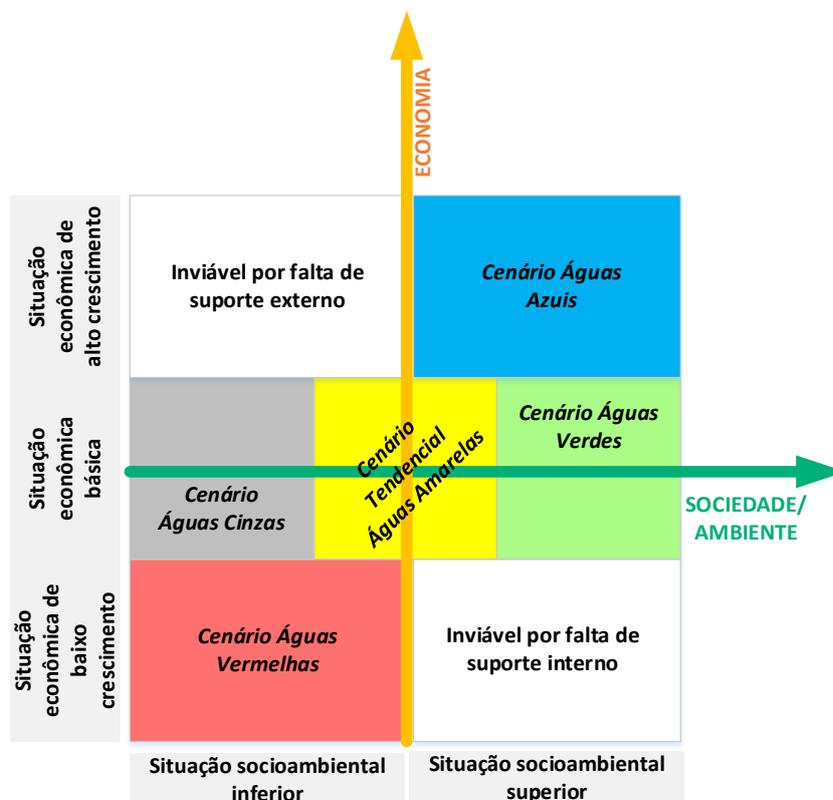


FIGURA 1.1 – PROPOSTA DE CENÁRIOS PARA O PNRH 2022-2040

Fonte: Elaboração própria

Fase 4 – Seleção de cenários: Dois cenários foram considerados não plausíveis devido a questões internas ou externas:

1. aquele que conjugaria forte evolução da dimensão econômica, com alto crescimento, com uma situação socioambiental inferior; esse foi considerado implausível por falta de suporte externo, uma vez que a baixa evolução da dimensão socioambiental dificultaria o acesso dos produtos brasileiros aos mercados globais, devido a barreiras socioambientais;
2. aquele que conjugaria forte evolução da dimensão socioambiental com baixa evolução da dimensão econômica; nesse, as condições internas da economia impediria o investimento em programas socioambientais, impossibilitando a evolução dessa dimensão.

Restaram, portanto, 5 cenários que foram nomeados por cores: Vermelho, Cinza, Amarelo, Verde e Azul e caracterizados como:

1. **Cenário Águas Vermelhas:** é um cenário de estagnação econômica conjugado com retrocesso ambiental. Até 2040 o país apresenta baixas taxas de crescimento econômico que podem ter como uma das causas, mas também como consequência, os retrocessos socioambientais;
2. **Cenário Águas Cinzas:** esse cenário conjuga o cenário básico para a economia, tendencial, com retrocessos ambientais que é uma das possíveis causas de não alcançar um alto crescimento econômico, mas, certamente, não a única;
3. **Cenário Amarelo:** tendencial, de acordo com as projeções da ANA para elaboração do Atlas de Abastecimento Humano de Água (ANA, 2021);
4. **Cenário Águas Verdes:** Este é um cenário no qual são promovidos avanços na dimensão socioambiental mantendo-se a economia no cenário tendencial; nele, considerável esforço do país é dirigido para a superação dos problemas sociais e ambientais, buscando atender a exigências dos mercados externos e promovendo uma maior coesão na sociedade brasileira;
5. **Cenário Águas Azuis:** é o melhor cenário, que conjuga alto crescimento econômico com avanços socioambientais.

Na continuidade, este relatório elaborará a quinta fase da cenarização prospectiva: Fase 5 – Elaboração de narrativas e avaliação da consistência dos cenários selecionados, sendo que o último relatório encerrará o estudo, apresentando as contribuições para a Fase 6 - Proposta de elementos diretivos para as estratégias do PNRH 2022-2040.

2 CONTRIBUIÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE NARRATIVAS E AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA DOS CENÁRIOS PROPOSTOS

Dois tipos de contribuições foram obtidos: a primeira, quando da realização da Oficina de Cenários para o PNRH 2022-2040, em 13/7/2021, propôs-se que os grupos de trabalho da parte da tarde considerassem a as tendências e incertezas para cada região política brasileira: norte, centro oeste, nordeste, sudeste e sul¹. Outras contribuições foram obtidas por meio de entrevistas orais com especialistas selecionados e respostas a questionários especialmente elaborados e distribuídos de forma mais ampla. Os resultados serão resumidos a seguir, sendo considerados subsídios para os propósitos desta fase.

2.1 ELEMENTOS PARA A REGIONALIZAÇÃO DOS CENÁRIOS: PESQUISA QUALITATIVA

Para esta regionalização foram obtidos subsídios da Oficina de Cenários, e de um questionário encaminhado aos seus participantes posteriormente. Nesta Oficina, ocorreram apresentações na parte da manhã, entre as quais houve a específica sobre cenários, cujo material é encontrado no Anexo 1.

Na parte da tarde houve discussão em grupos regionais, identificados de acordo com as Regiões Políticas Brasileiras - RPs: Sul, Sudeste, Nordeste, e Centro-Oeste junto com a Norte. A razão para se estabelecer esses grupos foi a necessidade de reduzi-los a um número adequado, que permitisse a realização dos debates com um número razoável de participantes: nem muito grande que impedisse as manifestações e nem muito reduzido que as desestimulassem. A junção das Regiões Centro-Oeste e Norte em um mesmo grupo foi resultado de vários fatores: a) a dificuldade de se contar com números mais expressivos de participantes caso cada região fosse considerada isoladamente, em uma visão pragmática, e b) o fato de nessas regiões

¹ Cabe informar que as contribuições da Oficina de Cenários já foram consideradas na fase das suas elaborações, apresentada no Produto 2. Nesta fase de construção das narrativas e de regionalização serão aproveitadas igualmente, enfatizando as respostas aos questionários que mais bem sistematizaram as ideias.

se encontrar a fronteira agrícola brasileira, com problemas relevantes de proteção ambiental aos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, em uma visão gerencial.

O rebatimento destas Regiões Políticas sobre as Regiões Hidrográficas do Brasil – RHs não é simples, havendo RPs que se encontram em diferentes RHs e RHs que da mesma forma pertencem a diferentes RPs. Para se ter um esboço que oriente para que RH as respostas estariam sendo dirigidas, ao se referirem a uma RP, foi adotada a matriz do Quadro 2.1. As indefinições podem ocorrer na RH Tocantins, que tem sua parte norte na Região Norte e a parte sul na Centro-Oeste; na RH São Francisco, que tem sua parte norte na região Nordeste e a parte sul na Sudeste e, em especial, na RH do Paraná que se encontra em 3 RPs: Sudeste, Sul e também Centro-Oeste. Porém, a RH Amazônica está em uma parte menor na RP Centro-Oeste, ao sul, a RH São Francisco tem contribuintes à oeste que procedem da RP Centro-Oeste, a parte sul da RH Atlântico Leste se encontra na RP Sudeste.

Apesar dessas indefinições, entende que as cores cinzas mais escuras indicam as RHs que são referidas quando são apontadas características da RPs. Uma leitura do Quadro 2.1 na vertical, ou seja, considerando as células marcadas em cada coluna, especialmente as mais escuras, indicam as orientações das respostas apresentadas.

As seguintes perguntas foram apresentadas aos participantes na fase de debates da Oficina de Cenários:

- Quais as principais tendências e incertezas de âmbito externo aos recursos hídricos, com foco na sua região? Trajetórias econômicas, demográficas, políticas, mudanças tecnológicas, no ambiente, na sociedade... externas aos recursos hídricos, mas que devem afetá-los
- Quais as repercussões das tendências nos recursos hídricos, com foco na sua região? Como as trajetórias identificadas deverão afetar os recursos hídricos? Quais os setores usuários afetados? A demanda de retirada e/ou de lançamento de efluentes aumentará/diminuirá? Em

qual bacia hidrográfica pode ocorrer? Afetará algum serviço ecossistêmico?

- Que ações de gestão dos recursos hídricos devem ser implementadas para aproveitar as mudanças positivas e remediar/adaptar/mitigar as negativas no horizonte do PNRH (até 2040, 20 anos adiante); Quais instrumentos de gestão deverão ser acionados? Quais outros elementos se farão necessários? Quais outros atores / instâncias precisam ser envolvidos?

QUADRO 2.1 – REBATIMENTO DAS REGIÕES POLÍTICAS SOBRE AS REGIÕES HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS

#	REGIÕES HIDROGRÁFICAS	REGIÕES POLÍTICAS				
		N	CO	NE	SE	S
1	Amazônica					
2	Tocantins					
3	Paraguai					
4	Atlântico Nordeste Ocidental					
5	Parnaíba					
6	Atlântico Nordeste Oriental					
7	São Francisco					
8	Atlântico Leste					
9	Atlântico Sudeste					
10	Paraná					
11	Atlântico Sul					
12	Uruguai					

Nota: cinza mais escuro indica inserção maior da RH na RP; cor mais clara, inserção relativamente menor.

Fonte: Elaboração própria

Não houve contagem precisa dos participantes em cada grupo, pois ao longo do evento muitos entravam mais tarde e outros saíam mais cedo. As inscrições prévias nos grupos não se confirmaram com a presença na dinâmica de grupo. A ENGE-CORPS informou, porém, que mais de 30 participantes estiveram em cada grupo.

Após a Oficina, foi distribuído questionário que buscou as percepções na mesma linha das discussões realizadas durante a Oficina. Foi considerado a mesma divisão em grupos da Oficina, exceto que as Regiões Norte e Centro-Oeste foram separadas nas identificações dos respondentes. As perguntas apresentadas diferiram

um pouco das aplicadas na Oficina de Cenários, com maior direcionamento à elaboração de cenários para o PNRH 2022-2040:

1. Quais as relevâncias que as Tendências de Peso e as Incertezas Críticas sugeridas para o país como todo se apresentam para a sua região?
2. Considerado os elementos apresentados, relativos à tendências e cenários, quais os eventuais efeitos, na sua região, sobre os usos de água até 2040? Considere também como uso de água a assimilação de efluentes.
3. Considerando esses eventuais efeitos percebidos sobre os usos, quais os potenciais impactos sobre os recursos hídricos e os conflitos pelo uso da água que podem ser esperados entre os setores usuários? Se possível, indicar as bacias hidrográficas onde esses conflitos ocorrerão com maior intensidade.
4. Que variáveis podem afetar o uso, controle e a proteção dos recursos hídricos no horizonte até 2040?
5. Quais as mudanças graduais ou disruptivas que até 2040 você espera que ocorram: tecnologias, no ambiente, na sociedade, ou em qualquer variável relevante que resulte em ameaças ou em oportunidades para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH?

Como as respostas foram oferecidas por escrito, foi possível tabular a origem regional de cada uma. Um total de 40 contribuições foram obtidas, com a distribuição regional ilustrada na Figura 2.1. Foram 14 respostas para a Região Sul, 13 para a Sudeste, 7 para a Nordeste, 4 para a Centro-Oeste e apenas 2 para a Região Norte.

Qual região para a qual vai orientar suas respostas? Escolha uma
40 respostas

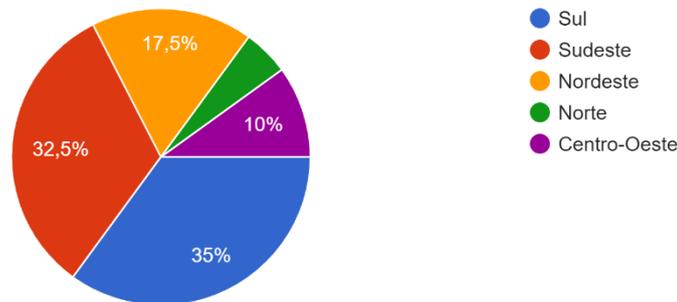


FIGURA 2.1 – RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO CLASSIFICADAS POR REGIÃO

Fonte: Elaboração própria.

Não é tarefa simples organizar cerca de 150 contribuições (40 por escrito no questionário e mais de 120 verbalmente, na Oficina), ainda mais considerando que as respostas foram oferecidas em uma abordagem de “brainstorming”. Cada participante comentou livremente as suas percepções e, mesmo nas dinâmicas de grupo, não houve tempo hábil para se tentar uma convergência de posicionamentos que permitisse chegar a conclusões que sintetizassem as opiniões. Porém, das leituras dos dois tipos de contribuição – da dinâmica de grupo e das respostas ao questionário – foi possível capturar algumas ideias-chave. Elas serão apresentadas em 6 partes: aquelas que valem para todas as regiões, e as que têm vinculação específica com a realidade de cada uma das 5 RPs: Norte, Centro-Oeste, Nordeste, Sudeste e Sul.

2.1.1 Ideias-chave válidas para todas as regiões

1. **Alterações dos regimes hidrológicos:** existe considerável preocupação com as alterações nos regimes hidrológicos, nas chuvas e nas vazões fluviais.

Persiste a consideração que existem duas causas para estas alterações, associadas ou a) às mudanças de uso do solo ou b) às variabilidades ou às mudanças climáticas. E que ambas atuam em conjunto, nem sempre ficando evidente qual a que prepondera para a alteração do regime hidrológico em cada região.

Em alguns casos, são apontados também eventos como a elevação dos níveis de água do mar, causados por eventos climáticos, com impactos nas cidades costeiras, preocupação de todas as RPs, com exceção da Centro-Oeste e Norte.

2. **Irrigação e uso de água subterrânea:** expectativa de que aumente a área irrigada em todas as RPs; apenas na do Sudeste não houve menção à irrigação, mas entendeu-se ter sido uma omissão, entre vários outros fatores relevantes para a região.

O aumento da irrigação potencializa a intensificação dos conflitos de uso de água. Isto pode levar ao uso de água subterrânea para complementação ou reserva estratégica para suprimento hídrico à irrigação. Foram assinalados avanços – existentes ou necessários - no aumento da eficiência de uso de água (redução das lâminas aplicadas de rega). Entendeu-se que maior número de culturas seriam irrigadas e que haveria ampliação do uso de tecnologias, Um dos exemplos apresentados foi a irrigação por condutos subterrâneos de baixo consumo de água.

3. **Compactação do solo e deplecionamento de aquíferos:** o uso de maquinário na agricultura leva à compactação do solo, com problemas de infiltração e de recarga dos aquíferos

Este problema, por um lado, compromete a manutenção das vazões dos rios durante as estiagens. Tem também potencial de aumento dos picos de cheias, pela redução do efeito de amortecimento promovido pela infiltração. Finalmente, com a intensificação do uso de água subterrânea para irrigação, complementada pela redução das suas recargas, existe o risco de deplecionamento dos níveis freáticos de águas subterrâneas.

4. **Hidrelétricas:** em todas as RPs foram realizados comentários a respeito de hidrelétricas, com exceção da do Nordeste. Na RP Sul e Norte/Centro-Oeste foi destacada a restrição de implantação de reservatórios, restando as hidrelétricas serem operadas a fio-de-água, limitando a sua geração.

Também foi percebido que a intensificação de uso de água irá resultar em perdas de capacidade de geração das hidrelétricas, algo que certamente ocorrerá também no nordeste, na bacia do rio São Francisco, no seu trecho submédio, onde se encontra o complexo hidrelétrico da CHESF.

5. **Saneamento básico e o Novo Marco Legal do Saneamento:** existem expectativas favoráveis com relação ao Novo Marco Legal no processo de superação dos problemas de saneamento básico do Brasil

Mesmo nas regiões onde o Novo Marco Legal não foi comentado, entende-se que deverão ocorrer investimentos para recuperar o passivo existente.

Aplicando-se especificamente a cada região política destaca-se:

2.1.2 Ideias-chave válidas para região Sul

Tendência de peso para a Região Sul:

1. Pelo lado da demanda: aumento da urbanização, da industrialização e da agricultura, com intenso uso de água, especialmente de água subterrânea, com tendência à depleção do nível freático.
2. Isto levará ao aumento das pesquisas sobre águas subterrâneas, que têm sido geralmente desconsideradas.
3. Conflitos de uso de água, em termos quantitativos, devido aos barramentos para formar reservatórios, em especial para a irrigação.
4. Pelo lado da oferta: aumento da escassez devido ao mau uso (compactação) do solo à a variabilidade ou mudanças climáticas.
5. Pequenas Centrais Hidrelétricas interrompem o fluxo natural das águas de alguns rios, ocasionando impactos ambientais.
6. Contaminação das águas pela mineração, uso de pesticidas na agricultura e esgotos sanitários e eutrofização de águas de reservatórios.

Incertezas críticas para a Região Sul:

1. Adoção de mudanças tecnológicas, tecnologia da informação e Big Data que podem permitir maior disponibilização de informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos;
2. Novo Marco Legal do Saneamento Básico com potencial de melhorar a cobertura dos serviços de saneamento básico;
3. Transição energética com descarbonização da economia e utilização de fontes alternativas de produção de energia;
4. Aumento de transporte por hidrovias;
5. Programa ESG na indústria e outros tipos de atividades produtivas com potencial de contribuir para a sustentabilidade.

2.1.3 Ideias-chave válidas para a região Sudeste

Tendência de peso para a Região Sudeste:

1. Escassez hídrica mais frequente, adaptando a assimilação e o planejamento visando a melhores futuros.
2. São notados ciclos com amplitudes entre 25 e 50 anos de aumento ou redução das precipitações médias anuais na região; no momento a região se encontra no ciclo de baixa que deve durar de 20 a 50 anos, aumentando a insegurança hídrica no horizonte da atualização do PNRH: 2040.
3. Esta insegurança é aumentada devido à opção por empreendimento do setor hidrelétrico sem reservatórios, aumentando o risco de colapso, como no momento presente.
4. Diminuição da recarga dos aquíferos, acelerando o rebaixamento dos lençóis onde ocorrem usos de água subterrânea para irrigação, abastecimento urbano e indústria: todas do interior de São Paulo (afluentes dos rios Paranapanema, Tietê e Grande) e do Triângulo Mineiro (afluentes dos rios Grande, Araguari e Paranaíba).

5. Grande desafio de abastecimento das Regiões Metropolitanas, como São Paulo, Campinas, Ribeirão Preto e Rio de Janeiro, entre outras, e do Vale do Paraíba do Sul.
6. Conflitos de uso de água, especialmente entre a irrigação, que deve aumentar para compensar a redução de chuvas, e a produção de hidroeletricidade.
7. A produção agrícola terá que conviver com os riscos climáticos à produção, demandando avanços nos sistemas e no manejo para aumentar a eficiência de uso de água.
8. Aumento do tratamento de esgotos com eventual proibição de despejos de esgotos domésticos não tratados;
9. Adoção de soluções baseadas na natureza;
10. Alinhamento das políticas públicas ambientais, em especial com a de recursos hídricos e saneamento rural e urbano, aumento de eficiência de uso de água por meio de inserção de tecnologias existentes ou a serem desenvolvidas.

Incertezas críticas para a Região Sudeste:

1. Capacidade de investimento privado e estatal em saneamento;
2. Arrecadação de recursos para a gestão dos recursos hídricos;
3. Demografia, devido à interiorização do crescimento;
4. Ambiente regulatório, vinculado à atração de investimentos privados;
5. Construção de grandes reservatórios de regularização de vazões, imperativa para aumento da segurança hídrica.

2.1.4 Ideias-chave válidas para a região Nordeste

Tendências de peso para a Região Nordeste:

1. Acirramento (aumento em número e complexidade) dos conflitos pelo uso da água;

2. Crescimento de demanda de água, em quantidade e qualidade, pela sociedade em geral, especialmente pelos setores de usuários hidroativos;
3. Intensificação do uso das "outras águas": reúso, dessalinização, interligação de bacias, águas subterrâneas de maior profundidade etc.
4. Mudanças climáticas e eventos hidrológicos críticos;
5. Impactos derivados do uso e da ocupação inadequados do solo;
6. Na bacia do rio São Francisco, agravamento do conflito entre geração de energia elétrica, irrigação, navegação, turismo e manutenção dos ecossistemas;
7. No oeste da Bahia, o agravamento do conflito entre irrigação, cidades e manutenção de vazões de base;
8. Nas regiões metropolitanas, o agravamento do conflito entre cidades e manutenção dos ecossistemas;
9. Em grande parte das bacias com alguma dinâmica econômica, conflitos entre abastecimento público, irrigação, turismo e aquicultura;

Incertezas críticas para a Região Nordeste:

1. Crescimento da atividade produtivas (indústria, agricultura e pecuária),
2. Participação privada no Setor de Saneamento Básico;
3. Implantação institucional dos Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (nacional e estaduais);
4. Dinamização do consumo hídrico para irrigação e indústrias no sertão nordestino, sob efeito do Projeto de Integração do rio São Francisco.

2.1.5 Ideias-chave válidas para a região Norte

Tendências de peso para a Região Norte:

1. Relevância entre o trade-off proteção do meio-ambiente e expansão agropecuária/extrativista mineral;
2. Conflitos entre os objetivos de proteção ambiental e das populações nativas/ribeirinhas, e o uso do potencial hidráulico remanescente, a maior parte localizado na região, e a demanda de construção de reservatórios nos aproveitamentos hidrelétricos.

Incertezas críticas para a Região Norte:

1. Solução do problema da poluição hídrica em uma região onde água em quantidade não é geralmente o problema, mas que a qualidade se degrada rapidamente, especialmente nas microbacias urbanas.

2.1.6 Ideias-chave válidas para a região Norte e Centro-Oeste

Tendências de peso para a Região Centro-Oeste:

1. Adensamento populacional e a urbanização, impactando o bioma cerrado e gerando escassez hídrica quantitativa;
2. Escassez hídrica qualitativa, especialmente no Distrito Federal, que se encontra nas nascentes de grandes bacias hidrográficas, com comprometimento à qualidade de água;
3. A expansão da irrigação.

Incertezas críticas para a Região Centro-Oeste:

1. Uso de novas tecnologias como reúso de água, para mitigar os problemas de escassez hídrica;
2. Solução do conflito entre geração de energia e irrigação na bacia hidrográfica do rio São Marcos.

3. Solução do abastecimento de Goiânia pela bacia do rio Meio Ponte na época de seca.

2.2 ELEMENTOS PARA REGIONALIZAÇÃO DOS CENÁRIOS: PROJEÇÕES TENDENCIAIS DO CENÁRIO AMARELO

Como foi exposto no Relatório do Produto 2 contou-se para definição de um Cenário Tendencial das projeções de demandas hídricas consuntivas realizada para a ANA na elaboração do seu Atlas de Abastecimento Humano de Água, em atualização. No referido relatório é detalhada a forma com que foram realizadas as projeções, permitindo concluir que foram adotadas tendências, a partir de extrapolações do comportamento das demandas no passado recente.

Como foi indicado igualmente no relatório em tela, a existência de um cenário “oficial”, mesmo que involuntário como este, permita que se trabalhe de forma incremental, na classificação de VAN DER HEDJEN (2009), explorando os territórios no entorno deste cenário.

Devido a isto, as projeções, que são realizadas por município brasileiro, foram acumuladas por Região Política Brasileira. Neste processo cumulativo respeitou-se as delimitações das Regiões Políticas por Unidade Federada. Foram obtidas as projeções das demandas hídricas para o abastecimento humano urbano, abastecimento humano rural, criação de animais, irrigação, indústria, mineração e termelétricas.

Para melhor visualização dos resultados, as projeções das demandas consuntivas e suas taxas geométricas de crescimento anual foram graficadas da Figura 2.2 a Figura 2.7, considerando o país como um todo e suas Regiões Políticas.

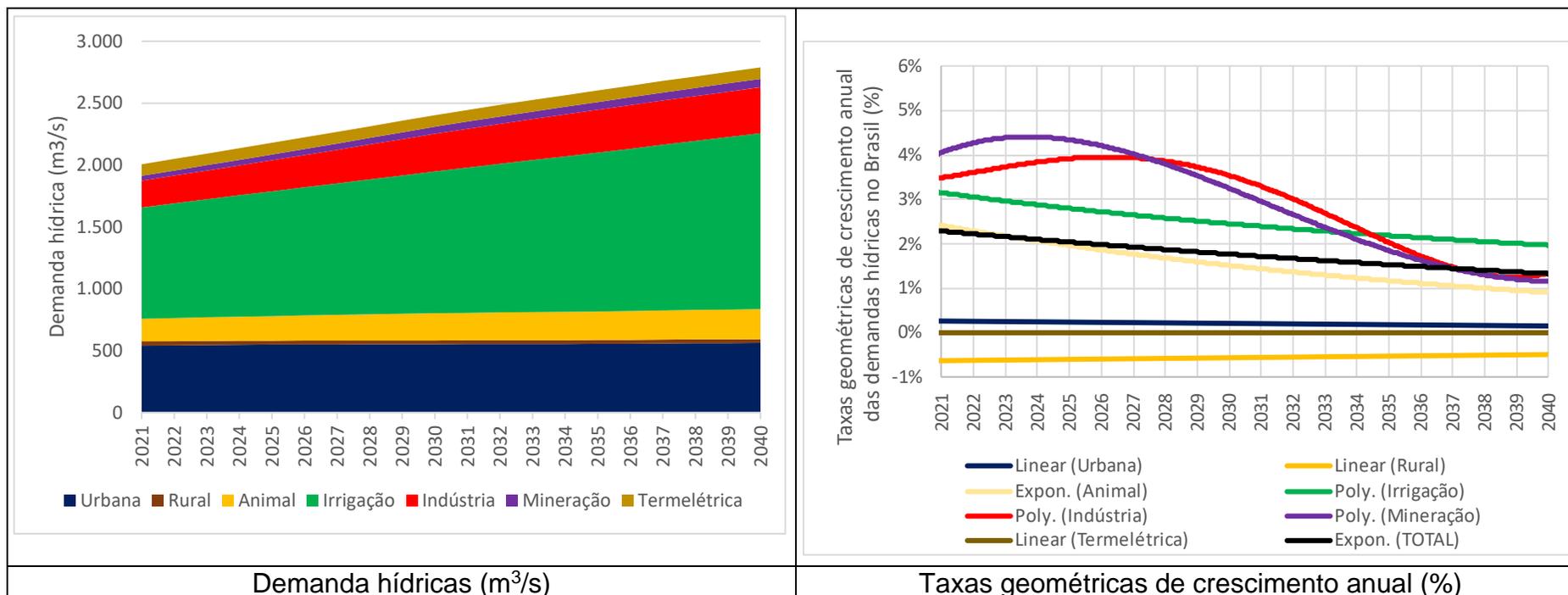


FIGURA 2.2 - PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2020 E 2040 NO BRASIL

Fonte: Elaboração própria tendo por referência dados da ANA (2021)

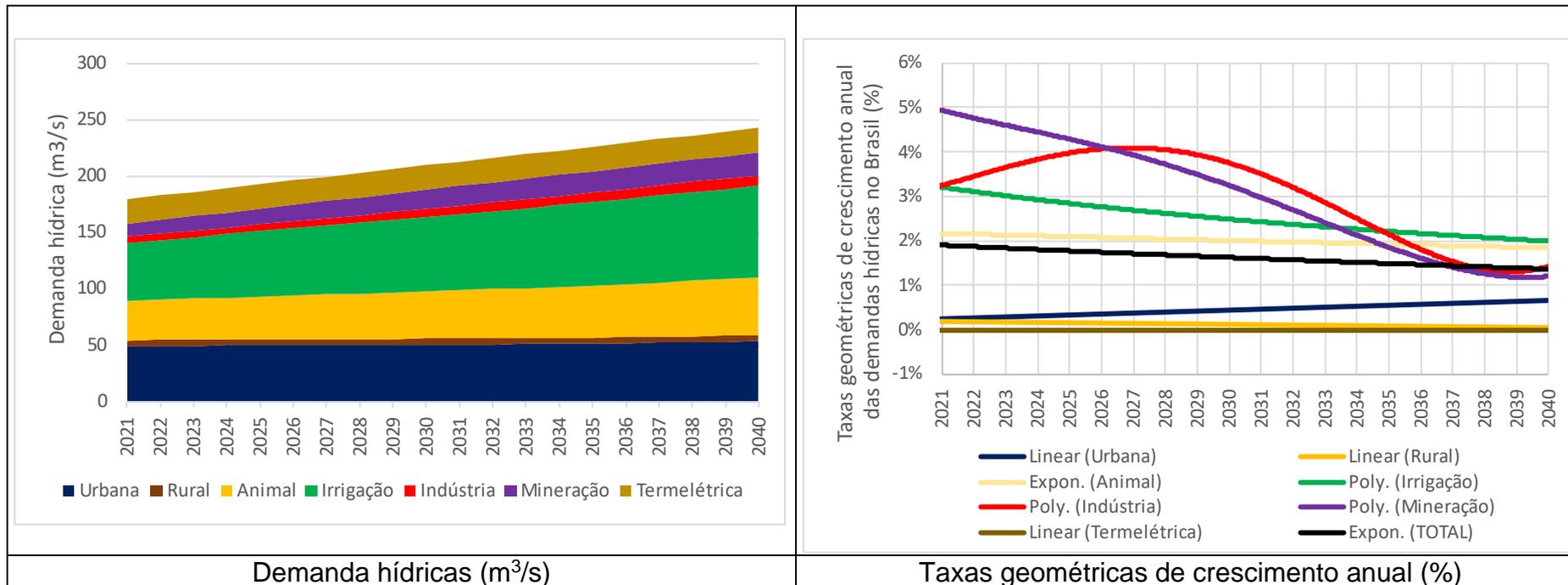


FIGURA 2.3 - PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2020 E 2040 NA REGIÃO NORTE

Fonte: Elaboração própria tendo por referência dados da ANA (2021)

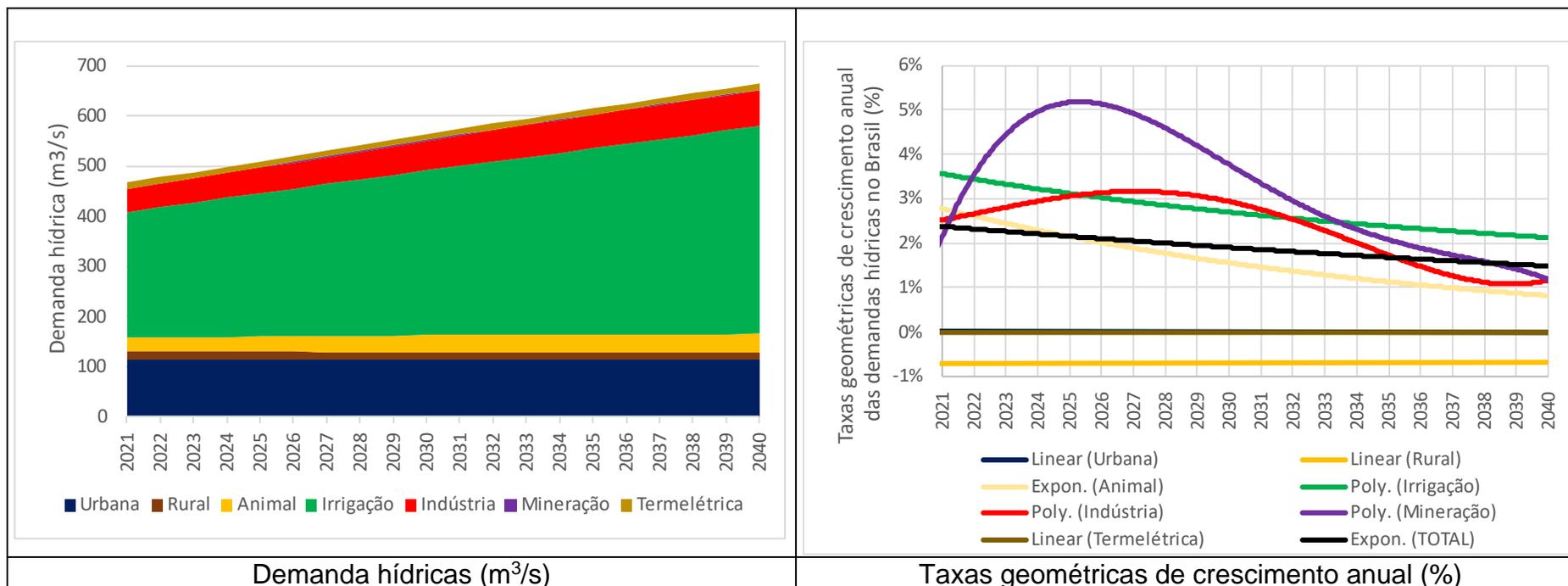


FIGURA 2.4 - PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2020 E 2040 NA REGIÃO NORDESTE

Fonte: Elaboração própria tendo por referência dados da ANA (2021)

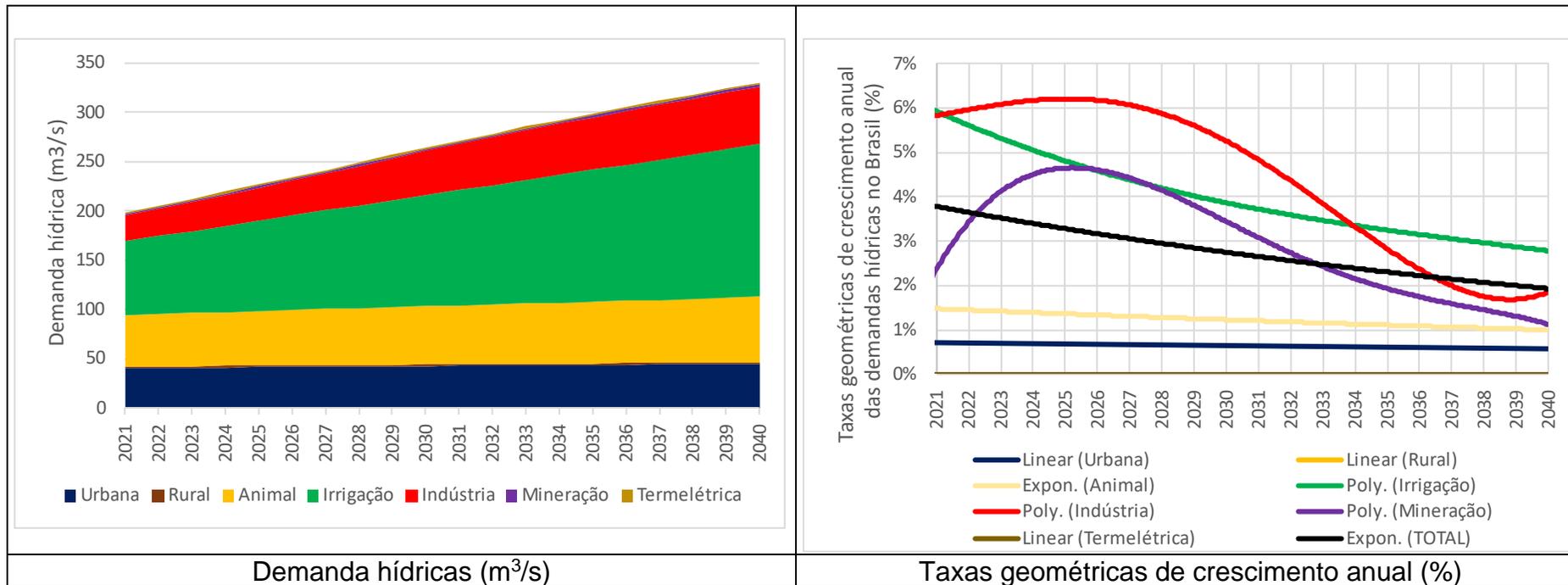


FIGURA 2.5 - PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2020 E 2040 NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Fonte: Elaboração própria tendo por referência dados da ANA (2021)

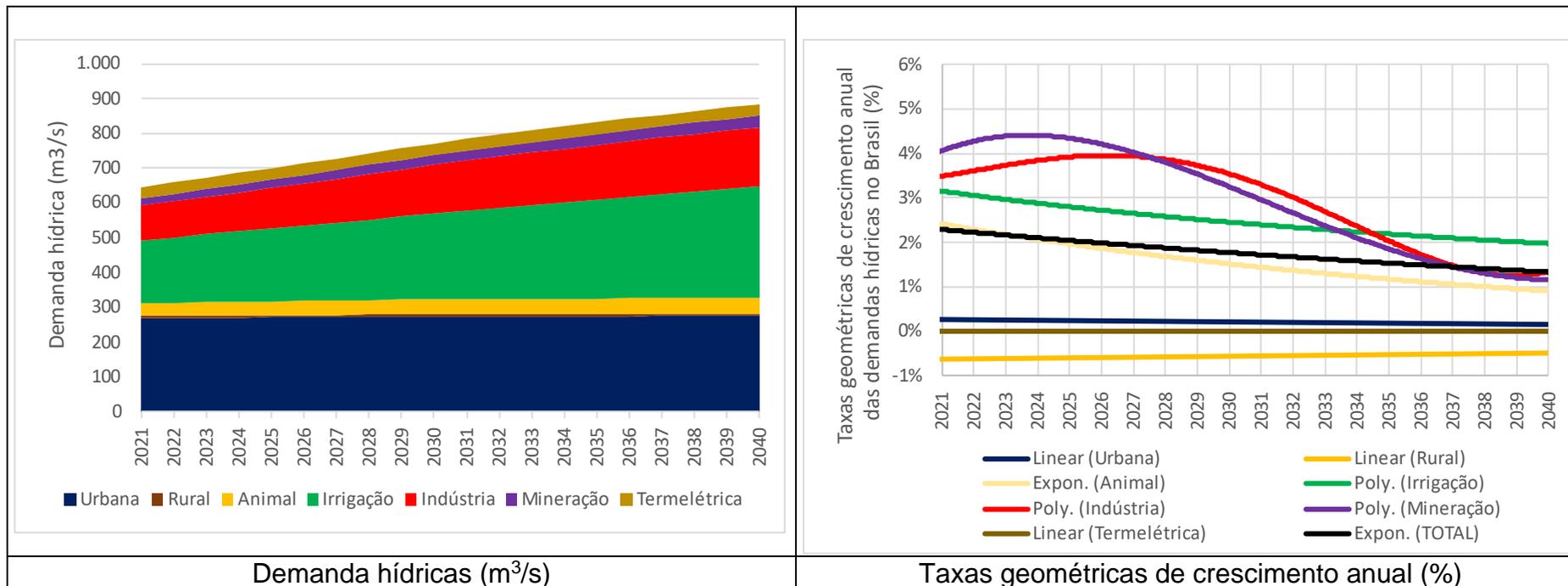


FIGURA 2.6 - PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2020 E 2040 NA REGIÃO SUDESTE

Fonte: Elaboração própria tendo por referência dados da ANA (2021)

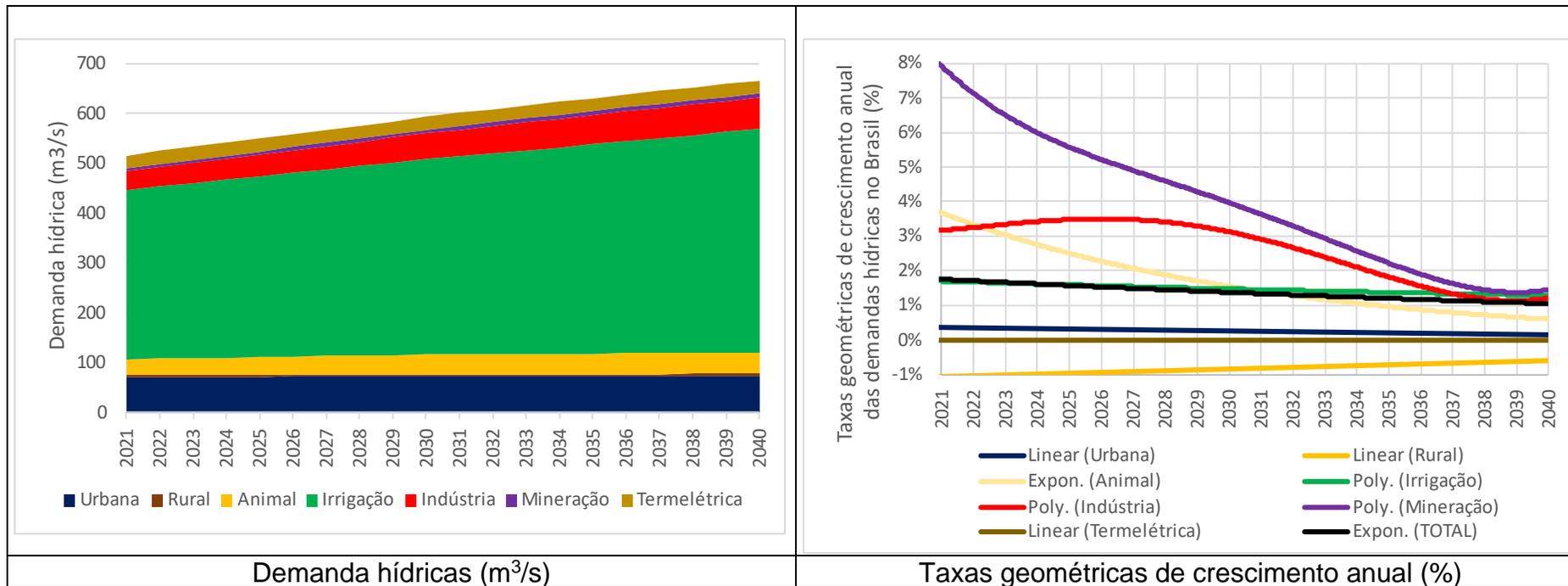


FIGURA 2.7 - PROJEÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2021 E 2040 NA REGIÃO SUL

Fonte: Elaboração própria tendo por referência dados da ANA (2021)

Em todo país verifica-se a preponderância das demandas hídricas para irrigação, seguida do abastecimento humano urbano e industrial. A demanda animal vem na sequência, sendo menos significativas as de abastecimento humano rural, da mineração, e das termelétricas.

As tendências mostradas nas taxas geométricas nesse Cenário Tendencial é de gradual desaceleração do crescimento da demanda para abastecimento humano urbano, de 0,49% em entre 2020 e 2021 a 0,20% entre 2039 e 2040. Foi considerada invariante a demanda hídrica termelétrica, e a da população rural apresenta tendência de decréscimo, devido a manutenção do êxodo rural, com taxas variando entre -0,48% entre 2020 e 2021 a -0,62% entre 2039 e 2040.

Como se alertou no Relatório do Produto 2, a adoção das taxas geométricas teve o sentido de uniformização e comparação entre as tendências das diferentes demandas. Geralmente as taxas geométricas são aplicadas a projeções populacionais, enquanto taxas aritméticas são adotadas especialmente para projeções das áreas irrigadas e correspondentes demandas hídricas.

No Quadro 2.2 são apresentadas para o Brasil e cada Região Política as maiores e menores demandas, e as tendências de suas evoluções ao longo do tempo, entre 2020 e 2040, tanto em termos das taxas geométricas, em percentual de aumento em relação ao ano anterior, quanto das taxas aritméticas, em vazões (m^3/s) de acréscimo em relação ao ano anterior.

No Brasil como um todo e nas demais regiões a maior demanda é para irrigação, com exceção na Região Sudeste, onde o abastecimento humano urbano prepondera.

QUADRO 2.2 – EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS CONSUNTIVAS ENTRE 2020 E 2040 NO CENÁRIO TENDENCIAL

DEMANDA	BRASIL	NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDENTE	SUL
Maior demanda	Irrigação	Irrigação	Irrigação	Irrigação	Urbana	Irrigação
Demandas menos significativas (<10% total) ordenadas da maior para a menor	Animal, termelétrica, rural e mineração	Mineração, rural e industrial; termelétrica a partir de 2032	Indústria, animal, rural, termelétrica e mineração; indústria supera 10% do total a partir de 2025	Termelétrica, rural e mineração	Animal, termelétrica, mineração e rural	Indústria, animal, termelétrica, rural e mineração
Ordem das demandas maior que 10% do total da maior para a menor	Irrigação, urbana e industrial	Irrigação, urbana, animal e termelétrica	Irrigação e urbana	Irrigação, animal, urbana, indústria; indústria supera urbana a partir de 2031	Urbana, irrigação e indústria; irrigação supera urbana em 2034	Irrigação e urbana
Tendência do abastecimento humano urbano	Crescimento atenuado	Crescimento intensificado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado
Entre 2020 e 2021 ¹	0,48%/2,64 m ³ /s	0,60%/0,29 m ³ /s	0,21%/0,24 m ³ /s	0,96%/0,38 m ³ /s	0,51%/1,36 m ³ /s	0,52%/0,37 m ³ /s
Entre 2039 e 2050 ¹	0,22%/1,23 m ³ /s	0,72%/0,38 m ³ /s	0,08%/0,10 m ³ /s	0,60%/0,27 m ³ /s	0,12%/0,33 m ³ /s	0,22%/0,16 m ³ /s
Tendência do abastecimento humano rural	Decréscimo intensificado	Crescimento atenuado, tendendo à estabilização	Decréscimo intensificado	Decréscimo intensificado	Decréscimo intensificado	Decréscimo atenuado
Entre 2020 e 2021 ¹	-0,48%/0,16 m ³ /s	0,44%/0,02 m ³ /s	-0,59%/-0,09 m ³ /s	-0,06%/0,001 m ³ /s	-0,76%/-0,05 m ³ /s	-0,94%/-0,04 m ³ /s
Entre 2039 e 2050 ¹	-0,53%/0,16 m ³ /s	0,02%/0,00 m ³ /s	-0,68%/-0,09 m ³ /s	-0,18%/0,003 m ³ /s	-0,87%/0,04 m ³ /s	-0,66%/-0,03 m ³ /s
Tendência da criação animal	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado
Entre 2020 e 2021 ¹	2,23%/3,99 m ³ /s	2,25%/0,77 m ³ /s	2,50%/0,68 m ³ /s	1,46%/0,75 m ³ /s	2,41%/0,95 m ³ /s	3,08%/0,94 m ³ /s
Entre 2039 e 2050 ¹	1,83%/2,48 m ³ /s	1,70%/0,89 m ³ /s	0,96%/0,36 m ³ /s	1,03%/0,67 m ³ /s	0,48%/0,22 m ³ /s	0,78%/0,33 m ³ /s
Tendência da irrigação	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado	Crescimento atenuado
Entre 2020 e 2021 ¹	3,16%/27,49 m ³ /s	3,31%/1,60 m ³ /s	3,56%/8,64 m ³ /s	5,94%/4,31 m ³ /s	4,34%/7,35 m ³ /s	1,70%/5,69 m ³ /s
Entre 2039 e 2050 ¹	1,97%/27,49 m ³ /s	1,88%/1,60 m ³ /s	2,18%/8,64 m ³ /s	2,78%/4,31 m ³ /s	3,35%/7,35 m ³ /s	1,29%/5,69 m ³ /s

DEMANDA	BRASIL	NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDENTE	SUL
Tendência industrial	Crescimento atenuado					
Entre 2020 e 2021 ¹	3,57%/7,47 m ³ /s	3,33%/0,17 m ³ /s	3,58%/1,15 m ³ /s	5,96%/1,48 m ³ /s	3,55%/3,45 m ³ /s	3,23%/1,21 m ³ /s
Entre 2039 e 2050 ¹	1,19%/4,37 m ³ /s	1,35%/0,11 m ³ /s	1,03%/0,73 m ³ /s	1,61%/0,93 m ³ /s	1,18%/1,94 m ³ /s	1,08%/0,47 m ³ /s
Tendência da mineração	Crescimento atenuado					
Entre 2020 e 2021 ¹	4,18%/1,57 m ³ /s	5,61%/0,56 m ³ /s	2,47%/0,02 m ³ /s	2,62%/0,03 m ³ /s	3,10%/0,63 m ³ /s	7,95%/0,33 m ³ /s
Entre 2039 e 2050 ¹	1,11%/0,74 m ³ /s	1,10%/0,22 m ³ /s	1,25%/0,02 m ³ /s	1,16%/0,03 m ³ /s	1,05%/0,35 m ³ /s	1,30%/0,11 m ³ /s
Tendência das termelétricas	Estabilização	Estabilização	Estabilização	Estabilização	Estabilização	Estabilização

¹Nota: São apresentados para as demandas hídricas a taxa geométrica de crescimento anual, ou seja, qual o percentual de aumento anual, e a taxa aritmética de crescimento anual, ou seja, quanto a cada ano aumenta a demanda em termos absolutos (m³/s) em suas variações entre 2020 e 2021 e entre 2039 e 2040.

Fonte: Elaboração própria tendo por base ANA (2021).

Todas as demandas hídricas consuntivas, com exceção do Abastecimento humano rural e das Termelétricas, apresentam tendências de atenuação do crescimento em diferentes níveis por região, com exceção da irrigação na Região Norte, cujo crescimento é intensificado. O Abastecimento humano rural apresenta decréscimo intensificado em todas as regiões, com exceções na Região Sul, que mostra crescimento atenuado, e na Região Norte, onde apresenta crescimento gradualmente reduzido, rumo à estabilização próximo a 2040.

A demanda hídrica que mais cresce em termos de vazão é a irrigação, com 27,49 m³/s anuais constantes em todo país, sendo maior o crescimento no Nordeste (8,64 m³/s a.a.) e no Sudeste (7,35 m³/s a.a.), sendo também expressiva no Sul (5,60 m³/s a.a.). A segunda demanda que mais cresce é a industrial com 7,47 m³/s entre 2020 e 2021 sendo gradualmente reduzida para 4,37 m³/s a.a. entre 2039 e 2040. O acréscimo da demanda industrial ocorre na Região Sudeste com 3,45 m³/s entre 2020 e 2021 e 1,94 m³/s entre 2039 e 2040.

Talvez com alguma surpresa, a terceira demanda é a animal, com 3,99 m³/s entre 2020 e 2021, enquanto o abastecimento humano urbano cresce no mesmo período 2,64 m³/s em todo país. Entre 2039 e 2040 os crescimentos são de 2,48 m³/s e 1,23 m³/s respectivamente para criação animal e urbana. Na Região Sudeste é onde a demanda de abastecimento humano urbana mais cresce; na criação de animais, no período 2020-2021 o crescimento é significativamente próximo em todas as regiões, entre 0,68 m³/s no Nordeste e 0,95 no Sudeste. Porém, entre 2039-2040 a crescimento da demanda no Sudeste se reduz para 0,22 m³/s e na Região Norte cresce para 0,89 m³/s.

Finalmente, a Figura 2.8 apresenta a evolução das demandas hídricas totais em cada Região Política entre 2020 e 2040, em termos de vazão (m³/s) e em percentuais das demandas hídricas totais. Destacam-se pelas maiores demandas as regiões Sudeste, Sul e Nordeste, nesta ordem. As Regiões Centro-Oeste e Norte tem as menores demandas hídricas. A evolução mostra estabilidade da participação de cada região na demanda total em cada ano. A Figura 2.9 mostra as demandas hídricas por

categoria em cada Região Política em 2020 e em 2040, evidenciando em cada cena a participação de cada tipo de uso consuntivo.

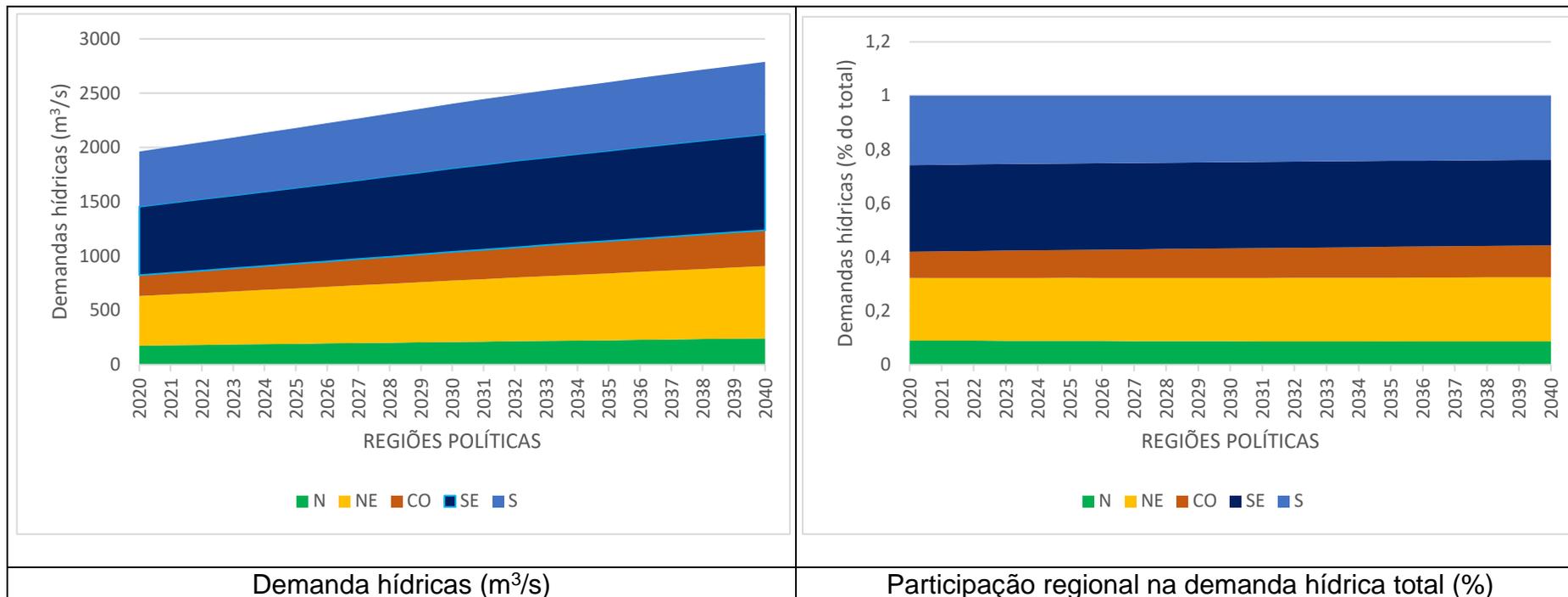


FIGURA 2.8 – EVOLUÇÃO DAS DEMANDAS HÍDRICAS TOTAIS POR REGIÃO POLÍTICA

Fonte: Elaboração própria, baseado em ANA (2021)

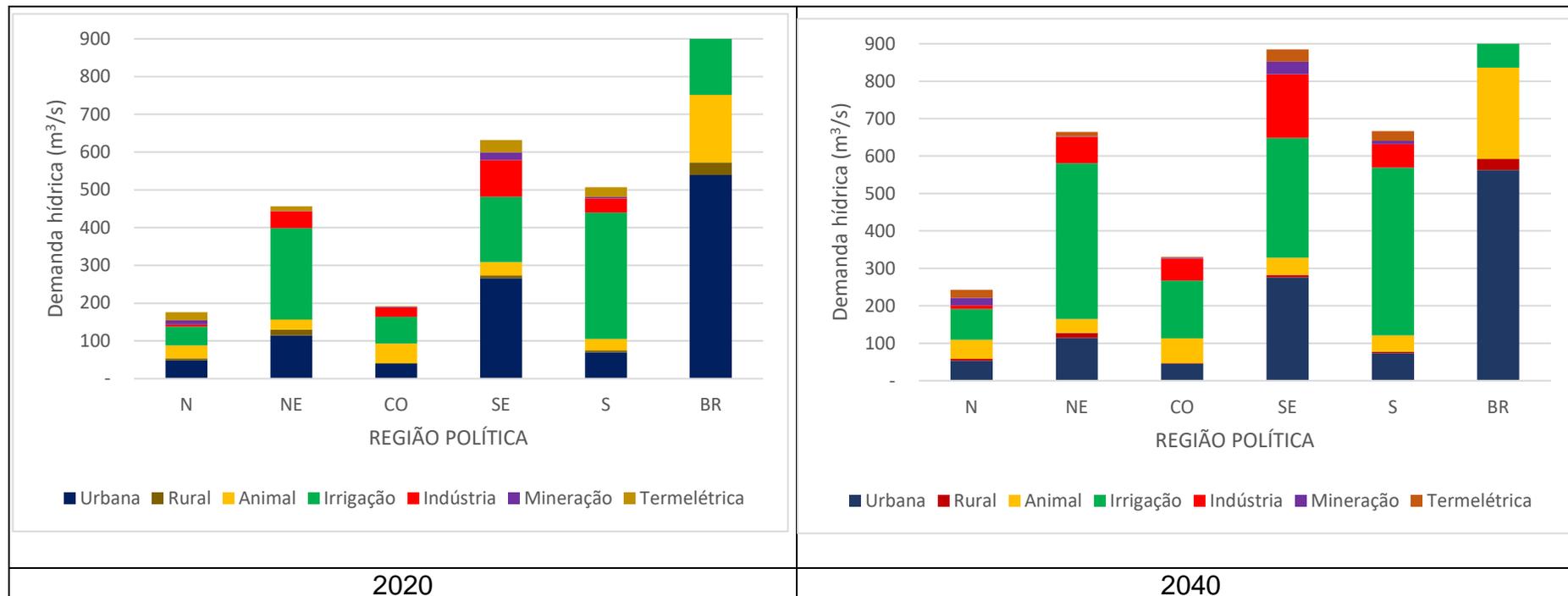


FIGURA 2.9 - DEMANDAS HÍDRICAS POR CATEGORIA E REGIÃO POLÍTICA EM 2020 E EM 2040

Fonte: Elaboração própria, baseado em ANA (2021)

2.3 AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS POR ESPECIALISTAS

Por solicitação dos contratantes foram realizadas entrevistas com especialistas buscando avaliar os cenários propostos no Produto 2, bem como obter tendências de peso e incertezas críticas que sejam relevantes, e discutir aspectos de interesse relacionados ao tema. Como subsídio, foi passado em extrato do relatório do produto 2, que descreve as tendências de peso, as incertezas críticas e os cenários propostos.

Foram oferecidas duas possibilidades de entrevista:

1. oral, em reuniões remotas, a profissionais especialmente selecionados;
2. por escrito, em um formulário enviado, profissionais que participaram da Oficina de Cenários, e os que, tendo sido convidados para entrevistas orais, optaram por questões de agenda a responder por escrito.

2.3.1 Entrevistas

Optaram por entrevistas orais 9 profissionais, cujo atuação profissional é revelada na Figura 2.10, considerando as opções de pesquisador e pesquisador, na maior parte dos casos vinculados a universidades públicas, consultor autônomo da área de recursos hídricos, profissional de órgão gestor estadual e diretor de agência multilateral, o Banco Mundial, nesse caso. As entrevistas foram úteis para promover ajustes e acréscimos ao relatório do Produto 2, que apresentou os cenários; também serão utilizados para orientar as narrativas e regionalização.

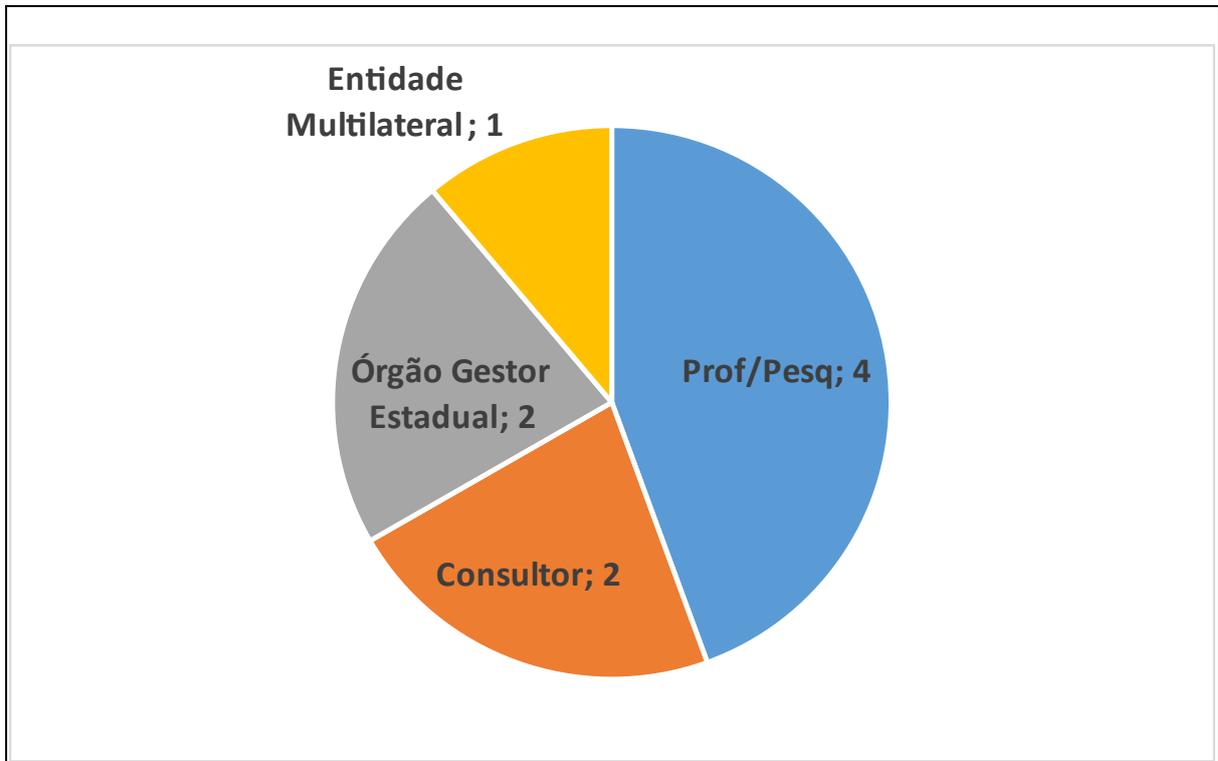


FIGURA 2.10 – PERFIL DOS ENTREVISTADOS

Fonte: Elaboração própria.

2.3.2 Formulários

Foram obtidas 11 contribuições por escrito ao formulário. A distribuição dos que responderam ao questionário entre categorias é ilustrada na Figura 2.11. A maioria, 5 respondentes, se identificaram como especialistas, 3 como representantes dos poderes públicos (sendo uma para cada nível: municipal, estadual e federal), 2 integrantes de organizações não governamentais e um se identificou como educador ambiental

Em que categoria gostaria de participar? (assinale uma única alternativa)

11 respostas

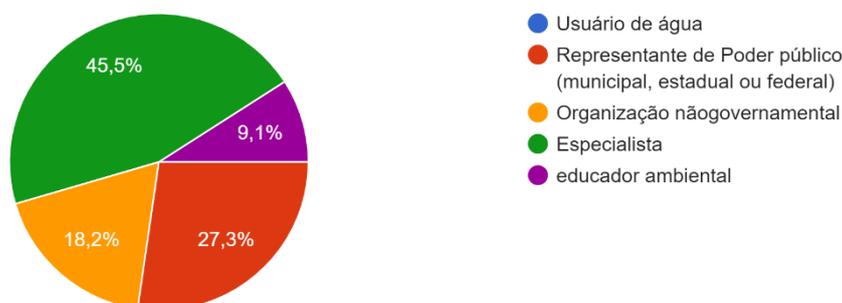


FIGURA 2.11 – DISTRIBUIÇÃO DOS RESPONDENTES ENTRE CATEGORIAS

As contribuições serão organizadas com referência a cada pergunta que foi encaminhada pelo formulário:

- a) **Pergunta:** Avaliação da pertinência ou adequação dos cenários propostos. Os cenários apresentados apresentam consistência e podem ser considerados como futuros plausíveis para o qual as estratégias do PNRH 2022-2040 devem ser elaboradas?

Sete dos 11 respondentes responderam positivamente, sendo que um sugeriu a inclusão de mudanças climáticas. Um respondeu negativamente, alegando que os cenários foram baseados em dados defasados, de 2016 a 2017, que em “estudos prospectivos recentes para 2035 e 2050, o Brasil está entre as 5 maiores economias mundiais”, com “muitas oportunidades e grande potencial de crescimento econômico”. Dois não responderam a pergunta de forma objetiva, sendo que um deles acrescentou a necessidade de se considerar nos cenários os riscos à democracia e a degradação ambiental, enquanto outro sugeriu alteração de nomes e narrativas, mas sem especificamente rejeitá-los. Finalmente, um respondente alegou que a pergunta estaria mal elaborada e que não a entendeu.

Quanto as demais perguntas, muitas respostas ratificaram as percepções que foram previamente incorporadas. Foram selecionadas apenas aquelas que acrescentaram novas perspectivas.

- b) **Pergunta:** Para cada cenário proposto como prospecta a evolução da situação brasileira relacionada às disponibilidades de água em quantidade e em qualidade para os usos setoriais? Se puder, realize esta prospecção para a região brasileira que melhor conheça.

Existe uma quase unanimidade com relação aos crescimentos das principais demandas hídricas setoriais: abastecimento humano e industrial, principalmente. Um respondente entende que pode haver redução no uso para irrigação, possivelmente devido a maior eficiência de manejo. No caso do uso para geração de energia elétrica há uma expectativa que possa se reduzir pela entrada de outras formas de geração, descentralizadas: solar, eólica etc. Um respondente sugeriu que o saneamento básico seja considerado nos cenários, devido a poluição hídrica que impede o uso de água.

- c) **Pergunta:** Quais as possíveis consequências que ocorrerão sobre a base de recursos hídricos em cada cenário proposto?

Embora alguns projetem um panorama mais sombrio, de desabastecimento das áreas urbanas, perdas agrícolas e redução da produção primária, outros entendem que será em parte possível contornar estes problemas pelo aumento de eficiência de uso e redução de perdas físicas nos sistemas de distribuição de água.

2.4 AVALIAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES

No total, foram obtidas 61 contribuições: 40 no formulário de regionalização, 10 entrevistas e 11 no formulário de avaliação dos cenários. Elas foram incorporadas, quando pertinentes, no relatório do Produto 2, e serão consideradas na elaboração deste Produto 3, que entre outras análises, propõe narrativas para os cenários e suas projeções regionais.

Um dos temas que foram mais observados foi sobre as mudanças e a variabilidade climática. Coincidiu que o relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC tenha sido apresentado em 7 de agosto de 2021, em pleno processo de análise e avaliação da pertinência dos cenários propostos. Sua clara indicação de que as mudanças climáticas estão ocorrendo, e que têm causas antrópicas, permitiu que fosse eliminada a cautela anterior com que o relatório foi elaborado. Nela, entendia-se que o uso e ocupação do solo, juntamente com hipotéticas mudanças climáticas, desencadearão alterações no regime hidrológico que afetarão os sistemas de uso, controle e proteção das águas. Porém, tanto os indícios observados, quanto as conclusões do IPCC indicam que as mudanças climáticas deixaram o estágio de hipótese e passaram a ser um fato concreto. Ainda existem incertezas sobre se o impacto no regime hidrológico e em outros sistemas econômicos ocorrerá de forma significativa no horizonte do PNRH 2022-2040, que em termos climáticos pode ser considerado curto prazo. Mas seus impactos no médio e longo prazos, na visão climática, determinam que sejam tomadas medidas para convivência e mitigação no curto prazo, na visão de recursos hídricos. Ou seja, já a partir dos próximos 5 anos.

3 NARRATIVA DOS CENÁRIOS

Esta narrativa buscará elucidar a natureza de cada cenário, bem como suas repercussões em vários temas que foram indicados no Termo de Referência. Por questões de organização estes temas não obedecerão a ordem com que foram indicados, mas a ordem mais adequada sob uma análise de causa-efeito.

3.1 PROSPECÇÃO DA EVOLUÇÃO AGREGADA DAS DEMANDAS HÍDRICAS TENDO POR REFERÊNCIA CENÁRIOS MACROECONÔMICOS NACIONAIS

Para subsídios aos cenários propostos para o PNRH 2022-2040 foram usadas as prospecções macroeconômicas para o Brasil elaboradas por SOUZA-JUNIOR (2021). Foram apresentados cenários macroeconômicos para o Brasil até 2030, considerando os efeitos pós-pandemia do Covid-19, na Introdução ao livro O Futuro do Brasil (GIAMBIAGGI, 2021). Considera-se a correlação entre crescimento do PIB, elaborado nesses cenários macroeconômicos, com a evolução dos usos de água, nos cenários do PNRH 2022-2040 até 2030. A partir de 2031 até 2040 serão usados os cenários macroeconômicos do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE (MME/EPE, 2018) até 2030, elaborados pela mesma equipe, e que foram superados devido à pandemia e às instabilidades político-econômicas dela decorrentes. A suposição é que a evolução dos agregados macroeconômicos a partir de 2031 serão idênticos aos prospectados até 2030 pelo PDE 2030. Cabe alertar que isto não significa a adoção da hipótese de que haverá um atraso de 10 anos na macroeconomia nacional. Apenas que as taxas prospectadas até 2030 pelo PDE 2030, e que foram rebaixadas nas novas prospecções do SOUZA-JUNIOR (2021), serão válidas para o período 2031-2040.

São três cenários prospectados, que serão a seguir resumidos por suas narrativas.

3.1.1 Cenário Macroeconômico Nacional Básico

Com poucas reformas estruturais pró-investimento esse cenário seria conservador, vale dizer tendencial, em relação à promoção da escolaridade, como no que se

refere ao avanço de reformas microeconômicas e da abertura da economia. Nele, embora se mantenha o equilíbrio macroeconômico com reformas fiscais e manutenção do tripé macroeconômico – câmbio flutuante, metas de inflação e metas fiscais –, o avanço das demais reformas seria modesto. Isso resultaria em retomada cíclica, seguida de convergência para uma taxa de crescimento de longo prazo menor, devido ao baixo estímulo à produtividade. Em síntese, esse seria um cenário em que, após o período de retomada cíclica de ocupação da capacidade ociosa pós-pandemia, o crescimento passaria a apresentar uma tendência de desaceleração.

3.1.2 Cenário Macroeconômico Nacional de Baixo Crescimento

Com estagnação da produtividade e baixa taxa de investimento, este cenário é mais pessimista que o básico quanto à produtividade, que fica estagnada em todo o período, e à taxa de investimento, que atinge apenas 17% do PIB no fim do período. As dinâmicas da escolaridade e, por conseguinte, da taxa de participação no mercado de trabalho são as mesmas do cenário básico. Apesar do baixo crescimento inercial devido ao baixo aumento da população economicamente ativa e à ausência de estímulos à elevação dos investimentos e da produtividade, não há nova crise recessiva, porque as reformas fiscais seriam suficientes para evitar uma dinâmica explosiva do endividamento público.

3.1.3 Cenário Macroeconômico Nacional de Alto Crescimento

A aprovação de profundas reformas estruturais nos primeiros anos da década de 2020, em conjunto com o aumento da escolaridade e do capital humano, gera ganhos mais expressivos de produtividade e estimulam mais fortemente os investimentos, especialmente em infraestrutura. Melhorias no aparato regulatório (inclusive o arcabouço legal), realização de concessões e a criação de uma carteira de projetos bem elaborados tem impactos diretos na atração de investimentos e indiretos sobre a produtividade – devido a melhor alocação de recursos e redução de gargalos logísticos.

De forma mais geral, melhoras do ambiente de negócios, racionalização do sistema tributário, abertura comercial (com simplificação e redução de tarifas e barreiras não tarifárias) e aperfeiçoamento dos mecanismos de suporte a investimentos em pesquisa e desenvolvimento, embora difíceis de viabilizar em prazo muito curto, surtem efeitos de médio prazo. Ainda assim, é possível prever que um ambiente positivo de melhorias céleres e intensas poderia ter impactos imediatos significativos sobre a produtividade.

Nesse cenário de alto crescimento, também se utilizam projeções mais otimistas para o aumento da escolaridade e, por consequência, da taxa de participação no mercado de trabalho – pessoas mais escolarizadas tendem a participar mais e por mais tempo do mercado de trabalho. O otimismo está relacionado às perspectivas para o ritmo de melhora do número de anos de escolaridade da população jovem, que entrará no mercado de trabalho no período.

3.1.4 Resumo dos cenários macroeconômico para o Brasil por seus agregados

Como referência para os cenários macroeconômicos brasileiros resume-se os agregados no Quadro 3.1.

QUADRO 3.1 – AGREGADOS MACROECONÔMICOS PARA OS CENÁRIOS BRASILEIROS PARA O PERÍODO 2021-2030.

Cenário	Período	Cenário de crescimento		
		Básico	Baixo	Alto
Δ PIB (% a.a.)	Médio:	2,1%	1,4%	2,6%
	2030:	1,5%	0,9%	2,7%
	\sum_{2020}^{2030} :	22,9%	15,0%	29,8%
Produtividade	Médio:	0,4%	0%	0,8%
	2030:	0,3%	0%	0,6%
	\sum_{2020}^{2030} :	4,1%	0%	8,0%
Taxa de investimento (% PIB)	Médio:	17,2%	16,3%	19,0%
	2030:	18,0%	17,8%	21,0%
Taxa de investimento em infraestrutura (% PIB)	Médio:	1,9%	1,6%	3,1%
	2030:	2,0%	1,7%	5,0%

Fonte: SOUZA-JUNIOR (2021)

Eles poderão ser adotados nas prospecções a serem realizadas, por meio do estabelecimento de equivalências com os cenários do PNRH 2022-2040.

3.2 ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO, DE EVOLUÇÃO DE ATIVIDADES PRODUTIVAS E DE MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE OCUPAÇÃO DO SOLO, BEM COMO DAS DEMANDAS SETORIAIS DE ÁGUA, FRENTE A CADA UM DOS CENÁRIOS PROPOSTOS

De forma sucinta e especulativa, como é a natureza da prospecção de cenários, serão realizadas algumas considerações a respeito das variáveis acima referenciadas.

3.2.1 Crescimento demográfico

Embora o bem-estar da população esteja correlacionado com as condições econômicas e socioambientais, entende-se que o crescimento demográfico é condicionado por outras influências, de natureza cultural e social, cujas alterações são mais vagarosas. As tendências de taxas de natalidade em redução e, da mesma forma, das taxas de mortalidade, no período pós-pandemia, igualmente reduzidas, levam aos baixos crescimentos vegetativos atuais que, em algumas décadas, estabilizarão a população. Isto não se alterará significativamente com os cenários, a não ser nos extremos da dimensão socioambiental - Vermelho/Cinza e Verde/Azul - em função de menor e maior amparo à população mais carente e, possivelmente atuando mais na redução das taxas de mortalidade do que na de natalidade.

Por outro lado, sabe-se que já nesse momento as alterações demográficas mais significativas decorrem das migrações e não do crescimento vegetativo. O fator imigração poderá também se tornar relevante, na medida em que o mundo passe por um desenvolvimento regionalmente desigual, e o Brasil consiga se inserir nos enclaves desenvolvidos, e promova o crescimento econômico, criando oportunidades de emprego e renda. Mas a imigração não parece ser um fator relevante face as migrações entre regiões.

Com relação a migrações, portanto, algumas prospecções podem ser realizadas considerando as racionalidades dos cenários:

Vermelho: neste cenário de estagnação existe tendência das migrações se dirigirem à região Sudeste em busca de oportunidade de emprego e renda, especialmente proveniente das regiões com menos PIB per capita, como o Nordeste; isto tem com consequência o aumento da população periférica das grandes metrópoles regionais – Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, e, também, de outras regiões metropolitanas, como Campinas e a Baixada Santista. O mesmo fenômeno pode ocorrer em direção à Brasília. Isto tende a agravar os problemas de abastecimento humano urbano destas e de outras cidades. Devido à baixa cautela com as questões ambientais se pode prospectar o aumento da população rural da Amazônia e do Centro-Oeste na busca de terras baratas, mesmo que existam restrições ambientais que não são estritamente observadas.

Cinza: a mesma tendência do cenário Vermelho relacionadas a migrações para o Sudeste e Brasília podem ser prospectadas; porém, como se trata de um cenário com desenvolvimento econômico tendencial e maior número de empregos e renda são gerados nas regiões de origem, ele será atenuado em relação ao anterior. Porém, a busca de terras baratas das regiões Norte e Centro-Oeste estimulará de forma mais intensa as migrações rurais que no cenário Vermelho, devido às melhores condições econômicas deste cenário e à insuficiente observância das normas ambientais.

Amarelo: neste cenário se espera a continuidade do processo de migração presente que já se acha incorporado às projeções populacionais e, portanto, não ocorrem alterações.

Verde: neste cenário de desenvolvimento econômico tendencial, em que parte relevante dos investimentos se dirige a melhorias das condições socioambientais, pode-se esperar a redução das migrações para a região Sudeste; devido à maior observância das normas ambientais o processo de migração rural para as regiões Norte e Centro-Oeste será reduzido. É possível que maiores investimentos na região Nordeste, como forma de produção da equidade social, inverta o fluxo de migração histórico, do Nordeste para as demais regiões brasileiras. Isto pode gerar problemas

na base já insuficiente de disponibilidades hídricas para suprimento às populações urbanas.

Azul: este cenário virtuoso de maior desenvolvimento econômico e socioambiental permite ocupar de forma racional os vazios populacionais brasileiros, tendo por estímulo programas governamentais de desenvolvimento. Os Sistemas Nacional e Estaduais de Gerenciamento de Recursos Hídricos devem procurar participar destes processos de planejamento do desenvolvimento, e, também, dos processos de planejamento setorial. Esta seria uma forma de inserir as questões de uso, controle e proteção das águas nas políticas de desenvolvimento e setoriais, articulando os interesses desde o processo de planejamento

3.2.2 Atividades produtivas

Para prospecção das evoluções das atividades produtivas nos cenários do PNRH 2022-2040 serão estabelecidas correlações entre as taxas de crescimento dos agregados macroeconômicos dos estudos de SOUZA-JUNIOR (2021) e do MME/EPE (2018). Nestas correlações busca-se inserir consistência macroeconômica para as projeções a serem realizadas para os cenários do PNRH 2022-2040.

Para efeitos de referência entre as prospecções apresenta-se a Figura 3.1, onde é proposta a correspondência entre as propostas. O cenário macroeconômico básico é associado a três cenários do PNRH 2022-2040, dependendo dos avanços socioambientais alcançados: o Cinza, onde ocorre uma regressão, o Amarelo, tendencial, e o Verde, no qual existem consideráveis avanços nesta agenda. O cenário macroeconômico de baixo crescimento está associado ao cenário Vermelho do PNRH 2022-2040, enquanto o cenário de alto crescimento ao cenário Azul.

Desta forma, julga-se haver coerência entre os cenários de baixo crescimento econômico com o cenário Vermelho e do cenário de alto crescimento econômico com o cenário Azul, e os agregados macroeconômicos podem ser compartilhados até 2030. Na projeção até 2040, propõe-se que as mesmas taxas alcançadas em 2030, sem os efeitos da retomada econômica pós-pandemia com ocupação da capacidade

ociosa, permaneçam para o cenário Vermelho, em função da dificuldade de se promover melhorias no ambiente interno e uma maior participação brasileira no ambiente externo.

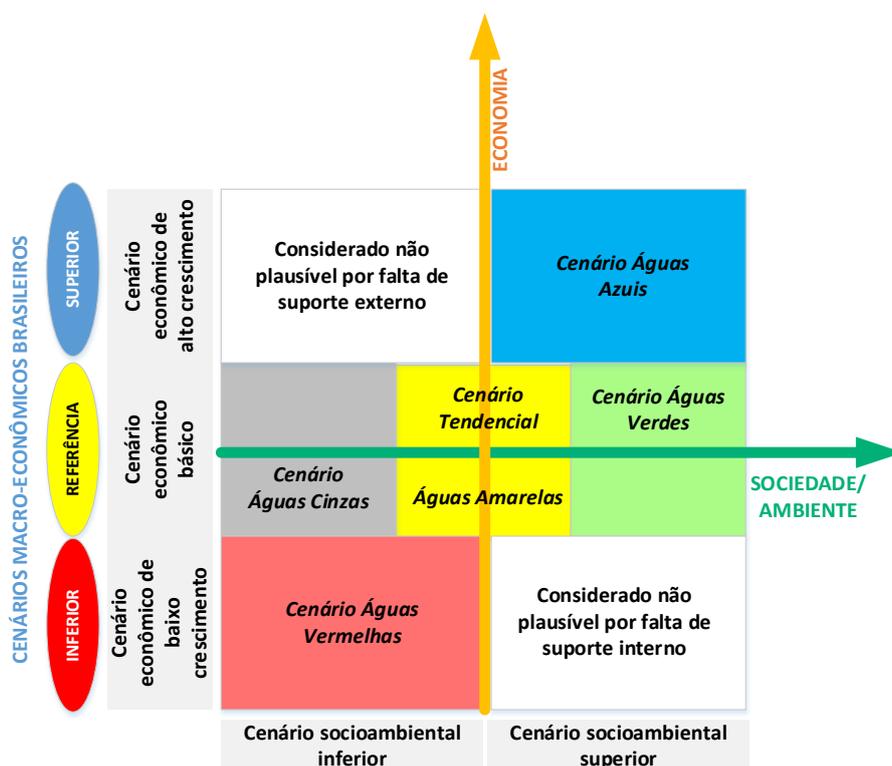


FIGURA 3.1 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE CENÁRIOS DO PNRH 2022-2040 COM OS CENÁRIOS MACROECONÔMICOS DE DIFERENTES FONTES

Fonte: Elaboração própria

No cenário Azul, mantém-se os agregados do cenário nacional de alto crescimento até 2030. Na projeção dos agregados de 2031 até 2040, pode-se supor que os avanços realizados na economia e na dimensão socioambiental começarão a apresentar resultados, permitindo que ocorram avanços na taxa de crescimento do PIB. Propõe-se que neste período seja possível o alcance das taxas médias anuais de crescimento propostas para o cenário Superior do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) até 2030 (MME, 2021), também analisado no relatório do Produto 2. Esta transferência entre os agregados do período 2021-2030 para 2031-2040 é justificada pelos impactos recentes da pandemia e da instabilidade político-econômica que deslocariam em 10 anos o alcance dos agregados projetados. Neste caso, prospecta-

se 4,1% a.a. para crescimento do PIB, 0,8% a.a. para crescimento da produtividade, e 22% da taxa de investimento em percentual do PIB.

Existe maior necessidade de especulação com relação aos três cenários centrais do PNRH 2022-2040: Cinza, Amarelo e Verde. Propõe-se que até 2030 não existam contrastes observáveis entre os cenários em termos dos agregados macroeconômicos, permanecendo idênticos ao cenário básico nacional; a partir de 2031 e até 2040 o direcionamento dos investimentos até 2030 mostrarão os resultados:

- a) Caso os investimentos tenham direcionamento com ênfase nos avanços socioambientais, com alcance do cenário Verde, o país terá uma melhor inserção no ambiente externo e maior estabilidade no ambiente interno; as restrições econômicas, porém, impedem alcance de agregados macroeconômicos melhores, equivalente aos do cenário Azul. Propõe-se que os agregados macroeconômicos entre 2031 e 2040 estejam vinculados aos do cenário de referência do PDE 2030: 2,9% a.a. para crescimento do PIB, 0,55% a.a. para crescimento da produtividade, e 19,35% da taxa de investimento em percentual do PIB.
- b) Caso os investimentos se mantenham tendenciais, sem avanços socioambientais e melhorias na inserção nacional no ambiente externo e manutenção da instabilidade interna, o cenário será o Amarelo, sendo os agregados macroeconômicos propostos para o cenário Básico em 2030 mantidos entre 2031 até 2040: 1,5% a.a. para crescimento do PIB, 0,3% a.a. para crescimento da produtividade, e 18% da taxa de investimento em percentual do PIB.
- c) Finalmente, se os investimentos deixam as demandas socioambientais em segundo plano, as dificuldades de inserção do país no ambiente externo e a instabilidade interna aumentam, tendendo o cenário para o Cinza. Propõe-se que os agregados macroeconômicos entre

2031 e 2040 sejam dados pelo valor médio entre os do cenário Vermelho e o do cenário Amarelo: 1,2% a.a. para crescimento do PIB, 0,15% a.a. para crescimento da produtividade, e 17,9% de taxa de investimento em percentual do PIB.

Os valores dos agregados são resumidos no Quadro 5.1. Seus usos para fins de projeção das demandas hídricas devem considerar algumas premissas:

- a) As evoluções dos agregados macroeconômicos não devem alterar substancialmente as projeções das demandas humanas de água, sejam elas urbanas ou rurais;
- b) Os maiores impactos ocorrerão sobre as atividades produtivas: demandas para irrigação, para criação animal, para a indústria e para a mineração;
- c) É possível se estabelecer correlações entre o crescimento do PIB e as demandas hídricas, de forma especulativa.

QUADRO 3.2 – AGREGADOS MACROECONÔMICOS PARA OS CENÁRIOS DO PNRH 2020-2040 PARA O PERÍODO 2021-2030.

Agregado macroeconômico	Período	Cenário				
		Vermelho	Cinza	Amarelo	Verde	Azul
Δ PIB (% a.a.)	2022- 2030	1,4%	2,1%	2,1%	2,1%	2,6%
	2031-2040	0,9%	1,2%	1,5%	2,9%	4,1%
Produtividade	2022-2030	0%	0,4%	0,4%	0,4%	0,8%
	2031-2040	0%	0,15%	0,3%	0,55%	0,8%
Taxa investimento (% PIB)	2022-2030	16,3%	17,2%	17,2%	17,2%	19,0%
	2031-2040	17,8%	17,9%	18,0%	19,35%	22,0%

Fonte: Elaboração própria.

3.2.3 Modificações dos padrões de ocupação do solo

Considerando a lógica de cada cenário, foram realizadas prospecções sobre as modificações dos padrões de ocupação do solo em cada Região Política brasileira. Uma abordagem geograficamente tão ampla não permite detalhes excessivos sobre o tipo de ocupação do solo. Porém, pode-se prospectar que a conjunção da variabilidade climática, com demanda de produtos agrícolas brasileiros - interna e externamente -, as questões relacionadas à estabilização da população brasileira, analisada

no item anterior, e as tendências relacionadas ao êxodo rural, levam a uma diversidade de alterações na ocupação do solo, especialmente no que se refere à agricultura irrigada, maior uso, com impactos nos regimes hidrológicos. Do Quadro 3.3 ao Quadro 3.7 são apresentadas as prospecções.

Nestas prospecções foram aproveitadas as projeções tendenciais realizadas pela ANA (2021) para os usos consuntivos de água, na forma de subsídios à atualização do Atlas de Abastecimento Humano das Águas, em elaboração. Estas projeções definiram, como já foi previamente considerado, o Cenário Tendencial a ser enfrentado pelo Sistema Nacional Gerenciamento de Recursos Hídricos, que foi denominado como Cenário Amarelo. As prospecções realizaram explorações no “território” que rodeia essa visão tendencial da ANA, dentro da abordagem incremental de elaboração de cenários, como identificada por VAN DER HEIJDEN (2009) e comentada no Relatório do Produto 1 deste estudo.

As tendências sugeridas podem ser usadas para orientar a projeção das demandas, embora estas projeções ainda requeiram análises mais detalhadas por bacia hidrográfica, em função da disponibilidade de água e de solo, tendo também como referência o Atlas de Irrigação (ANA, 2021a).

QUADRO 3.3 – PROJEÇÃO DAS MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO NORTE

REG	Meio	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
	Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
NORTE	Urbano	Mantém a tendência (cenário Amarelo);		Tendencial;	Aumento da ocupação devido à expansão promovida por atividades de bioeconomia, acima da tendencial (cenário Amarelo);	Aumento da ocupação devido à expansão promovida por atividades de bioeconomia, acima da do cenário Verde, devido à maior dinâmica econômica;
	Rural	Aumento da ocupação, em relação à tendência (cenário Amarelo), devido aos frágeis controles ambientais;	Entre os cenários Vermelho e o Amarelo, devido à melhor condição da economia em relação ao cenário Vermelho, mantendo-se a fragilidade dos controles ambientais;		Redução da ocupação em relação à tendencial, devido à imposição de controles ambientais e maior fiscalização com relação à ocupação do solo;	Redução da ocupação intermediária entre a tendencial e a do cenário Verde, devido a maior conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental; possível inserção da irrigação em áreas mais ao sul do Pará, obedecendo restrições ambientais.

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 3.4 – PROJEÇÃO DAS MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO NORDESTE

REG	Meio	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características		<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
NORDESTE	Urbano	Redução das taxas de crescimento da ocupação, em relação à tendência (cenário Amarelo), devido à má situação econômica estimular migrações para outras regiões;	Mesmo em relação ao Vermelho, embora de forma mais atenuada, devido à melhor situação econômica;	Tendencial;	Com a redução do êxodo rural, devido a consideráveis investimentos na dimensão socioambiental, ocorre a redução das taxas de expansão da população urbana, que previamente era destinada às periferias das cidades, proveniente do meio rural;	Aumento da ocupação, acima do cenário Verde, devido à maior dinâmica econômica do cenário, dinamizada pela cadeia produtiva da agroindústria, processando produção do meio rural;
	Rural	Idem acima, de forma mais intensa que no meio urbano, em relação à tendência (cenário Amarelo), devido ao forte êxodo rural, dirigido à outras regiões;	Mesmo em relação ao Vermelho, embora de forma mais atenuada, com alguma expansão da irrigação, onde houver possibilidade, devido à melhor situação econômica;		Aumento da ocupação, acima da tendência (cenário Amarelo), como consequência de investimentos na dimensão socioambiental visando a manutenção da população rural; aumento da área irrigada, gerando emprego e renda, atendendo a restrições ambientais;	Aumento da ocupação, acima do cenário Verde, devido à maior dinâmica econômica do cenário, que possibilita investimentos no meio rural, visando a promoção da dimensão socioambiental, com aumento da área irrigada acima do que ocorre no cenário Verde, devido à consolidação das políticas de proteção ambiental.

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 3.5 – PROJEÇÃO DAS MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO CENTRO-OESTE

REG	Meio	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
	Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
CENTRO-OESTE	Urbano	Aumento das taxas de crescimento da ocupação urbana, especialmente na região de influência de Brasília, em relação à tendência (cenário Amarelo), em grande parte por efeito do êxodo rural;	Mesmo em relação ao Vermelho, de forma mais acelerada, devido à maior dinâmica econômica;	Tendencial;	Aumento das taxas de crescimento da ocupação urbana, especialmente na região de influência de Brasília, acima do cenário Vermelho, devido à melhor situação da economia;	Aumento das taxas de crescimento da ocupação urbana, especialmente na região de influência de Brasília, acima do cenário Verde, devido à melhor situação da economia.
	Rural	Aumento da ocupação, em relação à tendência (cenário Amarelo), devido à insuficiência de controles ambientais; aumento da irrigação em áreas privadas com controles ambientais insuficientes;	Aumento da ocupação o solo para produção de commodities agrícolas para exportação, acima do cenário Vermelho; grande aumento da área irrigada, acima do cenário Amarelo, onde os controles ambientais são mais restritivos.		Aumento da ocupação o solo para produção de commodities agrícolas para exportação, acima do cenário Cinza, pela inserção de manejo conservacionista do solo, águas e florestas e a introdução da bioeconomia; a área irrigada, porém, é reduzida em relação à do cenário Amarelo, devido aos controles ambientais mais restritivos.	Aumento da ocupação o solo para produção de commodities agrícolas para exportação, acima do cenário Verde, pelos maiores investimentos na inserção de manejo conservacionista do solo, águas e florestas e a introdução da bioeconomia, propiciados pelas melhores condições econômicas; a área irrigada aumenta em bacias onde os impactos podem ser controlados, se aproximando, a do cenário Cinza.

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 3.6 – PROJEÇÃO DAS MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO SUDESTE

REG	Meio	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
	Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Evolução tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
SUDESTE	Urbano	Aumento das taxas de crescimento da ocupação urbana, em relação à tendência (cenário Amarelo), devido, entre outros fatores, à intensificação do êxodo rural, de outras regiões;	Mais intenso que no cenário Vermelho, por associar melhor situação econômica, atraindo migrantes de outras regiões;	Tendencial;	Igual à tendência (cenário Amarelo), em função de redução do êxodo rural e de migrações de outras regiões, como resultado de intensos investimentos na dimensão socioambiental;	
	Rural	Redução da ocupação rural devido ao êxodo para as zonas urbanas, na busca de emprego e renda; a redução da demanda externa por produtos agrícolas brasileiros, em função de barreiras ambientais, e os frequentes conflitos de uso de água, especialmente com a geração de energia e o abastecimento público, inibem investimentos em irrigação, apesar da variabilidade climática demandar maior segurança hídrica;	Aumento da população e da ocupação rural em relação à tendência, para produção de commodities agrícolas para exportação, recebendo migrantes de outras regiões sem maior potencial produtivo agrícola; melhor condição da economia permite aumento da área irrigada, acima do cenário Vermelho, mas abaixo do Amarelo, devido à persistência das barreiras ambientais externas à produtos brasileiros;		Aumento da população e da ocupação rural em relação ao cenário Cinza, para produção de commodities agrícolas para exportação, adotando práticas conservacionistas; aumento da área irrigada acima do cenário tendencial (Amarelo), mas abaixo do cenário Azul, devido às restrições ambientais, no horizonte do PNRH 2022-2040.	Aumento da população e da ocupação rural em relação ao cenário Verde, para produção de commodities agrícolas e produtos processados para exportação, adotando práticas conservacionistas com maior intensidade devido à melhor condição econômica; cenário com maior aumento da área irrigada, devido à conciliação entre o crescimento econômico e as contribuições socioambientais.

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 3.7 – PROJEÇÃO DAS MODIFICAÇÕES DOS PADRÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA REGIÃO SUL

REG	Meio	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
	Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
SUL	Urbano	Mantém a tendência (cenário Amarelo) de estabilização da população e da ocupação urbana;	Aumento da ocupação em relação à tendência (cenário Amarelo), devido à demanda para produção de commodities agrícolas para exportação, em que pese barreiras ambientais externas, devido às condições socioambientais precárias;	Tendencial;	Igual à tendência (cenário Amarelo)	
	Rural	Mantém a tendência de estabilização da população rural e da ocupação deste meio (cenário Amarelo);			Aumento da população e da ocupação rural em relação ao cenário Cinza, para produção de commodities agrícolas para exportação, adotando práticas conservacionistas, e aproveitando a demanda mundial por alimentos;	Aumento da população e da ocupação rural em relação ao cenário Verde, para produção de commodities agrícolas e produtos alimentícios processados para exportação, adotando práticas conservacionistas com maior intensidade, devido à melhor condição econômica.

Fonte: Elaboração própria.

3.2.4 Demandas setoriais de água

Entre os usos de água, existem alguns que por suas vazões demandadas merecem maiores atenções nas avaliações: a irrigação, consuntivo, e a geração de energia elétrica, não consuntivo. O abastecimento humano, urbano e rural, e a criação de animais, devido à sua maior prioridade legal, em épocas de escassez hídrica, de acordo com a Lei Federal no. 9.433/1997, também merecem a atenção. Usos industriais e para mineração, e, também, o uso não consuntivo para turismo, recreação e lazer devem ser considerado pelo potencial que adquirem de se tornarem relevantes em certas bacias hidrográficas.

Neste item será inicialmente realizada uma avaliação dos setores usuários de água visando a projeção de suas demandas, para então serem consideradas as regiões políticas brasileiras, e as consequências regionais da evolução destes usos setoriais de água.

3.2.4.1 Avaliação setorial

Os principais setores usuários de água serão considerados em termos de suas demandas consuntivas e não consuntivas.

3.2.4.1.1 Irrigação

O uso na irrigação, por demandar vazões significativas, é certamente um dos que apresentam esta característica. A ANA, em seu Atlas de Irrigação (2021a), fez projeções da área irrigada até 2040, e estimou a Área Adicional Irrigável em cada município.

Para projeção das áreas irrigadas a nova versão do Atlas Irrigação adotou as indicações do estudo Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil (MI, 2014), e suas atualizações ocorridas em 2019 e 2020. Nelas, foi estimada a Área Adicional Irrigável – AAI do País, utilizando como unidade territorial de análise microbacias (ottobacias). O cálculo da AAI foi semelhante ao utilizado no dimensionamento de projetos de irrigação e considerou: (i) a demanda hídrica das

culturas de referência (milho e feijão); (ii) o balanço quantitativo entre usos da água e disponibilidade hídrica superficial; (iii) e a área disponível para atividades agropecuárias. Para a definição de classes territoriais foram ainda analisados outros aspectos, incluindo a dinâmica fundiária, qualidade logística e importância ambiental.

Na atualização do Atlas Irrigação de 2021 foram adotadas bases de dados mais atualizadas, critérios técnicos mais refinados e simulações mais explícitas de balanço hídrico dos mananciais superficiais e subterrâneos do que foi realizado na primeira edição de 2017.

Para as estimativas apresentadas na segunda edição do Atlas Irrigação (ANA, 2021a) a metodologia partiu da consolidação de mapas de uso da terra, “sendo consideradas passíveis de irrigação apenas usos agropecuários consolidados, ou seja, sem considerar a abertura de novas áreas, mesmo que atendendo à legislação atual”. Foi alegado que esse pressuposto é justificado tanto pela sustentabilidade (não prever novas conversões de uso) quanto pela limitação da disponibilidade hídrica – os mananciais locais suportam, com sustentabilidade, a irrigação de apenas parte da área agropecuária atual de 248,6 milhões de hectares (Mha): 73,9 Mha de agricultura distribuído em classes de aptidão solo-relevo: 21,80 Mha adicionais irrigáveis com alta aptidão; 25,86 Mha com média aptidão; e 28,53 Mha com baixa aptidão. O Centro-Oeste destacou-se pela concentração de 43,1% das áreas adicionais irrigáveis com alta aptidão no Brasil (ANA, 2021a).

Foram consideradas duas categorias de expansão da área irrigada: 1) **intensificação**: irrigação com água superficial sobre áreas de agricultura de sequeiro; 2) **expansão**: conversão potencial de pastagens para agricultura irrigada. Foram também estimadas as áreas agropecuárias remanescentes (sequeiro + pastagens) que poderiam se expandir com uso de água subterrânea. Foi também estimado o potencial efetivo de expansão da irrigação, considerando:

1. as áreas com aptidão de solos alta ou média;
2. aptidão de relevo alta;

3. qualidade logística alta (existência de escoamento da produção e de energia elétrica);
4. exclusão de outras áreas de proteção ambiental;
5. e classes territoriais com maior potencial de expansão da irrigação, considerando tanto o potencial de expansão adicional quanto a agricultura irrigada já estabelecida e, portanto, a presença de infraestrutura, serviços de apoio, tecnologia e assistência técnica.

Esse potencial foi estimado em 11,12 Mha, concentrado no Centro-Sul do Brasil, explicitando de forma mais precisa as potencialidades de expansão no curto e médio prazo (ANA, 2021a).

Cabe destacar a consideração realizada no Atlas Irrigação (ANA 2021a) de que a área adicional “deve ser observado com cautela, sendo útil para o planejamento geral, zoneamentos e o monitoramento do setor. Particularidades locais, expansão da infraestrutura e obras de infraestrutura hídrica podem alterar a estimativa de área adicional irrigável, especialmente quando a oferta de água é aumentada por meio de transferências de outras bacias. Além disso, a modelagem territorial deve ser aprimorada, em especial quanto às ferramentas de balanço hídrico nos mananciais e quanto às informações de outros usos atuais e projetados da água”. Isto cabe especialmente para projetos de transposição de vazões entre bacias hidrográficas como o Projeto de Integração do rio São Francisco – PISF.

Do Quadro 3.8 ao Quadro 3.12 são apresentadas as áreas irrigadas por tipologia, e as áreas adicionais irrigadas nas Unidades Federadas e no total de cada Região Política. No Quadro 3.13 são resumidos os totais regionais e nacional.

A expansão da agricultura irrigada, como foi prospectado, depende dos cenários futuros que envolvem o comportamento de mercados mundiais e nacional, da capacidade do país investir na infraestrutura, sejam elas públicas, privadas ou mistas, dos usos de água concorrente, entre outros fatores.

QUADRO 3.8 – ESTIMATIVA DA ÁREA IRRIGADA E DA ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL NA REGIÃO NORTE

UF/ REGIÃO	Área Irrigada por Tipologia do Atlas Irrigação 2021 (hectares)									Área adicional irrigável - AAI (hectares)				
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	Pivôs Centrais - Total (considerando sobreposição com arroz, café e cana)	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada	Cana-de-Açúcar Fertirrigada	Área Total (Irrigada e Fertirrigada)	AAI com água superficial em agricultura de sequeiro	AAI com água superficial em pastagem	AAI com água subterrânea	AAI - Potencial Total	AAI - Potencial Efetivo
AM	-	-	-	-	-	7.106	7.106	-	7.106	6.888	1.419.720	7.080	1.433.687	-
PA	5.600	-	-	641	641	48.609	54.850	-	54.850	230.040	4.266.673	181.186	4.677.899	84.054
AP	-	-	-	-	-	5.357	5.357	-	5.357	25.878	69.702	3.776	99.356	-
RR	12.917	-	-	2.184	2.184	11.908	27.009	-	27.009	14.148	207.439	2.265	223.852	-
RO	-	43.238	-	533	533	27.067	70.838	-	70.838	158.572	2.239.966	98.818	2.497.356	226
AC	-	-	-	-	-	1.339	1.339	-	1.339	-	691.268	-	691.268	-
TO	109.163	-	17.775	10.862	14.107	17.605	155.404	-	155.404	361.482	1.247.675	54.197	1.663.354	209.895
N	127.680	43.238	17.775	14.220	17.465	118.990	321.903	-	321.903	797.008	10.142.443	347.322	11.286.772	294.175

Fonte: Elaboração própria baseada em ANA (2021a)

QUADRO 3.9 – ESTIMATIVA DA ÁREA IRRIGADA E DA ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL NA REGIÃO NORDESTE

UF/ REGIÃO	Área Irrigada por Tipologia do Atlas Irrigação 2021 (hectares)									Área adicional irrigável - AAI (hectares)				
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	Pivôs Centrais - Total (considerando sobreposição com arroz, café e cana)	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada	Cana-de-Açúcar Fertirrigada	Área Total (Irrigada e Fertirrigada)	AAI com água superficial em agricultura de sequeiro	AAI com água superficial em pastagem	AAI com água subterrânea	AAI - Potencial Total	AAI - Potencial Efetivo
MA	3.200	-	92.193	11.533	11.533	32.851	139.777	-	139.777	393.456	1.888.668	45.120	2.327.244	143.154
PI	4.700	-	20.444	2.234	2.234	23.215	50.593	-	50.593	97.215	51.950	26.948	176.113	18.630
CE	800	-	-	8.008	8.008	63.003	71.810	-	71.810	77.647	91.981	1.345	170.974	24.590
RN	900	-	12.647	2.158	3.013	31.312	47.017	-	47.017	31.585	12.979	1.941	46.505	3.341
PB	-	-	45.139	1.362	2.125	6.090	52.591	-	52.591	12.878	23.194	297	36.369	4.451
PE	500	-	72.207	560	560	82.592	155.858	-	155.858	31.546	63.448	334	95.327	9.201
AL	3.136	-	174.370	791	1.530	1.719	180.016	-	180.016	22.464	21.078	2.387	45.929	17.760
SE	7.089	-	33.363	205	398	17.415	58.072	-	58.072	9.176	15.987	459	25.622	969
BA	-	45.754	32.770	202.488	215.476	210.936	491.948	3.242	495.190	632.807	878.644	48.618	1.560.069	128.592
NE	20.325	45.754	483.133	229.339	244.877	469.132	1.247.683	3.242	1.250.925	1.308.775	3.047.929	127.448	4.484.152	350.689

Fonte: Elaboração própria baseada em ANA (2021a)

QUADRO 3.10 – ESTIMATIVA DA ÁREA IRRIGADA E DA ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL NA REGIÃO CENTRO-OESTE

UF/ RE- GIÃO	Área Irrigada por Tipologia do Atlas Irrigação 2021 (hectares)									Área adicional irrigável - AAI (hectares)				
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	Pivôs Centrais - Total (considerando sobreposição com arroz, café e cana)	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada	Cana-de-Açúcar Fertirrigada	Área Total (Irrigada e Fertirrigada)	AAI com água superficial em agricultura de sequeiro	AAI com água superficial em pastagem	AAI com água subterrânea	AAI - Potencial Total	AAI - Potencial Efetivo
MS	10.887	-	10.505	29.070	29.462	9.680	60.142	205.171	265.313	1.669.784	2.866.965	188.588	4.725.337	848.046
MT	6.400	1.025	4.363	125.328	125.449	83.292	220.408	72.539	292.947	5.241.426	4.540.914	579.359	10.361.699	3.934.457
GO	16.582	7.860	134.373	250.539	271.911	35.906	445.261	224.651	669.912	1.987.706	2.396.858	182.675	4.567.239	1.414.748
DF	-	293	-	14.843	14.981	18.222	33.358	-	33.358	30.182	19.459	3.004	52.646	29.808
CO	33.870	9.179	149.242	419.781	441.803	147.100	759.170	502.361	1.261.531	8.929.098	9.824.196	953.627	19.706.921	6.227.058

Fonte: Elaboração própria baseada em ANA (2021a)

QUADRO 3.11 – ESTIMATIVA DA ÁREA IRRIGADA E DA ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL NA REGIÃO SUDESTE

UF/ RE- GIÃO	Área Irrigada por Tipologia do Atlas Irrigação 2021 (hectares)									Área adicional irrigável - AAI (hectares)				
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	Pivôs Centrais - Total (considerando sobreposição com arroz, café e cana)	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada	Cana-de-Açúcar Fertirrigada	Área Total (Irrigada e Fertirrigada)	AAI com água superficial em agricultura de sequeiro	AAI com água superficial em pastagem	AAI com água subterrânea	AAI - Potencial Total	AAI - Potencial Efetivo
ES	-	207.741	1.477	12.832	14.856	24.101	246.152	14.461	260.613	328.636	39.648	20.234	388.518	88.069
MG	900	134.183	139.558	415.804	478.619	256.282	946.727	197.700	1.144.428	3.406.952	3.241.218	385.174	7.033.344	1.180.524
RJ	-	263	0	89	89	26.499	26.851	12.054	38.905	326.045	264.836	27.372	618.253	25.503
SP	7.100	8.782	2.168	211.074	216.524	204.142	433.267	1.985.031	2.418.298	4.088.447	569.824	239.236	4.897.507	1.299.216
SE	8.000	350.970	143.203	639.800	710.088	511.025	1.652.997	2.209.246	3.862.243	8.150.081	4.115.525	672.015	12.937.621	2.593.311

Fonte: Elaboração própria baseada em ANA (2021a)

QUADRO 3.12 – ESTIMATIVA DA ÁREA IRRIGADA E DA ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL NA REGIÃO SUL

UF/ RE- GIÃO	Área Irrigada por Tipologia do Atlas Irrigação 2021 (hectares)									Área adicional irrigável - AAI (hectares)				
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	Pivôs Centrais - Total (considerando sobreposição com arroz, café e cana)	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada	Cana-de-Açúcar Fertirrigada	Área Total (Irrigada e Fertirrigada)	AAI com água superficial em agricultura de sequeiro	AAI com água superficial em pastagem	AAI com água subterrânea	AAI - Potencial Total	AAI - Potencial Efetivo
PR	19.698	143	34	13.279	13.279	33.264	66.418	189.067	255.485	3.587.194	275.333	219.260	4.081.787	2.030.441
SC	149.619	-	-	594	594	34.293	184.506	-	184.506	1.214.932	222.980	68.760	1.506.673	366.243
RS	946.416	-	-	133.865	133.865	48.406	1.128.687	-	1.128.687	2.904.006	41.958	64.957	3.010.921	1.896.303
S	1.115.733	143	34	147.738	147.738	115.964	1.379.611	189.067	1.568.678	7.706.132	540.271	352.977	8.599.380	4.292.987

Fonte: Elaboração própria baseada em ANA (2021a)

QUADRO 3.13 – ESTIMATIVA DA ÁREA IRRIGADA E DA ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL NAS REGIÕES POLÍTICA E NO BRASIL

RE-GIÃO/ BRA-SIL	Área Irrigada por Tipologia do Atlas Irrigação 2021 (hectares)									Área adicional irrigável - AAI (hectares)				
	Arroz Inundado	Café	Cana-de-Açúcar Irrigada	Outras Culturas em Pivôs Centrais (exceto arroz, café e cana)	Pivôs Centrais - Total (considerando sobreposição com arroz, café e cana)	Outras culturas e sistemas	Área Total Irrigada	Cana-de-Açúcar Fertirrigada	Área Total (Irrigada e Fertirrigada)	AAI com água superficial em agricultura de sequeiro	AAI com água superficial em pastagem	AAI com água subterrânea	AAI - Potencial Total	AAI - Potencial Efetivo
N	127.680	43.238	17.775	14.220	17.465	118.990	321.903	-	321.903	797.008	10.142.443	347.322	11.286.772	294.175
NE	20.325	45.754	483.133	229.339	244.877	469.132	1.247.683	3.242	1.250.925	1.308.775	3.047.929	127.448	4.484.152	350.689
CO	33.870	9.179	149.242	419.781	441.803	147.100	759.170	502.361	1.261.531	8.929.098	9.824.196	953.627	19.706.921	6.227.058
SE	8.000	350.970	143.203	639.800	710.088	511.025	1.652.997	2.209.246	3.862.243	8.150.081	4.115.525	672.015	12.937.621	2.593.311
S	1.115.733	143	34	147.738	147.738	115.964	1.379.611	189.067	1.568.678	7.706.132	540.271	352.977	8.599.380	4.292.987
BR	1.304.007	449.283	747.290	1.445.111	1.556.205	1.345.784	5.291.476	2.903.915	8.195.391	26.694.367	26.726.030	2.430.829	55.851.225	13.686.645

Fonte: Elaboração própria baseada em ANA (2021a)

Cabe enfatizar o grande potencial efetivo de expansão nas Regiões Centro-Oeste (6,2 Mha), Sul (4,3 Mha) e Sudeste (2,6 Mha), enquanto nas Regiões Norte (0,30 Mha) e Nordeste (0,35 Mha) ele é mais modesto, totalizando 13,7 Mha. Isto, como comenta o Atlas, vale para o curto e médio prazos; no longo prazo, com a gradual implantação da irrigação, e disponibilização de infraestrutura, serviços de apoio, tecnologia e assistência técnica, o potencial de expansão é muito maior, chegando a 19,7 Mha na Região Centro-Oeste, 11,3 Mha na Região Norte, 12,9 Mha na Região Sudeste, 8,6 Mha na Região Sul e 4,5 Mha na Região Nordeste, totalizando quase 56 Mha de potencial de expansão..

3.2.4.1.2 Geração de energia elétrica

Outro uso de água estruturante é a geração de energia hidrelétrica, devido a representar 65,2% da matriz elétrica nacional, embora na matriz energética sua participação seja menor, com 12,6% (EPE, 2021), com dados de 2020. O conflito deste uso com os demais, especialmente navegação e lazer, todos usos consuntivos, é expressivo, especialmente em períodos de forte estiagem, como ocorreu em 2021. O fato de se manter água reservada para futuro uso na geração de energia afeta também os demais usos consuntivos que realizam captações a jusante dos reservatórios.

Existe significativa incerteza sobre a expansão deste uso, devido ao potencial hidráulico remanescente estar localizado principalmente na Região Centro-Oeste e Norte, e considerando as restrições aos reservatórios de hidrelétricas, devido aos impactos ambientais e sociais. A transição energética verde, que poderá ser acelerada nos cenários Verde a Azul deverá aumentar a demanda de energia elétrica e, embora o Hidrogênio entre como uma opção, possivelmente ele se tornará viável economicamente próximo ao horizonte do PNRH: 2040. Para uma pouco mais esclarecer sobre esta opção do hidrogênio é apresentado o Anexo 1 – A opção energética do hidrogênio.

3.2.4.1.3 Abastecimento humano, urbano e rural

O destaque do abastecimento humano, urbano e rural, deriva de sua maior prioridade legal, em épocas de escassez hídrica. Porém, as projeções demográficas indicam que o país deverá gradualmente reduzir as taxas de crescimento, tendendo à estabilização da população uma década além de 2040. Atualmente, o efeito migratório, em certas regiões de fronteira agrícola ou de maior desenvolvimento econômico, prepondera sobre o crescimento vegetativo da população. Portanto, cenários de expansão da economia deverão gerar maiores alterações populacionais urbanas, com fluxos das regiões menos desenvolvidas para as mais desenvolvidas. Cenários com menor desenvolvimento econômico tendem a movimentar a população rural para o meio urbano, no fenômeno do êxodo rural, ou para as regiões onde se encontra a fronteira agrícola, devido a terras mais baratas. O que se acelera quando os controles ambientais se mostram falhos, e a ocupação de terras tem uma componente especulativa e não de produção.

3.2.4.1.4 Indústria

Outro uso consuntivo, o industrial, tem apresentado uma participação decrescente na formação do PIB brasileiro. Trata-se de um fenômeno que ocorre em boa parte dos países desenvolvidos, que após vários anos de pico da participação industrial na formação do PIB, entraram na fase de regressão industrial, em direção aos serviços, conseguindo manter uma renda per capita crescente (IEDI, 2021). No Brasil, ao contrário, o pico da industrialização foi fugaz. Nos Estados Unidos, por exemplo, o pico da industrialização ocorreu entre 1947 e 1966, com 26,2% de participação no PIB, que se reduziu em 2008 a 12,3%. A industrialização tardia do Brasil, iniciada em 1950, alcançou em 1986 um percentual de 27,2% de participação industrial na formação do PIB, que rapidamente se reduziu a 13,8% em 1998. Ou seja, a mesma regressão industrial que os Estados Unidos levou 42 anos para ter, no Brasil ocorreu em apenas 12 anos (IEDI, 2021).

Outra diferença foi a forma de lidar com este fenômeno de desindustrialização. Enquanto os Estados Unidos e outras economias desenvolvidas iniciaram este processo com renda per capita alta, mantiveram em forte crescimento, o Brasil a iniciou com uma renda per capita média, e não foi tão bem-sucedido em elevá-la. Enquanto os Estados Unidos a multiplicou por 2,55, o Brasil, no mesmo período, a aumentou apenas 30%. Apesar de ambos os países terem alcançado em 2019 valores próximos na participação industrial na formação do PIB, 11,8% no Brasil e 10,9% nos Estados Unidos (IEDI, 2021), mas com grandes diferenças de renda per capita, de cerca de quatro vezes a favor do segundo.

Enquanto nos países desenvolvidos ocorreu uma mudança estrutural da economia em direção aos serviços, com uma renda per capita crescente, a mudança estrutural brasileira em direção aos serviços foi realizada para empregos de baixa especialização e produtividade, exercidos por profissionais com baixa remuneração. Desta forma, a economia ao reduzir sua principal força de crescimento, a indústria, não a substituiu por nenhum setor dinâmico, prendendo o país em uma trajetória de baixo crescimento. Embora existam setores modernos de informação e intensivos em conhecimento que pagam altos salários, sua participação é ínfima na economia nacional, diante da maioria de serviços pouco sofisticados e de baixos salários.

Diante deste quadro, não se deve esperar grandes aumentos da demanda hídrica para uso industrial. Dentre outros fatores, pois este setor responde mais positivamente que os demais aos preceitos de ESG, e tem avançado no uso eficiente de água como fator de produção. É possível, pois, que crescimentos da produção industrial, se houver, ocorram com taxas inferiores de demanda hídrica.

Alguns segmentos industriais podem ter maiores possibilidades de dinamização da economia, como a indústria de processamento de produtos agropecuários e minerais, que atualmente são exportados como commodities, promovendo agregação de valor. Também, existe uma expectativa relacionada bioeconomia e ao hidrogênio, especialmente o verde, mas que talvez esteja viabilizada apenas próximo ao horizonte

do PNRH, 2040. Devido a isto, não são esperadas alterações muito drásticas às tendências já projetadas, de acordo com o Cenário Amarelo.

3.2.4.1.5 Mineração

A mineração tem uma demanda hídrica pouco significativa e apenas nas Regiões Norte e Sul são previstos aumentos maiores que, ao serem considerados regionalmente, não parecem poder impactar significativamente os balanços hídricos, a não ser de forma localizada.

3.2.4.1.6 Turismo, recreação e lazer

O uso não consuntivo de água para turismo, recreação e lazer pode ser significativo nos melhores cenários, o Verde e o Azul, devido ao expressivo potencial brasileiro para o turismo de natureza. Nestes cenários, devido às considerações ambientais, não é provável que ocorram conflitos significativos com os demais usos, embora seja possível isto ocorrer com a geração de energia elétrica, enquanto for grande a dependência da matriz de energia elétrica com relação as hidrelétricas com reservatórios.

3.2.4.1.7 Transporte hidroviário

Este uso, também não consuntivo, demanda a permanência de profundidade mínima nos trechos navegáveis de rios e reservatórios, indisponibilizando a água, enquanto houver navegação. É um dos principais meios de transporte da Região Norte, e tem expressão, ou potencial de expansão, nas demais regiões. Apenas na Região Nordeste, a não ser em seus maiores rios navegáveis, o São Francisco e o Parnaíba, o potencial de navegação é pequeno, localizado ou inexistente.

Cabe considerar que este uso de água adquiriu menor relevância entre os demais usos, e os demais modais de transporte, devido a políticas viárias que historicamente têm privilegiado o modal rodoviário. Outro fator que prejudicou o desenvolvimento das hidrovias foi a política de industrialização brasileira, estimulada pela oferta de energia elétrica, e que promoveu grande número de barramentos que interrompeu

o livre fluxo de transporte nos rios. Algumas hidrovias superaram este problema com a implantação de eclusas para navegação, justificadas pelo transporte existente. Mas em outras, onde o modal ainda não havia sido desenvolvido, não houve esta previsão. Porém, outras hidrovias aproveitaram da regularização promovida pelos reservatórios das hidrelétricas a jusante, completando um quadro de diversidade de consequências do confronto entre as hidrelétricas e as hidrovias.

Também, a manutenção do calado, mesmo em hidrovias não afetadas por barramento, foi em alguns casos prejudicada pelo assoreamento dos rios, resultado da erosão do solo nas suas bacias hidrográficas contribuintes.

Enfim, a reconhecida economia de transporte deste modal tem sido pouco explorada no país, a não ser em situações que o facilitam, seja naturais, na forma de trechos navegáveis, e econômicas, existência de cargas para transporte, sem alternativas para escoamento, ou com alternativas de maior custo. Sendo uma alternativa de transporte que oferece vantagens devido a menores custos e, em certos casos, menores impactos ambientais que as alternativas existentes, é plausível considerar que nos cenários de maiores considerações com a dimensão socioambiental eles assumam prioridades que até hoje não tiveram.

3.2.4.2 Avaliação regional

As demandas setoriais de água são correlacionadas com a ocupação do solo ou, pelo menos, deve ocorrer alguma consistência entre a evolução de uma e outra variável. Considerando as premissas de cada cenário, que resultaram nos padrões de uso e de ocupação do solo, propõe-se as tendências de evolução das demandas setoriais de água dos principais usos consuntivos e não consuntivos.

As tendências de todos os cenários são referenciadas ao Cenário Amarelo, de natureza tendencial, cujas taxas de crescimento das demandas foram estimadas, em cada região, considerando as projeções da ANA (2021) para atualização do Atlas de Abastecimento Humano de Água, em elaboração, e apresentadas previamente no

Quadro 2.2. Os valores de crescimento das demandas neste cenário são apresentados em percentuais anuais em relação à demanda, e em incremento anual da vazão demandada, em m³/s, no início, 2021, e no final, 2040, do período de análise do PNRH 2022-2040.

3.2.4.2.1 Região Norte

O mapa da Figura 3.2 apresenta os graus de segurança hídrica informados pela ANA (2019) para esta região, tendo a referência de 2035. Em geral, existe água suficiente para todos os usos, o que resulta em segurança alta ou máxima, embora algumas áreas localizadas nos estados do Amapá, Pará, Roraima e Tocantins tenham segurança média. Nesta região existem problemas de segurança hídrica a não ser no entorno da região das minas de Carajás, município de Parauapebas no Pará, cuja sede tem mais de 220.000 habitantes conforme estimativa do IBGE para 2021. O Atlas de Abastecimento Humano de Água da ANA (2021) indicou com média vulnerabilidade ao abastecimento os municípios de Canaã do Carajás com cerca de 40.000 habitantes e Bannach, com quase 3.000 habitantes nas estimativas do IBGE para 2021. A principal atividade econômica é a mineração de ferro, com o processamento do minério em grande parte realizada a seco, sendo que em 2024 a meta é alcançar 100%². Existe também no entorno da área minerada e no Parque Nacional de Carajás, atividade agropecuária.

² Processamento a seco de minério de ferro. Fonte: http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/paginas/processamento-a-seco.aspx, acesso em outubro de 2021.

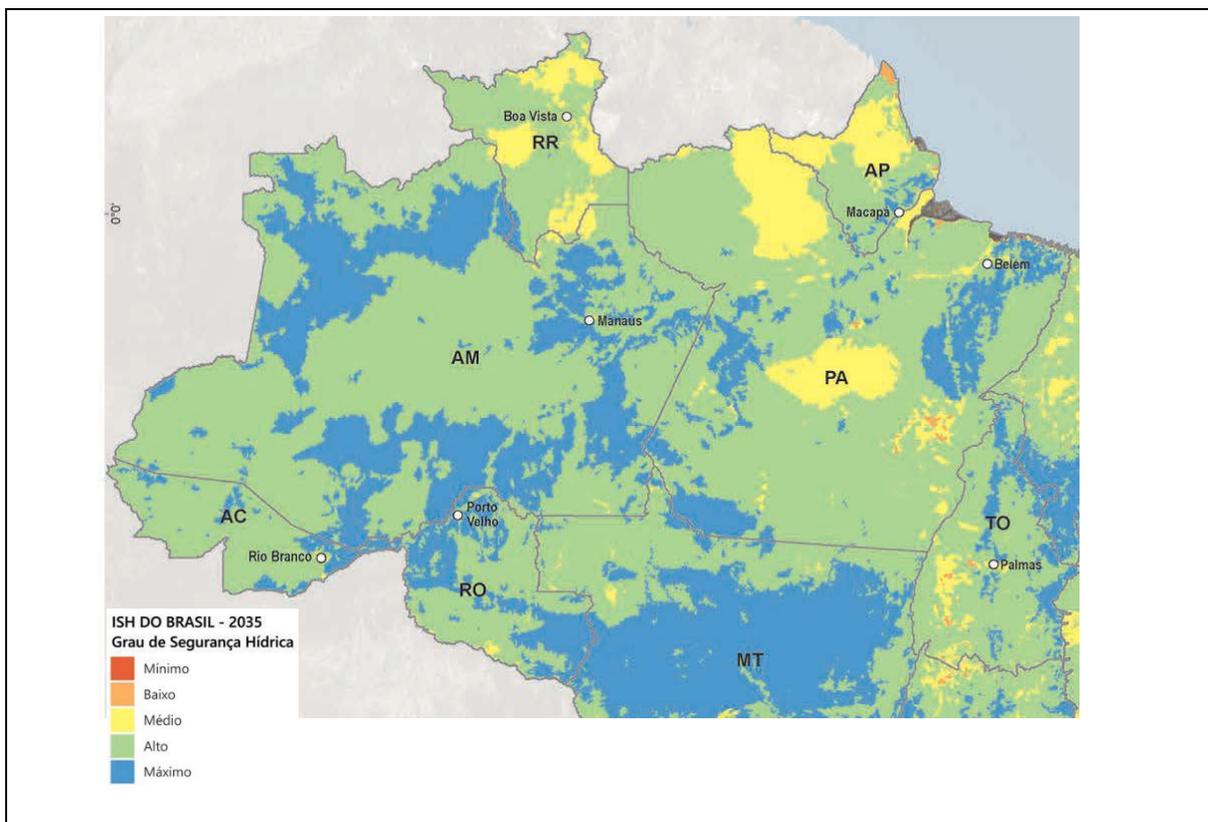


FIGURA 3.2 – SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO NORTE

Fonte: ANA (2019).

O problema de segurança hídrica para o abastecimento humano identificado decorre da ocupação desordenada das áreas urbanas e rurais, algo que poderá se agravar nos cenários menos desejáveis, devido à ocupação de terras. Nos melhores cenários isto poderá ocorrer, mas de forma mais ordenada, sem ocasionar problemas de suprimento hídrico. Deve ser considerado que a insegurança hídrica para abastecimento humano decorre não da escassez hídrica, mas da inseguranças dos mananciais mais próximos, como o rio Parauapebas, e da carência de investimentos em sistemas de abastecimento público, como poços e adutoras.

O Quadro 3.14 realiza prospecções sobre a evolução das demandas hídricas nos cenários que se organizam no entorno do tendencial, Amarelo.

No cenário Cinza pode-se prever o aumento da irrigação no estado do Pará e talvez em Roraima, onde já são detectadas regiões com problemas médios de segurança hídrica, possivelmente devido à irrigação de arroz, neste último caso.

Uma perspectiva que existe no cenário, e que conjuga crescimento econômico com baixos investimentos na dimensão socioambiental, o Cinza e o Amarelo (tendencial), e naquele que concilia as dimensões econômica e socioambiental, o Cenário Azul, é de aumento do uso de água para geração de energia. Embora seja um uso não consuntivo, ele tende a alterar o regime hidrológico, especialmente se as hidrelétricas forem acopladas a reservatórios de regularização de vazões. O problema mais grave destes empreendimentos ocorrem sob a ótica socioambiental, e não tanto dos recursos hídricos. Cabe ao SINGREH acompanhar as deliberações relacionadas aos empreendimentos pois, além das ameaças, podem surgir oportunidades de usos múltiplos da água armazenada, que eventualmente permitirão compensar os impactos socioambientais, e criar oportunidades para o desenvolvimento regional.

QUADRO 3.14 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORTE

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Abastecimento Público Urbano	Mantém tendência (cenário Amarelo)		Incremento de 0,60% (2021) a 0,72% (2040) ao ano e de 0,29 m ³ /s (2021) a 0,38 m ³ /s (2040) ao ano.	O aumento da população é compensado com a redução de perdas na distribuição, mantendo-se as demandas hídricas tendenciais (cenário Amarelo).	Aumento da população e da demanda hídrica, acima do cenário Verde.
Abastecimento Humano Rural	Aumento da demanda hídrica em relação à tendência (cenário Amarelo), acompanhando a população rural, em busca de terras baratas.	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário.	Incremento de 0,44% (2021) a 0,02% (2040) ao ano e de 0,02 m ³ /s (2021) e 0,00 m ³ /s (2040) ao ano.	Redução da demanda em relação à tendência (cenário Amarelo), acompanhando a redução da população rural, devido às restrições ambientais.	Redução intermediária entre a tendencial e a do cenário Verde, devido a maior conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental.
Criação De Animais			Incremento de 2,25% (2021) a 1,70% (2040) ao ano e de 0,77 m ³ /s (2021) a 0,89 m ³ /s (2040) ao ano.	Redução da demanda, acompanhando a tendência da redução dos rebanhos, devido às restrições ambientais.	

Continua...

QUADRO 3.8 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Irrigação	As barreiras ambientais importadas pelos países importadores de produtos agrícolas desestimulam a expansão das áreas irrigadas, fazendo-as menor que no cenário Tendencial (Amarelo)	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário, que permite o atendimento da demanda interna e de alguns países mais necessitados de grãos.	Incremento de 3,31% (2021) a 1,88% (2040) ao ano e de 1,60 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	As restrições ambientais limitam o aumento das áreas agrícolas; porém, aquelas já estabelecidas poderão optar em parte pela irrigação, em regiões onde ela possa trazer aumentos de produtividade, identificadas no Atlas de Irrigação (ANA, 2021); porém, a busca de maior eficiência de uso de água, imposta pelo cenário Verde, faz com que a expansão da demanda hídrica seja similar à do cenário Tendencial (Amarelo).	Expansão maior das demandas hídricas, com uso eficiente da água, mas aproveitando cenário com maior dinâmica econômica e como forma de atender a geração de emprego e renda deste cenário.
Indústria	Como no cenário Tendencial.		Incremento de 3,33% (2021) a 1,35% (2040) ao ano e de 0,17 m ³ /s (2021) a 0,11 m ³ /s (2040) ao ano.	Expansão da indústria que acompanha as tendências de investimento na bioeconomia, acima do cenário Tendencial (Amarelo)	Maior expansão industrial, acompanhando dinâmica econômica mais intensa deste cenário, tendo por base a bioeconomia e a boa imagem brasileira com relação aos produtos do bioma Amazônia, produzidos de forma sustentável.

Continua...

QUADRO 3.8 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Mineração	Retração em relação ao cenário Tendencial (Amarelo), devido às barreiras ambientais dos países importadores impostas como consequência da não consideração dos impactos ambientais.		Incremento de 5,61% (2021) a 1,10% (2040) ao ano e de 0,56 m ³ /s (2021) a 0,22 m ³ /s (2040) ao ano.	A expansão da mineração é dificultada pelas restrições ambientais, mas os empreendimentos que conseguem maior controle ambiental são implantados, embora com uma expansão da demanda hídrica reduzida, menor que no cenário Amarelo, devido à opção da mineração a seco, com menores impactos.	As restrições ambientais existem, mas são aplicadas de forma menos restritiva em função de fortes políticas ESG das mineradoras; as demandas hídricas são próximas às do cenário Tendencial (Amarelo), devido às medidas de conservação adotadas, como a mineração a seco.
Geração De Energia	Implantação de hidrelétricas com reservatórios de regularização altera o regime hidrológico de algumas bacias com maior potencial hidroenergético	Idêntico ao cenário Vermelho, porém com maior intensidade, devido a um cenário econômico mais dinâmico.	De acordo com os planos do setor elétrico brasileiro	Com maiores restrições ambientais é improvável que sejam implantadas hidrelétricas com reservatórios de regularização, podendo em certos casos serem licenciadas algumas a fio de água.	Um grande acordo nacional, com participação de entidades externas, autoriza a implantação de hidrelétricas com ou sem reservatórios de regularização, em bacias selecionadas quanto aos reduzidos impactos ambientais
Turismo, Lazer, Recrea-	Mantendo a tendência (cenário Amarelo)			Grande afluxo de turismo nacional e internacional, incentivado pela relevância do bioma Amazônia e pelas práticas de conservação e de bioeconomia adotadas nestes cenários	

Continua...

QUADRO 3.8 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Hidro-vias	Mantém a situação atual, sem maiores investimentos, devido à situação econômica desfavorável.			Aumento das hidrovias, devido a investimentos de manutenção e expansão assegurados pelas maiores considerações ambientais e conjugados com melhor situação econômica.	

Fonte: Elaboração própria.

3.2.4.2.2 Região Nordeste

O mapa da Figura 3.3 apresenta os graus de segurança hídrica informados pela ANA (2019) para esta região em 2035. Em contraste com a Região Norte, apenas pequenas áreas no oeste piauiense e baiano e no sul maranhense apresentam segurança máxima. A região central da Bahia e em praticamente todos os estados de Alagoas, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe existe grande ocorrência de graus mínimos e baixos de segurança. E no litoral maranhense, no entorno da capital, e piauiense.

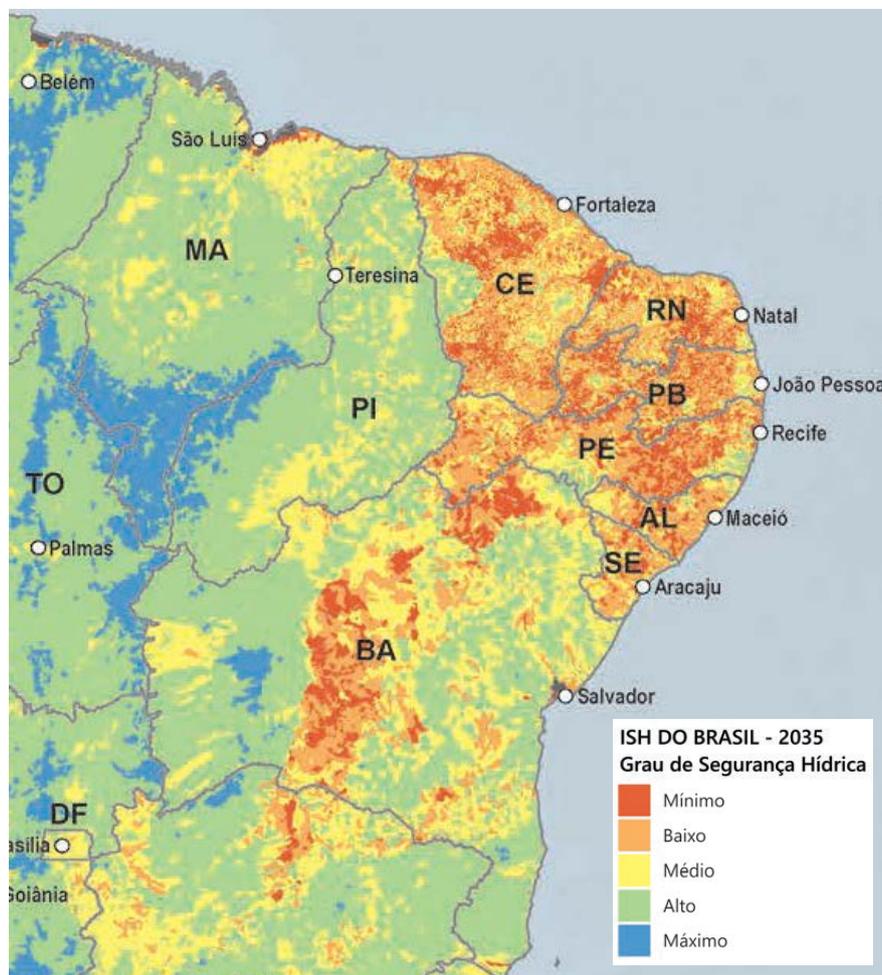


FIGURA 3.3 - SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO NORDESTE
 Fonte: ANA (2019).

Em todos os cenários não existem prospecções de aumentos significativos de demandas hídricas populacionais como sugere Quadro 3.15, que realiza prospecções sobre a evolução das demandas hídricas nos cenários que se organizam no entorno do tendencial, Amarelo. Isto pois nos piores cenários ou se mantém a tendência do Cenário Tendencial, que indica um aumento da população urbana decrescente, estabilizando no entorno de 2040, ou de redução da população rural. No melhor cenários existe tendência de aumento da população urbana e rural, acima das taxas tendenciais, mas não de forma expressiva.

O maior uso de água, a irrigação, poderá ocorrer nos cenários Cinza e Azul, devido à maior dinâmica econômica e, no primeiro, menores preocupações ambientais, enquanto no segundo, resultado de conciliações entre economia e meio ambiente, com uso eficiente e água. Isto poderá trazer impactos importantes nos usos múltiplos de água na região, com aumento de conflitos em rios de interesse energético, especialmente: São Francisco e Parnaíba, em especial. Especialmente o rio São Francisco tem sido considerado como fonte inesgotável de água, embora recentes eventos de seca demonstrem exatamente o contrário. Porém, vários projetos têm sido desenvolvidos, tanto em suas margens, quanto em regiões mais distantes, por meio de transporte por adutoras e canais, incluindo ou não transposição de bacias. Caso fossem contabilizadas as intenções de retirada de água de todas as iniciativas, existentes, projetadas ou cogitadas, é provável que não ocorra possibilidade de atendimento.

Por outro lado, tem sido propostas transposições da bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia para o São Francisco, como forma de aumentar suas disponibilidade hídrica. Trata-se de empreendimento de altos custos econômicos e ambientais, e como ocorre na transposição do rio São Francisco, alto custo de energia para promover os recalques demandados. Devido a estes custos, ao momento não ser adequado para o país avançar em empreendimentos que gerarão grandes reações negativas internas e externas por parte de grupos preocupados com a degradação ambiental, entende-se ser implausível que durante o horizonte do Plano Nacional, 2040, haja

plausibilidade de ser iniciada a sua implementação. Embora seja possível que ocorram demandas de estudos e de posicionamentos, para o que o SINGREH deve estar preparado, elaborando estudos prévios de viabilidade.

QUADRO 3.15 - PROJEÇÃO DAS VARIÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORDESTE

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Abastecimento Público Urbano	Mantém tendência (cenário Amarelo)		Incremento de 0,21% (2021) a 0,08% (2040) ao ano e de 0,24 m ³ /s (2021) a 0,10 m ³ /s (2040) ao ano.	O aumento da população é compensado com a redução de perdas na distribuição, mantendo-se as demandas hídras tendenciais	Aumento da população e da demanda hídrica, acima do cenário Verde.
Abastecimento Público Rural	Redução da demanda hídrica, devido ao êxodo rural;	Demanda hídrica entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário;	Incremento de -0,59% (2021) a -0,68% (2040) ao ano e de -0,09 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	Redução da demanda, acompanhando a tendência da população rural, devido às restrições ambientais.	Redução intermediária entre a tendencial e a do cenário Verde, devido a maior conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental.
Criação De Animais	Redução da demanda hídrica, devido aos menores rebanhos, ou a transição para rebanhos de menor porte;		Incremento de 2,50% (2021) a 0,96% (2040) ao ano e de 0,68 m ³ /s (2021) a 0,36 m ³ /s (2040) ao ano.		

Continua...

QUADRO 3.9 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORDESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Irrigação	As barreiras ambientais importadas pelos países importadores de produtos agrícolas desestimulam a expansão das áreas irrigadas, fazendo-as menor que no cenário Tendencial (Amarelo)	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário, que permite o atendimento da demanda interna e de alguns países mais necessitados de grãos.	Incremento de 3,56% (2021) a 2,18% (2040) ao ano e de 8,64 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	As restrições ambientais limitam o aumento das áreas agrícolas; porém, aquelas já estabelecidas poderão optar em parte pela irrigação, em regiões onde ela possa trazer aumentos de produtividade, identificadas no Atlas de Irrigação (ANA, 2021); porém, a busca de maior eficiência de uso de água, imposta pelo cenário Verde, faz com que a expansão da demanda hídrica seja similar à do cenário Tendencial (Amarelo).	Expansão maior das demandas hídricas, com uso eficiente da água, mas aproveitando cenário com maior dinâmica econômica e como forma de atender a geração de emprego e renda deste cenário.
Indústria	Como no cenário Tendencial.		Incremento de 3,58% (2021) a 1,03% (2040) ao ano e de 1,15 m ³ /s (2021) a 0,73 m ³ /s (2040) ao ano.	Expansão da indústria que acompanha as tendências de investimento na bioeconomia, acima do cenário Tendencial (Amarelo)	Maior expansão industrial, acompanhando a dinâmica econômica mais intensa deste cenário, tendo por base a bioeconomia e a boa imagem brasileira com relação aos produtos manufaturados de forma sustentável.

Continua...

QUADRO 3.9 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORDESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Mineração	Retração em relação ao cenário Tendencial (Amarelo), devido às barreiras ambientais dos países importadores impostas como consequência da não consideração dos impactos ambientais.		Incremento de 2,47% (2021) a 1,25% (2040) ao ano e de 0,02 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	A expansão da mineração é dificultada pelas restrições ambientais, mas os empreendimentos que conseguem maior controle ambiental são implantados, embora com uma expansão da demanda hídrica reduzida, menor que no cenário Amarelo, devido à opção da mineração a seco, com menores impactos.	As restrições ambientais existem, mas são aplicadas de forma menos restritiva em função de fortes políticas ESG das mineradoras; as demandas hídricas são próximas às do cenário Tendencial (Amarelo), devido às medidas de conservação adotadas, como a mineração a seco.
Geração De Energia	Implantação de hidrelétricas com reservatórios de regularização altera o regime hidrológico de algumas bacias com maior potencial hidroenergético	Idêntico ao cenário Vermelho, porém com maior intensidade, devido a um cenário econômico mais dinâmico.	De acordo com os planos do setor elétrico brasileiro	Com maiores restrições ambientais é improvável que sejam implantadas hidrelétricas com reservatórios de regularização, podendo em certos casos serem licenciadas algumas a fio de água.	Um grande acordo nacional, com participação de entidades externas, autoriza a implantação de hidrelétricas com ou sem reservatórios de regularização, em bacias selecionadas quanto aos reduzidos impactos ambientais (São Francisco, Paranaíba, p. ex.)
Turismo, Lazer, Recreação	Mantendo a tendência (cenário Amarelo)			Grande afluxo de turismo nacional e internacional, incentivado pelas práticas de conservação e de bioeconomia adotadas nestes cenários.	

Continua ...

QUADRO 3.9 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO NORDESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Hidroviás	Mantém a situação atual, sem maiores investimentos, devido à situação econômica desfavorável.			Aumento da manutenção das hidroviás existentes que por diferentes fatores foram desativadas, com investimentos assegurados pelas maiores considerações ambientais e conjugados com melhor situação econômica.	

Fonte: Elaboração própria..

3.2.4.2.3 Região Centro-Oeste

O mapa da Figura 3.4 apresenta os graus de segurança hídrica informados pela ANA (2019) para esta região em 2035. Existem regiões com problemas hídricos no bioma Cerrado, no eixo Brasília-Goiânia, devido ao crescimento populacional e disponibilidades hídricas insuficientes para atendê-las; e mais ao sul, na bacia do rio São Marcos, devido à irrigação. O mesmo ocorre no norte de Goiás, também devido à irrigação. No bioma Pantanal são encontradas bacias críticas quanto à segurança hídrica à sudoeste de Cuiabá e no sudoeste do Mato Grosso do Sul.

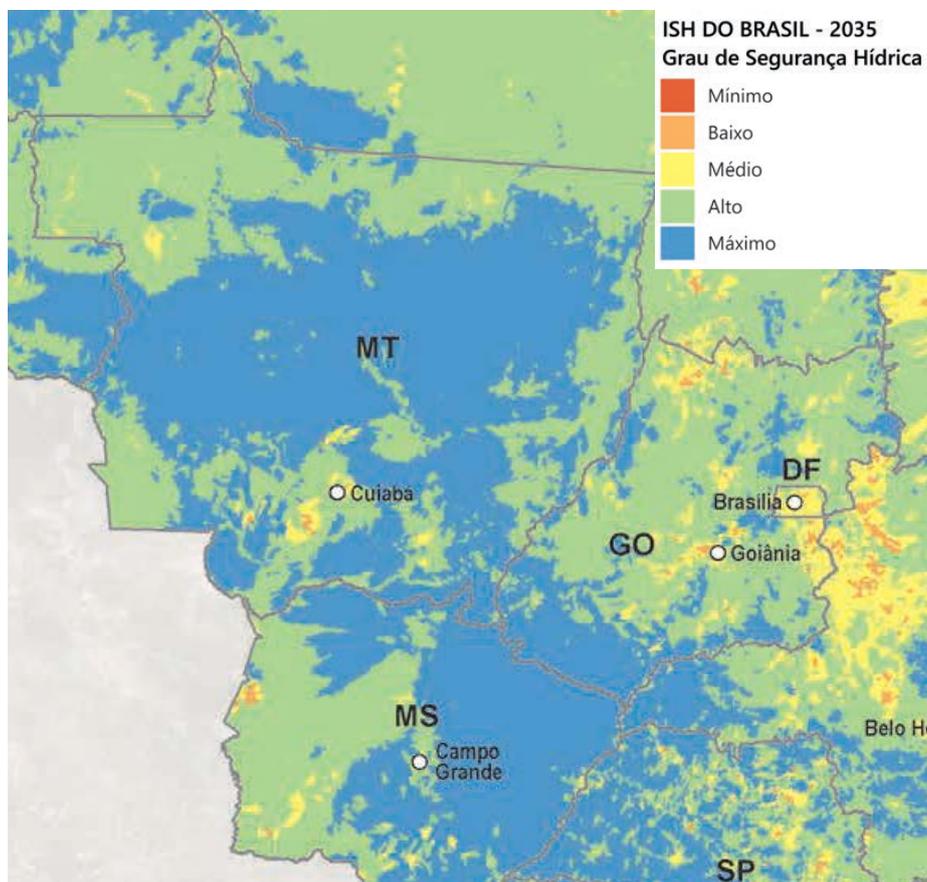


FIGURA 3.4 - SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO CENTRO-OESTE

Fonte: ANA (2019).

No bioma Cerrado esta região tem similaridades quanto às forças atuantes, relacionadas a expansão da fronteira agrícola, embora esta já tenha chegado mais ao norte.

O ver Quadro 3.16 realiza prospecções sobre a evolução das demandas hídricas nos cenários que se organizam no entorno do tendencial, Amarelo. Sugere-se que o processo de ocupação de terras acompanhe tendências análogas a da Região Norte, especialmente no Cerrado; nos piores cenários, existe um aumento da ocupação e da demanda hídrica da população rural e para a criação de animais, por parte de produtores buscando terras mais baratas. A demanda urbana de água projeta-se ser similar à tendencial, do Cenário Amarelo. Considerando-se que as taxas de incremento tendenciais são pequenas, estes acréscimos não deverão comprometer de forma significativa os balanços hídricos.

No caso da irrigação, o mesmo Quadro 3.16 propõe aumentos tendenciais significativos, com 6% ao ano inicialmente e reduzindo-se para 2,8% em 2040, com acréscimos de vazão da ordem de 4,31 m³/s constantes em todo período. Estes aumentos seriam acelerados no Cenário Azul. Isto deverá exigir aumentos significativos de demandas nas áreas mais propensas, de acordo com o Atlas de Irrigação (ANA, 2021a) podendo tornar críticas bacias hidrográficas onde a segurança hídrica é média ou pior.

A geração de energia elétrica deverá ser relevante no Cenário Cinza, uma vez que os controles ambientais oferece poucas restrições à implantação de reservatórios; no Cenário Azul pode-se esperar o mesmo em bacias hidrográficas que sejam selecionadas pelos seus poucos impactos ambientais, ou cujos impactos possam ser compensados em outras bacias regionais.

QUADRO 3.16 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Abastecimento Público Urbano	Mantém tendência (cenário Amarelo)		Incremento de 0,96% (2021) a 0,60% (2040) ao ano e de 0,38 m ³ /s (2021) a 0,27 m ³ /s (2040) ao ano.	O aumento da população é compensado com a redução de perdas na distribuição, mantendo-se as demandas hídras tendenciais	Aumento da população e da demanda hídrica, acima do cenário Verde.
Abastecimento Público Rural	Aumento da demanda hídrica, acompanhando a população rural, em busca de terras baratas.	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário.	Incremento de -0,06% (2021) a -0,18% (2040) ao ano e de 0,001 m ³ /s (2021) a 0,003 m ³ /s (2040) ao ano.	Redução da demanda, acompanhando a tendência da população rural, devido às restrições ambientais.	Redução intermediária entre a tendencial e a do cenário Verde, devido a maior conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental.
Criação De Animais	Aumento da demanda hídrica, acompanhando o aumento dos rebanhos, em busca de terras baratas.		Incremento de 1,46% (2021) a 1,03% (2040) ao ano e de 0,75 m ³ /s (2021) a 0,67 m ³ /s (2040) ao ano.		

Continua...

QUADRO 3.10 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO CENTRO-OESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Irrigação	As barreiras ambientais importadas pelos países importadores de produtos agrícolas desestimulam a expansão das áreas irrigadas, fazendo-as menor que no cenário Tendencial (Amarelo)	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário, que permite o atendimento da demanda interna e de alguns países mais necessitados de grãos.	Incremento de 5,94% (2021) a 2,78% (2040) ao ano e de 4,31 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	As restrições ambientais limitam o aumento das áreas agrícolas; porém, aquelas já estabelecidas poderão optar em parte pela irrigação, em regiões onde ela possa trazer aumentos de produtividade, identificadas no Atlas de Irrigação (ANA, 2021); porém, a busca de maior eficiência de uso de água, imposta pelo cenário Verde, faz com que a expansão da demanda hídrica seja similar à do cenário Tendencial (Amarelo).	Expansão maior das demandas hídricas, com uso eficiente da água, mas aproveitando cenário com maior dinâmica econômica e como forma de atender a geração de emprego e renda deste cenário.
Indústria	Como no cenário Tendencial.		Incremento de 5,96% (2021) a 1,61% (2040) ao ano e de 1,48 m ³ /s (2021) a 0,93 m ³ /s (2040) ao ano.	Expansão da indústria que acompanha as tendências de investimento na bioeconomia, acima do cenário Tendencial (Amarelo)	Maior expansão industrial, acompanhando a dinâmica econômica mais intensa deste cenário, tendo por base a bioeconomia e a boa imagem brasileira com relação aos produtos do bioma Cerrado e Pantanal, produzidos de forma sustentável.

Continua...

QUADRO 3.10 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO CENTRO-OESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Mineração	Retração em relação ao cenário Tendencial (Amarelo), devido às barreiras ambientais dos países importadores impostas como consequência da não consideração dos impactos ambientais.		Incremento de 2,62% (2021) a 1,16% (2040) ao ano e de 0,03 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	A expansão da mineração é dificultada pelas restrições ambientais, mas os empreendimentos que conseguem maior controle ambiental são implantados, embora com uma expansão da demanda hídrica reduzida, menor que no cenário Amarelo, devido à opção da mineração a seco, com menores impactos.	As restrições ambientais existem, mas são aplicadas de forma menos restritiva em função de fortes políticas ESG das mineradoras; as demandas hídricas são próximas às do cenário Tendencial (Amarelo), devido às medidas de conservação adotadas, como a mineração a seco.
Geração De Energia	Implantação de hidrelétricas com reservatórios de regularização altera o regime hidrológico de algumas bacias com maior potencial hidroenergético	Idêntico ao cenário Vermelho, porém com maior intensidade, devido a um cenário econômico mais dinâmico.	De acordo com os planos do setor elétrico brasileiro	Com maiores restrições ambientais é improvável que sejam implantadas hidrelétricas com reservatórios de regularização, podendo em certos casos serem licenciadas algumas a fio de água.	Um grande acordo nacional, com participação de entidades externas, autoriza a implantação de hidrelétricas com ou sem reservatórios de regularização, em bacias selecionadas quanto aos reduzidos impactos ambientais
Turismo, Lazer, Recrea-	Mantendo a tendência (cenário Amarelo)			Grande afluxo de turismo nacional e internacional, incentivado pelas práticas de conservação e de bioeconomia adotadas nestes cenários	

Continua ...

QUADRO 3.10 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO CENTRO-OESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Hidro-vias	Mantém a situação atual, sem maiores investimentos, devido à situação econômica desfavorável.			Aumento das hidrovias, devido a investimentos em manutenção e expansão assegurados pelas maiores considerações ambientais e conjugados com melhor situação econômica.	

Fonte: Elaboração própria..

3.2.4.2.4 Região Sudeste

O mapa da Figura 3.5 apresenta os graus de segurança hídrica informados pela ANA (2019) para esta região em 2035. No oeste de São Paulo e na região centro-sul de Minas Gerais existem áreas com segurança máxima. Porém, no norte e noroeste mineiro, no norte capixaba, e no entorno das regiões metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e de São Paulo a segurança é baixa ou mínima.

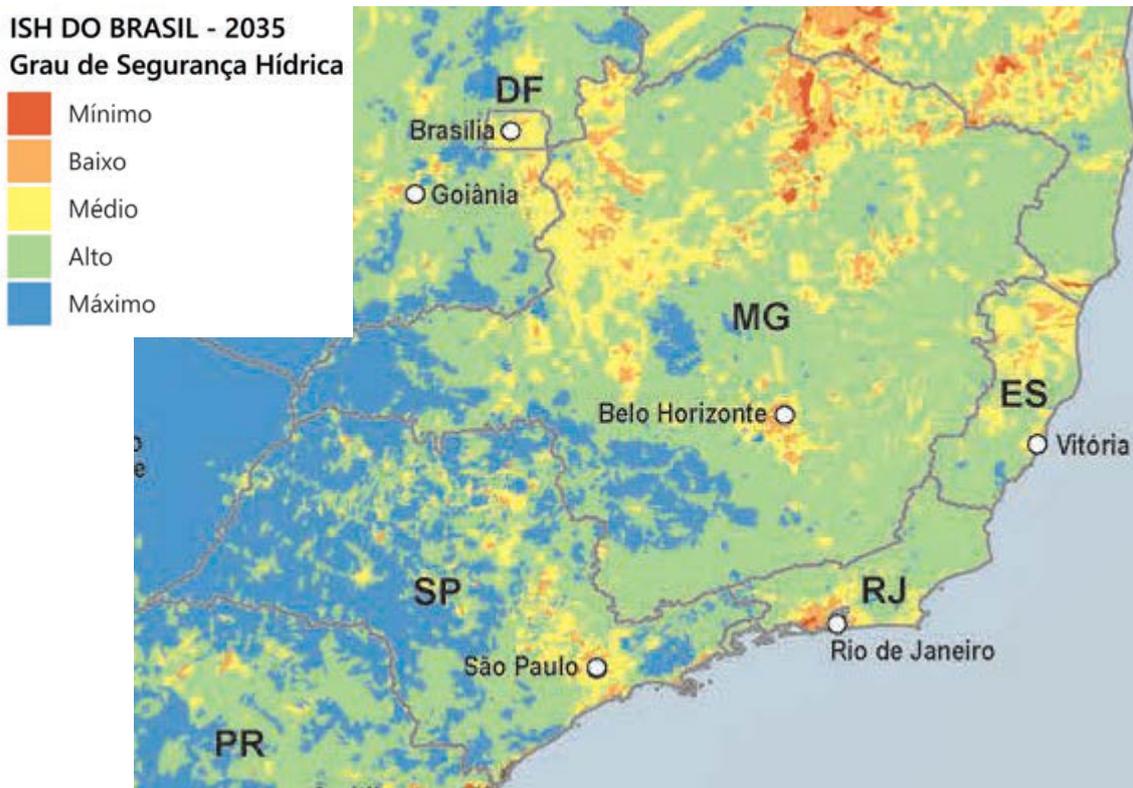


FIGURA 3.5 - SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO SUDESTE

Fonte: ANA (2019).

Esta região apresenta grandes áreas onde a segurança hídrica é baixa ou mínima em todos os seus estados. Devido à baixa disponibilidade hídrica isto ocorre no norte do Espírito Santo e no centro-norte e noroeste de Minas Gerais. Uma conjugação de alta demanda hídrica com baixas disponibilidades ocorre nas Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte, do Rio de Janeiro e de São Paulo.

O Quadro 3.17 realiza prospecções sobre a evolução das demandas hídricas nos cenários que se organizam no entorno do tendencial, Amarelo. Embora o incremento populacional tenda a desacelerar, com 0,51% em 2021 e 0,12% em 2040, incrementos expressivos de vazões são previstos nas urbanas da região, de 1,36 m³/s ao ano em 2021, reduzindo-se para 0,33 m³/s ao ano em 2040. Em todos os cenários se prevê a redução da demanda hídrica humana no meio rural em relação à tendência.

A irrigação, tendencialmente (Cenário Amarelo), apresenta aumentos anuais de 7,35 m³/s na região, o que pode acarretar aumentos de criticidade de bacias hidrográficas com maiores aptidões a esta atividade, de acordo com as identificações do Atlas de Irrigação (ANA, 2021b). Em todos os cenários, porém, e por diferentes razões, projeta-se a redução da demanda de irrigação (ver Quadro 3.17). No Cenário Azul, porém, entende-se que poderão ocorrer incrementos de demanda, mesmo que a eficiência hídrica seja aumentada e seja possível investir na infraestrutura de oferta de água. Porém, deve-se adotar cautelas para que este incremento de demanda seja realizado fora das bacias de onde são captadas as águas para abastecimento das regiões metropolitanas, restringindo o agravamento da situação que já se apresenta crítica.

Não ocorrerão significativos acréscimos do uso de água nas hidrelétricas regionais, pois o potencial hidráulico já foi praticamente utilizado. Porém, os conflitos de uso de água atuais, nas bacias do rio Tietê e no Lago de Furnas, entre outros possíveis, deverão perdurar durante as estiagens mais significativas, enquanto não for implantada alternativa para a redução do risco de crises de energia elétrica. Isto poderá impactar as atividades de turismo, navegação e as atividades que dependam de captações de água a jusante das hidrelétricas.

QUADRO 3.17 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUDESTE

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Abastecimento Público Urbano	Mantém tendência (cenário Amarelo)		Incremento de 0,51% (2021) a 0,12% (2040) ao ano e de 1,36 m ³ /s (2021) a 0,33 m ³ /s (2040) ao ano.	O aumento da população é compensado com a redução de perdas na distribuição, mantendo-se as demandas hídricas tendenciais	Aumento da população e da demanda hídrica, acima do cenário Verde.
Abastecimento Público Rural	Redução da demanda, mais lentamente que no cenário Amarelo, devido ao decréscimo do êxodo rural por falta de oportunidades no meio urbano.	Redução da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário.	Incremento de -0,76% (2021) a -0,87% (2040) ao ano e de -0,05 m ³ /s (2021) a 0,04 m ³ /s (2040) ao ano.	Redução da demanda, acompanhando a tendência da população rural, devido às restrições ambientais.	Redução intermediária entre a tendencial e a do cenário Verde, devido a maior conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental.
Criação De Animais	Redução da demanda hídrica, acompanhando o decréscimo dos rebanhos, devido à dinâmica econômica menor e a dificuldades de exportação de proteína animal.	Demandas entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário.	Incremento de 2,41% (2021) a 0,48% (2040) ao ano e de 0,95 m ³ /s (2021) a 0,22 m ³ /s (2040) ao ano.		

Continua...

QUADRO 3.11 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUDESTE

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Irrigação	As barreiras ambientais importadas pelos países importadores de produtos agrícolas desestimulam a expansão das áreas irrigadas, fazendo-as menor que no cenário Tendencial (Amarelo)	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário, que permite o atendimento da demanda interna e de alguns países mais necessitados de grãos.	Incremento de 4,34% (2021) a 3,35% (2040) ao ano e de 7,35 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	As restrições ambientais limitam o aumento das áreas agrícolas; porém, aquelas já estabelecidas poderão optar em parte pela irrigação, em regiões onde ela possa trazer aumentos de produtividade, identificadas no Atlas de Irrigação (ANA, 2021); porém, a busca de maior eficiência de uso de água, imposta pelo cenário Verde, faz com que a expansão da demanda hídrica seja similar à do cenário Tendencial (Amarelo).	Expansão maior das demandas hídricas, com uso eficiente da água, mas aproveitando cenário com maior dinâmica econômica e como forma de atender a geração de emprego e renda deste cenário.
Indústria	Como no cenário Tendencial.		Incremento de 3,55% (2021) a 1,18% (2040) ao ano e de 3,45 m ³ /s (2021) a 1,94 m ³ /s (2040) ao ano.	Expansão da indústria que acompanha as tendências de investimento na bioeconomia, acima do cenário Tendencial (Amarelo)	Maior expansão industrial, acompanhando a dinâmica econômica mais intensa deste cenário, tendo por base a bioeconomia e a boa imagem brasileira com relação aos produtos manufaturados de forma sustentável.

QUADRO 3.11 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUDESTE (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Mineração	Retração em relação ao cenário Tendencial (Amarelo), devido às barreiras ambientais dos países importadores impostas como consequência da não consideração dos impactos ambientais.		Incremento de 3,10% (2021) a 1,05% (2040) ao ano e de 0,63 m ³ /s (2021) a 0,35 m ³ /s (2040) ao ano.	A expansão é dificultada por restrições ambientais; os empreendimentos que conseguem maior controle ambiental são implantados, com expansão da demanda hídrica reduzida, menor que no cenário Amarelo, devido à opção da mineração a seco, com menores impactos.	As restrições ambientais existem, mas são aplicadas de forma menos restritiva em função de fortes políticas ESG das mineradoras; as demandas hídricas são próximas às do cenário Tendencial (Amarelo), devido às medidas de conservação adotadas, como a mineração a seco.
Geração De Energia	Implantação de hidrelétricas com reservatórios de regularização altera o regime hidrológico de algumas bacias com maior potencial hidroenergético	Idêntico ao cenário Vermelho, porém com maior intensidade, devido a um cenário econômico mais dinâmico.	De acordo com os planos do setor elétrico brasileiro	Com maiores restrições ambientais é improvável que sejam implantadas hidrelétricas com reservatórios de regularização, podendo em certos casos serem licenciadas algumas a fio de água.	Um grande acordo nacional, com participação de entidades externas, autoriza a implantação de hidrelétricas com ou sem reservatórios de regularização, em bacias selecionadas quanto aos reduzidos impactos ambientais
Turismo, Lazer	Mantendo a tendência (cenário Amarelo)			Grande afluxo de turismo nacional e internacional, incentivado pelas práticas de conservação e de bioeconomia adotadas.	
Hidroviás	Mantém a situação atual, sem maiores investimentos, devido à situação econômica desfavorável.			Aumento das hidrovias, devido a investimentos em manutenção e expansão assegurados pelas maiores considerações ambientais e conjugados com melhor situação econômica.	

Fonte: Elaboração própria.

3.2.4.2.5 Região Sul

O mapa da Figura 3.6 apresenta os graus de segurança hídrica informados pela ANA (2019) para esta região em 2035. A metade sul do Rio Grande do Sul apresenta seguranças médias, baixas e mínimas, o mesmo ocorrendo em áreas específicas do Paraná (capital e litoral norte) e no litoral norte de Santa Catarina (Joinville) e a oeste deste estado (Chapecó).

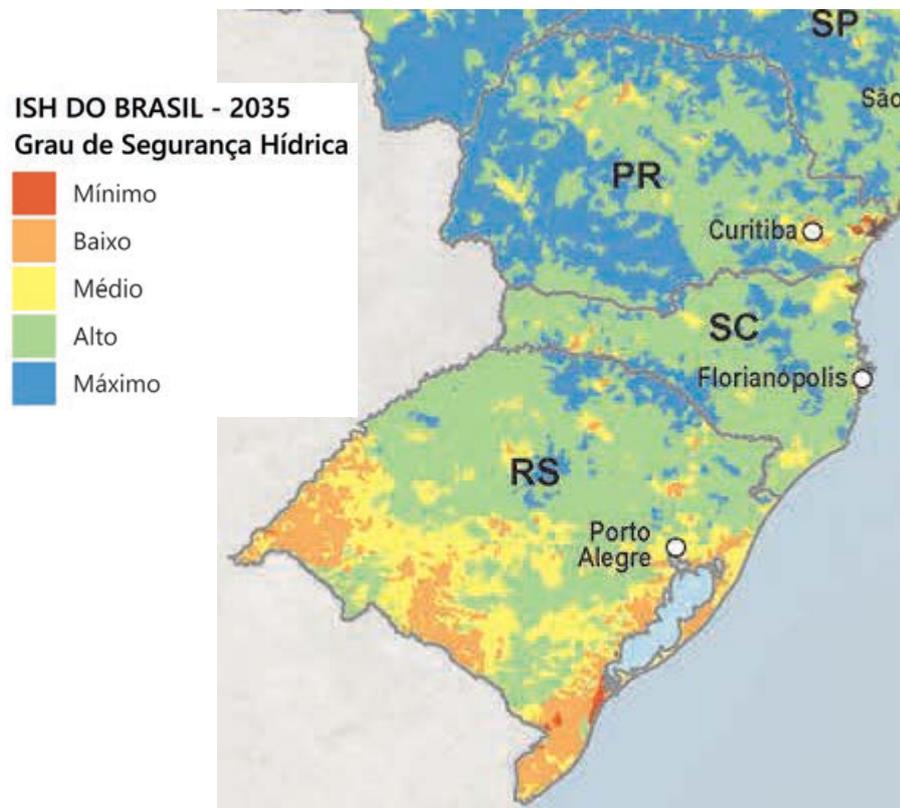


FIGURA 3.6 - SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO SUL

Fonte: ANA (2019).

Esta região apresenta graus de segurança hídrica baixo em regiões no litoral norte do Paraná, no eixo Curitiba-Paranaguá, devido a baixa disponibilidade e altas demandas hídricas. Em Santa Catarina foi identificada uma região com baixa segurança no entorno da cidade de Chapecó, possivelmente devido ao uso de água para abastecimento humano, criação de animais e para as indústrias de processamento de proteína animal. A situação é mais grave na região do bioma Pampa, que ocorre no

Rio Grande do Sul, atingindo toda a metade sul deste estado, com outros problemas mais localizados na metade norte e litoral.

A situação do Rio Grande do Sul é mais complexa, resultado da grande área irrigada de arroz, cujo período de irrigação coincide com a estação seca, no verão. A seca é uma condição natural que moldou um bioma caracterizado por uma vegetação de baixo porte, formada por gramíneas naturais e cujas árvores de maior porte ocorrem naturalmente apenas próximo aos cursos de água, formando matas ciliares. A introdução da irrigação de arroz no início do século passado foi uma alternativa à criação de animais, especialmente em campos de várzeas inundáveis, onde era a baixa a produtividade. Os irrigantes, desde o início, perceberam as restrições de disponibilidade hídrica, e são poucos os que desenvolvem suas atividades sem terem garantias de água oferecidas por lagoas naturais ou por rios de maior porte ou por reservatórios artificiais, implantados por eles ou por terceiros. Ao se realizar balanços hídricos sem considerar as disponibilidades destes reservatórios artificiais, de pequeno porte e difícil identificação por imagens de satélite, é natural que sejam indicadas situações críticas que talvez não ocorram com a intensidade com que é apontada.

Adicionalmente, as secas são sazonais, e com a volta das chuvas no outono, os problemas de suprimento se reduzem a não ser em cidades que não contam com um sistema de oferta condizente com o seu porte. Como ocorre em Bagé, cuja obra de um reservatório, essencial para seu abastecimento, se encontra paralisada desde 2013.

Em termos de tendências, propostas no Quadro 3.18, a região mantém a demanda para abastecimento humano urbano crescente, mas gradualmente desacelerada em qualquer cenário. No meio rural existe uma tendência de redução das demandas hídricas para a população e para criação de animais em todos os cenários. Porém, a agricultura, incluindo a irrigada, deverá se expandir, em função dos eventos meteorológicos recentes que trouxeram secas recorrentes que pressionaram os agricultores a aumentar a segurança hídrica. Isto ocorrerá, porém, nos cenários em que ocorrem aumentos das demandas dos produtos irrigados, o Cenário Cinza, visando o

mercado interno e de países mais necessitados de alimentos, e no Cenário Azul, voltado mais amplamente à exportação.

No caso da demanda industrial, ela se mantém tendencialmente, ou com maior expansão nos melhores cenários; a mineração se retrai nos cenários adversos, e no Cenário Verde, devido às restrições ambientais e, podendo ampliar suas demandas no Cenário Amarelo e no Azul.

QUADRO 3.18 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUL

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Abastecimento Público Urbano	Mantém tendência (cenário Amarelo)		Incremento de 0,52% (2021) a 0,22% (2040) ao ano e de 0,37 m ³ /s (2021) a 0,16 m ³ /s (2040) ao ano.	O aumento da população é compensado com a redução de perdas na distribuição, mantendo-se as demandas hídricas tendenciais	Aumento da população e da demanda hídrica, acima do cenário Verde.
Abastecimento Público Rural	Redução da demanda hídrica, acompanhando o decréscimo da população rural, mais acelerado que na tendência (Cenário Amarelo).	Demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário em relação ao Vermelho.	Incremento de -0,94% (2021) a -0,66% (2040) ao ano e de -0,04 m ³ /s (2021) a -0,03 m ³ /s (2040) ao ano.	Redução da demanda, acompanhando a tendência da população rural, devido às restrições ambientais.	Redução intermediária entre a tendencial e a do cenário Verde, devido a maior conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental.
Criação De Animais	Redução da demanda hídrica, acompanhando o decréscimo dos rebanhos, mais acelerado que na tendência (Cenário Amarelo).		Incremento de 3,08% (2021) a 0,78% (2040) ao ano e de 0,94 m ³ /s (2021) a 0,33 m ³ /s (2040) ao ano.		

Continua...

QUADRO 3.12 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUL (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Irrigação	As barreiras ambientais importadas pelos países importadores de produtos agrícolas desestimulam a expansão das áreas irrigadas, fazendo-as menor que no cenário Tendencial (Amarelo)	Aumento da demanda, entre o cenário Vermelho e Amarelo, devido à maior dinâmica econômica deste cenário, que permite o atendimento da demanda interna e de alguns países mais necessitados de grãos.	Incremento de 1,70% (2021) a 1,29% (2040) ao ano e de 5,69 m ³ /s (2021 a 2040) ao ano.	As restrições ambientais limitam o aumento das áreas agrícolas; aquelas já estabelecidas poderão optar em parte pela irrigação, em regiões onde ela possa trazer aumentos de produtividade, identificadas no Atlas de Irrigação (ANA, 2021); porém, a busca de maior eficiência de uso de água, imposta pelo cenário Verde, faz com que a expansão da demanda hídrica seja similar à do cenário Tendencial (Amarelo).	Expansão maior das demandas hídricas, com uso eficiente da água, mas aproveitando cenário com maior dinâmica econômica e como forma de atender a geração de emprego e renda deste cenário.
Indústria	Como no cenário Tendencial.		Incremento de 3,23% (2021) a 1,08% (2040) ao ano e de 1,21 m ³ /s (2021) a 0,47 m ³ /s (2040) ao ano.	Expansão da indústria que acompanha as tendências de investimento na bioeconomia, acima do cenário Tendencial (Amarelo)	Maior expansão industrial, acompanhando a dinâmica econômica mais intensa deste cenário, tendo por base a bioeconomia e a boa imagem brasileira com relação aos produtos manufaturados de forma sustentável.

Continua...

QUADRO 3.12 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUL (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Mineração	Retração em relação ao cenário Tendencial (Amarelo), devido às barreiras ambientais dos países importadores impostas como consequência da não consideração dos impactos ambientais.		Incremento de 7,95% (2021) a 1,30% (2040) ao ano e de 0,33 m ³ /s (2021) a 0,11 m ³ /s (2040) ao ano.	A expansão da mineração é dificultada pelas restrições ambientais, mas os empreendimentos que conseguem maior controle ambiental são implantados, embora com uma expansão da demanda hídrica reduzida, menor que no cenário Amarelo, devido à opção da mineração a seco, com menores impactos.	As restrições ambientais existem, mas são aplicadas de forma menos restritiva em função de fortes políticas ESG das mineradoras; as demandas hídricas são próximas às do cenário Tendencial (Amarelo), devido às medidas de conservação adotadas, como a mineração a seco.
Geração De Energia	Implantação de hidrelétricas com reservatórios de regularização altera o regime hidrológico de algumas bacias com maior potencial hidroenergético	Idêntico ao cenário Vermelho, porém com maior intensidade, devido a um cenário econômico mais dinâmico.	De acordo com os planos do setor elétrico brasileiro	Com maiores restrições ambientais é improvável que sejam implantadas hidrelétricas com reservatórios de regularização, podendo em certos casos serem licenciadas algumas a fio de água.	Um grande acordo nacional, com participação de entidades externas, autoriza a implantação de hidrelétricas com ou sem reservatórios de regularização, em bacias selecionadas quanto aos reduzidos impactos ambientais
Turismo, Lazer, Recrea-	Mantendo a tendência (cenário Amarelo)			Grande afluxo de turismo nacional e internacional, incentivado pelas práticas de conservação e de bioeconomia adotadas nestes cenários.	

Continua ...

QUADRO 3.12 - PROJEÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS DEMANDAS HÍDRICAS SETORIAIS NA REGIÃO SUL (CONT.)

Reg	VERMELHO	CINZA	AMARELO	VERDE	AZUL
Características	<i>Estagnação econômica, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, sem investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia e dos investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento tendencial da economia, com crescentes investimentos na dimensão socioambiental.</i>	<i>Crescimento forte da economia, com grandes investimentos na dimensão socioambiental.</i>
Hidro-vias	Mantém a situação atual, sem maiores investimentos, devido à situação econômica desfavorável.			Aumento das hidrovias, devido a investimentos em manutenção e expansão assegurados pelas maiores considerações ambientais e conjugados com melhor situação econômica.	

Fonte: Elaboração própria..

3.3 DEFINIÇÃO CONDIÇÕES DE CONTORNO PARA CADA CENÁRIO

As condições de contorno referem-se a limites que devem ser observados para evolução das demandas hídricas em cada cenário. Pode-se avaliar esses limites sobre as óticas de disponibilidade hídrica quantitativa e qualitativa. Para uma melhor avaliação haveria necessidade de se projetar as demandas hídricas e os respectivos lançamentos de poluição, para alimentar modelos de balanço hídrico em termos quantitativo e qualitativo. Algo que deve ser realizado oportunamente, no detalhamento do PNRH 2022-2040, e tem sido considerado em termos quantitativos no Plano Nacional de Segurança Hídrica. Na falta circunstancial destas projeções, é possível avaliar as condições de contorno, discursivamente, considerando as características regionais.

3.3.1 Aspectos quantitativos

Pela ótica quantitativa, as mais frequentes estiagens que têm sido observadas indicam a ocorrência de mudanças ou de variabilidades climáticas. A limitação de disponibilidade hídrica na Região Nordeste se sobressai, em todas as estações, exigindo complexos sistemas de acumulação (reservatórios) e de transporte (canais e adutoras) de água superficiais e captações de águas subterrâneas, que devem ser projetados e operados de forma integrada e eficiente.

Intervenções desta natureza são também demandadas em outras bacias das Regiões Centro-Oeste e Sul, especialmente nos períodos de estiagem. Na Região Sudeste, onde se repete a solução, o problema se agrava diante de usos de água concorrentes, tendo se sobressaído recentemente o conflito entre uso de água para geração de energia, mesmo sendo não consuntivo, e outros usos que dependem de acumulação ou de fluxos de vazões mínimas, como recreação e lazer, e navegação, respectivamente.

Ocorre também nesta região, na progressiva conurbação das Regiões Metropolitanas de Rio de Janeiro e São Paulo, dependentes da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a consolidação de acordos de partilha de águas em períodos de estiagem, que equacione a complexidade existente.

Na Região Norte o problema quantitativo quando é observado decorre da insuficiência dos sistemas de captação e transporte de água, embora sejam observados durante as estiagens problemas decorrentes do rebaixamento dos níveis de água, e de afastamento dos corpos hídricos dos locais onde são usados. Problemas cujas soluções podem ser tratadas localmente, pela adequação dos sistemas de uso de água às novas condições de regime hidrológico e pelo mais adequada localização das atividades usuárias.

3.3.2 Aspectos quantitativos

Na ótica qualitativa, sobressai-se o problema da poluição hídrica orgânica, gerada no meio urbano pela insuficiência dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos, e no meio rural, pela ausência de sistemas de manejo adequados. São níveis de poluição que são mais gravemente percebido durante as estiagens, no que se refere à poluição urbana, e nas primeiras chuvas sazonais, quando é considerada a poluição rural.

A poluição de origem urbana agrava os problemas de potabilização de água durante as estiagens, originados pelo fenômeno de eutrofização. Também afeta o uso de água para uso humano direto, animal e para a irrigação de algumas culturas. O mesmo ocorre com a poluição rural, embora esta seja mais perceptível durante as primeiras chuvas sazonais, quando ocorre a lavagem do solo pela chuva, levando os detritos acumulados para os corpos de água, estabelecendo picos de poluição.

Estes problemas, que estabelecem condições de contorno qualitativas, ocorrem em todas as regiões onde existem aglomerações urbanas e atividade rurais intensivas e concentradas em pequenas áreas, principalmente. Na Região Norte o problema urbano ocorre nas principais cidades, nos igarapés onde se localizam bairros periféricos. Um problema de origem rural é o garimpo de ouro, com o lançamento de mercúrio nos corpos hídricos, contaminando toda uma cadeia alimentar da qual depende a população regional. Os mesmos problemas, e em maior grau, são perceptíveis na Região Centro-Oeste. Na Região Nordeste o problema de poluição se reveste de especial importância devido a comprometer águas escassas que geralmente se

acham acumuladas em reservatórios, ambiente lântico que facilita a eutrofização. Nas Regiões Sudeste e Sul a poluição é um problema que exige especial atenção devido à grande concentração de atividades no meio rural e às grandes cidades que dependem de mananciais hídricos com grande vulnerabilidade. Em vários casos são percebidos problemas de abastecimento de regiões metropolitanas devido à má qualidade da água nas captações, exigindo tratamentos caros e especializados para remoção de sabor e cor.

3.3.3 Mudanças climáticas

Finalmente, devem ser consideradas as demandas previstas para adaptação e mitigação das mudanças climáticas. Elas não podem ser propriamente caracterizadas como condições de contorno, mas são tendências de adaptação a algo que pode ser considerado como tal.

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima do Governo Federal visa orientar iniciativas para a gestão e diminuição do risco climático no longo prazo, conforme estabelecido na Portaria Ministerial no 150 de 10 de maio de 2016. Ele está alinhado com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (CIMC, 2008), com os planos setoriais de mitigação e adaptação e com as decisões sobre adaptação assumidas pelo Brasil no âmbito da Conferência das Partes sobre Mudança do Clima.

O Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC comprometeu o país a:

1. elaborar inventários nacionais de emissões antrópicas de gases de efeito estufa,
2. formular programas nacionais de mitigação e adaptação à mudança do clima,
3. promover cooperação tecnológica, científica e educacional em matéria de mudança do clima,
4. promover o manejo sustentável de sumidouros e reservatórios de carbono, e

5. comunicar à Conferência das Partes informações relativas à implementação da Convenção.

As oportunidades de redução de emissões foram avaliadas como é apresentado no Quadro 3.19, com extensões às contribuições que podem ser agregadas pela área de recursos hídricos e que devem ser objeto de atenção do PNRH 2022-2040.

QUADRO 3.19 – OPORTUNIDADES DE REDUÇÃO DE EMISSÕES E CONTRIBUIÇÕES DA ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS.

SETOR	DESCRIÇÃO DAS OPORTUNIDADES	CONTRIBUIÇÕES POSSÍVEIS DA ÁREA DE RECURSOS HÍDRICOS
Energia	Melhoria da eficiência da oferta e distribuição de energia, substituição de combustíveis mais carbono-intensivos por aqueles com menor teor de carbono ou por combustíveis de fontes renováveis, e captação e armazenamento de carbono.	Intensificação da geração de energia elétrica pelas hidrelétricas, em substituição às fontes fósseis.
Transportes	Utilização de veículos eficientes e modernização de frota, expansão do uso de sistemas ferroviários e aquaviários, e incentivos aos transportes coletivos em substituição aos particulares.	Aumento das cargas transportadas pelas hidrovias e a adoção de veículos híbridos, movidos a energia elétrica.
Edificações	Utilização de equipamentos eficientes e de energia solar, além da adoção de um sistema de planejamento integrado que permita ganhos de eficiência no uso da energia.	Uso de água pluvial para promover a economia de água potável e aumentar o conforto térmico
Indústria	Utilização de equipamentos eficientes, adoção de práticas de reciclagem e de substituição de materiais, controle das emissões de gases, e captação e armazenamento de carbono.	Reúso de água ou uso de águas servidas (esgotos tratados).
Agrícola	Manejo adequado para aumentar o armazenamento de carbono no solo, recuperação de áreas degradadas, intensificação da pecuária bovina, melhorias em cultivos e na fertilização para reduzir emissões de CH ₄ e N ₂ O, e estabelecimento de culturas energéticas.	Aumento da eficiência de uso de água na irrigação.
Silvicultura/ Florestas	Redução do desmatamento, estímulo ao manejo florestal sustentável, ao florestamento e reflorestamento, e estímulo ao uso de produtos e subprodutos florestais, obtidos em bases sustentáveis, para geração de energia.	Programas de pagamento por serviços ambientais para proteção das florestas, e controle da erosão e aumento da infiltração de água.

Fonte: adaptado de CIMC (2008).

3.4 AVALIAÇÃO DA PLAUSIBILIDADE DE CADA UM DOS CENÁRIOS CONSIDERANDO, PELO MENOS, OS RECORTES TEMPORAIS, ESPACIAIS E LEGAIS

O termo plausibilidade refere-se ao que é admissível ou aceitável. Sendo os cenários resultantes de variáveis sobre as quais o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH não têm controle, a lógica interna de cada um estabelece sua plausibilidade. Esta lógica foi expressa pela consideração de duas dimensões, a econômica e a socioambiental, e as formas com que podem se manifestar, em função de decisões políticas que fogem ao controle do SINGREH. Neste sentido, julga-se não haver coerência em se avaliar plausibilidade dos cenários sob os recortes temporais, espaciais e legais, pois, por definição e concepção, eles são plausíveis. Porém, caso a definição de plausibilidade se refira à probabilidade ou a possibilidade de ocorrer determinado cenário, cabe se realizar este tipo de análise, considerando as variáveis controláveis, incluindo as que o SINGREH pode interferir, e as formas com que podem facilitar ou dificultar a ocorrência de um cenário. Dentro desta lógica, cada um dos recortes será considerado separadamente para avaliação da plausibilidade, em termos de possibilidade de ocorrência, dos cenários.

3.4.1 Recorte temporal

Em termos cronológicos a plausibilidade se estabelece como a possibilidade de que a situação descrita em cada cenário se estabeleça durante o período de análise do PNRH 2022-2040, nos próximos 18 anos, portanto. Pode-se afirmar que o Cenário Amarelo (Tendencial) é aquele mais plausível, sob este aspecto, pois mantém as tendências atualmente observadas. Os cenários mais extremos, o Vermelho, pelo lado negativo, e o Azul, pelo lado positivo, serão gerados por alterações nas tendências presentes que exigem tempo para serem efetivas. Deve-se reconhecer que é mais fácil estabelecer pioras no Planejamento e na Gestão de Recursos Hídricos, decorrentes de falhas ou insuficiência de controles, do que melhoras, que dependem de aprimoramentos. O Cenário Vermelho, neste sentido, acha-se vinculado ou a um cenário global negativo, de baixa cooperação e fechamento de fronteiras comerciais, ou

a uma política dos principais importadores de produtos nacionais de estabelecerem barreiras ambientais, ante a deterioração da dimensão socioambiental brasileira. Já existem iniciativas neste sentido da parte dos mercados americano e europeu, o que torna plausível este cenário, na medida em que o Brasil não cumpra com os diversos acordos que fazem parte dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial os relacionados às variabilidades e mudanças climáticas. O Cenário Cinza, também apresenta plausibilidade no sentido de que alguns países ainda mantenham suas demandas por produtos que fazem parte das suas seguranças alimentares, e que seja aproveitado o mercado interno para reduzir a dependência às exportações. Porém, este mercado interno, na ausência de investimentos socioambientais, será limitado à absorção da produção nacional, por falta de renda, demandando que ocorra maior possibilidade de inserção externa. Algo que se pode considerar que alguns progressos na dimensão socioambiental estejam presentes, como a racionalidade deste cenário impõe.

Os Cenários Verde e Azul apresentam maiores dificuldades de serem alcançados, devido a fortes alterações exigidas, seja no aumento de produtividade e de investimentos, na dimensão econômica, seja no aumento das contribuições à equidade social e à sustentabilidade ambiental, na dimensão socioambiental. No que se refere ao Cenário Verde, esta opção por fortes investimentos na dimensão socioambiental, com um crescimento econômico tendencial, tem maiores problemas de viabilização. Haveria que se estabelecer um grande projeto nacional, que sacrificaria a geração presente para serem estabelecidas melhores condições para as gerações futuras, em função de investimentos em maior equidade social, especialmente educação e saúde, e maior sustentabilidade ambiental, com a proteção do solo, águas e da cobertura vegetal original de cada bioma brasileiro. Para ser estabelecido este grande projeto nacional, a sociedade deveria alcançar maiores acordos, evitando conflitos político-ideológicos que fazem parte do cotidiano nacional e, também, dos demais países democráticos. No entanto, a dependência nacional com relação às exportações de commodities para mercados mais atraentes, que são aqueles mais propensos a estabelecerem barreiras ambientais para estes produtos pode ser uma motivação

para alcance deste cenário de contribuições socioambientais, não por opção transgeracional, mas para assegurar os melhores mercados para exportação. Desta forma, por meios indiretos ou diretos, pode-se afirmar a plausibilidade deste cenário, embora se possa atribuir menor probabilidade do que os demais analisados.

O Cenário Azul, finalmente, demanda também um grande acordo nacional, envolvendo relevantes mudanças no ambiente econômico, que possibilite o país acelerar seu crescimento econômico e obter recursos para investimentos na dimensão socioambiental. Um acordo político-social neste sentido pode ser mais plausível que aquele demandado no Cenário Verde, e faz com que este cenário assuma maior probabilidade de ocorrência.

3.4.2 Recorte espacial

O recorte espacial adotado é o das Regiões Políticas Brasileiras. As considerações temporais acima realizadas podem ser rebatidas especificamente para cada região, como será realizado a seguir:

3.4.2.1 Região Norte:

Esta região é aquela mais propensa a facilitar a implementação do Cenário Verde, devido à importância que tem sido atribuído ao Bioma Amazônia no âmbito nacional e mundial. Pode-se cogitar que se as medidas de controle ambiental forem aplicadas apenas nesta região, e não nas demais, seria suficiente para que a imagem brasileira melhorasse e fosse afastada a ameaça de barreiras ambientais externas aos produtos nacionais.

A inserção desta região no Cenário Azul já dependeria de uma grande transformação com desenvolvimento da bioeconomia, aproveitando de forma sustentável os recursos naturais, e gerando emprego e renda para sua população. Transformação esta que depende de vontade política e investimentos que dificultam, no curto e médio prazos, sua consecução, a não ser que se tornasse uma contrapartida internacional

aos controles ambientais do Cenário Verde. Porém, deve-se considerar que as ameaças – reais ou imaginárias – de internacionalização da Amazônia poderão trazer resistências a este tipo de intervenção, mesmo que realizadas com controle nacional.

Os cenários menos desejáveis em relação ao tendencial (Amarelo) - o Vermelho e o Cinza - têm uma relativa plausibilidade de ocorrer na região por conta de ausência ou insuficiência de intervenções governamentais, em que pese a reação mundial e nacional.

3.4.2.2 Região Nordeste

Nesta região os piores cenários têm plausibilidade de ocorrência nas situações em que a economia se encontra estagnada (Cenário Vermelho) ou com evolução tendencial, mas nos quais as preocupações com a dimensão socioambiental são pequenas ou reduzidas em relação às do Cenário Amarelo. Neste caso, a ausência de investimentos públicos, ou aqueles que ocorrerem serem destinados exclusivamente aos que apresentem interesse econômico, agravam os problemas sociais e ambientais, já significativos. Pode-se esperar reação interna, ocasionada por grandes levas de migração para regiões com maiores oportunidades econômicas, algo que reduziria a pressão sobre os recursos hídricos regionais. Os cenários mais desejáveis apresentam os mesmos desafios que foram comentados quando aplicáveis à Região Norte: quanto ao Verde, a dificuldade de estabelecer um acordo intergeracional, e o Azul, mais plausível, a complexidade de busca de um modelo de desenvolvimento sustentável para uma região carente de água. E com uma economia baseada no setor primário, no interior, e no setor terciário (serviços), nas partes litorâneas onde são encontradas a quase totalidade das capitais (exceção é o Piauí), e as praias com vocação turística.

3.4.2.3 Região Centro-Oeste

Esta região deve ser analisada em função de seus dois biomas principais: o Pantanal e o Cerrado. O primeiro recebe quase tantas atenções quanto o Amazônico, e pode ter o rebatimento dos cenários com a mesma dinâmica, sendo mais plausíveis

aqueles menos desejáveis (Vermelho e Cinza), e com menor plausibilidade dos mais desejáveis (Verde e Azul).

O Cerrado, por outro lado, é onde se encontra a fronteira agrícola brasileira, com os desafios decorrentes do alcance de um modelo de desenvolvimento sustentável. Sendo uma região com grande produção de commodities (grãos e proteína animal), que em parte considerável é destinada aos mercados externos, pode-se considerar que seja bastante susceptível às barreiras ambientais que os países importadores tenderão a impor nos cenários Vermelho e Cinza. Isto facilita que em uma situação de economia tendencial, ocorram investimentos na dimensão socioambiental por parte dos produtores rurais responsáveis pela economia regional, como forma de superar as restrições de acesso aos mercados que melhor pagam. Esta é uma tendência que já ocorre, com alguns exemplos de aplicação dos princípios ESG (Ambiente, Sociedade e Governança) entre os produtores mais esclarecidos, de forma direta, ou por exigência dos compradores nacionais que atendem aos mercados internacionais. Tendo como consequência a possibilidade de viabilizar gradualmente o alcance de um Cenário Verde ou, mais provavelmente, Azul, se a economia permitir.

3.4.2.4 Região Sudeste

É a região onde se concentra a maior população e a economia nacional. Se, por um lado, existe uma capacidade produtiva associada a um mercado consumidor que podem manter a economia regional com alguma autonomia, por outro lado, estas condições servem de atração para a população de outras regiões, nos piores cenários econômicos. Este fenômeno migratório se, por um lado, ofereceu historicamente mão-de-obra barata para seu crescimento, isto correu em uma fase pouco sofisticada da economia, que permitia a inserção no mercado de trabalho de pessoal sem especialização. A economia regional busca exatamente se modernizar, o que limita a absorção desta mão-de-obra pouco especializada ou sem qualquer formação, o que acaba por destinar os migrantes para os poucos empregos de baixa renda, o que os leva a residir nas periferias das grandes cidades, agravando os problemas sociais.

Devido a estes e outros fatores, pode-se cogitar que tudo que ocorre nesta região é consequência do que nela se faz, mas, também, nos resultados das intervenções nas demais região brasileiras. Portanto, não se pode pensar em cenários regiões sem considerar os de âmbito nacional, nesta região específica.

Diante disto, pode-se entender que a plausibilidade dos cenários do PNRH 2022-2040 no Sudeste decorre de suas plausibilidades nas demais regiões. Nos piores cenários nacionais, além do problema migratório acima comentado, serão criados obstáculos à dinamização da economia regional devido às barreiras ambientais que os mercados internacionais mais atraentes imporão. Nos melhores cenários, existirão condições de investimento das dimensões econômica e socioambiental, sendo que a divisão entre eles determinará o alcance do cenário Verde ou Azul, ou a manutenção no cenário Amarelo, de natureza tendencial.

3.4.2.5 Região Sul

Esta região tem na agropecuária e na agroindústria as principais forças-motoras de sua economia. Também existe participação da indústria uma relevância intermediária a do Sudeste e das demais regiões brasileiras. A dependência do setor primário, como ocorre em relação ao Centro-Oeste, torna esta região vulnerável a barreiras ambientais dos mercados importadores das commodities nela produzidas. Isto faz com que as condições regionais sejam afetadas negativamente pelos Cenários Vermelho e Cinza, e positivamente pelos Verde e Azul. As avaliações realizadas no último parágrafo do texto referente à Região Centro-Oeste, quando se refere ao bioma Cerrado, se aplica à Região Sul.

Existe por parte do setor primária resistências às restrições ambientais e, em certos casos, a programas de promoção da equidade social, o que contribui para a viabilização dos Cenários Vermelho ou Cinza. Por outro lado, as restrições ambientais de países importadores das commodities produzidas, podem promover programas que facilitem o alcance dos Cenários Verde e, mais provavelmente, Azul, em decorrência de maiores avanços econômicos. Em posições mais avançadas, existem produtores rurais que se anteciparam às exigências de programas ESG, e buscam seja

de forma individual ou associativa, promover estes avanços voltados os desenvolvimento sustentável do meio rural. Portanto, a reação dos países importadores e a consciência dos produtores terão papel relevante, nesta e nas demais regiões com vocação agropecuária, para viabilizar cenários mais ou menos conciliados com a dimensão socioambiental.

3.4.3 Recorte legal

Sob este recorte, a legislação, como regra geral, respalda o alcance de cenários onde ocorrem investimentos na dimensão socioambiental, Verde e Azul. E, por meio da legislação ambiental, restringe os cenários onde isto não ocorre: Vermelho e Cinza. Entretanto, problemas de fiscalização quanto ao cumprimento da legislação e de demoras nos processos legais decorrentes da aplicação de sanções pelo seu não cumprimento dificultam a efetividade da legislação. Diante disto, embora a legislação tenha uma orientação clara, não é possível afirmar que pela via legal um ou outro cenário assuma maior ou menor plausibilidade de ocorrer.

3.5 PROPOSIÇÃO DE INDICADORES DE MONITORAMENTO DAS CONDICIONANTES DE CADA CENÁRIO PARA FINS DE ACOMPANHAMENTO E APERFEIÇOAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO

Cabe inicialmente enfatizar que os cenários são elaborados considerando as variáveis sobre as quais o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH não tem controle. As variáveis controláveis pelo SINGREH conformarão as estratégias do PNRH 2022-2040. Para essas, devem ser estabelecidas metas e indicadores. Para os cenários, podem ser propostos indicadores para fins de avaliar para qual deles tende o ambiente onde opera o SINGREH, e com que tendência, urgência e intensidade as estratégias elaboradas para trata-los devem ser implementadas..

As tendências e incertezas identificadas foram usadas para conformar os cenários e, sendo assim, por meio delas se pode identificar como atuam as forças motrizes que levarão ao cenário que se realizará. Portanto, indicadores elaborados para

essas forças motrizes, também chamadas como sementes de futuro, permitirão avaliar para que cenário o ambiente tende. Para as considerações das sementes de futuro repete-se no Quadro 3.19 o que foi apresentado no Produto 2. Nele estão indicadas as principais tendências de peso, incertezas críticas e fatos portadores de futuro utilizadas para a elaboração dos cenários propostos para o PNRH 2022-2040.

QUADRO 3.20 – VARIÁVEIS QUE PARTICIPAM DAS DIMENSÕES SELECIONADAS PARA A PROPOSTA DOS CENÁRIOS PARA O PNRH 2022-2040

Variáveis	Dimensões	
	Economia	Sociedade/Ambiente
Tendências de Peso	Alterações no regime hidrológico devido à ocupação e ao uso do solo, e a variabilidades e mudanças climáticas	Demandas socioambientais: melhorias na distribuição de renda e na proteção ambiental
	Pressões por crescimento econômico, geração de emprego e renda	
	Crescimento da população humana: gradual redução e tendendo à estabilização	
	Produção agropecuária crescente e mais tecnificada	
Incertezas Críticas	Demanda mundial crescente por produtos brasileiros	Exigências mundiais relacionadas ao meio ambiente e à equidade social
	Geração de energia elétrica	
	Produção industrial	
	Produção minerária	
Fatos portadores de futuro	Transição energética (descarbonização da economia) e tecnológica	

Fonte: Elaboração própria.

A questão que merece reflexão é se os cenários se realizarão identicamente para todas as regiões brasileiras consideradas ou se cada uma poderá observar a consecução de cenários distintos, entre aqueles prospectados. A resposta que se propõe é que é possível a realização de cenários distintos entre as regiões, mas é improvável. Ela se baseia na constatação de que as políticas públicas nacionais têm grandes articulações, em função da relevante influência das políticas públicas da União, gestadas pelo governo federal. Às Unidades Federadas cabem alguma autonomia, que porém é limitada, tanto constitucionalmente, quanto financeiramente. Além desses argumentos, muitos dos cenários são gerados por variáveis que fogem tanto ao controle

governamentais, quando ao do SINGERH. Diante disto, se entende que embora os cenários tenham impactos distintos em cada região, como se verificou previamente, não deve ser considerada a hipótese de que possam ocorrer cenários distintos nas regiões brasileiras, simplificando as análises a serem realizadas sobre os indicadores.

3.5.1 Tendências de Peso

Estas tendências, que já são notadas e que se espera mantenham-se ao longo do período considerado para o PNRH 2022-2040, são variáveis a serem monitoradas como forma de avaliar o cenário que tende a se estabelecer. São elas:

3.5.1.1 Alterações no regime hidrológico devido à variabilidade (ou mudança) climática e à ocupação e ao uso do solo

Embora os modelos climáticos globais sejam unânimes em apontar a ocorrência de variabilidades e mudanças, eles não coincidem nas dimensões e velocidades com que ocorrem. Ademais, os efeitos prognosticados serão mais impactantes em prazos além do horizonte do PNRH 2022-2040. Existem, ademais, comprovações empíricas que alterações devido à compactação do solo resultam na redução da infiltração, na redução da recarga dos aquíferos, no aumento das vazões de cheia e na redução das vazões de estiagem. A emissão de GEE é também um fator reconhecido de aumento da temperatura do ar, com alterações climáticas que afetarão os regimes hidrológico.

Várias instituições nacionais e internacionais têm se dedicado a acompanhar estas variáveis, permitindo que o SINGREH se informe especialmente com relação aos impactos diferenciados entre as regiões brasileiras. O último relatório do IPCC (2021) apresentou alertas importantes sobre as mudanças climáticas e suas causas antropogênicas. Ele identifica as Regiões Nordeste, Centro-Oeste e leste da região Norte como aquelas mais propensas a apresentar aumentos das ocorrências de secas severas, sendo já são observadas reduções da umidade do solo. Na Região Sul existe tendência de aumento das chuvas com forte intensidade e curta duração.

Indicadores destes fenômenos não são prontamente estimados, pois dependem de séries históricas longas, e análises estatísticas para identificar a significância das alterações e análises multivariadas para avaliar as suas causas. Sob o ponto de vista hidrológico e dos recursos hídricos há necessidade de acompanhamento das pesquisas relacionadas aos indicadores de temperatura, variabilidade das chuvas e das vazões, com ênfase nos períodos extremos de secas e cheias. Sendo variáveis não controláveis pelo SINGREH, cabe promover um preparo prévio para enfrentamento das condições futuras que, via de regra, são desfavoráveis à economia, como mostram as análises das simulações dos modelos climáticos globais.

3.5.1.2 Crescimento da população humana:

Este indicador agrega as três variáveis causais, geradas por forças motrizes internas de natureza demográfica: população urbana, rural e urbanização. As tendências consolidadas são a estabilização gradual do crescimento populacional, com aumento das concentrações urbanas. Porém, existe o fator migratório, que pode se sobrepor ao crescimento vegetativo da população de uma região e que acaba por preponderar na evolução da população.

O indicador de migração populacional é relevante para o SINGREH devido às demandas hídricas que estabelece, e pode ser acompanhado pelos estudos sistemáticos do IBGE, embora dados mais consolidados sejam apresentados apenas nos Censos Populacionais a cada 10 anos. Estudos específicos, de forma amostral, deverão ser elaborados em prazos menores, mediante convênios entre o SINGREH e o IBGE

3.5.1.3 Produção agropecuária

Este indicador agrega as atividades produtivas no meio rural, inseridas no setor primário; as tendências consolidadas são de expansão da agricultura, ocupando áreas de pecuária. A pecuária manterá sua produção, com tendência ao incremento, pelo aumento de sua produtividade, em função de investimentos na genética, sanidade e nutrição, mas tende a perder área para a agricultura. A agricultura irrigada

tende a aumentar pela conversão de áreas de agricultura de sequeiro e de pecuária, principalmente. Devido à considerável demanda da irrigação, este indicador é relevante para considerar a evolução das demandas hídricas em cada região.

Informações sobre a Produção Agrícola Municipal – PAM e Produção da Pecuária Municipal – PPM são anualmente apresentadas pelo IBGE. A área irrigada tem sido acompanhada pela ANA em suas edições do Atlas de Irrigação. O acompanhamento da produção, acompanhando a PAM, e comercialização, com informações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e das Secretarias Estaduais de Agricultura, pode ser uma alternativa de acompanhamento da produção da agricultura irrigada.

3.5.1.4 Crescimento econômico, geração de emprego e renda

Em todos os países, mas com ênfase naqueles com renda média como o Brasil, esta tendência de peso é encontrada. Existem aí três fatores envolvidos. O crescimento econômico ocorre com o aumento de produtividade, demandando investimentos na educação em todos os níveis (Capital Humano) e na base produtiva (Capital Fixo), como ilustra a Figura 3.7. A geração de emprego e renda é um processo mais complexo pois envolve desde aqueles com baixa especialização e pouca produtividade - como os que têm sido gerados na economia brasileira nas últimas décadas - a empregos especializados em atividades com maior produtividade, que exigem maior capital humano para ocupá-los. A questão temporal assume relevância, envolvendo questões de sincronismo entre a geração de empregos e o capital humano para assumi-los e, também, as questões intergeracionais. Investimentos no presente em Capital Fixo e em Capital Humano determinam sacrifícios da geração atual, restringindo aumentos de renda por meio de política distributivas. Aumentos de produtividade exigem ambientes macroeconômicos que incentivem investimentos privados. Se bem administrados estes investimentos garantirão benefícios futuros, às vezes colhidos pelas futuras gerações e não diretamente pela atual.

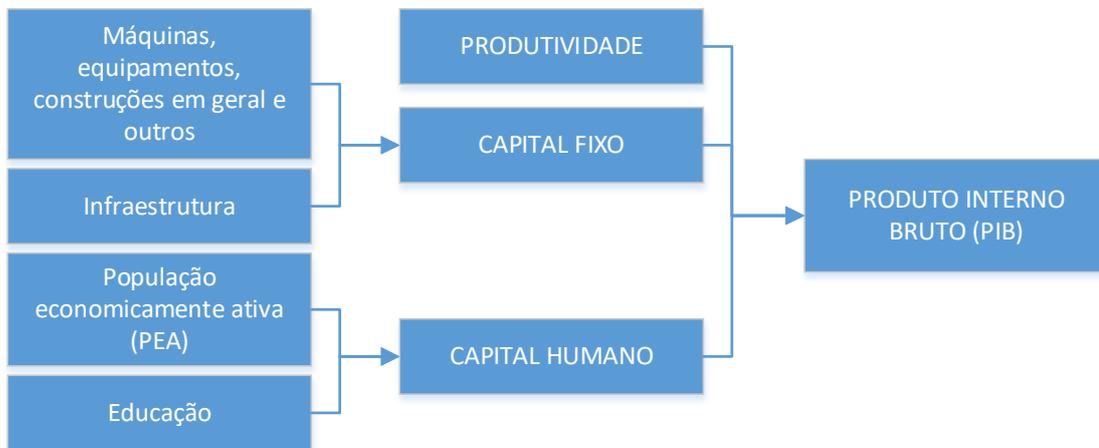


FIGURA 3.7 – FONTES POTENCIAIS DE CRECIMENTO

Fonte: Baseado em Souza-Junior (2021)

O acompanhamento dos indicadores que tratam destas variáveis macroeconômicas permite a avaliação da tendência de realização dos cenários propostos para o PNRH 2022-2040. O Quadro 3.2 elabora prospecções sobre a variação do PIB, da produtividade e da taxa de investimento, tendo por base as estimativas de SOUZA-JUNIOR (2021) e do Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 (MME, 2021). Eles podem ser usados como referência.

3.5.2 Seleção de Incertezas Críticas

As variáveis selecionadas que se referem a forçar motrizes externas são:

3.5.2.1 Demanda mundial por produtos brasileiros de exportação

Esta variável agrega a demanda mundial por produtos agropecuários, em geral commodities, e por produtos semi-industrializados das indústrias extrativista (mineração) e de transformação. Entende-se ser uma incerteza crítica pois depende do cenário mundial com maior crescimento e o posicionamento das principais economias quanto ao comércio externo, variáveis sem controle por parte do Brasil. Séries de comércio internacional produzidas por entidades multilaterais da Organização das Nações Unidas - ONU e da Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento - OECD podem ser usadas para acompanhamento destes indicadores.

3.5.2.2 Exigências mundiais relacionada ao comércio vinculadas a demandas ambientais e sociais

Estas exigências apresentam duas vertentes: por um lado, países importadores entendem que seus produtores enfrentam concorrência nos mercados mundiais de forma desvantajosa, devido a exigências ambientais e sociais menos restritivas aplicadas aos produtores outros países. Os seus produtores acabam tendo custos de produção maiores que os dos concorrentes, e com isto têm inserção desvantajosa nos mercados mundiais. Isto justifica a criação seja de barreiras ambientais ou impostos de importação incidentes sobre determinados produtos para equalizar as condições de produção. A União Europeia, por exemplo, recentemente anunciou sua intenção de eliminar a fabricação de veículos movidos com combustível fóssil e iniciar a cobrança de tributos sobre a importação de produtos emissores de carbono (Mecanismo de Ajuste de Fronteira de Carbono – Carbon Border Adjustment Mechanism³) em pouco mais de uma década^{4,5}. Da mesma forma, estuda aprovar uma Diretiva-Quadro para impedir a entrada de commodities produzidas com desmatamento ilegal⁶.

Outro vertente, que não pode ser desconsiderada, envolve medidas de proteção aos agricultores e às indústrias de países que por desvantagens comparativas, que não envolvem leniências com relação ao meio ambiente ou à equidade social, não conseguem competir com produtores externos mais eficientes. Ou seja, se usa um motivo justificável para realizar manobras protecionistas a produtores locais ineficientes, eximindo-se de sanções por parte da Organização Mundial de Comércio.

³ Carbon Border Adjustment Mechanism. The CBAM will equalize the price of carbon between domestic products and imports and ensure that the EU's climate objectives are not undermined by production relocating to countries with less ambitious policies, obtido em https://ec.europa.eu/taxation-customs/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism_en, em outubro de 2021..

⁴ União Europeia lança plano ambicioso contra poluição, que inclui vetar carros a combustão até 2035. (Proposta inclui taxar importações e colocar metas nacionais de absorção de dióxido de carbono). Folha de São Paulo, edição de 14/07/2021.

⁵ Desajuste de fronteira. (Europa quer impor reduções de carbono a outros países de forma unilateral). Folha de São Paulo, edição de 14/10/2021.

⁶ EU quer vetar entrada de produtos brasileiros ligados ao desmate ilegal. (Carne bovina, café, soja e outras commodities passariam a ser controladas, afastando exportações brasileiras). Folha de São Paulo, edição de 5/10/2021.

Temas como a proteção da Amazônia e de outros biomas, a trabalho infantil e escravo, ao uso inadequado e excessivo de pesticidas podem entrar na pauta para, de forma justificável ou não, restringir a inserção da produção brasileira nos mercados que maiores preços pagam pelos produtos. Estas restrições podem, por um lado, estimular o país a acelerar o que tem sido denominado como “Transição Verde” ou “Transição Energética”, que levam aos Cenários Verde ou Azul; por outro lado, pode levar ao isolamento do país, e a sua inserção nos Cenários Cinza ou, mesmo, Vermelho, caso as pressões internas não tenham capacidade de se contrapor ao retrocesso em suas políticas ambientais e sociais.

Os indicadores para esta variável seriam o nível de restrição que as barreiras ambientais e impostos de importação restringem a inserção dos produtos brasileiros nos mercados mundiais. A Secretaria de Comércio Exterior do Ministério da Economia pode ser uma fonte de informações para estes indicadores.

Considerando as variáveis causais geradas por forças motrizes internas de caráter econômico foram selecionadas as seguintes incertezas:

3.5.2.3 Expansão da fronteira agrícola e da irrigação

Esta incerteza se refere a como ocorrerá o aumento da produção agropecuária, que é considerada uma tendência de peso e que, portanto, atuará sobre qualquer cenário. Várias questões devem ser acompanhadas, por meio de indicadores próprios:

- O crescimento da produção agrícola ocorrerá sem ou com grande expansão da fronteira agrícola?
- Até que ponto será viável a incorporação de terras da Região Norte, no bioma Amazônia, ao processo produtivo?
- Como ocorrerá a expansão da irrigação na Região Centro-Oeste, no bioma Cerrado e Pantanal?

- A expansão da irrigação na Região Nordeste ocorrerá com que intensidade, com aumento da disponibilidade hídrica ou com aumento de eficiência de uso de água?
- A expansão das áreas irrigadas ocupará terras atualmente utilizadas para a agricultura de sequeiro ou pecuária, ou serão inseridas terras não utilizadas para produção?

3.5.2.4 Geração de energia elétrica

As incertezas se relacionam à viabilidade ambiental das usinas hidrelétricas previstas do PNE 2050, incluindo as suas implantações na Amazônia, que reúne a maioria delas, face às preocupações nacionais e internacionais com a proteção desse bioma. Do ponto de vista da gestão de recursos hídricos a implantação de usinas hidrelétricas na Amazônia ocasiona impactos ambientais a serem mitigados e compensados.

A falta de reservatórios nas usinas hidrelétricas é uma das causas da crise energética que está ocorrendo em 2021 e para superá-la haveria que se implantar reservatórios de regularização, provavelmente interanual. Os impactos ambientais neste casos são maiores e as medidas de mitigação e de compensação mais difíceis e onerosas. É provável que para viabilizar esta opção energética, sem causar disputas nacionais e internacionais com organizações dedicadas à proteção ambiental, envolva liberar alguns rios de interesse energético para implantação destas unidades e compensar os impactos mantendo rios protegidos, sem impactos antrópicos, sob supervisão de certificadoras com acreditação nacional e internacional.

Esta é uma negociação que deve ser realizada pela área ambiental, sob a coordenação do Ministério de Meio Ambiente e com participação do Ministério de Minas e Energia. O SINGREH deveria acompanhar o processo, subsidiando com informações hídricas e de impactos no regime hidrológico.

Existe o risco de que uma decisão nacional descolada de aceitação internacional tenha o efeito de levar aos Cenários Cinza ou Vermelho, por conta da retaliação

na forma de barreiras ambientais impostas pelos países importadores. Por outro lado, uma negociação bem-sucedida poderia levar aos melhores cenários, provavelmente o Azul. O indicador para esta variável acha-se vinculado ao acompanhamento da negociação ou a busca de solução para este impasse, caso ocorra o encaminhamento para implantação de hidrelétricas na Amazônia.

3.5.2.5 Produção industrial:

O processo de primarização da economia brasileira, iniciado com a exposição da produção nacional à concorrência internacional, se prolonga há tanto tempo que poderá haver uma reversão, com políticas industriais que aumentem a participação do setor na formação do PIB. Isto será alcançável em cenários de desenvolvimento econômico associados à promoção da equidade social – Cenário Azul, com objetivo de geração de emprego e renda. Isto pois o setor primário apresenta limites para a geração de emprego, devido à mecanização e a automação, causa e consequência do êxodo rural.

Sob a ótica do SINGREH, conhecer a evolução deste setor é relevante, especialmente em segmentos intensivos em uso de água, como o de alimentos, que é uma vocação nacional, vinculado à agroindústria. As questões relacionadas à segurança hídrica e aos conflitos de uso de água com outros setores devem ser acompanhadas com atenção.

É provável que a evolução deste setor ocorra onde ele já é mais desenvolvido, e, também, em regiões com grande produção agrícola, novamente ocorrendo a vinculação com a agroindústria, neste caso. Em termos de uso de água a ANA (2017a) elaborou estimativas tendo por referência o ano 2015. Geralmente, nas extrapolações, admite-se ocorrer correlação entre o uso de água na indústria e o Valor Adicionado Bruto – VAB Industrial, que o IBGE sistematicamente estima para cada município brasileiro. Admitindo-se esta correlação é possível projetar o uso de água nesse setor, porém desconsiderando alterações no uso de água por real (R\$) adicionado ao PIB. Obviamente, pode-se esperar que ocorram aumentos de eficiência de uso de água,

em resposta às crises hídricas recentes, o que levará o VAB Industrial crescer mais intensamente que o uso de água.

Portanto, indicadores que podem ser propostos para esta incerta crítica seriam a relação entre uso de água e geração do VAB Industrial e o próprio VAB Industrial. Coeficientes técnicos foram desenvolvidos fazendo correlação entre o uso de água e o número de empregados em cada segmento industrial, de acordo com a classificação no Cadastro Nacional de Atividades Econômicas – CNAE de 5 dígitos (ANA, 2017a). Isto permite o uso das declarações do RAIS – Relação Anual de Informações Sociais, que várias empresas devem informar anualmente, com número de empregados. Novamente, porém, a automação poderá aumentar a relação uso de água por empregado, exigindo, caso seja adotada esta alternativa, acompanhar a evolução das relações uso de água/empregados.

3.5.2.6 Produção minerária

Ao contrário da produção industrial, a produção minerária tem historicamente crescido, em decorrência de cenários mundiais que demandam minérios. Em grande parte, os minérios são exportados, com pouco processamento. Portanto, esta produção está atrelada às demandas mundiais por alguns minerais, como minério de ferro, especialmente, e o cobre, o alumínio, o estanho e o níquel. Seu comportamento, como na produção agrícola, será atrelada aos cenários mundiais vigentes, e submetido a barreiras ambientais e mecanismos de fronteira para ajuste da carbono, de países mais atuantes nas questões de sustentabilidade.

Os acidentes recentes do setor minerário geraram preocupações com a segurança hídrica, em função de muitos mananciais poderem ser prejudicados e até terem seus usos impossibilitados pela contaminação resultante. Além da degradação ambiental que promovem, e que podem levar o país aos piores cenários, Vermelho e Cinza.

Portanto, os indicadores relacionados a esta variável estão vinculados à produção mineral e aos riscos de acidentes que tem sido acompanhados pelo Programa

Nacional de Segurança de Barragem e organizados em Relatórios de Segurança de Barragens que a ANA apresenta anualmente desde 2011.

3.5.3 Seleção de Fatos Portadores de Futuro: Transição Energética Verde

Esta transição propõe a redução da emissão dos gases de efeito estufa - GEE, especialmente os que contenham carbono (dióxido ou monóxido de carbono - CO₂ ou CO). Muitas iniciativas existem nesse sentido nos países mais desenvolvidos, que envolvem eliminação ou desestímulo ao uso de combustíveis fósseis. A União Europeia, como já foi comentado, pretende eliminar a fabricação de veículos movidos com combustível fóssil até 2035 e estabelecer impostos de carbonos sobre produtos importados em função da emissões que promovem em seus processos produtivos e de transporte.

Estas medidas poderão impactar severamente o Brasil em suas exportações e levar, entre outras medidas, à opção pela energia elétrica que, como foi previamente considerado, pressionará o setor hidrelétrico em sua expansão.

Outra opção, lembrada pelo PNE 2050 (MME/EPE 2020) é a opção por bio-combustíveis se o processo de transição com uso de energia elétrica enfrentar maiores dificuldades. Nesse caso, a expansão da agricultura para produção de combustíveis poderá demandar o uso mais intenso de irrigação. Ou para energia nuclear, apesar do custo e das dificuldades políticas de implantação de usinas, apesar de já existir discussões a respeito de ser uma alternativa para redução da emissão dos gases de efeito estufa⁷.

Finalmente, ainda por se verificar a viabilidade no horizonte do PNRH 2022-2040, existe a opção pelo hidrogênio, com a produção de energia elétrica pela chamada rota verde: eletrólise da água a partir de fontes renováveis de eletricidade, como a energia solar e eólica.

⁷ Energia nuclear pode ser aliada contra a mudança climática? Opção gera poucos gases de efeito estufa, muito menos que o carvão, o gás ou a energia solar. Folha de São Paulo, edição de 18/10/2021.

3.5.4 Cisnes Negros

Os Cisnes Negros, comentados no Relatório do Produto 2, são eventos que apresentam três características: 1) são imprevisíveis, 2) geram resultados impactantes, com efeitos globais, nacionais ou, pelo menos, regionais 3) após suas ocorrências são desenvolvidos meios de torná-lo menos imprevisível e mais explicável. Ou seja, após sua ocorrência as análises buscam suas origens, o que leva à racionalização da sua ocorrência, o que induz a percepção de que se trata de algo previsível e até óbvio. E que seus sinais foram negligenciados por aqueles que deveriam gerenciá-lo.

No ambiente nacional haveria necessidade de serem buscados indicadores sobre Cisnes Negros e preparar o SINGREH para enfrentá-los. Alguns eventos que podem se caracterizados como tal, devido às suas imprevisibilidades e altos impactos são:

3.5.4.1 Crises hídricas quantitativas

Embora já tenham ocorrido e tendam a ocorrer com maior frequência no futuro, devido à variabilidade das disponibilidades hídricas e ao aumento das demandas, elas são de difícil previsão devido aos fatores meteorológicos envolvidos. Porém, já são conhecidos e acompanhados os fenômenos meteorológicos regionais, como o El Niño – Oscilação Sul, ou ENSO, que consiste na oscilação dos parâmetros meteorológicos do Oceano Pacífico, na zona equatorial, próximo às festividades natalícias (por isto o nome, referência ao nascimento de Jesus Cristo). Ele apresenta duas fases opostas – El Niño e La Niña – que ocasionam enchentes ou secas na Região Sul, respectivamente, e o oposto no restante do país.

Existem acompanhamentos de indicadores deste e de outros fenômenos meteorológicos regionais realizados pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático - CPTEC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. A ANA mantém interlocução com o CPTEC para acompanhamento destes indicadores, devendo ser ampliados os alinhamentos entre as previsões e o gerenciamento de recursos hídricos.

3.5.4.2 Crises hídricas qualitativas

Podem ser causadas por acidentes ou terrorismo ambientais, sendo limitadas à região onde os impactos são sentidos, o que depende do tipo de acidente; vários tipos podem ser identificados desde vazamentos de produtos tóxicos, acidental ou propositalmente, proliferação de agentes patogênicos devido a desequilíbrios ambientais etc. O terrorismo ambiental pode ser considerado pouco provável, mas existem evidências de que os embates ideológicos, políticos, étnicos e religiosos, têm sido ampliados e não se pode afastar a hipótese de suas ocorrências. Para lidar com este tipo de Cisne Negro é necessária vigilância e monitoramento de indicadores, e a adoção de medidas mitigatórias que possam ser antecipadamente programadas para serem implantadas tão logo exista evidência de ocorrências.

Geralmente existe controle de qualidade de água produzida pelas estações de tratamento de água – ETAs, realizado pelas concessionárias deste serviço. Em alguns casos seria justificado o controle da água captada por estas ETAs, em bacias onde existe risco de acidentes ambientais ou de outra natureza. Estes riscos são maiores em bacias onde passa transporte de substâncias tóxicas, como em região industriais. Um exemplo, seria a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

3.5.4.3 Redução drástica das exportações para a China e Ásia

A China é o destino da maior parte das exportações brasileiras. Em 2020 34,2% delas tiveram este destino. Somando as exportações para a China com as que tem a Ásia como destino, excluindo o Oriente Médio, elas alcançaram 48,9% do total. Destino antes tradicionais, como os da União Europeia e os Estados Unidos absorveram apenas 15,1% e 9,7%, respectivamente (ROSITO, 2020). Desta forma pode-se afirmar que a economia brasileira é em grande parte dependente da Ásia e, especialmente da China.

Embora seja um problema que afeta a economia, existirão desdobramentos na área de recursos hídricos, especialmente com relação às exportações agropecuá-

rias, e os produtos agrícolas irrigados. Qualquer instabilidade econômica nesse continente e país poderá gerar grandes instabilidades na economia brasileira. Igualmente, conflitos entre a China e os Estados Unidos, como os relacionados à tecnologia 5g de transmissão de dados, podem exigir do Brasil um posicionamento que criaria um conflito: entre a opção por culturas ocidentais em que o Brasil sempre se inspirou e com as quais mantém certa identidade, ou por economias com maiores diferenças culturais.

Além deste evento que pode ser classificado como um Cisne Negro, existem tendência de que a China reduza seu crescimento econômico nas próximas décadas, afetando as importações especialmente destinadas à investimentos em infraestrutura, entre as quais se situam os minérios. Entre 2001 e 2014 o país cresceu em média surpreendentes 10% ao ano; entre 2015 e 2019 esta taxa de crescimento baixou para 6,7%, sendo que existem previsões que gradualmente alcancem ainda impressionantes taxas de 5% ao ano nos próximos anos. Portanto, o que tem sido chamado como “sinoddependência” brasileira, pode ser um fator de frustração para nossa economia, caso não sejam buscadas destinos alternativos para nossas exportações.

O regime político-econômico chinês é excessivamente centralizado, ao contrário de outros mercados ocidentais com os quais o Brasil tem maior histórico de negociação. Frequentemente, decisões sobre aquisição de produtos passa por complexos tipos de negociações, que envolvem questões diplomáticas, que estão além da capacidade de controle dos produtores. Este tipo de instabilidade, agravada pelo excesso de volume de exportações, pode gerar alterações ou mesmo atrasos nas decisões de investimentos na produção, e por isto no uso de água, gerando outra fonte de incerteza, a ser acompanhada pelo SINGREH.

3.5.5 Conclusões

Propõe-se que todas as sementes de futuro, como foram denominadas as variáveis que conformaram os cenários propostos para o PNRH 2022-2040, sejam monitoradas. Isto permitirá ao SINGREH a antecipação sobre eventos relevantes que possam afetar o uso e o controle dos recursos hídricos, a identificação sobre o cenário

que o futuro se encaminha e o preparo prévio para implementação das estratégias previstas para considerá-lo.

Muitos dos indicadores não dizem respeito à gestão de recursos hídricos, e são acompanhados por órgãos governamentais, com os quais o SINGREH deve estabelecer articulações, nos casos em que ainda não as tenha. Os indicadores relacionados aos recursos hídricos que são propostos já se encontram nas atividades de monitoramento, especialmente as da ANA, devendo, quando for o caso, serem objeto de adaptações para melhor atenderem às demandas do SINGREH.

3.6 IDENTIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS OU UGRHS POTENCIALMENTE CRÍTICAS, OU CUJA CRITICIDADE ATUAL TENHA SIDO AMPLIADA OU REDUZIDA NAS CENAS FUTURAS, EM FUNÇÃO DA EVOLUÇÃO DAS CONDIÇÕES DE BALANÇO HÍDRICO E DAS INTERVENÇÕES EM ANDAMENTO OU PREVISTAS

No capítulo 3.2.4 Demandas setoriais de água os balanços hídricos elaborados no Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH para 2035 (ANA, 2019) foram confrontados com a tendências observadas em cada cenário. Portanto, o PNSH já elaborou prospecções em um cenário tendencial – que não necessariamente é o mesmo adotado no Atlas de Abastecimento Humano de Água (ANA, 2021b). Em ambos os estudos foram realizados balanços hídricos para avaliar a segurança hídrica de suprimento a todas as demandas (PNSH) ou às demandas de abastecimento humano de água (Atlas).

A tarefa de realizar os balanços hídricos para os diferentes cenários deveria seguir as mesmas abordagens já adotadas e poderão ser realizadas oportunamente. A elaboração do PNRH 2022-2040, nesta fase, deve ter caráter especulativo, no sentido de se buscar avaliações regionais que permitam a proposição de estratégias nacionais – pois se referem ao SINGREH - sem os detalhes que seriam necessários para avaliação e definição de intervenções localizadas. Estas deverão ser elaboradas nas futuras atualizações do PNSH, possivelmente focadas em problemas regionalmente circunscritos.

Portanto, de forma qualitativa, as seguintes prospecções podem se realizadas, dentro dos limites acima comentados:

3.6.1 Região Norte

Os principais conflitos podem ocorrer entre a navegação e a geração de energia elétrica, dois usos não consuntivos, em todos os cenários, com possível exceção do Verde, que oferece maiores restrições a implantação de hidrelétricas. É necessário também avaliar a evolução das áreas irrigadas no Pará e talvez em Roraima, nos

Cenários Cinza e Azul, para confirmação de existência de disponibilidade de água compatível, considerando que já apresentam segurança hídrica média.

A poluição hídrica nesta região assume relevância localizada, próxima aos centros urbanos, e deve ser controlada por investimentos em sistemas de tratamento de esgotos. A poluição do garimpo, com contaminação dos rios por mercúrio e outras substâncias, afetando toda cadeia alimentar que alcança a população, é uma contravenção que deve ser controlada por fiscalização local e, mais facilmente, pelo acompanhamento da comercialização dos agentes poluidores.

3.6.2 Região Nordeste

A expansão da agricultura irrigada é a força motriz nos possíveis conflitos de uso de água regionais. A disponibilidade limitada de água, e as altas evapotranspirações das culturas contribuem para agravar situações de conflito, especialmente em cenários onde sejam promovidas expansões da área irrigada: Cinza, Amarelo (tendencial) e Azul.

Esta expansão, mesmo que possível face às disponibilidades hídricas aumentadas por projetos de transposição, tem o risco de afetar usos já estabelecidos, entre os quais se encontra o sistema hidrelétrico do rio São Francisco, nos cenários nomeados. Cabe alerta o grande número de projetos que contam com derivação de águas do rio São Francisco e que poderão esgotar a capacidade de suprimento deste manancial, ocasionando a perda de investimentos consideráveis.

A complementação do parque gerador nacional a partir de outras fontes de energia elétrica, como a nuclear e a do hidrogênio, depende de uma série de negociações complexas, na primeira opção, devido à rejeição social que existe; a segunda opção depende de investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Em ambos os casos, entende-se que a entrada dessas novas opções de geração ocorra apenas no final do horizonte do PNRH, e não se pode contar previamente com esta complementação.

O problema de poluição hídrica nesta região assume relevância significativa devido a restrições que possam ocasionar aos usos de água, especialmente para abastecimento humano e produção de alimentos. E, sem dúvida, existe um contrasenso em se contaminar águas cuja disponibilização ocorre com investimentos consideráveis

3.6.3 Região Centro-Oeste

A expansão da irrigação e das hidrelétricas nesta região são as principais forças motrizes dos potenciais conflitos de uso de água. Elas poderão estabelecer conflitos entre estes usos e, também, com a navegação atual e as propostas para a sua expansão. Isto correrá especialmente nos cenários que conjugam a implantação de hidrelétricas com expansão da irrigação: Cinza e Azul. A bacia do rio São Marcos é um exemplo sobre onde pode ocorrer agravamento dos conflitos.

O eixo Brasília-Goiana deve ser considerado com atenção nos cenários que promovem maior expansão da população urbana, Verde e Azul, devido à disponibilidade hídrica insuficiente.

A poluição hídrica nesta região, com algumas exceções, tem relevância localizada, próxima aos centros urbanos, e deve ser controlada por investimentos em sistemas de tratamento de esgotos. A poluição do garimpo, com contaminação dos rios por mercúrio e outras substâncias, afetando toda cadeia alimentar que alcança a população, é uma contravenção que deve ser controlada por fiscalização local e, mais facilmente, pelo acompanhamento da comercialização dos agentes poluidores.

Um alerta importante cabe com relação ao uso agrícola do solo do Cerrado e do Pantanal. Em ambos os casos, processos de compactação do solo e de erosão podem comprometer a recarga dos aquíferos e ocasional assoreamento dos corpos hídricos com alterações importantes na integridade ecológica destes biomas. Embora seja uma agenda de conservação do solo, seus desdobramentos na conservação dos recursos hídricos demanda acompanhamento e ações pelo lado do SINGREH.

3.6.4 Região Sudeste

Nesta região se acumulam os potenciais conflitos de uso de água em suas diversas bacias, os quais já são presentemente visíveis, envolvendo o suprimento hídrico às regiões metropolitanas, a geração de energia e a navegação: bacias dos rios Paraíba do Sul, Tietê, Grande e São Francisco, parte mineira, entre outros. Isto poderá se agravar nos cenários de expansão maior da população urbana, o Azul, notadamente. O aumento da irrigação, que é previsto nos cenários Cinza, Amarelo (tendencial) e Azul, tem potencial de aumentar os conflitos, existentes e potenciais.

A poluição hídrica de origem urbana é um desafio regional, que o Novo Marco Legal do Saneamento deverá se incumbir. Ela se apresenta de forma superlativa, comprometendo mananciais que já apresentam problemas quantitativos de suprimento, aos quais se somam os problemas qualitativos. Nos cenário com poucos controles ambientais (Vermelho e Cinza) este problema será ainda mais agravado.

Outro problema de poluição, de natureza accidental, merece consideração, especialmente no eixo Rio de Janeiro – São Paulo, vale do rio Paraíba do Sul, onde cargas de produtos tóxicos são transportadas por via rodoviária e ferroviária, seguindo o curso do rio principal.

3.6.5 Região Sul

Esta região demanda melhor detalhamento do balanço hídrico da Meta Sul do Rio Grande do Sul, para inserção dos pequenos reservatórios que atendem às demandas da irrigação do arroz e que, por falta de suas considerações, diagnosticaram baixa segurança hídrica no PNSH (ANA, 2019). Os altos usos de água para irrigação do arroz certamente deverão ter impactos nos balanços hídricos nos períodos de seca, mas é possível que os armazenamentos de água construídos pelos irrigantes amenizem a escassez sazonal. Esta avaliação será importante especialmente nos cenários em que são prospectadas expansões da área irrigada: Cinza, Amarelo (tendencial) e Azul.

Ao problema de poluição hídrica humana se soma do de poluição animal nas bacias hidrográficas em que a opção é a criação confinada, especialmente de aves e suínos, como no oeste de Santa Catarina, rio do Peixe, afluente do rio Uruguai, e nos rios das Regiões Metropolitanas de Porto Alegre, Florianópolis, Joinville e Curitiba, entre outros. Cenários que conjugam aumentos populacionais com precários controles ambientais, como o Vermelho e o Cinza, tendem a agravar esta condição.

Existe grande potencial de expansão da irrigação, que poderá ser quase que triplicado pelo uso apenas das Áreas Adicionais Irrigáveis com potencial efetivo. Isto poderá alterar significativamente o balanço hídrico nas áreas onde a insegurança hídrica é maior, especialmente no Cenário Azul e Amarelo (tendencial).

3.7 PROSPECÇÃO DE CONFLITOS QUE DEMANDEM ATUAÇÃO DIRETA DA UNIÃO OU AÇÕES DE GESTÃO COMPARTILHADA ENTRE UNIÃO E ESTADOS PARA SUAS RESOLUÇÕES

Uma relação de possíveis conflitos desta natureza será a seguir itemizada, destacando as regiões políticas brasileiras onde ocorrem e as bacias principais é resumida no Quadro 3.20.

QUADRO 3.21 – CONFLITOS DE USO DE ÁGUA QUE DEMANDEM ATUAÇÃO DIRETA DA UNIÃO, OU COMPARTILHADA COM ESTADOS

CONFLITOS	SETORES ENVOLVIDOS	PRINCIPAIS REGIÕES ONDE OCORREM
Implantação de hidrelétricas com ou sem reservatórios	Energia elétrica, navegação e área de meio ambiente	Norte e Centro-Oeste
Uso de água para geração de energia em situações de estiagem	Energia elétrica e irrigação	Nordeste
	Energia elétrica, navegação, recreação, turismo e lazer	Sudeste
Alocação de água de domínio da União entre Estados	Abastecimento público urbano, rural, indústria e irrigação	Sudeste: bacia do rio Paraíba do Sul
	Irrigação e geração de energia	Nordeste: São Francisco

Transposição da bacia do rio Tocantins para o rio São Francisco	Todos os usos e área de meio ambiente	Centro-Oeste e Nordeste
---	---------------------------------------	-------------------------

Fonte: Elaboração própria.

3.8 AVALIAÇÃO DA DEMANDA DE ACORDOS INTERFEDERATIVOS OU INTERNACIONAIS PARA A SOLUÇÃO DE QUESTÕES LEVANTADAS EM CADA UM DOS CENÁRIOS

Esta avaliação tem um resposta simples e outra mais complexa. A resposta simples é que todos os rios de águas de domínio da União demandam acordos interfederativos e internacionais, quando suas águas são compartilhadas por mais de um estado ou com outros países. A resposta complexa demandaria avaliar os balanços hídricos destes rios, avaliar as demandas de cada Unidade Federada e dos países vizinhos, para que fossem propostos os acordos mencionados. Trata-se de demanda que deverá ser atendida quando as informações necessárias foram obtidas e processadas.

3.9 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CENÁRIOS NO AMBIENTE NACIONAL E INTERNACIONAL DE DEMANDA DA ÁGUA

A contextualização, ou narrativa, dos cenários esclarece suas inserções nos âmbitos nacional de internacional. No Relatório do Produto 2, o subcapítulo 5.6 “Correspondência dos cenários nacionais para o PNRH 2022-2040 com os cenários nacionais setoriais” os cenários foram equiparados aos diversos cenários prospectados nacional e setorialmente. Por vias indiretas, esta equiparação permite avaliar de que forma os cenários propostos para o PNRH 2022-2040, dialogam com outras visões nacionais e setoriais.

Também, no item 5.2 do mencionado relatório foram estabelecidas equiparações entre os cenários do PNNH 2022-2040 com os cenários prospectados no âmbito mundial. Elas permitem avaliar as possíveis correspondências com que é aqui proposto, com as visões de futuro realizadas em estudos globais.

Para atender a demanda do título deste item estes capítulos serão editados, ordenando as avaliações de forma a esclarecer a contextualização demandada.

3.9.1 Contextualização no Ambiente Nacional

A equiparação dos cenários propostos para o PNRH 2022-2040 com cenários nacionais elaborados em outras abordagens e setoriais foi realizada considerando os seguintes estudos prospectivos mais recentes:

1. Cenários macroeconômicos nacionais:
 - a. Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031 (Decreto Federal nº 10.531, de 26 de outubro de 2020);
 - b. Cenários Brasil 2021-2030 (SOUZA-JUNIOR, 2021);
2. Cenários nos âmbitos setoriais:
 - a. Cenários Nacionais para o Plano Nacional de Mineração 2030 (MME, 2010);
 - b. Cenários Brasileiros para o Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura (EMBRAPA, 2016);
 - c. Cenários Nacionais do Plano Nacional de Saneamento Básico – PLAN-SAB (MDR, 2019)
 - d. Cenários Nacionais do PDE 2030 (MME/EPE, 2021)

3.9.1.1 Cenários no âmbito nacional

Os dois estudos de cenarização macroeconômica acima referenciados propuseram um cenário de Referência, de natureza tendencial, em torno do qual foram explorados cenários em que haveria avanços ou retrocessos macroeconômicos, denominados Superior e Inferior. Apenas a Dimensão Econômica foi considerada nos cenários macroeconômicos e, por isto, eles se inserem na diagonal dos Cenários para o PNRH 2022-2040, como mostra a Figura 3.8. Esta correspondência foi explorada no

item 3.1 Prospecção da evolução agregada das demandas hídricas tendo por referência cenários macroeconômicos nacionais”, deste relatório.

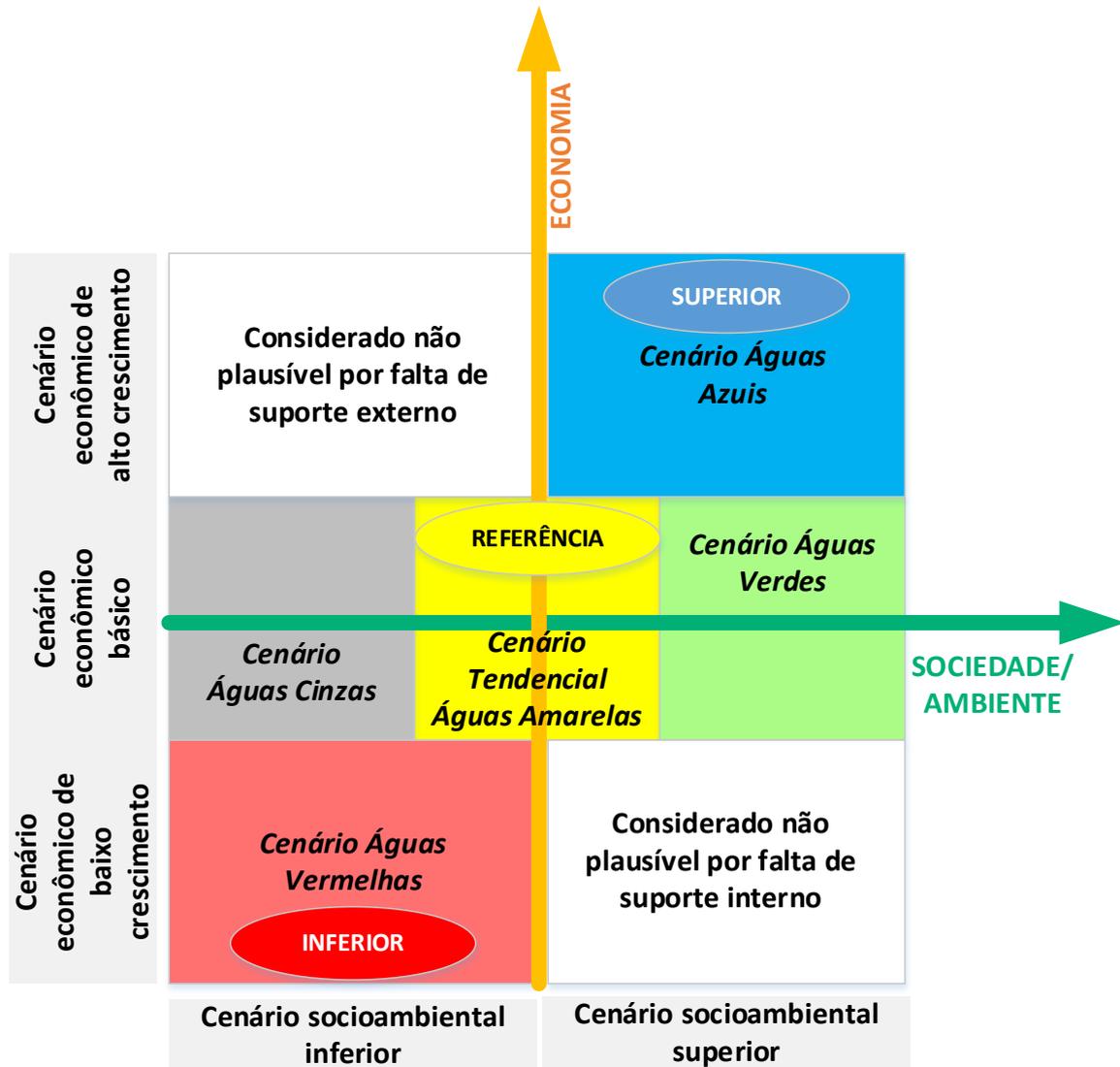


FIGURA 3.8 – CORRESPONDÊNCIA ENTRE CENÁRIOS DO PNRH 2022-2040 COM OS CENÁRIOS MACROECONÔMICOS DE DIFERENTES FONTES

Fonte: Elaboração própria

3.9.1.2 Cenários nos âmbitos setoriais

O primeiro estudo desta natureza é resultaram nos Cenários Setoriais da Mineração 2030 (MME, 2010) que são ilustrados na Figura 3.9, em suas correspondências com os cenários do PNRH 2022-2040.

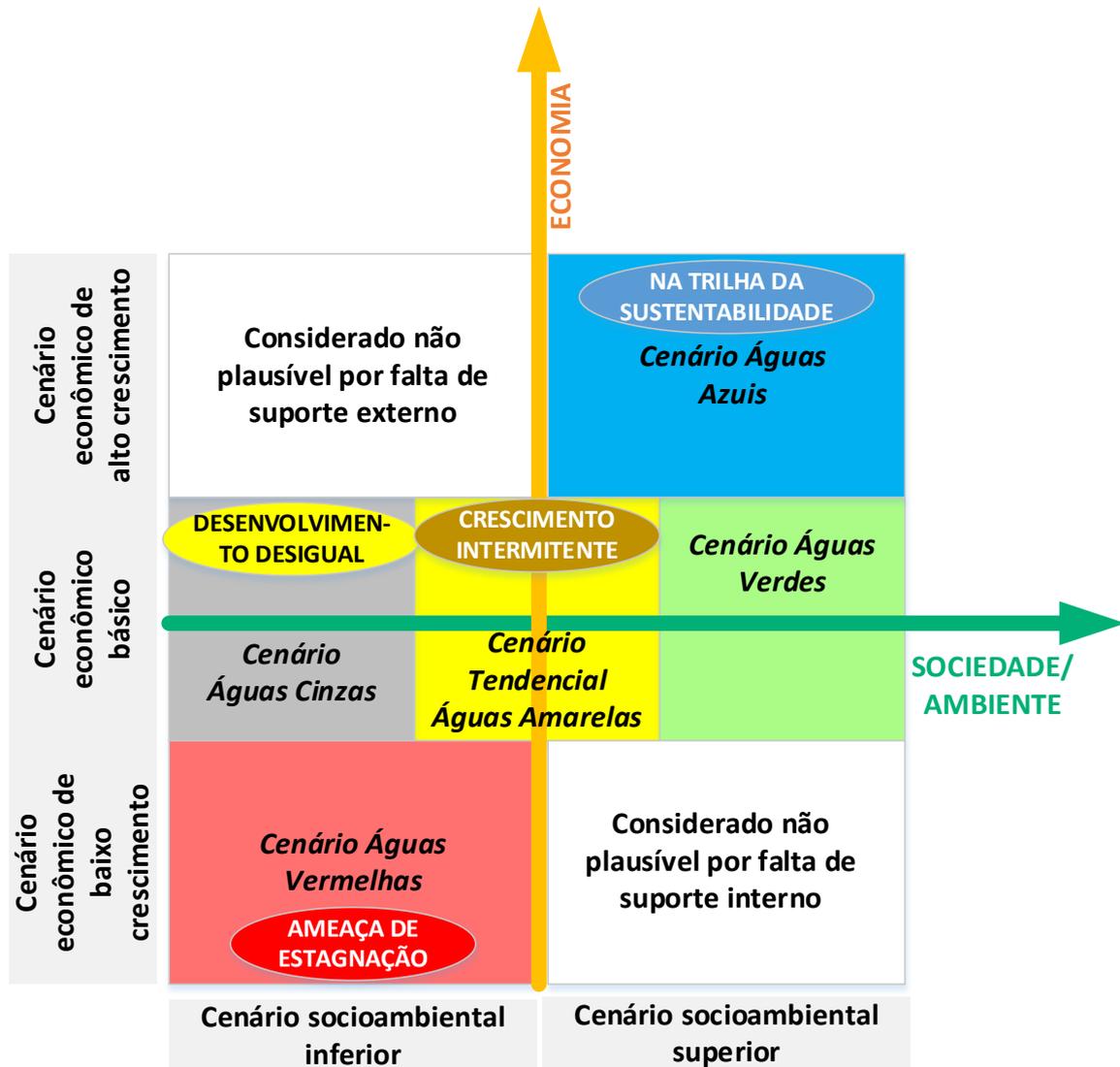


FIGURA 3.9 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE CENÁRIOS DO PNRH 2022-2040 COM OS CENÁRIOS NACIONAIS PARA O PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2030 (MME, 2010)

Fonte: Elaboração própria

Os cenários são muito vinculados ao ambiente deste setor econômico, inserindo especificidades que nem sempre são consideradas em outros estudos prospectivos. No Cenário Intermitente, por exemplo, as demandas de minérios internas e externas são ciclicamente variáveis, representando uma especificidade deste mercado de commodities minerais. Optou-se por estabelecer a correspondência desse

cenário com o Cenário Amarelo – Tendencial do PNRH 2022-2040. Os cenários Ameaça de Estagnação e Desenvolvimento Desigual tiveram suas correspondências estabelecidas com os Cenários Águas Vermelhas e Águas Cinzas, respectivamente. Finalmente, o melhor cenário setorial, Na Trilha da Sustentabilidade, foi inserido no Cenário Águas Azuis do PNRH 2022-2040.

Os Cenários Brasileiros para o Desenvolvimento Tecnológico da Agricultura (EMBRAPA, 2016) adotou duas dimensões, sendo que uma se relacionava a Economia e a outra à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PD&I. Na Dimensão Econômica ele adota uma interpretação sob o ponto de vista da produção agrícola que, em um extremo permanece voltada à produção de commodities e no outro avança no sentido da bioeconomia. Na outra dimensão, relacionada à PD&I, em um extremo o país mantém-se dependente da geração internacional e no outro desenvolve suas próprias tecnologias agrícolas, de forma majoritária.

A Figura 3.10 tenta esboçar as correspondências com o entendimento de que o desenvolvimento de uma PD&I própria faria parte de uma Dimensão Socioambiental, de valorização e investimentos no ambiente interno, tornando o país independente de pacotes tecnológicos externos. Caso essa premissa possa ser aceita, o Cenário Setorial Casa de Ferreiro, Espeto de Pau teria seu correspondente no Cenário Vermelho, e o Cenário Setorial Na Crista da Onda no Cenário Azul do PNRH 2022-2040. São situações extremas para as dimensões adotadas em ambas as prospecções.

Em situações intermediárias, está o Cenário Setorial Perdeu o Voo que teria sua correspondência com o Cenário Cinza do PNRH 2022-2040, devido a que existe algum progresso no eixo da Dimensão Econômica sem que, porém, a Dimensão PD&I ou Socioambiental, dependendo da prospecção, apresente progressos análogos. No outro espectro, o Cenário Setorial Celeiro do Mundo teria sua correspondência no Cenário do PNRH 2022-2040 Águas Verdes. Nele, existiriam progressos na Dimensão Socioambiental ou do PD&I, em cada prospecção, com progressos na Dimensão Econômica no entorno das tendências.

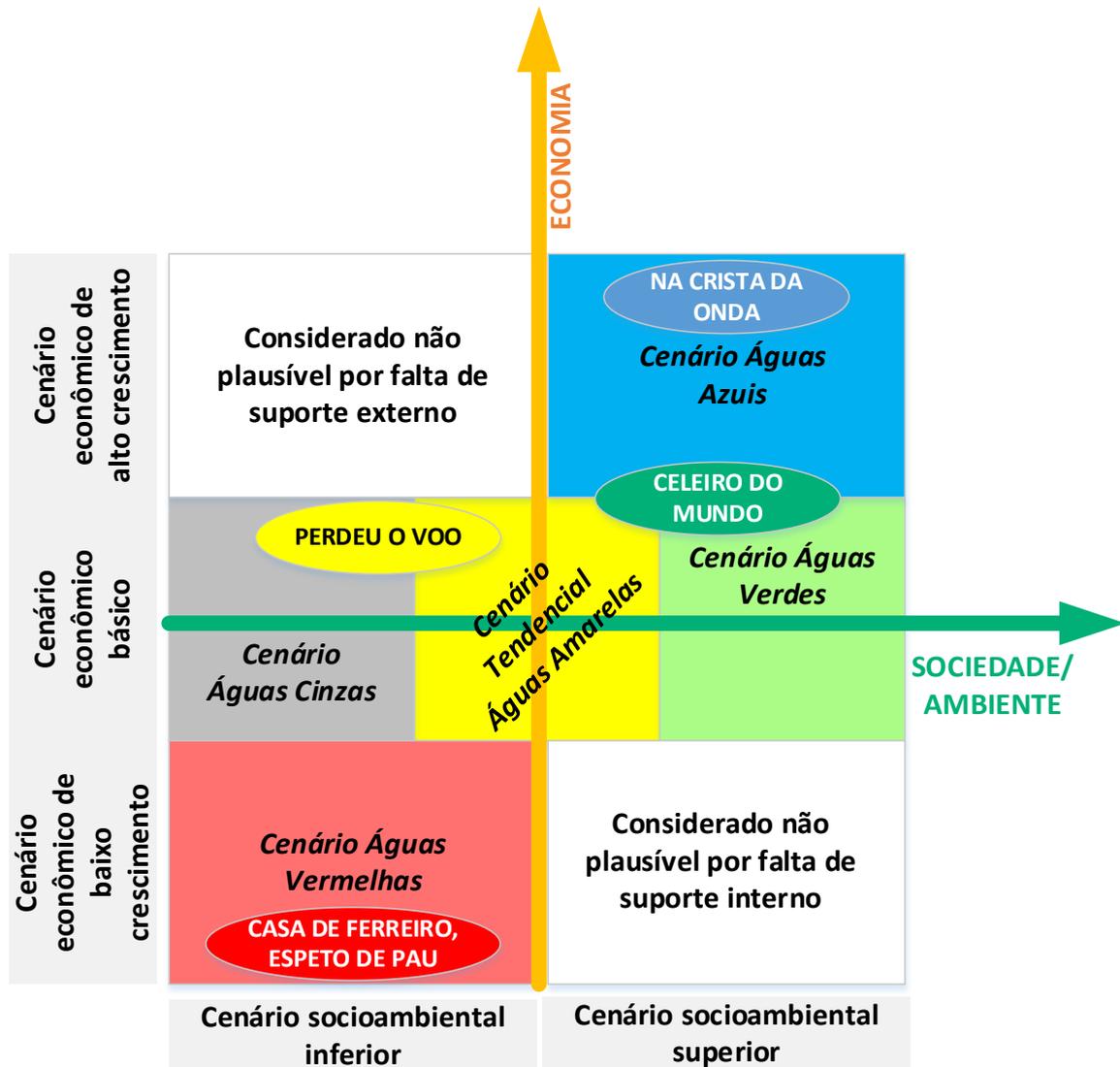


FIGURA 3.10 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE CENÁRIOS DO PNRH 2022-2040 COM OS CENÁRIOS BRASILEIROS PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA AGRICULTURA (EMBRAPA, 2016)

Fonte: Elaboração própria

As correspondências dos Cenários do PNRH 2022-2040 com os Cenários do PLANSAB (MDR, 2019) são apresentadas na Figura 3.11. Os Cenários Setoriais Universalização e Distante da Universalização se encontram nos extremos dos quadrantes. O Cenário PLANSAB Universalização pode ser estabelecido nos Cenários Azul ou Verde do PNRH 2022-2040, devido aos investimentos na Dimensão Socioambiental.

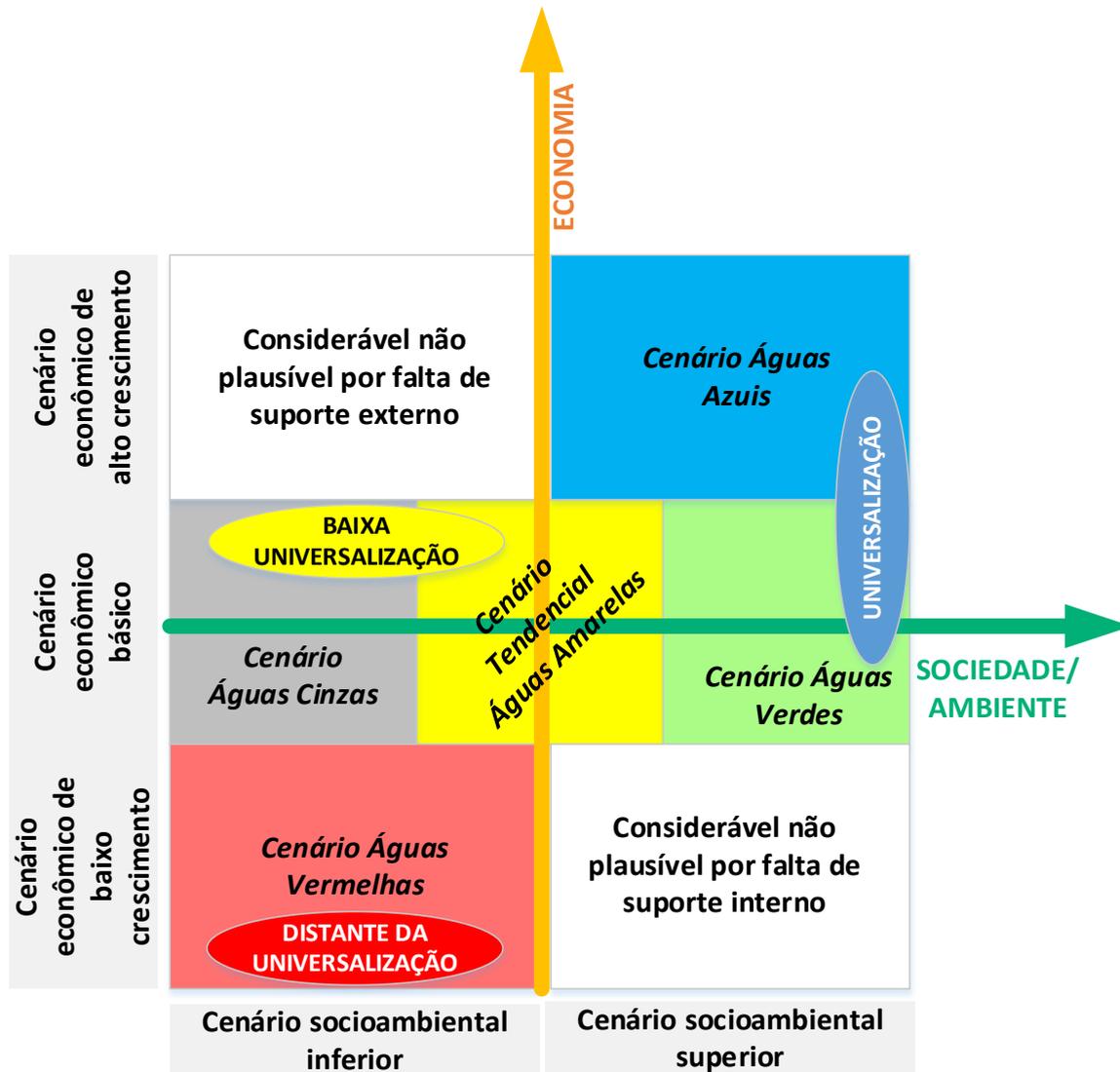


FIGURA 3.11 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE CENÁRIOS DO PNRH 2022-2040 COM OS CENÁRIOS NACIONAIS PARA O PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO – PLANSAB (MDR, 2019)

Fonte: Elaboração própria

Foi estabelecida a correspondência do Cenário PLANSAB Baixa Universalização com os Cenários Cinza ou Amarelo – Tendencial do PNRH 2022-2040, no qual algum progresso tendencial na Dimensão Econômica não encontra a mesma recíproca nos progressos da Dimensão Socioambiental, o que dificulta os investimentos no Setor de Saneamento.

Cabe novamente enfatizar que esse exercício entre cenários não visa simplesmente o estabelecimento de correspondências, sem maiores consequências. Por um lado, ele visa avaliar as consistências dos Cenários do PNRH 2022-2040 ao considerar outras prospecções que foram realizadas com perspectivas diversas. E, mais importante, respaldar as futuras propostas de elementos diretivos das estratégias e ações do PNRH 2022-2040 nos movimentos setoriais esperados na ocorrência de cenários com lógicas similares aos que foram propostos.

3.9.2 Contextualização no Ambiente Internacional

Os cenários mundiais para 2040 elaborados pela National Intelligence Council (NIC, 2021) tem suas lógicas apresentadas no Quadro 3.21. Na Figura 3.12 são colocados no posicionamento mais plausível nas escalas das Dimensões Econômica e Socioambiental. Esse posicionamento é esclarecido no

Quadro 3.22 onde aparecem os cenários mundiais principais que promovem dada dimensão do Cenário do PNRH 2022-2040, e os cenários mundiais secundários que também poderiam promovê-los, acessoriamente. Por exemplo, o Cenário Vermelho está tanto na dimensão econômica quanto na socioambiental vinculado ao Cenário Mundial Mundo à Deriva; mas também elas podem ocorrer se ocorrer o Cenário Mundial Silos Separados. Estas convergências são importantes para elaboração das narrativas e das coerências de cada cenário.

QUADRO 3.22 – CENÁRIOS MUNDIAIS 2040 DO NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL (2021)

	RENASCIMENTO DAS DEMOCRACIAS	UM MUNDO A DERIVA	COEXISTÊNCIA COMPETITIVA
MUNDO	<p>Ressurgimento de democracias abertas lideradas pelos Estados Unidos e seus aliados. Os rápidos avanços tecnológicos promovidos por parcerias público-privadas nos Estados Unidos e outras sociedades democráticas estão transformando a economia global, aumentando a renda e melhorando a qualidade de vida de milhões em todo o mundo. A maré crescente de crescimento econômico e conquistas tecnológicas permite respostas aos desafios globais, alivia as divisões sociais e renova a confiança do público nas instituições democráticas. Em contraste, anos de controle e monitoramento sociais crescentes na China e na Rússia sufocaram a inovação, já que cientistas e empresários de renome buscaram asilo nos Estados Unidos e na Europa.</p>	<p>O sistema internacional é sem direção, caótico e volátil, pois as regras e instituições internacionais são amplamente ignoradas por grandes potências como a China, atores regionais e atores não estatais. Os países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) são pressionados por um crescimento econômico mais lento, divisões sociais cada vez maiores e paralisia política. A China está aproveitando os problemas do Ocidente para expandir sua influência internacional, especialmente na Ásia, mas Pequim carece de vontade e poder militar para assumir a liderança global, deixando muitos desafios globais, como mudança climática e instabilidade nos países em desenvolvimento, em grande parte sem solução.</p>	<p>Os Estados Unidos e a China priorizaram o crescimento econômico e restauraram uma relação comercial robusta, mas essa interdependência econômica existe ao lado da competição por influência política, modelos de governança, domínio tecnológico e vantagem estratégica. O risco de uma grande guerra é baixo, e a cooperação internacional e a inovação tecnológica tornam os problemas globais administráveis no curto prazo para as economias avançadas, mas os desafios climáticos de longo prazo permanecem.</p>
BRASIL	<p>Cenário favorável para colocação de seus produtos de exportação, especialmente alimentos e minérios, apesar de ter que buscar as oportunidades de agregar valor a essas commodities que representam a maior parte de suas exportações. Porém, esse cenário mantém as pressões mundiais relacionadas à proteção ambiental.</p>	<p>Possivelmente pouco favorável ao Brasil, devido à menor demanda de comércio internacional. Porém, ao optar por um crescimento endógeno aproveitando o mercado interno e sua capacidade de produção de alimentos para esse mercado, poderá superar essa restrição.</p>	<p>Cenário favorável, embora tenha que se posicionar ante as duas potências, permanecendo as cobranças pela efetividade das políticas ambientais</p>

Continua...

QUADRO 3.15 – CENÁRIOS MUNDIAIS 2040 DO NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL (2021) - CONTINUAÇÃO

	SILOS SEPARADOS	TRAGÉDIA E MOBILIZAÇÃO
MUNDO	Coexistem vários blocos econômicos e de segurança de tamanho e força variados, centralizados nos Estados Unidos, China, União Europeia (UE), Rússia e algumas potências regionais; esses blocos estão focados em autossuficiência, resiliência e defesa. Os fluxos de informações dentro de enclaves ciber-soberanos separados, as cadeias de suprimentos são reorientadas e o comércio internacional é interrompido. Os países em desenvolvimento vulneráveis são apanhados no meio, com alguns prestes a se tornarem Estados falidos. Os problemas globais, notadamente a mudança climática, são tratados de maneira irregular, se é que o são.	Coalizão global, liderada pelos Estados Unidos e pela China trabalhando com organizações não governamentais e instituições multilaterais revitalizadas, está implementando mudanças de longo alcance destinadas a enfrentar as mudanças climáticas, esgotamento de recursos e pobreza após uma catástrofe global de alimentos causada por eventos climáticos e degradação ambiental. Os países mais ricos mudam para ajudar os mais pobres a administrar a crise e, em seguida, fazem a transição para economias de baixo carbono por meio de amplos programas de ajuda e transferências de tecnologias avançadas de energia, reconhecendo a rapidez com que esses desafios globais se espalham além das fronteiras.
BRA SIL	Cenário desfavorável em termos de comércio mundial, mas com opção de se dedicar ao desenvolvimento endógeno.	Cenário favorável, desde que volte a exercer protagonismo nas questões de sustentabilidade ambiental, que certamente lhe será cobrado.

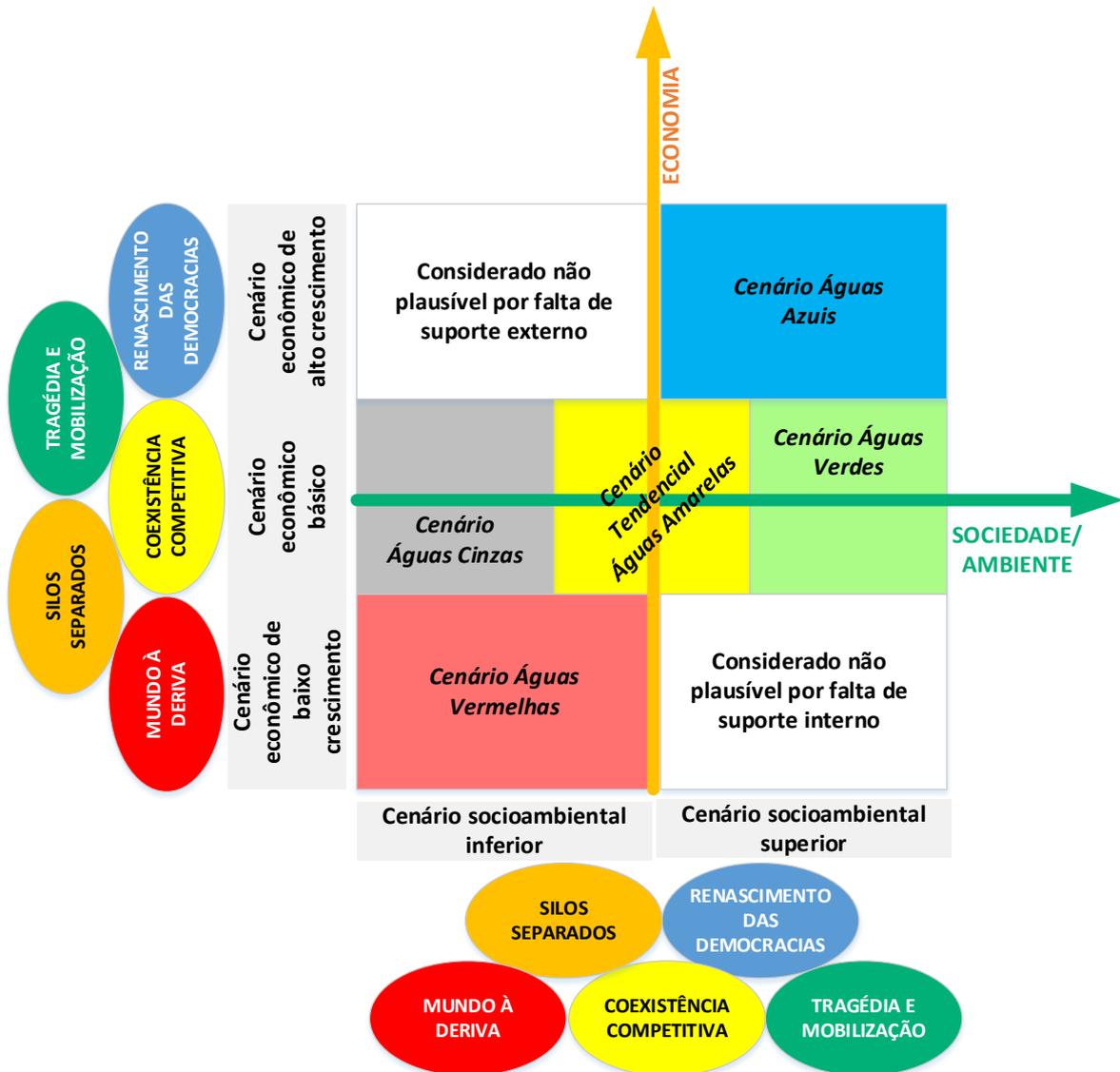


FIGURA 3.12 – RELAÇÕES LÓGICAS SUGERIDAS ENTRE OS CENÁRIOS NACIONAIS PROPOSTOS E OS CENÁRIOS GLOBAIS DO NIC (2021)

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 3.23 – CORRELAÇÕES ENTRE CENÁRIOS PROPOSTOS PARA O PNRH 2022-2040 E OS CENÁRIOS MUNDIAIS DO NIC (2021)

Cenários para o PNRH 2022-2040	Dimensão	
	Econômica	Socioambiental
Vermelho	P: Mundo à Deriva S: Silos Separados	P: Mundo à Deriva S: Silos Separados
Cinza	P: Coexistência Competitiva S: Silos Separados e Tragédia e Mobilização	P: Coexistência Competitiva S: Silos Separados e Renascimento das Democracias
Amarelo/Tendencial		P: Tragédia e Mobilização S: Renascimento das Democracias
Verde		P: Renascimento das Democracias e Tragédia e Mobilização S: Coexistência Competitiva
Azul	P: Renascimento das Democracias e Tragédia e Mobilização S: Coexistência Competitiva	

Nota: P – principal cenários mundial; S – cenário mundial secundário
 Fonte: Elaboração própria.

3.9.3 Conclusão

Esta contextualização permitiu apoiar as racionalidades dos cenários do PNRH 2022-2040 nas que foram elaboradas para elaboração de cenários nacionais, setoriais e mundiais. Desta forma, buscou-se obter coerência nas prospecções considerando as coerências desenvolvidas em outros estudos. As prospecções que foram realizadas para estabelecer a narrativa dos cenários tiveram como base, quando adequado, as narrativas destes cenários. Com isto buscou-se a proposta de cenários consistentes que permitissem avaliar os comportamentos plausíveis do mundo, do país e de seus setores econômicos às hipóteses de futuro elaboradas como Cenários do PNRH 2022-2040.

3.10 LEVANTAMENTO DE ELEMENTOS IMPORTANTES PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS A PARTIR DA LEITURA DE CADA UM DOS CENÁRIOS

Esta demanda será considerada no Produto 4 – Proposta de elementos diretos das estratégias e ações do PNRH 2022-2040

4 REFERÊNCIAS

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Água na indústria: uso e coeficientes técnicos**. Brasília: 2017a.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017b.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: 2019.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2ª. ed. Brasília: 2021a.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas de Abastecimento Urbano de Água**. Comunicação pessoal da equipe técnica do Consórcio ENGEORPS/TPF/PROFILL. 2021b.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ. **Plano Nacional de Integração Hidroviária**. Contrato com LABTrans/UFSC. Brasília: 2013.

BERNARDO, S.; SOUSA, E. F & MANTOVANI, E. C. **Eficiência de uso da água na agricultura irrigada**. In PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico [recurso eletrônico]/ Piracicaba : ESALQ - USP, 2021. Obtido em <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/livro-1-agricultura-irrigada.pdf>, acesso em junho de 2021.

CASTRO, N., MATSUMURA, E. H. **A Importância do Planejamento do Setor Elétrico Brasileiro**. Artigo publicado pelo Broadcast da Agência Estado de São Paulo: 2021. Disponível em http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/03_castro_2021_03_08.pdf, acesso em julho de 2021.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Tendências mundiais e nacionais com impacto na indústria brasileira: insumos para a elaboração do mapa

estratégico da indústria 2018-2022 / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2017.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Mapa estratégico da indústria 2018-2022** – Rev. e atual. – Brasília: CNI, 2018.

CIMC - COMITÊ INTERMINISTERIAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Plano Nacional Sobre Mudança do Clima – PNMC**. Brasília: 2008.

DINIZ, C. C. & MENDES, P. S. **Tendências regionais da indústria brasileira no século XXI**. Texto para discussão 2640. Brasília: Rio de Janeiro: 2021.

EMBRAPA. **Cenários exploratórios para o desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira: síntese**. Brasília, DF: Embrapa, Martha Junior, G. B. et al. 2016.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Matriz Energética e Elétrica. Obtido em <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>, acesso em outubro de 2021.

FONTENELLE, T. H.; FERREIRA, D. A. C; GONÇALVES, M. V. C.; & AYRI-MORAES, S. R. **Panorama das áreas irrigadas e do uso de água pela agricultura irrigada no Brasil**. In PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico [recurso eletrônico]/ Piracicaba : ESALQ - USP, 2021. Obtido em <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/livro-1-agricultura-irrigada.pdf>, acesso em junho de 2021.

FRIZZONE, J. A. & MELO, V. G. M. L. **Produtividade da água na agricultura irrigada**. In PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D. & MANTOVANI, E. C. Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico [recurso eletrônico] / Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. Obtido em <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/livro-1-agricultura-irrigada.pdf>, acesso em junho de 2021.

GIAMBIAGGI, F. (organizador). **O Futuro do Brasil/** Adriana Fontes ... [et al.]; organização Fabio Giambiagi. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2021.

GOVERNO DE PERNAMBUCO. Estudo de Modelos de Gestão de Sistemas Rurais de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário para o Estado de Pernambuco - **Relatório Final**. Recife: 2018.

GUELLATI, Y; MONTEIRO, C. D. & OLIVEIRA JUNIOR, A. **O Brasil em 2035: tendências e incertezas para a área social**. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília e Rio de Janeiro: 2017.

IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **A regressão industrial a curto e longo prazo**. Carta IEDI, edição 1085, publicada em 08/06/2021 em https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_1085.html, acesso em outubro de 2021.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Summary for Policymakers**. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Mineração em números**. Belo Horizonte: 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM & EY. **Riscos e Oportunidades de Negócios em Mineração e Metais no Brasil**. Belo Horizonte: 2021.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Megatendências mundiais 2030: o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo?:** contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil / organizadora: Elaine C. Marcial – Brasília : Ipea, 2015.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Construção de Cenários Prospectivos – Conceitos e Resultados**. Brasília, 24 de setembro de

2917. Obtido em https://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/apresentacao/2017/3rap_apres_ipea.pdf acesso em agosto de 2021.

IPEA/ASSECOR - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA & ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIDORES DA CARREIRA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. **Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento** – Brasília: IPEA: ASSECOR, 2017. Obtido em https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&id=30156 acesso em junho de 2021.

LEMOS, K. **Transporte Aquaviário**. Apresentação obtida em https://www.epl.gov.br/html/objects/downloadblob.php?cod_blob=7382, acesso em julho de 2021.

LIMA, E. P. C. **Água e Indústria: experiências e desafios**. 1ª. Ed. Infinita Imagem, 2018.

MARCIAL, E. (Organizadora). **Megatendências mundiais 2030**: o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo? Contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil – Brasília: Ipea, 2015.

MAPA-MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano Estratégico 2020-2031**/Assessoria de Gestão Estratégica/MAPA. Brasília: 2020.

MINFRA/EPL - MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA/EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA. **Plano Nacional de Logística - PNL 2035**. Brasília: 2021. Obtido em <https://www.gov.br/participamaisbrasil/plano-nacional-de-logistica-pnl-2035>, acesso em junho de 2021.

MDR - MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL. **Plano Nacional de Saneamento Básico** - Documento em revisão submetido à apreciação dos Conselhos Nacionais de Saúde, Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Brasília: 2019.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Brasília: 2014, 217 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Volume 2: estratégias setoriais e temáticas: portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente. --. Brasília: MMA, 2016. 2 v.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM – 2030)**. Brasília: MME, 2010

MME/EPE - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia 2050** / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2020. Obtido em <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/planejamento-e-desenvolvimento-energetico/publicacoes/plano-nacional-de-energia-2050/documentos/relatorio-final-do-pne-2050.pdf/view>, acesso em junho de 2021.

MME/EPE - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Cenários Econômicos para o PNE 2050**. Rio de Janeiro: 2018. Obtido em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-201/Cen%C3%A1rios%20Econ%C3%B4micos.pdf> acesso em junho de 2021.

MME/EPE - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2030** / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2021. Obtido em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-490/PDE%202030_RevisaoPosCP_rv2.pdf, acesso julho 2021.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT. Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do Plano Nacional de Logística e Transporte – **Relatório Final**. Contrato com LOGIT. Brasília: 2012.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - MT. Plano Hidroviário Estratégico. **Suário Executivo**. Contrato com Consórcio Arcadis Logos. Brasília: 2013.

NASCIMENTO, A. P. **Hidroviás: uma aposta para o futuro**. Revista Opiniões, abr-jun 2008. Obtido em <https://issuu.com/opinioesbr/docs/opaa16-issuu-jpg?fr=sYzYxZDE1NDlwNjI> acesso em julho de 2021.

NIC - THE NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL (2021). **Global Trends 2040 - A more contested world**. The Strategic Futures Group National Intelligence Council, março de 2021. Obtido em <https://www.dni.gov/index.php/gt2040-media-and-downloads> acesso em junho de 2021.

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Global Scenarios 2035: Exploring Implications for the Future of Global Collaboration and the OECD**, OECD Publishing, Paris: 2021. Obtido em <https://doi.org/10.1787/df7ebc33-en>, acesso em julho de 2021.

OLIVA, J. A. B. **Cenário atual do transporte aquaviário brasileiro**. Em 5º Seminário Internacional em Logística Agroindustrial “O Transporte Hidroviário (Fluvial e Cabotagem) de Granéis Agrícolas”. Obtido em <http://web.antaq.gov.br/porta/v3/pdf/palestras/Mar0817PiracicabaAlexOliva.pdf>, acesso em julho de 2021.

ROSITO, T. **Bases para uma estratégia de longo prazo do Brasil para a China**. Conselho Empresarial Brasil-China: Outubro de 2020.

SANTOS, M. A.; L. P. ROSA; B. MATVIENKO; E. O. SANTOS; C. H. E. A. ROCHA; E. SIKAR; M. B. SILVA & A. M. P. B. JUNIOR. **Emissões de gases de efeito estufa por reservatórios de hidrelétricas**. Oecol. Bras., 12 (1): 116-129, 2008. Obtido em

SCIVITTARO, W. & PARFITT, J. M. B. **Arroz irrigado por aspersão no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017.

SEIXAS, M. A. & CONTINI, E. **Megatendências globais até 2050**. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas/EMBRAPA. Diálogos Estratégicos. Brasília:

2018. Obtido em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179230/1/DIA-LOGOS-ESTRATEGICOS-Megatendencias-globais-2050-julho-2018.pdf>, acesso de julho de 2021.

SOUZA-JÚNIOR, J. R. C. **Potencial de crescimento da economia brasileira no período 2021-2030.** *In* O Futuro do Brasil/ Adriana Fontes ... [et al,]; organização Fabio Giambiagi. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 2021.

VAN DER HAIJDEN. K. **Planejamento por Cenários - A Arte da Conversação Estratégica.** Editora Bookman. 2^a. Edição. Porto Alegre: 2009.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017. Geneva: 2017.

5 ANEXO – A OPÇÃO ENERGÉTICA DO HIDROGÊNIO

O hidrogênio tem sido considerado uma opção energética, sendo considerado o combustível do futuro. As principais vantagens de sua adoção são⁸:

- É o elemento mais abundante no Universo;
- Não é tóxico;
- Grande potencial no setor dos transportes;
- Grande densidade energética;
- Baixo nível de emissão de gases responsáveis pelo efeito de estufa;
- Não aumenta a poluição sonora pois é um processo silencioso;
- Um grande volume deste elemento pode ser armazenado facilmente;
- Pode ser usado para gerar energia;
- Alternativa ecológica que pode ajudar a economia dos países permitindo a criação de postos de trabalho e o desenvolvimento económico.

Por outro lado, as dificuldades de sua utilização são:

- Alto preço;
- Requer a utilização de metais nobres;
- Implica custos de transporte e distribuição;
- Não se encontra isolado na natureza;
- Tem uma relação de dependência de hidrocarbonetos, petróleo e seus derivados;
- Altamente reativo.

O hidrogênio verde, desenvolvido a partir de fontes renováveis, por meio da separação deste elemento do oxigênio das moléculas de água por eletrólise, foi escolhido pela Alemanha e pela União Europeia como meio para alcançar neutralidade na

⁸ Fonte: <https://www.portal-energia.com/vantagens-desvantagens-hidrogenio-147348/>, acesso em outubro de 2021.

emissão de carbono até 2050 e fazer a transição para uma economia limpa⁹. Como a EU não tem condições de produzi-lo na quantidade necessária, está em formação um mercado internacional de hidrogênio no qual países com áreas disponíveis, sol e vento, como o Brasil, podem se tornar exportadores.

O Programa Nacional do Hidrogênio – PNH₂ (MME, 2021) tem entre seus objetivos valorizar o potencial nacional de recursos energéticos e promover a descarbonização da economia. O esquema da Figura 5.1 ilustra as opções existentes de produção e uso do hidrogênio com fonte de energia. Em cores verdes são destacadas as fontes do Hidrogênio Verde.

Existe uma discussão na Comunidade Europeia, que acaba por gerar influências globais, sobre a classificação da energia nuclear como fonte sustentável o que, para produção de hidrogênio, poderá ser eventualmente classificada como alternativa verde. As fontes cinzas, que aproveitam resíduos sólidos orgânicos ou plásticos, podem também ser eventualmente classificadas como fontes verdes de produção, dentro do esquema da economia circular, por dar um destino a esses resíduos.

Para avaliar a sustentabilidade da produção de energia com base no hidrogênio, foram propostas cores, de acordo com a seguinte classificação (ARMSTRONG, 2021):

5.1 ZERO/CARBONO MUITO BAIXO

- Hidrogênio verde: produzido através da eletrólise usando eletricidade renovável; a eletricidade é usada para separar água em hidrogênio e oxigênio.
- Hidrogênio azul: hidrogênio cinza, marrom ou preto, mas com o dióxido de carbono armazenado no subsolo através da "captura e armazenamento de carbono" (CCS).

⁹ Fonte: <https://www.dw.com/pt-br/aposta-da-europa-em-hidrog%C3%AAnio-verde-abre-janela-ao-brasil/a-55214431>, acesso em outubro de 2021.

- Hidrogênio Rosa: produzido como hidrogênio verde através da eletrólise, mas usando energia nuclear;
- Hidrogênio amarelo: produzido como hidrogênio verde através da eletrólise, mas usando energia solar.

5.2 EMISSÕES DE CARBONO MÉDIA A ALTA

- Hidrogênio turquesa: produzido através da pirólise; na qual em vez de poluir, o gás CO₂ é produzido como um subproduto de carbono sólido. A matéria-prima é metano, até mesmo de plásticos residuais. A pirólise funciona aquecendo produtos a uma temperatura extremamente alta em uma atmosfera inerte. As emissões estão relacionadas com o combustível necessário para fornecer calor para o processo.

5.3 ALTAS EMISSÕES DE CARBONO

- Hidrogênio cinza: Hidrogênio feito a partir de gás natural em um processo chamado reforma a vapor sem CCS.

5.4 EMISSÕES DE CARBONO MUITO ALTAS

- Hidrogênio Negro: produzido de carvão (em um processo como hidrogênio cinza) sem CCS. Ainda mais intensivo em carbono do que hidrogênio cinza.
- Hidrogênio marrom: produzido de lignito, em um processo como hidrogênio cinza, sem CCS. Maior quantidade emitida de carbono do que hidrogênio negro e cinza. Lignito é turfa comprimida e gera muito dióxido de carbono quando queimada.

O Brasil tem condições para ser uma grande produtor e exportador de Hidrogênio Verde devido a ter abundância de fontes renováveis de energia primária: hidráulica, eólica e solar fotovoltaica. Os estados nordestinos, devido à abundância de ener-

gias solar e eólica, para eletrólise de água do mar, podem apresentar vantagens comparativas para sua produção, tanto em relação aos demais estados brasileiros, quanto internacionalmente.

5.5 REFERÊNCIA

ARMSTRONG, J. M. **The Future of Energy. The 2021 Guide to the Energy Transition - renewable energy, energy technology, sustainability, hydrogen and more.** Energy Technology Publishing, 2021.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **PNH₂ - Plano Nacional do Hidrogênio. Proposta de Diretrizes.** Brasília: julho de 2021.

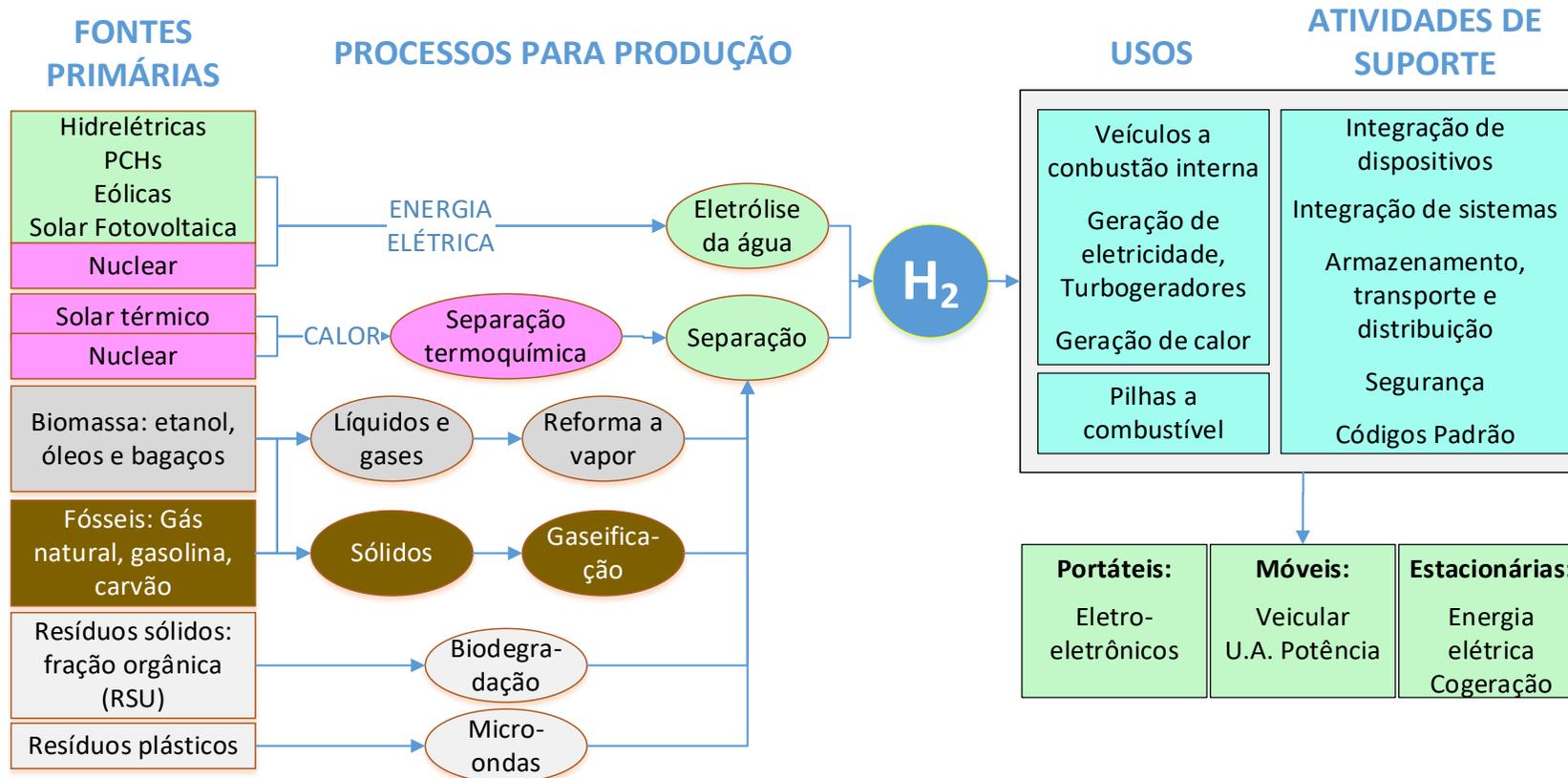


FIGURA 5.1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE ROTAS TECNOLÓGICAS PARA OBTENÇÃO DE HIDROGÊNIO
 Fonte: Adaptado de MME (2021) e de CGEE (2015).