

Relatório de Consultoria entregue
no âmbito do Projeto PNUD/BRA/19/015



Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.



Manual de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Infraestrutura Hídrica



MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



Apresentação

O hiato histórico de investimentos no estoque de infraestrutura brasileiro somado à crescente demanda por novos avanços nesse setor tem criado uma pressão cada vez maior sobre os recursos disponíveis. Somado a isso, estudos recentes sobre a gestão do investimento público no Brasil apontam, de maneira convergente, que entre as áreas com deficiências mais significativas está a avaliação e seleção de projetos (Banco Mundial 2017; FMI 2018; TCU, 2020). No setor específico de infraestrutura hídrica, a situação não é diferente.

Nesse contexto, o presente documento busca sintetizar as melhores práticas nacionais e internacionais de análise de custo-benefício (ACB) aplicadas ao setor de infraestrutura hídrica. As ferramentas oferecidas neste Guia objetivam a otimização da eficiência socioeconômica na seleção de projetos de investimento em infraestrutura a partir de uma análise objetiva, transparente e sistemática.

Este Manual é parte integrante das entregas setoriais que visam a divulgar, solidificar e subsidiar a preparação e avaliação de propostas de investimento em infraestrutura segundo a metodologia definida pelo Guia Geral de ACB. O produto é resultado da parceria entre a Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura da Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade do Ministério da Economia com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. A partir dessa parceria, o Consórcio Engecorps-Ceres foi então contratado para desenvolver o presente manual.

Essa publicação, portanto, cumpre não apenas com o objetivo de produzir um manual de melhores práticas sobre avaliação socioeconômica de projetos de infraestrutura hídrica, mas também garantir maior aos recursos do contribuinte investidos nessa consultoria.

Além de oferecer informações indispensáveis a tomada de decisão, como indicadores de viabilidade, análise de risco e de efeitos distributivos, a adoção do modelo de ACB proposto garante também um ganho em competitividade da carteira de projetos de infraestrutura nacional. O fortalecimento de tal metodologia, confere a uniformidade de dados necessária para aumentar a atratividade de investimentos privados em projetos de infraestrutura de interesse público.

Este Guia também lança os alicerces para publicações complementares futuras como os Manuais Setoriais, que abordarão em maior detalhe a aplicação de ACB em cada setor (e.g. Transportes, Energia, Recursos Hídricos); o Catálogo de Parâmetros, que fornecerá valores uniformizados necessários à elaboração da ACB (e.g. taxa social de desconto, preço sombra do carbono, etc.); e o Modelo de Cinco Casos, que identifica cinco dimensões chave de avaliação de projetos de investimento. Todos esses documentos são brevemente introduzidos neste Guia.

A Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura da Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade do Ministério da Economia, portanto, convida todos a enviarem suas contribuições, percepções e sugestões adicionais por meio do



questionário disponibilizado na consulta pública. As contribuições recebidas serão consolidadas, respondidas pela SDI e publicadas no sítio do Ministério da Economia:

Hoje no Brasil, é notável o número de obras paralisadas seja por deficiência no projeto, por escassez de recursos ou por falta de planejamento. E são as fases iniciais de implantação de projeto (planejamento e estudos) que são responsáveis pelas decisões mais estruturantes dos empreendimentos. Com essa ótica, a Secretaria de Desenvolvimento de Infraestrutura tomou a iniciativa para elaborar um manual que traga maior eficiência, sustentabilidade e transparência nos investimentos em Infraestrutura Hídrica.

É nesse contexto, que a Secretaria almeja que os recursos alocados para a Infraestrutura Hídrica tragam o retorno esperado para a sociedade e seja cada vez mais possível a convivência com as regiões castigadas pela falta de recursos hídricos.

Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura



Análise custo-benefício de projetos de infraestrutura de energia e recursos hídricos
Contrato: BRA10/694/38391/702/38399/2020, Licitação: JOF-1934/2020

**PRODUTO - Manual de Análise Custo-Benefício para Investimentos em Infraestrutura
Hídrica de Interesse Estratégico e Relevância Regional**
Manual_ACB_Infra_Hídrica_defeso_rev





Documento elaborado e entregue pelo Consórcio Engecorps-Ceres como Produto 5: Manual de Análise Custo-Benefício para Investimentos em Expansão da Geração de Energia Elétrica, do contrato BRA10/694/38391/702/38399/2020, Solicitação de Proposta (SDP) nº JOF 1934/2020, no âmbito de parceria da SDI/ME com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Projeto BRA/19/15. Após sua entrega, este produto foi revisado e atualizado pela SDI/SEPEC/ME para sua publicação definitiva. Sua redação final pode divergir pontualmente, portanto, daquela inicialmente apresentada pelo Consórcio e aprovada pela SDI/SEPEC/ME.

Equipe técnica Consórcio Engecorps-Ceres responsável pela elaboração deste produto:

Aída Maria Pereira Andrezza
Andrei de Mesquita Almeida
Daniel Thá
Eduardo Kohn
Emerson Massaiti Haro
José Ricardo Junqueira do Val
José Wanderley Marangon Lima
Marcos Oliveira Godoi
Maria Bernardete Sousa Sender
Raquel Pereira Chinaglia dos Santos

Equipe técnica SDI/SEPEC/ME responsável pela revisão e aprovação deste produto:

Subsecretário de Inteligência Econômica e de Monitoramento de Resultados
Rodolfo Gomes Benevenuto

Coordenador-Geral de Monitoramento de Resultados
Rafael Ribeiro Silveira

Coordenador-Geral de Inteligência Econômica
Diego Camargo Botassio

Especialista em Políticas Públicas e Gestão Governamental
Renato Alves Morato



Sumário

1. INTRODUÇÃO	11
2. FUNDAMENTOS PARA INTERVENÇÃO	16
2.1 RACIONAL ECONÔMICO EM PROJETOS DE RECURSOS HÍDRICOS	16
2.2 DESCRIÇÃO DO CONTEXTO	17
2.3 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS	21
2.4 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO, ALTERNATIVAS E CONTRAFCTUAL	25
2.4.1 Projeto e alternativas	25
2.4.2 Definição do cenário contrafactual	32
3. REQUISITOS INFORMACIONAIS	35
3.1 ESTUDOS DE DEMANDA	35
3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS	37
3.3 ESTUDOS ESPECÍFICOS	39
3.3.1 Estudos específicos para projetos de irrigação	39
3.3.2 Estudos específicos para projetos de sistemas de abastecimento de água	40
3.3.3 Estudos específicos para projetos de esgotamento sanitário	41
3.3.4 Estudos específicos para projetos de controle de cheias	41
3.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO E ALTERNATIVAS	43
3.4.1 Elementos físicos e unidade autossuficiente de análise	43
3.4.2 Interface entre os estudos de demanda e de engenharia	45
3.4.3 Órgãos envolvidos na implementação e operação do projeto	45
3.4.4 Partes interessadas	46
3.4.5 Horizonte temporal de análise	47
3.4.6 Avaliação da componente ambiental	47
3.5 INFORMAÇÕES PARA VALORAÇÃO ECONÔMICA	47
4. ESTIMAÇÃO DE CUSTOS ECONÔMICOS	53
4.1 IDENTIFICAÇÃO E DETALHAMENTO DE CAPEX E OPEX	53
4.2 CORREÇÕES FISCAIS E OUTRAS CORREÇÕES PARA CUSTOS SOCIAIS	54
4.3 VALOR RESIDUAL	54
4.4 CUSTOS TÍPICOS DE CAPEX E OPEX E SEUS FATORES DE CORREÇÃO	55
4.4.1 Desagregação do CapEx	58



4.4.2	Desagregação do OpEx.....	60
5.	ESTIMAÇÃO DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS.....	63
5.1	OFERTA DE ÁGUA	66
5.1.1	Subtipologia: Irrigação Criação animal Indústria	67
5.1.2	Sub-tipologia: Abastecimento humano.....	72
5.2	ESGOTAMENTO SANITÁRIO E TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	87
5.2.1	Aporte de rede coletora de efluentes	89
5.2.2	Tratamento de esgotos	96
5.3	CONTROLE DE CHEIAS E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	103
5.3.1	Perdas evitadas.....	103
5.3.2	Controle de inundações urbanas sem desastres.....	112
5.4	TRATAMENTO DE USOS MÚLTIPLOS.....	113
6.	EXTERNALIDADES DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA.....	115
6.1	EXTERNALIDADES DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA	115
6.1.1	Externalidades geralmente consideradas no CapEx e OpEx	115
6.1.2	Externalidades nos ecossistemas hídricos e seus serviços.....	117
6.1.3	Outras externalidades	127
6.2	EFEITOS ECONÔMICOS INDUTIVOS, INDIRETOS E DE SEGUNDA ORDEM	128
7.	INDICADORES DE VIABILIDADE DO PROJETO	132
7.1	ESCOLHA DA MELHOR OPÇÃO	132
7.2	RECOMENDAÇÕES DA ACB PRELIMINAR.....	135
8.	ANÁLISE DE RISCO	136
8.1	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	136
8.2	AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RISCOS	140
8.3	ANÁLISE PROBABILÍSTICA	145
9.	ANÁLISE DISTRIBUTIVA.....	147
9.1	MATRIZ DE <i>STAKEHOLDERS</i>	147
9.2	EFEITOS DISTRIBUTIVOS	149
10.	ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO	154
11.	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	156
11.1	MODELO DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	156



Análise custo-benefício de projetos de infraestrutura de energia e recursos hídricos
Contrato: BRA10/694/38391/702/38399/2020, Licitação: JOF-1934/2020

**PRODUTO - Manual de Análise Custo-Benefício para Investimentos em Infraestrutura
Hídrica de Interesse Estratégico e Relevância Regional**
Manual_ACB_Infra_Hídrica_defeso_rev



11.2 CHECKLIST DA ACB	158
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	162



Índice de Figuras

Figura 1.1 - Estrutura Analítica de Projeto - EAP.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 6.1 - Curva de probabilidade de excedência de danos	108
Figura 9.1 - Exemplo de resultados da simulação de Monte Carlo	146

Índice de Tabelas

Tabela 3-1 - Oferta de Água: Tipologia e objetivos.....	22
Tabela 3-2 - Esgotamento Sanitário: Tipologia e objetivos.....	22
Tabela 3-3 - Controle de cheias e manejo de águas pluviais: Tipologia e objetivos.....	23
Tabela 3-4 - Exemplos de alternativas de projeto de Oferta de Água	26
Tabela 3-5 - Exemplos de alternativas de projeto de Esgotamento Sanitário.....	27
Tabela 3-6 - Exemplos de alternativas de projetos de Controle de Cheias	28
Tabela 4-1 - Dados econômicos por uso/serviço de água	48
Tabela 4-2 - Exemplo de formulário de preços-sombra, fatores de conversão setorial e cambial.....	51
Tabela 5-1 - Exemplo de componentes básicos de infraestruturas hídricas	56
Tabela 5-2 - Desagregação de custos de CapEx e OpEx para aplicação de Fatores de Conversão.....	57
Tabela 5-3 - Alíquotas de referência para mão de obra qualificada e não-qualificada conforme componentes do CapEx.....	60
Tabela 5-4 - Alíquotas de referência para mão de obra qualificada e não-qualificada conforme componentes do OpEx	61
Tabela 6-1 - Correção dos custos de produção agrícola para preços econômicos.....	68
Tabela 6-2 - Situações a serem avaliadas para o benefício da garantia de oferta hídrica	78
Tabela 6-3 - Identificação do perfil dos benefícios de maior cobertura do serviço de coleta	89
Tabela 6-4 - Identificação do perfil dos benefícios de menores impactos na saúde	92
Tabela 6-5 - Categorias do FIDE - Formulário de Informações do Desastre	105
Tabela 6-6 - Exemplo de cálculo do benefício anual do controle de cheias	109
Tabela 7-1 - Processos ambientais-hidrológicas e atributos hidrológicos afetados.....	118
Tabela 7-2 - Consideração das externalidades negativas aos serviços hidrológicos de provisão.....	120
Tabela 8-1 - Exemplo hipotético de indicadores da ACB	134
Tabela 9-1 - Exemplo de análise de sensibilidade: Identificação de variáveis-críticas ...	137
Tabela 9-2 - Exemplo de análise de sensibilidade: Valores de inflexão.....	137
Tabela 9-3 - Exemplo de análise de sensibilidade: Análise de cenários para o VSPL entre a DAP (R\$/m ³) e o CapEx (R\$, milhões)	138



Tabela 9-4 - Componentes e variáveis para a condução de análise de sensibilidade	138
Tabela 9-5 - Dimensões e variáveis para a condução de análise de risco	140
Tabela 9-6 - Classificações de probabilidade e severidade.....	142
Tabela 9-7 - Classificações nível de risco: Cruzamento entre probabilidade e severidade	143
Tabela 9-8 - Exemplo de medidas mitigadoras por tipologia	143
Tabela 9-9 - Exemplo de análise de Monte Carlo	146
Tabela 10-1 - Exemplo de matriz de stakeholder em recursos hídricos	148
Tabela 11-1 - Modelo de apresentação do Relatório de ACB em Recursos Hídricos e Saneamento	156



1. INTRODUÇÃO

■ O que é este documento

Este documento consiste em um manual prático para a condução de análise de custo-benefício (ACB) aplicada a projetos e programas de investimentos de infraestrutura hídrica, em especial de grande porte. Seu principal objetivo é conduzir o proponente de projeto, assim como o avaliador, nas diferentes etapas de elaboração de uma ACB, apontando diretrizes e recomendações metodológicas, assim como referências à luz do setor de recursos hídricos e suas especificidades.

Este é um Manual Setorial que obedece à estrutura e complementa o Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura (Guia Geral de ACB)¹, o qual traz diretrizes gerais assim como conceitos essenciais para a padronização da metodologia ACB de projetos de infraestrutura, e que deve, portanto, ser lido previamente a este documento.

■ Tipos de projetos aos quais se aplica

O documento tem foco em projetos de infraestrutura hídrica, particularmente aqueles que visam prover, garantir ou aumentar a oferta de água e a regularidade em seu fornecimento à setores usuários (abastecimento humano, irrigação, indústria etc.), promover o esgotamento sanitário, controlar eventos de cheias e realizar o manejo de águas pluviais.

■ Quem pode usar

Como apontado no Guia Geral de ACB, espera-se que os leitores e usuários deste manual sejam profissionais envolvidos na preparação e avaliação de projetos de investimento em infraestrutura hídrica, incluindo, por exemplo, os órgãos públicos que originam ou recebem propostas de investimento no setor de recursos hídricos e saneamento básico. Também pode servir de referência a profissionais envolvidos na preparação ou revisão de relatórios de viabilidade socioeconômica dentro e fora do governo, assim como na pesquisa e avaliação de políticas públicas.

Embora tenha uma função operacional, sendo um manual, seus conceitos e racional também podem contribuir para expandir o debate sobre as funções socioeconômicas das infraestruturas hídricas e de saneamento no país. Sua leitura por gestores, planejadores, engenheiros, financistas e sociólogos, por exemplo, também é bem-vinda.

■ Por que um manual para ACB

Em alinhamento ao esforço do Governo em adotar sistematicamente a avaliação socioeconômica como critério de decisão nas políticas públicas, em especial na avaliação de projetos, o Ministério da Economia tem colocado a análise de custo-benefício (ACB)

¹ BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura. Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura – Brasília: SDI/ME, 2021. 92 p. Disponível em [\[link\]](#).



como ferramenta de avaliação *ex-ante* para a seleção e suporte à priorização de projetos de investimento em infraestrutura. Para tal, além de respaldo institucional, sua adoção completa e eficaz depende de orientações técnicas claras, na forma de guias e manuais, para sua efetiva apropriação e padronização mínima. O presente manual vem compor esse corpo de orientações para a condução de ACB, especificamente a ACB de projetos de infraestrutura hídrica.

■ Por que o olhar socioeconômico em recursos hídricos

A ACB socioeconômica é facilmente justificada no setor de recursos hídricos, em que o racional para intervenção governamental, uma vez que mercados não são capazes de prover adequadamente o que a sociedade necessita, é particularmente verdadeiro. Por exemplo, a provisão de água às pessoas de baixa renda gera externalidades positivas, como melhoria na saúde dos beneficiários, mas essas não são internalizadas nos cálculos financeiros adjacentes. Espera-se, portanto, que a ACB socioeconômica ajude a revelar tais valores não capturados pelos mercados estabelecidos e, neste caso da ACB, possa auxiliar a justificativa, priorização e desenho das infraestruturas hídricas futuras a serem detalhados na próxima fase de avaliação de viabilidade (ACB Completa).

Na fase de planejamento de um projeto de infraestrutura hídrica, em termos de maximização do *Value for Money* (VfM) social, é necessário verificar não apenas o custo do investimento, mas também os benefícios socioeconômicos que serão obtidos. Além disso, como um projeto de infraestrutura hídrica precisa ser operado e mantido por décadas, é importante considerar não apenas o investimento inicial, mas o impacto econômico geral, incluindo custos e benefícios societários ao longo de todo o ciclo de vida do projeto.

■ Objetivos da ACB

O objetivo principal de uma ACB durante a fase de planejamento e pré-viabilidade é, a partir de um rol inicial e mais amplo de opções e alternativas, buscar fornecer aos tomadores de decisão um conjunto de opções mais focado, podendo incluir uma opção preferida (dentre todas as propostas) para análise detalhada na fase posterior de avaliação. Na fase preliminar, a ACB deve ser estratégica por natureza, partindo de um rol mais amplo e diverso de alternativas, fornecendo um conjunto inicial de opções que pode não abranger todos os benefícios esperados do projeto em sua avaliação.

Dentre o rol de alternativas, é importante considerar não apenas soluções de engenharia tradicionais (infraestrutura cinza), mas também as soluções baseadas na natureza (SbN) e medidas não estruturais (medidas de gestão e uso de instrumentos econômicos). Sua comparação por meio de uma ACB é particularmente determinante, pois seus benefícios e custos econômicos podem não ser tão explícitos quanto as primeiras.

Normalmente, nesse estágio anterior a detalhamentos de um EVTEA, por exemplo, mais ênfase é dada aos custos e benefícios diretos e às principais externalidades, que provavelmente serão uma função das informações e dados disponíveis, tipicamente paramétricas e com estimativas aproximadas. Em geral, esses benefícios incluem capital e custos evitados que podem ser incorridos em um cenário *business as usual* (BAU), bem



como estimativas iniciais de benefícios diretos ao usuário e outros benefícios que podem ser avaliados imediatamente usando proxies.

Destaca-se, para a realização da ACB, o Catálogo de Parâmetros em desenvolvimento pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que fornece parâmetros macroeconômicos de utilização recorrente na avaliação de projetos econômicos (independentemente do setor).

■ A ACB no ciclo de planejamento de infraestruturas hídricas

A ACB deve ser utilizada para a avaliação de projetos de infraestruturas hídricas e de saneamento que visem: (i) à solução de um problema de insegurança hídrica ou de risco hídrico a ser encaminhado; ou (ii) ao aproveitamento de uma oportunidade identificada.

A primeira é geralmente associada ao abastecimento humano, à provisão de esgotamento sanitário e à proteção contra eventos extremos de estiagem e cheias. A partir das diretrizes estratégicas do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cabe ao Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) identificar e avaliar a viabilidade econômica das soluções necessárias. Ao incorporar a ACB como metodologia estruturante para a composição do Programa de Segurança Hídrica (PSH), o PNSH elenca as intervenções e propõe as alternativas mais custo-benéficas para o endereçamento mais eficiente dos problemas de segurança hídrica.

A segunda vertente trata do aporte proposital de uma infraestrutura para fins de motivação do desenvolvimento em uma dada região, cuja origem comumente se dá em âmbito de planejamento exógeno ao setor de recursos hídricos. Para esses casos, o fornecimento de água é parte de um conjunto maior de infraestruturas que devem ser aportadas - arranjo que demanda ser conhecido e incorporado à ACB. A sequência proposta no presente Manual permite traçar importantes considerações sobre a definição do cenário contrafactual e de alternativas ao projeto, permitindo elencar, de forma sistemática, os beneficiários, as externalidades e as demais facetas regionais que se agregam nesse tipo de avaliação.

Outrossim, destaca-se a importância de se realizar a ACB circunscrita ao contorno factível das alternativas contrastadas, não sendo instrumento substituto a uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), por exemplo, ou às diversas outras facetas territoriais, institucionais e de interrelações socioambientais que se abordam em um Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) ou em um Plano de Desenvolvimento Sustentável (PDS).

A ACB pode ser instrumental, primordialmente, para conceber as alternativas de projeto que mais atendem aos anseios de um determinado contexto do desenvolvimento regional. Um ponto forte da metodologia para essa vertente é a possibilidade que se tem de incorporar “módulos” ao projeto para sua avaliação preliminar, geralmente com a inclusão de captura de benefícios da infraestrutura de represamento e/ou adução da água bruta para outros usos. Exemplo disso é a avaliação de uma barragem que pode servir estritamente ao abastecimento humano, ou pode ser aumentada para aproveitamento concomitante de uma área propícia para irrigação.

■ Outros usos da ACB econômica no setor de recursos hídricos e saneamento



Pontuam-se outros possíveis usos da ACB no setor de recursos hídricos e de saneamento, um deles sendo para a avaliação da “viabilidade residual” de projetos incompletos.

No âmbito dos Planos de Bacia Hidrográfica, a estrutura da ACB pode ser utilizada para auxiliar a quantificação de benefícios e estimativa de custos de intervenções, desde as infraestruturais até as medidas conhecidas como *soft* (medidas de gestão) e *green* (Soluções baseadas na Natureza), onde os resultados de melhor qualidade de água, por exemplo, podem ser atingidos com soluções baseadas na natureza ou mesmo no controle mais rigoroso do uso de agroquímicos. Nota-se que os planos de bacia trazem horizontes temporais compatíveis com os de uma ACB, assim como apresentam recortes por setor usuário.

No âmbito de programas de recuperação e preservação de bacias hidrográficas ou de programas de proteção de mananciais (*source water protection*), a ACB pode ser utilizada para valorar os benefícios das ações (que geralmente trazem externalidades positivas) e avaliar o potencial de compensação dos custos por meio de economias via operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água e acréscimos de bem-estar.

No âmbito da priorização de projetos regionais de investimento em saneamento básico, onde a ACB econômica pode indicar os melhores desenhos de alternativas estratégicas.

No âmbito do Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica (CERTOH), pode-se requerer uma ACB Completa, atualizando os requisitos de comprovação de sustentabilidade para contemplar os de geração de benefícios socioeconômicos.

No âmbito de atuação do Ministério do Desenvolvimento Regional, deve-se aplicar a ACB Completa para projetos já priorizados e pré-selecionados pela ACB quando da composição de projetos do Plano Plurianual (PPA).

■ Estrutura do manual

O presente manual setorial segue a mesma estrutura do Guia Geral de ACB e suas diretrizes. Deve ser lido em conjunto ao Guia, sendo entendido como um complemento do mesmo. Portanto, parte dos conceitos basais da ACB já estão discutidos no Guia Geral de ACB e não são replicados no presente texto, dentre eles: a ótica da sociedade, custo de oportunidade, o cálculo de indicadores de viabilidade e sobretudo a abordagem comparativa ou incremental. Estruturado com os mesmos capítulos do Guia Geral, o Manual traz uma abordagem mais operacional e, sobretudo, à luz de projetos do setor de recursos hídricos, saneamento básico e suas infraestruturas de grande porte.

Assim sendo, o capítulo 2 aborda os fundamentos para intervenção, em que são introduzidos os aspectos relativos ao contexto da intervenção infraestrutural, com indicações de dimensões críticas a recursos hídricos; a definição dos objetivos da intervenção, definindo as tipologias de projeto no setor que serão abordadas no manual com exemplos; e orientações da identificação do projeto e suas alternativas, além da caracterização do cenário sem o projeto (contrafactual), novamente abordando o caráter estratégico dessa etapa e com exemplos por tipologia.

O capítulo 3 aborda os requisitos informacionais para a ACB de infraestruturas hídricas, trazendo demandas específicas deste tipo de projeto necessárias à condução da avaliação



econômica posterior. Inclui descrições do tipo de informação, aborda limitações e indicações de fontes possíveis. Traz, também, estudos de demanda hídrica e de saneamento; os estudos hidrológicos, fundamentais ao setor; informações do projeto (e suas alternativas); dados ambientais; e finalmente informações úteis à valoração econômica.

Na sequência, o capítulo 4, trata da estimativa de custos econômicos, ancorado nas diretrizes do Guia Geral de ACB. Retoma conceitos de interesse discutindo sua operacionalização na ACB e nesse setor. Inclui a identificação de CapEx e OpEx, as correções fiscais e fatores de conversão, assim como o valor residual e seu método de cálculo indicado. O capítulo termina com uma tabela orientadora que elenca as composições de custos típicos do setor, com níveis mínimos de agregação possíveis e os fatores de conversão a serem aplicados.

Depois, o capítulo 5 de estimativa de benefícios traz, após algumas introduções conceituais importantes, seções para a quantificação pecuniária dos principais benefícios de cada tipologia de projeto (Oferta de água, Esgotamento sanitário e tratamento de efluentes e Controle de cheias e manejo de águas pluviais) detalhando as categorias a serem consideradas na ACB e seus métodos de valoração recomendados, no âmbito de uma ACB. Já o capítulo 6 aborda as externalidades previstas em projetos de infraestrutura hídrica e traz outros tópicos de relevância à valoração no setor como: custos de oportunidade da água, tratamento de usos múltiplos da água na valoração, a consideração do atendimento de necessidades básicas (intrínseco ao setor de saneamento), entre outros.

Os capítulos finais são dedicados às etapas mais processuais da ACB, mas ainda buscando trazer particularidades do setor. Assim, após o breve capítulo 7 sobre indicadores de viabilidade do projeto, o capítulo 8 sobre análise de risco aborda dimensões de interesse à análise de sensibilidade com projetos híbridos, assim como riscos típicos do setor a serem tratados nesta seção e dimensões importantes a serem abordadas. Após os capítulos sobre análise distributiva (9), o capítulo 11 trata de alternativas de arranjos institucionais e contratuais para implantação e finalmente o Manual é concluído com o capítulo 11, que traz a apresentação de resultados seguindo as diretrizes do Guia Geral de ACB.



2. FUNDAMENTOS PARA INTERVENÇÃO

Este capítulo apresenta os elementos de preâmbulo da análise custo-benefício de projetos de infraestrutura em recursos hídricos e saneamento, que correspondem à avaliação do caso estratégico da proposta de investimento, segundo o Modelo dos Cinco Casos apresentado no Guia Geral de ACB. Espera-se que o proponente apresente nesta seção aspectos relativos ao contexto da intervenção prevista, definição de seus objetivos e identificação do projeto e suas alternativas, além da caracterização do cenário sem o projeto. As informações devem ser apresentadas no Relatório de ACB, de forma organizada para sua adequada interpretação.

Espera-se que, ao final desta seção, seja possível um entendimento claro entre “entradas (insumos) e saídas (resultados)” do projeto, “resultados e objetivos”, objetivos e meta setorial e finalmente da relação do projeto com o objetivo macro e estratégico do setor. As próximas seções descrevem aspectos e características destes projetos, tipos de informações exigidas de contexto, objetivos e identificação do projeto.

2.1 RACIONAL ECONÔMICO EM PROJETOS DE RECURSOS HÍDRICOS

O principal racional para intervenção governamental em recursos hídricos é a incapacidade de os mercados proverem adequadamente o que a sociedade necessita. Isto é particularmente verdade para projetos de incremento de oferta hídrica, provimento de abastecimento humano, tratamento de esgotos e prevenção a desastres por cheias. Por exemplo, a provisão de água às pessoas de baixa renda gera externalidades positivas, como melhoria na saúde dos beneficiários, mas essas não são internalizadas nos cálculos financeiros adjacentes (ACB financeira, conforme destaca o Guia Geral de ACB).

Dentro os princípios que regem os investimentos em infraestrutura hídrica, destacam-se os subjacentes à Lei Federal nº 9.433/1997:

- O reconhecimento da água como um bem público dotado de valor econômico;
- A garantia do uso múltiplo das águas;
- A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão;
- A gestão descentralizada pela participação dos diferentes níveis do poder público, dos usuários e da sociedade civil no processo de tomada de decisão; e
- A prioridade do uso para consumo humano e animal (em situações de escassez).

Tem-se ainda a interface com o princípio do poluidor-pagador, que sublinha as políticas tarifárias: os usuários devem prover as condições de recuperação dos custos dos serviços de água, incluindo os financeiros, ambientais e de oportunidade, levando em consideração os efeitos societários. A tarifação, ainda, fornece incentivos ao uso eficiente dos recursos.

Um importante aspecto do setor é a distinção entre as infraestruturas hídricas de usos múltiplos daquelas de oferta de água exclusivas para o abastecimento humano. Estas últimas são caracterizadas, geralmente, como integrantes aos serviços públicos onde há instituição de modelos remuneratórios que permitem a sustentabilidade da operação e



da manutenção dos empreendimentos. No setor de saneamento básico, regido pelas Leis nº 11.445/2007 e nº 14.026/2020, os projetos de investimento relacionados aos serviços de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário devem ter seus custos (de investimento, manutenção e operação) rateados e adicionados às tarifas de cobrança pela prestação dos serviços.

Essa relação de uso direto dos serviços não apenas estabelece o beneficiário, como também permite garantir a segurança para a realização de investimentos. Muitas das obras de recursos hídricos, especialmente quando beneficiam múltiplos usuários (mesmo tendo como objetivo final o abastecimento humano), não conseguem ser financiadas apenas pelos usuários finais dos sistemas de abastecimento de água.

As obras de infraestrutura hídrica de usos múltiplos não trazem legislação que normatize, amplamente, os serviços públicos por elas prestados, afastando também eventuais modelos de remuneração por seus investimentos, custos de operação e manutenção. Essa situação dificulta a atuação do setor privado e resulta, no mais das vezes, em empreendimentos de titularidade de órgãos públicos². Adicionalmente, essas obras são financiadas pelo orçamento público (e/ou bancos de fomento), desde seu planejamento e construção até a sua operação e manutenção.

Com tal estrutura econômica aposta, os investimentos em infraestrutura hídrica acabam concorrendo por recursos públicos e geralmente acabam ofertados abaixo da demanda societária, induzindo perdas a esta via insegurança hídrica e altos riscos à eventos de cheias. São empreendimentos que trazem amplos (e ainda não valorados) benefícios, embora estes sejam de ordem social e por vezes difusa no tempo e no espaço.

Espera-se, assim, que a ACB econômica ajude a revelar os valores sociais não capturados pelos mercados estabelecidos e, neste caso da ACB, possa auxiliar a justificativa, priorização e desenho das infraestruturas hídricas futuras a serem detalhados na próxima fase de avaliação de viabilidade (ACB Completa).

2.2 DESCRIÇÃO DO CONTEXTO

O propósito de uma avaliação econômica em recursos hídricos e saneamento, por mais preliminar que possa ser, é trazer melhor alocação de recursos escassos. Os projetos precisam, no entanto, estar alinhados à estratégia setorial subjacente, assim como as necessidades regionais e locais de intervenção. Espera-se, nesta seção, que o proponente do projeto apresente uma descrição do contexto econômico, social e político-institucional em que a intervenção se insere, sem perder de vista a fase preliminar em que a avaliação se encontra, portanto com objetividade e maior síntese possível. Em recursos hídricos,

² As obras hídricas de usos múltiplos podem ser realizadas pelos mais diversos empreendedores. A princípio, o empreendedor seria identificado por ser o solicitante da outorga de direito de uso dos recursos hídricos. No entanto, para o caso de barragens, a Lei nº 12.334/2010, define empreendedor como sendo o agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade. A implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens demonstra que a identificação dos empreendedores responsáveis por essas infraestruturas é um grande desafio que precisa ser equacionado. A titularidade do empreendedor das obras hidráulicas não deve ser confundida com a dominialidade dos corpos hídricos.



além de informações tradicionais de contexto socioeconômico (ver Guia Geral de ACB), espera-se que o proponente apresente o contexto, discorrendo sobre:

■ Contexto regulatório:

É necessário posicionar o projeto frente ao âmbito regulatório, em especial quanto às normativas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), dos Conselhos Estaduais e Nacional de Recursos Hídricos (CERH e CNRH) e eventuais interfaces com os Conselhos Estaduais e Nacional de Meio Ambiente (CEMA e CONAMA). Os dois primeiros são componentes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

- Para infraestruturas hídricas, importante que o projeto sendo avaliado possa atender as exigências necessárias à obtenção do Certificado de Avaliação da Sustentabilidade da Obra Hídrica (CERTOH), exigido pela ANA para obras de infraestruturas hídricas, para reservação ou adução de água bruta, a serem implantadas ou financiadas, no todo ou em parte, com recursos financeiros da União, obedecendo a critérios de sustentabilidade instituídos pelo Decreto nº 4.024/2001.
- Para interferências federais de retirada de água superficial ou lançamento de efluentes, importante considerar a regulação dada pela ANA pelo Sistema Federal de Regulação de Usos (REGLA), pelo qual se obtém a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), ou equivalentes estaduais, para outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

Não se espera que o projeto, ainda em fase preliminar, detenha o CERTOH ou a DRDH, mas é importante demonstrar que as questões regulatórias são devidamente consideradas na proposição e os padrões regulatórios terão condições de serem cumpridos. No caso de empreendimentos de usos múltiplos com geração de energia elétrica, deve-se considerar os atos regulatórios pertinentes da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Já para infraestruturas correlatas ao saneamento básico, nos componentes de água, esgotamento e drenagem, importante observar as normas de referência da ANA, contendo diretrizes que deverão ser consideradas pelas agências reguladoras de saneamento subnacionais em sua atuação regulatória junto ao setor de saneamento.

■ Contexto institucional:

Propósitos e responsáveis: no caso de projetos de reservatórios, é necessário verificar os propósitos do empreendimento, que podem ser dirigidos a usos múltiplos ou a usos exclusivos das águas armazenadas. Caberá a uma determinada entidade implantar e/ou também operar a futura obra, podendo-se sintetizar a questão da seguinte forma:

- Reservatórios de usos múltiplos, incluindo irrigação, abastecimento público, controle de cheias (e, por vezes, geração de energia hidrelétrica): órgãos responsáveis pelo setor no nível federal, estadual e municipal; associações de irrigantes, cooperativas e particulares;



- Reservatórios de uso exclusivo para abastecimento de água e sistemas de adução e distribuição de água (canais e sistemas adutores): as mesmas instituições relacionadas no tópico anterior, excetuando-se as associações e as cooperativas, e acrescentando-se (i) a FUNASA, em nível federal (atuação em água e esgoto em municípios com população inferior a 50.000 habitantes, áreas rurais e comunidades tradicionais de todo o Brasil), (ii) as concessionárias dos serviços de saneamento básico (estaduais e municipais), e (iii) as empresas privadas;
- Reservatórios para controle de cheias: prefeituras municipais, consórcios de municípios, regiões metropolitanas ou governos estaduais;
- Para obras de esgotamento sanitário (coleta e tratamento): FUNASA, concessionárias dos serviços de saneamento básico (estaduais e municipais) e empresas privadas.

Instrumentos de planejamento: os seguintes instrumentos de planejamento podem ser consultados e avaliados com vistas a verificar se o empreendimento consta de planejamento prévio, ao nível federal, estadual ou municipal:

- Planos Plurianuais dos Governos dos Estados que, mais recentemente, têm incorporado nas suas programações de investimento a infraestrutura hídrica recomendada pelos planos setoriais de recursos hídricos e saneamento básico;
- Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), estudo conduzido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), concluído em 2019, que teve por objetivo apresentar um rol de estudos, projetos e obras (EPPOs) recomendados pela Agência, com caráter estruturante e estratégico, e com área de abrangência para todo o território nacional;
- ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água elaborado pela ANA em 2011 e atualizado em 2021, que tem por objetivo indicar soluções para o abastecimento de água dos 5.570 municípios brasileiros até o horizonte do ano de 2050;
- Planos Estaduais de Recursos Hídricos, que apresentam os detalhamentos, a nível da unidade federativa, dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e definem prioridades e regionalizações;
- Planos de Bacias Hidrográficas (bacias federais e bacias estaduais), que, em geral, apresentam propostas de obras tanto para ampliação de oferta de água, incluindo abastecimento público e irrigação, quanto para controle de cheias, além de ações relacionadas a recuperação e preservação de Bacias Hidrográficas;
- Estudos para ampliação de oferta hídrica realizados para regiões específicas, como é o caso, por exemplo, da Macrometrópole Paulista e outras Regiões Metropolitanas do País;
- Planos Estaduais, Regionais e Municipais de Saneamento Básico, que incluem abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial urbana;



- Planos Diretores de Abastecimento de Água ou Esgotamento Sanitário desenvolvidos para regiões específicas (por exemplo, o Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana, concluído em 2013);
- Planos Diretores de Drenagem, elaborados para municípios ou para conjuntos de municípios de uma mesma bacia hidrográfica (por exemplo, o Plano de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê - PDMAT, concluído em 2014);
- Atlas Esgotos - Despoluição de Bacias Hidrográficas, estudo concluído pela ANA em 2017, que apresenta tipologias de soluções recomendadas para o tratamento de esgotos domésticos de todos os municípios brasileiros, atualizado em 2020 com relação às Estações de Tratamento de Esgotos implantadas nos últimos anos;
- Atlas Irrigação (2017) e Polos Nacionais de Agricultura Irrigada (2020), ambos elaborados pela ANA e voltados à identificação de áreas irrigadas no País e ao levantamento de subsídios para as tomadas de decisão que visam compatibilizar os usos múltiplos da água e a segurança hídrica da atividade produtiva;
- Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil, estudo elaborado pelo MDR em 2020.

Planejamento territorial na área de intervenção: trazer objetivamente um levantamento de políticas, projetos e intervenções previstas ou de políticas orientadoras para a região que possam influenciar direta ou indiretamente os resultados do projeto. Sugere-se avaliar os seguintes instrumentos:

- Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE), que podem focar uma Política, Programa, Projeto, ou ainda um conjunto estruturante de projetos correlatos à região ou ao objeto do projeto em avaliação;
- Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEE) disponíveis ao nível das Unidades da Federação, elaborados para regiões específicas ou para bacias hidrográficas;
- Mapeamento das Unidades de Conservação (UC) de proteção integral (segundo status definidos pela Lei Federal nº 9.985/2000), áreas nas quais não são admitidos usos antrópicos, criando obstáculos ao futuro licenciamento ambiental do empreendimento; caso a UC seja de uso sustentável (também segundo estabelecido pela referida lei), cabe verificar se possui plano de manejo e o zoneamento predefinido;
- Mapeamento de Terras Indígenas, áreas em que também é recomendado evitar a implantação de projetos de infraestrutura hídrica devido às dificuldades antevistas para licenciamento ambiental;
- Mapeamento de Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade (APCBs), um instrumento de política pública conduzida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) para apoiar a tomada de decisão, de forma objetiva e participativa, no planejamento e implementação de ações, como criação de Unidades de Conservação, licenciamento, fiscalização e fomento ao uso sustentável. Empreendimentos situados em áreas classificadas como de muito alta prioridade podem sofrer entraves ao seu licenciamento ambiental;



- Planos de bacias hidrográficas apresentam áreas de restrição de usos visando à conservação dos recursos hídricos, servindo como balizadores para a análise e viabilidade da localização do empreendimento proposto;
- Finalmente, ao nível dos municípios, os Planos Diretores Urbanos definem zonas que se diferenciam em termos dos usos permitidos, sendo também outro instrumento de disciplinamento do uso do território a ser avaliado *vis-à-vis* a localização do projeto proposto.

■ Cobertura e qualidade dos serviços na área de influência do projeto:

Serviços: a análise do contexto deve descrever a atual cobertura dos serviços (oferta de água, esgoto e/ou controle de cheias), níveis de consumo por setor usuário (agricultura, dessedentação animal, indústria etc.); contexto administrativo dos serviços; grau de perdas físicas e administrativas; disponibilidade hídrica; confiabilidade no sistema em questão; cargas poluidoras, entre outros.

Descrever a política de precificação de serviços de água e esgoto, caso exista. Na medida do possível, poderá trazer referências quanto aos impactos de mudanças nas tarifas praticadas, sempre levando em conta as políticas mais amplas e restritivas.

Condições ambientais e climáticas: preferencialmente apoiado em uma unidade territorial hídrica (bacia hidrográfica), descrever a situação atual dos corpos hídricos da região de intervenção, usos da água existentes, tendências, graus de pressão. Aqui, sempre que possível, trazer projeções de tendências climáticas e sua influência na disponibilidade hídrica, eventos extremos, entre outros.

Espera-se uma contextualização mais ampla da área de influência do projeto, incluindo áreas subjacentes e passíveis de serem influenciadas ou influenciar a área de intervenção, sobretudo para caracterizar os objetivos de uma intervenção. Detalhamentos mais técnicos e específicos, como análise de demanda, projeções e estudos hidrológicos serão demandados na seção de requisitos informacionais do projeto.

2.3 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

A partir do contexto apresentado, o proponente deverá apresentar projeto que vise:

- à solução de um **problema** de insegurança hídrica ou de risco hídrico a ser encaminhado; ou
- ao aproveitamento de uma **oportunidade identificada**.

Os objetivos da intervenção devem atender às necessidades observadas no contexto (seção anterior) dando encaminhamento ao problema ou oportunidade identificados. Espera-se que esta seção da ACB seja simples e objetiva. Ao final dessa seção, o proponente deverá apresentar uma descrição do problema a ser encaminhado ou da oportunidade a ser aproveitada, associado ao(s) objetivo(s) do mesmo, descrito de maneira simples, específica e atingível. A descrição de como será atingido cabe ao próximo item de identificação do projeto.



Já a definição dos objetivos do projeto permitirá classificá-lo em uma das três tipologias apresentadas nas tabelas a seguir, ou ainda em combinações das mesmas. São elas: (i) oferta de água; (ii) esgotamento sanitário; e (iii) controle de cheias e manejo de águas pluviais.

Tabela 2-1 - Oferta de Água: Tipologia e objetivos

Oferta de Água	
Objetivo	Todos os tipos de projetos que envolvam a ampliação da oferta de água de uma região, servindo aos usos de consumo humano (abastecimento humano), do setor produtivo (irrigação, dessedentação animal, uso industrial) ou usos múltiplos que incluam esses usos
Objetivo específico	Execução, recuperação e complementação de intervenções estruturais voltadas ao aumento de oferta de água bruta ou tratada para consumo humano e do setor produtivo
Ampliação de oferta com barragens	(i) Construção de barragens e açudes destinados ao aumento de oferta de água para consumo humano e do setor produtivo ou usos múltiplos que incluam esses usos; e (ii) Recuperação de barragens existentes, quando associadas à oferta de água para o consumo humano ou do setor produtivo
Ampliação de oferta com canais, adutoras e sistemas integrados de abastecimento	(i) Sistema de captação de água; (ii) Canais de adução de água bruta; (iii) Adutoras e sistemas adutores (água bruta ou água tratada); (iv) Estações elevatórias quando associadas a alguma das intervenções anteriores; (v) Outras obras complementares como adutoras secundárias, setorizações, sistemas de proteção e automação, estações de tratamento de água, reservatórios de distribuição, entre outros, quando associadas a alguma das intervenções anteriores
Ampliação de oferta com sistemas de dessalinização	Sistemas de dessalinização de águas salobras e salinas para ampliação de oferta para consumo humano e do setor produtivo, incluindo implantação, recuperação e gestão de sistemas de dessalinização
Ampliação de oferta via infraestrutura natural (verde)	Ações de revitalização de bacias hidrográficas que promovam os serviços ecossistêmicos hidrológicos (retenção de sedimentos e nutrientes, regulação hídrica com estabilidade de vazões durante secas e redução de picos de vazão nas cheias) por meio de ações integradas e estratégicas de manejo de solo, adequação de infraestruturas, recuperação e conservação ambiental

Tabela 2-2 - Esgotamento Sanitário: Tipologia e objetivos



Esgotamento Sanitário	
Objetivo	Coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário e seus equivalentes industriais
Objetivo específico	Atendimento coletivo de coleta e afastamento do esgotamento sanitário em substituição a situações precárias e/ou individuais, redução da poluição dos solos e das águas (superficiais e subterrâneas), compatibilização do enquadramento dos corpos d'água devido à capacidade dos receptores e da qualidade dos lançamentos
Sistemas de esgotamento sanitário	Conjunto de obras e instalações que envolvem: (i) Rede coletora e coletores tronco; (ii) Estações elevatórias; (iii) Interceptores e emissários; (iv) Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), incluindo o tratamento e a disposição final do lodo de ETE; (v) Outras obras complementares como emissários secundários, sistemas de proteção e automação, ligações prediais e/ou intradomiciliares, subestações, travessias, entre outros, quando associadas a alguma das intervenções anteriores
Implantação e Ampliação	Implantação de novos sistemas de esgotamento sanitário ou a ampliação/melhoramento de sistemas existentes

Tabela 2-3 - Controle de cheias e manejo de águas pluviais: Tipologia e objetivos

Controle de cheias e manejo de águas pluviais	
Objetivo	Redução de danos e prejuízos consequentes de: (i) eventos hidrológicos de enxurradas, inundações e alagamentos; e (ii) eventos geológicos de erosão de margem fluvial e continental
Objetivo específico	Controle via redução, retardamento, amortecimento ou desvio do escoamento das águas pluviais, minimizando e/ou evitando eventos de enxurradas, inundações e alagamentos, erosão de margem fluvial e continental
Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade)³ para eventos naturais hidrológicos	Eventos naturais hidrológicos de: (i) inundações - submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas, com transbordamento de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície (12100); (ii) enxurradas - escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas

³ Classificação elaborada a partir do Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT) do Centro para Pesquisa sobre Epidemiologia de Desastres (CRED) e da Organização Mundial de Saúde (OMS/ONU), com o propósito de adequar a classificação brasileira às normas internacionais.



Controle de cheias e manejo de águas pluviais	
	intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado, caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial e com grande poder destrutivo (12200); e (iii) alagamentos - extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas (12300)
Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade) para eventos naturais geológicos	Eventos naturais geológicos de: (i) erosão de margem fluvial - desgaste das encostas dos rios que provoca desmoronamento de barrancos (11420); (ii) erosão continental - ravinas (evolução, em tamanho e profundidade, da desagregação e remoção das partículas do solo de sulcos provocada por escoamento hídrico superficial concentrado, 11432) e boçorocas (evolução do processo de ravinamento, em tamanho e profundidade, em que a desagregação e remoção das partículas do solo são provocadas por escoamento hídrico superficial e subsuperficial (escoamento freático) concentrado, 11433)
Sistemas integrados, podendo envolver:	(i) Construção de barragens para amortecimento de cheias; (ii) Recuperação de barragens existentes, quando associadas ao controle de cheias; (iii) Canais de condução do escoamento; (iv) Desassoreamento e/ou eliminação de pontos de estreitamento de cursos d'água; (v) Contenção e recuperação de processos erosivos; (vi) Recuperação de áreas úmidas (várzeas); (vii) Implantação de banhados construídos (<i>wetlands</i>); (viii) Adequações ao sistema de drenagem; (x) Diques, muros e outras estruturas de contenção

Tais tipologias serão utilizadas, sempre que pertinente, nas próximas seções trazendo especificidades de cada uma ao cálculo dos custos e benefícios do projeto.

Sabe-se que um mesmo projeto poderá ter efeitos diretos em mais de um tipo definido acima (para o tratamento a ser dado, nesses casos, ver item 5.4). Nesses casos o projeto deverá ser tipificado segundo sua finalidade principal, anotando-se a sua transversalidade como ponderação quantitativa (quando possível) ou ao menos qualitativa de análise.

Também é evidente a utilidade de se abordar alguns elementos a partir da ótica dos setores usuários e usos, sobretudo nas formas de contabilização dos custos e benefícios e na discussão da aplicação de métodos de valoração. Trata-se de uma abordagem complementar, transversal e necessária a qualquer análise no setor.

Erros comuns na definição dos objetivos



Um mesmo projeto poderá ter efeitos diretos em mais de uma tipologia, exemplo típico de uma barragem de usos múltiplos que pode exercer controle de cheias e fornecer água para o abastecimento humano e industrial.

- Nesses casos, o projeto deverá ser tipificado em sua finalidade principal, anotando-se a sua transversalidade como ponderação quantitativa de análise, considerando módulos que podem ser analisados de forma complementar, ou ao menos explicitando a interconexão entre os componentes, quando indissociáveis.
- Caso os componentes inter-relacionados sejam relativamente autônomos, com custos e benefícios majoritariamente independentes, deve-se proceder à análise de forma separada. A mensuração dos benefícios econômicos de componentes individuais do projeto é particularmente relevante no contexto de projetos indutores do desenvolvimento, como as transposições multifacetadas voltadas aos usos múltiplos.

Cuidado deve ser tomado para detalhar um projeto que seja específico, mensurável, possível, relevante e com metas temporárias alcançáveis. Deve-se atentar, especificamente, para partições do projeto que não correspondam ao pleno atendimento de seu objetivo, como:

- Uma barragem para ampliação de oferta para consumo humano que desconsidere a adutora até a captação do(s) município(s) atendidos;
- A instalação de estação de tratamento de esgoto sanitário sem a devida coordenação de implementação da rede coletora;
- Um sistema de controle de cheias sem a coordenação entre os operadores dos diversos dispositivos.

Por fim, investimentos futuros planejados devem ser considerados na ACB somente se forem críticos para assegurar a operação do investimento original. Por exemplo:

- A operacionalização de uma fase de um perímetro irrigado, prevista para um determinado ponto futuro do ciclo de vida do projeto, que é parte da justificativa para o volume de água reservado ou da estrutura de bombeamento do projeto proposto;
- A estação de tratamento que será implementada após a rede coletora. Mesmo estando faseado no tempo, deve-se atentar para a completude do atingimento dos benefícios;
- A ampliação de capacidade da planta original de uma estação de tratamento de esgoto prevista para um determinado ponto futuro do ciclo de vida do projeto, deve ser considerada apenas se necessária para fazer frente a um aumento esperado da população atendida, de forma a continuar a alcançar os objetivos originais do projeto.

2.4 IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO, ALTERNATIVAS E CONTRAFACTUAL

Uma vez identificado o problema ou oportunidade a ser encaminhado com o alcance do objetivo estabelecido na seção anterior, é preciso caracterizar o projeto e suas alternativas que serão comparadas ao cenário contrafactual, ou seja, a situação sem o projeto e suas alternativas.

2.4.1 Projeto e alternativas



É importante situar a ACB aqui proposta como o processo pelo qual alternativas de projeto são confrontadas e priorizadas para um posterior detalhamento e avaliação econômica completa. Assim, nessa fase de pré-viabilidade é imprescindível que:

- **Haja alternativas suficientes:** pelo menos duas alternativas, mas idealmente diversas, a serem confrontadas, uma vez que o objetivo é reduzi-las a uma lista curta para aprofundamento posterior (ACB Completa). Caso o projeto que busca atingir os objetivos não esteja em concepção, mas sim já esteja identificado e pré-definido, basta considerá-lo como uma das alternativas a serem confrontadas. Nesse caso, continua sendo imprescindível conceber novas alternativas de se atingirem os mesmos objetivos, para que sejam contrastadas via ACB.
- **As alternativas sejam estratégicas:** em detrimento de alternativas puramente técnicas dentro da mesma infraestrutura (por exemplo, diferentes traçados de adutoras). Sendo uma fase anterior ao desenvolvimento de estudos de viabilidade detalhados, espera-se ter uma gama mais ampla, diversificada e estratégica de soluções possíveis, antes que a revisão do escopo da solução seja mais difícil. Dentre estas, esperam-se soluções integradas entre infraestruturas cinzas, verdes e medidas não-estruturais.

■ Alternativas estratégicas

As tabelas a seguir trazem exemplos ilustrativos de alternativas de projeto para as tipologias consideradas. Espera-se, no entanto, que o proponente faça um exercício qualificado de identificação e caracterização de opções realistas e factíveis ao atingimento do objetivo identificado e adequadas ao contexto do projeto e área de intervenção. Nesse exercício, deverão ser contempladas alternativas o mais estratégicas possível, que se relacionem com a fase conceitual da análise, mais do que se debruçar em variantes de soluções técnicas que poderiam ser tratadas dentro dos próprios estudos de viabilidade do projeto em uma etapa posterior.

Tabela 2-4 - Exemplos de alternativas de projeto de Oferta de Água

Solução	Alternativa
Perímetro de irrigação com captação no leito do rio próximo, mas sob potencial estresse hídrico	Canal para atendimento do perímetro de irrigação com tomada d'água em reservatório mais distante
Implantação de novo perímetro de irrigação	Requalificação de perímetro existente com áreas e/ou infraestrutura de irrigação ociosas
Implantação de novo perímetro de irrigação	Requalificação de perímetro existente mediante adoção de métodos de irrigação mais eficientes em termos do consumo de água
Adutora para abastecimento em gravidade com captação em barragem mais distante	Adutora em recalque com captação em barragem mais próxima



Solução	Alternativa
Sistema de abastecimento de água com captação em reservatório seguido de tratamento e adução da água para os municípios beneficiados	Vazão efluente do reservatório lançada diretamente no rio e captação ao longo do mesmo em pontos estratégicos para o atendimento dos (mesmos) municípios
Implantação de novo manancial e nova captação de água para abastecimento urbano	Implantação de reuso de efluentes de ETES para suprimento de usos autorizados, reduzindo demandas
Implantação de nova captação de água com novo sistema de reservação e distribuição	Sistemas e obras para redução dos índices de perdas nas redes de distribuição
Barragem para reservação	Poços profundos para aproveitamento de aquíferos com potencial adequado de exploração
Barragem para reservação	Requalificação do manancial (incluindo, dentre outros, dragagem de reservatório existente, adoção de práticas conservacionistas para promover maior infiltração, eliminação de pontos de poluição pontual para garantir a qualidade da água)
Barragem para reservação e sistema adutor distante do ponto de consumo	Dessalinizador de grande porte próximo ao ponto de consumo

Tabela 2-5 - Exemplos de alternativas de projeto de Esgotamento Sanitário

Solução	Alternativa
Sistemas centralizados	Sistemas descentralizados
Implantação de ETE de alta eficiência na remoção de carga orgânica	Implantação de ETE de menor eficiência complementada por emissário para lançamento em corpo receptor mais distante, porém de maior capacidade de diluição
Implantação de ETE de alta eficiência na remoção de carga orgânica	Implantação de ETE de menor eficiência complementada por sistema de banhados construídos (<i>wetlands</i>)
Implantação de ETE de grande capacidade	Implantação de ETE de menor capacidade complementada por sistema de banhados construídos (<i>wetlands</i>)



Solução	Alternativa
Implantação de ETE de grande capacidade	Implantação de ETEs menores com menor custo de bombeamento, porém maiores custos de mão de obra e desapropriação
Implantação de ETEs próprias em cada um dos municípios de uma dada região	Implantação de ETE regional de grande capacidade e menores custos de OpEx, embora com maior necessidade de bombeamento
Implantação de ETEs de menor capacidade para tratamento dos efluentes de cada empreendimento de forma individual	Implantação de ETE de grande capacidade para tratamento de efluentes de conjuntos de empreendimentos, com possibilidade de reúso de efluentes
Novo sistema de esgotamento sanitário com construção de nova ETE	Readequação do sistema existente com substituição de coletores e ampliação da ETE existente
Novo tronco de esgoto gravitacional e uma nova planta de tratamento	Estação de bombeamento e tubulações pressurizadas que bombeiam os efluentes em direção à estação de tratamento existente, mas cuja capacidade deve ser expandida
Implantação de ETE com aproveitamento energético do efluente (mais custosa em CapEx e menos custosa em OpEx)	Implantação de ETE de tecnologia convencional (menos custosa em CapEx e mais custosa em OpEx)

Tabela 2-6 - Exemplos de alternativas de projetos de Controle de Cheias

Solução	Alternativa
Dispositivos convencionais para controle de cheias (barragens e canais)	Requalificação fluvial para reduzir a velocidade de escoamento na bacia (incluindo, dentre outros, práticas conservacionistas, zonas úmidas e eliminação de pontos de estreitamento)
Dispositivos convencionais para controle de cheias (barragens e canais)	Requalificações naturais em escala de bacia hidrográfica para reduzir a velocidade de escoamento rápido e reduzir, com isso, vazões de pico ⁴

⁴ As requalificações naturais que têm impacto direto ou indireto na velocidade de escoamento superficial são, dentre outras: (i) restauração de zonas úmidas naturais (várzeas), geralmente ocupadas por agricultura ou pasto; (ii) restauração de áreas prioritárias para proteção de serviços ecossistêmicos de regulação de regulação de regime hídrico; (iii) adoção de práticas conservacionistas agrícolas que reduzam a velocidade de



Solução	Alternativa
Dispositivos convencionais para controle de cheias (barragens e canais)	Implantação de canal para desvio do volume excedente em outros setores do eixo hidráulico
Dispositivos convencionais para controle de cheias (barragens e canais)	Implantação de defesas em setores fora do canal para limitar as zonas de inundação
Dispositivos convencionais para controle de cheias (barragens e canais)	Estabelecimento de sistema de controle operacional e atuação conjunta de reservatórios já existentes
Reservatório <i>In Stream</i>	Reservatório <i>Off Stream</i> , composto por áreas naturais alagáveis
Implantação de obras convencionais de microdrenagem	Implantação de dispositivos LID (<i>Low Impact Development</i>) ⁵ para o controle difuso do escoamento excedente

Conforme salientado nas tabelas acima, o proponente do projeto deverá avaliar o alcance e relevância do emprego de soluções de infraestruturas verdes e outras abordagens não-estruturais, de forma a corretamente ponderar a necessidade do projeto, seu porte e seu desenho ideal. Não necessariamente estas soluções precisam ser tratadas como alternativas ao projeto, mas podem integrá-lo de forma a gerar maior valor social. Sua comparação por meio de uma ACB econômica é particularmente determinante, pois seus benefícios e custos econômicos podem não ser tão explícitos quanto outras.

■ Para além de infraestruturas cinzas: Instrumentos Econômicos

Eventos de escassez hídrica vêm se tornando cada vez mais frequentes, tanto impulsionados por problemas existentes, quanto majorados pelas mudanças do clima. Mesmo em locais nos quais os recursos hídricos eram tidos como abundantes, a escassez se torne uma realidade que enseja, como principal resposta, a ampliação da oferta hídrica via obras de infraestrutura. Muito embora ainda haja ampla necessidade de investimentos em infraestrutura hídrica, parte da ampliação de oferta hídrica pode ser contornada e/ou otimizada por meio do uso de instrumentos econômicos e medidas não-estruturais.

escoamento das águas; (iv) requalificação de estradas rurais para redução da velocidade de escoamento da água, com implantação de pontos estratégicos de acumulação; (v) eliminação de pontos de estreitamento do leito fluvial.

⁵ O LID, no que se refere às águas pluviais, pode ser definido como um conjunto de técnicas urbanísticas e de drenagem que visam manter o ciclo natural das águas tal como no período anterior à urbanização, utilizando de estímulos químicos, físicos e biológicos na busca pelo escoamento em condições de infiltração, armazenamento e evaporação adequadas ao meio ambiente (TUCCI, 2005).



Instrumentos Econômicos Aplicados à Gestão dos Recursos Hídricos

A gestão dos recursos hídricos é um problema complexo para o qual um enfoque econômico pode oferecer valiosas contribuições, notadamente via o uso de instrumentos econômicos: ferramentas e políticas que possuem como principal aspecto comum a dependência no sistema de preços. Entretanto, a base oferecida pela teoria econômica não necessariamente faz parte do rol de ferramentas adquirido por tomadores de decisão, engenheiros, hidrólogos e outros cientistas naturais ativos nas discussões sobre como melhor gerenciar a extração e o consumo de água. (GVces e ANA, 2018b)

Nesse contexto, propostas de adoção de instrumentos econômicos na alocação de água e as discussões sobre prioridades de uso nas bacias hidrográficas, emissão de outorgas coletivas e alterações temporárias nos atos já emitidos, por meio de negociações com os usuários ou entre os mesmos, trazem elementos novos aos debates sobre a busca de maior segurança hídrica para o uso sustentável dos recursos hídricos.

De especial potencial tem-se os mercados de água: mecanismo pelo qual usuários de água voluntariamente transacionam (realocam) seus direitos de uso (ou extração) de água, parcial ou totalmente, temporária ou permanentemente, de acordo com suas necessidades e obedecendo a eventuais condições impostas por órgão regulador. Tal mercado apresenta otimização de uso sob o aspecto econômico e reduz (ou mesmo elimina) a dependência em ampliações de oferta, que podem ser dirigidas para atividades de maior retorno social.

■ Para além de infraestruturas cinzas: Medidas de Gestão

As bacias hidrográficas nacionais apresentam uma quantidade relevante de massas d'água artificiais, intervenções hídricas que têm a finalidade de acumulação de volume de água para diversas finalidades de uso: geração de energia elétrica, abastecimento público, irrigação, aquicultura, acumulação de rejeitos oriundos da mineração, acumulação de resíduos industriais, dentre outras⁶.

A maior concentração de reservatórios para abastecimento humano está na região Nordeste do Brasil, que detém cerca de 90% do total de infraestruturas para esse fim. Dessa forma, é possível conceber medidas para a gestão dos reservatórios de uma dada bacia hidrográfica, alterando volumes mínimos requeridos para reservação antes da liberação de água para os setores usuários e para jusante, por exemplo.

A adoção de novas regras operativas para reservatórios não implica em custos adicionais de implantação, operação e manutenção de novas estruturas ou processos. Há, contudo, custos de ordem política/distributiva associados à alteração de regras já existentes, os quais devem ser levados em consideração por gestores de recursos hídricos.

Em regiões onde a evaporação natural representa um fator de grande consumo hídrico, a escolha entre armazenar e utilizar a água dos reservatórios é de interesse estratégico, bem como garantir o abastecimento de seus usuários mais prioritários. A otimização dos

⁶ Segundo ANA (2021), as massas d'água classificadas como artificiais somam 174.527 ou 72,4% do total, e ocupam uma área de 45.583,76 km², sendo que a maioria, ou 92%, possui área superficial menor ou igual a 10 hectares (ha).



recursos disponíveis implica uma gestão mais consciente. Para tanto, propõem-se que a operação do sistema de reservatórios do semiárido deve estabelecer regras de acordo com o um contexto hidrológico abrangente, servindo-se, por vezes, de estruturas de monitoramento e alerta.

Nesse contexto, podem ser consideradas algumas opções para alteração das regras operativas de reservatórios, tais como:

- Garantia de abastecimento para usos prioritários a partir de volume mínimo armazenado;
- Priorização de critérios de segurança hídrica para armazenamento de água, e;
- Alocação de água a partir da simulação de sistema de gerenciamento integrado à previsão das condições meteorológicas.

É importante observar que tais medidas impulsionam a rede hidrológica da bacia hidrográfica em questão, devendo ser analisadas nesse conjunto de conexões entre as estruturas de reservação. Tais medidas podem ser combinadas com infraestruturas cinzas tais como as que reduzem as perdas de água em trânsito entre reservatórios, gerando combinações que podem ser custo-benéficas em comparação ao simples aporte de novas infraestruturas de reservação.

■ Para além de infraestruturas cinzas: Soluções baseadas na Natureza (SbN)

Particularmente para o setor de recursos hídricos, soluções para incremento da oferta de água, tratamento de efluentes e controle de cheias nem sempre passam por infraestruturas construídas. O conjunto de infraestruturas chamadas na literatura de soluções baseadas na natureza (SbN) podem ser viáveis e devem ser consideradas na gama de soluções nesta fase do ciclo de avaliação.

Tanto os investimentos em infraestrutura cinza, como em infraestrutura verde, compartilham os mesmos métodos de avaliação de benefícios. Portanto, a metodologia apresentada neste Manual pode ser entendida como flexível para a avaliação de projetos onde um determinado benefício pode ser alcançado por meio de diferentes tipos de investimento.

Soluções baseadas na Natureza (SbN)

Soluções baseadas na Natureza (SbN) são definidas como aquelas *“inspiradas e apoiadas pela natureza, que proporcionam benefícios ambientais, sociais e econômicos e ajudam a construir a resiliência”* (European Commission, 2015).

As SbN podem influenciar positivamente a disponibilidade hídrica por meio de processo naturais que auxiliam na regulação da interceptação da precipitação, da infiltração, da umidade e do armazenamento de água no solo, e do transporte de água, tornando o ciclo hidrológico mais favorável para a reservação equilibrada de água em uma bacia; portanto, as SbN podem gerar melhorias na distribuição hídrica em termos de espaço, tempo, e quantidade da água disponível para as necessidades humanas (UN-Water, 2018).



SbN relacionadas à conservação ou recuperação de florestas são importantes medidas para o aumento da entrada de água da chuva nos solos de uma bacia, com consequências positivas para a alimentação de lençóis freáticos e aquíferos. As SbN também estão ligadas ao conceito de economia verde, que traz o uso sustentável dos recursos naturais e dos processos ecológicos como um dos fundamentos para sistemas econômicos mais estáveis e robustos, gerando impactos positivos inclusive em ecossistemas altamente modificados como as lavouras e pastagens (UN-Water, 2018).

Estudos recentes apontam para a viabilidade econômica de se investir em conservação e proteção de áreas estratégicas para os recursos hídricos em bacias hidrográficas no Brasil, demonstrando que a geração de benefícios pode superar os custos requeridos. Dentre os mais notáveis, estão: (i) Infraestrutura Natural para Água no Sistema Guandu, Rio de Janeiro (Feltran-Barbieri et al., 2018); (ii) Infraestrutura Natural para Água no Sistema Cantareira, São Paulo (Ozmet et al., 2018); e (iii) Quantificação e Valoração dos Benefícios da Infraestrutura Natural no Município de São Bento do Sul-SC (Guimarães e Thá, 2018).

■ Modulação e ganhos de escala com objetivos flexíveis

A recomendação comum é levantar e compor alternativas de projeto que respondam ao mesmo problema ou oportunidade identificados, garantindo isonomia na comparação de resultados. No entanto, projetos de infraestrutura hídrica são fortemente inseridos em contextos mais amplos de uso da água, sejam consuntivos ou não consuntivos. Assim, também é recomendável que a avaliação de alternativas leve em conta a interação das soluções com outros escopos e objetivos possíveis na área de intervenção em que o projeto possa contribuir. Isso significa que um projeto pode ser modulado ou mesmo alterado e/ou incrementado para responder a outros objetivos ou oportunidades (fora do escopo original, mas dentro do contexto de intervenção), gerando, assim, novos benefícios socioeconômicos que poderão pesar na decisão final.

Reforça-se, aqui, a importância de uma caracterização do contexto robusta nas seções anteriores, que permitirá maior domínio das outras dimensões em que o projeto pode vir a intervir e contribuir, seja por alterações no escopo, seja na solução técnica, localização, capacidade etc.

Um exemplo é a concepção de uma barragem voltada ao abastecimento humano que também pode reservar água suficiente para outros fins, como a geração de energia elétrica, o controle de cheias ou mesmo o abastecimento de um perímetro irrigado. A composição ideal de tal projeto, visando ao atendimento aos usos múltiplos, pode ser testada via ACB por meio de alternativas modulares do mesmo projeto, variando-se tanto os benefícios esperados como os custos envolvidos à medida que se adicionam as condições para atendimento de um ou outro uso. O item 5.4 aborda a forma de tratamento sugerida para estes casos.

2.4.2 Definição do cenário contrafactual



Para identificar os custos e benefícios do projeto e comparar os fluxos de benefícios líquidos, a situação sem projeto (contrafactual) deve ser comparada com a situação com o projeto (em suas diversas alternativas). A situação sem projeto, no entanto, é diferente da situação antes do projeto, mas sim aquela que prevaleceria sem o projeto vis-à-vis fatores tendenciais como o aumento da população e padrões de consumo, por exemplo.

Assim, o contrafactual é uma estimativa realista da continuação do serviço como está hoje (*business as usual*), o que pode implicar maiores custos de operação e manutenção do que no cenário com o projeto, ou resultar em investimentos necessários mínimos (“fazer o mínimo”) para que a situação atual (sem projeto) assim se mantenha.

No setor de recursos hídricos e de saneamento, a identificação do contrafactual é determinante e pode ser complexa, pois requer a construção da situação hipotética de futuro mais provável de ocorrer na ausência do projeto. Por exemplo, o alteamento de uma barragem existente pode ser imprescindível para atender ao aumento de demanda para abastecimento humano na ausência de um novo manancial. A depender da sua previsibilidade, esse custo deve ser incluído no cenário contrafactual.

Dentre os aspectos que podem ser considerados na definição do contrafactual, salientam-se:

- Alteração nos padrões de consumo da água, que por ficar mais escassa deverá ficar mais cara;
- Projeções populacionais e de crescimento econômico, que podem alterar as dinâmicas locais;
- Efeito das mudanças do clima, alterando os padrões esperados de disponibilidade hídrica e/ou de risco de eventos hidrológicos;
- Caso a execução de projetos seja motivada pelo cumprimento de legislações, o contrafactual pode ser dado como o não cumprimento, ou cumprimento em níveis abaixo do exigido;
- Para projetos de saneamento, cujo retorno do investimento deve ser garantido para a manutenção da sustentabilidade financeira dos operadores mediante garantia de modicidade tarifária:
 - o contrafactual deve fixar as tarifas atuais em um nível de recuperação de custos do sistema existente (permitindo a cobertura dos investimentos já realizados e a depreciação dos ativos existentes); e
 - o projeto deve considerar tarifas que cubram, ao menos, todos os custos financeiros.
- Uma vez que a valoração de benefícios pode utilizar do custo de reposição ou da autoprovisão de água (capítulo 5), deve-se tomar cuidado na definição de custos do cenário contrafactual para não incorrer em dupla contagem.

Novamente, a definição do contrafactual dependerá das condições de cada área de intervenção, embasada na contextualização do projeto e nos dados levantados, além de seguir os conceitos abordados no Guia Geral de ACB. É essencial que o cenário



contrafactual em recursos hídricos seja concebido com base nas informações de disponibilidade hídrica da região de intervenção, assim como do entorno.

Recomenda-se, como boa-prática, o cenário “fazer o mínimo” mais realista possível, embora seja reconhecido pela literatura internacional que, na prática, isso possa ser inexecutável. De fato, pode ser difícil identificar uma solução técnica minimamente viável capaz de atingir o objetivo, a não ser o próprio projeto. Nesses casos um cenário *business as usual* (BAU) pode ser aceito como razoável. Pode ser necessário projetar custos de não-cumprimento da legislação, incluindo multas ou quaisquer outras ações previsíveis no planejamento setorial para tratar o mesmo problema endereçado pelo projeto.

Independentemente de como o cenário contrafactual seja definido, é importante que seja lógico e claramente articulado, permitindo analisar a sensibilidade de suas premissas-chave. O proponente deverá descrever de forma clara e sintética o cenário contrafactual e suas alternativas, indicando suas referências e atores envolvidos, sob o risco de não se conseguir avaliar os impactos incrementais das opções de investimento.

Definição do cenário contrafactual para projetos de irrigação

Supondo a análise de um projeto de irrigação, deve-se conceber o cenário contrafactual com base na realidade das áreas de entorno e suas possíveis modificações. Em todos os casos, deve-se ponderar a própria disponibilidade hídrica como eventual fator de limitação (atual) para a produção agropecuária que poderia vir a se instalar no local, na ausência do projeto (ver item 3.3.1).

- Caso sejam áreas já utilizadas para a agricultura irrigada, deve-se identificar com clareza o adicional de produção a ser promovido exclusivamente pelo projeto, de forma a segregar eventuais aumentos de eficiência ou rendimento autônomos.
- Caso sejam áreas já utilizadas para a agricultura de sequeiro, deve-se descontar dos rendimentos da agricultura irrigada os rendimentos preteridos, assim como quaisquer rendimentos obtidos com outros usos, como o de pastagem, por exemplo.
- Caso sejam áreas não utilizadas para a agricultura e, mediante existência de potencial de cultivo, deve-se considerar a possibilidade de se ter um desenvolvimento autônomo ao projeto, seja via irrigação, seja via agricultura de sequeiro. Caso haja essa possibilidade, deve-se considerar o desconto de seu rendimento, ponderado pela probabilidade de sua ocorrência.

Caso a rubrica de desapropriação das terras, componente dos custos do projeto, não seja suficiente para cobrir o custo de oportunidade de uso alternativo das mesmas, deve ter seus valores corrigidos (aumentados) no cenário do projeto. Outra forma de consideração seria apropriar a diferença⁷ como benefício do uso alternativo das terras no cenário contrafactual.

⁷ Apenas a diferença deve ser considerada, evitando incorrer em dupla contagem, uma vez que o custo da desapropriação é uma proxy do valor dos usos alternativos das terras.



3. REQUISITOS INFORMACIONAIS

A condução da ACB demanda diversas informações relativas ao projeto e à sua ambiência, conforme já abordado no capítulo anterior que caracteriza o projeto e suas alternativas. O presente capítulo, orientativo e não exaustivo, aborda os principais blocos de informações que serão demandadas pelos métodos apostos nos demais tópicos deste Manual. Mesmo não compondo o Relatório de ACB (vide capítulo 11 para a apresentação de resultados), os requisitos informacionais são fundamentais para sua realização.

Como destacado no Guia Geral de ACB, espera-se que o proponente organize, de forma sumarizada, as principais informações no Relatório de ACB de modo a permitir uma compreensão da justificativa mais ampla para a solução proposta, bem como permitir diligências sobre a origem dos dados que alimentam a análise.

Sabe-se que na fase de pré-viabilidade, muitas informações podem estar indisponíveis ou incompletas, mas espera-se um esforço para garantir o mínimo para a completude da ACB, assim como para fundamentar inferências qualificadas. Mesmo na ausência de informações como estudos de engenharia, EVTEA e EIA-RIMA, é pedido que se procure, minimamente, dividir as informações requeridas como segue:

- Estudos de demanda;
- Estudos hidrológicos; e
- Caracterização do projeto e alternativas.

Como destacado no Guia Geral de ACB, embora sejam apresentados de forma consecutiva, os elementos a seguir devem ser vistos como partes de um processo integrado de preparação do projeto, em que cada bloco de informação e análise alimenta os demais em um exercício de aprendizado mútuo e refino, inclusive, da própria concepção do projeto em análise.

3.1 ESTUDOS DE DEMANDA

Aborda a necessidade de explicitar e registrar as hipóteses, métodos e dados de entrada para definição das demandas que justificam o projeto, seja ele de atendimento a um problema ou de aproveitamento de uma oportunidade identificada. Espera-se que o proponente trate de questões como dinâmica demográfica, tendência econômica, produção agrícola irrigada e produção industrial, entre outros, com influência nos desdobramentos econômicos seguintes.

O proponente deve ser capaz de fornecer a saída (*output*) das projeções de demanda relacionadas aos volumes de água e esgoto que serão tratados pelo projeto e a carga poluente que será gerada, por exemplo. Em outros casos, como da necessidade de aumento da oferta hídrica, geralmente tem-se maiores demandas consuntivas que devem ser apresentadas. O aumento de demanda hídrica de abastecimento humano, em uma determinada ambiência, pode se dar pelo crescimento populacional (adição de novos usuários ao sistema), pelo aumento de consumo per capita, ou ainda pelo crescimento e/ou aumento individual de consumo de usos não residenciais como comércio, serviços e



indústrias abastecidos pelos sistemas de abastecimento de água públicos (e não por meio de captações próprias). De forma geral, o crescimento socioeconômico de uma dada aglomeração urbana está associado a um aumento na demanda de água.

É essencial que os estudos de demanda estejam alinhados aos itens de contexto (descritos no capítulo precedente), respondendo a eles mediante a consideração mínima do: (i) contexto institucional e regulatório (de recursos hídricos e do planejamento territorial na área de intervenção); e (ii) da cobertura e qualidade dos serviços na área de influência do projeto (detalhando os serviços atuais e futuros e as condições ambientais e climáticas vigentes e antevistas).

É também importante que sejam analisados diferentes cenários, nomeadamente quando quaisquer dos instrumentos de planejamento elencados no item de contexto (2.2) o façam. Estes devem ser refletidos na ACB, minimamente, quando da condução da análise de sensibilidade (item 8.1).

Como exemplos do que se deve abordar no setor de recursos hídricos, tem-se:

- Projeção de demanda compatível com o horizonte do projeto e considerando todos os usos (consuntivos e não consuntivos) previstos na bacia hidrográfica, outorgados ou potenciais, dando atenção a fatores como:
 - Dinâmica demográfica;
 - Tendências econômicas;
 - Tendências na produção agropecuária ou industrial;
 - Sistema tarifário atual e prospectivo.
- Distinção entre os fatores de demandas e coeficientes de demanda:
 - Fatores de demanda sendo elementos formados pelos estudos socioeconômicos da situação atual e projetada, que permitem calcular as demandas para as diferentes categorias de usuários. Exemplo: população urbana e rural, efetivo de rebanhos, empregados no setor industrial, hectares irrigados etc.;
 - Coeficientes de demandas sendo correspondentes aos padrões de consumo das diversas categorias de usuários, que dependem de diversos fatores. Cada categoria de usuário consuntivo tem seu respectivo coeficiente de demanda, a exemplo do consumo per capita de um dado município expresso em litros/hab/dia.
- Distinção entre o atendimento a demandas hídricas incrementais e não incrementais:
 - Demandas não incrementais ocorrem quando o projeto substitui a produção ou abastecimento de água existente; repõe infraestruturas antigas, aprimora e/ou garante o fornecimento da água (garantia de atendimento em situações de escassez), sem que se aumentem os volumes de água ofertados;
 - Demandas incrementais: ocorrem quando há necessidade de maiores volumes de água, ou seja, tem-se adição ao fornecimento existente; esse



novo volume (volume incremental) pode atender tanto a demandas já manifestadas na situação atual (demanda atual não atendida) como a projeções de novas demanda, por usuários atuais ou possíveis usuários.

Caso algumas destas informações requeridas embutam elevados graus de incerteza em suas estimativas, deve-se considerá-las na análise de sensibilidade (ver item 8.1).

3.2 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Uma vez que na avaliação preliminar de projetos não se pode contar com informações detalhadas (que constam tipicamente de um projeto básico ou de um EVTEA), esta seção é focada nos itens que devem ser considerados de forma também preliminar. A base de dados setoriais para tal, listada no capítulo anterior sob a descrição do contexto, deve ser devidamente referenciada. Em complemento, espera-se:

- Vazões de referência para avaliação de disponibilidades hídricas de águas superficiais: mínimas, médias, máximas e regularizadas.
- Vazões de projeto e correspondentes períodos de retorno, para projetos de drenagem.
- Para reservatórios: volumes característicos do reservatório, específicos para sua finalidade; curvas cota x área x volume; expectativas de assoreamento e vida útil.
- Compatibilidade da qualidade da água para os casos de abastecimento público, irrigação e dessedentação animal.
- No caso de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgotos, indicação de processo de tratamento mais adequado.
- Características do manancial, como: disponibilidade hídrica, seja captação a fio d'água ou em reservatório; eventuais situações de cheias e estiagens, históricas e prospectivas.
- Influência da captação prevista na garantia de atendimento a outros usos outorgados e potenciais, no mesmo manancial.
 - Neste particular, cabe pesquisar as outorgas vigentes, concedidas pelo órgão gestor (ANA, para corpos d'água de domínio da União, e órgãos gestores estaduais, para corpos d'água de domínio estadual).
- Indicação de potenciais interferências com outros empreendimentos na mesma bacia e a provável influência nos resultados esperados do projeto e suas alternativas.
- Condições de qualidade da água do corpo hídrico no ponto de captação.
- Condições previstas ou necessárias para as regras de operação das infraestruturas.
- Para obras de contenção de cheias, identificação da necessidade de planos de contingência.
- Se possível, indicadores de eficiência para reservatórios, tais como: vazão regularizada x garantia; relação entre capacidade do reservatório e o deflúvio médio



anual (V_r/V_A); coeficiente de variação dos deflúvios médios anuais (CV); relação entre a vazão regularizada e vazão média de longo termo (Q_{reg}/Q_{mt}); porcentagens de volume regularizado, volume evaporado e volume vertido em relação ao deflúvio médio anual.

Outra informação fulcral é quanto à potencial variação na disponibilidade hídrica (oferta natural) devido à mudança do clima. Afinal, a oferta natural de água é associada à capacidade de produção de uma dada bacia hidrográfica. Uma vez que essa oferta segue padrões estocásticos, é associada a uma função probabilística onde se garante a disponibilidade na maior parte do tempo; naturalmente, entretanto, em certos períodos, a disponibilidade pode vir a ser menor do que a demanda devido a motivos puramente hidrológicos.

Os padrões de variabilidade natural dos ciclos hidrológicos, no entanto, vêm sendo perturbados pela mudança do clima, que passa a representar uma dificuldade adicional à gestão das águas, pois podem resultar em menores disponibilidades hídricas naturais. Minimamente, portanto, espera-se que o proponente apresente:

- Principais tendências de precipitação e temperatura para a área do estudo, de acordo com fontes como:
 - Plataforma PROJETA (Projeções de mudança do clima para a América do Sul regionalizadas pelo modelo ETA) do INPE⁸;
 - Plataforma AdaptaBrasil do MCTI (Índices e Indicadores de risco de impactos das mudanças climáticas no Brasil, integrados em uma única plataforma, com consultas específicas para os setores de água, energia e alimentos)⁹;
 - Comunicação Nacional à UNFCCC¹⁰;
 - Índice de Vulnerabilidade aos desastres de secas (IVDNS) no contexto das mudanças do clima, desenvolvido pelo MMA, MDR e WWF-Brasil¹¹.
- Identificação dos riscos climáticos e sugestão de tratamento para sua possível variabilidade:
 - Preferencialmente, como parte da concepção do projeto, visando à sua resiliência;
 - Minimamente, por meio das análises de sensibilidade quanto à disponibilidade natural.
- Para projetos de irrigação, deve-se indicar a potencial influência na demanda hídrica fruto das maiores temperaturas e taxas de evapotranspiração¹².

⁸ Disponível em: <https://projeta.cptec.inpe.br/#/dashboard>

⁹ Disponível em: <https://adaptabrasil.mcti.gov.br>

¹⁰ Disponível em: <https://unfccc.int/non-annex-I-NCs>

¹¹ Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/tabela_estudo_ivdns.pdf.

¹² Disponível em: <https://cgiarcsi.community/2019/01/24/global-aridity-index-and-potential-evapotranspiration-climate-database-v2/>



Caso algumas destas informações requeridas embutam elevados graus de incerteza em suas estimativas, deve-se considerá-las na análise de sensibilidade (ver item 8.1).

3.3 ESTUDOS ESPECÍFICOS

3.3.1 *Estudos específicos para projetos de irrigação*

Os estudos para aproveitamentos econômicos, como irrigação, criação animal e indústria, devem considerar a água como fator diferencial de produção. De forma geral, a concepção desses projetos implica na consulta a dados existentes de projetos similares em locais relativamente próximos ou que compartilhem de características comuns. Estes estudos comparativos devem ser complementados com os dados de contexto (item 2.2), notadamente quanto ao planejamento regional, além de estudos técnicos sobre aptidão das terras para irrigação na região, como o Atlas de Irrigação da ANA (2017), o estudo Polos Nacionais de Agricultura Irrigada, também da ANA (2020), e a Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil do MDR (Brasil, 2020). Minimamente, espera-se que a justificativa do projeto aborde:

- Disponibilidade de terra e grau de aptidão para irrigação;
- Disponibilidade de água (ver item 3.2);
- Disponibilidade de energia elétrica;
- Disponibilidade de agricultores qualificados, com experiência em irrigação e sua estrutura;
- Infraestrutura econômica de transportes, armazenamento e processamento;
- Distância aos principais mercados e estratégias de comercialização;
- Aspectos sociais e ambientais relevantes.

Um nível mínimo de análise econômica para apoiar a análise dos projetos de irrigação perpassa os seguintes itens, trazidos em suas projeções com e sem o projeto de irrigação:

- Estimativa do uso futuro da terra;
- Estimativa dos índices de produtividade;
- Estimativa do valor da produção agrícola;
- Estimativa de utilização de hectares dedicados à produção.

Deve-se ter atenção e cuidado com a projeção da situação com projeto, a fim de determinar o tamanho ótimo da área beneficiada e não induzir a um superdimensionamento, sendo necessário avaliar os estudos pedológicos desenvolvidos para identificação da área efetivamente apta à agricultura irrigada. Na Região Nordeste, são muitos os projetos de irrigação elaborados com Superfície Agrícola Útil (área “SAU”) superdimensionada, levando a projetos de captação de água com volumes hídricos superiores ao efetivamente necessário.



Idealmente, os projetos de irrigação deverão trazer as necessidades mensais estimadas de água, em m³ por hectare, para as culturas que se vislumbram produzir em linha com o método de irrigação projetado. Para pré-projetos, quando levantamentos primários são, por definição, raros, as demandas de água poderão ser estimadas ajustando-se valores de projetos similares localizados nas proximidades, com características edafoclimáticas similares, planos culturais homólogos e os mesmos métodos de irrigação. As estimativas podem também ser realizadas por meio de estudos de calendários agrícolas específicos para as culturas e para a região de projeto, considerando-se ainda os efeitos esperados da pluviosidade.

É importante que os componentes dos sistemas de irrigação tenham capacidade suficiente para que não ocorram déficits no atendimento das demandas dos cultivos, evitando-se que estes venham a ser afetados nas suas produtividades. Para estudos de pré-viabilidade, é suficiente adotar valores predeterminados da demanda específica máxima para os métodos sugeridos, dimensionando-se assim os sistemas de irrigação.

Para determinar a demanda hídrica de cada cultura, é necessário considerar as perdas do sistema e o consumo da cultura, considerando: evapotranspiração; evapotranspiração da cultura; evapotranspiração de referência; e os coeficientes de cultivo. Com base nas demandas estimadas de água, os estudos hidrológicos devem considerar ainda o número de hectares irrigáveis, permitindo assim avaliar os volumes demandados de reservação ou de captação superficial, a serem contrastados com os estudos de disponibilidade hídrica da hidrologia regional ou local.

3.3.2 *Estudos específicos para projetos de sistemas de abastecimento de água*

No caso de projetos de ampliação de sistemas de abastecimento de água, é importante apresentar a caracterização da situação atual do sistema da localidade a ser beneficiada. Para tanto, deve-se descrever as condições e das limitações dos mananciais e da rede de abastecimento, além da indicação das possíveis alternativas para melhoria e ampliação do sistema. Sugere-se utilizar indicadores determinados pela ANA no âmbito das Normas de Referência. Importante constar:

- Informação sobre estoque e disponibilidade hídrica de mananciais da área de influência do projeto, tanto superficiais como profundos, aí incluindo informações sobre taxa de recarga de aquíferos e projeções de disponibilidade dos mananciais superficiais por parâmetros de planejamento aprovados pela ANA (Atlas Brasil, por exemplo);
- Especial atenção deve ser dada quanto aos níveis de perdas físicas nos sistemas de distribuição de água, uma vez que o projeto pode ter suas demandas reduzidas caso esforços de contenção do desperdício sejam promovidos, gerando eventual redundância. Um projeto de oferta de água pode vir a contar com, dentre outros:
 - Setorização e zonas piezométricas de medição e controle;
 - Macromedição e pitometria no sistema distribuidor;
 - Micromedição; e



- Instalação de centrais de controle e operações automatizadas (monitoramento de níveis de reservatórios e de macromedidores, aberturas e fechamentos de válvulas e registros, acionamentos e desligamentos de bombas e transmissão de dados à distância).

3.3.3 *Estudos específicos para projetos de esgotamento sanitário*

Projetos de esgotamento sanitário devem trazer uma descrição das condições atuais, caso existam, da rede coletora e do sistema de tratamento existente, incluindo a indicação das possíveis alternativas para melhoria e ampliação do sistema. Sugere-se utilizar indicadores determinados pela ANA no âmbito das Normas de Referência.

Importante considerar a situação atual das unidades de tratamento de esgotos, ponderando a existência de capacidade ociosa das ETEs existentes:

- Caso a unidade existente opere com capacidade ociosa, deve-se considerar tal fração no planejamento de novas unidades, evitando superdimensionamentos;
- Caso o oposto ocorra, a cobertura da sobrecarga da ETE deve ser considerada como adicional ao projeto planejado.

A valoração da principal categoria de benefício para o tratamento de esgotos é a liberação de recursos hídricos de melhor qualidade para outros usos, cujo princípio da valoração reside no valor de uso do recurso natural em forma mais nobre, ou seja, água de melhor qualidade do que no cenário contrafactual (ver item 5.2.2). Para uma valoração detalhada, requerem-se dados amiúde, como:

- Pontos de lançamento das ETEs existentes e das novas ETEs projetadas;
- Eficiência de remoção das cargas orgânicas das ETEs existentes e projetadas;
- Conhecimento específico das condições atuais de concentração de poluição orgânica e de vazão dos corpos d'água (modelo matemático específico para a realização do balanço qualitativo dos corpos d'água afetados pelo projeto);
- Conhecimento específico das condições de demanda hídrica consuntiva e não consuntiva dos demais usuários dos recursos hídricos, por ponto de captação e perfil de uso (usos outorgados e não outorgados, como pequenos irrigantes, usos recreativos e de contemplação);
- Relação da função de produção destes usuários, de forma a permitir inferir os ganhos econômicos a partir da liberação de recursos hídricos de melhor qualidade.

Na ausência das informações citadas, como se espera em uma ACB, deve-se adotar parâmetros de liberação de recursos e de custos da poluição hídrica.

3.3.4 *Estudos específicos para projetos de controle de cheias*

Uma diretriz inicial sobre a pertinência do projeto pode ser obtida verificando-se se está localizado em curso d'água com alta vulnerabilidade à ocorrência de cheias, a partir da análise de mapeamento realizado pela ANA (2014), apresentado no Atlas de



Vulnerabilidade a Inundações. O Atlas traz o mapeamento, em todo o território nacional, dos trechos de cursos d'água inundáveis, contendo sua classificação quanto à vulnerabilidade a inundações graduais, resultado da combinação entre frequência de ocorrência e grau de impacto. Esse documento definiu o nível de segurança hídrica relativo às cheias graduais dos cursos d'água e bacias hidrográficas brasileiras, identificando 13.948 trechos de rios inundáveis em 2.780 cursos d'água do País, dos quais 4.111 trechos, ou seja 30%, foram considerados de alta vulnerabilidade a inundações graduais, 6.051 (43%) de média e 3.786 (27%) de baixa vulnerabilidade.

Relatórios da Defesa Civil dos estados também indicam municípios afetados por enxurradas, inundações e alagamentos, sendo outra fonte de consulta para uma análise inicial da intervenção proposta, quanto à compatibilidade da sua localização e benefícios esperados para dados municípios.

Especificamente para barragens de controle de cheias (como objetivo principal ou parte de um rol de objetivos para usos múltiplos), requisitos informacionais específicos se aplicam, quais sejam:

- **Histórico hidrológico:** Deve-se preparar um estudo hidrológico do curso d'água, a fim de determinar as vazões do projeto para a definição de seu dimensionamento.
 - Diferentes metodologias de análise podem ser aplicadas, de acordo com as informações locais e regionais disponíveis, tais como estatísticas fluviométricas e/ou pluviométricas. Os resultados obtidos devem ser comparados, adotando-se uma série de vazões de cheia associadas a diferentes períodos de recorrência.
- **Topografia e geomorfologia:** São necessários levantamentos digitais de elevação para planos topográficos; bem como estudo geomorfológico que caracteriza o solo e determina sua composição e grau de compactação. Este estudo, em conjunto com o hidrológico, permitirá determinar os principais parâmetros de escoamento, velocidade e níveis, para as diferentes vazões.
- **Áreas de inundação:** Verificações hidráulicas teóricas permitem realizar estimativas dos eixos hidráulicos sob diferentes condições de vazão. Devem ser delimitadas possíveis áreas de inundação no setor de interesse, associando os períodos de recorrência dos eventos indicados na análise hidrológica com as probabilidades de sua ocorrência.

Fragilidade contornável: A ACB é muito complexa

Projetos grandes e complexos demandam, realmente, o aconselhamento de especialistas; uma contrapartida deve ser a produção de um relatório acessível, consistente com as abordagens metodológicas aceitas e que acrescente ao conhecimento da temática.



3.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO E ALTERNATIVAS

As infraestruturas hídricas trazem diversos componentes típicos, a depender da natureza da obra de infraestrutura. O proponente deve caracterizar claramente o projeto (e alternativas) a partir dos seus principais elementos, mesmo que ainda não detalhados, dada a etapa ainda conceitual do projeto.

3.4.1 Elementos físicos e unidade autossuficiente de análise

A análise de infraestruturas hídricas geralmente terá como unidade territorial de base as bacias ou sub-bacias hidrográficas, o que lhe remete a um contorno físico para a definição de sua influência e análise. É importante atentar para que seja uma unidade autossuficiente de análise (ver Guia Geral de ACB), podendo-se ter um contorno físico (bacia hidrográfica) complementado por elementos de recortes socioeconômicos. Com isso, tem-se a necessidade de se contemplar não apenas a localização dos beneficiários de um projeto hídrico, como também os efeitos que esse projeto traz para o balanço hídrico das bacias onde se insere.

Escala de planejamento setorial

Vale destacar que a metodologia padrão que vem sendo mais recentemente adotada nos instrumentos de planejamento do setor (Planos de Bacia Hidrográfica e o cálculo do Índice de Segurança Hídrica do Plano Nacional de Segurança Hídrica, por exemplo) utiliza da ottobacia, que traz a representação hidrológica mais desagregada possível e permite, a partir dela, agregação no recorte de interesse para cada finalidade específica.

Alguns planos de recursos hídricos também adotam unidades de análise específicas, que, na realidade, representam agregações de ottobacias. Pode-se, por exemplo, adotar o recorte de bacias hidrográficas de Nível 5 ou de Nível 6, analisando em seu âmbito de influência os impactos da intervenção na geração de custos e de benefícios. Esse tipo de recorte pode ser incrementado, utilizando-se, como exemplo, a inclusão de uma cidade beneficiada.

De todo modo, a metodologia a ser utilizada dependerá dos dados disponíveis na oportunidade da análise ou da possibilidade de que o proponente apresente informações mais detalhadas, quando assim solicitado.

Importante que o proponente identifique com clareza a unidade completa de análise, segregando-a nos elementos de cunho hídrico (bacias hidrográficas) e naqueles de cunho socioeconômico (sedes municipais beneficiadas, por exemplo) quando estes estejam fora da bacia.

Como exemplo, tem-se um projeto de implementação de barragem cujo objetivo é o abastecimento humano de três municípios, além de promover a regularização da vazão da bacia hidrográfica para controle de cheias. Supondo-se que nenhuma das três sedes municipais dos municípios beneficiados esteja localizada na bacia manancial, esta continua sendo a unidade de análise para os estudos de disponibilidade hídrica, de regularização de vazão e de efeitos sob o controle de cheias evitadas; não obstante, o



cálculo dos benefícios tem como elemento definidor as sedes urbanas dos três supostos municípios.

É importante que o proponente destaque e compute, mesmo que de forma paramétrica, as obras necessárias para o atendimento ao usuário final. No caso da barragem acima exemplificada, pode-se supor que dois dos três municípios beneficiados demandem adutoras para que a água reservada chegue até os pontos de captação nas proximidades de suas sedes urbanas. Nesse caso, essas adutoras devem necessariamente estar incluídas na análise, pois caso contrário, a barragem será construída, mas não será utilizada na geração de benefícios sociais. Para o caso de uma ACB Preliminar, os custos das adutoras podem ser estimados pelo comprimento e por custos paramétricos (R\$/km para o CapEx e OpEx)¹³.

Abaixo elencam-se unidades de análise hipotéticas para cada perfil de infraestruturas.

- **Barragens e Adutoras:** As unidades territoriais de análise para obras com o objetivo de regularização de vazões para o atendimento aos déficits nos diversos usos, como são os casos das barragens e adutoras, devem compreender toda a área que venha a ser afetada pela alteração no estado de escoamento do corpo hídrico barrado. Em uma barragem cujo objetivo é garantir oferta hídrica para o abastecimento humano, por exemplo, tem-se a redução da vazão que naturalmente escoava para jusante, causando um impacto em toda a bacia a jusante a partir daquele ponto. Assim, deve-se considerar toda a bacia a jusante como unidade de análise, com estudo da distância até o ponto em que este efeito é relevante. Adicionalmente a essa área, tem-se a região a ser beneficiada pelo aumento da oferta, como os municípios que as adutoras têm o objetivo de atender.
- **Canais de Irrigação:** Para os canais cujo objetivo seja o atendimento a áreas de irrigação, tem-se o mesmo caso das barragens, sendo toda a bacia a jusante do ponto da captação sujeita a efeitos da redução da disponibilidade. Como áreas beneficiadas, tem-se os pontos finais que se utilizam do aumento de oferta, podendo ser desde perímetros de irrigação, áreas irrigadas, ou mesmo outras áreas produtivas com criação animal ou captação industrial. Adicionalmente, tem-se o benefício nas áreas no entorno dos caminhamentos dos canais. Isso se deve à possibilidade do atendimento das demandas difusas, que podem cruzar áreas rurais ou mesmo sedes urbanas de municípios menores. Nestes casos, estas áreas passam a ser beneficiadas e devem constar das unidades de análise.
- **Controle de Cheias:** Para barragens voltadas (exclusivamente ou não) ao controle de cheias, a lógica de definição da área de análise é similar à descrita para as barragens de oferta, onde toda a bacia a jusante passa a ser afetada. Especificamente para essa tipologia, toda a área que deixa de ser afetada negativamente pelas cheias deve ser incluída como área beneficiada.
- **Infraestruturas de Saneamento Básico** (sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário e de drenagem e manejo de águas pluviais): Para o perfil de

¹³ Ao ocorrer esse tipo de situação, é ímpar a consideração de variações (para mais) nesses custos estimados quando da realização das análises de sensibilidade (ver capítulo 8, item 8.1).



infraestruturas voltadas ao saneamento básico, a definição da unidade de análise é mais facilmente identificável, e geralmente recai sobre um município (sistemas isolados) ou um conjunto de municípios em que há integração de sistemas - nomeadamente nas regiões metropolitanas.

Para atender o solicitado neste item, é necessário indicar, com clareza:

- O beneficiário final e os demais beneficiários do empreendimento (ver capítulo de estimativa dos benefícios econômicos);
- Se o empreendimento já atende os beneficiários ou se são necessárias obras complementares. No último caso, estimar minimamente o Capex e Opex (operação e manutenção) dessas obras, indicando também a instituição que será responsável pela implantação.

3.4.2 *Interface entre os estudos de demanda e de engenharia*

É importante considerar, na fase de concepção e justificativa do projeto e de suas alternativas, a interface que ocorre entre os estudos de demanda e de engenharia, uma vez que o aporte de infraestruturas hídricas geralmente se insere em um contexto de conexão, vinculação ou complementação a estruturas pré-existentes. Estas, no entanto, podem não estar funcionando com a devida eficiência, devido, entre outros fatores:

- Perdas técnicas e não técnicas no sistema de abastecimento de água;
- Sistema de gestão inadequado, deficiência organizacional e de operação e manutenção levando à deterioração dos ativos físicos;
- Qualquer gargalo na rede de abastecimento em qualquer ponto, a partir da extração de água bruta até as residências e outros usuários;
- Qualquer gargalo na rede de coleta de esgoto sanitário em qualquer ponto, a partir da ligação da economia até a estação de tratamento ou ponto de lançamento no corpo receptor.

Na fase de concepção do projeto, portanto, cabe estabelecer e contemplar medidas para garantir o uso ideal das instalações, que podem ser tanto físicas quanto organizacionais ou mesmo políticas. Como exemplos, tem-se desde o controle de perdas na rede de distribuição até o estabelecimento de novas estruturas tarifárias para que haja maior eficiência na alocação da água. A concepção final do projeto só deve ocorrer após o preenchimento das lacunas identificadas entre as necessidades futuras com base na demanda efetiva e na produção restaurada (eficiente) das instalações existentes, garantindo seu uso ideal.

3.4.3 *Órgãos envolvidos na implementação e operação do projeto*

É importante que o proponente identifique os atores responsáveis pelo projeto e também aqueles diretamente envolvidos, incluindo o âmbito da administração pública por onde o projeto transitará. Importante destacar com clareza:

- Promotor ou empreendedor do projeto;



- Órgão da administração pública responsável ou mesmo afetado pela condução do projeto; e
- Se possível, indicar o operador do empreendimento (que pode ser um concessionário privado).

Essa indicação deve permitir ao analista compreender os vínculos institucionais e a capacidade técnica e operacional requerida do órgão ou entidade responsável pela operação e manutenção do empreendimento. As infraestruturas hidráulicas podem trazer como promotores ou responsáveis os seguintes atores (ver item 2.2):

- Órgãos da Administração Pública, direta ou indireta (Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR e suas autarquias e companhias vinculadas, secretarias de estado de recursos hídricos, prefeituras municipais);
- Entidades públicas ou privadas vinculadas ao saneamento básico, como companhias estaduais, autarquias municipais e empresas privadas;
- Entidades públicas ou privadas vinculadas ao setor produtivo, como cooperativas de irrigantes, administradores de perímetros de irrigação e outros.

Este componente informacional tem influência direta na seção de Análise de Risco (capítulo 8).

3.4.4 Partes interessadas

O proponente deverá indicar quais as partes interessadas. As típicas de projetos de infraestrutura em recursos hídricos são:

- Proponente da obra (pode ser o operador do sistema, ou uma secretaria estadual de recursos hídricos, ou mesmo companhias de abastecimento e empresas e autarquias de governo, como o DNOCS e Codevasf);
- Governo(s) municipal(is) e estadual(ais) do município ou Unidade da Federação em que será implantada a infraestrutura;
- Órgão ambiental responsável pelo licenciamento;
- Órgão outorgante do direito de uso dos recursos hídricos;
- Comitê de bacia hidrográfica;
- População beneficiada ou usuário beneficiado.

Particularmente em uma análise mais ampla de benefícios desse tipo de projeto, ainda pode ser importante identificar outras partes interessadas ou qualificar melhor algumas. A população beneficiada pode ser qualificada quanto a sua classe social, grau de acesso a serviços básicos, entre outros. No caso da região de intervenção, outros usuários podem ser direta ou indiretamente impactados positiva ou negativamente pela infraestrutura em questão - quanto maior o detalhamento, melhor será possível caracterizar elementos específicos da ACB.



Este componente informacional tem influência direta na seção de Análise Distributiva (capítulo 9).

3.4.5 *Horizonte temporal de análise*

O horizonte temporal de análise no setor de recursos hídricos é, tipicamente, de 20 a 30 anos, embora a vida útil dos empreendimentos de infraestrutura seja geralmente superior (ver item 4.3 de Valor Residual, no capítulo 4 para mais detalhes). Esse horizonte se alinha ao intervalo utilizado em análises de custo-benefício societárias para o setor, como aquele recomendado pela Comissão Europeia, que é de 30 anos (EC, 2014).

Os horizontes de 20 a 30 anos são também utilizados pelos principais instrumentos de planejamento do setor de recursos hídricos e saneamento, como o Plano Nacional de Recursos Hídricos (20 anos), Planos de Bacia Hidrográfica (20 anos), Planos Municipais de Saneamento Básico e o CERTOH (30 anos). O Plano de Investimento de Longo Prazo (PILP) traz um horizonte de planejamento de 30 anos, alinhado ao horizonte do já estabelecido instrumento de planejamento de longo prazo do setor energético, o PNE (30 anos).

Dessa forma, recomenda-se que haja adoção do horizonte temporal de 30 anos para a condução da ACB no âmbito dos recursos hídricos. Uma vez que a vida útil das infraestruturas geralmente supera esse prazo, deve-se considerar a geração de valores residuais de benefícios (conforme item 4.3).

3.4.6 *Avaliação da componente ambiental*

A condução de uma ACB não tem profundidade para que se realize uma análise de qualidade da componente ambiental. Atentar que, no capítulo anterior, se faz necessária a identificação dos itens de contexto que podem levantar questões ambientais relevantes para consideração sobre a adequabilidade do projeto.

Espera-se, inobstante, que o proponente consiga identificar questões de relevância compatíveis com a etapa preliminar de planejamento. Como por exemplo, pode-se identificar que o reservatório proposto recai em uma Unidade de Conservação de proteção integral, Terra Indígena ou área com prioridade muito alta para conservação da biodiversidade; ou ainda que o zoneamento ecológico-econômico impõe restrições para uma determinada atividade produtiva que seria beneficiada pelo projeto. A análise qualitativa de tais aspectos deve compor o Relatório de ACB (capítulo 11).

3.5 **INFORMAÇÕES PARA VALORAÇÃO ECONÔMICA**

Conforme detalhado no capítulo de benefícios do presente Manual (capítulo 5), tem-se que a valoração econômica (atribuição de valor social a algum efeito do projeto que não está a mercado) requer um amplo conjunto de dados e informações que perpassam os dados básicos de projeto. Como forma de orientar o proponente, a tabela abaixo elenca exemplos típicos que se podem esperar no âmbito da avaliação das infraestruturas hídricas e de saneamento.



Tabela 3-1 - Dados econômicos por uso/serviço de água

Uso / Serviço	Dados Econômicos
Abastecimento humano	Número ou % de pessoas atendidas de uma dada população
	Volumes retirados e volumes distribuídos em m ³
	Preço da água potável de acordo com o nível de tratamento
	Custo da água substituta
	Atividades econômicas no setor de água potável: empregos associados, equipamentos instalados
	Empregos destruídos, atividades descontinuadas e revalorização fundiária na insuficiência de água
Coleta e tratamento de esgotos domésticos	Número ou % de pessoas atendidas de uma dada população
	Preço unitário do serviço (R\$/m ³)
	Custo de tratamento por kg/DBO _{5,20}
	Identificação do patrimônio de infraestruturas (rede e estações de tratamento)
	Atividades econômicas no setor saneamento: empregos associados, equipamentos instalados
Agricultura e criação animal	Valor da produção agropecuária (R\$/ha)
	Volumes retirados em m ³ /s, incluindo sazonalidade
	Tipos de atividade agrícola: superfícies irrigadas e culturas praticadas
	Preço do m ³ de acordo com os tipos de equipamentos disponíveis e método de irrigação adotado
	Pecuária: número de animais e produção em termos econômicos (corte ou leite, por exemplo)
	Quantidade de efluentes produzidos e carga poluente gerada
	Atividades econômicas no setor agrícola: número total de produção, receita, margem de produção
Poluições difusas: tipos e concentrações em corpos d'água	



Uso / Serviço	Dados Econômicos
Indústria	Número de indústrias atendidas
	Perfil das indústrias de acordo com a classificação das atividades econômicas
	Valor da produção industrial
	Volumes retirados em m ³ por setores industriais relevantes
	Preço do m ³ de acordo com a fonte
	Número de indústrias ligadas a estações de tratamento de efluentes
	Volumes de rejeitos/efluentes industriais, por categoria de efluentes
	Atividades econômicas do setor: receitas, empregos
Energia hidrelétrica	Capacidade instalada (MW)
	Vazão regularizada e hidrograma
	Regras operativas
Transporte fluvial	Número e perfil das embarcações e dos terminais
	Empregos na navegação
	Receitas da atividade
	Quantidade e valor dos produtos transportados
Turismo (fluvial)	Número de turistas por dia
	Despesa média anual por turista e por dia
	Emprego total no setor
	Vinculação dos recursos hídricos aos principais atrativos
Pesca (esportiva, profissional) e Aquicultura	Número e perfil de pescadores
	Despesa anual (equipamento, viagens, alojamento)
	Estimativa dos benefícios induzidos pela atividade
	Volume da atividade e relevância local



Uso / Serviço	Dados Econômicos
	Vinculação dos recursos hídricos às principais espécies, em termos quantitativos e qualitativos

Além dos dados tipificados acima, também são necessários parâmetros nacionais que corrigem distorções entre preços de mercado e preços sociais, além de definirem o custo de oportunidade de uso do recurso público no tempo (ver box e Guia Geral de ACB).

Catálogo de Parâmetros do IPEA

Destaca-se, para a adoção da ACB no Brasil, o andamento do processo de elaboração do Catálogo de Parâmetros em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Conforme o Guia ACB do ME, um de seus insumos são especificamente os parâmetros macroeconômicos de utilização recorrente na avaliação de projetos, independentemente do setor. São eles: (i) taxa social de desconto (TSD); (ii) preço sombra da mão de obra (PSMO); (iii) fatores de conversão setoriais (FCS); (iv) fator de conversão da taxa cambial (FCTC); e (v) fator de conversão do gasto público (FCGP).

A TSD foi determinada pela Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério da Economia (Nota Técnica nº 19.911/2020)¹⁴ para aplicação em análises custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura em 8,50% ao ano, refletindo a percepção da sociedade quanto ao custo de oportunidade do capital para novos investimentos.

O Catálogo de Parâmetros do IPEA traz os fatores de conversão setoriais (FCS), que corrigem os preços de insumos comuns para a incidência média de impostos e subsídios indiretos, bem como retira distorções presentes nos mercados de fatores primários. O Catálogo de Parâmetros do IPEA também abrange aqueles tangentes a alguns custos e benefícios ambientais e não transacionados, como pontuado no presente Manual.

A aplicação do fator de conversão se dá diretamente sobre o item que se almeja corrigir: caso o FCS seja maior que a unidade, então o preço de mercado observado é menor que o preço social. Do contrário, se o FCS for menor que a unidade, então o preço observado é superior ao preço social, devido a impostos e outras distorções de mercado que se acrescentam ao valor social marginal do bem e resultam em um preço de mercado mais elevado.

Além destes, está prevista ainda a elaboração de parâmetros para tratamento de custos e benefícios não transacionáveis (não mercado) e ambientais. Destacam-se os valores de economias de tempo de viagem (VTTS) e o valor estatístico da vida (VEV).

A tabela a seguir exemplifica as informações requeridas relativas aos preços sombra, fatores de conversão setorial e cambial. Nota-se que os valores devem ser consultados em seus resultados atualizados junto ao ME e ao IPEA, apresentando-se abaixo um exemplo de dados de entrada requeridos para a ACB conforme os dados disponíveis atualmente¹⁵.

¹⁴ Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-tecnicas/2020/nt_taxa-social_vf.pdf/view

¹⁵ Fatores de conversão setorial e preço sombra da mão de obra disponíveis em:



Tabela 3-2 - Exemplo de formulário de preços-sombra, fatores de conversão setorial e cambial

Parâmetro	Valor	Referência
Taxa Social de Desconto (TSD)	8,50%	Definida pela Nota Técnica SEI no 19911/2020/ME (Taxa social de desconto para avaliação de investimentos em infraestrutura: atualização pós consulta pública) de 22 de maio de 2020
Preço Sombra: Mão de Obra qualificada	0,7458	Catálogo de Parâmetros do IPEA: Preço Sombra da Mão de Obra no Brasil (abril/2021), "cenário atual", por região do País (pág. 23)
Preço Sombra: Mão de Obra não-qualificada	0,7371	Catálogo de Parâmetros do IPEA: Preço Sombra da Mão de Obra no Brasil (abril/2021), "cenário atual", por região do País (pág. 23)
Fator de Conversão Setorial: Bens nacionais comercializáveis	0,9192	Índice a partir de fatores de conversão setoriais de Catálogo de Parâmetros do IPEA: Fatores de Conversão Setoriais (abril/2021), "Tabela A4 – Fator de conversão para bens comercializáveis - 2018" para setores (clusters) de insumos representativos de 93,7% de comercializáveis, compostos de: "Outras máquinas e equipamentos mecânicos - 14%", "Cimento- 31,5%", "Artigos de plástico - 7%", "Artigos de borracha - 3,5%", "Produtos de madeira, exclusive móveis - 7%", "Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço - 7%", água e energia elétrica - 30%. Outros 6,3% de comercializáveis referentes a serviços técnicos fora do canteiro, aferidos a partir de Fator de Conversão Setorial de "Serviços de arquitetura e engenharia" (exceto parcela de mão-de-obra).
Fator de Conversão Setorial: Bens nacionais não-comercializáveis	0,9350	Catálogo de Parâmetros do IPEA: Fatores de Conversão Setoriais (abril/2021), "FC para bens não comercializáveis, 2018, Fator Padrão - 128 Produtos"
Fator de Conversão da Taxa Cambial: Insumos importados	1,0000	Fornecidos no Catálogo de Parâmetros, parte integrante do Guia Geral de ACB

Para a estimativa do "Índice de bens e serviços nacionais comercializáveis" em empreendimentos de infraestrutura hídrica, foram admitidas as seguintes premissas:

- Consideradas como bens e serviços comercializáveis de disposição nacional as parcelas de serviços técnicos fora do canteiro (exceto mão-de-obra) e a de insumos de materiais de construção, esta representativa de 93,7% do total.
- Consultados os resultados dos fatores de conversão setorial para setores produtores de insumos da construção selecionados a partir da "Tabela A4 – Fator de conversão para bens comercializáveis - 2018" (IPEA, 2021): "Outras máquinas e equipamentos mecânicos", "Cimento"¹⁶, "Artigos de plástico", "Artigos de borracha", "Produtos de

<https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/choque-de-investimento-privado/avaliacao-socioeconomica-de-custo-beneficio>

¹⁶ O fator de conversão setorial indicado para o setor "Cimento" é admitido como proxy dos demais insumos típicos da construção civil não nomeados diretamente no pool selecionado.



madeira, exclusive móveis, Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço”.

- Ponderada a participação de cada setor selecionado na contribuição de custos com insumos em empreendimento típico do setor, considerando-se incidência de 68,5% sobre o CapEx para insumos materiais (incluindo-se 20% de custos com energia elétrica e água em canteiro durante a construção), sendo os 31,5% restantes atribuídos a custos com mão-de-obra (posteriormente segregada entre qualificada e não-qualificada).
- Consultado o resultado do fator de conversão setorial para “Serviços de arquitetura e engenharia” como representativa dos serviços fora de canteiro que por essa natureza poderiam ser considerados comercializáveis.
- Obtido índice agregando aqueles setores produtores de insumos e a parcela comercializável de serviços fora do canteiro oriundos dos custos com serviços de engenharia (excluídas as parcelas de mão-de-obra acima mencionadas).

Considerando-se os valores encontrados na publicação atual do IPEA e reproduzidos na coluna “referência” da Tabela 3-2, afere-se um índice agregado de 0,919 a ser considerado como representativo de bens e serviços comercializáveis em projetos de infraestrutura hídrica. Esse índice é detalhado no Anexo Digital, e é facultado ao analista revisitar esses cálculos no interesse de refinar a participação relativa dos fatores setoriais por cada setor de insumo adotado quando da revisão da publicação do IPEA.



4. ESTIMAÇÃO DE CUSTOS ECONÔMICOS

Ao estimar os custos econômicos, alguns itens comuns à análise financeira devem ser excluídos, enquanto outros podem ser incluídos e aqueles comuns à análise financeira convertidos a valores econômicos. O princípio norteador é que os custos do projeto representam a diferença entre os custos com e sem o projeto (contrafactual). Os conceitos associados à conversão de custos financeiros em econômicos, assim como outros princípios gerais, como: (i) a não consideração de custos afundados, inflação, depreciação, encargos financeiros e transferências (como impostos ou encargos financeiros); (ii) a não consideração da “geração de empregos” como benefício; entre outros, devem ser previamente consultadas no Guia Geral de ACB.

Os próximos itens retomam brevemente as etapas de identificação dos itens de custos do projeto, os principais fatores de conversão nesse tipo de projeto, além da consideração do valor residual da infraestrutura hídrica na contabilização dos custos. Importante pontuar que, aqui, não se contabilizam benefícios negativos ou externalidades negativas, os quais serão tratados na próxima seção (apesar de subtraírem do fluxo de caixa social do projeto). Ao final, a seção apresenta de maneira mais funcional uma tabela de elementos de custos combinando os fatores de conversão, e o grau mínimo de desagregação necessário.

Não cabe a este manual descrever exaustivamente as diversas categorias de custos envolvidas em projetos de infraestrutura hídrica. Seria um exercício fastidioso e inútil, uma vez que são itens a serem identificados na descrição do projeto (seção exigida pela ACB), assim como comuns à análise financeira. Por essa mesma razão, aqui são tecidos exemplos para facilitar a compreensão do grau de detalhamento útil à ACB e suas implicações quanto a correções para preços sociais.

4.1 IDENTIFICAÇÃO E DETALHAMENTO DE CAPEX E OPEX

A decomposição dos custos em itens e subitens de Capex e Opex, seguindo as fontes de informação disponíveis, serve para facilitar a conversão para preços sociais. Não se exige, na ACB, uma decomposição detalhada dos custos, mas o suficiente para que os fatores de conversão possam ser corretamente aplicados. Pode-se inclusive, agregar alguns elementos, respeitando tais categorias mínimas, a fim de facilitar a comunicação dos resultados.

Quanto aos custos de obras de infraestrutura hídrica, na deficiência de valores pré-orçados para a intervenção a ser analisada e/ou para a composição de custos das alternativas a serem avaliadas, algumas fontes podem ser consultadas:

- Estudos da ANA: PNSH, Atlas Águas, Atlas Esgotos, Atlas Irrigação, todos já mencionados neste Manual;
- Planos Municipais e Regionais de Saneamento Básico;
- Preços praticados pelas concessionárias dos serviços de saneamento básico, tais como as curvas de custos de estudos e empreendimentos, elaboradas pelo Departamento de Valoração para Empreendimentos (TEV) da SABESP;



- Orçamentos de planos/projetos similares, indicadores de custos e curvas paramétricas.

As estimativas devem cobrir os principais componentes das infraestruturas hidráulicas previstas nas situações analisadas (contrafactual, projeto e alternativas).

4.2 CORREÇÕES FISCAIS E OUTRAS CORREÇÕES PARA CUSTOS SOCIAIS

Sob a ótica social, impostos e subsídios são transferências entre agentes econômicos que não representam, na realidade, custos ou benefícios para a sociedade. As orientações do Guia Geral de ACB devem ser seguidas, excluindo-se da ACB os pagamentos de impostos e encargos explícitos no orçamento do projeto, bem como na operação do empreendimento. Adicionalmente, os preços de serviços, equipamentos e insumos do projeto devem ser considerados sem os impostos diretos e indiretos incidentes (ex. ICMS, IPI), o que se faz via aplicação dos fatores de correção disponíveis no Catálogo de Parâmetros do IPEA.

Retoma-se a importância de um grau de desagregação mínimo necessário para os elementos componentes do Capex e do Opex, de forma a permitir a aplicação dos fatores de conversão. Os insumos do projeto devem ser separados em comercializáveis e não-comercializáveis de origem nacional ou importada, para fins de aplicação dos Fatores de Conversão setorial e do Fator de Conversão da Taxa Cambial. O próximo tópico traz mais detalhamentos.

4.3 VALOR RESIDUAL

Conforme descrito no capítulo de requisitos informacionais, a ACB demanda o estabelecimento de um horizonte de análise, dentro do qual espera-se que ocorra a geração dos benefícios e também dos custos dos projetos analisados (por exemplo, entre 20 e 30 anos, a depender do projeto).

Caso a vida útil dos investimentos em benfeitorias civis, máquinas e equipamentos e outros ativos fixos demandados pelo projeto superem o horizonte de análise, isso significa que continuarão a gerar benefícios para além deste prazo. Nestes casos, o fluxo de caixa deve considerar o valor residual desses ativos, que deve ser incluído na conta de custos de investimento para o último ano do horizonte de análise.

Exemplo do setor de geração de energia elétrica

O setor de energia elétrica produziu estudo recente sobre o tema, elencando a vida útil de alguns componentes de barragens, por serem também utilizados naquele setor, servindo assim de referência. Segundo a NT nº 368/2010 da ANEEL:

- Componentes de barragens, reservatórios e adutoras apresentam vida útil de 45 anos;
- Equipamentos apresentam vida útil de 25 anos;



- Adutoras e tubulações apresentam vida útil de 50 anos;
- Obras civis apresentam vida útil de 75 anos.

As infraestruturas hidráulicas geralmente apresentam vida útil particularmente longa, muito embora haja escassez de referências que estimem, de forma conclusiva, tais valores. Para fins de condução da ACB, os principais componentes do projeto devem ter suas vidas úteis prescritas para que se possa calcular o valor residual correspondente. O valor residual pode ser calculado com base no valor financeiro remanescente estimado dos ativos, sendo multiplicado por um fator de conversão médio, para obtenção do valor social. O resultado deve ser apresentado em uma linha própria dentre os fluxos de entrada (com sinal invertido, pois se trata de um ativo, e não passivo).

Outra possibilidade é calcular o valor remanescente dos ativos com base no seu custo de instalação (Capex), ponderado pelo tempo de vida útil remanescente de cada ativo. O resultado pode ser incluído nas respectivas linhas de custos do Capex, com sinal invertido, tendo-se o cuidado de considerar o valor social, e não o financeiro, com a devida correção pelos respectivos fatores de conversão.

A adoção do método de cálculo do valor residual de fluxo de caixa pode resultar em benefícios que distorçam os resultados, especialmente em análises do setor de recursos hídricos, com componentes de longa vida útil. Ainda, seu cômputo demanda realizar uma cuidadosa análise dos custos de operação e manutenção, uma vez que deve supor o funcionamento normal do projeto para além do horizonte de estudo. Esse nível de detalhamento, entretanto, pode ser incompatível com a ACB Preliminar, e deve ser uma preocupação do responsável pelo detalhamento do projeto nas fases de EVTEA e Projeto Executivo.

4.4 CUSTOS TÍPICOS DE CAPEX E OPEX E SEUS FATORES DE CORREÇÃO

Os custos típicos de capital para implantação ou aumento de capacidade produtiva de infraestrutura de recursos hídricos e saneamento (CapEx) são normalmente fornecidos de partida pelo originador do empreendimento. Esse primeiro exercício de estimação do custo total de implantação pode ser baseado em projetos similares, experiências anteriores do originador, ou outra fonte de dados, normalmente não explicitada ao analista quando do recebimento do projeto.

Nesses casos, que podem ser a regra, o analista se encontrará com um projeto conceitual de implantação de infraestrutura hídrica cujo custo total (CapEx) será informado pelo originador de forma agregada, possivelmente em um valor único, sem maiores detalhamentos. Nessas situações, o analista deverá proceder a uma série de assunções criteriosas, de forma a distinguir os valores referentes ao custo material de fixação de capital na forma de infraestrutura, e os valores ligados a despesas durante a implantação que não se revertem na forma de capital. Uma dessas análises pode fazer uso de componentes típicos de infraestruturas hídricas como forma de identificar elementos faltantes ou mesmo para dimensionar seus custos por vias paramétricas.



Tabela 4-1 - Exemplo de componentes básicos de infraestruturas hídricas

Estrutura	Componentes básicos		
Barragens	Descarregador de Cheias	Vertedor	Instalações Elétricas
	Fundação	Estruturas de Concreto Armado	Tomada d'Água e Dispositivos de Captação Hídrica
	Maciço e Ombreiras	Dispositivos Hidromecânicos	Acessos e Adequação Viária
Adutoras	Ventosas	Tubulação e Ancoragens	Subestações
	Estações Elevatórias	Dispositivos de Proteção	Conjuntos Motobombas
Canais	Túneis	Galerias	Estruturas de Controle
	Aquedutos	Sifões	Pontos de controle
	Canais	Estruturas auxiliares	Estações de Bombeamento

De maneira similar, os custos típicos de manutenção, operação e gestão (OpEx) da infraestrutura uma vez construída podem ou não ser informados pelo originador do projeto, o que coloca um desafio adicional ao analista no esforço de compor o painel de custos típicos de um empreendimento de implantação de infraestrutura hídrica. Na falta de informação do originador, o analista deverá recorrer a parâmetros estabelecidos pelo MDR ou outro órgão setorial referente a custos médios de OpEx de uma infraestrutura do setor.

A seguir, a tabela apresenta os custos típicos de CapEx e OpEx de projetos das tipologias de infraestrutura hídrica. As colunas detalham o grau de desagregação mínimo necessário à aplicação dos fatores de conversão, nas próximas etapas, assim como os níveis de desagregação possíveis e desejáveis.



Tabela 4-2 - Desagregação de custos de CapEx e OpEx para aplicação de Fatores de Conversão

Fator de Conversão	Nível de Desagregação para Aplicação do Fator	Categorias Típicas conforme clusters de setores ¹⁷	Composição Típica (exemplos)
Preço Sombra da Mão de Obra (PSMO)	Mão de obra qualificada	2º grau completo ou mais; especialização por treinamento	Parcela de serviços de engenharia, administração e gestão Parcela de remuneração de escritório central em BDI
	Mão de obra não qualificada	Trabalhos não especializados, ajudantes, auxiliares	Mão de obra em Serviços de construção
Fator de Conversão setorial (FC)	Comercializáveis (produção nacional)	Serviços especializados para construção Serviços de arquitetura e engenharia Outras máquinas e equipamentos mecânicos (Outras máquinas e equipamentos mecânicos, Cimento, Artigos de plástico, Artigos de borracha, Produtos de madeira, exclusive móveis, Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço) ¹⁸	Estudos, Consultorias e Projetos de Arquitetura, Engenharia, Ambientais, Jurídicos, regulamentados ou não, realizados fora do canteiro (exceto mão-de-obra) Parcela de máquinas e equipamentos em custos de construção Parcela de insumos na construção civil
Fator de Conversão setorial (FC)	Não-comercializáveis (produção nacional)	Atividade de Construção Serviços técnicos (em canteiro) Energia elétrica	Parcela de administração, benefício e indiretos

¹⁷ Conforme setores constantes na “Tabela A4 – Fator de conversão para bens comercializáveis - 2018” de IPEA, 2021.

¹⁸ Como explicado no capítulo 3, estes setores agrupados por clusters na “Tabela A4 – Fator de conversão para bens comercializáveis - 2018” (IPEA, 2021) foram padronizados em índice ponderando-se sua participação como representativa de 93,7% do índice, na seguinte proporção: 14%, 31,5%, 7%, 3,5%, 7% e 7%, respectivamente, considerando-se outros 30% provenientes de insumos endógenos como água e energia elétrica no canteiro. O fator referente a “Cimento” é admitido como proxy dos demais materiais de construção correntes. Ver especialmente o Anexo Digital para aplicação do índice no Fator de Conversão Setorial para bens comercializáveis (produção nacional).



Fator de Conversão	Nível de Desagregação para Aplicação do Fator	Categorias Típicas conforme clusters de setores ¹⁷	Composição Típica (exemplos)
Fator de Conversão da Taxa Cambial (FCTC)	Insumos importados (produção externa)	Caso haja, nos itens comercializáveis acima listados, algum que seja importado, este deve ser corrigido pelo FCTC	Equipamentos de grande porte (e.g. unidade de dessalinização)

Para cada item identificado e categorizado, é preciso identificar seu volume físico, custo econômico em orçamento e repartição anual. Espera-se que os dados sejam organizados conforme as boas práticas, de maneira tabular e de fácil manipulação com clara indicação de valores unitários, datas-bases, unidades, entre outros.

Erros comuns

- Contabilização de custos como benefícios

As despesas com mão de obra, por exemplo, tendem a ser erroneamente contabilizadas como benefício dada a geração de emprego (consultar o Guia Geral de ACB para mais esclarecimentos quanto a preços-sombra). O benefício associado à geração de empregos já é automaticamente incorporado com o uso do preço sobra da mão de obra.

- Caracterização de serviços comercializáveis e não-comercializáveis

Despesas com energia elétrica e outros não-comercializáveis dentro do canteiro devem ser tratados de forma separada em relação a serviços técnicos que, por sua natureza, podem ser tratados tanto como não-comercializáveis (montagens, ensaios, comissionamentos de equipamentos, por exemplo) quanto como comercializáveis (serviços de consultoria e projetos em geral). Como regra, podem-se considerar os serviços realizados em canteiro como não-comercializáveis, enquanto os serviços realizados fora do canteiro poderiam ser admitidos como comercializáveis.

- Estimativa de custos com equipamentos

Importante não confundir os custos com equipamentos fixados à infraestrutura, e que farão parte da sua operação ao longo do período de análise, daqueles equipamentos momentaneamente mobilizados para a execução das obras

4.4.1 Desagregação do CapEx

O custo de CapEx deve ser desagregado entre quatro categorias, quais sejam:

- Custo com mão de obra especializada;
- Custo com mão de obra não-especializada;
- Equipamentos e insumos nacionais comercializáveis; e
- Equipamentos e insumos nacionais comercializáveis não comercializáveis.



Por esse motivo, a discriminação da participação de serviços técnicos intensivos em mão de obra, e particularmente a mão de obra qualificada, resulta significativa. Quanto à participação relativa estimada de **serviços de engenharia** no investimento, pontua-se:

- Os serviços incluem gerenciamento e supervisão de projeto e obra, projetos básicos e executivos, estudos ambientais (exceto custos ambientais e licenciamentos) e outros serviços técnicos especializados fora do canteiro;
- Quanto maior a obra, menor a participação relativa de serviços de engenharia deve ser, podendo-se ter como referência o intervalo de 8% a 12% do valor do CapEx como comprometidos com esse tipo de serviço especializado;
- Os serviços de engenharia, por sua vez, podem incorporar cerca de 17% do custo de mão de obra geral do empreendimento, ou até 49% particularmente da mão de obra qualificada.

A identificação da fração estimada dos serviços de engenharia prestados fora do canteiro, ainda que não implique diretamente nenhuma alteração no cálculo de custo econômico do empreendimento, serve para segregar a participação de serviços técnicos especializados fora do canteiro de obras e aplicar o fato de correção setorial relativo à mão de obra especializada e não-especializada.

Ademais, os preços sombra, fatores de conversão setorial e cambial de referência (atualizados pelo ME/IPEA no Catálogo de Parâmetros) devem ser devidamente anotados, posto que incidem sobre os demais custos de investimento, que em uma obra típica de infraestrutura hídrica podem ser agrupadas em grandes componentes, quais sejam:

- **Componente Equipamentos:** Equipamentos elétricos, eletrônicos ou mecânicos fixados à infraestrutura (não confundir com equipamentos mobilizados durante a construção);
- **Componente Adutora e tubulações:** Adutoras e tubulações enterradas ou aparentes, incluindo válvulas, interceptores, emissários (de recalque, por gravidade sob pressão ou por gravidade), controles, proteções e miscelâneas;
- **Componente Obras civis:** Toda infraestrutura construída exceto equipamentos e tubulações, incluindo: trabalhos de preparação de terreno, drenagens permanentes, movimentos de terra, sistemas viários, estruturas, edificações, instalações e dispositivos de controle associados.

Os dados de CapEx podem considerar a participação relativa dessas componentes de custos como fração do valor total, permitindo-se, em função dessa participação, estimar os custos decorrentes de mão de obra qualificada e não-qualificada, bens e serviços comercializáveis, além de também condicionar o cálculo da depreciação calculada dos ativos, de forma a aferir-se o valor residual do investimento no fim do período de análise. De maneira análoga, essa desagregação do CapEx irá compor a estrutura de custos de Gestão, Operação e Manutenção (OpEx) abordada no item 4.2.

A tabela a seguir apresenta as alíquotas de referência sugeridas.



Tabela 4-3 - Alíquotas de referência para mão de obra qualificada e não-qualificada conforme componentes do CapEx

Componentes	Mão de obra não qualificada	Mão de obra qualificada
Equipamentos	3,11%	10,45%
Adutora	3,11%	10,45%
Civil	26,25%	11,55%

Adicionalmente, cabe ainda distinguir:

- A estimativa de participação de custos com máquinas, equipamentos e materiais de construção de aquisição nacional, que são considerados como bens nacionais comercializáveis;
- A estimativa de custos com serviços especializados em canteiro e energia elétrica durante a construção que não tenham sido computados nos custos de mão de obra ou equipamentos, são considerados não-comercializáveis; e
- A participação estimada de insumos importados caso estes estejam expressamente indicados na informação recebida do projeto. Caso contrário, recomenda-se considerar este dado como nulo, de maneira que afinal sejam computados apenas os valores de serviços especializados em canteiro e energia elétrica para construção, e a participação de máquinas, equipamentos e materiais de construção.

4.4.2 Desagregação do OpEx

O valor estimado para OpEx equivale ao total anual dos custos e despesas do operador do empreendimento ao longo do período de análise, incluindo serviços técnicos de engenharia e programas ambientais. Deve abarcar custos de gestão e operação da infraestrutura, além de manutenção preventiva e corretiva prevista das infraestruturas civis, eletromecânicas e tubulações, incluindo custeio de material e mão de obra, exceto energia de operação¹⁹. Ele pode ser informado pelo originador do empreendimento e, caso tenha sido incorporado à carteira de projetos do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), deverá constar das bases de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Ainda, esse valor poderá estar acompanhado de uma planilha mais ou menos detalhada de abertura de composição dos custos de operação, e deverá ter uma data-base associada, bem como a informação do responsável pelo orçamento ou pela estimativa. Os valores deverão ser atualizados à data-base de referência do estudo por meio de índice de preços da construção civil (INCC) ou outro pertinente, a depender da abertura da informação e da especificidade do item orçamentário.

¹⁹ Outros custos do fluxo de caixa da firma comumente levantados em análises financeiras de viabilidade do empreendimento (como seguros, dívidas etc.) não são contabilizados na análise de custo-benefício, conforme estabelecido no Guia Geral ACB.



Por outro lado, é pouco provável que o projeto tenha discriminado, ainda na fase de ACB Preliminar, sua estrutura de custos de OpEx, situação que demanda a adoção de alíquota global de custos anuais em função do valor global do investimento (CapEx). Na falta de alíquota estabelecida em projetos correlatos, indica-se considerar intervalo de 1% a 5% do CapEx como equivalente à despesa anual com custos de gestão, operação e manutenção (exceto energia elétrica).

Caso a estrutura em análise considere que a vida útil da infraestrutura será menor do que o período de análise considerado, um valor de capital de reposição de ativos (RepEx) poderá ser estimado. Esse valor deve compor a conta de capital, não devendo ser confundido como OpEx ou “capital de manutenção”. Nesse sentido, deve-se considerar que todo o dispêndio acumulado anualmente em OpEx traria uma parcela dedicada à manutenção das condições suficientes para a continuidade da operação de cada componente da infraestrutura em seu normal operacional, observando-se o limite de sua vida útil como referência para o cálculo da depreciação do investimento a ele associado e como gatilho para a aferição de novo investimento de reposição de ativo (RepEx).

A mesma forma de desagregação de custos de CapEx (item anterior, Tabela 4-2 - Desagregação de custos de CapEx e OpEx para aplicação de Fatores de Conversão) deve ser replicada para o OpEx, permitindo a aplicação de Fatores de Conversão. Aqui cabe uma distinção entre as tipologias de empreendimentos:

- Considerando-se que a operação de infraestruturas hídricas de oferta de água e de controle de cheias deverá ser pouco intensiva em mão de obra, a qual é percebida mais significativamente em serviços de manutenção preventiva e corretiva, nos quais são executados pequenos e médios reparos, reposições, substituições de peças e materiais ao longo do ciclo de vida do projeto, recomenda-se que sejam adotadas as mesmas alíquotas de mão de obra qualificada e não-qualificada já estabelecidas no CapEx;
- Já considerando-se que a operação de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, pode-se esperar maior intensidade em mão de obra, recomendando-se adotar alíquotas diferentes daquelas estabelecidas para o CapEx, conforme apresenta-se na tabela a seguir.

Tabela 4-4 - Alíquotas de referência para mão de obra qualificada e não-qualificada conforme componentes do OpEx

Componentes	Mão de obra não qualificada		Mão de obra qualificada	
	Oferta de água e Controle de cheias	Esgotamento sanitário e Abastecimento de água	Oferta de água e Controle de cheias	Esgotamento sanitário e Abastecimento de água
Equipamentos	3,11%	25,00%	10,45%	11,55%
Aduora	3,11%	40,00%	10,45%	11,55%
Civil	26,25%	40,00%	11,55%	11,55%



Como consequência da alocação dos percentuais de participação da mão de obra, o valor decorrente desse cálculo é desagregado em parcela qualificada e não-qualificada, assim como deverão ser alocadas as frações de emprego de equipamentos e insumos nos serviços de manutenção. Para a informação da participação relativa de serviços especializados em canteiro e custos com energia elétrica de operação, recomenda-se ponderar os serviços de manutenção corretiva em projetos superiores a 10 anos de operação, uma vez que eles poderão crescer acima do percentual médio estimado, o que muito provavelmente resultará em valor porcentual na fase de operação superior ao estimado na fase de implantação. Além disso, essa mesma alíquota deverá incluir a consideração do peso relativo dos custos de energia elétrica para operação, estimando-se a demanda e consumo de energia elétrica com base em parâmetros setoriais em função de variáveis conhecidas do projeto e comparando com infraestruturas semelhantes.

Outra exceção que se observa na fase de operação se dá na estimativa de custos com programas ambientais, que configuram uma despesa herdada da primeira fase (e que naquela etapa estava agregada ao custo total do CapEx estimado). Na fase de operação, esse custo é discriminado em separado aos custos de operação e manutenção correntes, podendo ser de cerca de 0,25% a 1,5% de participação relativa estimada de programas ambientais na gestão, operação e manutenção, como proporção do OpEx.



5. ESTIMAÇÃO DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

A introdução do presente capítulo retoma brevemente, sem a pretensão de aprofundar, os conceitos já discutidos no Guia Geral de ACB que embasam as classificações e cálculos dos benefícios e externalidades econômicos, ressalta o escopo e ambição esperada para sua valoração no âmbito preliminar e classifica quatro casos de valoração. Já as seções por tipologia (oferta de água - 5.1, esgotamento sanitário - 5.2 e controle de cheias - 5.3), apontam os principais benefícios e externalidades (positivas ou negativas) a serem consideradas e seus métodos de valoração recomendados, no âmbito de uma ACB Preliminar. O item 5.4 aborda o tratamento de projetos de uso múltiplo. Já o capítulo 6 aborda as externalidades a serem consideradas e os efeitos indutivos relevantes para a estimação de benefícios econômicos na ACB Preliminar em recursos hídricos e saneamento.

■ O papel da definição dos objetivos e da descrição do projeto

É crucial destacar novamente a importância das primeiras etapas do processo de elaboração da ACB, que definem os objetivos do projeto e sua descrição. São estas etapas que permitirão uma definição mais clara e objetiva, a partir de uma avaliação mais coerente e consistente com a realidade do projeto, e menos dependente de tabelas pré-formatadas. O domínio do projeto e seu contexto é que permitirão inferir com mais acurácia quais categorias de benefício e externalidades deverão ser incorporadas.

■ Benefícios diretos e externalidades

Os benefícios do projeto abrangem todos os aumentos (reduções) identificáveis ou ganhos (perdas) em ativos e valores, seja bens, serviços ou satisfações intangíveis, diretos ou indiretos, mensuráveis em termos monetários ou não. Como apontado pelo Guia Geral de ACB, a abordagem mais comum para a estimação dos benefícios é a mensuração direta de variações de bem-estar, pelo conceito de Disposição a Pagar (DAP). Esse conceito é aplicado tanto para a valoração de benefícios diretos, ou seja, auferidos como objetivo primário do projeto, quanto para a valoração de externalidades.

Como definição, as externalidades são custos ou benefícios promovidos pelo projeto que extravasam as transações diretas entre ofertante e usuários dos serviços envolvidos, recaindo sobre terceiros. Uma vez que, geralmente, as externalidades recaem sem a devida compensação, sua contabilização e valoração devem ser realizados no âmbito da ACB (ver capítulo 6). Afinal, o propósito da ferramenta é o de espelhar mudanças no bem-estar social.

Existem, no entanto, diversos perfis de externalidades, sendo impossível considerar todas as variações, mas devendo-se realizar um esforço de valoração das mais relevantes. A implantação de uma barragem, por exemplo, pode acarretar prejuízos à qualidade da água pela reduzida capacidade de depuração de esgotos a jusante. Esse efeito é, portanto, uma externalidade (negativa) do projeto que deve ser considerada.

Outro exemplo de externalidade (positiva) seria o efeito de incremento nas possibilidades de lazer, recreação e contemplação devido aos novos padrões de qualidade da água que foram derivados de uma estação de tratamento de esgotos. Essa última externalidade é,



de fato, um dos objetivos diretos dessa tipologia de projetos, devendo ser valorada como tal, embora seja conceitualmente tratada como externalidade. Ainda outra externalidade positiva do esgotamento sanitário é a valorização imobiliária do bairro beneficiado.

Erro comum: Impactos imprevistos e/ou ignorados

Muitos custos e benefícios potenciais não são previstos no momento da avaliação do projeto. Os impactos que não estão a mercado são geralmente mais difíceis de prever e quantificar e têm muito mais probabilidade de serem esquecidos. No entanto, deve-se tentar listar e estimar todos os custos e benefícios relevantes no início do processo, bem como todas as partes afetadas.

■ Escopo de uma avaliação preliminar

Uma avaliação completa dos benefícios incluiria um somatório dos efeitos, de âmbito restrito ou amplo, para onde quer e para quem quer que fossem dirigidos, dentro ou além da área, reconhecendo as transferências e deduções por conta de efeitos negativos a terceiros (externalidades positivas e negativas totais). Isto evidentemente não é factível, mesmo em termos não monetários. Além disso, é desnecessário, porque avaliação de projetos não é pesquisa, e sim um apoio para tomadores de decisão.

Assim, há um consenso na literatura internacional de que, mesmo em situações em que existem informações completas, alguns efeitos não são suscetíveis de avaliação monetária. Tanto mais, em avaliações preliminares, foco deste manual, diversas das externalidades devem ser identificadas, sendo que algumas podem ser quantificadas e outro conjunto, ainda mais reduzido, pode ser valorado com base em informações paramétricas.

O melhor a ser feito é uma avaliação dos efeitos mais importantes e prontamente identificáveis na área de influência do projeto, e também de sua importância para a região, a bacia hidrográfica, o estado ou município. As categorias de benefícios, apresentadas por tipologias no presente Manual, costumam ser as mais importantes.

■ Custos da condução da valoração

O processo de atribuição de valores monetários aos efeitos do projeto pode exigir muitos recursos, humanos e até materiais. É importante ressaltar que os custos de encontrar informações para estimar o valor dos benefícios ou externalidades não relacionados ao mercado não devem superar os benefícios de se ter informações adicionais. Por exemplo, o *Council of Australian Government Best Practice Regulation* declara que melhores informações geralmente reduzem a incerteza em torno das estimativas; no entanto, se uma proposta já for conhecida como claramente viável ou inviável, a recompensa pela obtenção de informações extras pode ser insignificante. Detalhe e complexidade não são o mesmo que rigor analítico - o que, em última análise, é mais importante.



Assim, se o custo de atribuir um valor monetário de uma maneira robusta supera os benefícios, uma avaliação qualitativa seria mais apropriada. Esta avaliação qualitativa deve descrever claramente o impacto provável, incluindo termos quantitativos sempre que possível.

Fragilidade contornável: Os requisitos de informação são muitas vezes muito onerosos

Não existem outras metodologias de avaliação de projetos que possam produzir melhores resultados a partir da mesma base de informações; quanto pior for a qualidade dos dados de entrada, maiores terão de ser os intervalos de confiança.

■ **“Casos” de valoração**

Uma série de características especiais distinguem a água da maioria dos outros recursos e representam desafios para sua valoração. Do lado da oferta, a água geralmente está no estado líquido (tendendo a fluir, evaporar e vazar), está suscetível a disponibilidade variável por natureza e majorada pelas mudanças antrópicas do clima, e pode apresentar variações em sua qualidade; do lado da demanda, uma vasta gama de utilidades lhe podem ser atribuídas (das espirituais, cênicas e recreativas, até as mais práticas como diluição de esgotos); do lado de bem econômico, é recurso com alto custo de exclusão, implicando na impossibilidade ou dificuldade de estabelecer direitos de propriedade, além de ocupar diversas situações no *continuum* de bens rivais a não rivais; do lado ambiental, tem-se a essencialidade para os ecossistemas onde se insere.

Para a alocação de valor monetário aos efeitos (benefícios diretos e externalidades, positivas ou negativas) promovidos por projetos em recursos hídricos, podem-se destacar quatro casos em relação à sua possibilidade de atribuição de valor:

- Caso 1: atribuição de valor de efeitos para os quais existem preços de mercado e os preços de mercado refletem valores de escassez;
- Caso 2: atribuição de valor de efeitos para os quais os preços de mercado podem ser observados, mas esses não refletem (com precisão ou abrangência) os verdadeiros valores sociais, mas podem ser ajustados para fazê-lo mediante aplicação de fatores de conversão;
- Caso 3: atribuição de valor de efeitos para os quais não existem preços de mercado, mas é possível identificar preços de mercado substitutos e preferências reveladas que apontam a valoração subjacente (*surrogate prices*, em inglês)²⁰; e

²⁰ Por exemplo, os preços de imóveis podem ser utilizados para fornecer um valor de atributos específicos, como a presença de rede coletora de esgotos. Os indivíduos podem desejar um desconto por uma residência localizada em um bairro cuja disposição do esgoto se dá a céu aberto ou em fossas rudimentares. Os preços dos imóveis não são determinados apenas por essa variável, mas com dados amostrais e tratamento estatístico adequado, é possível inferir a importância relativa das variáveis explicativas independentes sobre eles, incluindo a presença ou não de rede coletora.



- Caso 4: atribuição de valor de efeitos para os quais os preços de mercado ou preços substitutos não são significativos tradutores do valor, demandando assim outras formas de valoração.

Nos dois primeiros casos, os preços de mercado podem ser utilizados para derivar o valor econômico, muito embora no segundo os preços de mercado devam estar devidamente corrigidos para preços sociais. Essa conversão pode ser realizada com base em fatores de conversão social (Catálogo de Parâmetros do IPEA). Já para os casos 3 e 4, técnicas de valoração econômica de não-mercado devem ser aplicadas. Essas variam em abordagem, complexidade e custo de aplicação, conforme descrito no Guia Geral de ACB.

Adicionalmente, cada tipologia de projeto apresenta diferenças conceituais sobre seus efeitos esperados, rendendo a aplicação de distintos métodos de valoração. A sequência traz considerações sobre a forma de considerar e valorar cada uma delas.

Valoração pelo método de preferência declarada

Métodos de preferência declarada podem ser usados para calcular a DAP dos usuários para o serviço prestado pelo projeto. Esse é particularmente o caso de pesquisas encomendadas por empresas de água em países como a Inglaterra para fornecer evidências sobre o que os clientes estão dispostos a pagar por melhorias no atendimento ao cliente e no desempenho ambiental. As companhias inglesas de água publicam planos de gestão (*Water Resources Management Plans*) que incluem o custo marginal; este representando o custo social incremental médio da provisão de água. Em 2014, a média da indústria para a provisão adicional de 1 litro por dia era de GBP 1,50 (Libra Esterlina).

As estimativas de DAP são geralmente obtidas para atributos como frequência reduzida de interrupções de serviço, sabor e odor aprimorados, descoloração reduzida, pressão na rede aprimorada e assim por diante. Assim, tais métodos podem ser aplicados também aos benefícios discutidos abaixo nas demais seções. Estes estudos trazem como principal desvantagem a complexidade e o custo de suas aplicações.

Em qualquer caso, se nenhum método de avaliação econômica padrão for aplicável ao projeto em questão, é possível referir-se a qualquer projeto semelhante que teria sido executado em um contexto o mais próximo possível ao da área do local proposto.

5.1 OFERTA DE ÁGUA

Esta tipologia inclui todos os tipos de projetos que envolvam a modificação da oferta de água de uma região, seja por meio da criação de barragens de reservação, sistemas adutores, canais e sistemas de distribuição, servindo aos usos de abastecimento humano, de irrigação ou usos múltiplos.

Sendo uma tipologia que envolve uma gama ampla de projetos, os resultados (*outputs*) podem ter efeitos socioeconômicos distintos, sobretudo do ponto de vista de seus usos finais. Por consequência, a lógica de valoração será diversa, a depender dos usuários finais da água ofertada. Assim, seguindo características de valoração comuns, essa tipologia



está subdividida em dois grandes grupos: (i) irrigação, criação animal e indústria; e (ii) abastecimento humano.

5.1.1 Subtipologia: Irrigação | Criação animal | Indústria

Irrigação

A promoção da irrigação perfaz o aproveitamento do recurso hídrico para fins de geração de benefícios econômicos, que se dão: (i) pelo aumento da produção agrícola, seja em um projeto *greenfield*, seja pelo aumento de produtividade gerado pela irrigação em cultivos pré-existentes; (ii) por uma mudança no perfil do cultivo que privilegie culturas de maior valor; (iii) por evitar perdas na produção agrícola; ou mesmo iv) pela redução de custos e/ou de recursos hídricos associados à troca de métodos de irrigação.

■ Valoração

Os benefícios diretos, portanto, correspondem ao aumento do valor bruto da produção na área do projeto, sendo este calculado pela diferença entre os valores de produção na situação futura com o projeto (e suas alternativas) em contraste com a situação futura sem o projeto (contrafactual). Trata-se de método que determina os valores adicionais da produção, precificados a mercado.

O método considera a função de produção para uma dada cultura agrícola, onde o recurso hídrico corresponde a um dos insumos produtivos, que junto com outros recursos (sementes, máquinas, mão de obra, energia etc.), resultam na geração de um dado valor econômico. Diante de uma variação na disponibilidade de água, espera-se que os custos de produção, a quantidade do produto final e os retornos dos demais fatores sejam alterados. O valor total da produção agrícola será igual à soma dos custos dos fatores de produção, por hectare cultivado.

Na função da produção, o valor da água passa a ser a variável a ser desvendada, com base na expectativa de modificação nos demais fatores em função do diferencial do recurso hídrico. A aplicação do método demanda conhecer: (i) o valor total da produção agrícola; (ii) a quantidade de hectares dedicados à produção da cultura; (iii) o preço e a quantidade dos fatores de produção necessários para o cultivo da espécie; e (iv) a demanda de água para o cultivo da espécie.

Os preços dos fatores de produção devem ser os econômicos e não os financeiros; ou seja, devem ser corrigidos pelos fatores de conversão, conforme exemplifica-se na tabela abaixo:



Tabela 5-1 - Correção dos custos de produção agrícola para preços econômicos

Custos de produção agrícola	Categoria de custo para aplicação do fator	Fator de Conversão	
Salários e rendimentos	Mão de obra qualificada (2º grau completo ou superior)	Preço Sombra da Mão de Obra (PSMO) para nível qualificado	
	Mão de obra não qualificada (2º grau incompleto ou inferior)	Preço Sombra da Mão de Obra (PSMO) para nível não qualificado	
Óleo combustível Máquinas e equipamentos Veículos Sementes Agroquímicos	Comercializáveis (produção nacional)	Fator de Conversão setorial (FC)	
	Insumos importados (produção externa)	Fator de Conversão da Taxa Cambial (FCTC)	
	Energia elétrica Serviços de engenharia	Não-comercializáveis (produção nacional)	Fator de Conversão setorial (FC)

■ Requisitos informacionais

O proponente deve indicar o tipo de cultivo que ocorre na área a ser beneficiada, além de sua perspectiva de modificação com a implementação do projeto. O número de hectares destinados à produção também pode aumentar em função do projeto devido à maior segurança e disponibilidade de água para irrigação. O irrigante tem, ainda, a possibilidade de manter as culturas existentes, porém produzi-las com maior rendimento (produtividade), bem como pode alterar a estrutura de cultivo para culturas mais rentáveis.

Deve-se informar o método de irrigação atual e esperado pelo projeto, bem como as respectivas demandas hídricas. A de lâmina de irrigação deve ser estimada com base em estudos específicos de cada cultura e do calendário agrícola, respeitando-se as fases fenológicas. A demanda de irrigação varia para cada espécie cultivada, dependendo de vários aspectos, sendo os principais a evapotranspiração da cultura, a precipitação efetiva e a eficiência do sistema de irrigação. Sugere-se consultar o “Manual de usos consuntivos da água no Brasil” da ANA (2019).

A eficiência do sistema de irrigação aumenta com o nível de tecnificação. O método de aspersão convencional de alta pressão do tipo canhão apresenta eficiência de cerca de 50% a 60%; já os sistemas de baixa e média pressão, tanto portáteis como móveis, apresentam eficiência superior, entre 60% e 75%. Já na irrigação localizada, o



gotejamento subsuperficial é o de maior eficiência (acima de 90%), uma vez que as perdas de água por evaporação são as menores possíveis (pela própria posição do emissor no solo). As perdas por evaporação tendem a aumentar para o gotejamento superficial e para a microaspersão que expõem maior área molhada ou área de evaporação de água.

Outras informações relevantes para a aplicação do método é a produtividade agrícola de cada cultura, obtida tanto na situação contrafactual (projeção de futuro sem o projeto) como na situação com o projeto. Estudos de sensibilidade de culturas agrícolas à indisponibilidade hídrica podem ser consultados para se estimar o período máximo de resiliência do projeto à falta de água (notadamente por ser este um uso não-prioritário frente aos usos de abastecimento humano e dessedentação animal).

■ Considerações relevantes

O benefício da irrigação e das mudanças tecnológicas, que podem ou não fazer parte do projeto, é calculado como o diferencial de benefícios e custos das situações com e sem o projeto. Para a consideração da situação contrafactual e daquela com o projeto, as seguintes considerações devem ser ponderadas:

- Os custos necessários à produção agrícola devem ser considerados de forma a refletir a necessidade dos insumos e demais fatores de produção para a dada produção prescrita. Caso seja impossível estimar a totalidade dos custos, ao nível da ACB Preliminar, ao menos os mais significativos devem ser contabilizados (a exemplo da curva ABC de custos). A omissão ou não precificação de fatores de produção resulta na superestimação do valor da água, portanto recomenda-se análises de sensibilidade (ver item 8.1).
- Geralmente o projeto pressupõe incremento de estruturas produtivas para além da oferta da água. O valor presente líquido estimado pelo método deve refletir a rentabilidade de todo esse conjunto de investimentos necessários para viabilizar a produção esperada.
- Devem-se incluir os custos de oportunidade do trabalho familiar (valorados pela renda marginal do trabalho na região de análise), mesmo que não sejam efetivamente pagos.
- O horizonte de avaliação deve ser correspondente ao período para o qual tanto os benefícios como os custos são projetados. Caso a vida útil dos equipamentos componentes do sistema de irrigação seja menor do que o horizonte de avaliação, deve-se considerar os custos de reposição. Para projetos de irrigação de culturas permanentes, deve-se considerar no fluxo de caixa da ACB o tempo necessário de desenvolvimento das árvores até que haja o início da produção.
- O valor residual dos equipamentos de irrigação e benfeitorias associadas ao projeto deve ser calculado subtraindo a depreciação acumulada do valor inicial dos ativos (ver item 4.3). No caso das terras, o valor residual equivale ao valor de aquisição inicial, uma vez que a eventual valorização do equivalente à terra nua não deve ser atribuível ao projeto.



Estudo do Banco Mundial - parâmetros para perímetros de irrigação no semiárido

Exceção à falta de informações sistematizadas sobre perímetros irrigados, é o estudo do Banco Mundial de 2004 intitulado “Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação do Semi-Árido” (Banco Mundial, 2004), no contexto da Série Água Brasil do banco. Como o próprio estudo descreve, este vem preencher uma lacuna de avaliações econômicas da disponibilização de água na região. À falta de avaliações rigorosas dos custos dos investimentos públicos em irrigação, o Governo não dispunha, até então, da informação necessária para selecionar e priorizar os projetos com maior potencial de retorno social. Assim, o estudo inclui uma avaliação social de projetos de irrigação representativos executados na região. Para tanto, o Banco Mundial entendeu que seria essencial conduzir uma avaliação socioeconômica abrangente destes, e assim o fez ao longo de quase dois anos.

O estudo busca identificar impactos e externalidades de investimentos e ações na agricultura irrigada no semiárido brasileiro, com ênfase nos efeitos da melhoria das condições sociais e da redução da pobreza na região. Sob a premissa fundamental de que, na ausência de algum nível de subsídios, o setor privado investiria substancialmente menos no desenvolvimento da irrigação, o estudo busca, sem pretender mensurar o valor social da construção de barragens envolvidas com a provisão do recurso hídrico, identificar e medir os custos e benefícios sociais e privados relacionados aos investimentos públicos efetuados no setor de agricultura irrigada, estruturando-se a partir da análise de atividades agrícolas e auxiliares em onze perímetros de irrigação e áreas privadas adjacentes, em cinco polos de desenvolvimento, representando 20% do número total de projetos públicos de assentamento, cerca de 45% da área irrigada e aproximadamente 50% dos investimentos públicos realizados à época.

Sem detalhar todas as etapas metodológicas adotadas, vale destacar que os cálculos seguem todas as premissas das avaliações econômicas de projeto (preço-sombra, externalidades, avaliação econômica de benefícios etc.), contou com uma avaliação *ex-post* (dados históricos), utilizou ferramentas de modelagem do banco em consórcio com a FAO e, por fim, incluiu trabalhos relacionados à interpretação de imagens de satélite, assim como estudos de radiometria e videografia, visando completar a geração de dados relevantes para o escopo pretendido e checando informações reportadas e verificadas.

Considerada sua robustez e abrangência, seus resultados podem servir de parâmetros para a composição de um projeto típico de irrigação na região. Dentre os diversos resultados do estudo, aqueles que interessam para a parametrização incluem: (i) total de investimentos públicos em perímetros irrigados; (ii) investimentos privados para produção dos perímetros irrigados (CapEx e OpEx); e (iii) Valor Bruto da Produção médio dos perímetros irrigados.

Criação animal

A criação animal também se configura em atividade econômica que faz uso direto dos recursos hídricos para gerar valor econômico. Dificilmente, entretanto, projetos de incremento na oferta de água serão justificados com base exclusiva na atividade; não obstante, as demandas deste setor usuário podem ser expressivas e, em determinadas bacias hidrográficas, podem inclusive preponderar sobre as demais. No mais das vezes, as infraestruturas hídricas atenderão a outros usos para então, caso haja disponibilidade hídrica, atender ao uso de criação animal.



A forma de valoração dos benefícios diretos é exatamente igual à aplicada para a irrigação, substituindo-se as variáveis pertinentes aos custos da irrigação àqueles correlatos à criação animal, seja em meio aquático (piscicultura e carcinicultura) ou para fins de dessedentação. A lógica e cuidados utilizados para valorar os benefícios de projetos de irrigação deve ser adotada, adaptando-se os insumos e fatores de produção para a realidade da criação animal considerada. Tem-se nesse bojo o perfil do rebanho, a necessidade hídrica diária por unidade animal, a demanda hídrica para fins de limpeza e asseio do local de criação, dentre outros. Sugere-se consultar o “Manual de usos consuntivos da água no Brasil” da ANA (2019). O método de função da produção pode ser, então, aplicado para desvendar o valor adicional gerado pela maior disponibilidade hídrica.

De forma análoga à irrigação, devem-se considerar os preços econômicos e não financeiros, fazendo-se uso dos fatores de correção pertinentes para tal.

Indústria

A valoração econômica para usos industriais, assim como no caso da criação animal, dificilmente demandará uma infraestrutura hídrica própria (de grande porte). Não obstante, o setor usuário pode se beneficiar da disponibilidade hídrica de usos múltiplos oriunda de uma nova barragem ou canal de adução de água bruta. Uma vez que se trata de um incremento produtivo privado, para o qual existem preços de mercado que refletem a escassez dos bens envolvidos, o método de valoração dos ganhos do setor em uma situação com e sem projeto deve ser o da função de produção - tal qual para a irrigação e criação animal. Novamente, a lógica e cuidados utilizados para valorar os benefícios de projetos de irrigação deve ser adotada, adaptando-se os insumos e fatores de produção para a realidade da indústria considerada.

Uma vez que dificilmente haverá, no âmbito de uma ACB Preliminar, funções da produção para os perfis industriais envolvidos que considerem a água como um dos fatores de produção, pode-se adotar relações de variação da produção em função do consumo de água parametrizada por levantamentos como o “Água na indústria: Uso e coeficientes técnicos” da ANA (2017). Informações sobre a demanda no setor podem, também, ser consultadas no “Manual de usos consuntivos da água no Brasil” da ANA (2019).

De forma análoga à irrigação e à criação animal, devem-se considerar os preços econômicos e não financeiros, fazendo-se uso dos fatores de correção pertinentes para tal.

Fragilidade contornável: A ACB traz falsa precisão

Esse ponto-fraco deve ser contornado com a realização da análise de risco, que inclui a identificação da sensibilidade dos resultados às variáveis-chave, pontos de inflexão e análise de cenários, assim como a análise probabilística, que pode ser realizada com base na



simulação de Monte Carlo e permite uma leitura estatística de resultados obtidos via imposição de variações aleatórias às variáveis-chave.

5.1.2 *Sub-tipologia: Abastecimento humano*

Projetos de abastecimento de água para consumo humano podem produzir diversos tipos de benefícios diretos e externalidades, principalmente positivas. Sem detalhar as peculiaridades que projetos podem ter e devem ser abordados caso a caso pelo proponente, as próximas seções abordam os principais benefícios diretos e externalidades que se espera valorar em uma ACB de projetos associados à ampliação de oferta hídrica, construção, modernização e melhoria de sistemas de abastecimento humano de água.

Garantia da oferta hídrica para abastecimento humano

A garantia da oferta hídrica se traduz no objetivo primordial dos projetos de abastecimento humano. O benefício percebido pelos usuários aqui considerado, inclui a confiabilidade do provimento do abastecimento em quantidade adequada e sem interrupções, sejam em frequência ou amplitude significativas.

■ Garantia de a oferta suprir a demanda e confiabilidade nos serviços

A garantia da oferta de água para o abastecimento humano deve atender tanto às demandas crescentes como a potenciais reduções da disponibilidade hídrica (oferta), por exemplo, por conta da mudança do clima²¹. Os estudos de demanda e hidrológicos, tratados no capítulo 3 de requisitos informacionais, deverão embasar este diagnóstico.

Na situação em que há uma menor oferta disponível (seja por falta de reservação de água bruta ou tratada, ou mesmo por impossibilidade de captação nos mananciais) em relação a demanda hídrica, por variações no primeiro, no segundo, ou em ambos de forma concomitante, haverá desabastecimento e/ou racionamento e/ou intermitência (prolongada e/ou recorrente).

Pela característica de gestão da água e de sua condição de disponibilidade natural, uma forma de se evitar racionamentos periódicos é por meio da garantia de suprimentos hídricos que antevêm os crescimentos de demanda e atendam aos padrões mínimos de garantia hídrica estocástica (geralmente ao nível de 95% de garantia). Projetos típicos que visam suprimento de mais fontes de água bruta incluem infraestruturas como barragens, novos sistemas adutores e canais de abastecimento.

²¹ No capítulo 3, o item 3.2 aborda mais detalhes sobre como tratar as mudanças do clima.



Gestão da água pela demanda e pela redução de perdas

Outra forma de garantir que a oferta e a demanda se mantenham equilibradas é por meio do controle e/ou redução da demanda projetada, tipicamente visando a redução do consumo supérfluo. Nesse bojo de medidas, a atenção deve ser focada na identificação e possível aplicação de instrumentos para gerenciar a demanda, como tarifas progressivas de água, incentivos fiscais, precificação de água bruta, campanhas educacionais, introdução de dispositivos de economia de água, taxaço de descargas de águas residuais etc. Este tipo de ação não é diretamente abordado no presente Manual, embora sua valoração possa ser aplicada da mesma forma. A água, afinal, como todos os demais recursos, apresenta utilidade marginal decrescente.

Outra forma de se atuar diretamente na demanda de água bruta, porém sem afetar o consumo de água tratada (que gera benefícios positivos), é por redução das perdas físicas nos sistemas de distribuição de água. No Brasil, notoriamente, se desperdiçam cerca de 18,84 milhões de m³ por dia de água tratada (SNIS, 2020).

Um projeto de oferta de água pode vir a contar com, dentre outros: setorização e zonas piezométricas de medição e controle; macromedição e pitometria no sistema distribuidor; micromedição; e instalação de centrais de controle e operações automatizadas (monitoramento de níveis de reservatórios e de macromedidores, aberturas e fechamentos de válvulas e registros, acionamentos e desligamentos de bombas e transmissão de dados à distância).

O racionamento no abastecimento gera a perda de confiabilidade no suprimento do recurso e acarreta custos que vão do cessar de atividades produtivas até prejuízos de saúde devido à falta de condições mínimas de higiene, afetando a todos os usuários que estão conectados à rede pública. Nestes casos, o uso da água por um usuário exclui o uso que poderia ter sido realizado por outro usuário com benefícios positivos, dando o caráter de rivalidade ao consumo - situação inexistente em situações de pleno atendimento²². Outras questões que devem ser consideradas quanto a eficiência alocativa da água são: sua liberação para outros usos e a não-linearidade da utilidade da água para o abastecimento humano.

A perda de confiabilidade também pode incidir nos serviços de abastecimento em si, por intermitências prolongadas e/ou por interrupções no sistema de abastecimento, oriundas de sistemas subdimensionados, estações de tratamento de água operando no limite da capacidade, queda de energia na estação de tratamento, falhas na rede e outros motivos endógenos ao prestador dos serviços e exógenos à oferta bruta de água ao sistema. Para

²² A alocação do recurso, sob escassez, demanda adicionar os custos marginais de expansão da disponibilidade aos custos marginais de provisão, o que é de certa forma paradoxal, uma vez que o ponto de racionamento deve ser atingido para que haja tal otimização. Sob o ponto de vista da eficiência econômica, caso a gestão de oferta da água seja realizada de forma a manter o consumo suficientemente abaixo da disponibilidade máxima (evitando-se assim a situação de racionamento periódico), a alocação do recurso natural estaria sendo subótima. Afinal, durante os vários períodos de não-acionamento, o consumo (que gera benefícios positivos) estaria abaixo de sua curva de utilidade.



o usuário, no entanto, o resultado de tais interrupções prolongadas e/ou frequentes é o mesmo.

Evitar os racionamentos e as intermitências e garantir o atendimento confiável das demandas gera uma série de benefícios, que surgem quando se adequam as fontes hídricas de suprimento, quando há expansão da capacidade de tratamento da água ou mesmo quando são gerados aprimoramentos em sua distribuição. Incluem:

- Garantia de atendimento das demandas dos usuários;
- Ausência/redução de racionamentos fora das variações normais;
- Eliminação de intermitências no fornecimento de água;
- Aumento da pressão da água distribuída;
- Redução de interrupções acidentais de serviço.

■ Método de valoração

O que sublinha a valoração da garantia da oferta de abastecimento humano é o próprio valor de uso marginal da água pela população beneficiada pelo projeto de investimento, que passará a ter menos eventos recorrentes de racionamento e/ou de restrições no atendimento às suas demandas hídricas. O valor da água para um dado usuário é o preço máximo que este estaria disposto a pagar pelo uso de uma unidade adicional do recurso. Para bens econômicos ordinários, trocados entre compradores e vendedores sob um conjunto específico de condições (um dado mercado), esse valor pode ser medido ao se estimar a área sob a curva de demanda pelo bem ou serviço.

Uma vez que os mercados de água normalmente não existem ou são altamente imperfeitos, dado que a oferta e distribuição de água é um caso clássico de monopólio natural (com preços de mercado geralmente distorcidos ou mesmo não existentes, como é o caso da água bruta), a base preferencial para a estimativa do benefício é a disposição dos usuários a pagar (DAP) pelo serviço. Eis que a real disponibilidade a pagar de cada usuário não é simples de ser inferida, demandando complexos e custosos estudos de preferência revelada, adicionando dificuldades para sua aplicação prática - sobretudo no âmbito de uma ACB.

Aplicação de preços de mercado e a alocação ótima da água

Não se vislumbra, no âmbito deste Manual, aplicações diretas de preços de mercado para a água, uma vez que raramente haverá situações livres de distorções de mercado que permitam aos preços refletir os valores de escassez ou seu benefício marginal de consumo.

O acesso livre a fontes, mananciais e corpos d'água, por ser geralmente não excludente, gera o incentivo para o comportamento oportunista do consumidor de não revelar sua verdadeira disposição a pagar, resultando em pagamentos mais baixos ou mesmo nulos pelo consumo. Assim, as receitas obtidas pela provisão dos serviços, no mais das vezes, são insuficientes para cobrir os custos da provisão de forma a evitar situações de racionamento, especialmente no médio e longo prazo.



A DAP de um usuário conectado ao serviço regular (confiável) de abastecimento de água pode ser estimada, empiricamente, aplicando-se os preços de mercado da melhor e menos custosa alternativa técnica viável para o abastecimento na mesma bacia hidrográfica. Sem estudar as relações de demanda, tal conceito de custo alternativo pode ser usado para determinar o valor econômico da água: afinal, o custo da alternativa menos custosa para se obter uma unidade adicional de água serve como uma proxy para o valor máximo que o usuário pode estar disposto a pagar pelo recurso.

■ A DAP não-linear e faixas de consumo da água de abastecimento

No caso de abastecimento humano, a disposição a pagar pela água não é linear. São diversos os usos que o recurso pode apresentar, desde os mais necessários (satisfação das necessidades básicas de consumo, higiene pessoal e cocção de alimentos) aos mais supérfluos (encher uma piscina ou lavar carros). Cada um desses usos implica em valorações subjetivas distintas e apresentam diferentes graus de elasticidade-preço da demanda²³, requerendo associações de valor distintas para a proxy da alternativa menos custosa para garantir o abastecimento em caso de racionamento e/ou intermitência.

Grosso modo, pode-se dividir a demanda por água em duas faixas, a primeira contemplando o atendimento às necessidades básicas e a segunda atendendo aos usos mais gerais do recurso hídrico no âmbito do abastecimento humano.

- **Necessidades básicas:** traça-se o limite em um consumo de 5 m³ por domicílio por mês (espelhando a referência das Nações Unidas de acesso a um mínimo de 60 litros por habitante por dia) para o atendimento às necessidades básicas (ONU, 2010). Nesse caso, a demanda pela água é quase perfeitamente inelástica, pois reflete os usos mais essenciais do recurso para os quais não existem substitutos²⁴. Para a provisão de água até essa faixa equivalente de consumo (5 m³/dom/mês), a proxy da DAP deve ser estimada pelo custo de aquisição e/ou manutenção do autoabastecimento de água:
 - A depender da área de estudo, tem-se nesse bojo: aquisição de água potável engarrafada para consumo, abastecimento por poços de água, por caminhões-pipa, por usinas de dessalinização de pequena escala, ou mesmo (se for alternativa viável) custos para se equipar com reservas individuais (caixas d'água ou cisternas suplementares) e/ou bombas para garantir a pressão adequada do fornecimento;
 - A contabilização desses últimos custos (reservas individuais) pode incluir a aquisição das reservas e/ou das bombas (renovação), os custos da energia elétrica necessária para seu funcionamento, os custos de manutenção e o tempo gasto pelos usuários para coletar informações sobre

²³ O grau de elasticidade representa a variação esperada na quantidade demandada em decorrência de variações no preço, ou seja, o quanto um dado aumento de preço (1%) representa em queda na demanda. De forma geral, o grau de elasticidade-preço da demanda possibilita antever o comportamento dos múltiplos usuários dos recursos hídricos frente a uma política de preços, cada qual com sua estrutura de preferências.

²⁴ Uma demanda inelástica significa baixa sensibilidade em relação às variações de preços, ou seja, um incremento de 1% no preço deverá gerar uma queda na demanda menos que proporcional.



horas e dias de racionamento de água, bem como o tempo gasto para encher as caixas ligar/desligar as bombas.

- **Para além das necessidades básicas:** para a garantia da oferta hídrica que supere a faixa mínima de consumo, até o limite de atendimento das demandas pelo projeto, a proxy da DAP deve ser estimada pelo custo marginal de longo prazo (CMLP) do fornecimento. A escolha desse método, que segue o princípio econômico dos preços públicos, decorre da suposição de se estar cobrindo usos menos essenciais da água que apresentam maiores graus de elasticidade-preço da demanda (aproximando-os de preços públicos comuns em situações de não rivalidade):
 - O princípio econômico dos preços públicos é que há uma equivalência entre o benefício marginal do consumo (de água, de cada usuário) e o custo marginal de longo prazo para a provisão desse serviço, agregando não só os custos marginais de operação e manutenção, como também aqueles de expansão para a continuidade da provisão sob novas condições de demanda e de disponibilidade hídrica;
 - O parâmetro de valor para o CMLP pode ser obtido pela tarifa média praticada pelas companhias de abastecimento²⁵. Sugere-se utilizar locais similares aos do projeto em porte e características socioeconômicas, localizados na mesma bacia hidrográfica, uma vez que existem diversas situações que interferem na formação tarifária de um dado sistema de abastecimento. Alguns exemplos são a topografia do município atendido, a densidade populacional, habitações subnormais, verticalização, custo de vida, renda per capita, consumo médio, tipo do manancial (superficial ou subterrâneo) e a própria qualidade da água bruta. Dessa forma, a obtenção de referências em condições similares de operação à do projeto em análise é fundamental;
 - Atenção deve ser dada para as possíveis correções fiscais necessárias (4.2), assim como para valores tarifários subdimensionados (que não incluem a expansão para a continuidade da provisão dos serviços) (mais detalhes na sequência).

De especial relevância para o setor de saneamento, a utilização de tarifas como proxy da disposição a pagar deve ser avaliada quanto à existência de subsídios ou transferências efetuadas para ou por entidades públicas.

²⁵ Disponível no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), disponível em: <http://www.snis.gov.br> Muito embora o SNIS desempenhe papel preponderante quanto à provisão de informações dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no país, as informações nele contidas são de caráter auto declaratório por parte dos prestadores de serviço, não havendo garantia acerca da confiança e da exatidão das informações. Um conjunto de 16 indicadores do SNIS é passível de auditoria no âmbito do Acertar, conforme Portaria nº 719/2018 do então Ministério das Cidades, atual Ministério do Desenvolvimento Regional.



- Caso a tarifa cobrada da sociedade seja menor do que deveria (para cobrir os custos dos serviços e seus investimentos) devido ao recebimento de uma transferência pública que compõe o faturamento do prestador, este deve ser adicionado à tarifa.
- Vice-versa, caso a tarifa cobrada seja maior do que deveria (para cobrir os custos dos serviços e seus investimentos), pois inclui transferências para outras entidades públicas a título de subsídios, este subsídio deve ser subtraído da tarifa.

A exceção para a manutenção de impostos ou subsídios no fluxo de caixa da ACB ocorre quando estes são voltados à correção de alguma externalidade. Uma vez que a valoração de externalidades reduzidas pelo projeto deve compor o rol de benefícios (ver item 6), deve-se atentar para a possível contagem dupla. Duas questões devem ser ponderadas, quais sejam:

- Caso o imposto, taxa ou subsídio enderece de forma explícita a externalidade em questão, tal como um eventual imposto sobre as emissões de carbono seria, e caso seu valor se aproxime do valor social, deve-se mantê-lo (imposto, taxa ou subsídio) no fluxo de caixa da ACB mediante a exclusão de sua contabilização como benefício;
- Caso o imposto, taxa ou subsídio não enderece de forma explícita a externalidade e/ou não reflita, em seu valor, seu custo social, deve-se excluí-lo (imposto, taxa ou subsídio) do fluxo de caixa da ACB e adicionar, se possível, o valor da redução da externalidade como benefício.

Elasticidade-preço da demanda por água

Fatores comportamentais, como hábitos pessoais e questões culturais influenciam os padrões de consumo de água, assim como o número de habitantes em um domicílio, o tamanho do domicílio, a renda familiar, os preços pagos pelos serviços de abastecimento, a qualidade do serviço, fatores climáticos como chuvas e temperatura, além das perdas na distribuição.

Segundo ADB (1999), a elasticidade-preço da água abastecida por rede geral é geralmente inelástica, variando entre -0,2 e -0,5. Não obstante, pode variar de -0,02 (inelástica) a -1,5 (elástica) em função da disponibilidade de fontes de suprimento alternativas, da estação do ano, da população rural ou urbana e do perfil de uso.

No Brasil, dados de painel com informações do SNIS entre 2010 e 2015 apontam para uma elasticidade-preço da demanda municipal por água bastante inelástica (-0,166). Em contrapartida, um aumento de 1% no PIB per capita provoca um aumento de apenas 0,04% no consumo per capita de água (Cruz e Oliveira, 2019).

Quando a indústria depende do serviço de abastecimento público, sua elasticidade-preço é maior do que quando dispõe de abastecimento próprio. Quanto aos setores industriais, a análise realizada por Feres e Reynaud e apontada em GVces (2014), obteve as seguintes variações de elasticidade-preço: -0,82 para alimentos e bebidas; -0,04 para têxtil; -0,31 para vestuário, calçados e artigos de couro; -0,40 para madeira, borracha e plástico; -0,76 para papel e celulose; -0,71 para química; -0,22 para minerais não-metálicos; -0,48 para metalurgia; -0,31 para máquinas e equipamentos; -0,51 para material de transporte; e -0,33 para outros setores.



■ População equivalente

Para quantificar os benefícios, os valores das DAPs (expressos em R\$/domicílio) devem ser multiplicados pela quantidade de domicílios que passam a ter, com a implantação do projeto, garantia da oferta hídrica regular (95% de garantia, por convenção). É imprescindível contar, como descrito no capítulo 3 de requisitos informacionais, com os estudos de demanda para que se estime a população-equivalente que terá sua garantia hídrica assegurada.

Nota-se que, pela dinâmica de fornecimento de água via sistemas de abastecimento em redes, a população beneficiada é uma “população equivalente”, pois os episódios de racionamento e/ou intermitências prolongadas e/ou de ocorrência frequente afetam a garantia da oferta para consumo humano de todos vinculados ao sistema ou subsistema.

Ou seja, quando um projeto se propõe a aumentar a garantia do suprimento para 30 mil habitantes em um dado local a partir de um dado ano, não significa que são exatamente 30 mil habitantes adicionais, conectados à rede, que estarão sendo abastecidos; significa, outrossim, que a entrada destes novos usuários no sistema não prejudicará o fornecimento regular de água para todos os usuários conectados (incluindo os novos 30 mil habitantes atendidos). Para os benefícios de uma maior cobertura de rede (conexão de populações existentes que passem a ser atendidas), ver item posterior (seção Maior cobertura do serviço de distribuição de água).

■ Alocação temporal dos benefícios

Os projetos de ampliação da oferta de água devem, idealmente, ser implementados antes da demanda chegar nos limites do suprimento sem projeto. Em muitos casos, no entanto, a situação atual já inclui algum grau de insegurança hídrica, com imposição de racionamentos e/ou intermitências prolongadas e/ou a iminência de ocorrerem (vide dimensão humana do Índice Nacional de Segurança Hídrica - ISH do PNSH [ANA, 2019]). Os projetos de oferta de água para o abastecimento humano, portanto, podem ocorrer em combinações diversas das situações abaixo:

Tabela 5-2 - Situações a serem avaliadas para o benefício da garantia de oferta hídrica

Situação 1 - insegurança hídrica já manifesta	⇒	Existência, na situação atual, de alguma fração da população em condição de insegurança hídrica
Situação 2 - insegurança hídrica prevista	⇒	Expectativa de ocorrência, no futuro, de condição de insegurança hídrica para alguma fração da população, caso não haja expansão da oferta e/ou redução da demanda

O contraste da situação com e sem projeto (contrafactual) deve contabilizar ambas as frações da população sob condição de insegurança hídrica, de acordo com a situação de base identificada (que deve estar descrita de acordo com as prerrogativas do capítulo 2 de fundamentos para intervenção). Os benefícios devem ser contabilizados para as frações de população pertinentes tão logo a infraestrutura hídrica inicie sua (hipotética) operação.



No caso exclusivo da situação 2, os benefícios a serem obtidos pela população projetada devem ser distribuídos de forma linear no tempo até que atinjam os níveis máximos de atendimento da população prevista. Caso o projeto objetive garantir a oferta a 30 mil habitantes em 2035 e o início de operação do projeto ocorra em 2025, um total de 3 mil habitantes-equivalentes por ano passarão a contar com o benefício da segurança hídrica.

Na situação 2, atenção também deve ser tomada para que a demanda projetada, para esse caso de valoração, seja convergente com as expectativas de crescimento da população beneficiada e da potencial restrição da disponibilidade hídrica advinda das mudanças do clima.

■ **Projetos indutores de demanda**

Não se deve utilizar a diferenciação da DAP (por faixas de consumo da água) para a valoração para projetos indutores do desenvolvimento econômico que não apresentam demandas efetivas (atual e/ou futura). Caso o projeto indutor traga demandas potenciais circunscritas ao cenário desejado de desenvolvimento da região, apenas a valoração pelo custo marginal de longo prazo (CMLP) de fornecimento de água deve ser utilizado como proxy para a DAP, não realizando distinção entre as faixas de consumo essenciais ou não. Ver capítulo 6, item Efeitos econômicos indutivos, indiretos e de segunda ordem.

■ **Método alternativo: Perdas evitadas**

Uma alternativa de valoração da garantia da oferta hídrica para o abastecimento humano é por meio da captura das perdas evitadas oriundas do desabastecimento e/ou racionamento e/ou intermitência. Pode-se atribuir ao benefício o valor das perdas econômicas que teriam ocorrido como consequência da falta d'água, considerando para tanto:

- A probabilidade de ocorrência de manifestação do risco hídrico (linha de base para o cômputo das perdas evitadas);
- A fração da população em condição de risco hídrico;
- A utilização do valor agregado bruto (VAB) dos serviços privados como parâmetro para as perdas econômicas, desde que descontado do VAB aquele produzido pelo setor público (que representa transferências entre agentes - ver item 4.2).

A consideração da manifestação do risco hídrico implica o pressuposto de que uma fração deste se manifesta a cada ano no caso da não-implementação do projeto. Caso os estudos de demandas e de hidrologia estimem a população em risco de desabastecimento, associada a um dado parâmetro de permanência e probabilidade de manifestação desse risco, a cada ano pode-se contabilizar a perda de produtividade equivalente aos dias de geração de valor pela população afetada. A este último pode ser atribuída, a cada habitante em risco, uma contribuição da geração de VAB dos serviços privados de seu município associado.

Na ACB, a manifestação do risco pode ser parametrizada por intervalos equivalentes a 1 dia de produção, 3 e 5 dias de produção. Para fins de comparação entre alternativas de projeto, resultados assim apresentados podem subsidiar a tomada de decisões, mesmo



com cálculos aproximados do real risco. Recomenda-se utilizar desses parâmetros para a condução da análise de sensibilidade (ver item 8.1).

Maior cobertura do serviço de distribuição de água

O aumento da disponibilidade de água para consumo humano é um efeito direto típico do perfil de projeto de oferta de água, quando domicílios são conectados aos sistemas de abastecimento. Esse benefício ocorre quando uma população - existente - passa a ser atendida por meio de rede centralizada e não mais por situações precárias e/ou soluções individuais que não cabem tecnicamente (devido à densidade populacional ou restrição de oferta, como no caso de poços subterrâneos, por exemplo).

Essa situação difere da garantia da oferta hídrica (item anterior), pois pressupõe-se que a restrição inicial não é quantidade de água disponível para ser ofertada, mas sim a ausência de sistema de abastecimento - condição necessária para que a oferta se concretize. Nesse caso, a implantação da rede passa a substituir as alternativas precárias de acesso à água, via aquisição de água potável engarrafada para consumo, abastecimento por poços de água, por caminhões-pipa, captação superficial direta, usinas de dessalinização de pequena escala ou outros métodos de autoabastecimento, que variam de local para local.

■ Método de valoração

Os investimentos na provisão de rede de abastecimento de água provocam reduções significativas²⁶ nos custos de acesso ao recurso, uma vez que as opções utilizadas sem o projeto são mais custosas na margem (por m³). Tem-se duas situações possíveis que envolvem a qualidade da água com ou sem o projeto:

- **Situação 1:** Ocorre quando a água consumida antes do projeto pode ser considerada como potável (dentro dos padrões legais).
 - Nessa situação, não há ganhos (ao menos significativos e passíveis de valoração) em saúde com redução de doenças de veiculação hídrica dada a (adequada) qualidade da água no cenário contrafactual (sem o projeto).
 - Os benefícios incrementais decorrentes da maior cobertura do sistema de abastecimento de água não podem ser valorados pela multiplicação da quantidade produzida pelo preço antigo de acesso à água, pois isso resultaria em uma superestimação do benefício. Também não se pode considerar somente o preço novo, equivalente ao custo marginal de longo prazo (CMLP), pois esse subestima a DAP que já se manifestava mais alta na situação sem projeto. Recomenda-se, como forma pragmática de contornar tal dilema, pela consideração da média dos dois valores.

²⁶ Pressupõe-se que, caso tais reduções significativas não ocorram, dificilmente o projeto seja considerado.



- **Situação 2:** Já no caso em que a implementação do projeto aporta um ganho na qualidade da água normalmente consumida sem o projeto, há a promoção de ganhos de saúde, evitando-se doenças de veiculação hídrica.
 - Assume-se então que a DAP do usuário seria equivalente à alternativa tecnicamente viável que garanta a água em padrões adequados de qualidade e evite doenças (comportamento defensivo). Isso pode incluir: custo de aquisição de água de boa qualidade (engarrafada) ou a instalação e manutenção de sistemas individuais de potabilização de água. Mais considerações são tecidas na seção que aborda os benefícios de Impactos na saúde derivados da qualidade da água para consumo humano.

■ Faixas de consumo da água de abastecimento

Aqui novamente se aplica a faixa de consumo para essa consideração das proxies da disposição a pagar (DAP), sendo que:

- **Para as necessidades básicas** (primeiros 5 m³ por domicílio por mês):
 - No caso em que não há ganho significativo na qualidade da água antes e depois do projeto (situação 1 do método de valoração): o valor do benefício passa a ser a média entre os custos de acesso antes e depois do projeto.
 - No caso em que há ganho significativo na qualidade da água (situação 2 do método de valoração), o valor do benefício será o valor da alternativa técnica viável menos custosa que garanta o adequado grau de potabilidade (poço com tratamento adicional, por exemplo).
- **Para além das necessidades básicas:** Para o consumo acima da faixa mínima, apenas a proxy do CMLP se aplica (ver seção Garantia da oferta hídrica para abastecimento humano).

■ População equivalente

Os benefícios da Maior cobertura do serviço de distribuição de água devem ser contabilizados para toda a população que passou a ter acesso ao abastecimento por rede. Embora estes benefícios sejam distintos daqueles advindos da Garantia da oferta hídrica para abastecimento humano, pode haver situações em que ambos ocorram simultaneamente. Por exemplo, um dado município pode planejar conectar um bairro mais afastado ao sistema de abastecimento (Bairro A) e, ao mesmo tempo, ter de aumentar a garantia de oferta do sistema todo para que não haja racionamento futuro. Nessa situação, o seguinte cuidado deve ser tomado para que não haja dupla contagem:

- Apenas a valoração da presente categoria de benefício (Maior cobertura do serviço de distribuição de água) deve ser contabilizada para a população do Bairro A, beneficiada pela nova rede de abastecimento de água.
- Já a categoria de benefício anterior (Garantia da oferta hídrica para abastecimento humano) deverá desconsiderar a população do Bairro A de seu cômputo de população em risco. Uma forma pragmática de realizar esse ajuste é por meio da exclusão,



aplicada à população total em risco de racionamento, da fração da população do Bairro A na população total atendida pela rede de abastecimento no município.

Erro comum: Viés de otimismo

É comum o proponente de projeto “inflar” os dados, premissas e suposições quanto às variáveis incidindo nos benefícios do projeto. Por exemplo, o número de beneficiados com externalidades positivas em um corpo d’água pode ser erroneamente contabilizado como a população que tem acesso ao mesmo, enquanto o valor correto seria a população que efetivamente acessa ou passará a acessar.

■ Método alternativo: Valorização imobiliária

A provisão de rede pública de abastecimento de água, assim como a contrapartida de rede coletora de esgotos (item 5.2.1), tende a gerar a externalidade positiva de uma valorização imobiliária no curto prazo e de maior adensamento populacional no médio e longo prazo. Se são gerados benefícios, estes são capitalizados e se revelam via aumento no valor dos imóveis e no valor cobrado em seus aluguéis. Essa geração de valor econômico pode também ser interpretada como proxy da disposição a pagar para o acesso ao serviço de abastecimento.

Uma das formas de se capturar essa proxy é por meio da diferença no valor médio do aluguel residencial; outra forma é por meio da valorização do imóvel. Ambas, no entanto, devem encontrar certa dificuldade de aplicação em uma ACB Preliminar, decorrente da precariedade no estabelecimento de uma situação contrafactual adequada. Estudos dessa natureza devem trazer um desenho empírico que permita capturar as diferenças ocorridas em áreas equivalentes, comparando os preços dos imóveis localizados dentro de uma certa área de impacto (com rede de abastecimento e/ou coletora) com imóveis fora dessa área (sem rede). A comparação só consegue ser válida caso possa controlar pelo maior número possível das demais características que influenciam o preço dos imóveis e de seus aluguéis (das construtivas às locacionais), permitindo isolar o efeito do aporte da infraestrutura de saneamento básico²⁷.

Supondo-se a disponibilidade de parâmetro que diferencie o aluguel de imóveis com e sem acesso à água tratada via rede geral de abastecimento, pode-se utilizar da estimação do valor dos imóveis na área beneficiada pelo projeto com base no CUB (custo unitário

²⁷ No setor de transportes, os efeitos da valorização imobiliária decorrentes da implantação de uma estação de metrô ou de uma linha de BRT, por exemplo, são comumente avaliados pelo uso de alguma medida contínua de distância em relação a infraestrutura de transporte público, seja a distância euclidiana ou a distância real de caminhada, como variável de tratamento primária. Cervero et al. (2014) demonstram a relação positiva entre as infraestruturas de transporte e a valorização imobiliária, mas com grande diferença de resultados observados em seus parâmetros. Considerando imóveis distantes entre 400 e 800 metros de uma estação de transporte de massa, verificou-se uma variação positiva de 6,4% na Philadelphia, de 6,7% em Boston, de 10,6% em Portland, de 17% em San Diego, de 20% em Chicago, de 24% em Dallas e de 45% em Santa Clara. Essa variação deve-se justamente a características locais e das intervenções específicas adotadas nestas cidades. [CERVERO, R. et al. Transit-Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects (Vol. 102). Washington, DC: Transportation Research Board, 2014.]



básico) da construção de um m² de padrão residencial normal, disponibilizado pelo Sinduscon de cada estado. Já a estimação dos valores de aluguel pode ser realizada em consulta a imobiliárias locais ou mesmo via índices como o FIPE-Zap²⁸ para o *rental yield* mensal médio.

Valoração pelo método de preferência revelada

Os preços no mercado imobiliário são uma função de diversas características, desde as construtivas dos imóveis, como o número de quartos e de banheiros, a metragem, a qualidade do acabamento, instalações existentes no edifício etc., até as de localização do imóvel, inclusive características como distância até o centro, disponibilidade de transporte público, presença de equipamentos públicos e outras.

Ao se alterar as características do ambiente construído de uma região por meio do aporte de rede coletora de efluentes, os primeiros impactos são observados na capitalização dos imóveis, com o mercado precificando os benefícios (e prejuízos) gerados pela intervenção urbana. Parte desta capitalização ocorre até mesmo antes de finalizada, como é o caso emblemático da construção de uma nova estação de metrô, com os potenciais ganhos já sendo incorporados nos preços de mercado na medida em que os agentes econômicos confiam que o benefício realmente ocorrerá. É por este motivo que uma forma de valoração do benefício é pela própria resposta prevista do mercado imobiliário a uma intervenção urbana.

O Instituto Trata Brasil (2018), com base em análises dos resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Continuada (PNAD) do IBGE de 2016, identificou por meio da comparação de dois imóveis que diferiam apenas em termos de acesso ao saneamento, que aquele que contava com acesso à água tratada comandava um diferencial positivo de valor equivalente a 9,0% do aluguel residencial, na média do país²⁹.

Cautela com dupla contagem: Efeitos indutivos

O método de valorização imobiliária não deve ser contabilizado conjuntamente com os benefícios do projeto, uma vez que tal valorização decorre justamente desses benefícios, sob pena de dupla contagem. Da mesma forma, a valorização imobiliária também tende a refletir efeitos indutivos decorrentes do investimento, que não devem, assim, ser contabilizados novamente (sobre esses efeitos, vide seção 6.2).

²⁸ Disponível em: <https://fipezap.zapimoveis.com.br/noticias/noticias-fipezap/pesquisas-e-relatorios/indice-residencial/indice-residencial-aluguel/>

²⁹ Os referidos autores utilizaram de modelo estatístico em que a variável que se busca explicar é o valor da renda imobiliária mensal, com base nas variáveis (i) tipo de moradia (apartamento ou casa); (ii) material predominante das paredes externas; (iii) material predominante do telhado; (iv) material predominante do piso; (v) número de cômodos; (vi) número de dormitórios; (vii) existência de coleta regular de lixo na moradia; (viii) unidade da Federação; (ix) área da moradia (rural ou urbana); (x) local de residência (capital, regiões metropolitanas ou interior); (xi) acesso à água tratada; (xi) acesso à rede geral de esgoto; e (xii) disponibilidade de banheiro na residência. A técnica utilizada foi a de Máxima Verossimilhança com correção de viés de seleção amostral.



Liberação de recursos hídricos para outros usos

O benefício da água liberada para outros usos, atuais ou futuros, surge a partir de projetos que, de alguma forma, promovam a economia dos recursos hídricos. Nota-se que o benefício oriundo de uma eventual economia de recursos financeiros (custos) estará refletido nas diferenças de valor dos custos de operação e manutenção com e sem o projeto, discutidos no capítulo anterior (capítulo 4 - Estimativa de custos econômicos).

A maior oferta de água para abastecimento humano por meio de uma barragem, sistema adutor ou canal de abastecimento pode vir a substituir fontes mananciais superexploradas (no caso de água subterrânea) ou liberar mais água em corpos d'água que deixam de ser manancial, podendo então atender a outros usuários.

Outros projetos que resultam em liberação de recursos hídricos são aqueles que promovem a redução de perdas físicas de água na rede de distribuição. Graças à redução de perdas, o volume de água captado em um dado manancial diminui e, como consequência, essa quantidade de água é liberada para outros usos.

O benefício de liberação de recursos hídricos ocorre tipicamente no âmbito da gestão de usos múltiplos e só pode ser computado em situações de escassez de água bruta, quando há restrição de disponibilidade hídrica (atual ou futura) para um usuário em detrimento ao uso da mesma água por outro usuário. Caso a disponibilidade natural do recurso hídrico na ambiência do projeto não seja afetada, pressupondo o respeito às vazões de base ecológica, pode-se concluir que o custo de oportunidade do uso alternativo da água se aproxime de zero (ver item 6.1.2 para discussões acerca do valor ecossistêmico).

Uma vez que o abastecimento humano é prioritário por lei, no mais das vezes a liberação de recursos hídricos em projetos desse perfil contribui para o incremento da capacidade de captação e uso da água de outros setores usuários, seja para usos consuntivos como irrigação, criação animal, usos industriais e geração de energia termelétrica, ou não consuntivos como recreação, transporte fluvial ou geração de energia hidrelétrica.

■ Método de valoração

Recomenda-se a valoração pelo custo de oportunidade de uso alternativo da água, refletido pelo custo marginal de longo prazo (CMLP) para o abastecimento humano (ver seção Garantia da oferta hídrica para abastecimento humano). Dessa forma, o custo social incorrido para extrair uma unidade extra de água, mais o custo de distribuição da fonte até o ponto de uso, é contemplado.

Um cuidado deve ser tomado quando o perfil do projeto avaliado resultar em economia de custos operacionais para a prestadora dos serviços de abastecimento de água, pois os benefícios estarão assim contemplados:

- Para que não haja dupla contagem, o benefício deve ser computado nos casos em que a economia de custos de operação e manutenção não refletir o volume total da água liberada para os outros usos, respeitando-se ainda a restrição inicial de usos concorrentes pelo recurso.



Uma forma alternativa de se valorar o benefício de liberação de água é por meio da contabilização dos ganhos sociais que seriam gerados pelos usuários que passariam a ter acesso à água liberada. No âmbito da elaboração de uma ACB, no entanto, esse tipo de valoração adicionaria um grau muito elevado de inferências e de incertezas.

Erro comum: Uso de matrizes insumo-produto

Modelos de insumo-produto são comumente usados para determinar os efeitos econômicos multiplicadores ou os efeitos de fluxo na economia caso um projeto seja implementado. No entanto, os multiplicadores de insumo-produto têm várias falhas para a ACB, como contagem dupla e tripla. Seu uso deve ser evitado - ver item 6.2.

Impactos na saúde derivados da qualidade da água para consumo humano

O acesso à água com padrões mínimos de qualidade para consumo humano (exigidos legalmente³⁰) traz impactos positivos na saúde. Esse benefício está intimamente ligado ao atendimento das necessidades básicas e ocorre sempre que há garantia da oferta hídrica e maior cobertura do serviço de distribuição de água para abastecimento humano.

Embora a ocorrência do benefício seja inquestionável, sua forma de valoração no âmbito da ACB exige alguns cuidados de forma a evitar a dupla contagem. A seguir, discutem-se características de projetos de garantia de oferta e de maior cobertura de rede, as quais afetam a forma de valorar impactos na saúde, em especial neste manual.

Acesso à água tratada e redução de doenças

O Instituto Trata Brasil (2018, op. cit.), com base nos dados do SNIS e do Datasus entre 2004 e 2016, identifica uma forte correlação negativa entre o número de internações por doenças infecciosas (cólera, shigelose, amebíase, diarreia e gastroenterite infecciosa presumível, outras doenças infecciosas intestinais) por milhão de pessoas e o percentual de pessoas no país com acesso à rede de distribuição de água. Dos impactos positivos na saúde, derivam ganhos de produtividade pelo menor absenteísmo. Ainda segundo o Instituto Trata Brasil (2018), dessa vez analisando dados da PNAD (2016), trabalhadores que moravam em áreas sem acesso à rede de distribuição de água tinham, em média, salários 3,2% inferiores aos daqueles que, com as mesmas condições de trabalho (educação, experiência etc.), tinham acesso à água tratada. A diferença salarial já embute a melhora geral da qualidade de vida, possibilitando uma produtividade maior, com efeito positivo sobre sua remuneração.

■ Projetos de garantia de oferta

Os sistemas de abastecimento de água pressupõem o cumprimento dos parâmetros de potabilidade obtidos via estações de tratamento de água (ETA) ou unidades de tratamento simplificados (UTS, que realizam a simples desinfecção quando a água bruta

³⁰ O Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 005/2017 do Ministério da Saúde é dedicado aos parâmetros de potabilidade da água para consumo humano.



tem boa qualidade). Dessa forma, a valoração de benefício à saúde (e seu sistema) não se aplica para projetos que visam fornecer apenas água bruta (para abastecimento), pois os usuários finais dessa água deverão recebê-la em padrões mínimos de qualidade de qualquer forma (com ou sem projeto).

Caso o projeto traga maior garantia da oferta hídrica para consumo humano, a forma de se valorar os efeitos positivos na saúde dessa maior regularidade é a mesma que a prescrita no benefício correspondente, não devendo ser aqui recontada. Afinal, o custo alternativo de autoabastecimento de água para o atendimento de necessidades básicas contempla a aquisição e/ou reservação de água potável para o atendimento das necessidades básicas.

A qualidade da água potável pode também ser melhorada com a construção, reabilitação ou atualização dos sistemas de tratamento, particularmente por meio de estações de tratamento de água; alternativamente, pode ser melhorada a partir da mudança de manancial para um com qualidade superior de água bruta. Igualmente nesses casos, os benefícios dos impactos positivos na saúde pelo tratamento da água não devem ser contabilizados, uma vez que:

- Devem ser os mesmos nas situações com e sem projeto (pela obrigação de se fornecer água potável via rede); ou
- Estarão refletidos nos custos de operação e manutenção (para situações em que o perfil do tratamento é alterado para uma opção menos custosa, essa diferença estará refletida nos custos de operação e manutenção, discutidos no capítulo anterior.

■ **Projetos de maior cobertura do serviço de distribuição**

Em projetos em que uma rede pública de distribuição de água de abastecimento é implementada e substitui abastecimentos individuais que têm padrões adequados de potabilidade, o benefício incremental na saúde não se faz presente.

Por outro lado, projetos que aumentam a cobertura do serviço de distribuição de água quando as fontes de água utilizadas na ausência do projeto contêm concentrações muito altas de certos elementos químicos, poluentes orgânicos ou vetores, geram impactos positivos à saúde e seus sistemas que devem ser valorados, pois não estão contemplados nas valorações dos benefícios anteriores.

Caso o benefício de maior cobertura de rede substitua fontes de qualidade inferior aos parâmetros mínimos de potabilidade, portanto, a valoração dos benefícios na saúde se faz necessária, podendo ser realizada de duas formas (mutuamente exclusivas para se evitar dupla contagem):

- O primeiro pressupõe um comportamento defensivo: os indivíduos expostos a uma água de baixa qualidade adquirem à mercado uma água que evite que fiquem doentes (água engarrafada, por exemplo), evitando também, por consequência, custos ao sistema de saúde, mas revelando sua DAP por uma água potável.
- No segundo caso, os indivíduos não adotam o comportamento defensivo e consomem a água inadequada na situação sem projeto: há geração, por



consequência, no sistema de saúde que arca com os custos das doenças geradas pelo consumo da água inadequada. Nesse caso, uma DAP baseada no custo evitado de compra de água no mercado é irrealista, e todo o benefício será o custo evitado da doença.

Dito isso, muito provavelmente haverá situações intermediárias, em que os consumidores beberão água engarrafada e de fontes alternativas, abrindo a possibilidade de combinações entre os dois benefícios. O proponente do projeto deve, entretanto, considerar estimativas realistas dos volumes de água para os quais um ou outro benefício é calculado. Consequentemente, é recomendado aplicar os valores da DAP apenas a uma determinada parcela do consumo total de água e adicionar o benefício à saúde apenas para um número realista de casos evitados (a ser possivelmente estimado com base nos registros hospitalares pretéritos de doenças vinculadas à má qualidade da água).

É importante notar que a valoração para os benefícios de Maior cobertura do serviço de distribuição de água, quando realizada pela proxy do valor da alternativa viável menos custosa, já pressupõe um comportamento defensivo. Sendo assim, a valoração dos benefícios à saúde não deve ser recontada.

Vale pontuar, ainda, que a consideração do comportamento defensivo pré-projeto, evitando doenças, é uma simplificação: é sabido que, em regiões com altos índices de pobreza e baixa qualidade da água, não se pode esperar o comportamento defensivo. Consequentemente, deve-se observar uma maior incidência de doenças correlatas e seus decorrentes custos societários (que seriam evitados com o projeto). No entanto, na etapa de ACB Preliminar, recomenda-se capturar estes benefícios no sistema de saúde ao considerar a alternativa defensiva teórica dessa população como proxy dos benefícios, em detrimento ao cômputo dos benefícios na saúde, evitando uma possível dupla contagem. Para projetos de coleta de esgoto, dado seu efeito mais direto e significativo na redução de doenças de veiculação hídrica, recomenda-se o cômputo dos efeitos no sistema de saúde e seus custos diretos e indiretos evitados (ver item 5.2.1).

■ Potenciais externalidades

A depender do contexto do projeto de oferta de água, outros benefícios podem ser relevantes, mas precisam ser ponderados quanto a sua pertinência e factibilidade de contabilização na ACB. Recomenda-se consultar o item 6 (Externalidades de projetos de infraestrutura hídrica) a fim de identificar outras externalidades potenciais a serem consideradas, mesmo que de forma qualitativa.

5.2 ESGOTAMENTO SANITÁRIO E TRATAMENTO DE EFLUENTES

O investimento na infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto (ou equivalentes industriais) contribui, além da cobertura de um serviço eficiente e confiável, para a melhoria da saúde humana e também para uma melhora na proteção ambiental por meio da redução de descargas de águas residuais não tratadas em corpos d'água recipientes.



Cabe tecer, portanto, algumas distinções dos tipos de projetos (ou combinações deles) para fins de estimação dos benefícios, uma vez que estes incidem de maneira diversa (ou combinada) na sociedade:

- **Aporte de rede coletora de efluentes:** Projeto ou sua componente que vise somente a coleta de esgoto. A implantação de rede coletora resultará em uma série de benefícios, mesmo estando desvinculada da promoção do tratamento do efluente afastado.
- **Tratamento de efluentes:** Projeto ou sua componente que vise somente o tratamento de efluentes. A instalação de uma ETE, independentemente de como e de onde o esgoto é coletado, terá como principal consequência a redução de descarte de águas residuárias em corpos hídricos - melhorando a qualidade ambiental do mesmo.
- Um projeto que traga a combinação de ambos deverá ter seus efeitos (e benefícios) somados.

WASH - *Water, Sanitation, and Hygiene*

Todos os aspectos do saneamento básico contribuem para a geração de impactos positivos na saúde humana; razão pela qual as Nações Unidas utilizam o conceito de WASH (*Water, Sanitation, and Hygiene*)³¹, que inclui desde o acesso à água de boa qualidade, passando pelo acesso a banheiros e adequado manejo de efluentes, até a adoção de hábitos adequados de higiene pessoal. A literatura é bastante sólida quanto à relação positiva entre maior WASH e menores níveis de doenças. Ganha destaque a análise da incidência de diarreia infecciosa:

- Esrey et al. (1996) realizaram meta-análise de 144 estudos, encontrando as seguintes reduções percentuais medianas na morbidade da diarreia: abastecimento de água: -27%; esgotamento sanitário: -22%; higiene: -33%; qualidade da água: -17%.
- Fewtrell et al. (2005) realizaram meta-análise de 60 estudos, concluindo que tanto a educação para a higiene como as intervenções de qualidade da água reduzem o risco de diarreia em 40% cada, enquanto o abastecimento de água e o esgotamento sanitário reduzem o risco em 20%.
- Waddington et al. (2009) realizaram meta-análise de 71 estudos focados na diarreia infantil (avaliando ao todo resultados para 130.000 crianças em 35 países menos desenvolvidos), concluindo que as intervenções de higiene levam a uma redução estimada de 31% na morbidade da diarreia infantil; enquanto as intervenções infraestruturais (provisão de abastecimento de água e esgotamento sanitário) levaram a uma redução relativa de 37%.

³¹ Programa Água das Nações Unidas, disponível em: <https://www.unwater.org/water-facts/water-sanitation-and-hygiene/> Programa Água, Saneamento e Saúde da OMS, disponível em: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health> e Programa WASH da Unicef, disponível em: <https://www.unicef.org/wash>



Cada projeto trará um contexto específico, e se torna praticamente impossível antever todas as combinações viáveis entre níveis de coleta atual e de projeto, assim como as qualidades da água de entrada, de saída e de seus usos atuais e potenciais. Mesmo um lançamento de esgotos in natura pode ter custo zero para um usuário a jusante que capte água para resfriamento; o que não implica na ausência de externalidades ambientais. Dessa forma, o proponente deverá buscar caracterizar todas as formas de intervenção previstas no projeto, assim como seu contexto mais amplo, para auxiliar a avaliação de quais categorias de benefícios deverão compor seus cálculos ou não.

5.2.1 Aporte de rede coletora de efluentes

Maior cobertura do serviço de coleta

A maior cobertura do serviço de coleta de esgoto é resultado de projetos que visam a inserção ou expansão da rede coletora. Um dos benefícios diretos se dá pela provisão dos serviços de coleta, afetando positivamente a população que não mais conviverá com o esgoto a céu aberto³² ou com os custos de seu afastamento por soluções individuais.

Da mesma forma que para a Maior cobertura do serviço de distribuição de água, trata-se de um benefício típico para o qual inexistem preços de mercado. É possível, no entanto, identificar preços de mercado substitutos que capturem o valor social sendo gerado. A forma de se contabilizar o benefício da maior cobertura do serviço de coleta é dependente do local onde o projeto incide, havendo dois casos.

Tabela 5-3 - Identificação do perfil dos benefícios de maior cobertura do serviço de coleta

Maior cobertura de rede onde soluções individuais são alternativas factíveis	⇒	Projetos de implantação ou expansão de rede coletora de esgotos ocorrem em áreas onde a operação de soluções individuais é uma alternativa factível (como por exemplo as fossas sépticas, adequadas para determinadas ambiências de baixa densidade populacional)
Maior cobertura de rede onde soluções individuais não são alternativas factíveis	⇒	Projetos de implantação ou expansão de rede coletora em áreas mais adensadas onde não há factibilidade técnica para a auto-coleta e descarte de águas residuais. Nesses casos, a melhor alternativa tecnicamente factível é a própria implantação de rede coletora

Cada uma das duas possibilidades é abordada na sequência.

A) Maior cobertura de rede onde soluções individuais são alternativas factíveis

A primeira situação se dá quando projetos de implantação ou expansão de rede coletora de esgotos ocorrem em áreas onde a operação de soluções individuais é uma alternativa

³² O aumento de bem-estar social inclui a redução ou eliminação de desconforto associado a maus odores e convivência com fauna nociva.



factível (como por exemplo as fossas sépticas, adequadas para determinadas ambiências de baixa densidade populacional). A DAP do usuário para estar conectado ao sistema de coleta de esgoto pode, nesse caso, ser empiricamente determinada pela aplicação de preços de mercado equivalentes à melhor alternativa tecnicamente factível.

A proxy de valor do benefício passa a ser o custo de capital (custos de implantação de fossas sépticas) e os custos de manutenção de auto-coleta e descarte de águas residuais (incorridos quando da contratação de caminhões “limpa-fossa”) evitados. Uma vez que a implantação da rede coletora de efluentes impede que eventuais novos habitantes passassem a arcar com os custos de provisão e manutenção das alternativas individuais, esse benefício também se estende para a população projetada (desde que coberta territorialmente pela rede).

Nessa primeira situação, a forma de derivação do valor econômico já inclui os benefícios do incremento na saúde (tratados no item subsequente), pois a suposição de que a população beneficiada utilizaria de soluções individuais adequadas, pelo prazo do projeto, resulta em uma situação de preservação da saúde - muito embora a um custo social mais elevado do que pelo aporte da rede coletora. Sublinha-se que não há necessidade de a população estar de fato instalando e mantendo soluções individuais adequadas de auto-provisão de coleta de efluentes, pois trata-se tão somente da forma de se capturar a proxy da DAP pelo serviço.

B) Maior cobertura de rede onde soluções individuais não são alternativas factíveis

A segunda situação é para projetos de implantação ou expansão de rede coletora em áreas mais adensadas onde não há factibilidade técnica para a auto-coleta e descarte de águas residuais. Nesses casos, a melhor alternativa tecnicamente factível é a própria implantação de rede coletora, e o valor do benefício deve ser computado pela disposição a pagar (DAP) dos usuários para ter o afastamento do esgoto.

Conforme abordado no item 5.1.2, idealmente a DAP pode ser estimada com base em levantamentos primários, conduzidos com a população beneficiária. Visto que não se vislumbra, no âmbito da ACB Preliminar, a existência de tal levantamento, pode-se estimar a DAP, empiricamente, aplicando-se os preços de mercado da melhor e menos custosa alternativa técnica viável.

Recomendam-se três métodos, sendo que apenas um (optando-se por um em detrimento dos outros) deve ser considerado, evitando-se a dupla contagem. Uma vez que nenhum dos três métodos é, a priori, mais adequado do que outro para revelar a verdadeira DAP, pode-se optar pela consideração da média dos três (ou dois) métodos. A opção por um método em detrimento a outro deve considerar o contexto do projeto sendo analisado e a possibilidade de obtenção de parâmetros confiáveis para a valoração.

■ Proxy da DAP pelo CMLP

Este primeiro método se assemelha ao cômputo da DAP pelo custo marginal de longo prazo da rede (CMLP) para a garantia da oferta hídrica (item 5.1.2), refletindo a DAP dos usuários para ter o afastamento do esgoto por eles gerado.



Esse parâmetro de valor deve ser obtido pela tarifa média praticada pelas companhias de abastecimento para a coleta dos efluentes, líquida dos custos de tratamento. Assim como na valoração do benefício de uma Maior cobertura do serviço de distribuição de água, deve-se: (i) adotar o valor praticado em locais similares aos do projeto em porte e características socioeconômicas; (ii) realizar as eventuais correções fiscais (4.2); e (iii) atentar para valores tarifários subdimensionados.

Para quantificar o benefício nas duas situações de benefício (maior cobertura de rede independentemente da factibilidade de soluções individuais), os valores DAP (expressos em R\$/domicílio) devem ser multiplicados pelos novos domicílios conectados à nova rede coletora, incluindo-se os domicílios prospectivos (crescimento demográfico).

Nota-se que, como os volumes gerados de esgoto não são medidos, podem ser assumidos como sendo de 80% do volume consumido de água. O volume de água, por sua vez, pode ser consultado por município, por economia, via SNIS (indicador de código IN053). Deve-se aplicar o volume consumido de água líquido das perdas, obtendo-se a estimativa do volume total de águas residuárias.

Recomenda-se a utilização de dados municipais e regionais para as tarifas médias de esgoto praticados, disponibilizados pelo SNIS (indicador IN006). Tal como para o benefício da maior garantia de água, atenção deve ser dada para valores tarifários subdimensionados (que não incluem a expansão para a continuidade da provisão dos serviços). Caso ocorra, deve-se realizar ajuste nas tarifas municipais encontradas para refletir a expectativa de tarifa que inclua a expansão e continuidade.

■ Método de valorização imobiliária

A diferença de valor dos imóveis com e sem os serviços de esgotamento sanitário, porém em situações equivalentes em outras características, também pode ser utilizada como proxy da disposição a pagar pela maior cobertura de rede coletora. A abordagem conceitual desse método é discutida na seção de Maior cobertura do serviço de distribuição de água (item 5.1.2).

Valor do aluguel para imóveis com acesso ao esgotamento sanitário

O Instituto Trata Brasil (2018, op. cit.) identificou que o imóvel residencial ligado à rede geral de coleta de esgoto tinha um valor de 16,4% superior no aluguel residencial, na média do país; já a ausência de banheiro reduzia o valor do aluguel em 7,4%. Caso o imóvel apresentasse, em conjunto, acesso à rede de abastecimento de água e de esgotamento sanitário e tivesse banheiro, o valor médio do aluguel era 33% superior.

■ Métodos de transferência de benefícios

A estimativa da DAP de maior cobertura do esgotamento sanitário e tratamento de esgotos via pesquisas primárias é prática comum de organismos multilaterais no âmbito da avaliação para concessão de financiamento a grandes projetos de investimento. Dessa forma, pesquisas junto à estas instituições podem fornecer resultados da disposição a pagar em situações similares às do projeto sendo analisado. Caso isso ocorra, é possível



realizar a transferência de benefícios de um caso para outro, tomando-se cuidado de corrigir eventuais distorções.

A DAP para a Descontaminação do Rio Tietê IV

No âmbito dos estudos preparatórios para o financiamento do Projeto de Descontaminação do Rio Tietê IV (beneficiando com rede coletora e tratamento de esgotos diversos bairros dos municípios paulistas de Cotia, Itapevi, Jandira, Barueri, Santana de Parnaíba e São Paulo), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID, 2018) conduziu pesquisa primária para determinação da DAP.

As pesquisas conduzidas por BID abrangeram áreas integrantes dos empreendimentos analisados no âmbito do Programa, somando 605 entrevistas (superando o montante mínimo de 300 questionários necessários para se ter validade estatística). Foram estruturados 2 cenários, sendo o primeiro apenas de afastamento dos esgotos e um segundo que contemplava, além do afastamento, o tratamento dos efluentes.

Os resultados apontam uma DAP de R\$ 17,37 por domicílio beneficiado por mês para o afastamento dos esgotos; uma DAP de R\$ 32,22 dom/mês para o afastamento e tratamento de esgotos; e uma DAP de R\$ 14,85 dom/mês para apenas o tratamento dos esgotos, obtida por meio da diferença das duas outras.

Impactos na saúde

Outro benefício que resulta diretamente do aporte de rede coletora de esgotos é a geração de impactos positivos na saúde da população beneficiada, sobretudo em situações em que na situação sem o projeto, os esgotos são lançados a céu aberto e não exista solução individual alternativa à rede geral.

A redução de exposição ao esgoto, por meio da coleta e seu afastamento, diminui a exposição a vetores, refletindo em uma menor incidência de doenças de veiculação hídrica e economia nos custos de tratamento dessas doenças. Decorrem, ainda, menores taxas de absenteísmo escolar e produtivo. Ou seja, sempre que há o aporte de rede coletora de efluentes, há geração de impactos positivos na saúde. A forma de valoração do benefício novamente difere para as duas situações abordadas no tópico anterior, a saber:

Tabela 5-4 - Identificação do perfil dos benefícios de menores impactos na saúde

Maior cobertura de rede onde soluções individuais são alternativas factíveis



Nessa situação, a forma de valoração do benefício apresentado na seção anterior (Maior cobertura do serviço de coleta) já captura, em valor pecuniário, os benefícios dos impactos positivos na saúde, não podendo ser adicionado aqui novamente por dupla contagem



Maior cobertura de rede onde soluções individuais não são alternativas factíveis



Nessa situação, os benefícios dos impactos na saúde devem ser adicionados aos benefícios da maior cobertura do serviço, conforme descreve-se na sequência desta tabela

Os impactos positivos na saúde devem ser contabilizados por meio da **abordagem do custo da doença**, que combina custos diretos e indiretos no sistema de saúde evitados para produzir uma proxy da estimativa geral do benefício sob a ótica societária.

- Os custos diretos incluem os custos médicos necessários para o tratamento de uma doença específica (por exemplo, hospitalização, suprimentos médicos, cuidados de reabilitação, testes de diagnóstico, prescrições de medicamentos etc.), além do custo estatístico da vida para o caso de óbitos vinculados às doenças. Estes custos devem ser calculados caso a caso, dependendo do tipo e da gravidade da doença e da exposição da população beneficiada pelo projeto a ela.
- Já os custos indiretos medem o valor da produção perdida devido ao tempo de trabalho reduzido devido a uma doença específica. São calculados essencialmente através da multiplicação do período total de ausência (número de dias) pelo salário bruto diário do trabalhador ausente. No caso de crianças, pessoas com deficiência e idosos, os dias de trabalho perdidos pelos familiares (ou para pagar a quem os cuide) podem ser utilizados como proxy do valor econômico para reduzir o risco ou a duração da doença.

Para a aplicação da abordagem do custo da doença, recomenda-se consultar as bases de dados disponibilizadas no Sistema Único de Saúde (DataSUS)³³, possibilitando a valoração dos custos diretos e indiretos evitados de doenças de veiculação hídrica, reconhecidos como estando associados à falta de saneamento.

■ **Custo direto da doença por internações: Custos médicos necessários para o tratamento da doença**

O primeiro componente do custo da doença é aquele que traz a redução nos custos diretos das internações, representando os custos médicos necessários para o tratamento da doença. A morbidade de doenças gastrointestinais infecciosas pode ser consultada, por município, no DataSUS (op. cit.) por meio das internações. As consultas devem englobar as seguintes doenças gastrointestinais infecciosas:

- Cólera, shigelose, amebíase, diarreia e gastroenterite infecciosa presumível, outras doenças infecciosas intestinais.

A redução na morbidade demanda adotar o parâmetro de redução nas internações pelo aporte de rede de coleta de esgotos com base nos resultados apostos no quadro que encerra esse tópico, que gira em torno de 20%. Pode-se assumir, ainda, que a maior fração da taxa de morbidade recai sobre a população sem atendimento de coleta de esgotos (e.g. 70%). Essa fração indica a representatividade da população não coberta pela rede de

³³ Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/nrbr.def>



coleta de esgotos no total de população que é internada por doenças gastrointestinais infecciosas.

A diferença da situação com e sem o projeto indica a redução a ser promovida pelo mesmo, compilada em quantidade de internações por ano na área de intervenção do projeto (ou seja, considerando-se a população equivalente que passa a ser beneficiada pela rede coletora de esgotos).

Os custos por internação também podem ser consultados, para as mesmas doenças gastrointestinais infecciosas, junto ao DataSUS. Esse custo é representativo do ônus público da doença, podendo-se aplicar um fator arbitrário (e.g. 10%) para representar o custo privado com a compra de medicamentos e outros itens de cuidado pessoal (não confundir com o custo indireto da doença, que é tratado nos itens a seguir). Dessa forma, ter-se-á tanto o custo público quanto o privado, em R\$ por internação, para o tratamento da doença (custo com médicos, remédios e cuidados necessários).

■ **Custo direto da doença por óbitos: Valor da vida estatística**

O segundo componente do custo da doença é aquele que traz a redução nos óbitos de origem nas doenças gastrointestinais infecciosas, representando o valor perdido pelas vidas. A quantidade de óbitos por doenças gastrointestinais infecciosas pode ser consultada, por município, no DataSUS (op. cit.), podendo-se adotar o mesmo parâmetro de redução nas internações para a redução na mortalidade, haja vista a mortalidade ser dada por uma fração dos que contraíram a doença em primeiro lugar. Já quanto ao valor da vida estatística, recomenda-se consultar o Catálogo de Parâmetros do IPEA.

■ **Custo indireto da doença por internações: Valor da produção perdida**

O terceiro e último componente do custo da doença é aquele indireto, pois não trata do fardo imposto no tratamento da doença, ou mesmo o custo da vida por ela retirado, mas sim contabiliza o valor perdido da produção devido ao tempo de trabalho reduzido pela doença específica³⁴.

A duração média de uma internação pelas doenças gastrointestinais infecciosas indica a produção perdida, e pode ser consultada, por município, no DataSUS (op. cit.). A redução na produção perdida pode ser estimada pelo valor diário de salários e outras remunerações médias obtidos no município de interesse, consultados a partir do Cadastro Central de Empresas do IBGE.

■ **Custo total da doença**

O custo total da doença é o resultado da somatória dos dois custos diretos (internações e óbitos) com o custo indireto (valor perdido da produção).

³⁴ O Instituto Trata Brasil (2018) estimou os ganhos de produtividade que ocorrem pelo menor absenteísmo. Com dados da PNAD (2016), identificou-se que trabalhadores que moravam em áreas sem acesso aos serviços de coleta de esgoto tinham, em média, salários 6,8% inferiores aos daqueles que, com as mesmas condições de empregabilidade (educação, experiência etc.), moravam em locais com coleta de esgoto. Essa diferença salarial representa uma melhora geral da qualidade de vida, uma vez que a menor morbidade por doenças reduz a frequência de afastamentos ao trabalho, entre outros aspectos. Dessa forma, é importante que não se realize a dupla contagem na ACB de tais ganhos com os impactos na saúde.



Saneamento básico e saúde no Brasil

Diversos estudos explicitam a relação negativa entre maiores índices de saneamento e morbidades, notando-se uma certa regularidade em torno de um parâmetro de 20% de redução na morbidade por doenças relacionadas ao saneamento.

- Teixeira e Guilhermino (2006) calcularam o efeito da cobertura por sistemas de esgotamento sanitário como sendo associado à uma redução de 21,4% na taxa de mortalidade infantil, mas o fizeram com base em regressões lineares simples.
- Andreazzi, Barcellos e Hacon (2007) encontraram, em 15 estudos, uma associação positiva entre a variável de acesso a saneamento e a melhora da variável de saúde investigada.
- Barreto et al. (2010) apontaram queda de 21% na prevalência de diarreia nas crianças com menos de 3 anos de idade entre o período pré e pós introdução de programa de saneamento em Salvador (ano de 1997). Os autores salientam o efeito de melhoria na vizinhança que decorre de maior cobertura de saneamento, com prevenção da transmissão da diarreia como consequência.
- Rasella (2013) analisou o impacto do Programa Água para Todos, implantado no estado da Bahia, que ampliou a cobertura do saneamento básico em áreas de maior vulnerabilidade. Um aumento de 10% na cobertura de saneamento foi associado à uma redução de 39% na mortalidade por diarreia, de 14% na taxa de mortalidade em menores de cinco anos e de 6% nas internações hospitalares, em comparação com municípios sem cobertura ou com cobertura menor.
- Cruz e Ramos (2013) desvendam que a cada 1% a mais de cobertura de coleta de esgoto, pode-se esperar uma redução de 2,03% de internações por doenças gastrointestinais.
- Paiva e Souza (2018) identificam que domicílios com coleta de esgoto por rede geral podem esperar uma redução de 16,28% na morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil.
- Scriptori (2016) identifica que domicílios conectados à rede de distribuição de água e que, além disso, na quadra onde estão localizados é inexistente condições de esgoto a céu aberto, apresentam uma queda de 0,166 casos, por mil habitantes, nas internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado.
- O Instituto Trata Brasil (2018, op. cit.) utilizou de modelo de regressão logística com dados da Pesquisa Nacional de Saúde de 2013 realizada pelo IBGE para analisar os efeitos do saneamento sobre a incidência de afastamentos do trabalho por motivos de diarreia e vômito, vinculados aos dados de acesso a esgoto, de acesso a água tratada e outros indicadores socioeconômicos de controle (idade e gênero do indivíduo e informações sobre o domicílio: como material da parede e da cobertura, localização geográfica, disponibilidade de geladeira e disponibilidade de serviço de coleta de lixo). Os resultados encontrados revelam parâmetros similares aos encontrados na literatura internacional, sendo que o acesso a água tratada é associado à redução de 22,43% dos afastamentos, e o acesso a rede de esgoto é associado à redução de 17,97%.



5.2.2 *Tratamento de esgotos*

Para o tratamento de esgotos, os efeitos diretos esperados são relacionados à melhora da qualidade da água dos corpos hídricos receptores. Projetos que envolvem a extensão dos volumes de tratamento de águas residuais ou a construção/reabilitação de estações de tratamento de esgoto (ETE) trazem melhoria da qualidade do corpo receptor ao reduzir os níveis de poluentes e de sólidos em suspensão, aumentando ainda os níveis de oxigênio dissolvido. Por sua vez, isso possibilita liberar água em melhor qualidade para outros usos; tem efeito positivo na saúde e preserva os ecossistemas e a biodiversidade dependentes desses corpos d'água superficiais.

As principais categorias de benefícios para o tratamento de esgotos, portanto, são: (i) a liberação de recursos hídricos de melhor qualidade para outros usos; (ii) a geração de valores de não-uso; e (iii) os impactos na saúde.

O projeto pode prever a ampliação da capacidade de tratamento dos esgotos domésticos em locais que já contam com unidades de tratamento implementadas. Deve-se avaliar se estas instalações operam com capacidade ociosa e, caso afirmativo, prever tal ociosidade no dimensionamento do projeto.

Outras intervenções benéficas para a qualidade da água

Esse benefício também pode surgir no caso de projetos que tratam da remoção de lodo, restauração de zonas úmidas (várzeas, mangues) ou projetos relativos a infraestruturas de gestão de águas pluviais, e projetos que envolvam a adoção de práticas conservacionistas na bacia (típicos de Pagamentos por Serviços Ambientais associados a nascentes, áreas de recarga de aquíferos, áreas com alto potencial erosivo, áreas de alta capacidade de retenção de água e filtragem natural).

Liberação de recursos hídricos de melhor qualidade para outros usos

O tratamento de esgotos permite a disponibilização de recursos hídricos em melhor qualidade para outros usos. Tal benefício ocorre tipicamente no âmbito da gestão de usos múltiplos e só pode ser computado em situações de escassez de água bruta em qualidade adequada, tratando-se, portanto, de um caso típico de valor de uso do recurso natural.

Assim, o benefício só existirá quando, no cenário contrafactual, há restrição de uso do recurso (para irrigação, abastecimento etc.) por conta de uma inadequada qualidade do corpo d'água em questão, a qual será melhorada com o projeto, que passará a viabilizar esses usos potenciais. Ou seja, quando a restrição de uso pela qualidade da água é removida graças ao projeto, pressupõe-se uma demanda reprimida pelo uso. E aqui não se deve restringir ao uso da água bruta, mas também incluir o corpo d'água como um todo, já que o mesmo pode propiciar usos não consuntivos, como o recreativo e a contemplação (para os efeitos benéficos de não-uso, ver próximo benefício).



■ Valoração

A valoração dos benefícios será a soma dos ganhos econômicos auferidos pelos novos usos viabilizados (ou com custos reduzidos) com a disponibilização do recurso hídrico em melhor qualidade. Portanto, é imprescindível que a definição dos cenários de projetos, suas alternativas e sobretudo do contrafactual, identifiquem esses usos potenciais reprimidos, os quais serão propositadamente viabilizados com o projeto. Essa identificação criteriosa é de alta relevância para projetos dessa natureza, e deverá compor a justificativa da implementação do projeto, subsidiando assim a contabilização dos benefícios a serem gerados.

Sua aplicação prática demanda um extenso rol de dados e informações, incluindo: (i) pontos de lançamento das ETEs existentes e das novas ETEs projetadas; (ii) eficiência de remoção das cargas orgânicas das ETEs existentes e projetadas; (iii) conhecimento específico das condições correntes e futuras (com o projeto) de concentração de poluição orgânica e de vazão dos corpos d'água (modelo matemático específico para a realização do balanço qualitativo dos corpos d'água afetados pelo projeto); (iv) conhecimento específico das condições de demanda hídrica consuntiva e não consuntiva dos demais usuários dos recursos hídricos, por ponto de captação e perfil de uso (usos outorgados e não outorgados, como pequenos irrigantes, usos recreativos e de contemplação); e (v) relação da função de produção destes usuários, de forma a permitir inferir os ganhos econômicos a partir da liberação de recursos hídricos de melhor qualidade.

A adoção de modelos de qualidade da água é praticamente imprescindível ao se realizar estudos que envolvam esse aspecto e suas mudanças (como estudos de enquadramento dos corpos d'água em classes predominantes de uso, por exemplo)³⁵. Após estarem devidamente calibradas³⁶, tais equações possibilitam estimar com grau de precisão adequado e com maior agilidade as concentrações de parâmetros físico-químicos e biológicos, quer na situação atual, quer - e principalmente - em cenários futuros, quando é necessário confirmar a mudança obtida pela implantação de uma nova ETE, por exemplo.

Embora a modelagem da qualidade da água seja ferramenta fundamental e de corriqueira aplicação em planos de recursos hídricos, a estimativa de valor econômico não é prontamente encontrada, pois são escassos os estudos que vinculam a produção de um determinado bem ou serviço às condições de disponibilidade hídrica (quali-quantitativa).

³⁵ Dentre os modelos mais comumente utilizados, estão o AcquaNet, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões Aplicados à Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), o QUAL 2K e o WASP (*Water Quality Analysis Simulation Program*), estes últimos desenvolvidos pela agência de proteção ambiental americana (USEPA).

³⁶ Para uma correta e eficiente utilização de um modelo de simulação da qualidade das águas, é necessário que ele esteja calibrado, para que possa representar com maior fidelidade a realidade da área de estudo. É, portanto, necessário dispor de dados suficientes para a calibração, dados esses que são constituídos por registros de monitoramento da qualidade das águas e registros de fluviometria, uma vez que os modelos trabalham com o conceito de carga poluente.



Não caberia aqui discorrer sobre cada forma de valoração possível relacionada aos inúmeros usos consuntivos e não consuntivos que se façam viáveis nesse contexto, porém, como regra geral, todos devem considerar como benefício o diferencial de valor econômico gerado pela atividade viabilizada (o valor da produção econômica adicional). Quando do cômputo de tais benefícios, torna-se ímpar a correção dos preços financeiros para preços sociais (ver como exemplo a tabela de aplicação no benefício da irrigação, item 5.1.1).

Um exemplo é o de possíveis concessões dadas para os serviços de atividades recreativas. Na ausência de referências de mercado, o método de custo de viagem para chegar ao local a ser aproveitado (no caso dos usos recreativos) ou transferência de benefício pode ser usado.

O método de valoração sugerido demanda um grau elevado de inferências e incertezas no âmbito de uma ACB. Com efeito, a estimativa da DAP para um projeto que visa a melhoria da qualidade de um corpo d'água utilizado para a pesca difere da de um local utilizado para banho, que difere também da de um projeto em um rio sem restrições de uso qualitativo. Em outras palavras, o uso e o perfil de uso do corpo d'água em questão deve ser conhecido primeiro para escolher a forma de estimativa.

Uma forma de se contornar a exigência informacional e de modelagem, especialmente ao nível de ACB Preliminar, é considerar um percentual fixo de aumento do uso do recurso hídrico pelos diversos usuários existentes devido à melhora de qualidade da água nos municípios contemplados pela universalização do tratamento dos esgotos urbanos.

Como ponto de partida, pode-se trabalhar com o grau estimado de elasticidade decorrente do aumento de 1% nos usos hídricos pelos usuários nos trechos de rio a jusante das novas ETEs, refletindo a liberação de recursos em melhor qualidade. Trata-se de uma simplificação, pois, dentre outros: (i) não necessariamente haverá maior disponibilidade hídrica quantitativa para esse incremento de captação (o binômio qualidade-quantidade é indissociável); (ii) uma indústria pode fazer uso do recurso hídrico para resfriamento de seu processo produtivo, não sendo restrita pela qualidade da água bruta; (iii) um irrigante pode não ser restrito pela água bruta de pior qualidade pois cultiva trigo, milho ou soja.

Trata-se, no entanto, do cômputo de um valor balizador para a liberação de recursos e o que esse benefício representaria em termos econômicos para os demais usuários das águas beneficiadas pela despoluição. O valor teórico, sobretudo, deve servir como balizador para as análises de sensibilidade subsequentes e ajudará a responder perguntas desta natureza:

- Caso o tratamento dos esgotos e a melhora da qualidade da água dos rios beneficiados promova um benefício econômico equivalente ao aumento no uso em 1% pelos demais usuários da água, o projeto se torna custo/benéfico?
- Qual seria o aumento equivalente no uso do recurso água, promovido pela sua liberação em melhor qualidade, que tornaria o projeto viável economicamente? O parâmetro de 1% é bastante baixo, portanto, é razoável esperar que se concretize? Ou seria este valor alto, sendo, portanto, arriscado esperar que se concretize?



Espera-se que as perguntas acima sejam feitas numa ACB e que orientem aprofundamentos necessários em etapas mais elaboradas de refinamento do projeto, ou mesmo na aplicação da ACB dessa tipologia nos futuros planos de bacia, auxiliando a tomada de decisões e a própria construção do plano de ações.

De forma geral, os seguintes elementos podem compor a valoração, não sendo exaustivos:

- **Liberação do recurso hídrico qualitativo:** o primeiro passo é o estabelecimento da vinculação da ocorrência da despoluição das águas promovidas pelo projeto em questão, podendo-se adotar como limiar crítico em qualidade uma concentração de DBO acima de 10 mg/l. Idealmente, os pontos de lançamento das ETEs propostas estará relacionado aos trechos de corpos d'água a jusante, para os quais se tem informações qualitativas no cenário contrafactual.
- **Setores usuários beneficiados e suas demandas hídricas:** afóra o setor usuário de abastecimento humano urbano, os demais setores usuários dos recursos hídricos geralmente contemplados em Planos de Recursos Hídricos são: (i) indústria; (ii) mineração; (iii) irrigação e dessedentação animal; e (iv) abastecimento rural. Os planos geralmente abordam as demandas de retirada superficial de tais usuários. Caso estas sejam contabilizadas pela outorga, e não pelo volume de retirada efetivo, deve-se arbitrar a fração do tempo em que esta demanda hídrica se materializa, pois as outorgas tendem a superar os volumes efetivamente retirados.
- **Valor da liberação do recurso hídrico para as atividades econômicas:** recomenda-se utilizar dos resultados do estudo conjunto realizado entre ANA e IBGE (2020) denominado de Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA), que apresenta dados híbridos entre o uso da água e seu reflexo econômico, notadamente o indicador de eficiência hídrica de uso. Trata-se da razão entre o valor adicionado bruto de uma atividade econômica e o volume de água usado pela mesma, em um determinado ano, representando, assim, quantos reais de valor adicionado bruto são gerados por metro cúbico usado de água em um determinado³⁷. Os valores financeiros para o cálculo desse benefício devem ser convertidos em valores sociais por meio da aplicação dos fatores de correção, aplicando o fator de conversão setorial de bens nacionais comercializáveis.

³⁷ O CEAA (IBGE e ANA, 2020) apresenta resultados a nível nacional e de grandes regiões, segregados em seis setores da economia, quais sejam: (i) agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; (ii) indústrias extrativas; (iii) indústrias de transformação e construção; (iv) eletricidade e gás; (v) água e esgoto; e (vi) demais atividades (atividades econômicas das seções G a U da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0, além das Divisões 38 [Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais] e 39 [Descontaminação e outros serviços de gestão de resíduos]).



■ Enquadramento de corpos d'água como orientador

No Brasil, é possível utilizar o instrumento de gestão de recursos hídricos que enquadra os corpos d'água em classes de uso em função de padrões de qualidade³⁸. Por exemplo, planos de bacia podem identificar com clareza os projetos econômicos a serem viabilizados na bacia hidrográfica de intervenção com a implementação do projeto, já que este permitirá re-enquadrar o corpo d'água em uma classe de uso superior. Os seguintes usos são às classes associados:

- Companhias de abastecimento de localidades próximas que terão custos reduzidos no tratamento ou a possibilidade de captar no corpo d'água que passa a estar adequado para tal fim (Classe 1: tratamento por simples desinfecção; Classe 2: tratamento simplificado; Classe 3: tratamento convencional; Classe 4: tratamento convencional ou avançado; Classe 4: restrição ao abastecimento humano);
- Irrigantes (Classe 1: hortaliças consumidas cruas e frutas que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Classe 2: hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer; Classe 3: culturas arbóreas cerealíferas e forrageiras; Classe 4: restrição a qualquer tipo de irrigação);
- Criadores de animais (Classe 3: dessedentação de animais; Classe 2: aquicultura);
- Indústrias com captação própria que requerem bons padrões de qualidade, tais como a alimentícia e boa parte da agroindústria;
- Usos recreativos como banho, pesca, canoagem, contemplação (Classe 2: recreação de contato primário; Classe 3: recreação de contato secundário e pesca; Classe 4: navegação e harmonização paisagística).

Erro comum: Dupla contagem ao avaliar economia de custos operacionais

Cuidado deve ser tomado quando o perfil do projeto avaliado resultar em economia de custos operacionais para a prestadora dos serviços de esgotamento sanitário (como na troca de tecnologia de uma ETE já existente, por exemplo), pois os benefícios estarão contemplados também na economia de custos de operação e manutenção. Para não haver dupla contagem, o benefício deve ser computado nos casos em que a economia de custos de operação e manutenção não refletir o volume total da água liberada em boa qualidade para os outros usos, respeitando-se ainda a restrição inicial de usos concorrentes pelo recurso.

Valores de não-uso

É plausível antever que, dada uma melhoria de qualidade em um dado corpo hídrico beneficiado com devido ao projeto, haja, na população local e mesmo na sociedade como

³⁸ Os padrões de qualidade da água são determinados pela Resolução Conama nº 357/2005. Tomando-se a DBO como parâmetro de exemplo das classes, a Classe 2 é até 5 mg/L; Classe 3 até 10 mg/L; Classe 4 acima de 20 mg/L.



um todo, uma disposição a pagar pelo seu valor de não-uso, ou seja, pela sua simples existência em padrões altos (ou mais altos) de qualidade e saúde ambiental.

Intrínseco ao valor de não-uso está a apreciação pelo corpo d'água limpo e piscoso, mesmo tendo-se apenas uma remota possibilidade de fazer uso direto de suas águas. A mera existência da possibilidade de se realizar usos diretos (recreação de contato primário, pesca e contemplação, por exemplo) tem um valor intrínseco que independe da materialização, de fato, de tais usos. Estas são as percepções que se revelam nessa disposição a pagar.

Uma avaliação contingente seria a melhor escolha para identificar tal valor; muito embora costume ser cara e demorada, incompatível com uma avaliação preliminar. Como alternativa, pode ser adotada uma abordagem de transferência de benefícios, espelhando e ajustando valores calculados em outro lugar para projetos semelhantes. A DAP para melhoria da qualidade de corpos d'água sem valor de uso deve ser multiplicada pela população total da área de captação, uma vez que o valor reflete um valor existente ou de comodidade, ou seja, o que as pessoas estão dispostas a pagar apenas para manter um ambiente ativo de boa qualidade.

Dito isso, tais valores são dependentes do local, ou seja, os benefícios percebidos de não-uso podem diminuir com o distanciamento do bem ou serviço. Por exemplo, no caso de um rio, as pessoas podem ter maiores disposições a pagar para rios mais próximos de onde vivem do que para rios semelhantes, mas distantes. Portanto, ao agregar valores de não-uso, pode-se considerar o uso de uma função de redução de distância. Esta questão também deve ser discutida na análise de sensibilidade (ver item 8.1).

Exemplos de valoração no Reino Unido e Nova Zelândia

Em princípio, a DAP para melhoria da qualidade de corpos d'água com valor de uso deve ser multiplicada pelo número de usuários que potencialmente poderiam usar o corpo d'água. Assim, a demanda pelo bem deve ser cuidadosamente estimada.

No Reino Unido (UK, 2013), realizou-se pesquisa com base em três formas de aplicação da valoração contingente para avaliar a disposição a pagar pela melhora na qualidade das águas em 100 bacias hidrográficas. Os resultados trazem a valoração em intervalos baixo, médio e alto para a mudança em três faixas de qualidade das águas (específicas a cada bacia): de ruim para baixa; baixa para moderada; e moderada para boa. Trata-se de forma simples e padronizada de traduzir o valor marginal das mudanças na qualidade atribuídas pela sociedade, embora a aplicação dos métodos de valoração não seja trivial e nem pouco custosa. A estimativa dos benefícios médios de melhorias na qualidade de água em rios, lagos, canais e águas costeiras foram, em 2013: (i) GBP 17.400/km/ano para aprimorar a qualidade da água de ruim para ruim; (ii) GBP 20.100/km/ano para aprimorar de ruim para moderado; e (iii) GBP 23.300/km/ano para aprimorar de moderada para boa.

Na Nova Zelândia (NZ, 2020), o catálogo de valoração de impactos ao bem-estar traz, para a qualidade da água, os seguintes parâmetros: (i) NZD 6,00 por adulto para cada 1% de melhoria na qualidade ecológica da água; e (ii) NZD 8,00 por adulto para cada 1% de melhoria na transparência da água. Ambos foram calculados com a técnica de valoração contingente para a disposição a pagar por melhorias na qualidade da água.



Impactos na saúde

O tratamento de esgotos produz efeitos positivos na saúde, pois evita a contaminação dos corpos d'água e, por consequência, a veiculação de doenças hídricas. A potencial contaminação pode se dar:

- Pelo contato primário com o corpo d'água (uso da água para lavar roupas, realizar higiene pessoal ou usos recreativos de contato primário); ou
- Pelo seu uso, seja para abastecimento humano individual, irrigação de hortaliças ou mesmo para dessedentação animal.

Atenção deve ser tomada quanto ao público beneficiário desse impacto, pois deve-se excluir aqueles contemplados pelo aporte de rede coletora, cujos benefícios são valorados no item 5.2.1. Os impactos positivos à saúde pelo tratamento de esgotos englobam como beneficiários os habitantes vinculados ao uso das águas que passam a ter maior qualidade a partir da remoção de poluentes e de carga orgânica no corpo receptor.

Em qualquer caso específico ou sua combinação, os impactos positivos sobre a saúde devem ser incluídos na análise, atribuindo um valor econômico à diminuição da taxa de morbidade para doenças relacionadas à água, cuidando de uma possível contagem dupla. O método preferível para a estimativa pecuniária do benefício é, como de costume, aquele que utiliza de técnicas de preferência declarada ou de preferência revelada, com base no conceito de disposição para pagar/aceitar (ou seja, técnicas baseadas em pesquisa ou o método de preços hedônicos).

Na ausência disso, a abordagem do custo da doença deve ser adotada, que combina os custos diretos e indiretos em uma estimativa geral da sociedade. Trata-se da mesma abordagem que para os benefícios do aporte de rede coletora de esgotos, porém aqui aplicados à população beneficiada pelas águas menos poluídas. Recomenda-se consultar, antes de considerar a valoração de tal benefício, os Impactos na saúde derivados da qualidade da água para consumo humano (item 5.2.1).

DAP neozelandesa para a redução do risco de se contrair infecção pela qualidade da água

Na Nova Zelândia (op. cit.), o catálogo de valoração de impactos ao bem-estar traz a disposição a pagar pela redução do risco de contrair uma infecção pela (má) qualidade da água, de NZD 4,00 por adulto para cada 1% de redução.

■ Potenciais externalidades

A depender do contexto do projeto de esgotamento sanitário e tratamento de efluentes, outros benefícios podem ser relevantes, mas precisam ser ponderados quanto a sua pertinência e factibilidade de contabilização na ACB Preliminar. Recomenda-se consultar o item 6 (Externalidades de projetos de infraestrutura hídrica) a fim de identificar potenciais externalidades a serem consideradas, mesmo que de forma qualitativa.



5.3 CONTROLE DE CHEIAS E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Esta tipologia reúne obras que de alguma maneira contribuem para o controle dos escoamentos pluviais, como por exemplo reservatórios, canalizações, entre outros. Os projetos enquadrados nesta tipologia produzem, como benefício direto, uma redução no risco de ocorrência dos eventos que acarretam em perdas (aqui entendidas como a somatória dos danos materiais e prejuízos econômicos). A maioria dos investimentos dessa tipologia não gera receitas, mas sim benefícios sociais por meio da restauração das atividades econômicas e da redução das perdas relacionadas (custo evitado).

5.3.1 Perdas evitadas

A principal categoria de benefício direto a ser considerada nessa tipologia, portanto, é a da perda evitada pelo projeto - resultado dos eventos identificados já descrito no item 2.3 (Tabela 2-3 - Controle de cheias e manejo de águas pluviais: Tipologia e objetivos).

- Os valores dos benefícios são equivalentes as perdas evitadas na recuperação dos bens às suas condições em que se encontravam antes do evento, assim como devem cobrir os prejuízos econômicos decorrentes dos eventos (não ocorridos ou ocorridos em menor frequência e/ou intensidade com o projeto).
- Se a reparação ou reconstrução é fisicamente impossível de ser realizada, como no caso de alagamento de uma área agrícola ou da impossibilidade de uma indústria de continuar a operar durante um determinado período de tempo devido à cheia, o benefício pode ser considerado como o valor presente da produtividade esperada na situação em que não ocorresse o evento.

O processo orientador desta etapa está em definir quais os danos e prejuízos (D&P) associados aos eventos hidrológicos de interesse, tanto no cenário contrafactual como, posteriormente com o projeto, sendo a soma das perdas evitadas pelo projeto contabilizada como benefício do mesmo. Para tal, faz-se necessário construir as curvas de probabilidade de ocorrência de perdas com e sem o projeto para cada localidade considerada pelo projeto em análise.

Os próximos itens descrevem os passos necessários, alertando-se o fato de que nem todos são aplicáveis a todos os casos, sendo que muitos deles dependem das informações disponíveis para a análise do projeto. Incluem:

- Estimar o valor em risco, caracterização do contrafactual
 - Realizar levantamento de registros de danos e perdas históricos na região.
 - Definir a extensão máxima de inundações futuras e decidir a área a ser beneficiada pela infraestrutura prevista para determinar a área em risco.
 - Coletar dados sobre o uso da terra, perfil da ocupação, atividades econômicas, população residente, ativos físicos e outras características circunscritos à área em risco para avaliação dos benefícios.
- Reunir dados hidrológicos e hidráulicos caracterizando as cheias e inundações:



- As projeções de inundações futuras com base em dados históricos devem levar em consideração as mudanças climáticas e suas incertezas. Por exemplo, um evento de inundação de 1 em 100 anos pode se tornar uma inundação de 1 em 80 anos no futuro.
- Elaboração das curvas de probabilidade de excedência de danos.
- Reunir dados de cotas/danos em propriedades na área de intervenção:
 - Esses dados são compostos a partir dos custos dos danos de enchentes anteriores e às cotas de inundação variadas, permitindo a inferência de valores unitários padronizados para diferentes tipos de propriedades.
 - Alguns desses valores unitários podem ser obtidos por empresas seguradoras, mas deve-se ter cuidado com a transferência inadequada de custos para situações não comparáveis.
- Considerar os gastos públicos associados aos eventos de cheias:
 - Reparação e reposição de infraestruturas danificadas (pontes, vias).
 - Limpeza de áreas públicas (ruas, bueiros, parques)
 - Evacuação e atendimento à população desabrigada.
- Calcular os danos de inundação médios anuais a serem evitados pelas alternativas de projeto consideradas e o valor presente desses danos. Isso representará os benefícios do projeto quanto aos custos/perdas evitados.

Estimativa do valor em risco: caracterização do contrafactual

As próximas etapas permitirão a construção da curva de danos e prejuízos sem o projeto, a qual será confrontada com a curva considerando o projeto. É importante lembrar que a curva geralmente é construída para o presente (ou seja, $t=0$), devendo-se também considerar sua evolução nos anos vindouros, por meio da sua construção considerando efeitos de aumento de vulnerabilidade socioeconômica (maiores ativos em risco) e dos perigos associados à mudança do clima (maiores chances de ocorrência dos eventos de cheias). Portanto, embora chamemos este item de caracterização do contrafactual, trata-se somente do ano zero, ao passo que a sua evolução será abordada mais à frente.

■ Levantamento de registros de danos e perdas históricos na região

Devem ser levantados e organizados registros de eventos de desastres de interesse, seus danos e prejuízos em cada município envolvido.

Unidade de análise: A área de intervenção das obras de controle de cheias geralmente inclui um conjunto de municípios a serem beneficiados pela redução de desastres desta natureza. Assim, a estimação dos benefícios deve ser feita de maneira desagregada para cada município beneficiado.

Sobre a base de dados: Recomenda-se a utilização da base de dados atualizada do “Relatório de Danos Materiais e Prejuízos Decorrentes de Desastres Naturais no Brasil:



1995 – 2019” (Banco Mundial, 2020). Os dados empregados na elaboração deste relatório são provenientes dos registros de desastres informados pelos municípios ao órgão estadual de Defesa Civil ou à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC)³⁹. Trata-se, portanto, das declarações municipais de Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP) reconhecidas pelo Governo Federal. É possível, por meio de tais registros, obter dados ao nível municipal para as ocorrências dos últimos vinte anos.

Codificação e eventos de interesse: os registros do relatório supracitado devem ser identificados por meio da codificação de desastres COBRADE, já apresentada no item 2.3.

Danos e prejuízos considerados: a base de dados do relatório do CEPED organiza as informações disponibilizadas pelos municípios no FIDE (Formulário de Informações do Desastre). As principais informações econômicas ali registradas se dividem em:

- Danos Materiais, os quais se referem às informações de danos em habitações e infraestrutura e em instalações públicas e privadas, apresentados em número de registros e em valores monetários.
- Prejuízos, os quais se referem às perdas reportadas nos setores público e privado, sendo que, no segundo, os valores informados estão segmentados nos setores econômicos de agricultura, pecuária, indústria e serviços.

A tabela a seguir resume as categorias discriminadas na base de dados do relatório do Banco Mundial (2020) e descreve as subcategorias que as compõem, de acordo com o Formulário de Informações do Desastre (FIDE). O valor de cada categoria é relatado pelo município afetado para cada evento.

Tabela 5-5 - Categorias do FIDE - Formulário de Informações do Desastre

Categorias discriminadas na base do CEPED	Subcategorias do Formulário de Informações do Desastre (FIDE)	Valor relatado pelo município
DANOS MATERIAIS		
Instalações Públicas	de saúde – hospitais, postos de saúde e outros.	valor em R\$ correspondente a edificações danificadas ou destruídas
	de ensino – escolas, colégios, faculdades e outros.	
	prestadoras de outros serviços – outras edificações ou instalações públicas	
de uso comunitário – instalações comunitárias, como centros de convivência, creches e outras.		
Habitações	Unidades habitacionais – edificações residenciais, casas e edifícios e demais unidades habitacionais.	
Infraestrutura	Obras de infraestrutura pública – Sistema viário (estradas e rodovias), Obras de arte (pontes, pontilhões, viadutos e outros), Sistema de abastecimento de água (dutos), Sistema de energia (postes e transformadores), Sistema de drenagem (bueiros, canaletas etc.).	
PREJUÍZOS		

³⁹ Os dados estão disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que integra diversos produtos da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Embora o levantamento de danos materiais e prejuízos ocorridos nos últimos 20 anos tenha sido realizado pela CEPED, as informações continuarão a ser alimentadas ao S2ID, tornando-se esta a base de dados mais adequada para o cômputo dos danos e perdas por desastres. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br>.



Categorias discriminadas na base do CEPED		Subcategorias do Formulário de Informações do Desastre (FIDE)	Valor relatado pelo município
Públicos: serviços essenciais que foram prejudicados ou interrompidos pelo desastre		Assistência médica, saúde pública e atendimento de emergências médicas – valor necessário para o restabelecimento da assistência médica.	Valor em R\$ da recuperação dos diversos itens que compõem os sistemas prestadores dos serviços (valor para restabelecimento)
		Abastecimento de água potável – valor necessário para restabelecimento da Rede, da Estação e do Manancial.	
		Esgoto de águas pluviais e sistema de esgotos sanitários – o valor necessário para restabelecimento da Rede Coletora e da Estação de Tratamento.	
		Sistema de limpeza urbana e de recolhimento e destinação de lixo – valor necessário para restabelecimento da Coleta e do Tratamento.	
		Sistema de desinfestação e desinfecção do habitat e de controle de pragas e vetores – valor necessário para o restabelecimento desse sistema.	
		Geração e distribuição de energia elétrica – valor necessário para restabelecimento da rede e da geração de energia.	
		Telecomunicações – valor necessário para restabelecimento da Rede e das Estações retransmissoras.	
		Transportes locais, intermunicipais e interestaduais – valor necessário para restabelecimento das vias (malha viária) e dos Terminais.	
		Distribuição de combustíveis, especialmente os de uso doméstico.	
		Segurança pública – valor necessário para restabelecimento das funções de segurança pública.	
	Ensino – valor necessário para restabelecimento da rede de ensino.		
Serviços Privados (setores)	Agricultura	valor do prejuízo devido à perda de diversos tipos de lavoura, em razão do desastre.	Valor em R\$ da recuperação dos diversos itens que compõem os sistemas prestadores dos serviços (valor para restabelecimento)
	Pecuária	valor do prejuízo em decorrência de animais mortos ou doentes, em função do desastre.	
	Indústria	valor estimado de custo da produção do setor industrial afetado pelo desastre.	
	Serviços	valor estimado de custo dos prestadores de serviços prejudicados pelo desastre.	

Consideração dos valores por perfil de projeto: A depender da natureza do projeto, nem todas as subcategorias expostas na tabela acima devem ser consideradas, devendo-se incluir apenas os danos e prejuízos causados pelos eventos que seriam evitados pelo projeto.

■ **Reunião de dados hidrológicos e hidráulicos caracterizando as cheias e inundações**

Após reunir dados econômicos de perdas e danos associados aos episódios de desastres de interesse na região de análise, cabe consolidar os dados hidrológicos que embasam a próxima etapa de construção das curvas de probabilidade de ocorrência de danos.



Requisitos informacionais: Quantificar os benefícios requer um bom conhecimento e análise de inundações anteriores, algum sistema para modelar prováveis eventos futuros e um banco de dados de populações, propriedades e habitats em risco. A análise de risco de eventos deve combinar o conhecimento hidrológico sobre a frequência de diferentes tipos de riscos na área do projeto e a avaliação econômica dos danos e prejuízos ligados a diferentes tipos de eventos (intensidades). Maiores detalhes estão listados no capítulo de requisitos informacionais.

Tempos de retorno: Cada evento extremo, em cada localidade, está relacionado a uma determinada vazão dos corpos d'água associados. Para a análise de custo-benefício, interessam as vazões ou os níveis fluviais, a depender se o projeto em análise traz informações de abatimento das cheias em função de um ou outro indicador dos eventos que se intenta reduzir. Estas vazões podem também ser computadas a partir dos dados disponíveis no Portal HidroWeb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico⁴⁰.

■ **Elaboração das curvas de probabilidade de excedência de danos**

Para a elaboração das curvas de probabilidade de excedência de danos, são necessários tanto (i) os dados históricos de eventos de cheias e seus prejuízos e danos associados, para cada município, como (ii) os dados hidrológicos da região de estudo suficientes para embasar uma avaliação crítica dos mesmos.

Nessa etapa, busca-se associar os tempos de retorno (TR) de eventos hidrológicos extremos com os eventos históricos registrados, gerando assim curvas de probabilidade associado ao valor em risco para cada TR.

Estimação dos danos e prejuízos evitados com o projeto

De forma pragmática, a implementação de projetos de controle de cheias visa essencialmente deslocar a curva de probabilidade de eventos e seus danos associados, ou seja, fazer com que os impactos de eventos com TR maiores sejam nulos ou reduzidos.

Na prática, obras de engenharia irão garantir que, até um certo TR, não haja eventos extremos na localidade como antes havia. Nota-se que quanto maior o período de retorno que se almeja evitar, maior será o custo da intervenção, pois maior serão as estruturas de contenção de cheias. É comum projetos não abaterem todos os TR possíveis, pois os custos seriam demasiados para o grau de risco. Esse ponto, em específico, apresenta uma das grandes vantagens da ACB Preliminar, que pode testar com baixo custo diversas possíveis combinações de tempos de retorno, almejando encontrar as mais custo/benéficas.

⁴⁰ O Portal é ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos. Os dados disponíveis no Portal HidroWeb se referem à coleta convencional de dados hidrometeorológicos, ou seja, registros diários feitos pelos observadores e medições feitas em campo pelos técnicos em hidrologia e engenheiros hidrólogos. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>

Qualquer evento antes da TR de projeto passará a ter dano ou prejuízo nulo. Para os eventos que superem a TR do projeto, no entanto, pode-se considerar danos e prejuízos minorados, amortecidos pelas obras.

Assim, partindo da curva de danos do contrafactual e aplicando os novos TR e abatimentos descritos, constrói-se nova curva de perdas em função da probabilidade de eventos de inundação e enxurradas, dessa vez com o projeto.

Cálculo dos benefícios: perdas evitadas

Com as tabelas de TR e perdas sem e com o projeto (as quais refletem as curvas de probabilidade de excedência de danos), basta subtrair uma da outra para se obter os danos e prejuízos evitados com a implementação do projeto. Na ilustração gráfica abaixo, a valoração do dano evitado é o resultado da área sob as curvas de probabilidade de perda com e sem o projeto (redução nos danos anuais esperados). Na curva, quanto maior a probabilidade de que o pico de vazão anual do corpo d'água exceda um determinado nível, equivalente a pequenas inundações, menor é o dano esperado; vice-versa, quanto maior o dano esperado, menor é a probabilidade de sua ocorrência.

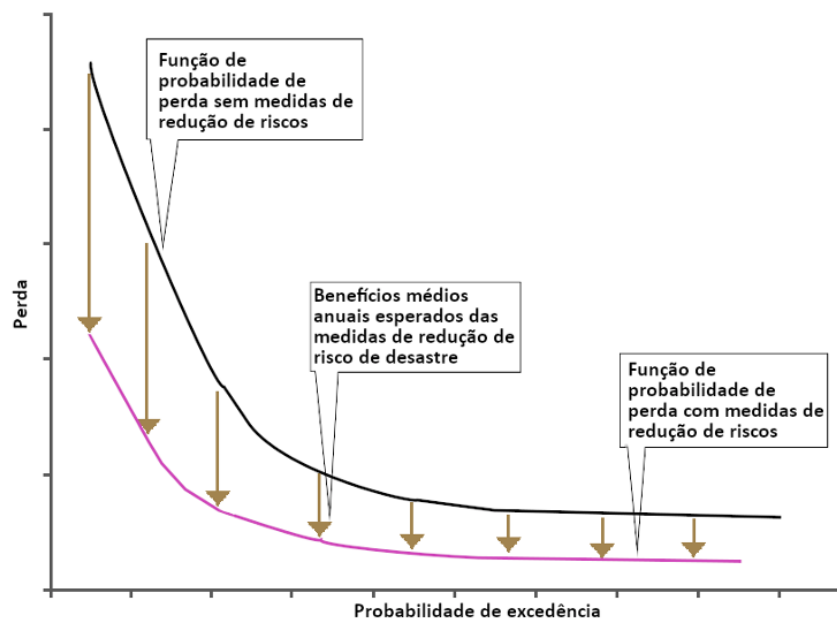


Figura 5.1 - Curva de probabilidade de excedência de danos

Como exemplo prático, apresenta-se a avaliação do benefício social de um projeto de controle de cheias para um período de retorno de 1 em 200 anos e vazão de projeto equivalente de 2.000 m³/s. O dano associado a esse evento é de R\$ 400 milhões, mas nota-se que é o valor máximo do dano, que já se manifesta plenamente com uma cheia provocada por vazão equivalente de 1.200 m³/s.



Tabela 5-6 - Exemplo de cálculo do benefício anual do controle de cheias

Período de retorno	Prob. de excedência	Vazão (m ³ /s)	Danos associados à vazão (R\$ MM)	Benefícios anuais (R\$ MM)
5	0,2	120	0	0,00
10	0,1	200	5	0,25
25	0,04	340	35	1,20
50	0,02	500	120	1,55
100	0,01	1.200	400	2,60
200	0,005	2.000	400	2,00

Para o cálculo dos benefícios anuais, deve-se fazer a média do dano previsto no ano_t com o dano previsto no ano_{t-1} e multiplicá-lo pela diferença na probabilidade de excedência. Trata-se de um dos métodos propostos por Olsen et. al. (2015), assim como aquele utilizado pelo Manual de ACB chileno.

Uma vez que o dano evitado é a somatória da diferença das curvas com e sem o projeto, o resultado anual do benefício no exemplo dado é de R\$ 7,6 milhões. Quanto maior o período de retorno que se almeja evitar, maior será o custo da intervenção. Ao repetir a análise para outros períodos de retorno, pode-se inferir o período de retorno ideal para o projeto.

Os resultados acima se referem à t=0. Pode haver, no entanto, expectativa de aumento das perdas no futuro pelo aumento na severidade e/ou frequência dos eventos extremos e também fruto do próprio crescimento econômico (que aumenta a base de ativos em risco). Caso esse seja o caso, deve-se construir curvas de dano futura considerando:

- Vulnerabilidade e exposição crescentes: danos e prejuízos econômicos crescentes, refletindo maiores ativos em risco;
- Perigos hidrometeorológicos crescentes: mudança do clima.

Para a consideração de ambos os efeitos na análise de projetos de infraestrutura hídrica e de saneamento, deve-se referir às informações trazidas no capítulo 3.

A importância de alternativas estratégicas

Deve-se notar que projetar uma função de probabilidade de dano/cota excedida conforme descrito acima é laborioso e dependente de modelagens que consideram ativos em risco e modelos digitais de elevação. Muitas vezes, também, é impossível realizar a análise por falta de dados.



Ainda, outras medidas gerenciais (*soft measures*), comportamentais e de controle de velocidade de vazão via Soluções baseadas na Natureza, conforme abordado no item 2.4. No entanto, apesar desta nota de cautela, o método fornece um bom arcabouço técnico de apoio à decisão, particularmente para priorização de opções.

Valoração com informações limitadas

Os passos descritos acima podem ser incompatíveis com as informações, recursos e tempo disponível numa avaliação econômica preliminar de projeto. Nesse caso, abordagens alternativas podem ser requeridas, como nos exemplos abaixo.

- O uso de conjuntos de dados padronizados e modelagem computadorizada está crescendo, permitindo que eventos de inundação pretéritos possam fornecer dados sobre áreas em risco e danos associados a diferentes níveis de inundação. Esses dados podem ser sobrepostos com evidências atuais de manchas urbanas e distribuição de atividade econômica derivados de informações geoespaciais de institutos como o IBGE.
- O método de transferência de benefícios e custos evitados é outra maneira de economizar recursos analíticos e de pesquisa, selecionando evidências de situações comparáveis em outros lugares para dar indicações do tamanho e da natureza dos impactos na área em questão.

Uma outra alternativa de valoração dos danos evitados é por meio da captura das perdas evitadas à atividade econômica que deixam de ocorrer durante o evento de cheias. Ou seja, tem-se o cômputo do valor da produtividade econômica que foi mantida pela não ocorrência do evento, compilada com base na (não) destruição de lavouras, perda de rebanhos, interrupção na produção industrial, entre outros.

Para situações em que o risco se concentra em área urbana, pode-se adotar como base o valor agregado bruto dos serviços privados (não contabilizando o VAB do setor público, pois agregaria transferências entre agentes), desde que se estimem os parâmetros de manifestação econômica desse risco, como a fração da área da cidade afetada pela cheia e sua duração.

Tal como para a valoração da perda evitada, a cada ano é possível contabilizar a perda de produtividade evitada equivalente aos dias de geração de valor da população ou do local afetado. A este último pode ser atribuída, a cada unidade em risco, uma contribuição da geração de VAB. Na ACB Preliminar, a manifestação do risco pode ser parametrizada por intervalos equivalentes a 1 dia de produção, 3 e 5 dias de produção. Para fins de comparação entre alternativas de projeto, resultados assim apresentados podem subsidiar a tomada de decisões, mesmo com cálculos aproximados do real risco.

Deve-se evitar, no entanto, transpassar as fronteiras de efeitos diretos para indiretos. Afinal, uma das dificuldades que surgem na avaliação dos danos evitados é a definição dos limites entre o dano e seus efeitos na cadeia econômica, que potencialmente se elevam à enésima ordem e afetam todo o PIB do país.



Essas abordagens alternativas podem parecer menos científicas, pois não enumeram exaustivamente todos os elementos da abordagem ideal, mas a natureza empírica baseada nas inundações observadas pode ser muito válida quando situações comparáveis estão sendo avaliadas. De qualquer forma, uma análise preliminar pode indicar quais seriam as variáveis críticas, se houver, apontando para áreas de pesquisa onde a atenção deve ser focada caso os recursos sejam escassos ou as restrições de tempo sejam fatores limitantes.

Exemplo do Reino Unido para valores de referência

Para facilitar avaliações de danos evitados por inundações e erosão costeira no Reino Unido (2015), o levantamento do dano típico por propriedade foi parametrizado de forma a conceder agilidade na atribuição do valor em risco. Os danos típicos por propriedade, por evento de inundação, variam de cerca de GBP 7.000 a GBP 10.000 para uma inundação de menos de 0,1 metros de profundidade, até entre GBP 37.000 e GBP 42.000 para uma inundação de mais de 1,2 metros de profundidade.

Outras categorias de benefícios

Além das perdas evitadas, outras categorias de benefícios são derivadas de projetos de controle de cheias. É possível citar a geração de impactos secundários como benefícios pela valorização das terras e/ou imóveis que não são mais atingidos por inundações, benefícios e/ou custos ecológicos, assim como oportunidades recreativas. Inclui-se também perdas evitadas no resto da economia pela não interrupção de fluxos produtivos (vias interditas, ausências no trabalho, comunicações).

Tais benefícios possuem diversas dificuldades de serem corretamente contabilizados e valorados, sendo inclusive passíveis de dupla-contagem. Dentre as principais, estão:

- A definição dos limites de efeitos secundários na cadeia econômica e a realização de um prognóstico de danos indiretos (bastante especulativo).
- Alguns benefícios, como melhoria no bem-estar e nas condições de segurança psicológica por se estar em uma área segura têm caráter intangível e de difícil valoração.

Assim, considerando a etapa preliminar de avaliação a qual o presente Manual se presta e a magnitude proporcional que a avaliação de danos diretos evitados tem em relação aos outros benefícios citados, sugere-se a inclusão do cálculo do benefício sobre o bem-estar por meio de uma proxy que deve ser diretamente circunscrita ao projeto, como tratado a seguir.

A captura da melhoria na segurança e no bem-estar da população beneficiada por ter seus riscos de desastre diminuído se faz possível com a proxy da valorização dos imóveis que deixam de ser atingidos. Nota-se que o custo evitado com a reparação dos imóveis já está contabilizado via perdas evitadas, restando aqui contabilizar a melhora no bem-estar utilizando do parâmetro de valorização imobiliária como forma de capturar tal apropriação de forma econômica.



Como forma de estimação desse benefício, pode-se utilizar da mesma construção de curvas de probabilidade dos danos (cálculo do benefício das perdas evitadas), associando dessa vez as habitações que foram danificadas no passado com os tempos de retorno, permitindo compilar a quantidade de habitações que se esperam valorizar.

Espera-se que a maior garantia da não ocorrência de eventos críticos de cheias tenha um efeito positivo nos valores dos imóveis nas áreas anteriormente afetadas. A valoração desse benefício pode ser feita com base em pesquisas junto à imobiliárias locais ou a parâmetros identificados via modelos estatísticos de valorização no valor equivalente ao aluguel do imóvel beneficiado, tal como tratou-se no item 5.2.1, de benefícios do aporte de rede coletora de esgotos. Caso o parâmetro de (des)valorização imobiliária seja adotado de forma precária, é imperativa a realização de teses de sensibilidade quanto ao seu grau de influência nos resultados finais.

5.3.2 *Controle de inundações urbanas sem desastres*

Nem sempre o controle dos escoamentos superficiais evita danos relacionados a desastres. No caso de controle de cheias em ambiente urbano, as obras de drenagem evitam ruas inundadas e consequentes entraves ao fluxo urbano de pessoas e bens. Quando a drenagem urbana não é capaz de escoar adequadamente a água de chuvas intensas, medidas adequadas para seu controle devem ser implementadas (tanto por meio de obras de requalificação da rede como por outras que promovam o aumento de áreas permeáveis e redução da velocidade de escoamento).

A drenagem urbana se coloca como um desafio, especialmente à luz do crescimento das cidades, que aumenta o ativo em risco e promove a impermeabilização das manchas urbanas, concomitante as projeções de eventos de chuva cada vez mais intensas devido às mudanças do clima.

Nestes casos, o projeto não busca evitar desastres, mas traz benefícios (não precificados a mercado) de economia de tempo e de perda evitada de produtividade a ele relacionada. De fato, um sistema melhorado de drenagem de água pluvial leva a menos congestionamentos e, conseqüentemente, a economia de tempo. Para a estimativa deste benefício, é possível usar valores paramétricos para economias de tempo e métodos de valoração aplicáveis ao setor de transportes. Obviamente, esse benefício não está relacionado a intervenções que visem reduzir o impacto de desastres maiores.

O Catálogo de Parâmetros do IPEA traz valores de economias de tempo de viagem, relevantes para permitir a valoração dos benefícios de controle de inundações sem dano, pois são parâmetros associados à redução de congestionamento.

O custo de oportunidade dos passageiros referente ao tempo gasto em deslocamentos, é também estimado pelo IPEA no relatório de “Avaliação da pré-disposição das pessoas do transporte rodoviário e aeroviário em pagar pelos deslocamentos considerando o tempo de viagem, a segurança e a qualidade dos serviços”, parte do projeto “Matrizes Origem-Destino de transporte inter-regional de cargas e passageiros, Brasil 2015 a 2050”. A adequabilidade de uso desse parâmetro deve ser avaliada para o caso de tempo evitado no deslocamento urbano.



■ Potenciais externalidades

A depender do contexto do projeto de controle de cheias e manejo de águas pluviais, outros benefícios podem ser relevantes, mas precisam ser ponderados quanto a sua pertinência e factibilidade de contabilização na ACB. Recomenda-se consultar o item 6.1 (Externalidades de projetos de infraestrutura hídrica), a fim de identificar outras potenciais externalidades a serem consideradas, mesmo que de forma qualitativa.

5.4 TRATAMENTO DE USOS MÚLTIPLOS

Assim como abordado no capítulo de Fundamentos para intervenção, os projetos avaliados no âmbito da ACB podem trazer em sua concepção o atendimento a usos múltiplos; podem ainda testar módulos alternativos na própria ACB que fazem as considerações de tais atendimentos combinados (contrastando seus custos adicionais de investimento, operação e manutenção com os benefícios adicionais esperados). Uma barragem voltada ao abastecimento humano pode também ser desenhada para gerar energia elétrica, controlar cheias e fornecer água para um perímetro irrigado.

■ Rateio dos custos em projetos de usos múltiplos

O tratamento para projetos de uso múltiplo envolve a contabilização dos custos e benefícios pertinentes a cada uso, na medida em que são estimados a ocorrer. No caso da barragem acima exemplificada, os benefícios gerados por cada um dos três usos devem ser computados individualmente, inclusive por gerarem benefícios distintos.

Ao atender mais de uma finalidade, os custos dos serviços proporcionados pelas infraestruturas de usos múltiplos deverão ser inferiores do que aqueles que seriam incorridos na construção de obras específicas (individualizadas) para cada fim - gerando-se ganhos de escopo. Como regras gerais, tem-se:

- O custo mínimo a ser alocado para cada uso é o seu custo específico.
- O custo máximo a ser alocado para cada uso deve atender à uma das duas condições abaixo, caso contrário, não há ganho de escopo:
 - Ser equivalente, no máximo, ao benefício por ele gerado; ou
 - Ser menor do que o menor custo alternativo para seu atendimento via infraestrutura própria.

A economia de escopo deve ser rateada por todos os usos resultantes de forma equitativa, ou seja, nenhum uso deve suportar os custos gerados por outros usos. Como forma de alocar os custos indivisíveis (que não são atribuíveis especificamente a um dos usos) de um projeto de usos múltiplos, deve-se seguir as seguintes etapas:

- Estimar os benefícios e os custos específicos de cada uso, tendo como resultado o benefício líquido individualizado;
- Do custo total do projeto de usos múltiplos, deve-se subtrair os custos específicos de cada uso, obtendo-se os custos indivisíveis;



- Os custos indivisíveis devem ser rateados proporcionalmente pelos valores dos benefícios líquidos individualizados.

A ACB precisa ser conduzida de forma sistemática e organizada, permitindo a identificação da origem dos benefícios e custos de cada uso. Reforça-se, assim, a importância do uso consistente e organizado das categorias de benefício, conforme elencadas neste Manual.

■ Custos e benefícios da geração de energia hidrelétrica

Um dos possíveis benefícios das infraestruturas de usos múltiplos é a geração de energia hidrelétrica, não abordada anteriormente no presente Manual⁴¹. A contabilização desse benefício deve ser realizada por preços de mercado, em função da potência e da energia firmes do projeto. Caso o projeto regularize vazões que permitam outros aproveitamentos hidrelétricos na mesma bacia hidrográfica, o aumento da energia firme também deve ser contabilizado. Vice-versa, caso a implantação do projeto implique em redução na energia gerada por usinas existentes ou projetadas, o valor dessa diminuição deverá ser abatido dos benefícios do projeto (benefícios negativos). Para a valoração de tais custos ou benefícios, ver Manual de Análise Custo-benefício em Energia.

Erro comum: Dupla contagem

Os efeitos socioeconômicos do projeto podem ser duplicados acidentalmente. Isso geralmente ocorre porque eles são inerentemente refletidos na precificação de outros benefícios (por exemplo, os benefícios da implementação de rede de saneamento e aumento nos preços de imóveis beneficiados).

⁴¹ Caso um barramento inclua o aproveitamento de energia acima de 1MW de potência instalada, o empreendimento deverá constar de estudos de inventário hidrelétrico devidamente aprovado pela ANEEL. Caso não o seja, a agência reguladora do setor deverá ser consultada.



6. EXTERNALIDADES DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA

6.1 EXTERNALIDADES DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA

Os próximos itens se aplicam a todas as tipologias de projeto e tipos de infraestruturas hídricas; sua aplicabilidade deve ser avaliada caso a caso. Cabem as seguintes ponderações:

- Aqui é preciso bastante atenção para evitar a dupla contagem de possíveis benefícios já valorados nas seções anteriores (por exemplo, a melhora na qualidade da água em corpos hídricos oriunda do novo tratamento de efluentes não deve ser re-valorada).
- Não exaustivo: as externalidades aqui tratadas não são exaustivas e o projeto pode apresentar outras igualmente relevantes. Caso identificadas, merecem ser descritas e qualificadas na apresentação de resultados.
- Novamente, é preciso ponderar pertinência e factibilidade de contabilização na ACB Preliminar das externalidades aqui tratadas. Uma abordagem paramétrica pode ser utilizada, caso disponível, ou ao menos uma consideração qualitativa.

6.1.1 *Externalidades geralmente consideradas no CapEx e OpEx*

A primeira consideração sobre as externalidades potenciais do projeto deve ser sobre aquelas potencialmente já computadas nas demais categorias (custos e benefícios) e que não devem ser novamente consideradas para não haver dupla contagem. Caso o orçamento do projeto não trate os custos elencados abaixo de forma explícita, no entanto, recomenda-se sua inclusão.

Custo de oportunidade de uso alternativo da terra

As infraestruturas hídricas, em especial os reservatórios (devido aos lagos que formam), impedem os usos futuros das áreas por elas ocupadas. Trata-se de um custo que deve ser computado tanto para as barragens como para outros projetos que tragam uma ocupação de área relevante.

Estes custos deverão, no mais das vezes, constar das estimativas de investimento (CapEx), na rubrica desapropriações e/ou aquisições de propriedades. Podem ocorrer situações, no entanto, em que esse custo não é apresentado, ou o é de forma subestimada, devendo então ser adequadamente computado.

A forma de se calcular o custo de oportunidade da terra é por meio da inferência de geração de valor que ocorreria, naquela determinada área a ser ocupada pelo projeto, por usos típicos da região de entorno ou por sua geração de serviços ecossistêmicos.

- Para potenciais usos correlatos aos cultivos agrícolas e à criação animal, valores paramétricos podem ser derivados das pesquisas do IBGE Produção Agrícola Municipal e Produção Pecuária Municipal, assim como do Censo Agropecuário.



- Para potenciais usos extrativos e de silvicultura, os valores adotados pela Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (PGPM-Bio)⁴² e os dados da pesquisa do IBGE “Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura” podem ser balizadores de valor.
- Para potenciais usos urbanos ou periurbanos, uma estimativa de valor pode ser produzida pela estimativa da densidade hipotética de ocupação multiplicada pelo valor médio dos imóveis em região próxima, que pode ser delimitada pela malha dos setores censitários do IBGE⁴³.

Externalidades das obras (diversas)

Tal como quaisquer obras de infraestrutura, as correlatas aos recursos hídricos e ao saneamento básico geram externalidades negativas durante a fase de implantação, que podem ser de diversas categorias. Tem-se a abertura de canteiros de obras, movimentação de solo, geração de ruídos, interrupções de tráfego e tantos outros impactos, inclusive em obras urbanas. Inobstante a relevância de tais externalidades, especialmente para quem é por elas impactado, não se prevê sua contabilização e valoração no âmbito da ACB Preliminar de forma específica.

Recomenda-se a consideração de uma fração do CapEx e do OpEx, caso pertinente, que seja representativa, mesmo que de forma paramétrica, da necessidade de remediação destes impactos ambientais. Conforme abordado no capítulo 4, a rubrica de custos para tal é a de “Programas Ambientais na gestão, operação e manutenção” dos projetos.

As externalidades negativas das obras devem ser detalhadas pelos projetos executivos, estudos de impacto ambiental e correlatos, portanto, refinadas ao nível de ACB Completa.

Impactos ambientais por disposição de resíduos

A operação de infraestruturas de recursos hídricos e saneamento podem gerar resíduos sólidos que, caso não tenham o correto tratamento e disposição final, desencadearão externalidades ambientais negativas. Nos processos de tratamento de água, tem-se a geração do lodo de estação de tratamento de água ou dos resíduos da dessalinização⁴⁴; no tratamento de esgotos, tem-se o lodo de estação de tratamento de esgotos; já nas barragens, tem-se os sólidos eventualmente dragados, cuja disposição deve se dar de forma controlada em cavas, bota-fora ou em aterro sanitário, a depender das características do material.

⁴² Mais informações disponíveis em: www.conab.gov.br/precos-minimos/pgpm-bio

⁴³ Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?=&t=o-que-e>

⁴⁴ Em consonância à Política Nacional de Resíduos Sólidos, a NBR 10.004 de 2004 inclui em sua definição de resíduos sólidos: “lodos provenientes de sistemas de tratamento de água”, de Classe II A constituídos de sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta.



Os custos com o tratamento e a disposição final adequada dos resíduos devem estar contemplados no OpEx, mas caso não estejam, devem ser devidamente incluídos. Ao menos, deve-se considerar uma fração de incremento do OpEx que reflita as expectativas de custos de tratamento e disposição final adequada dos resíduos.

6.1.2 Externalidades nos ecossistemas hídricos e seus serviços

Os efeitos de projetos infraestruturais em ecossistemas podem ser diversos e a valoração de suas externalidades deve ser baseada na identificação e na quantificação da alteração nos níveis dos serviços ecossistêmicos providos pelo projeto no ecossistema específico que passa a ser modificado (circunscrito ao projeto)⁴⁵. Destacam-se, primeiramente, dois perfis de projeto:

- **Projetos cujo propósito é alterar ecossistemas:** sendo o caso típico da tipologia de tratamento de esgoto, seus efeitos podem ser considerados como benefícios diretos do projeto. Nesse caso, a valoração dos benefícios deve ser contabilizada nas categorias de benefício tratadas na seção correspondente acima (5.2.2), embora sejam, conceitualmente, considerados como externalidades por serem benefícios que recaem sobre terceiros, extravasando do projeto para partes externas.
- **Projetos cujo propósito não é alterar o ecossistema, mas impactam o mesmo:** casos em que o objetivo da infraestrutura é atender alguma demanda hídrica (mesmo que controlar vazões), mas ao fazê-lo, afeta a qualidade do ecossistema hídrico. Os efeitos na capacidade deste em prover serviços devem ser valorados como externalidades (positivas ou negativas).

As obras hidráulicas e de saneamento podem afetar os serviços ecossistêmicos de diversas formas, pois promovem alterações ambientais-hidrológicas cujas consequências se materializam nos serviços ecossistêmicos por meio de alterações em atributos diversos da água, como sua quantidade, qualidade, distribuição espacial e temporal.

A Tabela 6-1 (abaixo) traz a relação entre os processos ambientais-hidrológicos (o que o ecossistema faz) e a relação com os atributos hidrológicos que são mais afetados por eles, a partir de Brauman et al. (2007). Nota-se que todos os processos ambientais-hidrológicos têm o potencial de interferir em todos os atributos hidrológicos, restando aqui a simplificação didática de relacionar os processos e atributos mais intensos.

Cada um dos atributos hidrológicos afetados, por sua vez, tem o potencial de gerar alterações nos serviços ecossistêmicos hídricos de provisão, regulação, culturais e de suporte. Esta provisão pode ser alterada (mantida, recuperada ou prejudicada) por intervenções aos ecossistemas, sendo que projetos de recursos hídricos produzem efeitos diversos que precisam ser compreendidos, primeiramente, em relação ao seu sinal, para então serem quantificados e, caso possível, valorados.

⁴⁵ Conforme o *Millennium Ecosystem Assessment*, serviços ecossistêmicos são definidos como “os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas” e propõe classificá-los em quatro categorias: (i) serviços de regulação; (ii) de provisão; (iii) culturais; e (iv) de suporte. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>



Tabela 6-1 - Processos ambientais-hidrológicos e atributos hidrológicos afetados

Processo ambiental-hidrológico	Atributos hidrológicos afetados
Interações com clima local Uso da água pela vegetação	⇒ Quantidade (escoamento e infiltração superficial e subterrânea)
Filtragem ambiental Estabilização do solo Alterações químicas e biológicas	⇒ Qualidade (nutrientes, sedimentos, salinidade, patógenos)
Formação do solo Modificação na superfície do solo Alteração nos padrões de escoamento Edificações e alterações nas margens	⇒ Distribuição espacial (água superficial ou subterrânea, a jusante ou a montante, no leito ou fora dele)
Controle da velocidade de escoamento Armazenamento de água Sazonalidade no uso da água	⇒ Distribuição temporal (vazões de pico, vazões de base e velocidade de escoamento)

A quantificação da alteração promovida pelo projeto nos serviços ecossistêmicos demanda, no mais das vezes, modelagem dos efeitos físicos que tais ações teriam no regime hidrológico, na escala de bacia hidrográfica. Embora essa modelagem possa ser realizada com bases de dados secundários e softwares específicos de uso aberto⁴⁶, não é tarefa simples ou trivial.

Não se antevê a quantificação destas alterações ao nível de projeto sendo avaliado pela ACB, muito embora seja possível realizar uma avaliação qualitativa e, em algumas ocasiões, contabilizar as externalidades de forma pecuniária.

A devida consideração de externalidades dessa natureza, no entanto, pode gerar um contraponto em favor da infraestrutura natural (Soluções baseadas na Natureza - SbN), que além de gerar benefícios hídricos, no mais das vezes é geradora de externalidades positivas ao ecossistema. Aqui também cabe mencionar a dicotomia não capturada por valorações mercadológicas entre infraestruturas cinzas e verdes, as últimas potencialmente oferecendo melhorias locais em qualidade ambiental e estética, ligada tanto ao padrão de qualidade ambiental mantido no local (por exemplo, limpeza e gestão) e seu design (ou seja, quão bem se integra e melhora a paisagem). Exemplos no item 2.4.1.

⁴⁶ Dentre outros, destacam-se: (i) INVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs do The Natural Capital Project, Stanford University, University of Minnesota, The Nature Conservancy, e World Wildlife Fund); e (ii) ARIES (Artificial Intelligence for Environment & Sustainability do Basque Center for Climate Change).



Apresenta-se abaixo a categorização dos quatro serviços ecossistêmicos hídricos potencialmente alterados, suas principais considerações e possíveis formas de quantificação e exemplos de valoração. De antemão, uma das formas de se valorar algumas das externalidades é por meio da aplicação de parâmetros específicos para cada região que estão presentes no Catálogo de Parâmetros do IPEA, nomeadamente: (i) Custo Social da Poluição de Corpos Hídricos; e (ii) Custo Social da Degradação de Ecossistemas. Tais parâmetros agregam algumas categorias de serviços providos pelos ecossistemas hídricos, as quais são detalhadas abaixo.

Fragilidade contornável: A ACB não consegue mensurar tudo

Alguns benefícios intangíveis e externalidades são de fato difíceis ou mesmo impossíveis de serem medidos; tais informações devem ser fornecidas qualitativamente e salientadas para informar o processo de tomada de decisão. A estrutura da ACB permite a consideração, ao menos qualitativa, de tais aspectos.

Serviços hidrológicos de provisão (usos consuntivos e não consuntivos)

Neste caso, o projeto promove alterações nos processos ambientais-hidrológicos do ecossistema que podem alterar os serviços hidrológicos de provisão, que afetam a disponibilidade hídrica para usos consuntivos e não consuntivos. Essa alteração nos usos se materializa, por sua vez, pela alteração em um ou mais dos atributos hidrológicos, quais sejam: qualitativo, quantitativo, distribuição espacial e temporal da água.

Qualquer um desses atributos pode gerar impactos (para mais ou para menos) nos usos consuntivos e não consuntivos, pois todos os usuários de uma bacia hidrográfica estão interconectados: usuários a montante e a jusante interagem, mesmo que indiretamente, e afetam uns aos outros; conexões hidrológicas entre águas superficiais e subterrâneas se refletem sobre os usuários dessas águas, de forma espacial e temporalmente única. Trata-se de efeitos em conjunto e complexos que demandam, no mais das vezes, modelagens específicas para serem devidamente quantificados.

Como casos-típicos das interferências que podem afetar os serviços ecossistêmicos hidrológicos de provisão, tem-se:

- Regularização da vazão de um corpo d'água, associada ou não à redução da disponibilidade natural, promove alterações na distribuição temporal da vazão, nas condições ecológicas (oxigenação, nutrientes etc.), alterações no canal;
- Retiradas significativas de água promovem a redução da disponibilidade natural e também podem ter implicações na vazão, no leito, no canal e nas características da água, além de poder influenciar a vegetação ripária;
- Transposições de bacia promovem tanto a redução quanto aumento na disponibilidade natural (bacia doadora e receptora, respectivamente);



- Barragens promovem a evaporação de água (pelo lago de reservatórios), traz potencial obstrução no movimento da fauna aquática, influência na qualidade da água, no deslocamento do sedimento e na conectividade transversal do corpo d'água.

Para quaisquer tipologias de projetos em recursos hídricos e saneamento básico que envolvam modificações significativas aos serviços ecossistêmicos de provisão, portanto, deve-se ponderar se há algum custo de oportunidade de uso do recurso hídrico em questão, pois a alteração na disponibilidade hídrica pode preterir um uso, mesmo que indireto e/ou não consuntivo.

Os seguintes usuários devem ser considerados:

- Usos consuntivos potencialmente impactados: abastecimento público, uso de água para irrigação, na indústria, geração de energia termelétrica e outros;
- Usos não consuntivos potencialmente impactados: produção de energia hidrelétrica, recreação, navegação, pesca e outros usos em que não há consumo de água, em oposição à categoria anterior.

De forma análoga, o projeto (e suas alternativas) pode vir a gerar uma oportunidade nova de uso (benefício), não apenas um custo social ao preterir outros usos (custo). Como regra geral, deve-se ponderar se o efeito gerado pelo projeto sob os demais usuários será positivo ou negativo em termos de disponibilidade hídrica:

- Para os casos em que o projeto promove benefícios via liberação de recursos hídricos para outros usos, deve-se contabilizar tal efeito como positivo, somando ao fluxo de benefícios da intervenção (conforme já exposto nos itens Liberação de recursos hídricos para outros usos e Liberação de recursos hídricos de melhor qualidade para outros usos).
- Para os casos em que o projeto promove custos pela deterioração dos serviços hidrológicos de provisão, que afetam a disponibilidade hídrica (nos atributos qualidade, quantidade, distribuição espacial e temporal), deve-se considerar duas situações distintas quanto à oferta natural do recurso hídrico, conforme tabela abaixo.

Tabela 6-2 - Consideração das externalidades negativas aos serviços hidrológicos de provisão

Avaliação da disponibilidade hídrica na ausência do projeto	
Situação de ampla disponibilidade hídrica	⇒ Ocorre quando a utilização da água pelo projeto não gera concorrência com outros usos, sejam consuntivos ou não consuntivos.
Situação de disponibilidade hídrica restrita, seja quantitativa e/ou qualitativa	⇒ Ocorre quando o projeto interfere na disponibilidade hídrica dos demais usuários (consuntivos ou não) ao ponto de interferir com os



Avaliação da disponibilidade hídrica na ausência do projeto

usos na situação contrafactual (na ausência do projeto)⁴⁷

Cada uma dessas situações é abordada na sequência, pois o tratamento que se dá para as externalidades é distinto.

■ Situação de ampla disponibilidade hídrica

Nestes casos, o custo marginal de uma redução de consumo (ou de uso) do recurso hídrico se aproxima de zero, pois não há custo de oportunidade identificado⁴⁸. Pressupõe-se que a avaliação da disponibilidade hídrica considere as vazões ecológicas (que garantem os processos ecológicos vinculados ao corpo d'água).

Como exemplo, tem-se:

- O lago de um reservatório invariavelmente promove a evaporação de água, gerando uma perda de água.
- Uma barragem para abastecimento humano pode gerar vazões regularizadas de tal forma que pouco afetem os fluxos naturais do curso d'água.
- Uma rede coletora de esgotos não associada a uma unidade de tratamento que concentra o lançamento de esgotos (outrora difusos) em um ponto de lançamento de um dado curso d'água, mas que pode pouco afetar o aspecto qualitativo ao se tratar de um rio com alta capacidade de depuração⁴⁹.

Caso não haja usuários (consuntivos ou não) que passam a ter seus usos restritos ou fornecidos com maior insegurança, recomenda-se a valoração da externalidade pelo custo social da água. Uma forma de se estabelecer a proxy para tal externalidade é por meio do custo teórico (e mínimo) da remediação dos prejuízos aos serviços ambientais que decorrem do consumo (aspecto quantitativo) ou da poluição (aspecto qualitativo) das águas em uma bacia hidrográfica.

No âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), um dos instrumentos para a gestão das águas é a cobrança pelo direito de uso para retirada de

⁴⁷ Conforme abordado no capítulo de Requisitos Informativos, além de serem levantados usos predominantes e preponderantes na região, a existência de outros reservatórios na bacia, ou que já estejam projetados, condiciona a exigência de simulação hidrológica dos reservatórios, em separado e conjuntamente, para quantificar a influência do reservatório em outros empreendimentos quanto ao incremento da disponibilidade hídrica na bacia.

⁴⁸ O custo de oportunidade reflete o valor de uso alternativo direto do recurso hídrico, o que não deve ser confundido com o valor ecológico e o valor de existência, altruísmo ou legado, que em quaisquer circunstâncias será (significativamente) superior a zero.

⁴⁹ A geração de externalidades negativas por poluição hídrica resulta em danos que não são internalizados nas funções de produção e consumo dos usuários. Desta feita, a economia perde eficiência, pois, devido a essa falha de mercado, o custo privado não coincidirá com o custo social. Na presença de externalidades o nível de utilização do recurso é subótimo.



água bruta e para lançamento de efluentes. Os valores arrecadados com a cobrança são aplicados na bacia hidrográfica em que foram gerados, podendo financiar estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Bacia Hidrográfica⁵⁰. Portanto:

- O valor cobrado para retirada no âmbito da cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos pode, portanto, ser utilizado como *proxy* da externalidade negativa gerada pelo consumo ou perda de água; e
- O valor cobrado para lançamento de efluentes no âmbito da cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos pode, portanto, ser utilizado como *proxy* da externalidade negativa gerada pela poluição dos corpos d'água.

Afinal, seguindo o princípio do poluidor-pagador, o valor cobrado deve: (i) incitar mudanças no comportamento do usuário de forma que internalize a externalidade outrora gerada; e/ou (ii) financiar as ações que internalizam as externalidades para os usuários que não realizam seu próprio abatimento.

Como forma de refletir as particularidades da bacia hidrográfica em questão, deve-se adotar os valores da cobrança por m³, sempre que possível, na respectiva bacia hidrográfica. Caso a bacia onde se localize o projeto não tenha cobrança instituída, ao nível federal ou estadual, deve-se utilizar dos valores de bacias próximas e/ou que compartilhem características similares.

Valoração da externalidade de perda de água por evaporação

Para se considerar a externalidade de perda de água por evaporação gerada por um projeto com reservatório, deve-se primeiramente ponderar a situação da ambiência:

- Caso seja uma situação de ampla disponibilidade hídrica, o custo marginal societário de um aumento na evaporação se aproxima de zero;
- Caso seja uma situação de disponibilidade hídrica restrita, ou seja, usuários consuntivos e não consuntivos passam a ter restrição ou insegurança hídrica, o custo de oportunidade do uso alternativo da água deve ser contabilizado.

Supondo-se que o projeto se enquadre no primeiro caso, pode-se calcular a externalidade com base no custo social da água, utilizando-se da *proxy* do preço público unitário (PPU) da cobrança de retirada pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica em questão, expresso em R\$/m³.

Já o volume de água perdido por evaporação é uma função da área do lago (em ha ou km²) e da condição climática local (no semiárido, por exemplo, a evaporação anual pode superar os 2,5 mil mm). A multiplicação destas variáveis resulta na estimativa do volume anual evaporado.

⁵⁰ Além do pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), como as Agências de Bacias, mas limitado a sete e meio por cento (7,5%) do total arrecadado.



■ Situação de disponibilidade hídrica restrita, seja quantitativa e/ou qualitativa

Quando se observam demandas concorrentes, o custo de oportunidade do uso alternativo da água deve ser considerado como um custo do projeto (benefício negativo). A situação de restrição de disponibilidade hídrica pode ocorrer em um projeto que prevê a captação de um volume determinado de água para abastecimento (ou irrigação), mas que reduz a vazão que abasteceria, a jusante, uma planta industrial; ou uma captação de uma indústria que passa a utilizar a água que seria captada por um carcinicultor (ou um irrigante ou mesmo outra indústria) que deixa, assim, de ser atendido.

Como casos-típicos das interferências que podem gerar custos de oportunidade, tem-se:

- Uma rede coletora de esgotos não associada a uma unidade de tratamento que concentra o lançamento de esgotos (outrora difusos) em um ponto de lançamento de um dado curso d'água, que não detém capacidade de depuração e acaba por restringir o uso a jusante (pelo aspecto qualitativo).
- O projeto pode reduzir a disponibilidade hídrica (qualitativa e/ou quantitativa) para usuários a jusante tanto pela regularização de vazão, quanto pela retirada de água, restringindo ou impondo insegurança hídrica para uma comunidade rural, um irrigante ou ainda uma indústria, por exemplo.
- Um reservatório pode modificar a distribuição temporal das vazões e/ou obstruir o movimento da fauna aquática e/ou alterar a composição físico-química de um curso d'água, alterando a produção pesqueira.
- O projeto regulariza a vazão do corpo d'água ao ponto de restringir a possibilidade de usos da navegação a jusante (mesmo que apenas em determinada época do ano).

Estas externalidades devem ser contabilizadas como custos (benefícios), pois são geradas pela alteração ao ecossistema promovida pelo projeto, sendo que os serviços ecossistêmicos afetados, por sua vez, impõem um custo (benefício) aos usuários (consuntivos ou não) que não estão diretamente envolvidos com o projeto.

Quando as relações de causa-efeito podem ser quantificadas, a valoração das externalidades deve levar em conta a perda (ou ganho) incremental na atividade associada. Dessa forma, o método mais adequado irá variar conforme o caso, como no caso da externalidade na pesca, que pode ser valorada pelo rendimento pesqueiro que deixa de ocorrer.

Para o abastecimento humano, o custo de oportunidade de uso do recurso hídrico pode ser estimado com base no custo marginal de longo prazo (CMLP), obtido pela tarifa média cobrada pelas companhias prestadoras dos serviços de abastecimento de água de locais similares aos do projeto em porte e características socioeconômicas, localizados na mesma bacia hidrográfica (ver Maior cobertura do serviço de distribuição de água).

Para os casos em que há restrição de usos produtivos, a valoração deve seguir as mesmas metodologias listadas no capítulo de benefícios (capítulo 5), respeitando-se o sinal do efeito, se positivo ou negativo.

Duas importantes considerações devem ser feitas:



- **Incrementalidade:** a valoração das externalidades deve levar em conta o ganho (ou perda) incremental na atividade associada.
 - Por exemplo, ao avaliar os benefícios resultantes do turismo promovido pela melhoria ambiental de um rio (externalidade positiva), é necessário considerar o que os turistas adicionais estariam fazendo na ausência do projeto, observando a lógica da incrementalidade. Caso estes turistas deixem de visitar outros lugares em preferência ao novo destino, tem-se um efeito socialmente neutro que não deve ser valorado.
- **Circunscrito ao projeto:** a valoração dos usos impedidos ou viabilizados pelo projeto (incrementais) só poderá ser contabilizada como externalidade (negativa ou positiva, respectivamente) caso seja associada a alterações nos ecossistemas promovidas pelo projeto.
 - Por exemplo, benefícios de benfeitorias de recreação em torno de barragens artificiais não cabem neste contexto, embora possam ser igualmente valoradas.
 - Caso os efeitos na alteração dos ecossistemas não possam ser claramente atribuídos ao projeto, deve-se evitar considerar as externalidades, uma vez que diversos outros fatores não correlatos ao projeto também afetam os atributos hidrológicos de qualidade, quantidade e distribuição espacial e temporal⁵¹.

Valoração da externalidade sobre a atividade pesqueira

Vilela e Gasparinetti (2018) realizaram uma Análise Custo-Benefício para a UHE Castanheira, no Estado do Mato Grosso, em que estimaram os impactos de sua construção na atividade pesqueira. Para isso coletaram dados na colônia de pescadores Z-16 (Capatazia Juara) e entrevistaram pescadores locais com o objetivo de mensurar o número de pescadores na região, as espécies mais pescadas, quantidades pescadas, custo e receita da atividade. A partir das informações obtidas, conseguiram mensurar o lucro cessante anual em R\$ 24.455,71 (a preços de 2020) por pescador, assumindo que a Castanheira reduziria a produtividade da pesca em 60%.

Este método demanda informação com alto grau de especificidade para a região do estudo que, salvo disponíveis em estudos ou publicações específicas, impede sua aplicação na ACB Preliminar. Outra possibilidade de valoração da externalidade é por meio de proxies do valor da atividade pesqueira, como por exemplo pela estimativa da quantidade de pescadores e a fração que a atividade representa no total da renda familiar. Esta última, por sua vez, pode ser balizada pela quantidade de salários-mínimos locais.

Em ambos os casos, uma importante consideração é o conhecimento (mesmo que estimado) da vinculação física do empreendimento com a atividade pesqueira, que no mais das vezes

⁵¹ Diversos outros parâmetros são associados aos serviços ecossistêmicos hídricos de provisão, como a poluição da água, a presença de macrófitas exóticas, a presença de sólidos em suspensão, a presença de fauna exótica (Ictiofauna e fauna Bentônica), a retirada da vegetação nativa, a introdução de vegetação exótica, a vegetação ripária, dentre outros.



não é clara. Tal como no exemplo da UHE Castanheira, a adoção de frações de impacto arbitrárias (no caso, de 60% de redução na pesca) ou oriundas de proxies de outros estudos, devem ser submetidas à análise de sensibilidade para garantir que não estejam embutindo erros demasiadamente grandes à análise.

Serviços hidrológicos de regulação

Refere-se à redução (ou incremento) de perdas com eventos de cheias ou estiagens, salinização de solos em regiões áridas, intrusões salinas, assoreamento de corpos hídricos (rios, lagoas, reservatórios) e eutrofização de sistemas aquáticos.

Uma vez que a implementação do projeto permita a melhora (ou piora) da qualidade do ecossistema no tangente ao serviço hidrológico de regulação, aumentando (ou reduzindo) a provisão deste, o mesmo pode ser contabilizado como uma externalidade, levando em conta as consequências da alteração dos níveis desse serviço. Como exemplo:

- A capacidade de um dado reservatório em atenuar picos de vazão pode vir a ser uma externalidade positiva (benefício) caso a atenuação das cheias reduza perdas esperadas (e somente caso sejam de fato esperadas) por tais eventos em uma localidade a jusante. Mesmo que o objetivo do reservatório seja a ampliação da oferta hídrica, e não o controle de cheias, caso essa ocorra em consequência, beneficiará terceiros e deve ser contabilizada como externalidades positivas.

A valoração dessa externalidade se dá, no mais das vezes, pelo valor da perda evitada, em mecânica similar à exposta no item de controle de cheias (item 5.3). Os benefícios (ou custos, caso o efeito seja o oposto) devem ser considerados apenas se as localidades a jusante já sofram com eventos de cheias (ou passariam a sofrer tal efeito pelo projeto).

Os demais efeitos aos serviços de regulação (salinização, intrusão salina, assoreamento e eutrofização) são mais difíceis de serem quantificados porque demandam a compreensão dos efeitos físicos trazidos pelo projeto no longo prazo, isolado das demais alterações não circunscritas ao mesmo. Caso a vinculação física seja possível de quantificação, mesmo que estimada, ao nível da ACB Preliminar, pode-se valorar as externalidades pelo custo de reposição ou função da produção, caso haja algum uso vinculado a um dos atributos.

Serviços culturais relacionados à água

Relacionados a valores estéticos, espirituais, históricos, educacionais e turísticos.

Projetos que aumentam o bem-estar visual podem gerar benefícios não mercantis na forma de uma apreciação da beleza da paisagem. O inverso também é válido, em que a infraestrutura pode degradar a paisagem, reduzindo bem-estar social associado, sendo assim, uma externalidade negativa a ser levada em conta.

Importante mencionar que, embora tais externalidades estejam muitas vezes associadas a um ecossistema preservado (razão pela qual são tratadas aqui), também é possível



considerá-las em projetos dissociados de ambientes naturais (um lago pode ter valor estético aos usuários)⁵².

Serviços hidrológicos de suporte ao ecossistema

Possibilitam a geração de serviços das demais categorias, e compreendem, por exemplo, a provisão de água e de nutrientes essenciais para o crescimento da vegetação e a formação de habitat de organismos aquáticos. Sendo diretamente associada a um ecossistema saudável tendo efeitos nos outros serviços, sua valoração é muito dificultada.

O principal exemplo de interferência aos serviços hidrológicos de suporte, embora não seja o único, pois todos os demais exemplos de alguma forma também tangenciam este serviço, é:

- A construção de um reservatório invariavelmente promove a retenção de sedimentos e nutrientes que seriam, na ausência do barramento, carreados rio abaixo, fertilizando a água e mantendo as funções ecológicas deles dependentes.

Para a estimativa de valores de áreas prestadoras de serviços ecossistêmicos, consultar o Manual de Integração de Serviços Ecossistêmicos ao Planejamento (GIZ, 2019) ou adotar balizadores de valores praticados em esquemas de pagamento por serviços ambientais em regiões semelhantes ou em projetos adequados à PNPSA (Lei nº 14.119/2021). Para áreas de alto potencial conservacionista, ver Young e Medeiros (2018). Alternativamente, ver De Groot et al. (2012), dentre outros, para valores paramétricos de serviços ecossistêmicos classificados por bioma a fim de subsidiar a valoração pelo método de transferência de benefícios.

A literatura internacional reconhece que, embora projetos hídricos, em especial de tratamento de efluentes, tenham impactos positivos nos ecossistemas, esses impactos raramente são valorados explicitamente em ACB.

Guia e catálogos britânicos e neozelandeses

Para garantir a identificação de alterações trazidas ao capital natural (excluindo-se os demais domínios do bem-estar social, como saúde e qualidade de vida), o Reino Unido recentemente enveredou notável esforço para facilitar essa verificação⁵³. No guia *Enabling a Natural Capital*

⁵² Usuários podem atribuir um valor ao “uso passivo” quanto às melhorias de biodiversidade resultantes no corpo hídrico. Por exemplo, Rudd et al. (2016) desvendaram que as famílias no sul de Ontário têm valores de uso passivo para espécies aquáticas pouco conhecidas no valor de cerca de CAD 10 a CAD 25 por espécie por ano.

⁵³ Para outras referências britânicas no mesmo sentido, pode-se consultar: Department for Environment, Food and Rural Affairs (2011) Air Quality Damage Cost Guidance. Disponível em: <https://www.gov.uk/air-quality-economic-analysis>; Department for Environment, Food and Rural Affairs (2014) Environmental Noise: Valuing impacts on: sleep disturbance, annoyance, hypertension, productivity and quiet. Disponível em: <https://www.gov.uk/noise-pollution-economic-analysis>. Department for Environment, Food and Rural Affairs (2013) Local environment quality: economic analysis. Disponível em: <https://www.gov.uk/guidance/local-environment-quality-economic-analysis>. Environment Agency (2015) Flood and coastal defence: develop a



Approach (2020), propõe uma abordagem em quatro passos com base em extensa lista de verificação para a identificação de externalidades e para sua eventual valoração.

Essa valoração se dá com base no *databook* de serviços ecossistêmicos nacionais britânicos, cujo objetivo é facilitar o acesso a uma ampla, mas não exaustiva, gama de evidências de valoração ambiental e de capital natural do Reino Unido. As informações são categorizadas pelo tipo de serviço ecossistêmico ou efeito ambiental. O guia britânico reforça que os efeitos que não podem ser valorados devem, inobstante, ser tratados de forma qualitativa (conforme recomendado no Anexo A2 do *Greenbook*).

Em esforço similar de sistematização de efeitos indiretos e referências para seus valores econômicos, a Nova Zelândia conta com catálogos de valores para impactos em diversos domínios do bem-estar (meio ambiente, saúde, renda e consumo, empregos, dentre outros). Disponibilizado em planilha eletrônica, permite ao usuário consultar, por exemplo, que dentre 220 parâmetros de impacto (positivo e negativo) ao bem-estar está a melhora de 1% na qualidade de água, associada ao valor pecuniário correspondente a NZD 6 por ano por pessoa.

As referências apresentadas no catálogo neozelandês são de estudos governamentais e acadêmicos, descritos conjuntamente com as margens de erro reportados nas fontes primárias e detalhamento dos métodos de cálculo. Não se trata de parâmetros oficiais, mas sim referenciais. No caso inglês, o mesmo se verifica: os catálogos trazem referências de estudos e casos aplicados pela academia, consultorias contratadas pelo governo e outros estudos de relevância, mas sempre apresentados por tipologia de serviços ecossistêmicos ou efeitos ambientais.

A utilização dos catálogos permite tanto a identificação das externalidades passíveis de serem geradas pelos projetos de investimento, como a consulta às evidências de sua direção do efeito (se positivo ou negativo). Adicionalmente, as informações contidas nos catálogos, que trazem os parâmetros de valor obtidos em estudos classificados por tipo ou localidade, sugerem sua utilização na realização da valoração pelo método de transferência de benefícios.

Alguns repositórios *online* também sistematizam e permitem consultas facilitadas a parâmetros de valoração ambiental obtidos em pesquisas acadêmicas e levantamentos de instituições não-governamentais, o que pode vir a se tornar uma opção interessante para a realização da ACB Preliminar, caso haja base suficiente de referências em contextos similares aos estudados⁵⁴.

6.1.3 Outras externalidades

Além de afetar os ecossistemas, o projeto pode causar a emissão de gases de efeito estufa e/ou a poluição atmosférica. Embora não sejam externalidades típicas do setor de

project business case. Disponível em: <https://www.gov.uk/flood-and-coastal-defence-appraisal-of-projects>. Penning-Rowsell, E., Viavattene, C., Pardoe, J., Chatterton, J., Parker, D., Morris, J. (2010) The Benefits of Flood and Coastal Risk Management: A Handbook of Assessment Techniques – 2010. Flood Hazard Research Centre: Middlesex, UK.

⁵⁴ Como exemplo, tem-se: Environmental Valuation Reference Inventory (<https://evri.ca/en>) e 3iE Development Evidence Portal (<https://developmentevidence.3ieimpact.org>).



recursos hídricos e de saneamento, devem ser consideradas sempre que julgadas relevantes no contexto do projeto analisado.

Emissões de gases de efeito estufa (GEE)

Caso um projeto vise a melhoria ou mudança:

- no sistema de tratamento de esgotos em que a tecnologia traga reduções de emissões (em especial de gás metano); ou
- no sistema de abastecimento de água ou na adução da água bruta em que a tecnologia traga reduções (incremento) de emissões (em especial de gás metano),

em relação ao cenário contrafactual, esta pode ser uma externalidade positiva a ser levada em conta e contabilizada a partir do preço social do carbono não-emitado pelo projeto. O inverso também é válido, em que o projeto promova aumento dessas emissões, sendo contabilizado como externalidade negativa.

Essa externalidade pode ser valorada a partir da multiplicação da quantidade de redução (ou aumento) de emissões de GEE na situação com o projeto em relação ao contrafactual, pelo preço social do carbono. Esse preço consta do Catálogo de Parâmetros do IPEA.

Erro comum: Considerar emissões de GEE a partir do consumo de energia

Emissões de GEE oriundas do consumo energético de uma planta de dessalinização, por exemplo, não devem ser consideradas, uma vez que já o foram computados (ou deveriam ter sido) quando da decisão pela fonte geradora de energia. Fazê-lo novamente seria incorrer em dupla contagem sob o ponto de vista socioeconômico.

Custo social da poluição atmosférica

Trata-se de externalidade que pode variar, a depender do perfil do projeto, de negativa (implantação de estação de tratamento de efluentes com lagoas de estabilização, que geram odores e partículas suspensas) para positiva (substituição de tecnologia que reduz a poluição atmosférica). Para a valoração dessa externalidade, consultar o Catálogo de Parâmetros do IPEA.

6.2 EFEITOS ECONÔMICOS INDUTIVOS, INDIRETOS E DE SEGUNDA ORDEM

O aporte de infraestruturas hídricas gera, para além do extenso rol de benefícios diretos e externalidades abordados nos tópicos precedentes deste Manual, efeitos multiplicadores macroeconômicos (de segunda ordem) e efeitos indutivos. A partir do aporte de uma infraestrutura, de forma geral, tem-se a geração de um impacto real e de diversas repercussões em função destes, gerados à medida em que os impactos reais são refletidos nos demais mercados.



No caso de investimentos em recursos hídricos no Brasil, espera-se que tais efeitos sejam relevantes, uma vez que se trata de setor longe do equilíbrio estável, no qual o atendimento às necessidades da sociedade repercutiria de forma neutra pela economia. Essa conclusão aponta para dois encaminhamentos, quais sejam:

- A necessidade de se analisar políticas públicas e grandes projetos indutores de investimento sob a ótica de modelos de equilíbrio geral computável (EGC) ou matrizes de insumo-produto.
 - O resultado de tais análises, mais holístico e de longo-prazo, é anterior à ACB Preliminar e não deve se confundir com esta. Devem ser realizadas em nível ainda mais estratégico de tomada de decisões, coerente com instrumentos como a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB).
- A necessidade de se analisar os efeitos indutivos (*Wider Economic Impacts - WEIs*), na situação circunscrita ao projeto analisado, para identificar e, quando possível, quantificar:
 - Efeitos sobre investimento induzido;
 - Efeitos sobre mercado de trabalho; e
 - Efeitos de aglomeração.

A consideração dos WEIs deve ser realizada com cautela, pois a conversão de preços econômicos, em detrimento de preços financeiros, já permite contemplar efeitos suficientes para que haja validade na análise sob a ótica social. Afinal, se os custos e benefícios de um projeto forem estimados a partir do impacto em um mercado primário, não se pode contabilizá-los como resultado de mudanças consequentes em mercados secundários, pois isso representaria contagem dupla. A inclusão dos efeitos indutivos e de segunda ordem só é justificada quando os mercados afetados são ineficientes.

Outra consideração relevante para se evitar a dupla contagem é quanto à forma de valoração de benefícios e externalidades, que já podem ter considerado a indução como forma de atribuição de valores econômicos.

Especificamente, projetos de saneamento básico promovem impactos positivos na saúde que, por consequência, geram maiores possibilidades de realização de atividades produtivas. O método de valoração dos benefícios de impactos na saúde, pela abordagem do custo da doença, combina custos evitados diretos e indiretos ao sistema de saúde para produzir a proxy da estimativa geral do benefício sob a ótica societária. Dessa forma já contempla a geração dos efeitos secundários (saúde) como forma de captura do valor de não mercado para o impacto real gerado.

Feitas as ressalvas acima, três efeitos indutivos podem ser considerados quando a ambiência do projeto revelar que há, por meio dele, a liberação de fatores de produção ociosos ou subutilizados devido à restrição de oferta hídrica. Abaixo descreve-se e exemplifica-se os diferentes tipos de efeitos indutivos que podem ser avaliados a partir dos projetos de infraestrutura hídrica.



Caso algum destes três efeitos indutivos seja identificado como relevante, mas não consiga ser quantificado e/ou valorado, deve-se incorporá-lo como parte da avaliação de sensibilidade dos resultados finais, ou ao menos sejam apresentados de maneira qualitativa a fim de explicitar detalhadamente tais impactos ao tomador de decisão⁵⁵.

■ Efeitos sobre investimento induzido

Trata-se do efeito indutivo mais comum às infraestruturas hídricas. Considera-se haver (ou não) uma restrição econômica pela oferta hídrica ou pela recorrência de desastres hidrológicos, o que significa que o mercado secundário afetado pelo projeto (consumo hídrico via rede geral ou nível geral de investimento, respectivamente) opera abaixo de seu potencial.

Uma vez que o projeto adicione oferta ou segurança contra os desastres, pode-se esperar que desencadeie um aumento de produtividade sistêmica, pois poderá haver mudanças comportamentais em termos de decisão de investimento pós projeto. Nestes casos, o efeito sobre o investimento induzido não acarretará dupla contagem, pois endereçará uma ineficiência de mercado. Em outras palavras, não haverá uma simples transferência de investimentos de um local para outro, mas sim a motivação de novos investimentos que não ocorreriam na ausência do projeto (e que não são, claramente, componentes de seu rol de benefícios diretos).

Exemplificam-se os casos por tipologia:

- **Aumento da disponibilidade hídrica via rede geral:** considera-se que o município beneficiário apresente marcante restrição de oferta hídrica, supondo-se que, caso o projeto de oferta aumente a disponibilidade via rede geral para além da cobertura das demandas de abastecimento residencial, haja indução do investimento. A forma de se valorar o benefício se dá pela CMLP, considerando os volumes adicionais disponibilizados via rede geral. Importante considerar o crescimento populacional e a possível restrição de oferta hídrica pelas mudanças climáticas, que podem vir a reduzir o volume disponível para indução. Apenas a CMLP de fornecimento de água para o comércio, indústria e utilidade pública deve ser utilizada, não realizando distinção entre as faixas de consumo essenciais ou não (ver item 5.1.2).
- **Promoção da segurança contra desastres:** considera-se que o município beneficiado pela redução do risco de desastres possa apresentar restrições (contrafactuais) ao investimento geral dada a conhecida probabilidade de perda ou cessão de atividade econômica trazida pelos desastres. Afinal, caso os desastres por inundações, enxurradas ou alagamentos sejam são frequentes e recorrentes, pode-se supor que, com amplo acesso à informação, os agentes econômicos podem alterar seu comportamento em função do risco e investir menos no município. A forma de se investigar tal possibilidade é por meio da comparação estatística entre o município e municípios similares, porém não afetados pelos desastres. Sugere-se utilizar, como métrica de avaliação, o valor agregado bruto (VAB) do setor de serviços privados, em

⁵⁵ Conforme o Guia Geral de ACB, a quantificação de tais efeitos requer parâmetros (e.g. elasticidades de aglomeração) específicos para cada região e setor de infraestrutura que ainda não estão disponíveis em fontes oficiais no contexto brasileiro.



tese o mais suscetível ao risco. Caso a hipótese seja aceita, o parâmetro encontrado (desde que válido estatisticamente) pode ser aplicado ao VAB do município, representando a liberação da restrição econômica trazida pelo projeto.

- **Projetos de saneamento** (sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário) devem trazer, de forma típica, efeitos indutivos do investimento que se manifestam via mercado imobiliário. Quando a melhoria da saúde local causada pelo aporte de rede coletora de esgotos induz um investidor do mercado imobiliário a substituir uma casa térrea por um bloco de apartamentos, aumentando, desse modo, a intensidade do uso do solo, tem-se um resultado da mudança comportamental em termos de decisões de investimentos privados que foram induzidas a partir do projeto. Embora o efeito possa ser esperado, deve-se ter muita atenção para não realizar a dupla contagem, pois um dos métodos de valoração do benefício é pela valorização imobiliária, que expressa esse ajuste de indução. Ademais, importante observar que o método de valoração pela abordagem do custo da doença já contempla a geração dos efeitos secundários (saúde) como forma de captura do valor de não mercado para o impacto real gerado.

■ Efeitos sobre mercado de trabalho

Não se trata de efeito indutivo comum às infraestruturas hídricas, pois demandaria antever uma situação em que o projeto induz a população beneficiada a aumentar seu nível de qualificação profissional (acessando oportunidades educacionais mais distantes) ou a entrar no mercado de trabalho, seja pela primeira vez, seja em outras oportunidades de emprego mais produtivas do ponto de vista econômico. Esse efeito, mais comum no setor de transportes, só deve ser considerado quando devidamente circunscrito ao projeto em análise, e mesmo assim, tomando-se o cuidado de isolar o efeito da indução de mudanças comportamentais relacionadas à oferta de mão de obra via modelos estatísticos.

■ Efeitos de aglomeração

Os efeitos de aglomeração, que se referem ao ganho de produtividade que ocorre com o aumento da densidade da atividade econômica, também não são típicos das infraestruturas hídricas e do saneamento. Afinal, estes projetos não devem modificar a densidade de determinadas atividades econômicas e reduzir seus custos de transação. Caso haja, eventualmente, haja a modificação na densidade de atividades econômicas, estas se darão pela tipologia de projeto de oferta de água para fins econômicos (irrigação, criação animal, indústria e mineração). Nestes casos, deve-se analisar se os mercados são competitivos o suficiente para render impactos líquidos à sociedade, antecipando-se que este será o caso mais típico.



7. INDICADORES DE VIABILIDADE DO PROJETO

Uma vez que os custos e benefícios do projeto e suas alternativas foram determinados e reduzidos a um valor comum e mesma base temporal, o documento do projeto deverá apresentar os resultados por meio dos seguintes indicadores econômicos:

- **Valor Social Presente Líquido Comparativo (Δ VSPL):** a diferença entre VSPL do cenário alternativo e base – representa o benefício ou custo social líquido do projeto trazido a valor presente com desconto pela TSD;
- **Valor Anual Equivalente (VAE):** valor que, se recebido anualmente pela vida útil do projeto, teria o mesmo Δ VSPL que o próprio projeto;
- **Taxa de Retorno Econômica (TRE):** a taxa de desconto que resulta em um valor igual a zero para o Δ VSPL, corresponde ao retorno socioeconômico do projeto;
- **Índice Benefício-Custo (B/C ou IBC):** dado pelo quociente entre os valores presentes de benefícios e custos econômicos.

Para detalhes do significado, cálculo, interpretação e uso dos indicadores, consultar o Guia Geral de ACB (capítulo 8)⁵⁶.

É importante ressaltar que além das conclusões que podem ser obtidas a partir dos indicadores acima, todos os benefícios que não puderam ser mensurados devem ser levados em consideração na tomada de decisão sobre a execução do projeto. Para tal, a apresentação dos resultados (capítulo 11) também deve organizar qualitativamente essas informações em forma tabular para facilitar a comparação.

Adicionalmente, os resultados devem ser dispostos de maneira que o projeto e suas alternativas possam ser comparados por meio dos indicadores derivados. Em alguns casos, esses critérios levarão a ranqueamentos divergentes.

7.1 ESCOLHA DA MELHOR OPÇÃO

Esta seção visa orientar o proponente quanto ao uso dos indicadores acima apresentados para decidir entre as opções e apontar a preferível. Determinar o indicador de avaliação quantitativo mais apropriado (Δ VSPL, TRE, IBC) para avaliar qual opção é preferida pode levantar algumas questões.

Uma primeira abordagem deve ser baseada na TRE, haja vista traduzir o custo de oportunidade de uso alternativo do capital societário. Recomenda-se avaliar os resultados com base nos intervalos dados pelos limiares de valores dos cenários pessimista e otimista do cálculo da Taxa Social de Desconto (TSD)⁵⁷:

- Caso a TRE resultante se apresente acima de 11,4%, o projeto pode ser considerado viável. Nesse caso, é necessária a realização a análise de sensibilidade e de riscos padrão, mas pode ser dispensada a análise estatística e probabilística dos riscos, exceto se recomendável com base na análise qualitativa de riscos;

⁵⁶ Os cálculos de uma ACB podem ser realizados em planilhas eletrônicas de cálculo.

⁵⁷ Nota Técnica nº 19.911/2020, Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura do Ministério da Economia.



- Para uma TRE entre 8,5% e 11,4%, o projeto pode ser considerado viável, mas é recomendável proceder à análise probabilística de riscos, por meio de simulação de Monte Carlo ou equivalente, para permitir ao gestor do projeto melhor inferir sobre a robustez do resultado apresentado;
- Caso a TRE se apresente entre 5,7% e 8,4%, o projeto deve ser considerado, a princípio, inviável. Entretanto, na ausência de uma alternativa melhor, deve-se proceder a uma cuidadosa análise dos efeitos distributivos do projeto, além da própria análise probabilística de riscos. A partir disso, em especial da análise dos efeitos distributivos, o gestor do projeto poderá melhor decidir sobre a continuidade ou não do projeto, considerando sobretudo seus efeitos sobre as populações mais vulneráveis.
- Por fim, para uma TRE abaixo de 5,7%, o projeto deve ser considerado inviável, sendo recomendável sua descontinuidade.

Caso a TRE seja superior a 5,7%, deve-se proceder a análise com base em diversos aspectos que variam de projeto a projeto, impedindo a prescrição de um roteiro determinístico. Em geral, é preferível que os projetos com o Δ VSPL mais alto sejam selecionados porque isso é consistente com a meta de maximizar o benefício líquido para a sociedade. No entanto, as restrições orçamentárias e o contexto da tomada de decisão podem recomendar opções com um Δ VSPL inferior em dadas circunstâncias.

Pode ser mais interessante para a sociedade, por exemplo, optar por um rol de projetos com Δ VSPL positivos, mas de pequena magnitude e de altos índices B/C, a apenas um projeto com elevado Δ VSPL e menor índice B/C. Afinal, o índice B/C apresenta o tamanho relativo dos benefícios em comparação com os custos, enquanto o Δ VSPL está preocupado com o tamanho absoluto dos benefícios em comparação com os custos.

A análise de sensibilidade (item 8.1) também deve ter um impacto significativo nos resultados (ao mostrar o quão sensível é o resultado geral a uma mudança em uma variável chave e, portanto, a probabilidade de influenciar a decisão final tomada). Importante, nesse sentido, considerar a sensibilidade aos custos, haja vista o quadro de subestimação disseminada, com erros de projeção de mais de 50% apresentando-se como regra, não exceção⁵⁸.

Enfim, as ferramentas de avaliação podem ser utilizadas de diferentes maneiras de acordo com o contexto da tomada de decisão. Um projeto pode ser avaliado:

- **Entre um conjunto de opções com atendimento a objetivos similares:** Para tal decisão, deve-se primar pela opção de maior Δ VSPL, ponderando-se aspectos distributivos de cada opção e a robustez frente às análises de sensibilidade.
- **Entre um conjunto de projetos não relacionados dentro de um orçamento fixo ou restrito:** No caso de seleção sob restrição orçamentária ou de possibilidade de

⁵⁸ O BID mapeou 200 conflitos locais relacionados a projetos de infraestrutura na América Latina que resultaram em atrasos de execução para 81% dos casos e extrapolação dos custos em 58% deles, além de redesenho dos projetos (42%) e cancelamento total (18%). Na média dessa amostra, os projetos tiveram atrasos de cinco anos de execução, incorrendo em custos adicionais de ordem de US\$ 1,2 bilhão, ou 69% dos orçamentos originais.



financiamento, a partir de opções com $\Delta VSPL$ positivo e de TRE acima de 5,7%, o índice B/C pode ser bastante informativo. Em uma situação em que os projetos precisam ser financiados por recursos limitados, pode ser demonstrado que a alocação de fundos por meio do critério B/C resulta em uma escolha mais apropriada do que o $\Delta VSPL$.

- **No caso de projetos orientados à conformidade:** Caso diferentes alternativas possuam o mesmo objetivo (a exemplo da universalização do esgotamento sanitário em um conjunto de cinco municípios) e externalidades similares, a seleção pode se basear na alternativa de menor custo.
- **Por seus próprios méritos:** Para uma proposta ser avaliada quanto ao mérito próprio, ou seja, sozinha, basta decidir com base no valor presente líquido. Projetos, sobretudo na fase de pré-viabilidade idealmente não seriam avaliados por seus próprios méritos, pois a boa governança requer que mais de uma opção seja avaliada. No entanto, este pode ser o caso de projetos já iniciados (com custos enterrados, ou *sunk costs*, em inglês) ou em casos de planejamento específicos.

A fim de esclarecer as possibilidades descritas acima, pondera-se o exemplo a seguir, que traz o resultado dos indicadores de viabilidade para três alternativas de um projeto hipotético de oferta de água com foco no abastecimento humano. A alternativa 1 apresenta resultados em diferente ordem de magnitude pois agrega, ainda, um módulo de irrigação; já as alternativas 2 e 3 atendem ao abastecimento humano de forma relativamente similar.

Tabela 7-1 - Exemplo hipotético de indicadores da ACB no cenário comparativo

Indicadores da ACB social	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Valor Social Presente Líquido dos Custos	-R\$ 720 M	-R\$ 220 M	-R\$ 280 M
Valor Social Presente Líquido dos Benefícios	R\$ 880 M	R\$ 360 M	R\$ 310 M
Valor Social Presente Líquido Comparativo ($\Delta VSPL$)	R\$ 160 M	R\$ 140 M	R\$ 30 M
Valor Anual Equivalente dos Custos	-R\$ 67 M	-R\$ 21 M	-R\$ 26 M
Valor Anual Equivalente dos Benefícios	R\$ 82 M	R\$ 34 M	R\$ 28 M
Valor Anual Equivalente (VAE)	R\$ 15 M	R\$ 13 M	R\$ 2 M
Taxa de Retorno Econômica (TRE)	11,3%	13,6%	9,6%
Índice Benefício-Custo (B/C)	1,23	1,63	1,09

Os custos e os benefícios sociais são bastante distintos: a alternativa 1 é melhor em R\$ 130 milhões que a alternativa 3, mas traz um $\Delta VSPL$ de custos 2 vezes maior que a alternativa 2. Todas as alternativas apresentam $\Delta VSPL$ positivo, com a TRE acima da TSD. Apenas a alternativa 2 apresenta uma TRE que supera o limiar determinado em 11,4%; as demais alternativas (1 e 3) retornam resultados entre 8,5% e 11,4%, ou seja, devem ser submetidas à análise probabilística de riscos.



Uma vez que as alternativas 2 e 3 se aproximam em termos de objetivos finalísticos, deve-se optar pela 2, pois os benefícios são maiores enquanto os custos, menores. A diferença dos indicadores é bastante significativa mais de R\$ 10 milhões superiores em VAE para a 2 em detrimento a 3.

Já em relação às alternativas 1 e 2, deve-se ponderar outros fatores, pois diferentemente do endereçamento do problema de segurança hídrica, a implementação de um perímetro irrigado perfaz estratégia de indução ao desenvolvimento. Enquanto o índice B/C indica preferência pela alternativa 2, nota-se que seu alcance é menor do que a 1, pois não agrega o projeto de irrigação. Em contrapartida, a alternativa 2 conta com uma base de custos e benefícios menos incerta, pois justamente independe de tal projeto.

Embora atendam a objetivos diferentes, enfim, as alternativas 1 e 2 apresentam indicadores finalísticos relativamente similares, denotados por meio de $\Delta VSPL$ de mesma ordem de grandeza (160 milhões para a primeira e de R\$ 140 milhões para a segunda). A alternativa 1 é mais custosa (R\$ 720 milhões contra R\$ 220 milhões), embora também produza benefícios superiores (R\$ 880 milhões contra 360, respectivamente).

Uma vez que ambas as alternativas 1 e 2 são socialmente viáveis e apresentam indicadores relativamente próximos, são justificadoras de investimento por apresentarem $\Delta VSPL$ positivo. A partir desta viabilidade social, cabe destacar que a opção entre as alternativas supera o âmbito de resposta dos indicadores de viabilidade da ACB e deve ser submetida à análise de risco e análise distributiva para embasar a escolha mais robusta de encaminhamento do projeto nas fases posteriores de avaliação.

7.2 RECOMENDAÇÕES DA ACB PRELIMINAR

O objetivo da ACB Preliminar não é o de traçar uma conclusão definitiva sobre o projeto, mas sim de reduzir o escopo de análise futura para as alternativas que merecem ser analisadas em mais detalhes, indicando a abordagem mais promissora e descartando as inviáveis.

Como produto final da decisão dessa etapa, deve-se ter o encaminhamento das alternativas de projeto para os estágios posteriores de estudos, seja via ACB Completa ou estudos de viabilidade detalhados. As recomendações devem abordar os aspectos mais relevantes das análises de risco e distributiva, tanto quanto os indicadores da ACB, bem como apontar as eventuais interdependências e sinergias na implantação de infraestruturas visando racionalizar o uso de recursos públicos, alcançar o maior benefício socioeconômico, e prevenir a degradação ambiental.



8. ANÁLISE DE RISCO

A ACB econômica de projetos de infraestrutura hídrica é baseada em estimativas de variáveis quantificáveis, como demanda, custos, disponibilidade de água e benefícios econômicos, assim como em parâmetros de valoração e atribuição de valores pecuniários para benefícios de não mercado. Adiciona-se ainda a incerteza trazida pelas mudanças do clima e pelas expectativas de modificações socioeconômicas, sejam via demografia ou atividade econômica. Portanto, é útil considerar os efeitos de mudanças prováveis nas variáveis-chave sobre a viabilidade (Δ VSPL, TRE, Índice B/C) de um projeto, concedendo ao resultado maior robustez em seu encaminhamento.

São três as análises necessárias, seguindo o Guia Geral de ACB e trazendo as especificidades do setor de recursos hídricos e saneamento: análise de sensibilidade, avaliação qualitativa de riscos e análise probabilística.

8.1 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade é uma técnica que busca avaliar o impacto de mudanças nas variáveis do projeto no resultado esperado, em especial nos indicadores econômicos. Aqui, novamente, espera-se que o proponente siga as orientações do Guia Geral de ACB cobrindo os objetivos, conceitos e procedimentos esperados para um teste de sensibilidade.

Importante pontuar que a análise de sensibilidade precisa ser conduzida de forma sistemática e organizada. Assim, reforça-se a importância do uso consistente e organizado de planilhas de cálculo e bases de dados desde o início da avaliação, facilitando a aplicação dos procedimentos descritos no Guia Geral de ACB e neste Manual Setorial.

■ Identificação de variáveis-críticas

A primeira avaliação de sensibilidade a ser realizada é quanto à identificação de variáveis críticas. A forma de conduzir tal análise é por meio da aplicação de um choque de 1% em cada variável, de forma individual, independente (mantendo-se as demais constantes) e ao nível mais desagregado possível. O objetivo é verificar a variação que tal choque produz no Δ VSPL.

- Recomenda-se considerar como críticas as variáveis para as quais uma mudança de $\pm 1\%$ do valor adotado na ACB ocasiona uma variação de mais que 1% no VSPL.

A tabela abaixo traz uma sugestão de apresentação da análise de identificação das variáveis-críticas em projetos de recursos hídricos e saneamento, observando-se abordar parâmetros de valoração dos benefícios, de estimação dos custos e de parâmetros de projeções (ver lista de exemplos ao final do presente tópico).



Tabela 8-1 - Exemplo de análise de sensibilidade: Identificação de variáveis-críticas

Variável	Variação do Δ VSPL (choque de 1%)	Criticidade
DAP para atendimento às necessidades básicas	1,8%	Crítica
Benefício da indução ao investimento	0,6%	Não crítica
Valor bruto da produção agrícola	4,1%	Crítica
Projeção da demanda hídrica	0,7%	Não crítica
Sensibilidade em relação à mudança do clima	3,3%	Crítica
CapEx da barragem	3,4%	Crítica
OpEx da barragem	0,1%	Não crítica
OpEx da ETE	1,3%	Crítica

■ Valores de inflexão

A segunda avaliação de sensibilidade a ser realizada é quanto aos valores de inflexão. Esse é o valor que a variável analisada teria que atingir para que o VSPL do projeto igualasse a zero, ou seja, para que o sinal de viabilidade do projeto se invertesse.

O uso de valores de inflexão na análise de sensibilidade permite fazer julgamentos sobre os riscos do projeto e sobre oportunidades de prevenção. Por exemplo, caso uma redução de apenas 12% no valor bruto da produção agrícola seja suficiente para tornar o VSPL de um projeto de oferta de água para irrigação igual a zero, significa que o projeto pode ser demasiado arriscado. Caso isso ocorra, procede-se a uma investigação mais aprofundada sobre as causas daquele risco, sua probabilidade de ocorrência e à identificação de possíveis medidas corretivas (veja a seção a seguir).

A tabela abaixo traz uma sugestão de apresentação da análise de valores de inflexão em projetos de recursos hídricos e saneamento.

Tabela 8-2 - Exemplo de análise de sensibilidade: Valores de inflexão

Variável	Valor de inflexão
<i>Benefícios:</i> CMLP de indução de demanda no abastecimento humano	75%
<i>Benefícios:</i> Valor bruto da produção agrícola	12%
<i>Benefícios:</i> Aumento do risco hídrico pela mudança do clima	64%
<i>Custos:</i> CapEx da barragem de ampliação de oferta e água	138%



Custos: CapEx público e privado do módulo de irrigação	65%
Custos: CapEx da barragem e adutora	30%

■ Análise de cenários

A terceira avaliação de sensibilidade a ser realizada é quanto aos resultados oriundos do cruzamento de duas ou mais variáveis críticas. Deve-se cruzar a imposição de variações positivas e negativas de forma a identificar como o VSPL se comporta em diversas combinações. Pode-se extrair julgamentos sobre os riscos do projeto com base no resultado dessa análise, como, por exemplo, se o VSPL permanecer positivo mesmo na pior das combinações, o risco do projeto pode ser avaliado como baixo.

A tabela abaixo traz uma sugestão de apresentação da análise de cenários em projetos de recursos hídricos e saneamento.

Tabela 8-3 - Exemplo de análise de sensibilidade: Análise de cenários para o VSPL entre a DAP (R\$/m³) e o CapEx (R\$, milhões)

DAP (linha) CapEx (coluna)		Cenário otimista			Default	Cenário pessimista		
		26	24	22	20	18	16	14
Cenário otimista	550	420	341	320	302	280	269	220
	570	407	330	314	296	278	261	184
	590	390	312	290	270	250	232	189
Default	610	355	293	268	246	225	205	180
Cenário pessimista	630	329	275	249	224	203	182	166
	650	295	260	231	205	183	162	152
	670	287	273	244	198	180	158	140

■ Componentes e variáveis típicas

A tabela a seguir apresenta algumas das principais variáveis a serem consideradas na análise de sensibilidade de projetos de infraestrutura hídrica e de saneamento. Esta é aconselhável tanto para variáveis relacionadas ao mercado quanto para bens não mercantis. Não se trata de uma lista exaustiva nem finalística, sendo que a escolha final de variáveis pode depender muito da tipologia, mas sobretudo de projeto a projeto.

Tabela 8-4 - Componentes e variáveis para a condução de análise de sensibilidade

Componente	Variáveis quantificáveis
Demanda de projeto	Taxa de crescimento da população e previsões de fluxos migratórios
	Tendências de alteração no consumo de água (per capita, por setores usuários)
	Taxa de desenvolvimento das safras (para irrigação)



Componente	Variáveis quantificáveis
	Tendência de produção (quando relevante, para irrigação ou criação animal)
Hidrologia	Variações na oferta hídrica (com mudança do clima)*
	Variações na disponibilidade hídrica (curvas de permanência)
	Possíveis obras na mesma bacia hidrográfica
Benefícios (quantificação e valoração)	Variações nos parâmetros da proxy da DAP (e.g. para maior cobertura, maior confiabilidade do abastecimento, melhor qualidade da água potável e/ou qualidade dos corpos d'água)
	Variação nos parâmetros de valoração dos custos da doença (benefícios de saúde)
	Variações nos preços de venda dos produtos agrícolas (para irrigação)
	Variações no valor dos ativos utilizado para o cômputo dos custos evitados
	Variações nos parâmetros de quantidade e/ou qualidade dos recursos hídricos liberados
Efeitos indutivos **	Variações potenciais sobre o investimento induzido
	Variações potenciais sobre os efeitos no mercado de trabalho
	Variações potenciais sobre efeitos de aglomeração
CapEx	Variações no período de construção (anos)
	Variações de preços reais (orçamento subestimado)
	Variações na taxa cambial (para insumos relevantes importados)
OpEx	Variações nos custos de mão de obra
	Variações nos custos com energia
	Variações nos custos de manutenção (mudanças tecnológicas ou sistemas importados)
	Variações na eficiência dos ativos fixos
	Aumento nos custos de produção (para irrigação)



** Importante destacar as previsões das mudanças do clima, que devem alterar a disponibilidade hídrica e requerem, para sua compreensão e planejamento resiliente, de testes específicos de sensibilidade e avaliação de riscos de cunho hidrológico.*

*** Caso a análise qualitativa dos efeitos indutivos os identifiquem como pertinentes, não sendo possível uma avaliação quantitativa, pode-se estimar seus efeitos nos resultados da ACB Preliminar por meio da aplicação, na análise de sensibilidade, de estimativas grosseiras de seus benefícios (ou custos) sociais, balizados por efeitos conhecidos de outros projetos de investimento ou de parâmetros de literatura.*

8.2 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE RISCOS

Recomenda-se seguir as orientações do Guia Geral de ACB para a condução da avaliação qualitativa de riscos do projeto e suas alternativas, que busca informar o tomador de decisão quanto aos eventos adversos que poderão ocorrer com o projeto durante o prazo de análise.

■ Identificação dos eventos adversos

O primeiro passo implica na identificação e listagem de eventos adversos aos quais o projeto (e suas alternativas) poderá estar exposto. Isso pode ser conduzido avaliando experiências anteriores, projetos comparáveis e considerando o setor como um todo.

Espera-se que o proponente avalie e discorra sobre os riscos pertinentes ao projeto de recursos hídricos e suas alternativas, buscando cobrir as dimensões descritas e exemplificadas na tabela abaixo. Nota-se que diversas variáveis cabíveis na análise de risco não o são na etapa preliminar de análise. A tabela abaixo exemplifica, não exaustivamente, as dimensões e variáveis potencialmente pertinentes para a condução da análise de risco.

Tabela 8-5 - Dimensões e variáveis para a condução de análise de risco

Dimensões	Variáveis a considerar e exemplos de eventos adversos
Mudanças do Clima	Alterações climáticas podem deteriorar o grau de segurança hídrica, ou aumentar o risco de severidade
Regulatória	Fatores políticos ou regulatórios inesperados que afetam o preço da água ou o custo de produção
	Mudanças nas taxas e impostos, amplamente dependentes de decisões tomadas por órgãos reguladores nacionais ou regionais
Análise de demanda	Consumo de água inferior ao previsto
	Taxa de conexão ao sistema de esgotamento sanitário menor do que previsto



Dimensões	Variáveis a considerar e exemplos de eventos adversos
Concepção do projeto	Pesquisas e investigações inadequadas, por exemplo, previsões hidrológicas imprecisas ou com informações históricas imprecisas e/ou de medição recente
	Estimativas de custo de design inadequadas
Administrativa	Autorizações de construção ou outras / aprovações de serviços públicos / Processos judiciais
Aquisição de terras	Custos de terra maiores do que o previsto
	Atrasos processuais
Ambiental	Dificuldades e atrasos para obtenção das licenças ambientais (prévia, implantação e operação) ⁵⁹
Construção	Custo do projeto e/ou atraso no cronograma de construção
	Relacionado ao empreiteiro (falência, falta de recursos) ⁶⁰
Operacional	Confiabilidade das fontes de água identificadas (quantidade/qualidade) ⁶¹
	Custos de manutenção e reparo maiores do que o previsto, acúmulo de avarias técnicas
	Relacionado ao fornecedor (falência, descontinuidade de produto)
	Estado das demais infraestruturas conexas à projetada (exemplo da qualidade das redes existentes de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, ou de canais adutores)

⁵⁹ Exemplo: Se uma estação de tratamento de esgoto for projetada com capacidade insuficiente para lidar com a quantidade de águas residuais afluentes e a carga de poluição, ela será operada em um estado de sobrecarga, o que significa um risco de não atender aos requisitos legais para a qualidade das águas tratadas e causar odores desagradáveis e outros problemas ambientais, além dos riscos de aumentar a energia consumida durante a operação e prejudicar a durabilidade da instalação a longo prazo.

⁶⁰ Exemplo 1: Caso as empresas licitantes da obra não sejam devidamente avaliadas antes da seleção do licitante vencedor, existe o risco de ocorrência de acidentes durante a construção, paralisando a obra. Se a empresa não puder retomar a construção, a construção poderá ser abandonada antes da conclusão. Exemplo 2: Se materiais inadequados forem usados na fase de construção do duto de água, há o risco de vazamentos frequentes após a instalação, cortando a água de dezenas de milhares de famílias na área beneficiada.

⁶¹ Exemplo: Se os custos de todo o ciclo de uma Estação de Tratamento de Água não forem devidamente considerados, pode haver a seleção inadequada do processo de tratamento, que pode não antever a piora da qualidade da água no manancial, como exemplo, ou ainda o crescimento populacional que demandaria uma tecnologia modular, como outro exemplo.



Dimensões	Variáveis a considerar e exemplos de eventos adversos
Engenharia	Responsabilidade civil por mau funcionamento de infraestrutura hídrica, com perdas e danos de terceiros, incluindo custos com mitigação e penalidades
Financeiro	A tarifa aumenta mais lentamente do que o previsto
	Cobrança de tarifa inferior ao previsto

Aqui, novamente, é preciso ponderar o grau de profundidade e detalhamento compatível, em termos de informação disponível e de recursos despendidos, com esta fase preliminar. É muito provável que diversos dos riscos previstos não consigam ser analisados na devida profundidade. Deve-se focar naqueles mais fulcrais ao sucesso do projeto, mediante as ponderações qualitativas cabíveis.

Espera-se, sobretudo, transmitir ao tomador de decisão uma ordem de grandeza dos principais fatores de risco afetando o projeto a as estimativas anteriores, além de uma comparação relativa destes fatores entre as diferentes alternativas de projeto avaliadas, como fator adicional de decisão.

■ Atribuição de probabilidade e severidade

A próxima sequência de análise é realizar, com base na identificação e avaliação dos eventos adversos, a atribuição de probabilidade e severidade da ocorrência. No cruzamento entre estas, tem-se o nível resultante de risco.

Tabela 8-6 – Exemplo de classificações de probabilidade e severidade

Probabilidade de ocorrência de cada evento adverso*	Severidade da ocorrência sobre o bem-estar social gerado pelo projeto
A - Improvável (0-10%)	I - Nenhum efeito significativo
B - Pouco provável (10-33%)	II - Pequena perda (afetando minimamente os efeitos de longo-prazo)
C - Probabilidade média (33-66%)	III - Moderado (há perdas, principalmente danos financeiros)
D - Provável (66-90%)	IV - Crítico (alto nível de perda, ocorrência compromete as funções primárias do projeto)
E - Muito provável (90-100%)	V - Catastrófico (podem resultar em perda grave ou total das funções do projeto)

* Percentuais exemplificativos, considerando o horizonte de análise (eg. 30 anos)



No cruzamento entre as classes de probabilidade e de severidade, aloca-se a nota de risco para o evento avaliado, conforme orientação do Guia Geral de ACB e aposto na tabela abaixo.

Tabela 8-7 - Classificações nível de risco: Cruzamento entre probabilidade e severidade

Nível de Risco		Severidade				
		I	II	III	IV	V
Probabilidade	A	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado
	B	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Alto
	C	Baixo	Moderado	Moderado	Alto	Alto
	D	Baixo	Moderado	Alto	Inaceitável	Inaceitável
	E	Moderado	Alto	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável

■ Proposição de medidas mitigadoras

Sendo uma fase preliminar e de priorização e pré-avaliação de alternativas de projeto, espera-se que o mesmo seja lapidado nas fases subsequentes do ciclo de avaliação do projeto (ver Guia Geral: ACB no ciclo de investimentos). Aqui, portanto, a partir da análise de sensibilidade e de riscos, é possível indicar medidas mitigadoras de riscos e incertezas a serem consideradas nos próximos detalhamentos e avaliações do projeto.

A título de exemplo, medidas mitigadoras de riscos em projetos de infraestrutura hídrica poderão ser identificadas como na tabela a seguir.

Tabela 8-8 - Exemplo de medidas mitigadoras por tipologia

Tipologia	Risco e Descrição	Medida Mitigadora
Oferta de Água [abastecimento humano e usos econômicos]	Indisponibilidade da fonte hídrica [Manancial incapaz de ofertar vazão mínima operacional do projeto]	Se passível de resolução contratual ou outorga firme, assegurar a existência de formalização de outorga ou contrato com disponibilidade hídrica suficiente para a viabilidade do empreendimento
Oferta de Água [projetos de irrigação]	Implantação e operação de perímetro irrigado [Diversos projetos na região semiárida não alcançaram o potencial que lhes foi projetado devido a vários fatores, que vão de erros no dimensionamento do projeto, passando pela falta de apoio político adequado,	Parte significativa desses riscos pode ser dirimida pelo órgão responsável pela administração do perímetro projetado. Esse risco envolve elementos institucionais não capturáveis pelos indicadores de resultado da ACB, embora sua consequência pode ser a inviabilização do projeto, com custos sociais superiores aos benefícios.



Tipologia	Risco e Descrição	Medida Mitigadora
	chegando até à questão da titulação dos lotes do perímetro]	
Oferta de Água [abastecimento humano] Esgotamento Sanitário	Risco de demanda [Demanda hídrica e de geração de cargas podem variar por questões socioeconômicas diversas]	Projetos devem ser dimensionados com faixas de demanda que abranjam horizontes conservadores e tendenciais, pelo menos, indicando a sua viabilidade independente de uma “melhora” no lado da demanda
Oferta de Água [abastecimento humano e usos econômicos] Controle de Cheias	Mudanças do Clima [Afetar as previsões hidrológicas que embasam o projeto, calculadas com base em normais climáticas]	Estudar a hidrologia em escala de bacia hidrográfica com base em cenários de mudanças do clima que afetam a precipitação e a evaporação, identificando e reportando o potencial desvio em relação à normal climática considerada.
Oferta de Água Controle de Cheias	Infraestruturas interdependentes [A operação de infraestruturas hídricas em uma mesma bacia deve seguir, minimamente, um conjunto de regras operativas pactuadas]	Assegurar que a nova infraestrutura se conecte com infraestruturas existentes, operacionais e viáveis, cuja previsão de prosseguimento de funcionamento possa ser assegurada sem intervenção do operador
Oferta de Água Controle de Cheias	Risco institucional [Modificações na hierarquia ou instituições públicas podem deixar empreendimentos “órfãos” ou desassistidos]	Assegurar no momento de proposição do projeto que esteja aderente ao planejamento setorial vigente, com clara identificação das figuras do originador, empreendedor, operador, público-alvo e partes interessadas, especialmente atores públicos
Esgotamento Sanitário	Risco institucional do operador do Sistema de Esgotamento Sanitário [Diversas configurações de prestadores de serviço são possíveis: autarquias ou empresas municipais, companhias estaduais, companhias privadas, dentre outros arranjos]	Assegurar no momento de proposição do projeto que o prestador de serviço tenha a concessão para operação em prazo suficiente para amortizar o investimento, e que o titular do serviço tenha prescrito Agência Reguladora capaz e com metas alinhadas às normativas da



Tipologia	Risco e Descrição	Medida Mitigadora
		Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Exemplo de identificação e classificação qualitativa de risco

Avaliação do risco das mudanças do clima e da segurança hídrica de um projeto de oferta de água na região semiárida.

- Alternativas de projeto impactadas: todas as alternativas.
- Avaliação: o efeito das mudanças do clima pode se apresentar ainda mais severo do que a estimativa realizada caso haja eventual redução de disponibilidade hídrica do manancial do projeto.
- Consequência: os resultados hidrológicos poderão vir a indicar que a barragem do projeto deva ser majorada em sua capacidade para conceder a segurança hídrica que dela se espera.
- Reflexo nos indicadores da ACB: custos de investimento (CapEx) mais altos ou benefícios de longo prazo menores.
- Conexão com análise de sensibilidade: efeito das mudanças do clima e CapEx.
- Classificação quanto à probabilidade: provável (D).
- Classificação quanto à severidade do impacto: moderado (III).
- Nível resultante de risco: D x III = alto.

Como mitigação do risco identificado, tem-se a recomendação da ACB Preliminar em conduzir, nas próximas etapas de avaliação do projeto, um estudo de risco climático ao nível de bacia hidrográfica, haja vista o projeto se localizar em sua parte baixa, mais próximo à foz, e estar sujeito aos efeitos de toda a área de drenagem a montante.

8.3 ANÁLISE PROBABILÍSTICA

A última das análises de risco perfaz a análise probabilística dos resultados da ACB, realizada com base na simulação de Monte Carlo. Esse método permite uma leitura estatística de resultados da ACB obtidos por meio de simulações que impõe à modelagem variações aleatórias em suas variáveis-chave. Uma vez que cada uma das diversas simulações traz uma composição única, produz-se um range diverso de resultados que, dada sua aleatoriedade, permite inferir conclusões sobre a robustez dos resultados obtidos pela análise *default*.

Para prosseguir com a análise, é importante que se destaquem as variáveis submetidas à variação aleatória e a distribuição probabilística utilizada. Caso estabeleçam-se faixas de variação, baseadas nas avaliações qualitativas da análise, deve-se também reportá-las



com clareza, de forma que o tomador de decisão esteja informado dos contornos da análise.

A tabela abaixo apresenta um exemplo dos resultados de uma análise de Monte Carlo.

Tabela 8-9 - Exemplo de análise de Monte Carlo

Resultados agregados de 9.999 simulações	VSPL (Valor Social Presente Líquido)	TRE (Taxa de Retorno Econômico)	B/C (Índice Benefício/Custo)
Indicadores finais da ACB sem variação (default)	R\$ 165 milhões	11,3%	1,23
Média	90	9,4%	1,11
Desvio Padrão	289	3,4%	0,30
Mínimo	-655	-0,7%	0,52
1º Quartil	-117	7,0%	0,89
Mediana	67	9,3%	1,07
3º Quartil	279	11,0%	1,28
Máximo	1.128	22,3%	2,71

O resultado da simulação de Monte Carlo, expresso em termos da distribuição de probabilidade (densidade) da TRE ou do VSPL no intervalo resultante de valores, fornece informação mais abrangente sobre o perfil de risco do projeto. Outra representação gráfica recomendada é “violino”, que apresenta as curvas de densidade dos pontos no entorno do *boxplot*.

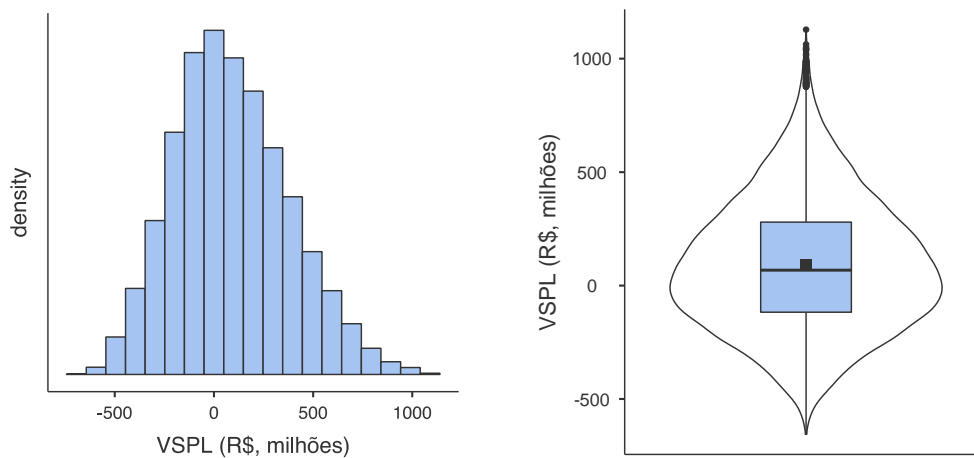


Figura 8.1 - Exemplo de resultados da simulação de Monte Carlo



9. ANÁLISE DISTRIBUTIVA

Uma vez que a ACB é uma metodologia agregativa, ou seja, seu resultado é fruto da somatória dos benefícios e custos, a distribuição destes entre usuários não é claramente expressa pelos indicadores de viabilidade do projeto. Trata-se de uma fragilidade bastante conhecida da metodologia, para a qual existem contornos.

Geralmente um projeto sendo analisado ao nível da ACB preliminar não terá maturidade para apresentar uma análise distributiva detalhada, muito embora não seja impeditivo para identificar os efeitos esperados e qualificar seus aspectos. Uma das formas de realizar essa análise é por meio da identificação de atores, grupos e usuários (*stakeholders*) que foram considerados na ACB, apresentando-os de forma a revelar não só o valor social presente líquido (VSPL) de seus custos e benefícios, mas também os quantitativos envolvidos (e.g. número de pessoas, quantidade de hectares, quantidade de propriedades), região geográfica (e.g. usuários urbanos, suburbanos, rurais), grupos sociais (e.g. usuários por faixa de renda, comunidades tradicionais), entre outros.

Recomenda-se que a análise distributiva seja realizada pelo proponente em todos os projetos que passarem para a etapa de ACB detalhada, incluindo ao menos as duas análises abaixo descritas.

Fragilidade contornável: A ACB ignora questões distributivas

As valorações e alocações dos benefícios devem deixar claro quem ganha e quem perde com o projeto, permitindo qualificar as questões distributivas a partir da análise.

9.1 MATRIZ DE STAKEHOLDERS

Para os principais conjuntos de atores envolvidos com o projeto, e seguindo as orientações do Guia Geral de ACB, é importante apresentar a matriz de *stakeholders*, que identifica de forma clara o valor presente líquido que é atribuído a cada um, explicitando também as transferências entre as partes, mesmo que neutras do ponto de vista social. Para tanto, é necessário integrar os valores tratados na análise socioeconômica com a avaliação financeira (receitas e despesas). A ferramenta permite visualizar as contribuições líquidas, por meio do cancelamento de efeitos negativos com positivos.

A título de exemplo, a tabela abaixo apresenta uma matriz de stakeholders de projeto de oferta de água para fins de abastecimento humano, mas que também traz a possibilidade de aproveitamento das águas reservadas (que o seriam em maior volume) para abastecer uma área irrigada, cuja alocação seria para pequenas unidades familiares de produção.

Para um projeto cuja operação envolve cobrança de tarifas, ver exemplo de matriz de *stakeholders* no Guia Geral de ACB (capítulo 10). Nestes casos, um dos stakeholders será o operador do serviço, que geralmente assume os custos de investimento e de operação mediante a contrapartida da cobrança de tarifa.



Tabela 9-1 - Exemplo de matriz de stakeholder em recursos hídricos

Categorias de benefícios, custos, tributos e obrigações		Stakeholders* (R\$ milhões, VPL)	Pequenos produtores rurais	Usuários residenciais (rede)	Demais usuários (rede)	Impactados pelo Projeto	Empreiteiro	Promotor Público do Perímetro de Irrigação	Empreendedor e Operador	Governo	Fator de conversão	Sociedade Geral (B/C líquido)
Benefícios	Tarifa do serviço de água			-420					420		1,00	0
	Segurança hídrica			508							1,00	508
	Produção agrícola irrigada	310									1,00	310
	Externalidade (indução)				55						1,00	55
	Externalidade (potencial)				**						1,00	**
External. negativas	Impactos socioambientais					-3						-3
	Inundação de terras					-5						-5
CapEx Barragem e Adutora	MDO qualificada						3		-38		0,75	-26
	MDO não qualificada						5		-54		0,74	-36
	B&S comercializáveis						16		-218		0,93	-188
	B&S não comercializáveis						3		-34		0,93	-29
	Desapropriação/reassentamento					5		-2	-3		0,84	0
OpEx Barragem e Adutora	MDO qualificada								-5		0,75	-4
	MDO não qualificada								-9		0,74	-7
	B&S comercializáveis								-27		0,93	-25
	B&S não comercializáveis								-11		0,93	-10
	Mitigação imp. socioambientais					2			-2		0,84	0
Módulo Irrigação	CapEx		-24					-134			1,00	-158
	OpEx		-183					-47			1,00	-230
Tributos e Obrigações				-19					-12	31	1,00	0
FLUXO LÍQUIDO			103	69	55	-1	13	-183	21	31	-	152

* Listar demais stakeholders, sempre que pertinente

** Externalidade identificada, mas não quantificada ao nível de ACB Preliminar



9.2 EFEITOS DISTRIBUTIVOS

Projetos de infraestrutura hídrica e de saneamento podem gerar eventuais efeitos socioeconômicos regressivos, onde a população mais rica captura uma parte desproporcionalmente maior dos benefícios. Nestes casos, deve-se proceder a inclusão de correções distributivas por meio de externalidades de necessidades básicas. Primeiramente, deve-se identificar a ocorrência potencial de efeitos regressivos, então ponderar seu tratamento via compensações. No exemplo hipotético da matriz acima, parte dos impactos do projeto (por exemplo, sobre uma comunidade de pescadores impactada) não teria sido completamente compensada.

Efeitos socioeconômicos regressivos

Em projetos de infraestrutura hídrica e de saneamento, deve-se atentar para os casos exemplificados abaixo para identificação de efeitos socioeconômicos regressivos.

■ Tipologia de oferta de água

No caso de projetos que visam atender demandas hídricas com fins produtivos (irrigação, criação animal, indústria, geração de energia etc.):

- Deve-se ter especial atenção ao efeito das externalidades aos serviços ecossistêmicos hidrológicos. Tais externalidades tendem a afetar comunidades de pescadores, usuários do meio rural⁶² e outros usuários não consuntivos difusos, por diversas vezes menos favorecidos.
- Outro efeito regressivo pode ocorrer caso o projeto não preveja o atendimento de populações com insegurança hídrica circunscritos à sua ambiência.

No caso de projetos de abastecimento humano, os efeitos regressivos podem ocorrer quando uma infraestrutura contempla apenas o incremento de segurança hídrica às populações atendidas via rede geral de abastecimento, abrindo-se duas possibilidades:

- Na área urbana, o projeto pode deixar de contemplar o atendimento às populações menos favorecidas por estas não estarem conectadas à rede geral. Mesmo incrementando-se a segurança hídrica de um dado município, caso uma parcela da população não tenha acesso à rede, esta permanecerá não apenas com insegurança hídrica, mas também com o acesso precário à água tratada, com diversas repercussões sobre a saúde e demais aspectos do bem-estar já abordados no capítulo 5. No mais das vezes, a parcela da população sem acesso à rede geral é a menos favorecida.

⁶² Os usos difusos rurais se dão nas propriedades rurais e abrangem uma multiplicidade de usos, tais como a dessedentação animal, o cultivo irrigado e o próprio abastecimento humano.



- Na área rural, o projeto pode deixar de contemplar tais populações dispersas, sendo que por vezes medidas simples como a previsão de chafarizes podem suprir a segurança hídrica a partir de uma infraestrutura voltada para a área urbana.

A desigualdade no acesso aos serviços de saneamento básico

Enquanto 16,3% da população brasileira não tem acesso à água tratada, a proporção entre a população abaixo da linha de pobreza é de 51,7%, segundo Instituto Trata Brasil (2021). Uma família pobre, dessa forma, tem três vezes mais chances de não receber água tratada.

Parte significativa da população menos favorecida das grandes cidades habita aglomerados subnormais⁶³, áreas geralmente associadas a uma maior dificuldade de oferta de seus serviços de saneamento, dado um ou uma combinação dos seguintes fatores:

- Dificuldade operacional, uma vez que o aglomerado subnormal tendem a apresentar ocupação territorial desordenada (pouco retilíneas) e/ou íngremes;
- Dificuldade econômica, pois a população residente tende a apresentar maiores restrições orçamentárias;
- Dificuldade de garantia da qualidade, pois não raro existem ligações clandestinas de água ou alternativas individuais de abastecimento (poço raso ou captação direta do corpo hídrico); ou
- Dificuldade legal, pois o aglomerado subnormal apresenta posse irregular do domicílio a ser atendido e são caracterizados, no mais das vezes, por restrita atuação do Estado.

Destaca-se, nesse sentido, a Lei nº 13.465/2017 que institui a Regularização Fundiária Urbana (Reurb), a qual abrange medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação dos núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes. Segundo o diploma legal, deve-se atender os núcleos urbanos informais consolidados passíveis de reurbanização, quando não se encontrarem em área de risco, com rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

■ Esgotamento sanitário

Os projetos de esgotamento sanitário tendem a ser progressivos, ou seja, incrementar o acesso aos serviços da população menos favorecida. Enquanto 45,9% da população brasileira não tem acesso à coleta de esgotos, a proporção entre a população abaixo da linha de pobreza é de 67,5%, segundo Instituto Trata Brasil (op. cit.). Uma família pobre, dessa forma, tem mais chances de ser beneficiada por um projeto de expansão da rede coletora. Não obstante, duas situações demandam atenção:

- Caso esteja-se comparando dois projetos distintos, um deles pode beneficiar uma fração maior de população de baixa renda do que o outro, devendo-se ponderar tal

⁶³ Segundo o IBGE, aglomerado subnormal é uma forma de ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia (públicos ou privados) para fins de habitação em áreas urbanas e, em geral, caracterizados por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação. Tais assentamentos são conhecidos por diversos nomes, como favelas, invasões, grotas, baixadas, comunidades, vilas, ressacas, loteamentos irregulares, mocambos e palafitas, entre outros.



fato frente aos resultados do VSPL. Nem sempre o maior VSPL deve ser escolhido, e essa é uma das razões para tal, conforme item 7.

- Caso alternativas de um mesmo projeto imponham custos (e.g. de desapropriação ou de externalidades como odores da estação de tratamento de esgotos), também cabe avaliar a alocação de tais custos entre a população menos favorecida.

■ Tipologia de controle de cheias

No caso de projetos que visam controlar eventos extremos, os efeitos econômicos regressivos tendem a ser menos relevantes, uma vez que a população atingida pelos desastres hidrológicos não deve ser avaliada por sua posse, mas sim pelas vidas e impactos causados ao seu bem-estar. Não obstante, duas situações demandam atenção:

- Caso esteja-se comparando dois projetos distintos, um deles pode beneficiar uma fração população maior de população (ou habitações, por exemplo) do que o outro, devendo-se ponderar tal fato frente aos resultados do VSPL.
- Caso alternativas de um mesmo projeto abranjam diferentes opções de áreas afetadas (a serem beneficiadas), também cabe avaliar o perfil de tais beneficiários.

Torna-se também relevante identificar os benefícios (custo evitado) que ocorrem ao setor público e ao setor privado, segregando-se a análise conforme as categorias das fichas de reporte dos desastres, conforme abordado no item 5.3:

- Setor público:
 - Danos evitados em instalações públicas e infraestrutura
 - Prejuízos públicos evitados
- Setor privado:
 - Danos em habitações evitados
 - Prejuízos evitados no setor de serviços
 - Prejuízos evitados no setor industrial
 - Prejuízos evitados no setor da agropecuária

demandas hídricas com fins produtivos (irrigação, criação animal, indústria, geração de energia etc.):

- Deve-se ter especial atenção ao efeito das externalidades aos serviços ecossistêmicos hidrológicos. Tais externalidades tendem a afetar comunidades de pescadores, usuários do meio rural e outros usuários não consuntivos difusos, por diversas vezes menos favorecidos.
- Outro efeito regressivo pode ocorrer caso o projeto não preveja o atendimento de populações com insegurança hídrica circunscritos à sua ambiência.



Benefícios do atendimento a necessidades básicas

A geração de benefícios associados ao atendimento de necessidades básicas pode receber tratamento diferenciado na ACB. A lógica é que a sociedade estaria disposta a pagar um prêmio pelo atendimento direto a necessidades básicas de pessoas menos privilegiadas. Nesse bojo estão serviços como o saneamento básico, educação, saúde, nutrição e moradia.

Conforme abordado pelo capítulo de benefícios do presente Manual (5), o aporte de infraestruturas hídricas afeta (de forma direta ou indireta) uma vasta gama de usuários, sejam eles populações humanas, atividades produtivas ou mesmo usuários não consuntivos dos recursos hídricos como a pesca, a navegação, o lazer e a contemplação. Os métodos de valoração sugeridos para cada benefício de cada tipologia de projetos já prescrevem a identificação e a quantificação das partes afetadas para a atribuição de valor social (seja de custos ou de benefícios).

Esse é o caso, por exemplo, das modificações aos usos da água em situações de restrição de disponibilidade, que podem excluir ou prejudicar um grupo usuário frente a outros.

No âmbito do atendimento às necessidades básicas de abastecimento de água (do qual a oferta de água bruta é dependente para que haja a plenitude da prestação dos serviços) e de esgotamento sanitário, a abordagem de valoração dos benefícios gerados por um maior grau de cobertura dos serviços públicos já prevê a consideração de valores diferenciados.

- O método de valoração da maior disponibilidade de rede de abastecimento de água requer diferenciar o acesso à água (maior cobertura, geralmente associada às populações mais carentes, como visto no item anterior) da regularidade no abastecimento (garantia da oferta, geralmente associada às populações já atendidas pelos serviços).
- No caso de projetos de ampliação da oferta de água, a consideração da DAP não-linear já contempla o valor adicional que é dado pelo atendimento das necessidades básicas (faixa de consumo até 5m³/mês/economia), em detrimento à garantia de abastecimento para faixas mais elevadas de consumo do recurso hídrico, contemplando em seu bojo a essencialidade da água para todos os usuários conectados à rede, pois nesse caso não se deve distinguir por renda.
- No caso do esgotamento sanitário, a consideração do benefício diferenciado pelas situações iniciais, apostas no respectivo capítulo, também resulta na ponderação distinta de valor para os casos em que o aporte de rede coletora deve ser valorado em conjunto com a geração de impactos positivos na saúde da população beneficiada (sobretudo em situações em que na situação sem o projeto os efluentes são lançados a céu aberto e não exista solução individual alternativa à rede).

A forma de valoração proposta no Manual, portanto, contempla benefícios diferenciados quando do atendimento às necessidades básicas. Caso os projetos em análise também promovam uma melhora (piora) no atendimento a uma necessidade básica de habitação, saúde, educação, nutrição ou energia elétrica, deve-se utilizar da indicação do Guia Geral



Análise custo-benefício de projetos de infraestrutura de energia e recursos hídricos
Contrato: BRA10/694/38391/702/38399/2020, Licitação: JOF-1934/2020

**PRODUTO - Manual de Análise Custo-Benefício para Investimentos em Infraestrutura
Hídrica de Interesse Estratégico e Relevância Regional**
Manual_ACB_Infra_Hídrica_defeso_rev



de ACB para adicionar categorias de benefícios (custos) que reflitam o prêmio (custo) social de tal atendimento. Para permitir essa mecânica de tratamento e valoração destas externalidades, o Catálogo de Parâmetros deverá trazer parâmetros do quanto a sociedade estaria disposta a pagar, na margem, por estes atendimentos.



10. ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO

O arranjo institucional e contratual escolhido para implantação do projeto influencia nos resultados socioeconômicos esperados, os quais devem ser considerados na ACB. Há três condicionantes principais, cujos efeitos devem ser analisados e levados em consideração na ACB: (a) se há cobrança pelo serviço; (b) se há a geração de receitas para o governo ou exigência de contrapartida orçamentária do governo para financiamento do projeto; e (c) se a construção e operação da infraestrutura será executada diretamente (obra pública) ou mediante delegação (concessão ou PPP). A análise dos principais efeitos desses condicionantes é apresentada a seguir.

Cobrança pelos serviços

A cobrança pelos serviços, por um lado, auxilia no financiamento da construção e manutenção da infraestrutura no longo prazo, por meio da geração de receitas, além de reduzir a demanda por recursos públicos. Por outro lado, possui impacto na demanda, podendo reduzir a quantidade demandada por unidade consumidora, bem como reduzir o número potencial total de beneficiários. Esses impactos devem ser ponderados e levados em consideração, uma vez que afetam o benefício total esperado para o projeto.

A respeito, cabe ponderar que projetos de fornecimento de água para abastecimento humano e projetos de esgotamento sanitário caracterizam-se por possuírem beneficiários facilmente identificáveis e individualizáveis. Por isto, são também setores que já possuem tradição na cobrança de tarifas. Desse modo, essa questão é pouco discutida, sendo regra geral a cobrança pelo consumo, geralmente com base no CMLP.

Por outro lado, projetos relacionados ao controle de cheias possuem benefícios difusos devido ao consumo não rival e não excludente, impossibilitando a individualização do consumo e a imposição da tarifa. Dessa forma, torna-se praticamente inviável a cobrança de tarifas associadas ao projeto de investimento.

Por fim, para as obras de irrigação, observa-se a possibilidade de individualização do consumo e a imposição de tarifas. Entretanto, é recomendável avaliar o impacto da cobrança sobre a demanda e sobre o benefício total esperado do projeto, permitindo a ponderação sobre o cenário que apresenta o melhor resultado socioeconômico.

Geração de receitas ou contrapartida do governo

A arrecadação de tributos por parte do governo gera distorções (peso morto) na economia. Assim, projetos que são integralmente ou parcialmente financiados com recursos públicos, geralmente obras públicas ou PPP com contrapartida do governo, devem ter seus custos onerados por essa distorção. Esse ônus deve ser mensurado e monetizado por meio da utilização do parâmetro do preço sombra do gasto público, disponibilizado no Catálogo de Parâmetros.

Por outro lado, se o projeto gera receitas fiscais, esse montante contribui para reduzir a necessidade de arrecadação de tributos pelo governo e reduzem, portanto, a distorção



gerada na economia. Dessa forma, a geração de receitas pelo projeto também deve ser corrigida pelo parâmetro do preço sombra do gasto público, de modo que o benefício socioeconômico gerado será maior que o valor financeiro arrecadado.

Por meio da utilização do preço sombra do gasto público, são onerados os custos associados aos projetos cobertos com recursos públicos, da mesma forma como são corrigidas as receitas geradas, ampliando o benefício socioeconômico resultante. Dessa forma, a análise ACB revela o verdadeiro custo ou benefício socioeconômico associado ao projeto, auxiliando na decisão pelo melhor desenho para sua implantação. Um exemplo prático da aplicação do preço sombra do gasto público pode ser encontrado no apêndice II do Guia Geral de ACB.

Obra pública, concessão ou PPP

Existem vantagens e desvantagens na opção da execução de um projeto de investimento em infraestrutura diretamente (obra pública) ou por meio de parceria (concessão ou PPP). Por exemplo, a preparação dos procedimentos licitatórios para a realização de uma obra pública tende a ser mais rápida que o rito de preparação de uma concessão ou PPP, permitindo iniciar mais rapidamente os trabalhos. Essa diferença pode ser crucial em situações emergenciais. Da mesma forma que parcerias exigem mais tempo e esforço na preparação do projeto, também exigem esforços relevantes nas fases seguintes, na forma de supervisão e regulação dos contratos, o que se estende pelas fases de realização de investimentos e de operação.

Por outro lado, contratos de parceria geralmente estão associados a uma melhor eficiência na sua execução, com menores custos, menos atrasos na execução e uma melhor distribuição dos riscos, com a transferência de vários riscos nas fases de implantação e operação do ente público para o parceiro privado. Além disso, permitem aumentar o investimento em infraestrutura, ao mesmo tempo que poupam recursos do orçamento público. Por serem mais focados na qualidade dos serviços, também permitem ampliar o acesso e a cobertura em geral, com melhor qualidade e confiabilidade na prestação dos serviços, resultando em melhora do bem estar geral da sociedade.

Outros benefícios, vantagens e desvantagens dos possíveis diferentes arranjos institucionais e contratuais de implantação, além de exemplos práticos, podem ser encontrados no capítulo 11 e no apêndice II do Guia Geral de ACB.



11. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

11.1 MODELO DE APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Entre outros, um objetivo do Guia Geral de ACB e deste Manual Setorial é garantir a elaboração de Análises Custo-Benefício em um formato uniformizado. A ACB de infraestruturas hídricas e de saneamento, elaborada com base neste Manual, deve abranger os conteúdos especificados em todos os capítulos anteriores, sendo seus resultados apresentados em forma de um relatório, segundo modelo disponível no capítulo 12 do Guia Geral de ACB e replicado abaixo em seu conteúdo, explicitando as correspondências de cada tema com as seções deste Manual.

Espera-se que o proponente resuma de forma esquemática os seus principais conteúdos, apresentando, além do relatório, as planilhas eletrônicas utilizadas para os cálculos. Estas devem estar devidamente organizadas, formuladas e formatadas conforme as melhores práticas a fim de facilitar seu entendimento. Deve-se apresentar, além das fontes de dados, as premissas e inferências utilizadas. É também imprescindível delinear explicitamente as limitações do método usado e as suposições que foram feitas para a análise. Isso ajudará a qualificar os resultados e alertar os tomadores de decisão para as próximas fases de detalhamentos dos projetos.

Tabela 11-1 – Modelo de apresentação do Relatório de ACB em Recursos Hídricos e Saneamento

Seção e item deste Manual	Conteúdo Esperado na Seção
Sumário executivo	Descrição sucinta do projeto, abordando escopo e características principais do investimento proposto, os objetivos a serem alcançados e o serviço que resulta de sua execução. Incluir os principais indicadores socioeconômicos, como custos (CapEx, OpEx), demanda estimada, principais benefícios e indicadores de viabilidade (VSPL, TRE, B/C).
Descrição do Contexto (Item 2.2)	Descrição do contexto institucional e setorial em que a proposta de investimento se insere. Situação da proposta em relação aos planos, programas e políticas de infraestrutura existentes. Descrição da oferta e demanda existentes na área de influência do investimento proposto.
Definição de Objetivos (Item 2.3)	Identificação e contextualização do problema que se pretende atacar. Descrição dos objetivos que se pretende alcançar com o investimento proposto, incluindo avaliação de arranjos existentes e diagnóstico de necessidades. Descrição da unidade responsável pela execução do projeto.



Seção e item deste Manual	Conteúdo Esperado na Seção
	<p>Descrição sumária dos principais achados de estudos técnicos de viabilidade do projeto, em especial levantamentos de demanda, custos e impactos ambientais.</p> <p>Incorporação de ações de prevenção, mitigação e compensação ambiental já mapeadas.</p>
Identificação do Projeto, Alternativas e Contrafactual (Item 2.4)	<p>Detalhamento da abordagem e resultados da análise de alternativas para o projeto, em termos de escopo, solução técnica, escala/capacidade, localização e cronograma de implantação.</p> <p>Apresentação da(s) alternativa(s) preferida(s) para o projeto (cenários de ACB), seus elementos físicos e atividades, sua delimitação e eventuais subcomponentes, bem como as principais partes interessadas.</p> <p>Descrição dos cenários considerados (base e alternativos) e do horizonte de análise utilizado.</p>
Estimação de Custos (Item 4)	<p>Apresentação dos principais itens de custo utilizados na ACB.</p> <p>Descrição dos parâmetros utilizados na análise, incluindo aqueles fornecidos pelo Catálogo de Parâmetros do IPEA.</p> <p>Descrição do cálculo do valor residual.</p> <p>Desagregação do CapEx e do OpEx para correção para preços sociais.</p>
Estimação de Benefícios (Item 5)	<p>Apresentação das principais categorias de benefício utilizadas na ACB.</p> <p>Descrição dos parâmetros utilizados na análise, incluindo aqueles fornecidos pelo Catálogo de Parâmetros do IPEA.</p> <p>Descrição da estimativa dos benefícios, incluindo a quantificação e os parâmetros para valoração pecuniária.</p>
Externalidades e Efeitos Indutivos (Item 6)	<p>Apresentação das principais categorias de externalidades e efeitos indutivos utilizados na ACB.</p> <p>Descrição dos parâmetros utilizados na análise, incluindo aqueles fornecidos pelo Catálogo de Parâmetros do IPEA.</p> <p>Descrição da estimativa dos custos e/ou benefícios, incluindo a quantificação e os parâmetros para valoração pecuniária.</p>
Indicadores de Viabilidade do Projeto (Item 7)	<p>Apresentação da tabela de cálculo do retorno socioeconômico, explicitando o cálculo dos indicadores de viabilidade: VSPL, TRE, B/C.</p> <p>Incluir visualização gráfica dos valores relativos de benefícios e custos, da distribuição temporal de fluxos econômicos, além de eventuais interpretações e notas explicativas.</p> <p>Encaminhamentos do projeto para etapas posteriores de avaliação.</p>



Seção e item deste Manual	Conteúdo Esperado na Seção
Análise de Risco (Item 8)	<p>Apresentação de tabela resumindo a análise de sensibilidade do projeto, incluindo interpretações e notas explicativas.</p> <p>Descrição da análise de cenários.</p> <p>Resumo da avaliação qualitativa de riscos, incluindo matriz de prevenção e mitigação.</p> <p>Eventual apresentação de resultados da análise probabilística de riscos.</p> <p>Discussão sobre o nível de risco do projeto.</p>
Análise Distributiva (Item 9)	<p>Apresentação e discussão de matriz de stakeholders do projeto.</p> <p>Eventual apresentação e discussão sobre resultados de ACB ajustados para efeitos distributivos do projeto.</p>
Anexos	<p>Documentos complementares, referências e planilhas de cálculo utilizadas na elaboração da ACB.</p>

11.2 CHECKLIST DA ACB

O roteiro a seguir encerra o presente Manual, e replica o checklist da ACB do Guia Geral. Seu intuito é facilitar a verificação de cumprimento das etapas de análise, sendo útil tanto para o proponente do projeto (responsável por preparar a documentação da proposta), quanto para seu examinador (analista envolvido na revisão independente e no parecer sobre a qualidade da ACB).

Etapa	Checklist
Geral	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Foi adotada a abordagem incremental, comparando um cenário “com projeto” com um cenário “sem projeto”?<input type="checkbox"/> O cenário contrafactual (“sem projeto”) é crível?<input type="checkbox"/> Foi selecionado um horizonte temporal adequado?<input type="checkbox"/> Os efeitos do projeto foram identificados e monetizados?<input type="checkbox"/> Foi utilizada a Taxa Social de Desconto?<input type="checkbox"/> A análise econômica é construída a partir de informações dos estudos de demanda e de engenharia?<input type="checkbox"/> A metodologia adotada é consistente com o Manual Setorial?



Etapa	Checklist
Apresentação do contexto	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Há descrição clara do contexto socioeconômico e institucional?<input type="checkbox"/> Os principais efeitos socioeconômicos do projeto foram considerados no contexto da região e do setor relevantes?<input type="checkbox"/> Tais efeitos são atingíveis dado o contexto?<input type="checkbox"/> Existe alguma restrição potencial importante à implementação do projeto?
Definição de objetivos	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> O projeto possui objetivos claramente definidos, oriundos de uma avaliação de necessidades?<input type="checkbox"/> O projeto é relevante à luz das necessidades?<input type="checkbox"/> Os objetivos do projeto são quantitativamente identificados por meio de indicadores e metas?<input type="checkbox"/> O projeto é coerente com os objetivos dos programas de governo?<input type="checkbox"/> O projeto é coerente com as estratégias e prioridades nacionais e regionais, conforme definido em planos setoriais ou de desenvolvimento?<input type="checkbox"/> É possível mensurar o grau de alcance dos objetivos, bem como sua relação, se houver, com as metas dos programas de governo indicadas?
Dados de entrada	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> O projeto constitui uma unidade autossuficiente de análise, claramente identificada?<input type="checkbox"/> As possíveis combinações de componentes autônomos do projeto foram analisadas separadamente?<input type="checkbox"/> Foi analisada a capacidade técnica, financeira e institucional do órgão proponente do projeto?<input type="checkbox"/> A área de impacto foi identificada adequadamente?<input type="checkbox"/> Foram identificados e estimados os beneficiários finais do projeto?<input type="checkbox"/> Se o projeto for implementado como parceria, houve descrição adequada do modelo de parceria? Foram precisamente identificados os parceiros público e privado?<input type="checkbox"/> Foram consideradas todas as partes potencialmente afetadas?
Dados de entrada	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Foi analisada a demanda atual pelo serviço?<input type="checkbox"/> Foram feitas projeções para a demanda futura pelo serviço?<input type="checkbox"/> Os métodos e as premissas para a projeção de demanda são apropriados?



Etapa	Checklist
	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> A documentação do projeto contém evidência suficiente de sua factibilidade do ponto de vista técnico?<input type="checkbox"/> O proponente demonstrou que alternativas factíveis para o projeto foram adequadamente consideradas?<input type="checkbox"/> Os critérios utilizados para selecionar a alternativa ótima são adequados para o tipo de projeto?<input type="checkbox"/> Foram incluídos os custos referentes a ações de correção de impactos ambientais negativos no fluxo de caixa considerado na ACB?<input type="checkbox"/> O design técnico é apropriado ao alcance dos objetivos?<input type="checkbox"/> A utilização da capacidade está alinhada com a expectativa de demanda?<input type="checkbox"/> As estimativas de custo do projeto (investimento e O&M) foram devidamente explicadas e suficientemente desagregadas para permitir a sua avaliação?
Análise socioeconômica	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Na presença de distorções relevantes de mercado, foram utilizados preços sociais para refletir o custo social de oportunidade dos recursos utilizados?<input type="checkbox"/> Foram aplicados os Fatores de Conversão apropriados aos itens menos significantes de insumos não comercializáveis?<input type="checkbox"/> No caso de itens significativos comercializáveis, foi aplicado o fator de conversão da taxa cambial (FCTC)?<input type="checkbox"/> Foi utilizado um preço sombra da mão de obra (PSMO) adequado para o fator trabalho?<input type="checkbox"/> Se os fluxos de caixa financeiros apresentarem componentes fiscais, houve correção dos preços de mercado?<input type="checkbox"/> Foram considerados impactos de não mercado e as externalidades relevantes na avaliação da viabilidade socioeconômica do projeto?<input type="checkbox"/> Foram considerados efeitos relacionados a mitigação e adaptação à mudança climática?<input type="checkbox"/> Os valores unitários para a quantificação de benefícios econômicos e externalidades, bem como seu crescimento real com o passar do tempo, foram adequadamente apresentados e explicados?<input type="checkbox"/> Foram calculados os principais indicadores de viabilidade socioeconômica (VSPL, TRE, B/C) considerando as categorias corretas de custos e benefícios? Existe algum risco de dupla contagem?<input type="checkbox"/> O valor social presente líquido é positivo? Se não for, existem benefícios não monetizados importantes a serem considerados?



Etapa	Checklist
Análise de risco	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Foi realizada uma análise de sensibilidade variável por variável e, preferivelmente, fazendo uso de valores de inflexão?<input type="checkbox"/> Foi realizada uma análise de cenários?<input type="checkbox"/> Qual é a estratégia proposta para prevenção e mitigação de riscos?<input type="checkbox"/> Foi apresentada uma matriz de prevenção de riscos completa?<input type="checkbox"/> Foram identificadas ações de prevenção e mitigação de riscos?<input type="checkbox"/> Se o projeto ainda aparentar estar exposto a riscos significativos, foi desenvolvida uma análise probabilística de riscos?<input type="checkbox"/> Qual a avaliação geral sobre o nível de risco do projeto?
Análise distributiva	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Foi realizada uma análise adequada dos efeitos do projeto sobre diferentes grupos de <i>stakeholders</i>?<input type="checkbox"/> Existem fluxos de recursos entre grupos de <i>stakeholders</i> que motivem alguma consideração especial sobre a forma de implementação do projeto?
Alternativas de implantação	<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Foram consideradas as possíveis alternativas de implementação do projeto?



BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ADB - Asian Development Bank. Demand Analysis and Forecasting. In: ADB (Ed.). Handbook for the economic analysis of water supply projects. 1999.
- ADLER, M.D.; POSNER, E.A. Rethinking Cost-Benefit Analysis. Chicago John M. Olin Law & Economics Working Paper no. 72 (2d series), 1999.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil); IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (Brasil). Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil 2013-2017. IBGE, Contas Nacionais n. 72 ISSN 1415-9813, Brasília, 2020.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Água na indústria: uso e coeficientes técnicos. 37 p. Brasília: ANA, 2017.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. 86 p. Brasília: ANA, 2017.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Atlas de Vulnerabilidade a Inundações. 20 p. Brasília: ANA, 2014.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. 75 p. Brasília: ANA, 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica. 116 p. Brasília: ANA, 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Polos Nacionais de Agricultura Irrigada. 26 p. Brasília: ANA, 2020.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Conjuntura Brasil - Recursos Hídricos 2020. 77 fl. ANA (Brasil): 2021.
- ANDREAZZI, M. A. R.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. Rev Panam Salud Publica. 2007;22(3):000-00.
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Nota técnica nº 368/2010 SER/ANEEL, de 7 de dezembro de 2010. Vidas úteis de bens e instalações do setor elétrico: Metodologia aplicada aos agentes outorgados de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Brasília, 2010.
- ATKINSON, G. et al. Environmental Valuation and Benefit-Cost Analysis in U.K. Policy. Journal of Benefit-Cost Analysis, v. 9, n. 1, p. 97-119, 2018.
- AUSTRALIA, I. Assessment Framework for initiatives and projects to be included in the Infrastructure Priority List. Sydney: Infrastructure Australia, 2018.
- AUSTRALIA. BUSINESS CASE DEVELOPMENT FRAMEWORK COST BENEFIT ANALYSIS GUIDE. Brisbane, 2018.
- BANCO MUNDIAL. Impactos e Externalidades Sociais da Irrigação no Semiárido Brasileiro – 1ª edição – Brasília – 2004. 132p. ISBN: 85-88192-11-x.
- BANCO MUNDIAL. Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 – 2019. Banco Mundial: Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. [Organização Rafael Schadeck] – 2. ed. – Florianópolis: FAPEU, 2020. Disponível em <https://relatoriodesastres.ceped.ufsc.br>.



- BARRETO M. L., et al. Impact of a citywide sanitation program in Northeast Brazil on intestinal parasites infection in young children. *Environ Health Perspect.* 2010 Nov;118(11):1637-42.
- BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento. Análise Econômica do Programa de Despoluição do Rio Tietê, 4ª Etapa. Documentos do Projeto BR-L1492, preparado por Kleber Machado (INE/WSA) com insumos de Paulo Borba de Moraes. IADB, 2018.
- BOS, E. J.; VLEUGEL, J.M. Incorporating Nature Valuation In Cost-benefit Analysis. *WIT Transactions on Ecology and the Environment.* Vol. 81, Pages 10 (2005).
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura. Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura – Brasília: SDI/ME, 2021. 92 p. [\[link\]](#).
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil Plano de Ação Imediata da Agricultura Irrigada no Brasil para o período 2020-2023. 156 fl. Brasília: MDR, 2020.
- BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 32, p. 67-98, 2007.
- BROUWER, R.; PEARCE, D. *Cost-Benefit Analysis and Water Resources Management.* 1 ed. Bodmin, Cornwall: Edward Elgar, 2005.
- CHILE. Metodología de General de Preparación y Evaluación de Proyectos. Santiago, 2013c.
- CRUZ, F. P; OLIVEIRA, B. F. Análise dos Determinantes do Consumo de Água nos Municípios Brasileiros, 2010 a 2015. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Vol. 8, n. 4, p. 57-79, 2019.
- CRUZ, K. E. A.; RAMOS, F. S. A importância da universalização do saneamento básico e de políticas socioeconômicas para redução de internações por infecções gastrointestinais. In: XXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2013, Goiânia-GO.
- CURRY, S.; WEISS, J. *Project Analysis in Developing Countries.* 2. ed. Hapshire, 2000.
- DE GROOT, R.; BRANDER, L.; PLOEG, S.; COSTANZA, R.; BERNARD, F.; BRAAT, L.; CRHRISTIE, M.; CROSSMAN, N.; GHERMANDI, A.; HEIN, L.; HUSSAIN, S.; KUMAR, P.; McVITTIE, A.; PORTELA, R.; RODRIGUEZ, L.; BRINK, P.; BEUKERING, P. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, v.1, n.1, 2012, p. 50-61.
- EC - EUROPEAN COMMISSION. *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020.* Bruxelas, 2014.
- EC - EUROPEAN COMMISSION. *Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities.* European Commission, 2015
- EIB - European Investment Bank. *The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB.* Luxemburgo, 2013.
- ESREY, S.A. Water, Waste, and Well-Being: A Multicountry Study. *American Journal of Epidemiology*, 143(6), pp. 608–623, 1996.



- FELTRAN-BARBIERI, R., S. OZMENT, P. HAMEL, E. GRAY, H. MANSUR, T. VALENTE, J. RIBEIRO, and M. MATSUMOTO. *Infraestrutura Natural para Água no Sistema Guandu, Rio de Janeiro*. [Natural Infrastructure for Water in Guandu System, Rio de Janeiro]. São Paulo: World Resources Institute-Brasil, 2018.
- FEWTRELL, L., et al. Water, Sanitation, and Hygiene Interventions to Reduce Diarrhoea in Less Developed Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Lancet Infect Dis*; 5: 42–52, 2005.
- GIZ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agência Alemã de Cooperação Internacional). *Integração de Serviços Ecosistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento: Uma abordagem passo-a-passo para profissionais (2ª edição Manual ISE)*. Brasília, DF: GIZ.
- GUIMARÃES, J.L.B., THA, D., *Soluções Baseadas na Natureza para Aumento da Resiliência Hídrica: Quantificação e Valoração dos Benefícios da Infraestrutura Natural no Município de São Bento do Sul-SC*. Curitiba-PR, Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2018.
- GVces - Fundação Getúlio Vargas Centro de Estudos em Sustentabilidade. *Análise Custo-Benefício de medidas de adaptação às mudanças climáticas na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ)*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 2014
- GVces - Fundação Getúlio Vargas Centro de Estudos em Sustentabilidade. ANA - Agência Nacional de Águas. *Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima: trajetórias da aplicação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas e Agência Nacional de Águas. São Paulo e Brasília, 2018
- GVces e ANA. *Instrumentos Econômicos aplicados à Gestão de Recursos Hídricos: caminhos para sua adoção em situações de conflito pelo uso da água no Brasil*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. São Paulo e Brasília. 2018.
- HALLER, L.; HUTTON, G.; BARTRAM, J. Estimating the costs and health benefits of water and sanitation improvements at global level. *Journal of Water and Health*, v. 5, n. 4, p. 467–480, 2007.
- INSTITUTO TRATA BRASIL (FREITAS, F. G. et al). *Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil*. Instituto Trata Brasil. São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica, 2018.
- INSTITUTO TRATA BRASIL (FREITAS, F. G.; MAGNABOSCO, A. L.) *As Despesas das Famílias Brasileiras com Água Tratada e Coleta de Esgoto*. Instituto Trata Brasil. São Paulo: Ex Ante Consultoria Econômica, 2021.
- NZ - New Zealand, The Treasury. *CBAX Tool User Guidance - Guide for departments and agencies using Treasury's CBAX tool for cost benefit analysis*. Wellington, New Zealand, 2020.
- OLSEN, A. et al; 2015. Comparing Methods of Calculating Expected Annual Damage in Urban Pluvial Flood Risk Assessments. *Water* 2015, 7, 255-270; doi:10.3390/w7010255
- ONU. *The Right to Water*. United Nations Human Rights (UN-HR); Office of the High Commissioner for Human Rights (OHCHR); United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT); World Health Organization (WHO). Genebra, CH, p. 61. 2010.



- OZMENT, S., R. FELTRAN-BARBIERI, E. GRAY, P. HAMEL, J. BALADELLI RIBEIRO, S. ROIPHE BARRETO, A. PADOVEZI, and T. PIAZZETTA VALENTA. Natural Infrastructure in São Paulo's Water System. Washington, DC: World Resources Institute, 2018.
- PAIVA, R. F. P. S.; SOUZA, M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. Cad. Saúde Pública n. 34(1), 2018.
- RASELLA D. Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbimortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil. Cad. Saúde Pública n. 29:40-50, 2013. O autor teve como base um conjunto de 224 municípios em desenho de estudo antes-e-depois controlado, efetuando uma análise de regressão multivariada para dados em painel com resposta binomial negativa a efeitos fixos do ano 2005 até 2008.
- ROUWENDAL, J. Indirect Effects in Cost-Benefit Analysis. Journal of Benefit-Cost Analysis, v. 3, n. 1, p. 1–27, 2012.
- RUDD, M. A.; ANDRES, S.; KILFOIL, M. Non-use Economic Values for Little-Known Aquatic Species at Risk: Comparing Choice Experiment Results from Surveys Focused on Species, Guilds, and Ecosystems. Environ Manage. 2016; 58: 476–490.
- SCRIPTORE, J. S. Impactos do saneamento sobre saúde e educação: uma análise espacial. Tese (Doutorado em Economia) apresentado à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- TEIXEIRA J. C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2003. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental n. 11:277-82, 2006.
- UK - United Kingdom, Environment Agency. Updating the National Water Environment Benefit Survey values: summary of the peer review. London, UK, 2013.
- UK - United Kingdom, Environment Agency. Flood and coastal defence: develop a project business case. London, UK, 2015.
- UN-WATER - Agência das Nações Unidas para a Água. Soluções Baseadas na Natureza para a gestão da água. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018. UNESCO/ World Water Assessment Program, 2018.
- VILELA, T.; GASPARINETTI, P. Análise Custo-Benefício da Construção da Usina Hidrelétrica Castanheira. Conservação Estratégica - Documento de Trabalho, 2018.
- WADDINGTON, H., et al. Water, Sanitation and Hygiene Interventions to Combat Childhood Diarrhea in Developing Countries. International Initiative for Impact Evaluation, Synthetic Review 001, New Delhi, India. 2009.
- WARD, F. A. Cost – benefit and water resources policy: A survey. Water Policy, v. 14, p. 250–280, 2012.
- WORLD BANK. Cost-Benefit Analysis in World Bank Projects. Washington: The World Bank, 2010.
- YOUNG, C.E.F.; MEDEIROS, R. (Organizadores) Quanto vale o verde: a importância econômica das unidades de conservação brasileiras. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018. 180p.
- YOUNG, R. A. Determining the Economic Value of Water: Concepts and Methods. 1. ed. Washington: Resources for the Future, 2004.