

NOTAS TÉCNICAS Nº IDB-TN-2884

Estimativa da Pegada Hídrica na América Latina

Giovanna Ferrazzo Napolini
Jesse Madden Libra
María Pérez Urdiales

Banco Interamericano de Desenvolvimento
Divisão de Água e Saneamento

Janeiro 2024



Estimativa da Pegada Hídrica na América Latina

Giovanna Ferrazzo Napolini
Jesse Madden Libra
María Pérez Urdiales

Banco Interamericano de Desenvolvimento
Divisão de Água e Saneamento

Janeiro 2024

Catálogo na fonte fornecida pela
Biblioteca Felipe Herrera do
Banco Interamericano de Desenvolvimento

Ferrazzo, Giovanna.

Estimativa da pegada hídrica na América Latina / Giovanna Ferrazzo Napolini,
Jesse Libra, María Pérez-Urdiales.

p. cm. — (Nota técnica do BID ; 2884)

Inclui referências bibliográficas.

1. Water consumption-Brazil. 2. Water consumption-Colombia. 3. Water
consumption-Costa Rica. 4. Water-supply-Brazil. 5. Water-supply-Colombia. 6.
Water consumption-Costa Rica. 7. Sustainable development-Brazil. 8.
Sustainable development-Colombia. 9. Sustainable development-Costa Rica. I.
Libra, Jesse. II. Pérez Urdiales, María. III. Banco Interamericano de
Desenvolvimento. Divisão de Água e Saneamento. IV. Título. V. Série.
IDB-TN-2884

Keywords: water footprint; sustainable development, input-output tables

JEL Code: C67, E01, O13, O54, Q01, Q25, Q56

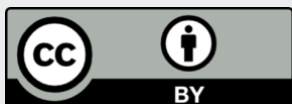
<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desenvolvimento. Esta obra está licenciada sob uma
licença Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>).
Os termos e condições indicados no link URL devem ser atendidos e o respectivo reconhecimento
deve ser concedido ao BID.

Além da seção 8 da licença acima, qualquer mediação relacionada a disputas decorrentes de tal
licença deve ser conduzida de acordo com as Regras de Mediação da OMPI. Qualquer controvérsia
relacionada ao uso das obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente deverá ser
submetida à arbitragem de acordo com as regras da Comissão das Nações Unidas sobre Direito
Comercial Internacional (UNCITRAL). O uso do nome do BID para qualquer finalidade que não seja
atribuição e o uso do logotipo do BID estarão sujeitos a um contrato de licença por escrito separado
entre o BID e o usuário e não está autorizado como parte desta licença.

Observe que o link da URL inclui termos e condições que são parte integrante desta licença.

As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem
necessariamente a posição do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva,
ou dos países que eles representam.




Estimativa da Pegada Hídrica na América Latina

Autoras:

Giovanna Ferrazzo Napolini
Jesse Libra
María Pérez-Urdiales





Agradecimentos. As autoras gostariam de agradecer ao Marcio Alvarenga, da Unidade Fiscal e de Gestão do BID, e à Bruna Ciasca, da The Nature Conservancy, pelos valiosos comentários durante o processo de revisão. Da mesma forma, agradecemos à Divisão de Contas Nacionais do DANE por elucidar as características dos dados colombianos para as autoras. As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade das autoras e não refletem necessariamente as opiniões do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de seu Conselho de Administração ou dos países que eles representam.

ÍNDICE

1.	Introdução	4
2.	Dados e Metodologia	5
2.1	Dados	5
2.1.1	Matrizes Insumo-Produto	5
2.1.2	Sistema de Contas Econômicas Ambientais da Água	5
2.2	Metodologia	9
2.2.1	Estimativa de requerimentos diretos de água	9
2.2.2	Agregação Setorial	11
2.2.3	Matriz hidro econômica: matriz de insumo-produto para análise ambiental	16
3.	Resultados	18
3.1	Requerimento Direto de Água	18
3.2	Resultados por País	20
3.3	Resultados por Setor	21
3.3.1	O setor de Agricultura - AGRI	22
3.3.2	Setor de água e saneamento - WASA	24
4.	Conclusão	26
5.	Referências	27
6.	Anexos	28
A	A Matriz Insumo-produto	28
B	O Processo de Deflação	28
C	Resultados Detalhados	29

1. Introdução

A América Latina e o Caribe abrigam, aproximadamente, um terço do abastecimento mundial de água doce; a distribuição geográfica dessa abundância, no entanto, não corresponde à demanda, o que faz com que uma grande parte da região fique vulnerável à escassez de água (Libra et al., 2022). A probabilidade é que essa vulnerabilidade aumente, à medida que as temperaturas médias globais continuem a subir. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês)¹ prevê o aumento na frequência e na duração das secas, mudanças nos padrões de precipitação e tempestades mais intensas (Castellanos et al., 2022).

Nesse contexto, entender o papel que a água desempenha para as economias da América Latina e Caribe é vital, pois as mudanças climáticas resultam em muitos e grandes desafios nessas áreas, como perturbações em ecossistemas, maior risco de escassez alimentar, aumento de custos por desastres naturais (econômicos e humanos) e riscos à saúde pública, o que acarreta implicações importantes para os setores agrícola e de água e saneamento (Castellanos et al., 2022). Ao mesmo tempo, as projeções populacionais na região apontam uma demanda crescente, tanto de forma direta — para consumo humano — como indireta, pelo uso necessário de água para a produção econômica (Baeumler et al., 2021).

Levando-se em conta as mudanças projetadas para o abastecimento e demanda de água, é importante entender como a utilização dos recursos hídricos tem sido feita até o momento em diferentes economias, para que se possa prever o impacto dessas mudanças nos sistemas econômicos existentes. A análise da pegada hídrica proporciona essa compreensão através do uso de modelos insumo-produto para análise ambiental, que capturam a interdependência entre as atividades econômicas e geram indicadores mais abrangentes do uso direto e total da água (Hoekstra et al., 2011). Ao considerar a desagregação setorial, os analistas adquirem informações sobre o fluxo de água, suas relações e influência na produção econômica. A análise da pegada híbrida viabiliza, sobretudo, a identificação de riscos e ineficiências relacionados à utilização da água pela cadeia produtiva.

Por toda América Latina e Caribe, são poucas as análises de pegadas hídricas detalhadas que consideram dados ambientais nacionais e mensuráveis, e seus encadeamentos na economia, o que dificulta uma visão completa da utilização da água e da vulnerabilidade interna das economias da região. Essa nota técnica descreve a metodologia usada para a execução das análises das pegadas hídricas para três economias regionais — Costa Rica, Colômbia e Brasil, de 2013 a 2017, adotando a abordagem proposta por Napolini et al. (2020). Embora o critério de seleção dos países seja a disponibilidade de dados, esses três países são estudos de caso interessantes, por duas razões. Primeiro: são diversos, no que se refere a escalas econômicas e geográficas; representam três regiões latino-americanas diferentes (América Central, Cone Sul e região Andina). Segundo: são países que sofreram secas e outros eventos climáticos adversos durante o período de análise, o que permitiu a observação das mudanças no uso da água, por conta da escassez. Em 2014, 27 milhões de pessoas foram afetadas pela seca no Brasil (World Bank, 2021), enquanto na província colombiana de La Guajira, o evento incitou protestos (BBC, 2014), e na Costa Rica, o custo da seca para o setor agrícola foi estimado em 19,5 milhões de dólares (Echeverría, 2016).

O foco desta nota é metodológico. Descrevem-se aqui os dados e métodos utilizados para a execução da análise da pegada hídrica. A nota inclui uma apresentação breve dos resultados e lança os fundamentos para uma futura publicação feita pela Equipe de Conhecimento da Divisão de Recursos Hídricos e Saneamento (Water and Sanitation Division's Knowledge Team, em inglês), que fará a análise desses resultados com o intuito de compreender os efeitos da escassez de água para essas economias e identificar oportunidades de melhoria no uso sustentável da água.

¹ Em inglês, Intergovernmental Panel on Climate Change.

2. Dados e Metodologia

A análise de pegada hídrica requer dados físicos de consumo de água e informações econômicas, ambos desagregados ao mesmo nível setorial. Os dados físicos de consumo de água são integrados então à matriz insumo-produto (MIP) econômica para produzir as estimativas da pegada hídrica.

O estudo usa dados econômicos da base de dados insumo-produto da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e dados físicos de consumo de água do Sistema de Contas Econômicas Ambientais para a Água (SEEA-Water, na sigla em inglês)², publicados pelo Brasil, Colômbia, e Costa Rica. Esses dados abrangem diferentes períodos: 2010-2020 para a Colômbia, 2012-2017 para a Costa Rica e 2013-2017 para o Brasil, considerando-se que o mais recente conjunto de dados econômicos disponível é de 2018. Estratégias de harmonização foram implementadas na matriz insumo-produto ambiental para garantir a coerência entre dados econômicos e físicos.

Esta seção descreve a inserção de dados utilizados na análise — tanto para as tabelas da MIP econômica quanto para a contabilização do consumo de água — e a metodologia utilizada para produzir a estimativa final da pegada hídrica. Aborda também premissas metodológicas, limitações de dados e a maneira como foram resolvidas as irregularidades nas informações.

2.1 Dados

2.1.1 Matrizes Insumo-Produto

A Matriz Insumo-Produto (MIP) é uma ferramenta econômica usada para análise da interdependência das atividades produtivas de uma economia. Proporciona uma estrutura de trabalho sistemática para rastrear o fluxo de bens e serviços entre diferentes setores econômicos e as transações monetárias correspondentes. O modelo pressupõe que o produto de um setor se transforma em insumo para outro, criando um fluxo circular de bens e serviços que responde à atividade econômica (Leontief, 1970)³.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) tem estado à frente na condução da pesquisa extensiva de conjuntos de dados insumo-produto. Essas matrizes constituem ferramentas fundamentais para a compreensão das interdependências entre setores econômicos e o fluxo de bens e serviços internos e entre países. Nesse contexto, a harmonização entre as agregações setoriais de dados monetários e os dados físicos de consumo de água torna-se essencial para o estabelecimento da relação entre a atividade econômica e o consumo de água.

Os conjuntos de dados da OCDE abrangem vários tipos de Matrizes Insumo-Produto (MIPs), inclusive sistemas nacionais e multirregionais em uma escala global. Uma das áreas chave de foco para a pesquisa das MIPs da OCDE são os sistemas nacionais. A Organização forneceu um conjunto de dados detalhados a 66 países, incluindo membros da OCDE e o grupo dos G20 no período entre 1995 e 2018. Essas MIPs oferecem uma visão geral da estrutura econômica dos países individualmente, o que permite aos pesquisadores identificar padrões de produção e consumo em uma nação.

A edição de 2021 da MIP nacional da Organização está dividida em 45 setores econômicos, de acordo com a Classificação Internacional Normalizada Industrial (ISIC, em inglês)⁴. Esse nível de detalhes proporciona um entendimento mais granular a respeito das interdependências entre setores econômicos e como esses contribuem para a economia como um todo e identificam os principais propulsores de crescimento e produtividade econômicos (OECD, 2021).

Outro aspecto do conjunto de dados da MIP Nacional é a apresentação de insumos combinados (tabela total) e a divisão em tabelas de insumos importados e insumos nacionais. A diferenciação entre insumos importados e domésticos é importante para a estimativa de pegada hídrica porque a contabilização de produtos importados pode superestimar uma pegada hídrica nacional.

Finalmente, o conjunto de dados da MIP nacional da OCDE é estimado a preços atuais, por exemplo: os valores monetários correspondem aos anos das transações das tabelas. Quando se trabalha com preços atualizados, existe um preço implícito, ou efeito da inflação, comparando-se a anos diferentes. Os valores precisam ser estimados em preços básicos, por exemplo: toda a série estará expressa em valores monetários de um determinado ano base, eliminando o efeito da inflação. Esse estudo normaliza todos os preços em USD 2015, usando o processo descrito no Anexo B.

2.1.2 Sistema de Contas Econômicas Ambientais da Água

O Sistema de Contabilidade Econômica e Ambiental da Água (SEEA-Water, na sigla em inglês) é um padrão estatístico internacional para a contabilização de uso de água pelas atividades produtivas (UN, 2012). A Divisão de Estatística das Nações Unidas desenvolveu essa estrutura de trabalho para monitorar as interações entre os recursos hídricos e a economia. O Sistema emprega a mesma estrutura contábil que o Sistema de Contas Nacionais (SCN), resultando em um conjunto de dados padronizados que pode ser atrelado a matrizes insumo-produto,

² Em inglês, “System of Environmental Economic Accounting for Water”.

³ O anexo A oferece uma breve explicação sobre os fundamentos de matrizes insumo-produto.

⁴ A Classificação Internacional Normalizada Industrial (ISIC) é um sistema padronizado de códigos e nomes para categorizar atividades econômicas. Foi inicialmente desenvolvida pelas Nações Unidas em 1948 e tem sido revisada inúmeras vezes para que possa refletir as mudanças na economia global. A ISIC atualmente está em sua quarta revisão (ISIC 4), publicada pelas Nações Unidas em 2008.

o que permite a estimativa de indicadores por avaliação de políticas dentro do conceito de gestão integrada de recursos hídricos, como a análise da pegada hídrica.

O principal conjunto de tabelas SEEA-Water são: tabelas de recursos e usos físicos, tabelas híbridas e tabelas de estoques:

- **Tabelas de recursos e usos físicas (PSUT, na sigla em inglês)⁵:** descreve, em unidades físicas, o fluxo de água entre a economia e o meio ambiente (captações e retornos) e o fluxo de água nos setores econômicos (recursos e uso de água dentro da economia). Mais especificamente, a **tabela de uso** combina a informação do uso total de água, por exemplo, a captação do meio ambiente (uso superficial ou subterrâneo) e a demanda de água de outros setores da economia. Analogamente, a **tabela de recursos** combina os fluxos que saem de um setor econômico, o fornecido para outro setor e o fluxo que retorna ao meio ambiente. Essas tabelas são os principais conjuntos de dados para a avaliação da pegada hídrica, pois permitem a estimativa das **necessidades diretas de água** por setor.
- **Tabelas de recursos e usos híbridas (HET, na sigla em inglês)⁶:** combinam o abastecimento típico e tabelas de uso do Sistema de Contas Nacionais com a Tabela de recursos e uso física correspondente, fazendo com que os dados físicos e monetários compartilhem da mesma estrutura. Esse aspecto permite o monitoramento do desempenho econômico-hídrico das economias nacionais e da interdependência do uso da água entre setores da economia.
- **Tabelas de Estoque (AT, na sigla em inglês)⁷:** estabelecem conexão entre dados sobre uso e recurso total de água e a informação sobre estoques de água no meio ambiente, o que permite avaliar como a atividade econômica impacta os recursos hídricos, ou como a disponibilidade de recursos hídricos pode impactar a atividade econômica.

O Brasil, a Colômbia e a Costa Rica usam a abordagem SEEA-Water, que é compatível com a estrutura de trabalho de insumo-produto. Esses países coletam informações padronizadas de várias fontes e mantêm uma organização de dados relativamente coerente entre países e ao longo do tempo, o que viabiliza uma metodologia consistente para o cálculo da pegada híbrida nesses países. A metodologia considera a captação de água do meio ambiente pela economia, os fluxos de água internos da economia e o retorno dos fluxos para o meio ambiente. Entretanto, existem discretas mudanças metodológicas na maneira como cada país constrói sua tabela de recursos e usos física (PSUT), o que requer harmonização. Nas seções a seguir discutiremos as características primordiais e restrições dos conjuntos de dados desses países.

Brasil – Contas Econômicas Ambientais da Água

As Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA), compiladas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrangem o período entre 2013 e 2017 e incluem PSUTs, HETs, ATs (IBGE, 2020)⁸. A CEAA concentra-se em relatar seus conjuntos de dados de acordo com a estrutura do SEEA-Water⁹. Todavia, nenhum relatório metodológico detalha a metodologia adotada para cada setor da economia, o que impõe alguns desafios ao comparar as CEAA aos conjuntos de dados da Colômbia e Costa Rica.

Além disso, o sistema da economia Brasileira é organizado em seis setores econômicos:

1. Agricultura, Pecuária, Produção Florestal,
2. Pesca e Aquicultura;
3. Indústrias Extrativas;
4. Indústria de transformação e Construção Civil;
5. Eletricidade e Gás;
6. Água e Esgoto;
7. Outras Atividades.

As fontes primordiais de dados para a CEAA são as pesquisas estruturadas do IBGE, que incluem informações do Sistema de Contas Nacionais (SCN), o Produto Interno Bruto dos municípios, a Produção Agrícola Municipal (PAM), Pesquisa Industrial Anual (PIA) e dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), entre outros. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) contribui com a CEAA fornecendo dados sobre permissões de uso de água e o monitoramento das demais atividades relacionadas, por exemplo: como os usuários captam água do meio ambiente e estimativas de demanda¹⁰ para água com uso consuntivo para todas as áreas econômicas.

Nos últimos anos, a ANA tem promovido um conjunto formidável de estudos sobre utilização de água por atividades econômicas, como Água na Indústria: uso (demanda) e coeficientes técnicos; Atlas Brasil: abastecimento urbano de água; Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas, Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil; Uso da Água na Agricultura de Sequeiro; e o Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada, além do relatório anual Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Esses estudos proporcionam um entendimento amplo a respeito do papel dos recursos hídricos na economia brasileira.

Outro aspecto a respeito dos dados da CEAA é a desagregação do abastecimento de eletricidade por tipo de geração de energia. Ao se distinguir energia hidrelétrica de termoelétrica, é possível identificar o consumo de água das usinas termoelétricas e, conseqüentemente, o uso consuntivo de água do setor de eletricidade. As usinas hidrelétricas demandam utilização de água captada de forma não consuntiva: a atividade econômica devolve ao meio ambiente o volume de água abstraído do corpo hídrico necessário à produção de eletricidade.

⁵ Em inglês, Physical supply and use tables.

⁶ Em inglês, Hybrid and economic tables.

⁷ Em inglês, Asset Tables.

⁸ Utilizamos a versão mais recente disponível durante o tratamento dos dados em 2023.

⁹ Tabela III.1 – Padrão para Tabelas de Recursos e Usos Físicas.

¹⁰ A demanda de água com uso consuntivo é o volume de água não reutilizável captada por indústrias, ou por ter evaporado, transpirado, ter sido incorporada a produtos ou plantações, ou ainda por ter sido consumida pelas famílias ou animais.

O IBGE e a ANA produzem a CEEA com PSUTs no formato indicado pela estrutura da SEEA-Water. A estrutura brasileira inclui o conceito de uso consuntivo de água, por exemplo: a quantidade de água incorporada a produtos ou consumida por famílias, agricultura irrigada, pecuária, indústria e transformação, entre outros. A estimativa de consumo e água é baseada na diferença entre o uso total de água (captação do meio ambiente acrescida pelo uso de água proveniente de outras atividades econômicas) e os respectivos fluxos de retorno (água devolvida ao meio ambiente ou fornecida para outras atividades econômicas).

O IBGE e a ANA publicaram duas edições de contas de água: CEEA 2013-2015, em 2018, e CEEA 2013-2017, em 2020. As mudanças metodológicas entre a primeira e a segunda publicação da CEEA aprimoraram a validade dos dados, razão pela qual o estudo mais recente reuniu o conjunto de dados mais apropriados para a realização desse estudo.

Apesar das melhorias nas estimativas metodológicas nos dados publicados em 2020, ainda existem certas limitações. A informação relativa a perdas de água durante a captação e distribuição não está clara. A perda de água por vazamentos é registrada como fluxo de retorno porque infiltra um aquífero e está disponível de novo para captação. Diferentemente, a perda de água por evaporação é registrada como consumo, junto à água consumida em seu processo de tratamento (UN, 2012).

Como a contabilidade de perdas é necessária para se estimar os requerimentos diretos de água, a falta da contabilidade explícita de perdas requer algumas pressuposições sobre os dados da CEEA. Em uma consulta ao Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), é possível supor que os fluxos de retorno ao ambiente relatados pelo setor de água correspondem a perdas durante a captação e distribuição, enquanto o consumo de água está relacionado a evaporação e ao próprio consumo para as atividades produtivas do setor. Para se manter uma congruência com a água usada pela agricultura, a mesma porcentagem dos fluxos de retorno do setor de água (ou seja, as perdas) foi aplicada aos volumes de água obtidos pela agricultura em perímetros públicos de irrigação (PPI). Na CEEA, a água fornecida por PPI é relatada como fornecida pelo setor de água (outra atividade econômica, o que indica similaridade entre ambas as estruturas de distribuição de água).

Colômbia - Conta Ambiental e Econômica para Fluxos de Água

O Departamento Administrativo Nacional de Estatística (DANE) publica os dados de contabilidade para a água da Colômbia. Os dados da Conta Ambiental e Econômica para Fluxos de Água (CAE-FA) estão disponíveis de 2010 a 2020 e se concentram, principalmente, em estimar PSUTs, enquanto HETs e ATs não estão disponíveis (DANE, 2022).¹¹ Os dados estão desagregados por atividade econômica, o que inclui:

1. Agricultura, Pecuária, Caça e Pesca;
2. Mineração;

3. Indústria de transformação;
4. Suprimento de eletricidade, vapor e ar-condicionado; Abastecimento de água; Descarte e tratamento de águas residuais, Gestão de resíduos e Saneamento ambiental;
5. Construção Civil;
6. Vendas por atacado e varejo; conserto de veículos motores e motocicletas; Atividades de transporte e armazenamento; Atividades ligadas aos serviços de acomodação e alimentação;
7. Informação e comunicações;
8. Atividades financeiras e de seguro;
9. Atividades imobiliárias;
10. Atividades profissionais, científicas e técnicas; Atividades administrativas e de suporte;
11. Administração pública e de defesa; seguridade social compulsória; Educação; Atividades ligadas à saúde humana e ao serviço social;
12. Atividades ligadas às artes, entretenimento e recreação, e outros serviços; Atividades de lares individuais na qualidade de empregadores; Atividades não diferenciadas de lares individuais produtores de bens e serviços para consumo próprio.

Os dados do DANE oferecem um nível impressionante de granularidade setorial. Os 12 setores econômicos acima são ainda desagregados em 61 atividades econômicas específicas. Esse nível de desagregação é particularmente relevante para esse estudo, pois o setor 4, que contempla diversas atividades e serviços distribuídos em estruturas de rede, é subdividido em mais quatro atividades distintas:

- 4.1 Geração de eletricidade; Transmissão, suprimento e comercialização de eletricidade;
- 4.2 Fornecimento de gás natural; combustíveis gasosos abastecidos por gasodutos; Suprimento de vapor e ar-condicionado;
- 4.3 Coleta, tratamento e abastecimento de água;
- 4.4 Drenagem e tratamento de águas residuais; coleta, tratamento e descarte de resíduos e atividades ambientais em outras atividades de gestão de resíduos.

Desagregar o uso de água por atividade econômica é importante para a estimativa da pegada hídrica. Organizar energia, água e águas residuais em setores distintos facilita uma estimativa mais precisa dos requerimentos de água para a produção de eletricidade e a provisão de água para serviços de saneamento. Esse nível de desagregação propicia uma compreensão mais detalhada e ampla sobre o uso da água e ajuda a desenvolver estratégias efetivas de gestão de água.

O DANE publica um boletim metodológico amplo ilustrando os pressupostos e dados utilizados na elaboração da CAE-FA. A adaptação da metodologia do SEEA-Water ao contexto colombiano é específica para cada grupo de atividade econômica (DANE, 2022).

¹¹ Utilizamos a versão mais recente disponível durante o tratamento dos dados em 2023.

A metodologia para os setores estudados nessa nota encontra-se resumida abaixo para os setores mais relevantes a esse estudo:

- **Agricultura, pecuária, caça, produção florestal e pesca:** O consumo de água para o setor “Agricultura, pecuária, caça, produção florestal e pesca” (setor 1 na lista acima mencionada) apoia-se em uma análise *bottom-up* detalhada baseada nos tipos de culturas, área plantada e requerimentos locais de água (para a agricultura) e um inventário completo da criação de animais.
- **Setor de água e saneamento:** (atividades econômicas 4.2, 4.3 e 4.4): o total da captação para os setores de água e saneamento é calculado com base no volume de água capturado pelas empresas públicas de água. As estimativas também consideram o consumo dos próprios serviços de água, por exemplo, o volume de água consumido durante o processo de captação e tratamento, assim como as perdas de água durante a distribuição. Essa permite estimar os volumes de água potável distribuídos aos domicílios e setores econômicos. A diferença entre o total de captação de água e o próprio consumo e perdas dos serviços de água durante a distribuição é a água distribuída aos domicílios e setores econômicos.

Ainda, a metodologia diferencia o consumo de água aos domicílios e nos setores de serviços (setores de 5 a 12 acima mencionados) com base no tempo que as pessoas passam em casa e no trabalho. O consumo principal de água nos domicílios é estimado de acordo com os requerimentos regionais e demográficos. Então, uma matriz de consumo de água para uso de humanos por

atividade econômica é criada para indicar o uso mínimo de água por empregados para atender às suas necessidades biológicas diárias durante o horário de trabalho, considerando uma relação inversa entre a água consumida em casa e a água consumida durante o trabalho. Além disso, cada atividade econômica tem um uso específico de água, de acordo com a atividade desempenhada, e sua estimativa é baseada no gasto relativo ao consumo de água potável.

As premissas metodológicas e a disponibilidade de dados mencionados anteriormente sugerem que o foco da CAE-FA é estimar o uso total de água dos setores econômicos como uso consuntivo (exceto o caso de geração de energia, que se consideram fluxos de retornos totais às águas superficiais) e representa o total de requerimentos de água para o setor de produção.¹² Se, por um lado, essa abordagem não dá conta da captação e retorno físico da água, é, ainda assim, digna de nota, uma vez que revela o uso consuntivo mínimo da economia. Adicionalmente, a apresentação das perdas possibilita, explicitamente, a estimativa de requerimentos diretos de água pelas atividades econômicas.

Costa Rica – Conta de Água

Os dados da contabilidade de água na Costa Rica são publicados pelo Banco Central da Costa Rica (BCCR) e estão disponíveis no período de 2012 a 2017 (BCCR, 2021). Incluem PSUTs, HETs e ATs. As tabelas estão desagregadas por setor econômico; no entanto, a categorização não permanece constante ao longo do período desse estudo (Tabela 1).

As perdas e o uso consuntivo de água por setores econômicos e domicílios são fornecidos na PSUT, o que permite o cálculo dos requerimentos diretos setoriais de água.

Tabela 1-- Setores econômicos da Costa Rica

2012-2016	2017
<ol style="list-style-type: none"> 1. Agricultura, produção florestal e pesca; 2. Indústria de transformação e serviços; 3. Coleta, tratamento e abastecimento de água; 4. Saneamento; 5. Geração de energia hidrelétrica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agricultura, produção florestal e pesca; 2. Indústria de transformação e construção Civil; 3. Serviços; 4. Coleta, tratamento e abastecimento de água; 5. Saneamento; 6. Geração de energia hidrelétrica.

Fonte: Elaborada pelas autoras, com base no BCCR (2017; 2019; 2021).

Outro aspecto notório a respeito dos dados Costarriquenhos refere-se a como a informação é apresentada no setor de Agricultura. Especificamente, a água fornecida para a agricultura através dos PPI é classificada separadamente, distinta da água abstraída do corpo hídrico. Além disso, as correspondentes perdas associadas a esse fornecimento específico são relatadas de maneira independente das perdas de captação do setor agrícola. Essa clara distinção torna dispensável qualquer necessidade de pressuposições sobre perdas de água relacionadas à água fornecida pelos perímetros públicos de irrigação.

O BCCR publicou três edições de contas de água: Conta de Água 2012-2015, em 2017 (BCCR, 2017), Conta de

Água 2012-2016, em 2019 (BCCR, 2019), Conta de Água 2012-2017, em 2021 (BCCR, 2021). Esse estudo baseia-se nas contas do BCCR 2021, com dados de 2012 a 2017. O processo de implementação do SEEA-Water mudou significativamente entre as edições, aprimorando a metodologia com o passar do tempo particularmente em relação à estimativa de insumos. Essas melhorias foram aplicadas retroativamente a anos anteriores; entretanto, em alguns casos, os dados utilizados não estavam disponíveis, o que acarretou questões de compatibilidade através dos anos na maioria das versões do estudo (BCCR, 2021).

¹² Conforme gentilmente nos esclareceu a Divisão de Contas Nacionais do DANE.

Um exemplo disso são os dados de captação para setores industriais (“Agricultura, Pecuária, Produção Florestal e Pesca”, “Indústria de transformação e Serviços” e “Eletricidade gerada em usinas hidrelétricas”). Os dados sobre captação de água para esses setores vêm da Autoridade de Água, que fornece as estimativas de captação com base em licenças de uso ativo de água. Porém, os dados de 2016 e 2017 incluíram licenças do tipo pendentes para poder mostrar a realidade de forma mais precisa.

Essa mudança na metodologia provocou uma perda de compatibilidade nas estimativas BCCR 2021, entre as estimativas para 2012-2015 e 2016-2017, especificamente no que diz respeito a extrações para autoabastecimento dos setores da “Agricultura, Pecuária, Produção Florestal e Pesca”, “Indústria de transformação e Serviços” e “Eletricidade gerada em usinas hidrelétricas.” É importante notar que tal mudança não afeta a compatibilidade temporal do setor de “Coleta, tratamento e abastecimento de água”.

Outra mudança importante na metodologia é a medição de estoques. Nos dados de 2017, a “água de superfície disponível” refere-se a recursos hídricos disponíveis nos quatro maiores reservatórios da Costa Rica: Arenal, Reventazón, Cachi e Pirris. Nas edições anteriores esses dados estavam indisponíveis e, conseqüentemente, não foram incluídos nos cálculos. É importante considerar que essa mudança afeta as tabelas de estoque e requer atenção ao comparar a informação de 2017 com outros anos.

Por fim, dados de 2012 a 2015 sobre tratamento de águas residuais foram estimados supondo-se coeficientes fixos de retorno da literatura. Já as Contas de Água de 2016 e 2017 obtiveram dados diretamente das operadoras de águas residuais, o que resultou em dados mais confiáveis para as contas em 2016 e 2017.

Os dados também apresentaram desafios devido às mudanças de categorizações setoriais ao longo do tempo. Antes de 2017, as atividades mineradoras, industriais e de serviços eram categorizados como um único setor econômico denominado “Indústrias de transformação e Serviços”. Em 2017, as Contas de Água foram revisadas. “Serviços” foi desagregado desse setor,

de acordo com uma metodologia proposta pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) para a construção do ODS 6.4.1. Agora, as categorias são atividades de “Indústria de transformação e Construção Civil” e “Serviços”. Essa mudança tornou os dados para a Costa Rica inconsistentes com a informação de outros países, limitando o nível de agregação setorial deste estudo a um grau mais restrito.

O processo de contabilidade também apresenta questões em termos de precisão. No que se refere ao setor de eletricidade, os dados costarrriquenhos indicam que toda a geração de energia vem de usinas hidrelétricas. Dados de 2012 a 2016 usaram 2% como coeficiente de consumo de água para esse setor, mesmo que nenhuma informação sobre captação de água estivesse disponível, enquanto os dados de 2017 não trazem informação sobre o consumo de água para geração de energia, o que sugere que o setor não precisa consumir água para o desenvolvimento de suas atividades. Todavia, a tecnologia geotérmica domina o setor, fornecendo 61% da rede elétrica em 2012 e 54% em 2017 (SEPSE, 2023). Mesmo que a energia geotérmica seja considerada uma fonte de energia renovável e ecológica, sua operacionalização envolve um uso consuntivo de água, por conta da evaporação ou perda de água durante o processo. Além disso, existe uma necessidade de água para o vapor e para a manutenção das temperaturas operantes em um grau ideal dentro das usinas de energia. Esse consumo de água não poderia ser negligenciado.

Por último, o uso consuntivo setorial de água conta com estimativas baseadas em coeficientes fixos, como descrito na PSUT. Assim, torna-se impossível capturar potenciais mudanças de padrão nessa variável ao longo do tempo.

Essas mudanças metodológicas e as questões com os dados fornecidos representaram alguns obstáculos para este estudo, limitando a agregação setorial para “Agricultura”, “Água e Saneamento” e “o resto da economia”. Não obstante, a informação disponibilizada permite a estimativa dos requerimentos diretos para a água e, conseqüentemente, a pegada hídrica para o sistema econômico da Costa Rica.

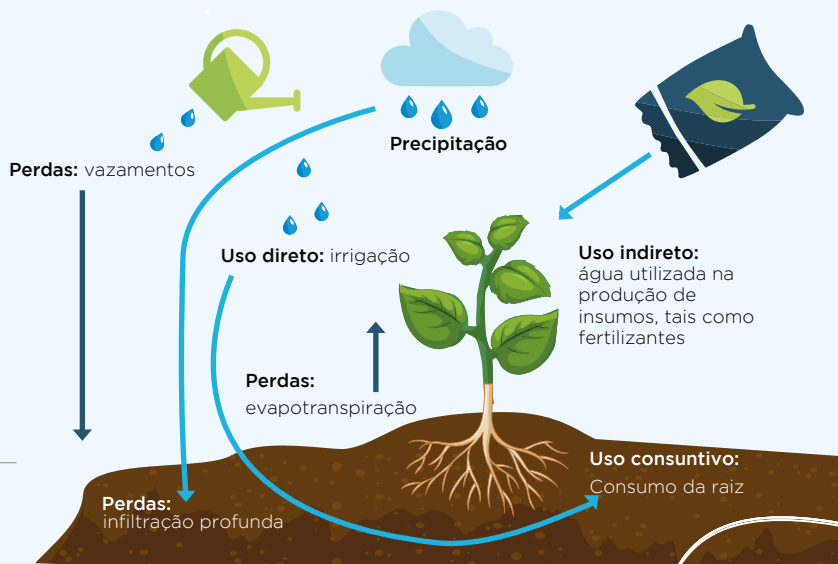
2.2 Metodologia

2.2.1 Estimativa de requerimentos diretos de água

As estimativas de pegada hídrica são mais abrangentes quando são considerados o uso consuntivo de água e as respectivas perdas das redes de captação e distribuição. É a isso que se refere como **requerimento direto de água (DWR¹³, sigla em inglês)**, e sua estimativa é o primeiro passo metodológico ao se estimar a pegada hídrica de um país.

A Figura 1 ilustra alguns conceitos-chave em contabilidade de ambiental e econômica da água, como uso consuntivo, perdas, uso direto e indireto.

Figura 1 - Conceitos-chave em contabilidade ambiental e econômica de água



¹³ Direct water requirement.








Uso Consuntivo é a porção de água incorporada à produção econômica ou consumida pelas famílias e pela criação de animais (absorção pela raiz na Figura 1). As necessidades de água classificadas como uso consuntivo representam a água que não retorna ao ambiente posteriormente ao uso, mas que é incorporada ao produto econômico ou usada para o sustento de vida. Como resultado, mudanças na disponibilidade de água para uso consuntivo podem afetar múltiplos setores da economia via encadeamentos para frente e para trás na estrutura produtiva.

Considerar as **perdas de água** durante a captação e distribuição é também essencial ao se estimar a pegada hídrica para os setores de água e saneamento e agricultura. Neles, as perdas de água por vazamentos e evaporação podem representar um percentual significativo de água captada do meio ambiente. Embora o uso dessa água não seja consuntivo, ela não está prontamente disponível para reuso, portanto, é

classificada como perda. Quando as perdas de água não são incluídas nas estimativas de pegada hídrica, essas ficam subestimadas e comprometem as oportunidades para uma gestão sustentável do recurso hídrico. Adicionalmente, a distinção de perdas pode refletir nos resultados, uma vez que proporciona maior precisão a respeito de fatores de eficiência que contribuem para a demanda de água. A soma do uso consuntivo com as perdas dá uma estimativa para o requerimento direto de água.

Os requerimentos diretos de água não são fornecidos diretamente por nenhum dos dados dos países analisados. Ainda assim, é possível estimá-los, uma vez que todos os países fornecem informações sobre o consumo de água e perdas —de maneira implícita ou explícita— em seus conjuntos de dados SEEA-Water. A Tabela 2 sintetiza os principais aspectos dos dados do SEEA-Water para Brasil, Colômbia e Costa Rica.

Tabela 2 – Principais aspectos dos dados do SEEA-Water para Brasil, Colômbia e Costa Rica

	Brasil	Colômbia	Costa Rica
 Período de abrangência	2013-2017	2010-2020	2012-2017
 Unidade física de água	Hectômetros cúbicos (hm ³)	Hectômetros cúbicos (hm ³)	Hectômetros cúbicos (hm ³)
 Desagregação setorial	6 setores.	12 setores subdivididos em 61 atividades.	5 setores (2012-2016) 6 setores (2017)
 Uso Consuntivo	Explícito e estimado como a diferença entre captação e retorno de água.	Estimativa bottom-up do uso consuntivo e não-consuntivo de água.	Estimativa baseada em coeficientes fixos.
 Perdas durante captação e distribuição	Implícitas. Os fluxos de retorno ao ambiente incluem perdas.	Explícitas.	Explícitas.
 Irrigação em perímetros públicos	O abastecimento de água é explícito, mas as perdas, não.	Não há identificação de irrigação na demanda de água para agricultura.	Explícitas para abastecimento de água e perdas.
 Geração de eletricidade	Diferencia o uso de água hidrelétrica de não hidrelétrica.	100% hidrelétrica (uso não consuntivo).	100% hidrelétrica (uso não consuntivo).

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Estimar os requerimentos diretos de água demanda a identificação das linhas na PSUT que representam os volumes de consumo de água e perdas. Como mencionado na Tabela 2, todos os países fornecem tal informação, mas a apresentação dos dados difere, o que acarreta a necessidade de sistematização. Os dados não são estritamente comparáveis entre países, por conta das diferenças subjacentes nos métodos. Dessa forma, é preciso cuidado na interpretação dos resultados.

Para o Brasil, a PSUT aponta o consumo de água como a diferença entre o total da captação e o total do retorno. A informação é clara na tabela; no entanto, as perdas para o setor de água e saneamento e para água distribuída em perímetros públicos de irrigação não são apresentadas explicitamente. Ao checar os fluxos de retorno e as perdas relatadas no SNIS, é possível pressupor que o fluxo de retorno no setor água e

saneamento é referente às perdas da rede de captação e distribuição. Como explicado anteriormente, a mesma proporção entre os volumes retorno e retirada pelo setor de água foi aplicada ao volume de água distribuído pelo PPI para o setor agrícola. Assim, o requerimento direto setorial de água para a agricultura é dado pela equação (1), enquanto a estimativa do DWR do setor de água e saneamento é dado pela equação (2). Para o resto da economia, os requerimentos diretos de água são iguais ao consumo, pois não há informação para estimativa de perdas.

$$DWR_{\text{Brasil AGRI}} = \text{consumo de água} + \left(\frac{\% \text{ perdas}}{\text{relatadas no SNIS}} \right) * \text{água proveniente de PPI} \quad (1)$$

$$DWR_{\text{Brasil WASA}} = \text{consumo de água} + \text{retorno de água ao meio ambiente} \quad (2)$$

Para a Colômbia, a abordagem metodológica aponta que os dados descritos na tabela de uso de água é, de fato, o uso consuntivo de água.¹⁴ Nesse sentido, as perdas são explicitamente apresentadas na PSUT, os requerimentos diretos setoriais de água são dados pela equação (3):

$$DWR_{Colômbia} = \text{uso consuntivo de água} + \text{perdas de água} \quad (3)$$

Para a Costa Rica, a estimativa de consumo de água baseia-se na multiplicação do uso de água pelo coeficiente de consumo. Como as perdas são apresentadas de maneira explícita na PSUT, os requerimentos diretos setoriais de água são dados pela equação (4). O uso de água é referente ao total de água captada pelos setores econômicos, ou seja, os volumes consuntivo e não consuntivo.

$$DWR_{Costa Rica} = (\text{uso de água} * \text{coeficiente de consumo}) + \text{perdas de água} \quad (4)$$

Após estimar os requerimentos diretos setoriais de água do país, o passo seguinte é integrar essas estimativas às MIPs da OCDE para determinar as pegadas hídricas. Essa etapa metodológica envolve conciliar os requerimentos de água com os dados econômicos ao mesmo nível de agregação setorial, como se discute na próxima seção.

2.2.2 Agregação Setorial

O conjunto de dados das MIPs da OCDE é apresentado em 45 setores, ao passo que os dados físicos de água são apresentados agregados em 6 setores econômicos no Brasil, 12 na Colômbia e 5 na Costa Rica. Tal disparidade nos níveis de agregação demanda um processo de harmonização entre os dados físicos e econômicos em um mesmo nível de agregação setorial.

O processo de agregação consiste em somar os dados setoriais ligados a cada nível de agregação, como definido na Tabela 3. Esse processo é viável porque todos os conjuntos de dados obedecem a um mesmo Sistema padronizado de códigos ISIC 4. O nível de agregação escolhido para o estudo é determinado pelo conjunto de dados com o maior nível de agregação (ou mais restritivo), que são os dados físicos de água da Costa Rica. Esse conjunto de dados fornece informações para quatro setores econômicos por quase toda a série histórica. Por exemplo, a MIP da OCDE apresenta água e saneamento como um só setor. Ao mesmo tempo, os dados do país geralmente apresentam dados físicos para água e saneamento como dois setores separados, o que requer agregar os dados físicos de água e saneamento para torná-los compatíveis com a MIP da OCDE. Também, como pode ser observado na Tabela 2, os dados da Colômbia e da Costa Rica não permitem separação do setor de eletricidade, uma vez que esses conjuntos de dados não apresentam o consumo de água da geração termoelétrica.

Tabela 3 - Estudo do nível de agregação

Setores agregados	Acrônimos ¹⁵
Agricultura, pecuária, produção florestal e pesca.	AGRI
Água e saneamento.	WASA
O resto da economia - Indústrias extrativas, de transformação, construção civil, eletricidade e gás, e serviços.	RdE

Fonte: elaborada pelas autoras.

As Tabelas 4, 5 e 6 apresentam a maneira como os dados monetários e físicos foram agregados, de acordo com a definição de agregação do estudo, a disponibilidade de dados e a classificação ISIC 4 para cada país. Após a harmonização da agregação setorial, os dados físicos e econômicos são preparados para a conciliação com a matriz de água para a estimativa das pegadas hídricas.

Tabela 4 - Estudo do nível de agregação para o Brasil

Estudo de nível de agregação	Dados da água do BRASIL		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
AGRI	01 to 03	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura.	01, 02	Agricultura, caça, produção florestal.
			03	Pesca e aquicultura.
WASA	36	Água.	36, 37, 38, 39 ¹⁶	Abastecimento de água; saneamento; atividades de gestão de resíduos e remediação.
	37	Saneamento.		
RdE	05 to 09	Indústrias Extrativas.	05, 06	Mineração e pedreiras, produtos geradores de energia.

¹⁴ Como gentilmente elucidado pela Divisão de Contas Nacionais do DANE.

¹⁵ Acrônimos determinados pelas autoras para fins de simplificação.

¹⁶ As atividades 38 e 39, sob a ISIC Rev4, são responsáveis pela gestão de resíduos, tratamento e descarte, assim como remediação do solo e da água. Os dados originais disponíveis (físicos e monetários) haviam agregado essas atividades diferentemente pelos setores econômicos. Ainda assim, em diferentes níveis de agregação, o tamanho do setor pode não ser suficientemente substancial para impactar o resultado geral da análise da pegada hídrica, por exemplo: se considerarmos um nível de análise altamente agregado, em que existem apenas quatro atividades econômicas, as atividades de gestão de resíduos e remediação constituirão apenas uma pequena porcentagem da atividade e uso de água de cada setor econômico. Dessa forma, as mudanças de alocação das atividades 38 e 39 podem não representar um impacto significativo nos resultados gerais de uma análise de pegada hídrica.

Tabela 4 – Estudo do nível de agregação para o Brasil

Estudo de nível de agregação	Dados da água do BRASIL		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
RdE	05 to 09	Indústrias Extrativas.	07, 08	Mineração e pedreiras, produtos não geradores de energia.
			09	Atividades de serviços de apoio à mineração.
	10 to 33, 41 to 43	Indústrias de Transformação e Construção Civil.	10, 11, 12	Produtos alimentícios, bebidas e fumo.
			13, 14, 15	Indústria têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.
			16	Madeira e produtos de madeira e cortiça.
			17, 18	Produtos de papelaria e impressão.
			19	Coque e produtos derivados de petróleo.
			20	Substâncias e produtos químicos.
			21	Farmoquímicos e farmacêuticos.
			22	Produtos de borracha e plásticos.
			23	Outros minerais não metálicos.
			24	Metalurgia.
			25	Produtos de metal fabricados.
			26	Equipamentos de informática, eletrônica e ótica.
			27	Equipamento elétrico.
			28	Maquinário e equipamentos.
			29	Veículos automotores, reboques e carrocerias.
			30	Outros equipamentos de transporte.
			31, 32, 33	Indústria manufatureira; reparo e instalação de maquinário e
			41, 42, 43	Construção civil.
	35	Eletricidade e Gás.	35	Abastecimento de eletricidade, gás, vapor e ar-condicionado.
	38 a 39, 45 a 47, 49 a 53, 55 a 56, 58 a 66, 68 a 75, 77 a 82, 84 a 88, 90 a 99	Outras Atividades.	45, 46, 47	Comércio por atacado e varejo; reparo de veículos automotores.
			49	Transporte terrestre e tubular.
			50	Transporte aquático.
			51	Transporte aéreo.
			52	Atividades de armazenamento e suporte para os transportes.
			53	Atividades postais e de mensagem.
			55, 56	Atividades ligadas aos serviços de acomodação e alimentação.
58, 59, 60			Atividades editoriais, audiovisuais e de transmissão.	
61			Telecomunicações.	
62, 63			TI e outros serviços de informação.	
64, 65, 66			Atividades financeiras e de seguros.	
68			Atividades imobiliárias.	
69 a 75			Atividades profissionais científicas e técnicas.	
77 a 82			Serviços administrativos e de suporte.	
84			Administração pública e defesa; seguridade social compulsória.	
85	Educação.			

Estudo de nível de agregação	Dados da água do BRASIL		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
RdE	38 a 39, 45 a 47, 49 a 53, 55 a 56, 58 a 66, 68 a 75, 77 a 82, 84 a 88, 90 a 99	Outras Atividades.	85	Educação.
			86, 87, 88	Atividades ligadas à saúde humana e ao serviço social.
			90, 91, 92, 93	Artes, entretenimento e recreação.
			94,95, 96	Atividades ligadas a outros serviços.
			97, 98	Atividades domésticas na qualidade de empregadores; atividades domésticas de produção de bens e serviços não diferenciados para consumo próprio.

Fonte: Elaboração das autoras, com base em (IBGE 2020) e (OCDE 2021).

Tabela 5 – Estudo do nível de agregação para a Colômbia

Estudo do nível de agregação	Dados de água da COLÔMBIA		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
AGRI	01 a 03	Agricultura, pecuária, caça, produção florestal e pesca.	01, 02	Agricultura, caça, produção florestal.
			03	Pesca e aquicultura.
WASA	36	Coleta, tratamento e abastecimento de água.	36, 37, 38, 39	Abastecimento de água; saneamento, atividades de gestão de resíduos e remediação.
	37 a 39	Drenagem e tratamento de águas residuais; Coleta, tratamento e descarte de resíduos e atividades ambientais e outras atividades de gestão de resíduos.		
	38	Recuperação de material (reciclagem).		
RdE	05 a 09	Mineração.	05, 06	Mineração e pedreiras, produtos geradores de energia.
			07, 08	Mineração e pedreiras, produtos não geradores de energia.
			09	Atividades de serviços de apoio à mineração.
	10 a 33	Indústria de transformação.	10, 11, 12	Produtos alimentícios, bebidas e fumo.
			13, 14, 15	Indústria têxtil, produtos têxteis, couro e calçados.
			16	Madeira e produtos de madeira e cortiça.
			17, 18	Produtos de papelaria e impressão.
			19	Coque e produtos derivados de petróleo refinado.
			20	Substâncias e produtos químicos.
			21	Farmoquímicos e farmacêuticos.
			22	Produtos de borracha e plásticos.
			23	Outros produtos minerais não metálicos.
24	Metais básicos.			
25	Produtos metálicos fabricados.			

Estudo de nível de agregação	Dados de água da COLÔMBIA		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
RdE	10 a 33	Indústria de transformação.	26	Equipamentos de informática, eletrônica e ótica.
			27	Equipamento elétrico.
			28	Maquinaria e equipamentos.
			29	Veículos automotores, reboques e carrocerias.
			30	Outros equipamentos de transporte.
			31, 32, 33	Indústria manufatureira; reparo e instalação de maquinário e equipamentos.
	35	Electricity generation; Electricity transmission, supply and commercialization.	35	Abastecimento de eletricidade, gás, vapor e ar-condicionado.
	35	Natural gas production; gaseous fuels supplied by pipelines; steam and AC supply.		
	41 a 43	Construção civil.	41, 42, 43	Construção civil.
	45 a 47, 49 a 53, 55 e 56	Vendas por atacado e varejo; reparos de veículos automotores e motocicletas; Atividades de transporte e armazenamento; Atividades ligadas aos serviços de acomodação e alimentação.	45, 46, 47	Comércio por atacado e varejo; reparo de veículos automotores.
			49	Transporte Terrestre e tubular.
			50	Transporte aquático.
			51	Transporte aéreo.
			52	Atividades de armazenamento e suporte para o transporte.
			53	Atividades postais e de entrega.
	58 a 63	Informação e comunicação.	58, 59, 60	Atividades editoriais, audiovisuais e de transmissão.
			61	Telecomunicações.
			62, 63	TI e outros serviços de informação.
	64 a 66	Atividades financeiras e de seguros.	64, 65,	Atividades financeiras e de seguros.
	68	Atividades imobiliárias.	68	Atividades imobiliárias.
	69 a 75, 77 a 82	Atividades profissionais, científicas e técnicas; Atividades administrativas e de suporte.	69 a 75	Atividades profissionais, científicas e técnicas.
			77 a 82	Serviços administrativos e de suporte.
	84 a 88	Administração pública e defesa; Seguridade social compulsória; Educação; Atividades ligadas à saúde humana e ao serviço social.	84	Administração pública e defesa; Seguridade social compulsória.
			85	Educação.
			86, 87, 88	Atividades ligadas à saúde humana e ao serviço social.
	90 a 98	Atividades ligadas às artes, entretenimento e recreação, e outros serviços; Atividade domésticas na qualidade de empregadores; atividades domésticas de produção de bens e serviços não diferenciados para consumo próprio.	90, 91, 92, 93	Artes, entretenimento e recreação.
			94, 95, 96	Atividades ligadas a outros serviços.
			97, 98	Atividade domésticas na qualidade de empregadores; atividades domésticas de produção de bens e serviços não diferenciados para consumo próprio.

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em DANE (2022) e (OECD 2021).

Tabela 6 - Estudo de agregação para a Costa Rica

Estudo do nível de agregação	Dados de água da Costa Rica		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
AGRI	01 a 03 e 3600-2	Agricultura, produção florestal e pesca; Abastecimento de água para a agricultura.	01, 02	Agricultura, caça, produção florestal.
			03	Pesca e aquicultura.
WASA	3600-1	Coleta, tratamento e abastecimento de água.	36, 37, 38, 39	Abastecimento de água; saneamento, atividades de gestão de resíduos e remediação.
	3700	Saneamento.		
RdE	05 a 33, 38, 39, 41 a 43, 45 a 96	Indústria de transformação, construção civil e serviços.	05, 06	Mineração e pedreiras, produtos geradores de energia.
			07, 08	Mineração e pedreiras, produtos não geradores de energia.
			09	Atividades de suporte à mineração.
			10, 11, 12	Produtos alimentícios, bebidas e fumo.
			13, 14, 15	Indústrias têxteis, produtos têxteis, couro e calçados.
			16	Madeira e produtos de madeira e cortiça.
			17, 18	Produtos de papelaria e impressão.
			19	Coque e produtos derivados de petróleo.
			20	Substâncias e produtos químicos.
			21	Farmoquímicos e farmacêuticos.
			22	Produtos de borracha e plásticos.
			23	Outros produtos não metálicos.
			24	Metais básicos.
			25	Produtos de metal fabricados.
			26	Equipamentos de informática, eletrônica e ótica.
			27	Equipamento elétrico.
			28	Maquinário e equipamento.
			29	Veículos automotores, reboques e carrocerias.
			30	Outros equipamentos de transporte.
			31, 32, 33	Indústria manufatureira; reparo e instalação de maquinário e equipamentos.
			41, 42, 43	Construção Civil.
			45, 46, 47	Comércio por atacado e varejo; reparo de veículos automotores.
			49	Transporte terrestre e tubular.
			50	Transporte aquático.
			51	Transporte aéreo.
			52	Atividades de armazenamento e suporte para o transporte.
			53	Atividades postais e de mensagem.
			55, 56	Atividades ligadas a serviços de acomodação e alimentação.
			58, 59, 60	Atividades editoriais e de impressão.
			61	Telecomunicações.
			62	TI e outros serviços de informação.
			64, 65, 66	Atividades financeiras e de seguros.
			68	Atividades imobiliárias.
69 a 75	Atividades profissionais, científicas e técnicas.			
77 a 82	Serviços administrativos e de suporte.			
84	Administração pública e defesa; Seguridade social compulsória.			
85	Educação.			
86, 87, 88	Atividades ligadas à saúde humana e ao serviço social.			

Estudo do nível de agregação	Dados de água da Costa Rica		MIP da OCDE	
	ISIC 4	Descrição	ISIC 4	Descrição
RdE	05 a 33, 38, 39, 41 a 43, 45 a 96	Manufacturing and Construction and	90, 91, 92, 93	Arte, entretenimento e recreação.
			94,95, 96	Atividades ligadas a outros serviços.
			97, 98	Atividade domésticas na qualidade de empregadores; atividades domésticas de produção de bens e serviços não diferenciados para consumo próprio.
	3510	Geração de energia hidrelétrica.	35	Abastecimento de eletricidade, gás, vapor e ar-condicionado.

Fonte: Elaborada pelas autoras, com base em BCCR (2021) e OCDE (2021).

2.2.3 Matriz hidro econômica: matriz de insumo-produto para análise ambiental

A Matriz Insumo-Produto (MIP) é uma ferramenta valiosa para avaliação da pegada hídrica (Hoekstra et al., 2011). A MIP permite uma análise ampla do consumo de água por toda a cadeia de abastecimento de um setor produtivo. O rastreamento dos insumos e produtos de água através de vários setores econômicos possibilita aos pesquisadores e aos responsáveis pela elaboração de políticas públicas o entendimento do uso direto e indireto da água associado às atividades econômicas, e fazer uma abordagem efetiva do consumo, melhorando a eficácia de seu uso pela análise da pegada hídrica dos setores econômicos.

Essa análise ajuda não apenas a identificar os setores com um alto consumo de água, em que medidas podem ser implementadas para reduzir o consumo, mas também identifica os setores em que a água desempenha papel fundamental e podem ser mais suscetíveis a ocorrências de seca. Quando aplicada à série histórica, a análise de pegada hídrica também permite a identificação de tendências e serve como um parâmetro para o desenvolvimento de políticas estratégicas sustentáveis.

A MIP estabelece um método para a avaliação da pegada hídrica fazendo uma ligação entre as necessidades de água e as atividades econômicas. Esse processo acontece através da utilização de dados sobre os requerimentos diretos consuntivos de água, o que ajuda a determinar o volume total de água essencial às atividades de produção dos setores diversos. Ao se integrar esses dados à MIP, se torna possível o rastreamento do fluxo de água em toda a estrutura econômica.

Os requerimentos diretos setoriais de água são derivados do conjunto de dados SEEA-Water conforme explicado no item anterior. Especificamente, os requerimentos diretos setoriais de água são representados como um vetor, em que cada elemento representa o volume de água expresso em hm³ que cada setor demanda (agricultura, água e saneamento, e o resto da economia) para o seu processo de produção.

Miller e Blair (2009) explicam que o primeiro passo para elaboração da pegada hídrica é estimar a matriz do coeficiente técnico direto para a água, como na MIP

tradicional. A multiplicação dos *DWR* (requerimentos diretos de água) pelo inverso da produção bruta define a matriz do coeficiente técnico direto para a água, \hat{A} , como mostra a equação (5):

$$\hat{A} = \hat{W}\hat{X}^{-1} \quad (5)$$

Onde \hat{W} é a matriz diagonal com o vetor de *DWR* na diagonal principal, e \hat{X} é a matriz diagonal com o vetor do valor bruto da produção na diagonal principal. Cada elemento em \hat{A} representa um coeficiente linear de água que define os requerimentos diretos de água por produto de dólar do setor econômico (m³ por USD, 2015)¹⁷. Ou, em outras palavras, quanta água é incorporada via insumos diretos e indiretos necessários para alcançar o total da produção setorial.

Portanto, o vetor *DWR* pode ser expresso pela multiplicação da matriz do coeficiente técnico direto para a água (\hat{A}) e a matriz inversa de Leontief (*L*), que expressa os requerimentos totais setoriais para atender a uma determinada Demanda Final (*F*), como expresso na equação (6):

$$DWR = \hat{A}LF \quad (6)$$

Por conseguinte, o vetor das pegadas hídricas diretas é estimado pela multiplicação de \hat{A} pela matriz de coeficiente técnico direto (*A*) e a soma de suas linhas (Equação 7), representando os requerimentos de água diretamente incorporados aos insumos diretos de cada setor (ou m³ por USD) (Montoya, 2020).

$$DWF = \sum_i^n \hat{A}_{ij} A_{ij} \quad (7)$$

Analogamente, a matriz das pegadas hídricas totais (*TWF*) é estimada através da multiplicação de \hat{A} pela matriz inversa de Leontief (*L*), representando o total (direto ou indireto) dos requerimentos de água para a produção de cada setor, ou seja, m³ totais por USD de valor de produção bruto (Equação 8). Os requerimentos diretos de água ilustram a interdependência de água, isto é, os requerimentos de água que são desencadeados pela atividade produtiva, tanto no abastecimento quanto na demanda de insumos.

$$TWF = \hat{A}_{ij} L_{ij} \quad (8)$$

¹⁷ Uma vez que 1 hm³ = 1,000,000 m³, hm³/milhão USD = m³/USD.

A análise dos elementos da matriz TWF ilustra a interdependência de água em uma economia, também chamada de encadeamentos. No contexto da pegada hídrica, os encadeamentos para frente e para trás conseguem fornecer informações valiosas para os padrões de uso de água em uma estrutura produtiva. Os encadeamentos para trás são derivados pela análise da matriz *TWF* na perspectiva das linhas (insumos), identificando os setores mais hidro intensivos como consumidores de insumos. Por exemplo, para o setor de abastecimento de água, o setor de processamento de alimentos pode ter importantes encadeamentos para trás, indicando que é um grande consumidor de recursos hídricos (Equação 9).

$$BL = \sum_i^n TWF_{ij} \quad (9)$$

De maneira semelhante, os encadeamentos para frente são derivados da análise da matriz TWF na perspectiva das colunas (produção bruta) (Equação 10), identificando os setores a jusante que dependem de setores hidro intensivos como fornecedores de insumos.

Por exemplo, o setor de agricultura pode ter encadeamentos para frente importantes para o setor de processamento de alimentos, indicando que o segundo depende enormemente dos recursos hídricos usados na agricultura. Pela análise dos encadeamentos para frente, as pessoas responsáveis pela elaboração de políticas públicas conseguem identificar os setores mais vulneráveis à escassez de água e desenvolver estratégias de mitigação do impacto da insuficiência de água naqueles setores.

$$FL = \sum_j^n TWF_{ij} \quad (10)$$

A próxima seção apresenta os resultados para os requerimentos diretos de água setoriais e as estimativas da pegada hídrica. Explora, especificamente, tendências dos requerimentos diretos setoriais de água (DWR) e o impacto dos encadeamentos para trás e para frente para os sistemas econômicos. A análise está concentrada, sobretudo, nos anos de 2013 a 2017, que servem como série histórica comum a todos os países. O Anexo B detalha os resultados para cada país, de acordo com os dados disponíveis.

3. Resultados

Os resultados apresentados nesse estudo devem ser interpretados com cuidado, por conta das diferenças na metodologia para produzir os dados físicos entre países, o que implicou fazer algumas suposições para a sistematização entre dados físicos e econômicos. Apesar de tais limitações, essa seção apresenta os resultados da análise da pegada hídrica para os setores de água e saneamento (WASA) e de agricultura (AGRI) no Brasil, na Colômbia e Costa Rica. Os resultados incluem os requerimentos diretos de água, a pegada hídrica direta e a pegada hídrica total na forma de encadeamentos para trás e para frente, discutindo os resultados por uma perspectiva nacional pelos setores e uma perspectiva setorial pelos países. Assim, esses resultados fornecem informações importantes que contribuem para entender a dependência hídrica dos sistemas econômicos no Brasil, na Colômbia e na Costa Rica.

3.1 Requerimento Direto de Água

Os requerimentos diretos de água (DWR), medidos em hectômetros cúbicos (hm³), representam do uso consuntivo e das perdas de um determinado setor (Figura 2). Os resultados mostram que o DWR varia substancialmente em magnitude entre os três países; porém, existem alguns padrões em comum. Como mostra a Figura 2, o setor da agricultura tem o maior DWR em cada país, seguido do setor de água e saneamento, e o resto da economia, respectivamente.

O setor da agricultura consome a maior parte de água ao mesmo tempo em que representa apenas 4-6% do produto bruto total nos três países de 2013-2017. O setor de água e saneamento é o segundo mais hidro intensivo entre as três economias consideradas na análise, enquanto o percentual da produção bruta total do setor flutua por volta de 1%. Curiosamente, em termos percentuais de DWR total, o WASA (setor de água e saneamento) perfaz aproximadamente 27%. Esse número é significativamente maior que o DWR WASA no Brasil (média de 2% do total durante o período do estudo) ou na Colômbia (média de 3%).

Por sua vez, o resto da economia (RdE) representa, proporcionalmente, um uso irrisório de água, apesar de produzir o maior valor econômico em todos os países analisados. O resto da economia abrange diversas atividades econômicas, tais como mineração, indústria de transformação, energia e serviços. Esse setor alcança, constantemente, a maior produção monetária nos três países, de 93% a 95% em média, e o consumo de água mais baixo (média por volta de 2%) nos três países.

Os DWR expressivos dos setores AGRI e WASA, comparados ao PIB setorial, indicam que a análise dos elementos que desencadeiam o consumo de água nesses setores pode beneficiar sua conservação, ao mesmo tempo em que adapta o sistema econômico a um contexto de escassez de água. Esse é o caso específico das economias colombiana e costarriquenha, cujo DWR tem aumentado ao longo do tempo.

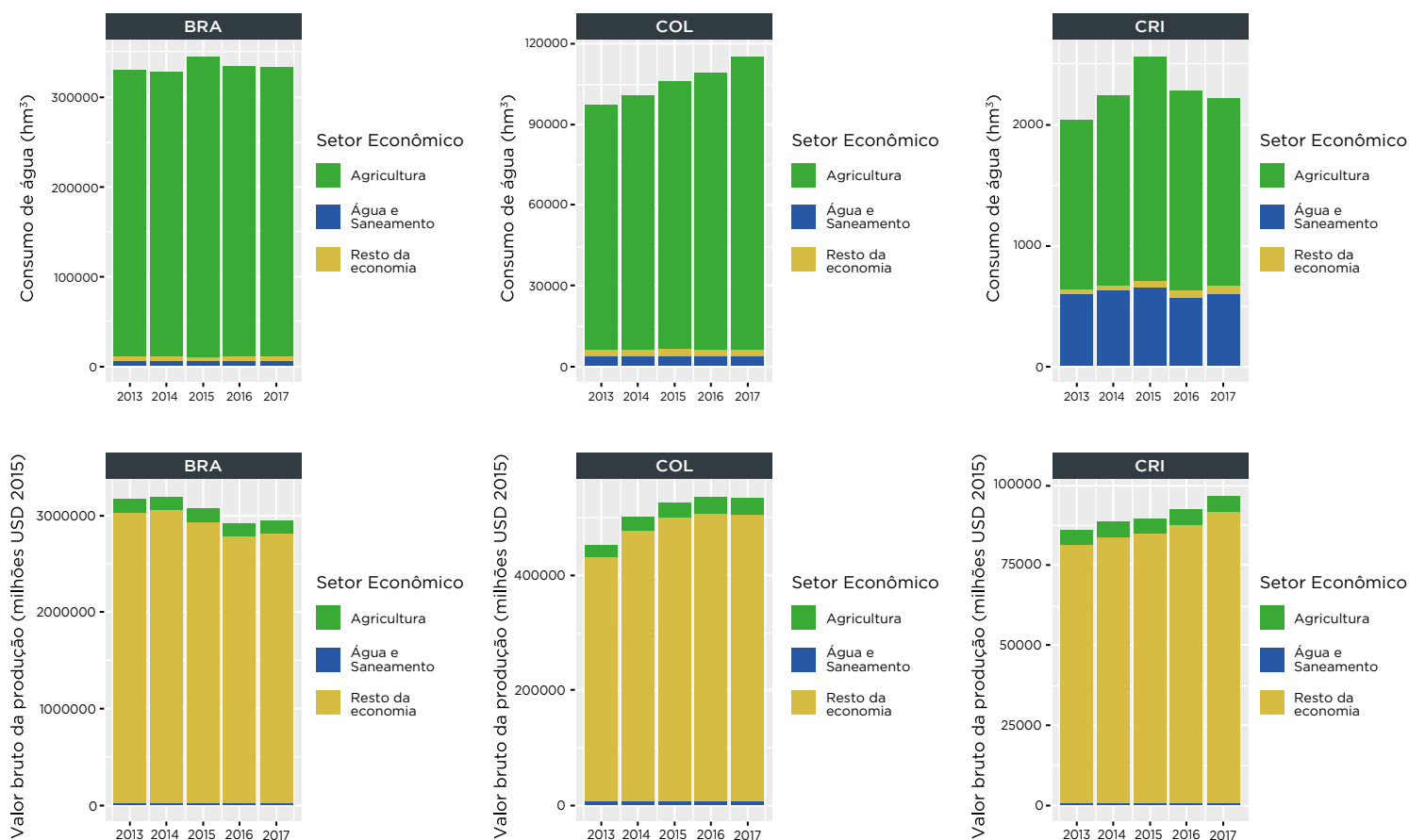


Figura 2: Requerimentos diretos de água (hm³) e o Valor bruto da produção setorial (milhões USD, 2015) para cada país, por ano.

Embora as economias sigam macrotendências semelhantes no que diz respeito a suas composições e ao consumo de água, existem diferenças importantes na magnitude e eficiência desse uso. O setor da agricultura é um consumidor massivo de água, o que reflete seu tamanho em termos de produto econômico (Figura 2). No entanto, ao se comparar a razão de seu produto bruto ao DWR, constata-se que a Colômbia atinge uma média de 0,25 USD/m³ durante o período do estudo, enquanto o Brasil e a Costa Rica atingem 0,45 e 3,31 USD/m³, respectivamente.

Os resultados mostram também um desequilíbrio intrigante entre o uso de água e o produto econômico no setor de água e saneamento. Ao se comparar o Brasil e a Costa Rica, por exemplo, os setores WASA mostram que o DWR do Brasil é 11 vezes mais alto, ao passo que seu produto bruto é, em média, 27 vezes maior que o da Costa Rica. A mesma comparação entre a Colômbia e a Costa Rica, mostra o DWR e produção bruta do setor de água e saneamento da Colômbia aproximadamente 6 vezes mais alto que o da Costa Rica.

Enquanto a economia do Brasil é muito maior que as da Colômbia e Costa Rica, o fato de que o DWR e o produto econômico não aumentam proporcionalmente pode apontar diferenças em eficiência no uso da água ou política setorial. Por exemplo: em uma perspectiva total da economia, Colômbia e Costa Rica apresentaram um crescimento em produto de 18% e 16%, entre 2013 e 2017, respectivamente, ao mesmo tempo em que o DWR induzido deu crescer 19% e 9,4%. O Brasil apresentou uma queda de produção na economia de até -6,8%, induzindo um DWR de 0,78% no mesmo período.

Não obstante, alguns setores tiveram um comportamento de crescimento diferente da média nacional. O setor de Agricultura, por exemplo, cresceu em todos os países (1,8% no Brasil, 36% na Colômbia, e 7,4% na Costa Rica), provocando um aumento no DWR da agricultura de 0,94%, 20%, e 11%, respectivamente.

No que tange ao setor de água e saneamento, Brasil e Colômbia apresentaram taxas de crescimento do PIB de 2,2% e 17%, respectivamente. Enquanto o Brasil apresentou um aumento de 2,3% no DWR WASA, a Colômbia apresentou uma redução de -2,6% no DWR do mesmo setor. Em contrapartida, o setor de água e saneamento apresentou uma redução de -21% em seu produto, ao mesmo tempo em que o DWR setorial aumentou em 0,28%.

Para explorar as diferenças de uso de água pelos setores, as análises dos requerimentos diretos de água e produção bruta fornecem um quadro parcial. Contudo, as pegadas hídricas representam a relação entre os insumos de água e os produtos setoriais, oferecendo uma melhor compreensão a respeito dos padrões de consumo de água nos setores dos países.

Ao se considerar os requerimentos totais de água na estrutura econômica, as pegadas hídricas diretas e totais evidenciam a intensidade de água dos produtos setoriais e revelam a relação de interdependência entre o consumo de água e todo o sistema econômico. As seções a seguir exploram essas relações com mais detalhes, analisando a relação entre consumo de água e a produção em cada uma das três economias, comparando os setores de agricultura e água e saneamento desses países.



3.2 Resultados por país

Os indicadores de pegadas hídricas representam a água incorporada ao sistema econômico, expressa em metros cúbicos por dólares americanos em 2015 (m^3/USD). As pegadas hídricas são essenciais para demonstrar como o consumo de água está interdependente à estrutura econômica de cada país e suas tendências ao longo do tempo. Esses indicadores são expressos como pegadas hídricas diretas e totais. Quando a demanda por um produto ou serviço aumenta em uma unidade monetária, ela provoca dois efeitos nos requerimentos setoriais de água: o primeiro é a água inicial incorporada à produção de insumos diretos (pegada hídrica direta). O segundo é a água incorporada na produção de insumos que são utilizados como insumos pelo setor em questão, isto é, transações que representam a interdependência do sistema econômico, dando conta das pegadas hídricas diretas e indiretas incorporadas (pegadas hídricas totais). Assim, os encadeamentos para trás e para frente são derivados das pegadas hídricas totais para

se entender como o uso da água, a eficiência ou as mudanças na produção de determinado setor afetam o uso e a produção em outros setores.

A Figura 3 mostra que as pegadas hídricas diretas apresentam comportamentos setoriais e nacionais distintos ao longo dos anos. Dos três países, a Colômbia tem a mais alta pegada hídrica direta, atingindo uma média de $0,35 m^3$ requeridos por dólar produzido durante o período de estudo, o que indica que a economia colombiana é a mais hidro intensiva em termos de insumos diretos setoriais e, provavelmente, a mais vulnerável à escassez de água. Isso é corroborado pelo fato de que os setores que contribuem com a maior parte da economia (RdE e Agricultura) detêm as maiores quotas dessa pegada hídrica direta (~90%). A Colômbia é também o único país que não obteve redução da pegada hídrica direta de 2013 a 2017; sofreu um aumento de $0,02 m^3/USD$. Contrariamente, o Brasil, que tinha uma pegada hídrica direta de $0,17$ em 2013, obteve uma redução de $0,01 m^3/USD$ durante o mesmo período, enquanto a Costa Rica apresentou uma redução substancial, caindo de $0,11$ em 2013 para $0,08 m^3/USD$ em 2017.

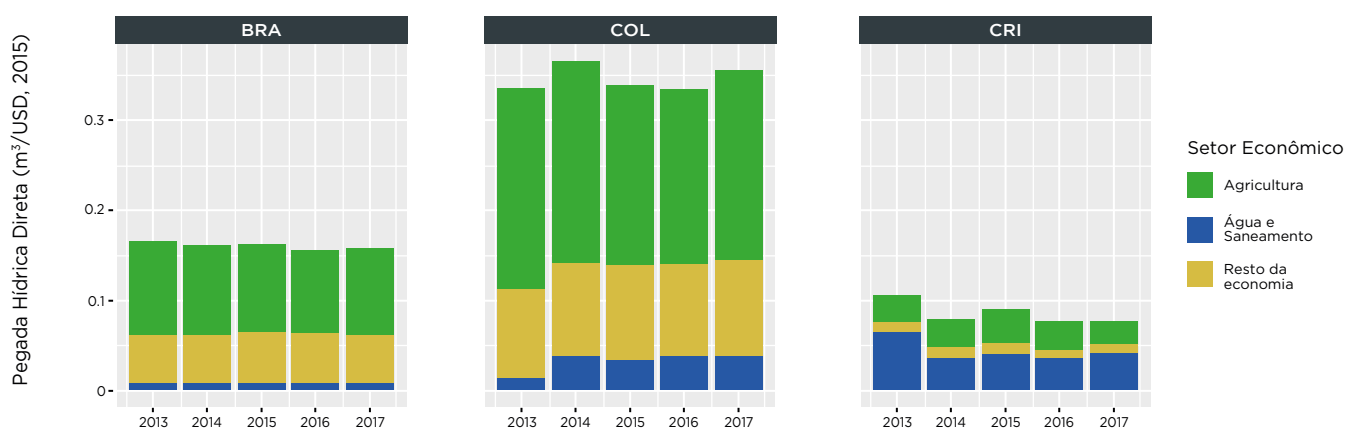


Figura 3: Pegada hídrica direta para cada país, por ano (m^3/USD , 2015).

As pegadas hídricas totais também variam de país para país. Esses valores conseguem comunicar, de maneira mais precisa, a intensidade de água dessas economias. Mais uma vez, a Colômbia apresenta o sistema econômico mais hidro intensivo, com uma pegada hídrica total média de $4,9 m^3/USD/ano$, seguida pelo Brasil ($2,9 m^3/USD/ano$) e Costa Rica ($1,3 m^3/USD/ano$) (Figura 4). A Colômbia, portanto, parece ser o país mais vulnerável à escassez, seguida do Brasil e a Costa Rica.

O risco de escassez, no entanto, não é igual para todos esses países. Apesar de ser o país mais dependente de recursos hídricos para os produtos econômicos, o país tem também, no geral, um risco baixo de escassez de água, especialmente nas áreas geográficas com maior produtividade econômica. Embora a discussão sobre risco esteja fora do escopo desse trabalho, é importante considerar que uma vulnerabilidade econômica alta à escassez não acarreta, necessariamente, uma alta vulnerabilidade.

É também importante observar que as diferenças na pegada hídrica total se originam das características dos

sistemas econômicos de cada país, por exemplo: a participação de atividades hidro intensivas na composição do PIB, a tecnologia produtiva dos setores e a eficiência do uso de água nos setores econômicos. A intensidade de água em uma economia ou setor econômico é determinada pelo papel que a água desempenha e pela eficiência de seu uso no setor. No caso da Agricultura, que geralmente contribui com a maior proporção da pegada hídrica geral, o papel que a água desempenha depende pesadamente do portfólio das culturas do setor, especificamente a proporção de água que uma determinada cultura demanda para seu valor econômico agregado; um setor composto por produtos hidro intensivos de baixo valor econômico agregado terá uma pegada hídrica mais alta do que um setor de agricultura com produtos de alto valor, ou resistentes à seca. Além disso, sistemas irrigados influenciam a produtividade de água do setor. Se, por um lado, a irrigação requer maiores investimentos, por outro, ela pode ser estratégica porque reduz a dependência de regimes de chuva das plantações, o que permite o aumento de colheitas anuais.

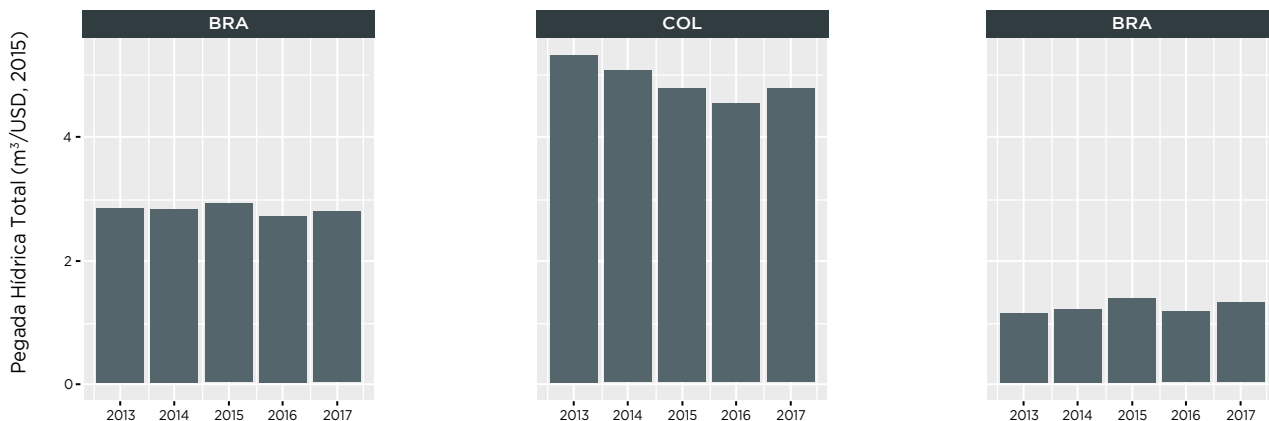


Figura 4: Pegada hídrica total para cada país, por ano (m³/USD, 2015).

As pegadas hídricas também mudam com o passar do tempo. De 2013 a 2017, o Brasil reduziu sua pegada hídrica total em 0,027 m³/USD (de 2,85 m³/USD em 2013 a 2,82 m³/USD em 2017), enquanto o indicador da Colômbia diminuiu 0,54 m³/USD (de 5,32 m³/USD a 4,78 m³/USD). A Costa Rica, por sua vez, aumentou sua pegada hídrica total em 0,18 m³/USD, de 1,17 m³/USD em 2013, a 1,35 m³/USD em 2017 (Figura 4). Vários eventos explicam tais mudanças. Um país, por exemplo, pode se tornar mais hidro intensivo ao longo

do tempo, graças à maior participação de setores hidro intensivos na composição do PIB, tornando-se também potencialmente mais dependente de recursos hídricos. Um país pode diminuir sua pegada hídrica total ao se tornar mais eficiente em uso de água em seus setores econômicos, implementando políticas de economia de água ou mercados de água, por exemplo. Na Colômbia, o fato de que a pegada hídrica direta aumenta, enquanto a total diminui, no mesmo intervalo de tempo, é notável e será abordado em uma pesquisa futura.

3.3 Resultados por Setor

A Figura 5 apresenta uma visão geral das pegadas hídricas para cada país (diretas e encadeamentos para trás e para frente) durante os anos. Quanto mais altos os valores altos para os encadeamentos para trás, mais altos são os conteúdos hídricos dos insumos requeridos pelo setor. Encadeamentos para frente elucidam padrões de pegadas hídricas do ponto de vista de abastecimento, ou seja, quanta água é consumida quando a produção de uma nova unidade de produto está disponível no sistema econômico. Como esperado, a Colômbia apresenta os maiores encadeamentos para trás e para frente, comparada ao Brasil e à Costa Rica, dada a magnitude de suas pegadas direta e total.

m ³ /USD		Pegada hídrica direta				Encadeamento para trás				Encadeamento para frente			
País	Ano	Agricultura	Água e Saneamento	Resto da economia	Total	Agricultura	Água e Saneamento	Resto da economia	Total	Agricultura	Água e Saneamento	Resto da economia	Total
Brasil	2013	0,10	0,01	0,05	0,17	2,38	0,38	0,10	2,85	2,49	0,35	0,00	2,85
	2014	0,10	0,01	0,05	0,16	2,39	0,37	0,09	2,85	2,51	0,34	0,00	2,85
	2015	0,10	0,01	0,06	0,16	2,47	0,38	0,10	2,94	2,59	0,35	0,00	2,94
	2016	0,10	0,01	0,06	0,16	2,29	0,38	0,10	2,77	2,42	0,35	0,00	2,77
	2017	0,09	0,01	0,05	0,16	2,35	0,38	0,09	2,82	2,47	0,35	0,00	2,82
Colômbia	2013	0,22	0,01	0,11	0,37	4,03	0,85	0,19	5,07	4,28	0,77	0,02	5,07
	2014	0,22	0,04	0,10	0,34	3,77	0,83	0,18	4,78	4,01	0,75	0,01	4,78
	2015	0,20	0,04	0,10	0,33	3,55	0,82	0,18	4,55	3,79	0,74	0,01	4,55
	2016	0,19	0,04	0,10	0,35	4,07	0,77	0,19	5,03	4,07	0,69	0,01	4,78
	2017	0,21	0,04	0,10	0,35	3,86	0,78	0,18	4,82	4,11	0,70	0,01	4,82
Costa Rica	2013	0,03	0,07	0,009	0,11	0,31	0,84	0,02	1,17	0,31	0,85	0,00	1,17
	2014	0,03	0,04	0,010	0,08	0,33	0,86	0,02	1,21	0,34	0,87	0,00	1,21
	2015	0,04	0,04	0,012	0,09	0,41	0,95	0,02	1,38	0,42	0,96	0,00	1,38
	2016	0,03	0,04	0,010	0,08	0,35	0,82	0,02	1,19	0,36	0,83	0,00	1,19
	2017	0,02	0,04	0,010	0,08	0,31	1,02	0,02	1,35	0,32	1,03	0,00	1,35

Figura 5: Pegadas hídricas setoriais para cada país, por ano (m³/USD, 2015).

Como previsto, os setores de agricultura (AGRI) e água e saneamento (WASA) são importantes para explicar as tendências identificadas para as pegadas hídricas nacionais dos três países. Nesse sentido, a seção a seguir explora as diferenças de intensidade entre a pegada hídrica de um e de outro setor no Brasil, na Colômbia e Costa Rica e traz informações sobre padrões de intensidade de água entre países, identificando tendências que emergiram entre 2013 e 2017. Identificar tendências de intensidade crescente de água em setores-chave lança luz sobre a necessidade de intervenções na criação de políticas de economia de água para adaptação a cenários de escassez.

3.3.1 O setor de Agricultura – AGRI

A Costa Rica tem os mais baixos indicadores de pegadas hídricas para os setores agrícolas dentre os países pesquisados. De 2013 a 2017, as pegadas hídricas para a Costa Rica no setor atingiram, em média, 0,03 m³/USD, seguidas por Brasil (0,10) e Colômbia (0,21) (Figura 6). Essas estimativas indicam que a Colômbia requer 8 vezes mais água que a Costa Rica para gerar cada unidade monetária de produto agrícola, enquanto o Brasil requer 3,2 vezes mais. Tal resultado é, provavelmente, devido a diferenças nos portfólios da agricultura desses países, variações da eficiência no uso da água, ou aumento de irrigação e redução de uma agricultura alimentada pelo regime de chuvas.

De 2013 a 2017, todos os países experimentaram uma redução em suas pegadas hídricas diretas. A Costa Rica atingiu a redução mais significativa (20%), seguida por Brasil (10%) e Colômbia (6%). As melhorias da eficiência no uso da água desempenham um papel crucial junto a mudanças na estrutura da atividade econômica. Os países, por exemplo, conseguem reduzir as pegadas hídricas diretas das suas atividades agrícolas aperfeiçoando seus sistemas de irrigação, aumentando a governança da água para gestão integrada de recursos hídricos, ou adotando processos de produção que requerem menos insumos hidro intensivos. Durante esse estudo, os períodos de seca nos três países provocaram essas ações com frequência, o que posiciona o uso eficiente da água como uma questão política importante e incita os produtores a investir em sistemas de irrigação ou mudar para culturas menos hidro intensivas ou com maior valor agregado para mitigar o risco climático e aumentar a eficiência da produção.

As pegadas hídricas diretas, contudo, não contam toda a história. Para um melhor entendimento sobre fluxos virtuais de água, é essencial enfatizar quão eficientemente a água é consumida em diferentes setores e considerar a eficiência do consumo da água pelos insumos e produtos que fazem parte da cadeia de abastecimento. Na análise dos indicadores da pegada hídrica total, como encadeamentos para trás e para frente, pode-se incluir esses fatores e trabalhar para uma conservação efetiva da água.

A importância de se levar em conta os encadeamentos para trás e para frente fica evidente através de um exemplo prático: na Colômbia, o setor de Agricultura apresenta, inicialmente, uma intensidade hídrica de 0,21 hectômetros de água por 1 dólar produzido. Porém, quando se apura a água incorporada nos insumos diretos e indiretos requeridos para a geração de 1 USD de produto agrícola, esse número aumenta para 3,89 metros cúbicos. Observando-se de uma perspectiva de encadeamento para frente, uma geração de 1 dólar de produção agrícola resulta em 4,11 metros cúbicos de água incorporada a jusante no abastecimento do setor.

Essa análise comparativa ressalta a relevância da avaliação dos encadeamentos, tanto para trás como para frente, juntamente às pegadas hídricas diretas, ao se analisar o uso setorial da água.

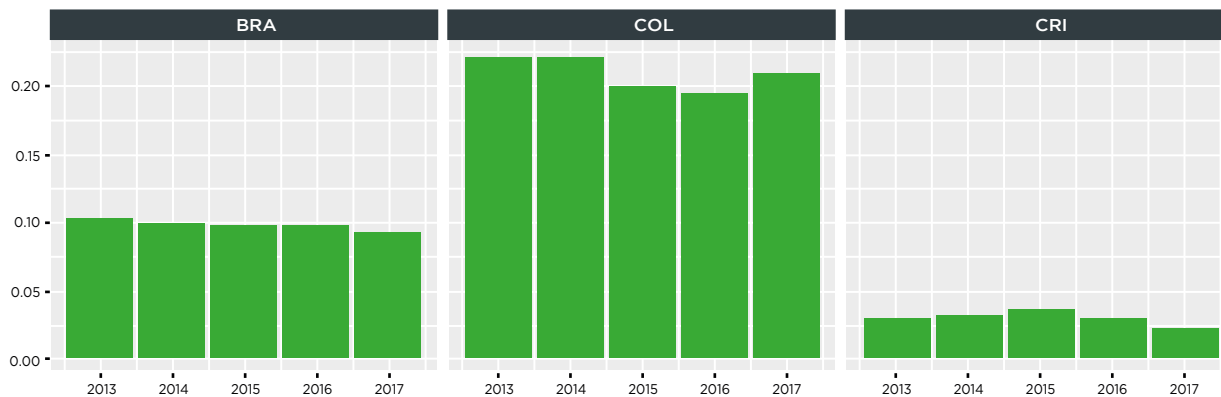
Entre 2013 e 2017, os encadeamentos para trás e para frente na agricultura apresentaram variações em cada país, mas as estimativas para o começo e fim do período foram relativamente semelhantes, exceto para a Colômbia, que obteve uma redução nos encadeamentos de 5% para trás e de 9% para frente. A Costa Rica e o Brasil, em comparação, mantiveram indicadores relativamente estáveis com um discreto aumento de 1% para o Brasil, em ambos os indicadores. A redução nos encadeamentos para trás e para frente da Colômbia podem apontar para aumentos potenciais na eficiência, tanto a montante quanto a jusante do setor agrícola¹⁸. Essas variações enfatizam a importância de uma avaliação detalhada da eficiência do consumo de água através das cadeias de abastecimento para se entender os esforços de conservação.

As estimativas de pegadas hídricas totais revelam que cada unidade de aumento de produção no setor agrícola da Colômbia requer 13 vezes mais fluxo de água no sistema econômico do que no da Costa Rica. Diferentemente, cada unidade de aumento no setor agrícola brasileiro requer 7 vezes mais do que o da Costa Rica. Ao se comparar as estimativas de pegada hídrica direta aos encadeamentos para trás e para frente para cada setor, constata-se que as estimativas para os encadeamentos são geralmente de 10 a 25 vezes maiores do que a pegada hídrica direta correspondente (-10 para a Costa Rica, -20 para a Colômbia, e -25 para o Brasil). Essas relações significam que a incorporação do uso da água embutido nos insumos vindos de outros setores ou o uso da água em outros setores que utilizam produtos agrícolas afeta bastante as estimativas de pegada hídrica do setor agrícola, indicando que esse demanda não apenas uma grande quantidade de água direta, mas que também aciona relevantes fluxos de água virtual em sistemas econômicos.

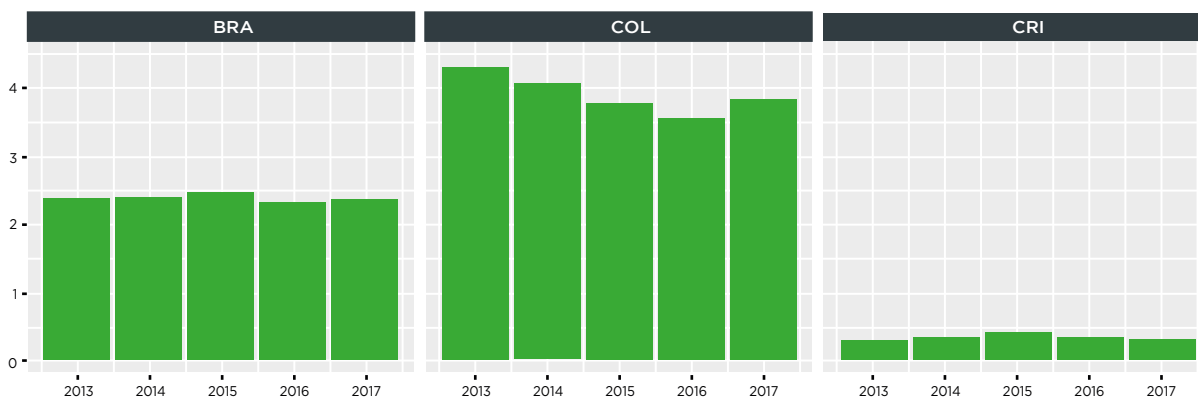
¹⁸ De fato, uma redução do encadeamento setorial para trás pode também acontecer por conta da des-densificação, ou seja, a perda ou enfraquecimento de elos em uma cadeia de produção. Um aumento da penetração de produtos importados na cadeia de abastecimento do setor de agricultura, por exemplo, faria seu encadeamento para trás diminuir, e, conseqüentemente, sua pegada hídrica. De qualquer forma, a pressão por recursos hídricos diminui. Mudanças na penetração de importados não fazem parte do escopo desse trabalho, apesar de abrir uma possibilidade para uma pesquisa complementar importante para a elaboração de políticas.

m ³ / USD ano	Pegada hídrica direta			Encadeamento para trás			Encadeamento para frente		
	Brasil	Colômbia	Costa Rica	Brasil	Colômbia	Costa Rica	Brasil	Colômbia	Costa Rica
AGRI 2013	0,10	0,22	0,03	2,38	4,29	0,31	2,49	4,50	0,31
2014	0,10	0,22	0,03	2,39	4,03	0,33	2,51	4,28	0,34
2015	0,10	0,20	0,04	2,47	3,77	0,41	2,59	4,01	0,42
2016	0,10	0,19	0,03	2,29	3,55	0,35	2,42	3,79	0,36
2017	0,09	0,21	0,02	2,35	4,07	0,31	2,47	4,07	0,32

Pegada hídrica direta de água no setor AGRI (m³/USD)



Encadeamento para trás no setor AGRI (m³/USD)



Encadeamento para frente no setor AGRI (m³/USD)

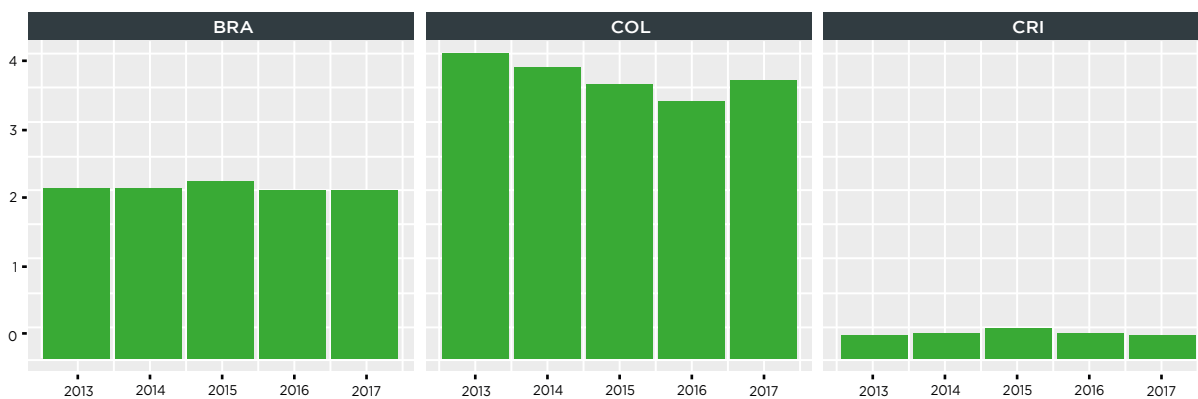


Figura 6: Pegada hídrica nacional para AGRI, por ano (m³/USD, 2015).

3.3.2 Setor de água e saneamento – WASA

Dentre os países examinados, o Brasil tem os mais baixos indicadores de pegada hídrica para o setor de água e saneamento (WASA). De 2013 a 2017, os requerimentos diretos de água para o país foram, em média, 0,01 m³/USD, e foi seguido por Colômbia (0,03) e Costa Rica (0,05) (Figura 13). Esses resultados apresentam tendências constantes em requerimentos diretos de água *per capita* nos três países: Brasil, com 33 m³; Colômbia, com 79 m³; Costa Rica, com 126 m³. Simplificando, a Colômbia requer três vezes e a Costa Rica cinco vezes mais água para atender o produto do setor de água e saneamento, diretamente relacionado ao abastecimento de água de suas respectivas populações. A Costa Rica sofre o mais alto percentual de perdas por captação direta de água do ambiente com uma média de 40% ao ano, o que pode explicar a mais alta pegada hídrica direta entre os países. O Brasil registrou 33% de perdas e a Colômbia, 27% em média, o que sugere que as perdas não são o único elemento motivador por trás dos indicadores da pegada direta de água. As estimativas ressaltam a complexa interação entre população, abastecimento de água, perdas e outros fatores¹⁹ que influenciam os indicadores da pegada hídrica direta.

De 2013 a 2017, as variações observadas na pegada hídrica direta são expressivas. O Brasil apresentou um ligeiro aumento de 3%, ao mesmo tempo em que mudanças notórias ocorreram nos indicadores do setor de água e saneamento da Costa Rica e Colômbia. **A Costa Rica atingiu uma redução de 35% em sua pegada hídrica direta entre 2013 e 2014**, potencialmente por conta de políticas de economia de água e investimentos na infraestrutura setorial. Contrariamente, a **Colômbia se defrontou com um aumento substancial de 179% em sua pegada hídrica direta, no mesmo período**. Curiosamente, o crescimento mais relevante também aconteceu de 2013 a 2014. As razões para esse aumento acentuado permanecem indefinidas. Os dados físicos são baseados em informações sobre a captação de água feita pelas empresas públicas, que podem ter sofrido mudanças metodológicas ao longo do processo. Uma avaliação mais profunda do setor de água e saneamento e do sistema econômico colombiano pode oferecer maiores informações a respeito dos fatores influenciadores para tais mudanças durante o período analisado, enquanto a expressiva pegada hídrica da Costa Rica pode fornecer informações para outras economias da região na elaboração de políticas de economia da água para esse setor em um contexto de adaptação para um cenário de maior escassez.

Ao se comparar as estimativas de pegada hídrica entre os países analisados, a Costa Rica emergiu com os maiores valores, embora os indicadores apresentem diferentes comportamentos entre países (Figura 7). A média dos encadeamentos para trás e para frente para a Costa Rica são 0,90 e 0,91 m³/ USD, ao passo que, para a Colômbia, esses valores são 0,83 e 0,75 e, para o

Brasil, 0,38 e 0,35, respectivamente. Essas estimativas proporcionam informações a respeito da quantidade de água incorporada por unidade de produção nos setores de água e saneamento dos sistemas econômicos de cada país, demonstrando que a atividade econômica desses setores na Colômbia e na Costa Rica acionam 2,4 vezes mais água incorporada do que no Brasil. Tais discrepâncias existem, provavelmente, por conta das diferenças na produtividade setorial de água, isto é, qual quantidade de água resulta um produto monetário equivalente.

É interessante observar que, entre 2013 e 2017, as estimativas dos encadeamentos para trás e para frente de WASA na Colômbia diminuíram em até 11 e 15%, respectivamente, ao mesmo tempo em que sua pegada hídrica direta aumentou em até 179%. Isso significa que, enquanto o setor se tornou mais hidro intensivo em suas atividades, todo o sistema econômico da Colômbia ficou menos intensivo, diminuindo o volume de água da cadeia de abastecimento do setor. O setor de agricultura, por exemplo, o mais hidro intensivo de todos, obteve uma redução de seus requerimentos diretos de água entre 2013 e 2017 enquanto aumentava a sua parcela de contribuição para a economia colombiana, possivelmente compensando o aumento da pegada hídrica direta do setor de água e saneamento.

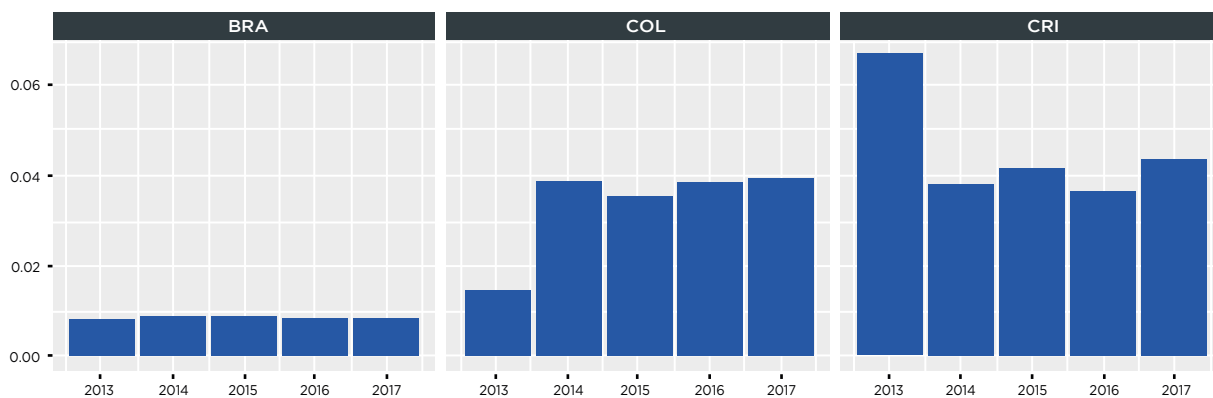
Em contraste, o setor WASA na Costa Rica obteve um aumento de 22 e 21% em suas estimativas de encadeamentos para trás e para frente, entre 2013 e 2017, apesar do decréscimo na pegada hídrica direta do setor. Isso quer dizer que o setor se tornou mais eficiente, porém sua cadeia de abastecimento passou a depender mais dos recursos hídricos, dado ao aumento da água incorporada. Entretanto, esse decréscimo é o resultado da obtenção de uma pegada hídrica direta excepcionalmente alta. A análise da pegada hídrica direta entre 2014 e 2017 mostrou um aumento de 14%, alinhada com a tendência geral da pegada hídrica total.

Nesse intervalo, o setor WASA no Brasil obteve apenas uma pequena variação de 2013 a 2017, registrando um aumento de 1% na estimativa dos encadeamentos para trás e 0,2% na estimativa de encadeamentos para frente. Isso aponta para padrões relativamente estáveis de uso de água durante o período analisado, a mesma tendência observada na pegada hídrica direta para o setor. As estimativas demonstram que, além do setor de água e saneamento ter se tornado mais hidro intensivo, a cadeia de abastecimento obteve também um aumento de requerimentos de água, apesar de não tão grandes em magnitude, mesmo em um período de escassez de água enfrentado pelo país durante o intervalo.

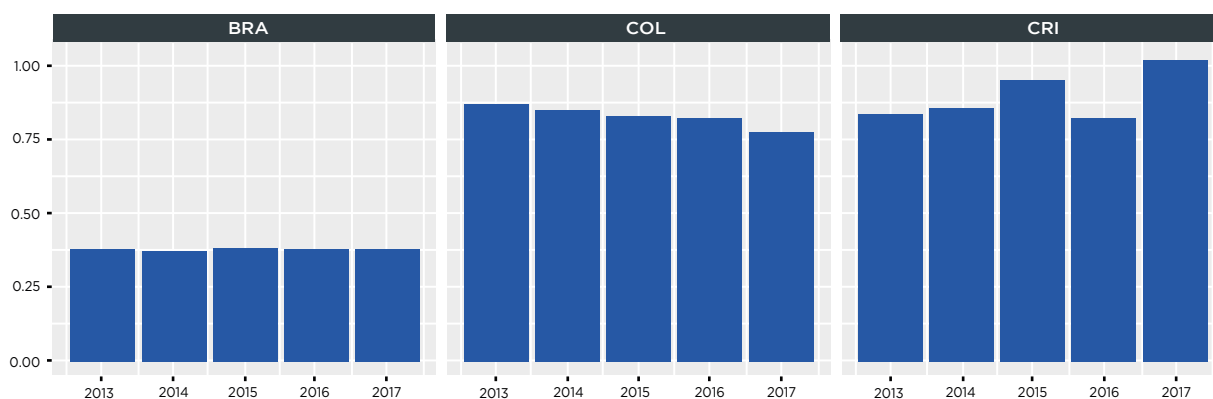
¹⁹ Por exemplo, investimentos em equipamentos para modernização do tratamento de água, expansão dos serviços de saneamento, renda recuperada por cobrança de tarifas, entre outros.

(m ³ / USD) year		Pegada hídrica direta			Encadeamento para trás			Encadeamento para frente		
		Brasil	Colômbia	Costa Rica	Brasil	Colômbia	Costa Rica	Brasil	Colômbia	Costa Rica
WASA	2013	0,01	0,01	0,07	0,38	0,87	0,84	0,35	0,81	0,85
	2014	0,01	0,04	0,04	0,37	0,85	0,86	0,34	0,77	0,87
	2015	0,01	0,04	0,04	0,38	0,83	0,95	0,35	0,75	0,96
	2016	0,01	0,04	0,04	0,38	0,82	0,82	0,35	0,74	0,83
	2017	0,01	0,04	0,04	0,38	0,77	1,02	0,35	0,69	1,03

Pegada hídrica direta de água no setor WASA (m³/USD)



Encadeamento para trás no setor WASA (m³/USD)



Encadeamento para frente no setor WASA (m³/USD)

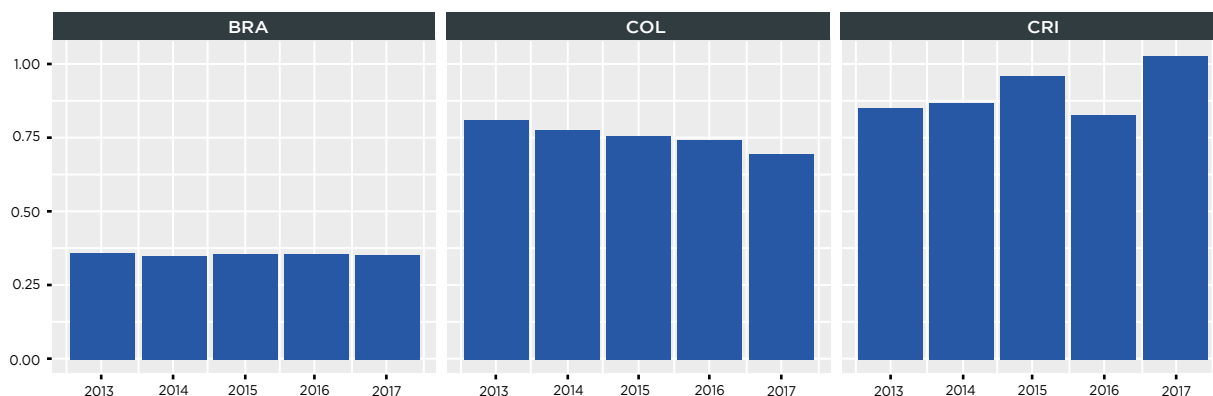


Figura 7: Pegadas hídricas nacionais, por ano (m³/USD, 2015).

4. Conclusão

Esse estudo estimou as pegadas hídricas totais e diretas para três economias na América Latina e Caribe — Brasil, Colômbia e Costa Rica —, com foco nos setores de agricultura e água e saneamento, por conta de sua relevância para os requerimentos diretos de água em relação aos demais setores. Os resultados oferecem informações valiosas sobre padrões de consumo de água de cada economia.

I. **Brasil, Colômbia e Costa Rica apresentam muitas tendências em comum, no que diz respeito a informações sobre os padrões de consumo de água dessas economias. Contudo, as informações das pegadas hídricas diretas mostram que a água incorporada por unidade de produção varia significativamente entre países e setores.** A Colômbia obteve um aumento de 179% no requerimento direto de água. Esse pico merece uma investigação mais aprofundada para determinar os fatores primordiais que estão exercendo pressão sobre os recursos hídricos do país. Inversamente, o Brasil tem a mais baixa pegada hídrica para o setor de água e saneamento; no entanto, o consumo de água e atividade econômica do setor apresentaram um padrão diferente no mesmo período. As causas subliminares para essas tendências requerem uma investigação posterior. Adicionalmente, o setor de água e saneamento não parece haver sido substancialmente afetado a nível nacional pelas secas enfrentadas durante o período, ressaltando-se ainda a necessidade de uma análise pormenorizada dos fatores em questão.

II. **A inclusão dos encadeamentos para trás e para frente na análise da pegada hídrica eleva drasticamente o valor desses indicadores, tanto no setor de agricultura quanto no de água e saneamento, o que a faz vital para análises semelhantes.** A Colômbia tem o sistema econômico mais hidro intensivo dentre os três países analisados, traduzido em seus altos valores de encadeamentos para trás e para frente. Na Costa Rica, o setor de água e saneamento apresentou pegadas hídricas — total e direta — mais altas do que o setor de agricultura, o que é singular, se comparado aos outros países. Para se determinar se é preciso priorizar a eficiência do uso de água no setor de água e saneamento é necessário fazer uma investigação maior para o entendimento das causas para tal discrepância. No Brasil, os requerimentos diretos de água decresceram ao longo do tempo, o que pode indicar o aumento de eficiência no uso da água. Apesar disso, os indicadores da pegada hídrica total na agricultura não acompanharam a mesma tendência de decréscimo, o que sugere que, embora as atividades agrícolas tenham se tornado menos hidro intensivas, a proporção crescente de sua participação na composição do produto interno bruto compensa a diminuição da pegada hídrica direta, resultando em um setor econômico mais hidro intensivo. Alinhados a isso, Napolini et al. (2020) enfatizam a importância de se considerar as pegadas hídricas totais na formulação de políticas, particularmente ao se levar em conta o papel desempenhado pela estrutura econômica para a incorporação de água nas cadeias de abastecimento.

III. **É fundamental a obtenção dos dados físicos da água em seu nível setorial mais granular para facilitar futuras análises de pegada hídrica e subseqüentes áreas de pesquisa.** Os países analisados poderiam procurar melhorar os dados disponíveis para fortalecer a contabilidade ambiental-econômica da água na região. A Colômbia, por exemplo, poderia trabalhar no fornecimento de tabelas de estoques para se estimar o impacto do sistema econômico para os recursos hídricos, enquanto o Brasil poderia oferecer relatórios metodológicos mais detalhados, facilitando a comparação de dados entre países. Em termos de informações setoriais, a Colômbia e a Costa Rica poderiam considerar o consumo de água proveniente da geração termelétrica, o que propiciaria uma desagregação precisa no setor de eletricidade, ganhando assim uma melhor compreensão de seus padrões de consumo de água. Ao mesmo tempo, a Costa Rica poderia procurar desagregar setores de serviços para 2016-2012 — informação indisponível atualmente. A inclusão desses dados permitiria um maior nível de granularidade para as análises da pegada hídrica, o que traria benefícios diretos à formulação de políticas. A promoção e a implementação do Sistema de Contabilidade Ambiental e Econômica para a Água pode contribuir para o entendimento mais amplo a respeito das dinâmicas hidro econômicas na América Latina e Caribe. Além disso, é importante que se tenha atenção nas possibilidades de explorar maior desagregação dos dados no Brasil e Costa Rica. Com esses avanços implementados, os pesquisadores poderão aumentar seu conhecimento sobre padrões de consumo da água, possibilitando aos formuladores de políticas, tomadas de decisões mais bem fundamentadas, assegurando o uso sustentável dos recursos hídricos na América Latina e região do Caribe.

5. Referências

- Baeumler et al. 2021. Demographic trends and urbanization. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1112-9.
- BBC. 2014. Colombia drought triggers clashes in La Guajira province. BBC News, 12 de agosto.
- BCCR. 2017. Cuenta del Agua 2012-2015. Working paper, San José: Banco Central de Costa Rica.
- BCCR. 2019. Cuenta del Agua 2016. Working paper, San José: Banco Central de Costa Rica.
- BCCR. 2021. Cuenta del Agua 2017. Working paper, San José: Banco Central de Costa Rica.
- Castellanos, E., M.F. Lemos, L. Astigarraga, N. Chacón, C. Huggel N. Cuví, L. Miranda, M. Moncassim Vale, e J.P. Ometto. 2022. Central and South America. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009325844.014.
- DANE. 2022. Cuenta Ambiental y Económica de Flujos del Agua. Metodología General, Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- Echeverría, Jaime. 2016. Análisis socioeconómico del impacto sectorial de la sequía de 2014 en Centroamérica. Global Water Partnership Central America.
- Hoekstra, Arjen Y., Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya, e Mesfin M. Mekonnen. 2011. The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard. London, UK - Washington, DC, USA: Earthscan.
- IBGE. 2020. Contas Econômicas e Ambientais da Água 2013-2017. Nota Técnica, Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IMF. 2023. International Financial Statistics. Gross Domestic Product and Components selected indicators, Washington: International Monetary Fund. <https://data.imf.org/>.
- Leontief, Wassily. 1970. "Environmental Repercussions and the Economic Structure: An input-Output Approach." Review of Economics and Statistics (52): 262-277. doi:<https://doi.org/10.2307/1926294>.
- Libra, Jesse Madden, Julien Sylvain Marinus Collaer, Darcia Datshkovsky, e María Pérez-Urdiales. 2022. Scarcity in the Land of Plenty. Technical Note, Washington - DC: Inter-American Development Bank.
- Miller, Ronald E., e Peter D. Blair. 2009. Input-Output Analysis - Foundations and Extensions. New York: Cambridge University Press.
- Montoya, Marco Antonio. 2020. "A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto." Economia Aplicada 24(2) 215-248. doi: 10.11606/1980-5330/ea167721.
- Naspolini, Giovanna Ferrazzo, Bruna Stein Ciasca, Emilio Lebre La Rovere, e Amaro Olimpio Pereira Jr. 2020. "Brazilian Environmental-Economic Accounting for Water: A structural decomposition analysis." Journal of Environmental Management 110508. doi:10.1016/j.jenvman.2020.110508.
- OECD. 2021. Input-Output Tables. Organization for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/sti/ind/input-outputtables.htm>.
- OECD. 2021. OECD Inter-Country Input-Output Database. <http://oe.cd/icio>, Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- SEPSE. 2023. Balances Energéticos Nacionales. Retrieved from <https://sepse.go.cr/balances-energeticos/#1605817267909-8d859b4e-4903>, San José: Secretaría Planificación Subsector Energía.
- UN. 2012. System of Environmental-Economic Accounting for Water. New York: United Nations publication.
- UN-Water. 2016. "Water and Sanitation Interlinkages across the 2030 Agenda for Sustainable Development." Geneva.
- UPME. 2023. Balance Energético Colombiano. Retrieve from <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Paginas/BECO.aspx>, Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética - Ministerio de Minas y Energía.
- World Bank. 2021. Climate Change Knowledge Portal for Development Practitioners and Policy Makers: Brazil. Washington - DC: The World Bank. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/brazil/vulnerability>.

6. Anexos

A. A Matriz Insumo-produto

A Matriz Insumo-Produto (MIP) baseia-se em um conjunto de n equações lineares com n incógnitas. Elas descrevem como os produtos de um setor se relacionam com os insumos de outros setores. Por exemplo: supondo-se que uma economia tenha dois setores econômicos, A e B. O produto do setor A pode ser utilizado como insumo no setor B, e o produto do setor B pode ser utilizado como insumo do setor A. Pode-se organizar então um sistema de duas equações lineares, com duas incógnitas, para servir de modelo para essa interdependência usando a MIP. As variáveis incógnitas representam a quantidade de produto produzido por cada setor. A solução do sistema de equações vai indicar a produção setorial e as quantidades de bens e serviços circulando entre os dois setores ou o total da quantidade de produto setorial.

Além das transações interindustriais, bens e serviços também são demandados por consumidores finais, como residências, governo e exportações, representando a quantidade de bens e serviços consumidos ou gastos por esses. Em outras palavras, cada produto da indústria pode ser demandado como um insumo para a produção de outras indústrias ou como bens e serviços finais. Famílias, por exemplo, tem uma demanda direta de água e serviços de saneamento, ou água e serviços de saneamento podem servir como insumos para atividades econômicas, que produzem bens que serão consumidos pelas famílias. A fórmula da matriz é dada pela equação A.1:

$$x = Z_i + f \quad (A.1)$$

O vetor x representa o produto setorial, a matriz Z representa as transações do consumo intermediário intersetorial (o vetor somatório " $i = [1, 1, \dots, 1]$ " representa a soma das colunas matriz Z), e o vetor f representa a demanda final (bens que são demandados diretamente pelos mercados internos e externos, como famílias, governos ou exportações²⁰). Todas as variáveis são registradas em unidades monetárias, para esse estudo, especificamente, em milhões de dólares estadunidenses (milhão USD 2015). Os conjuntos de dados insumo-produto seguem normalmente a equação (A.1) para a organização de dados, o que serve como ponto de partida para a MIP. O conjunto de dados de insumo-produto a nível nacional da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é um exemplo dessa abordagem e forma a base da MIP nesse estudo.

Em seguida à construção da MIP, as transações interindustriais podem também ser representadas como uma matriz de coeficientes diretos, relacionando insumos ao produto total, como

mostra a equação A.2. A é a matriz de coeficientes técnicos diretos representando os requerimentos setoriais diretos do produto de um dado setor²¹.

$$A = ZX^{\wedge -1} \quad (A.2)$$

Substituindo-se a equação 2 em 1 e usando um pouco de álgebra elementar, é possível expressar o produto setorial total (x) como mostra a equação (3)²². A matriz L , definida como $(I - A)^{-1}$, é conhecida como a matriz inversa de Leontief, ou matriz de requerimentos totais. L mostra cada requerimento técnico total (direto e indireto) de insumo para produzir uma unidade de seu produto. A equação A.3 mostra também a relação direta entre a produção total (x) e a demanda final (f) através da matriz L . Essa é a equação elementar do modelo insumo-produto.

$$x = (I - A)^{-1} f = Lf \quad (A.3)$$

A MIP pode ser usada para a análise do impacto econômico de mudanças na produção ou no consumo, o que a torna uma ferramenta valiosa para os responsáveis pela elaboração de políticas e para pesquisadores. A matriz de requerimentos totais (L , matriz inversa de Leontief) é útil para a análise das interdependências entre setores econômicos. Um maior elemento em L indica uma maior dependência do produto de outros setores para se obter o próprio produto. Mais especificamente, o elemento (i, j) de L , representado como l_{ij} , indica a proporção de produto do setor j necessário para produzir uma unidade de produto do setor i . Esse elemento captura as ligações entre o setor i e o setor j .

Outro aspecto chave da MIP é sua versatilidade. À matriz podem ser acopladas variáveis externas ao sistema econômico, ampliando a análise para emprego (número de postos de trabalho), requerimentos de recursos naturais (como energia, água ou terra), emissões incorporadas à economia e muitas outras.

B. O Processo de Deflação

O processo de deflação envolve isolar os efeitos dos preços domésticos (inflação) e as mudanças nas taxas de câmbio quando se comparam dados monetários em diferentes países e períodos. Esse é o caso dos conjuntos de dados das MIPs da OCDE. Para isso, são necessárias as seguintes etapas:

A primeira etapa do processo de deflação é selecionar um ano base, que servirá como um ponto de referência para a conversão dos preços vigentes para preços fixos. Nesse estudo, o ano base escolhido foi 2015, por ser aplicável a todas as séries. Depois de determinar o ano base, o próximo passo é escolher um deflator para o efeito do preço doméstico. Nesse caso, adotou-se o deflator do Produto Interno Bruto (IMF 2023), que reflete as

²⁰ De fato, a demanda final pode ser representada como um vetor ou matriz, dependendo se seus componentes são apresentados somados em uma única coluna ou desagregados em uma matriz.

alterações gerais dos níveis de preços da economia através do tempo. Além disso, é necessário considerar a variação das taxas de câmbio usadas pela OCDE na conversão das unidades de moeda nacional em dólares para a estimativa do conjunto de dados das MIPs (OECD 2021). Isso garantirá que os efeitos das flutuações de taxas de câmbio sejam considerados.

Para executar o processo de deflação, multiplica-se cada valor da tabela insumo-produto de um determinado ano pelos resultados dos cálculos das frações para o deflator e para a taxa de câmbio (Equação B.1). O primeiro termo fracionário ajusta a inflação em preços domésticos, enquanto o segundo ajusta os dados do dólar, para que se possam considerar as mudanças das taxas de câmbio para o período.

$$IOT_{\text{valor (ano base)}} = IOT_{\text{valor (n)}} \left(\frac{\text{Deflator}_{(\text{ano base})}}{\text{Deflator}_{(n)}} \right) \left(\frac{\text{Taxa de câmbio}_{(n)}}{\text{Taxa de câmbio}_{(\text{ano base})}} \right) \quad (\text{B.1})$$

Aplicando o processo de deflação, podem-se efetivamente ajustar os valores da MIP para os efeitos da inflação e taxas de câmbio. Esse ajuste possibilita uma análise precisa dos dados monetários entre países ao longo do tempo.

C. Resultados Detalhados

Brasil

Brazil	A.AGRI	A.RoE	A.WASA	L.AGRI	L.RoE	L.WASA	FD_AGG. Households	FD_AGG. OtherIn	FD_AGG. Exports	X_diag. AGRI	X_diag. RoE	X_diag. WASA	A_water. AGRI	A_water. RoE
1	AGRI	0,046	0,023	0,001	1,060	0,040	32056,871	7193,108	25995,089	142426,425	0	0	2,240	0
2	RoE	0,273	0,385	0,294	0,472	1,647	881592,041	733936,766	193180,701	0	3012702,200	0	0	0,001
3	WASA	0	0,004	0,016	0,002	0,007	6503,095	265,765	12,255	0	0	19733,476	0	0
4	AGRI	0,044	0,023	0,001	1,057	0,039	32246,323	8087,123	24900,866	140329,462	0	0	2,258	0
5	RoE	0,287	0,385	0,301	0,495	1,648	912673,810	722473,615	185872,071	0	3036985,874	0	0	0,001
6	WASA	0	0,004	0,017	0,002	0,007	6500,935	296,925	6,086	0	0	19566,102	0	0
7	AGRI	0,042	0,023	0,001	1,057	0,040	32766,500	5196,000	31998,600	143551,700	0	0	2,332	0
8	RoE	0,313	0,379	0,316	0,534	1,634	893617,900	657146,000	205973,100	0	2911593,400	0	0	0,001
9	WASA	0	0,004	0,017	0,002	0,007	6093,200	385,100	5,900	0	0	18844,700	0	0
10	AGRI	0,044	0,025	0,001	1,060	0,043	35580,007	9909,438	27660,805	149685,706	0	0	2,164	0
11	RoE	0,295	0,375	0,311	0,501	1,623	874795,215	612237,831	189454,314	0	2761650,287	0	0	0,001
12	WASA	0	0,005	0,016	0,002	0,008	6665,378	245,794	7,572	0	0	19863,142	0	0
13	AGRI	0,042	0,024	0,001	1,056	0,040	34135,342	8481,966	29807,054	145031,036	0	0	2,220	0
14	RoE	0,303	0,376	0,315	0,515	1,627	899232,430	600302,366	192579,809	0	2793750,228	0	0	0,001
15	WASA	0	0,004	0,016	0,002	0,007	7701,867	217,493	9,158	0	0	20162,558	0	0

	A_water. WASA	L_water. AGRI	L_water. RoE	L_water. WASA	X_water. Households	X_water. OtherIn	X_water. Exports	BL_water	FL_water	DWR. AGRI	DWR. RoE	DWR. WASA	direct_WF	year
1	0	2,374	0,091	0,030	156183,180	83592,954	79217,046	2,375	2,494	318992,919	0	0	0,104	2013
2	0	0,001	0,002	0,001	2193,642	1808,738	493,000	0,095	0,004	0	4495,382	0	0,054	2013
3	0,340	0,001	0,002	0,346	4378,033	1849,168	483,524	0,377	0,349	0	0	6710,726	0,008	2013
4	0	2,388	0,088	0,030	157826,017	83152,468	75877,606	2,389	2,506	316856,377	0	0	0,099	2014
5	0	0,001	0,002	0,001	2170,465	1702,344	454,015	0,093	0,004	0	4326,827	0	0,053	2014
6	0,335	0,001	0,002	0,342	4344,723	1768,865	447,021	0,372	0,345	0	0	6560,508	0,009	2014
7	0	2,464	0,092	0,033	163420,639	73476,070	97853,778	2,465	2,589	334751,805	0	0	0,098	2015
8	0	0,001	0,002	0,001	2093,264	1522,021	499,903	0,097	0,004	0	4115,190	0	0,056	2015
9	0,339	0,001	0,002	0,345	4212,057	1667,949	506,561	0,379	0,349	0	0	6386,605	0,009	2015
10	0	2,293	0,093	0,032	163162,554	79673,093	81047,761	2,295	2,418	323884,011	0	0	0,097	2016
11	0	0,001	0,002	0,001	2043,347	1416,210	455,645	0,098	0,004	0	3915,200	0	0,057	2016
12	0,339	0,001	0,003	0,345	4563,283	1656,413	508,583	0,378	0,349	0	0	6728,445	0,009	2016
13	0	2,345	0,090	0,032	161020,698	73786,915	87192,800	2,347	2,467	322000,972	0	0	0,093	2017
14	0	0,001	0,002	0,001	2077,191	1372,776	459,857	0,094	0,004	0	3909,828	0	0,055	2017
15	0,340	0,001	0,002	0,347	4853,858	1522,182	488,204	0,379	0,350	0	0	6864,279	0,008	2017

	Colombia	A. AGRI	A. RoE	A. WASA	L. AGRI	L. RoE	L. WASA	FD_AGG. Households	FD_AGG. OtherIn	FD_AGG. Exports	X_diag. AGRI	X_diag. RoE	X_diag. WASA	A_water. AGRI	A_water. RoE	A_water. WASA
1	AGRI	0,062	0,029	0,003	1,078	0,048	0,019	7343.567	1259.735	1681.195	22183,462	0	0	3,518	0	0
2	RoE	0,213	0,362	0,341	0,362	1,589	0,547	122717.938	69818.267	35871.900	0	368088,471	0	0	0,007	0
3	WASA	0,002	0,005	0,007	0,003	0,008	1,010	1921.866	784.992	2.281	0	0	4518,895	0	0	0,737
4	AGRI	0,059	0,029	0,002	1,073	0,048	0,019	7619.666	1059.248	1574.298	22840,808	0	0	3,492	0	0
5	RoE	0,211	0,355	0,339	0,353	1,569	0,536	126128.906	75236.260	46239.604	0	393632,085	0	0	0,007	0
6	WASA	0,002	0,004	0,006	0,003	0,007	1,008	1972.084	801.089	2.386	0	0	4498,877	0	0	0,757
7	AGRI	0,056	0,025	0,002	1,069	0,041	0,016	7859.601	1443.505	1651.119	22213,294	0	0	3,709	0	0
8	RoE	0,222	0,353	0,339	0,369	1,562	0,534	132125.157	78032.069	46753.641	0	406914,045	0	0	0,006	0
9	WASA	0,002	0,004	0,006	0,003	0,006	1,008	2030.532	801.007	3.078	0	0	4415,504	0	0	0,788
10	AGRI	0,054	0,023	0,002	1,067	0,038	0,016	8241.474	1359.647	1839.371	22565.235	0	0	4,016	0	0
11	RoE	0,224	0,351	0,351	0,370	1,557	0,550	137722.214	85015.958	47127.322	0	426139,325	0	0	0,006	0
12	WASA	0,002	0,004	0,005	0,003	0,006	1,007	2118.781	878.352	3.284	0	0	4583,507	0	0	0,795
13	AGRI	0,058	0,026	0,005	1,074	0,046	0,022	8319.310	1175.640	1728.456	25188,976	0	0	3,746	0	0
14	RoE	0,253	0,376	0,363	0,438	1,624	0,607	146920.009	94308.207	45260.200	0	471899,307	0	0	0,006	0
15	WASA	0,003	0,004	0,025	0,005	0,007	1,028	2265.415	602.779	1.795	0	0	4940,261	0	0	0,745
16	AGRI	0,056	0,028	0,005	1,072	0,048	0,023	9234.200	1452.400	2334.500	28323,400	0	0	3,509	0	0
17	RoE	0,248	0,382	0,371	0,433	1,640	0,625	154727.000	97988.000	43206.400	0	492930,300	0	0	0,005	0
18	WASA	0,002	0,004	0,023	0,005	0,007	1,027	2308.100	675.900	1.800	0	0	5191,600	0	0	0,723
19	AGRI	0,058	0,029	0,006	1,075	0,051	0,025	10494.563	1726.089	2552.374	31200,740	0	0	3,295	0	0
20	RoE	0,239	0,382	0,360	0,417	1,642	0,609	159669.546	99040.342	41151.014	0	500248,724	0	0	0,005	0
21	WASA	0,002	0,004	0,025	0,004	0,006	1,028	2394.426	541.217	1.695	0	0	5013,220	0	0	0,713
22	AGRI	0,058	0,029	0,006	1,075	0,050	0,024	10416.525	1521.501	2667.251	30740,817	0	0	3,547	0	0
23	RoE	0,243	0,377	0,353	0,420	1,628	0,593	161190.655	97367.861	42617.499	0	498315,020	0	0	0,005	0
24	WASA	0,002	0,004	0,027	0,004	0,007	1,030	2590.913	602.622	1.850	0	0	5351,932	0	0	0,663
25	AGRI	0,057	0,027	0,005	1,073	0,047	0,023	10750.268	1543.834	2894.747	30774,446	0	0	3,595	0	0
26	RoE	0,242	0,376	0,349	0,419	1,624	0,585	162745.107	100141.114	45853.974	0	509803,425	0	0	0,005	0
27	WASA	0,002	0,004	0,026	0,004	0,007	1,029	2691.202	669.445	2.050	0	0	5571,597	0	0	0,674

	L_water. AGRI	L_water. RoE	L_water. WASA	X_water. Households	X_water. OtherIn	X_water. Exports	BL_ water	FL_ water	DWR. AGRI	DWR. RoE	DWR. WASA	direct_ WF	year
1	3,790	0,170	0,068	48847,541	16708,539	12476,302	3,796	4,029	78031,481	0	0	0,222	2010
2	0,003	0,011	0,004	1406,158	791,342	407,678	0,187	0,018	0	2605,179	0	0,106	2010
3	0,003	0,006	0,744	2140,130	980,635	208,154	0,816	0,752	0	0	3329,040	0,017	2010
4	3,748	0,166	0,065	49651,190	16527,249	13586,028	3,753	3,980	79764,334	0	0	0,208	2011
5	0,002	0,010	0,004	1317,943	776,804	477,831	0,182	0,016	0	2572,570	0	0,105	2011
6	0	0,005	0,764	2167,093	997,856	241,363	0,832	0,771	0	0	3406,195	0,015	2011
7	3,965	0,151	0,060	51229,962	17550,164	13604,194	3,970	4,176	82384,028	0	0	0,211	2012
8	0,002	0,010	0,003	1329,696	776,506	465,475	0,165	0,016	0	2571,677	0	0,096	2012
9	0,002	0,005	0,794	2249,757	1004,599	225,169	0,858	0,801	0	0	3479,470	0,015	2012
10	4,284	0,153	0,062	56578,783	18929,273	15113,992	4,289	4,500	90621,859	0	0	0,222	2013
11	0,002	0,010	0,004	1420,231	866,205	481,051	0,168	0,016	0	2767,494	0	0,098	2013
12	0,002	0,004	0,801	2335,558	1088,593	218,929	0,867	0,808	0	0	3643,026	0,014	2013
13	4,025	0,171	0,084	58776,769	20895,945	14690,306	4,031	4,279	94362,764	0	0	0,222	2014
14	0,003	0,009	0,003	1395,461	882,329	425,369	0,185	0,015	0	2703,178	0	0,104	2014
15	0,003	0,005	0,766	2503,705	940,473	235,214	0,853	0,774	0	0	3679,172	0,039	2014
16	3,763	0,169	0,082	61153,734	22123,210	16105,422	3,769	4,015	99383,161	0	0	0,201	2015
17	0,002	0,009	0,003	1424,916	889,233	395,107	0,184	0,015	0	2709,259	0	0,102	2015
18	0,003	0,005	0,743	2525,775	1001,732	227,265	0,828	0,751	0	0	3754,700	0,035	2015
19	3,542	0,168	0,083	64121,169	22752,698	15935,314	3,547	3,792	102809,807	0	0	0,195	2016
20	0,002	0,009	0,003	1432,890	875,052	366,948	0,181	0,014	0	2674,884	0	0,101	2016
21	0,003	0,005	0,733	2517,327	857,358	197,502	0,818	0,740	0	0	3572,339	0,038	2016
22	3,811	0,176	0,086	68334,165	23014,537	17677,546	3,816	4,073	109026,057	0	0	0,209	2017
23	0,002	0,009	0,003	1411,559	839,102	370,881	0,189	0,014	0	2621,550	0	0,106	2017
24	0,003	0,004	0,683	2506,138	844,428	196,036	0,772	0,690	0	0	3546,805	0,040	2017
25	3,857	0,168	0,082	68980,585	22803,933	18856,101	3,862	4,107	110640,252	0	0	0,209	2018
26	0,002	0,009	0,003	1428,778	864,890	399,930	0,181	0,014	0	2693,598	0	0,102	2018
27	0,003	0,004	0,694	2623,907	916,661	214,479	0,778	0,701	0	0	3754,852	0,039	2018

Costa Rica

Costa Rica	A.AGRI	A.RoE	A. WASA	L. AGRI	L.RoE	L. WASA	FD_AGG. Households	FD_AGG. OtherIn	FD_AGG. Exports	X_diag. AGRI	X_diag. RoE	X_diag. WASA	A_water. AGRI	A_water. RoE
1	AGRI	0,078	0,026	0,005	1,097	0,042	736,223	91,362	1961,849	5314,885	0,000	0,000	0,255	0,000
2	RoE	0,259	0,302	0,196	0,410	1,449	23523,938	16810,045	13850,596	0,000	79784,107	0,000	0,000	0,000
3	WASA	0,009	0,003	0,098	0,012	0,005	345,244	3,150	0,326	0,000	0,000	704,610	0,000	0,000
4	AGRI	0,083	0,024	0,004	1,101	0,038	722,336	140,380	1895,332	5117,459	0,000	0,000	0,273	0,000
5	RoE	0,265	0,302	0,190	0,422	1,449	24059,222	16746,575	13731,405	0,000	80324,952	0,000	0,000	0,000
6	WASA	0,010	0,003	0,086	0,014	0,006	399,153	2,890	0,206	0,000	0,000	780,243	0,000	0,000
7	AGRI	0,079	0,023	0,002	1,096	0,037	771,527	136,404	2028,686	5274,541	0,000	0,000	0,295	0,000
8	RoE	0,259	0,302	0,232	0,411	1,447	24496,230	17033,045	14540,502	0,000	82505,815	0,000	0,000	0,001
9	WASA	0,010	0,003	0,046	0,013	0,006	401,466	7,119	0,209	0,000	0,000	776,028	0,000	0,000
10	AGRI	0,079	0,023	0,003	1,096	0,036	782,800	161,000	1773,000	5063,400	0,000	0,000	0,366	0,000
11	RoE	0,258	0,299	0,285	0,408	1,442	25106,300	17501,400	14634,300	0,000	83827,000	0,000	0,000	0,001
12	WASA	0,009	0,003	0,045	0,012	0,005	380,300	2,200	0,100	0,000	0,000	721,600	0,000	0,000
13	AGRI	0,078	0,023	0,003	1,095	0,036	784,572	132,927	1977,721	5317,898	0,000	0,000	0,312	0,000
14	RoE	0,250	0,295	0,297	0,393	1,433	25692,079	17917,821	15818,567	0,000	86505,890	0,000	0,000	0,001
15	WASA	0,008	0,003	0,045	0,011	0,005	391,986	2,399	0,100	0,000	0,000	717,508	0,000	0,000
16	AGRI	0,067	0,024	0,001	1,082	0,036	779,166	205,901	2013,359	5498,701	0,000	0,000	0,281	0,000
17	RoE	0,270	0,296	0,282	0,417	1,436	26542,149	18573,947	16867,314	0,000	90364,195	0,000	0,000	0,001
18	WASA	0,005	0,003	0,044	0,007	0,004	307,334	3,341	0,101	0,000	0,000	613,453	0,000	0,000

A_water. WASA	L_water. AGRI	L_water. RoE	L_water. WASA	X_water. Households	X_water. OtherIn	X_water. Exports	BL_water	FL_water	DWR. AGRI	DWR. RoE	DWR. WASA	direct_WF	year	
1	0,000	0,280	0,011	0,004	456,510	203,596	695,664	0,290	0,294	1355,83	0,000	0,000	0,027	2012
2	0,000	0,000	0,000	0,000	11,720	8,288	7,092	0,015	0,001	0,000	27,103	0,000	0,009	2012
3	0,822	0,010	0,004	0,912	423,598	76,368	79,020	0,916	0,926	0,000	0,000	579,012	0,082	2012
4	0,000	0,300	0,010	0,004	468,120	215,987	711,965	0,311	0,314	1396,07	0,000	0,000	0,030	2013
5	0,000	0,000	0,001	0,000	16,625	11,460	9,751	0,015	0,001	0,000	37,838	0,000	0,009	2013
6	0,763	0,010	0,004	0,836	442,710	74,516	77,923	0,840	0,851	0,000	0,000	595,419	0,067	2013
7	0,000	0,324	0,011	0,003	515,913	228,199	814,286	0,335	0,338	1558,49	0,000	0,000	0,031	2014
8	0,000	0,000	0,001	0,000	19,565	13,463	11,920	0,016	0,001	0,000	44,950	0,000	0,010	2014
9	0,814	0,010	0,005	0,854	461,090	84,186	86,598	0,858	0,869	0,000	0,000	631,532	0,038	2014
10	0,000	0,401	0,013	0,005	649,753	297,271	905,879	0,412	0,420	1852,98	0,000	0,000	0,037	2015
11	0,000	0,000	0,001	0,000	25,579	17,643	15,218	0,019	0,002	0,000	58,443	0,000	0,012	2015
12	0,902	0,011	0,005	0,946	481,939	83,318	85,263	0,951	0,961	0,000	0,000	650,913	0,041	2015
13	0,000	0,341	0,011	0,004	558,268	246,766	852,758	0,350	0,357	1657,90	0,000	0,000	0,031	2016
14	0,000	0,000	0,001	0,000	26,355	18,180	16,565	0,016	0,002	0,000	61,104	0,000	0,010	2016
15	0,780	0,008	0,004	0,818	419,348	67,388	73,151	0,823	0,830	0,000	0,000	559,903	0,036	2016
16	0,000	0,304	0,010	0,003	508,420	251,937	783,981	0,312	0,317	1544,30	0,000	0,000	0,024	2017
17	0,000	0,000	0,001	0,000	33,469	23,220	21,748	0,016	0,002	0,000	78,440	0,000	0,010	2017
18	0,973	0,007	0,004	1,019	429,602	82,356	84,913	1,023	1,031	0,000	0,000	597,085	0,043	2017



NOTAS TÉCNICAS Nº IDB-TN-2884

Estimativa da Pegada Hídrica na América Latina

Giovanna Ferrazzo Napolini
Jesse Madden Libra
María Pérez Urdiales

Banco Interamericano de Desenvolvimento
Divisão de Água e Saneamento

Janeiro 2024



Estimativa da Pegada Hídrica na América Latina

Giovanna Ferrazzo Napolini
Jesse Madden Libra
María Pérez Urdiales

Banco Interamericano de Desenvolvimento
Divisão de Água e Saneamento

Janeiro 2024

Catálogo na fonte fornecida pela
Biblioteca Felipe Herrera do
Banco Interamericano de Desenvolvimento

Ferrazzo, Giovanna.

Estimativa da pegada hídrica na América Latina / Giovanna Ferrazzo Napolini,
Jesse Libra, María Pérez-Urdiales.

p. cm. — (Nota técnica do BID ; 2884)

Inclui referências bibliográficas.

1. Water consumption-Brazil. 2. Water consumption-Colombia. 3. Water
consumption-Costa Rica. 4. Water-supply-Brazil. 5. Water-supply-Colombia. 6.
Water consumption-Costa Rica. 7. Sustainable development-Brazil. 8.
Sustainable development-Colombia. 9. Sustainable development-Costa Rica. I.
Libra, Jesse. II. Pérez Urdiales, María. III. Banco Interamericano de
Desenvolvimento. Divisão de Água e Saneamento. IV. Título. V. Série.
IDB-TN-2884

Keywords: water footprint; sustainable development, input-output tables

JEL Code: C67, E01, O13, O54, Q01, Q25, Q56

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desenvolvimento. Esta obra está licenciada sob uma
licença Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>).
Os termos e condições indicados no link URL devem ser atendidos e o respectivo reconhecimento
deve ser concedido ao BID.

Além da seção 8 da licença acima, qualquer mediação relacionada a disputas decorrentes de tal
licença deve ser conduzida de acordo com as Regras de Mediação da OMPI. Qualquer controvérsia
relacionada ao uso das obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente deverá ser
submetida à arbitragem de acordo com as regras da Comissão das Nações Unidas sobre Direito
Comercial Internacional (UNCITRAL). O uso do nome do BID para qualquer finalidade que não seja
atribuição e o uso do logotipo do BID estarão sujeitos a um contrato de licença por escrito separado
entre o BID e o usuário e não está autorizado como parte desta licença.

Observe que o link da URL inclui termos e condições que são parte integrante desta licença.

As opiniões expressas nesta publicação são de responsabilidade dos autores e não refletem
necessariamente a posição do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva,
ou dos países que eles representam.

