

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO,  
PLANEJAMENTO E TERRITÓRIO

**NAYANE MARA PEREIRA**

**ANÁLISE DOS FLUXOS DE ÁGUA VIRTUAL NO SISTEMA PRODUTIVO DO  
ESTADO DE MINAS GERAIS**

**SÃO JOÃO DEL REI – MG**

**2024**

**NAYANE MARA PEREIRA**

**ANÁLISE DOS FLUXOS DE ÁGUA VIRTUAL NO SISTEMA PRODUTIVO DO  
ESTADO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Planejamento e Território da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), como um dos requisitos para obtenção do grau de mestre.

Área de concentração: Desenvolvimento, Planejamento e Território  
Linha de Pesquisa: Desenvolvimento, Sustentabilidade e Território

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Alves Rosado Pereira  
Coorientador: Prof. Dr. Admir Antonio Betarelli Junior  
Coorientadora: Profa. Dra. Andressa Lemes Proque

SÃO JOÃO DEL REI – MINAS GERAIS

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB) e  
Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436a	<p>Pereira, Nayane Mara.</p> <p>Análise dos fluxos de água virtual no sistema produtivo do Estado de Minas Gerais./ Nayane Mara Pereira; orientadora Patrícia Alves Rosado Pereira; coorientador Admir Antônio Batarelli Junior; coorientadora Andressa Lemes Proque - São João del-Rei, MG, 2024.</p> <p>143 f. il.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Planejamento e Território) – Universidade Federal de São João del-Rei, 2024.</p> <p>1. Água virtual 2. Matriz de insumo-produto 3. Minas Gerais. 4. Regiões geográficas intermediárias 5. Requerimento I. Pereira, Nayane Mara II. Pereira, Patrícia Alves Rosado, orient. III. Batarelli Junior, Admir Antônio, coorient. IV. Proque, Andressa Lemes, coorient. V. Título.</p>
-------	---

**NAYANE MARA PEREIRA**

**ANÁLISE DOS FLUXOS DE ÁGUA VIRTUAL NO SISTEMA PRODUTIVO DO  
ESTADO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Planejamento e Território da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), como um dos requisitos para obtenção do grau de mestre.

Aprovado:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Patrícia Alves Rosado Pereira  
(Orientadora)

---

Prof. Dr. Admir Antonio Betarelli Junior  
(Coorientador)

---

Profa. Dra. Andressa Lemes Proque  
(Coorientadora)

---

Prof. Dr. Talles Girardi de Mendonça  
(Membro interno)

---

Profa. Dra. Carolina Silva Ribeiro  
(Membro externo)

## RESUMO

A água é um recurso vital para a sobrevivência da humanidade. O aumento da produção de alimentos, o desenvolvimento de fontes de energia dependentes de água, o crescimento populacional e econômico tem gerado pressões que impulsionam o consumo. O Brasil é um dos principais exportadores de produtos agropecuários, faturados e manufaturados, contribuindo de forma significativa para o consumo de água na produção. Nesse cenário, o Estado de Minas Gerais é o segundo mais populoso do País e desempenha um papel notório na contribuição para a exportação brasileira. Contudo, a demanda crescente e as limitações em relação a sua oferta têm exigido novas práticas e ferramentas que promovam a eficiência no uso da água em todas as suas etapas, desde a sua distribuição até o consumo final, incluindo o processo produtivo, e que incentivem a sua racionalização. O problema central desta pesquisa é compreender como os diferentes setores produtivos em Minas Gerais consomem água e como esses fluxos impactam a sustentabilidade hídrica no Estado. Nesse contexto, a pegada hídrica e a água virtual se destacam como conceitos científicos que atuam como indicadores do uso e apropriação da água em diferentes perspectivas, seja na produção ou no consumo. Sendo assim, o presente estudo buscou analisar os fluxos de água virtual no sistema produtivo do Estado de Minas Gerais e das suas Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts). Para tanto, utilizou-se a Matriz Insumo-Produto das Regiões Geográficas Intermediárias para o ano de 2019, divulgada pela Fundação João Pinheiro, e técnicas de coeficientes de requerimento de insumo-produto, permitindo análises intersetoriais detalhadas entre 42 setores econômicos. Os resultados sinalizam que o setor com maior requerimento total de consumo de água em Minas Gerais é a pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2), enquanto o setor com maior requerimento de uso de água é a energia elétrica, gás natural e outras utilidades (S28). Essas conclusões revelam as intensas demandas hídricas dos setores produtivos e seus possíveis encadeamentos para a gestão sustentável da água. As implicações políticas sugerem a necessidade urgente de ações voltadas para a eficiência no uso da água, incentivando a racionalização e a adoção de práticas sustentáveis que considerem os impactos ambientais dos setores mais intensivos no consumo. Tais políticas são essenciais para garantir a segurança hídrica e o desenvolvimento sustentável no Estado.

**Palavras-Chaves:** Água Virtual; Regiões Geográficas Intermediárias de Minas Gerais; Matriz de Insumo- Produto.

## ABSTRACT

Water is a vital resource for the survival of humanity. The increase in food production, the development of water-dependent energy sources, and population and economic growth have generated pressures that drive consumption. Brazil is one of the main exporters of agricultural products, invoiced and manufactured, contributing significantly in relation to water consumption in production. In this scenario, the State of Minas Gerais is the second most populous in the country and plays a notable role in contributing to Brazilian exports. However, the growing demand for water and limitations in relation to its supply have required new practices and tools that promote efficiency in the use of water in all its stages, from its distribution to final consumption, including the production process, and that encourage its rationalization. The central problem of this research is to understand how different productive sectors in Minas Gerais consume water and how these flows impact the state's water sustainability. In this context, the water footprint and virtual water stand out as scientific concepts that act as indicators of the use and appropriation of water from different perspectives, whether in production or consumption. Therefore, the present study seeks to analyze the virtual water flows in the productive system of the State of Minas Gerais and its Intermediate Geographic Regions (RGInts). To this end, the Input-Output Matrix of Intermediate Geographic Regions for the year 2019, released by the Fundação João Pinheiro, and input-output requirement coefficient techniques were used, allowing detailed intersectoral analyses across 42 economic sectors. The results indicate that the sector with the highest total water consumption requirement in Minas Gerais is livestock farming, including support for livestock farming (S2), while the sector with the highest water usage requirement is electricity, natural gas and other utilities (S28). These findings reveal the intense water demands of the productive sectors and their potential links to sustainable water management. The political implications suggest the urgent need for actions aimed at water use efficiency, encouraging rationalization and the adoption of sustainable practices that consider the environmental impacts of the most water-intensive sectors. Such policies are essential to ensuring water security and sustainable development in the state.

**Keywords:** Virtual Water; Intermediate Geographic Regions of Minas Gerais; Input-Output Matrix.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo dos principais trabalhos empíricos .....	29
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Bacias Hidrográficas Federais em Minas Gerais.....	31
Figura 2- Pauta exportadora da economia mineira, 2020.....	33
Figura 3- Regiões Geográficas Intermediárias do Estado de Minas Gerais .....	35
Figura 4- Estrutura de elaboração metodológica.....	36
Figura 5- Setores com maiores requerimentos totais (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água nas RGInts, 2019.....	48



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área Irrigada por tipologia (hectares), 2019 .....	23
Tabela 2 - Bacias Hidrográficas Federais em Minas Gerais.....	31
Tabela 3 - O consumo de água (hm <sup>3</sup> ) e a água virtual (hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$) na economia mineira, 2019.....	43
Tabela 4 - O uso de água (hm <sup>3</sup> ) e a água virtual (hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$) na economia mineira, 2019.....	46
Tabela 5 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia de Belo Horizonte, 2019.....	49
Tabela 6 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do uso de água na economia de Belo Horizonte, 2019.....	51
Tabela 7 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia de Montes Claros, 2019.....	52
Tabela 8 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do uso de água na economia de Governador Valadares, 2019.....	54
Tabela 9 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia de Ipatinga, 2019.....	56
Tabela 10 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia de Juiz de Fora, 2019.....	57
Tabela 11 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do uso de água na economia de Juiz de Fora, 2019.....	59
Tabela 12 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia de Barbacena, 2019.....	60
Tabela 13 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do uso de água na economia de Barbacena, 2019.....	61
Tabela 14 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia de Varginha, 2019.....	63
Tabela 15 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do uso de água na economia de Varginha, 2019.....	64
Tabela 16 - Composição do requerimento total (hm <sup>3</sup> /R\$) do consumo de água na economia	

de Pouso Alegre, 2019.....	65
Tabela 17 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do uso de água na economia de Pouso Alegre, 2019.....	66
Tabela 18 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Uberaba, 2019.....	68
Tabela 19 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do uso de água na economia de Uberaba, 2019.....	69
Tabela 20 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Uberlândia, 2019.....	70
Tabela 21 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do uso de água na economia de Uberlândia, 2019.....	71
Tabela 22 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Patos de Minas, 2019.....	73
Tabela 23 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do uso de água na economia de Patos de Minas, 2019.....	74
Tabela 24 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Divinópolis, 2019.....	75
Tabela 25 - Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do uso de água na economia de Divinópolis, 2019.....	76

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ANA	Agencia Nacional de águas e Saneamento Básico
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertaoes
CEAA	Contas Econmicas Ambientais da gua
FAO	Organizaao das Naoes Unidas para Alimentaao e Agricultura
FJP	Fundaao João Pinheiro
IBF	Instituto Brasileiro de Florestas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatstica
MIP	Matriz de Insumo-Produto
OCDE	Organizaao para Cooperaao e Desenvolvimento Econmico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PAM	Pesquisa Agrcola Municipal
PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Poltica Nacional de Recursos Hdricos
RGInts	Regies Geográficas Intermediárias
RMBH	Regio Metropolitana de Belo Horizonte
TRU	Tabela Recursos e Usos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
2.1 Água virtual e pegada hídrica.....	19
2.1.2 Tipos de pegada hídrica.....	20
2.2 Consumo e uso de água na economia brasileira.....	22
2.3 Revisão empírica .....	25
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
3.1 Localização da área de estudo .....	31
3.1.1 Minas Gerais: aspectos ambientais e hídricos.....	31
3.1.2 Minas Gerais: aspectos produtivos e do comércio exterior.....	33
3.2 Base de dados e estratégia metodológica .....	35
3.3 Modelo Insumo- Produto .....	39
3.3.1 Requerimento .....	41
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>43</b>
4.1 Requerimentos setoriais do consumo e uso da água em Minas Gerais .....	43
4.2 Requerimentos setoriais do consumo e uso da água nas Regiões Intermediárias .....	48
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>88</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>92</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE E.....</b>	<b>96</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE G.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE H.....</b>	<b>102</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>104</b>
<b>APÊNDICE J.....</b>	<b>106</b>
<b>APÊNDICE K.....</b>	<b>108</b>
<b>APÊNDICE L.....</b>	<b>110</b>
<b>APÊNDICE M.....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE N.....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE O.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE P.....</b>	<b>118</b>
<b>APÊNDICE Q.....</b>	<b>120</b>
<b>APÊNDICE R.....</b>	<b>122</b>
<b>APÊNDICE S.....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE T.....</b>	<b>126</b>
<b>APÊNDICE U.....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE V.....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE W.....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE X.....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE Y.....</b>	<b>136</b>
<b>APÊNDICE Z.....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE A1.....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE B1.....</b>	<b>142</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O debate em curso sobre o uso da água e a sua escassez é uma preocupação para discussão econômica e ambiental, sobretudo porque a taxa de urbanização mundial é de 57% (em 2022) (World Bank, 2023), e o mundo precisa produzir cerca de 60% mais alimentos até 2050 a fim de garantir a segurança alimentar global (FAO, 2016). A água é um bem importante à existência humana, e possui papel fundamental como insumo em todas as atividades humanas, industriais, na produção agrícola e, além disso, é responsável pela regulação climática, manutenção da biodiversidade no planeta entre outras funções ecossistêmicas (Picoli, 2016).

No entanto, sabe-se que o volume de água doce para o consumo humano é pequeno e distribuído de forma desigual. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2022) de todo o volume de água no planeta, apenas 2,53% é doce, sendo adequada para a realização das atividades humanas tais como: consumo, agricultura e os usos industriais. Essa fração se subdivide em 0,29% de água superficial, 31,01% de subterrânea e 68,7% em forma de geleira e cobertas remanescentes de neve. Mais de 733 milhões de indivíduos (quase 10% da população mundial) residem em países com elevados níveis de insuficiência de recurso hídrico (United Nations, 2021).

Cabe ainda destacar que, segundo a FAO (2023), o aumento da população leva à redução dos recursos naturais disponíveis por habitante. Na África Subsaariana, por exemplo, a disponibilidade de água *per capita* diminuiu 40% na última década e a área agrícola caiu de 0,80 para 0,64 hectares *per capita* entre 2000 e 2017. O Norte da África, a África Austral e a África Ocidental, têm menos de 1.700 m<sup>3</sup> *per capita*, sendo considerado um nível que põe em risco a capacidade de um país de satisfazer a procura de água dos setores alimentares e de outras atividades produtivas da economia. Portanto, alimentar uma população em constante crescimento e com dieta mais diversificada vai aumentar a pressão do setor agropecuário sobre os recursos hídricos (FAO, 2011). Além disso, mundialmente está previsto o aumento de 85% do consumo de água até 2035, o que se traduz em um movimento para a geração de eletricidade com utilização intensiva de água, bem como a expansão da produção de biocombustíveis (IEA, 2012). A nível mundial, a agricultura é o setor econômico

com maior retirada de água (cerca de 70% do total) (WWAP, 2023), percentual este maior que os índices globais de retirada de água (69%) (FAO AQUASTAT, 2016).

Na atual conjuntura do mercado internacional de *commodities*, o Brasil desempenha um importante papel como um dos maiores exportadores de soja (com participação de 15,7% nas exportações totais em 2023), açúcares e melãos (4,64% nas exportações totais em 2023) e milho (4,01% nas exportações totais em 2023), colocando o Brasil em posição de destaque no cenário exterior (COMEX STAT, 2023). Em 2023, as exportações totais alcançaram US\$ 339,67 bilhões e o País teve um saldo comercial de US\$ 98,9 bilhões (Brasil, 2024). A disponibilidade de terras cultiváveis e de recursos hídricos deixam a economia brasileira nesta posição de destaque. O País se apresenta com 12% dos recursos de água doce do mundo (OCDE, 2015) e grande produtor mundial de alimentos com potencial de expansão da oferta. Em 2017, por exemplo, os estabelecimentos agropecuários ocuparam uma área total de 350 milhões de hectares, correspondendo à 41,6% do território brasileiro com grandes diferenças de percentual de área ocupada entre as regiões. Em relação a área plantada, foram 78,5 milhões de hectares na produção agropecuária. As áreas agricultáveis continuam em expansão, entre 1995 e 2006 houve crescimento de 11,8 milhões de hectares para exploração agropecuária no Brasil (IBGE, 2017).

Contudo, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2015) reporta a água como sendo um fator limitante para o desenvolvimento econômico brasileiro, sendo fonte de conflitos nas diversas regiões do País e com uma distribuição de água doce desigual. A bacia amazônica concentra 70% dos recursos hídricos, enquanto regiões densamente populosas e economicamente desenvolvidas enfrentam a escassez (OCDE, 2015). Em termos populacionais, de acordo com o Censo Demográfico 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a região Norte tem 15,9 milhões de habitantes da população, as regiões Sudeste e Nordeste apresentam uma população de 80,4 e 53,1 milhões de habitantes. Estes números mostram que as regiões com maior concentração da população estão localizadas em regiões com as menores reservas hídricas. Destarte, as regiões centro-oeste e sul demandam grandes volumes de água para irrigar as lavouras (*e.g.*, arroz, milho, soja, cana-de-açúcar), contrapondo o sudeste na competição pelo acesso ao recurso em virtude da rápida industrialização e urbanização (OCDE, 2015).

Compondo o cenário brasileiro, o Estado de Minas Gerais é o segundo mais populoso do País, com 20,6 milhões de habitantes, perdendo apenas para São Paulo, que conta com 44,4 milhões de habitantes de acordo com o Censo Demográfico 2022 (IBGE, 2022). Os rios Paraopeba e das Velhas, afluentes do São Francisco, são os mananciais que abastecem a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Embora, os principais rios estão bem distribuídos pelo território do Estado, as disponibilidades hídricas de mananciais superficiais são menores na região ao Norte, caracterizada pelo clima semiárido com 91 municípios situados nessa área. Nos anos de 2012 a 2018, devido as crises hídricas ocorridas, houve um agravamento dos problemas de conflito pelo uso da água no Estado, ampliando as denominadas áreas de conflito hídrico, o que demandou ao Conselho Regional de Recursos Hídricos o estabelecimento de diretrizes e critérios para o uso da água em Minas Gerais. As maiores concentrações de áreas de conflitos, por sua vez, estão na região do Triângulo Mineiro e no noroeste do Estado, nas bacias dos rios Paranaíba e São Francisco.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2019), existe vulnerabilidade quanto à qualidade das águas em 1.235 municípios, dos quais 233 localizam-se em Minas Gerais, Estado em que a presença de barragens de rejeitos é historicamente conhecida. Destacam-se, ainda, os Estados de Alagoas, Sergipe e Rio de Janeiro pelo percentual de sedes urbanas abastecidas por mananciais com potencial vulnerabilidade pela qualidade das águas em relação ao total de municípios no Estado, superior a 60%.

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 (Brasil, 1997), constitui um marco legal que visa assegurar a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados. A PNRH representa um elemento importante para a promoção do desenvolvimento sustentável sobretudo pela água não ser tratada como um bem estratégico no País (Silva, 2012). Tal abordagem alinha-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos durante o encontro global realizado em Nova Iorque, no ano de 2015, que reuniu representantes de mais de 70 países, incluindo o Brasil.

Entre os ODS, destacam-se o objetivo 6 (Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos) e o objetivo 12 (Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis). Notadamente, o ODS 6 vai além da água e do serviço

de saneamento. Além dos fins domésticos, a água é necessária em todos os setores da sociedade como já abordado anteriormente (*i.e.*, produção de alimentos, energia, bens e serviços). Esses usos também geram águas residuais que, se não for devidamente gerido, pode espalhar-se doenças e introduzir excesso de nutrientes e substâncias perigosas em rios, lagos e oceanos. Em última análise, à medida que os ecossistemas fornecem água para a sociedade, uma parcela significativa da água precisa permanecer dentro dos ecossistemas para que permaneçam saudáveis. Ecossistemas saudáveis, por seu turno, contribuem na quantidade e qualidade da água doce, bem como na resiliência geral a mudanças induzidas pelo homem e pelo meio ambiente (United Nations, 2021).

O Estado de Minas Gerais desempenha um papel significativo na contribuição para exportação brasileira, especialmente nas culturas de soja e milho. A região possui uma grande extensão de terras agricultáveis e condições climáticas favoráveis. A expansão contínua dessas culturas no Estado reforça a sua relevância no contexto da agricultura brasileira e nas negociações comerciais internacionais (ANA, 2019). Além dos setores das atividades econômicas ligadas ao agronegócio, historicamente, destacam-se também os produtos metalúrgicos, à construção e o setor automotivo (Fundação João Pinheiro, 2023a).

Partindo do pressuposto de que o comércio gera fluxo de água virtual entre os parceiros comerciais e, portanto, causam impactos em seus recursos hídricos e usos e com a crescente preocupação com a escassez de água em quantidade e qualidade, é crucial estudar sobre essa temática. O termo água virtual é definido como o volume total de água necessário para produzir uma mercadoria ou serviço. Em geral, o conceito é empregado ao examinar os fluxos internacionais e inter-regionais. Isto é, se uma região exporta ou importa um produto, também exporta ou importa a água incorporada no produto. Notadamente, é a água incorporada nos produtos agrícolas transacionados por meio do comércio internacional (Allan, 1993; 1998). Atualmente, a expressão se refere à água que é necessária para a produção de *commodities* agropecuárias, bem como produtos industriais (Hoekstra; Hung, 2003; Oki; Kanae, 2004). Já a pegada hídrica, foi introduzida em 2002, por Hoekstra, e é definida como o teor de água virtual, ou água embutida, incorporada aos bens e serviços consumidos por um ou mais indivíduos de uma região (Hoekstra; Hung, 2002). Sendo um indicador do uso direto e indireto da água, é dividida em três componentes: pegada hídrica azul, água superficial e subterrânea, incorporada ao processo via irrigação; pegada hídrica



verde, água da chuva; e, pegada hídrica cinza, porção de água doce necessária para assimilar a carga de poluentes (Mekonnen; Hoekstra, 2011b).

Diversos estudos teóricos e empíricos têm contribuído para o debate sobre água virtual e pegada hídrica sobretudo em funções cada vez mais diversificadas (Antonelli; Roson; Sartori, 2012; Brum *et al.*, 2019; Deng; Wang; Song, 2015; Li *et al.*, 2021; Dietzenbacher; Velázquez, 2007; Zhao; Chen; Yang, 2009; Zhang *et al.*, 2011; Zhi *et al.*, 2023; Zangiski; Carvalho, 2021). No Brasil, por exemplo, Visentin (2017) estimou o consumo de água virtual das atividades econômicas do Estado de São Paulo utilizando um modelo inter-regional de insumo-produto para o ano de referência de 2009. Zangiski e Carvalho (2021), ao empregar uma matriz de insumo-produto inter-regional, investigaram se o Paraná era um exportador ou importador regional líquido para a demais regiões brasileiras, além de compreender o comércio de água virtual entre este e os Estados de São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e o Resto do Brasil. Contudo, esta pesquisa se diferencia dos estudos supracitados e contribui com a literatura nacional ao analisar os fluxos de água virtual nas Regiões Geográficas Intermediárias do Estado de Minas Gerais utilizando, para tanto, a técnica de requerimento de insumo-produto.

Assim, define-se as Regiões Geográficas Intermediárias (RGInt) de acordo com a nova divisão geográfica regional do País estabelecida pelo IBGE em 2017, com base na identificação de cidades-polo e dos municípios vinculados a estas (FJP, 2019). Frente a isso, denota-se que nenhum estudo empírico estudou o tema do uso hídrico para a região de análise em questão, o que configura uma lacuna de pesquisa a ser explorada por esta dissertação.

Nesse sentido, esse trabalho tem como objetivo de pesquisa identificar quais seriam as relações intersetoriais insumo-produto que se estabelecem entre os fluxos de água e os setores produtivos. Ou seja, a dissertação analisará os fluxos de água virtual no sistema produtivo do Estado de Minas Gerais para ano de 2019. Especificamente, pretende-se caracterizar as relações intersetoriais que se estabelecem entre os fluxos da água e as atividades econômicas das regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado de Minas Gerais. Neste mote de pesquisa a dissertação busca responder ao seguinte problema aplicado para a economia mineira: *“Quais seriam as relações intersetoriais insumo-produto que se estabelecem entre os fluxos de água e os setores produtivos?”*

Para tanto, utilizou-se a matriz de insumo – produto (MIP) das Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado de Minas Gerais, dividida em treze regiões (*i.e.*, Montes Claros, Patos de Minas, Teófilo Otoni, Uberlândia, Divinópolis, Belo Horizonte, Governador Valadares, Uberaba, Varginha, Ipatinga, Barbacena, Juiz de Fora e Pouso Alegre). A MIP-RGInts para ano de referência 2019 apresenta 42 setores econômicos, sendo elaborada pela Fundação João Pinheiro (FJP) (Fundação João Pinheiro, 2019). A referida matriz é a mais recente e permite realizar análises intersetoriais com foco em estudos regionais, sendo construída pela FJP a partir da metodologia do IBGE de elaboração do Produto Interno bruto (PIB) municipal ano de referência de 2010 do processo de regionalização de Miller e Blair (2009).

Além desse capítulo introdutório, esta dissertação se organiza em mais quatro. O Capítulo 2 aborda uma revisão bibliográfica e uma revisão empírica sobre a temática água virtual, pegada hídrica e os principais estudos e autores relacionados a metodologia que será empregada nesse estudo. O Capítulo 3, por seu turno, apresenta a localização da área de estudo, os procedimentos metodológicos e a base de dados, justificando e descrevendo passo a passo do estudo. O Capítulo 4 reporta os principais resultados. Por fim, o Capítulo 5 traz as considerações finais e futuras extensões da pesquisa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esse Capítulo tem como objetivo apresentar aspectos inerentes a água virtual e a pegada hídrica como categoria de análise ambiental e algumas evidências empíricas da utilização dos modelos de insumo-produto para analisar os fluxos de água virtual no sistema produtivo, buscando explorar a importância da água em toda sua cadeia produtiva. Ademais, o Capítulo trata do consumo e do uso da água na economia brasileira.

### 2.1 Água virtual e pegada hídrica

O conceito de água virtual foi introduzido inicialmente pelo professor Tony Allan, da Universidade de Londres, no início dos anos 1990. O estudioso utilizou este termo para descrever o volume de água necessário na produção de bens de consumo e serviços que são comercializados entre diferentes regiões ou países (Allan, 1993; 1994). De acordo com Hoekstra e Hung (2002), a água virtual representa a quantidade total de água empregada na fabricação de um produto, seja agrícola ou industrial.

Nesse contexto, a água virtual é definida como o volume de água empregado na produção de uma mercadoria, bem ou serviço. O comércio de água virtual, portanto, refere-se à quantidade de água incorporada nos itens que são negociados internacionalmente (Hoekstra, 2003; Hoekstra; Hung, 2002; 2005; Aldaya; Hoekstra; Allan, 2008). Segundo os autores, o conceito de água virtual é amplamente empregado no contexto internacional ou inter-regional. Assim, quando um país ou região exporta ou importa um produto está, na verdade, exportando ou importando água de forma virtual (Hoekstra *et al.*, 2011).

Conforme Allan (1998), a desvantagem comparativa do Oriente Médio e do Norte da África em termos de recursos hídricos é um exemplo preocupante, visto que essas regiões são altamente áridas e enfrentam diversidades de escassez de água. Dessa forma, a importação de água virtual poderia reduzir a pressão sobre os limitadores recursos hídricos desses países, servindo como uma fonte alternativa de abastecimento (Allan, 2003; Hoekstra, 2003; Dantas, 2012).

Em 2002, o conceito de pegada hídrica foi apresentado, durante o Encontro Internacional de Especialistas em Comércio de Água Virtual realizado em Delft, Holanda, pelo professor de Gestão da Água da Universidade de Twente, Arjen Y. Hoekstra (Hoekstra,

2003). Ao explorar o conceito de água virtual, Hoekstra mencionou que este tem duas principais aplicações práticas: (i) o comércio da água virtual como uma ferramenta para alcançar a segurança hídrica e o uso eficiente da água; e (ii) a pegada hídrica para estabelecer uma conexão entre padrões de consumo e impactos sobre a água. Segundo o autor, “Conhecendo o teor de água virtual dos produtos, cria-se consciência dos volumes de água necessários para produzir os vários bens, fornecendo assim uma noção de que bens mais impactam sobre o sistema de água e que economia de água poderá ser realizada” (Hoekstra, 2003, p. 14).

A pegada hídrica de um produto refere-se à quantidade total de água doce consumida, tanto diretamente, via uso direto da água e indiretamente pelo uso dos recursos hídricos ao longo da cadeia de produção dos bens (Hoekstra *et al.*, 2001; Chapagain; Tickner, 2012). Nesse sentido, Hoekstra *et al.* (2011) afirmam que a pegada hídrica pode ser importante para ajudar a compreender as atividades relacionados com a escassez de água, bem como os impactos gerados pela poluição, a fim de se buscar medidas que garantam o uso sustentável da água doce.

Perante o que foi exposto, percebe-se uma amplitude significativa de bibliografias que apresentam tanto a água virtual quanto a pegada hídrica como conceitos suficientes para que a presença da água nas relações econômicas de uso, produção e consumo possa ser pensada. Em termos de riqueza hidrográfica natural, para além das relações de importação e exportação, o cenário brasileiro evidencia mais uma vez a necessidade de uma caracterização mais minuciosa em torno dos fluxos de água e as atividades econômicas.

### **2.1.2 Tipos de pegada hídrica**

Para melhor entendimento sobre a ascendência da água consumida em determinados países ou regiões, caracterizou-se pegada hídrica nas categorias interna e externa, direta e indireta, além de três outras caracterizações conforme distintos usos da água, pegada hídrica azul, verde e cinza (Silva *et al.*, 2013).

Assim, a pegada hídrica interna abrange a quantidade de água utilizada tanto no consumo doméstico quanto na produção de bens e serviços consumidos pelos habitantes de uma nação específica. Em termos simples, esta reflete o uso dos recursos hídricos nacionais para satisfazer as demandas do mercado interno. Já a pegada hídrica externa refere-se à água

virtual direcionada a esse mesmo país por meio da importação de bens e serviços (Hoekstra *et al.*, 2011).

Segundo Hoekstra *et al.* (2011) a pegada hídrica direta refere-se à utilização de água em atividades domésticas, enquanto a pegada hídrica indireta abrange a água empregada nas cadeias de produção e fornecimento de bens e serviços. A pegada hídrica indireta é superior à direta, que por ter característica “invisível”, muitas vezes é desprezada. Ou seja, mais frequentemente desconsiderada, pois está associada aos produtos consumidos, e não à quantidade de água utilizada em sua residência.

Em se tratando da diferenciação em torno das categorias de uso distinto da água, tem-se que a pegada hídrica azul está relacionada ao consumo de recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Mekonnen; Hoekstra, 2011). No contexto agrícola, essa também engloba a evaporação da água utilizada na irrigação dos campos agrícolas (Wichelns, 2010; Arruda, 2010; Marzullo *et al.*, 2010; Hoekstra *et al.*, 2009). De acordo com Bleninger e Kotsuka (2015), na produção industrial e no fornecimento doméstico de água, a parcela azul representa o volume de água retirado das fontes de água doce. Segundo Mekonnen e Hoekstra (2011a), a pegada hídrica verde representa o volume de água da chuva utilizado durante o processo de produção de uma cultura. A diferença entre a pegada azul e verde é crucial, uma vez que os impactos hidrológicos, ambientais e sociais, bem como os custos de oportunidade associados ao uso de águas superficiais e subterrâneas para a produção, divergem dos impactos e custos relacionados a utilização da água da chuva (Falkenmark; Rockstrom, 2004; Hoekstra; Chapagain, 2008). Na agricultura, o consumo de água verde pode ser quantificado ou estimado mediante o uso de fórmulas empíricas ou um modelo adequado para calcular a evapotranspiração com base em dados que descrevem as características do solo, clima e cultura (Hoekstra *et al.*, 2011).

A pegada hídrica cinza, por sua vez, corresponde ao volume de água doce necessário para absorver a carga de poluentes, com base nas concentrações naturais e nos padrões estabelecidos para a qualidade da água em seu estado original (Hoekstra, 2002). A pegada hídrica cinza serve como um indicador de poluição, evidenciando a gravidade do problema no sistema, embora não forneça informações sobre o volume específico de água poluída (Silva *et al.*, 2013). Conforme Silva *et al.* (2013), a contribuição para a pegada hídrica cinza para a pegada hídrica total é relativamente pequena e os valores observados tendem a

diminuir à medida que a irrigação aumenta. Em outras palavras, quanto menor a irrigação, maior é o volume atribuído à pegada hídrica cinza.

## **2.2 Consumo e uso de água na economia brasileira**

Conforme o Relatório Pleno da Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil, elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2023), a água desempenha um papel fundamental como insumo essencial em uma variedade de setores, incluindo o uso industrial e agrícola, o abastecimento humano e animal, o transporte, o lazer e a geração de energia. Esses usos podem ser categorizados em consultivos, que envolvem o consumo direto de água e não consultivos, que não consomem água diretamente, mas dependem da manutenção das condições naturais ou da operação da infraestrutura hídrica. No contexto brasileiro, os principais usos consultivos da água abrangem principalmente a irrigação, o abastecimento humano (urbano e rural) e o animal, a indústria, a geração termelétrica e a mineração.

Ao longo das últimas décadas, observa-se uma significativa evolução nos padrões de uso da água. A retirada de água para usos setoriais apresentou um crescimento notável, aumentando de 536 bilhões de litros médios anuais entre 1940 e 1980 para 781 bilhões nos anos 1980 e 2000, alcançando 1 trilhão e 189 bilhões entre 2000 e 2021. As projeções indicam um aumento de cerca de 30% nas retiradas de água entre 2022 e 2040, resultando em uma expansão do uso de aproximadamente 1 trilhão e 290 bilhões de litros de água médios por ano, com destaque para o papel da agricultura irrigada nesse cenário (ANA, 2023).

Segundo Rebouças (2003) quase 63% da demanda por água no Brasil é destinada para fins agrícolas, principalmente irrigação, corroborando com os dados fornecidos pela ANA (2023). No cerne dos debates está a questão da segurança alimentar e hídrica, uma vez que a água na agricultura é sinônimo de produção de alimentos e segurança alimentar, como aponta Rodrigues (2021). No ano de 2022, as retiradas de água totais dos usos setoriais mostram maiores demandas de água na região Sudeste, seguidas pelas regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte (ANA, 2023). Em contrapartida, o trabalho de Assad (2016) reporta que em países desenvolvidos a demanda por água na indústria é maior do que no setor da agricultura.

A irrigação é o uso que mais demanda recursos hídricos no Brasil (Assad, 2016). Segundo dados do Atlas Irrigação, o Brasil dispõe de 8,5 milhões de hectares (Mha) de áreas equipadas para irrigação, dos quais 35% são destinados à fertirrigação com água de reuso,

totalizando 2,9 Mha, e 65% são utilizados para irrigação com água proveniente de mananciais, correspondendo a 5,5 Mha (ANA, 2021). A Tabela 1 mostra o uso da água na agricultura irrigada para o ano de 2019 em municípios selecionados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico de acordo com a tipologia do uso da água (ANA, 2021). Os Estados com maior área total irrigada são Rio Grande do Sul (1.128.687 hectares) e Minas Gerais (946.727 hectares) (ANA, 2021), destacando a produção de arroz (rizicultura) (*i.e.*, municípios de Itaquí, Santa Vitória do Palmar, Uruguaiana) e café (*i.e.*, municípios Patrocínio, Monte Carmelo e Araguari), respectivamente, nestes Estados. É possível observar o município de Paracatu (MG) com 59.466 de hectares de área irrigada em 2019, o que é explicado pela produção da agricultura (sobretudo as culturas de soja, milho e feijão). Para o ano de 2022, estima-se uma retirada de 1.027,03 m<sup>3</sup>/s para agricultura irrigada no País. No entanto, Rebouças (2003) destaca que os métodos de irrigação utilizados no Brasil são os mais ineficientes quanto ao uso da água, além de intensivos em energia elétrica.

Ainda conforme o Relatório Pleno da Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil ANA (2023), o abastecimento humano urbano configura como o segundo maior uso da água no País. Esse tipo de utilização se concentra de forma significativa nos aglomerados urbanos, o que gera uma pressão crescente sobre os mananciais e os sistemas de produção de água, elevando a complexidade e a interdependência das soluções de abastecimento.

No que diz respeito à indústria de transformação, esta representa 9% do total de água retirada. Para ano de 2022, estimou-se que a retirada de água para indústria de transformação equivalente a 190,52 m<sup>3</sup>/s, enquanto para indústria extrativa mineral seja de 31,62 m<sup>3</sup>/s. As indústrias de transformação estão predominantemente localizadas nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, destacando os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro com uso significativo de água na siderurgia; no Paraná e em Santa Catarina, há ênfase no abate e produtos de carne; em São Paulo, destaca-se a produção de açúcar e etanol; e no Mato Grosso do Sul, a indústria de papel e celulose (ANA, 2023).

A geração de energia hidrelétrica, por sua vez, representa um significativo uso não consultivo da água, sendo as usinas hidrelétricas a principal fonte de geração do sistema elétrico brasileiro. Além disso, no Brasil, a geração de energia termelétrica opera com combustíveis fósseis, biomassa e nuclear, muitas vezes atuando como energia complementar (ANA, 2023).

Tabela 1 – Área irrigada por tipologia (hectares), 2019

Região	Municípios selecionados	UF	Culturas				Área total irrigada
			Arroz inundado	Café	Cana-de-açúcar irrigada	Outras culturas	
Norte	Cacoal	RO	0	6.818	0	3.934	10.752
	Pacaraima	RR	8.858	0	0	28	8.886
	Fормoso do Araguaia	TO	26.758	0	0	97	26.855
	Lagoa da Confusão	TO	48.228	0	0	794	49.021
	Pedro Afonso	TO	0	0	15.958	1.416	17.374
	Pium	TO	17.213	0	0	3.822	21.035
Nordeste	Aldeias Altas	MA	0	0	9.244	0	9.244
	São Raimundo das Mangabeiras	MA	0	0	14.580	4.275	18.855
	Santa Rita	PB	0	0	9.866	65	9.932
	Goiana	PE	0	0	10.056	0	10.056
	Coruripe	AL	0	0	39.478	63	39.541
	Jequiá da Praia	AL	0	0	14.326	44	14.370
	São Miguel dos Campos	AL	0	0	16.434	26	16.459
	Barreiras	BA	0	5.219	0	37.552	42.771
	Cocos	BA	0	2.537	0	11.028	13.565
	Correntina	BA	0	0	0	13.733	13.733
	Jaborandi	BA	0	0	0	23.684	23.684
	Juazeiro	BA	0	0	20.213	27.192	47.405
São Desidério	BA	0	2.218	0	49.717	51.935	
Sudeste	Araguari	MG	0	13.535	0	1.966	15.502
	Jaíba	MG	0	11	8.657	23.862	32.530
	João Pinheiro	MG	0	2.055	30.258	11.174	43.487
	Monte Carmelo	MG	0	16.711	0	2.510	19.221
	Paracatu	MG	0	1.673	25.153	59.466	86.292
	Patrocínio	MG	0	14.242	0	4.191	18.433
	Romaria	MG	0	8.683	0	8.629	17.312
	Uberaba	MG	0	225	6.808	8.501	15.533
	Jaguare	ES	0	13.092	0	1.736	14.828
	Linhares	ES	0	12.757	4	5.302	18.062
	Nova Venécia	ES	0	10.933	0	989	11.922
	Rio Bananal	ES	0	15.738	0	451	16.189
	São Mateus	ES	0	13.468	136	4.031	17.633
Vila Valério	ES	0	14.355	0	1.100	15.455	
Sul	Meleiro	SC	11.013	0	0	5	11.018
	Turvo	SC	11.910	0	0	17	11.927
	Alegrete	RS	52.659	0	0	5.405	58.064
	Arroio Grande	RS	31.084	0	0	299	31.383
	Camaquã	RS	29.723	0	0	638	30.361
	Dom Pedrito	RS	37.748	0	0	2.217	39.965
	Itaqui	RS	62.496	0	0	6.204	68.700
	Mostardas	RS	33.024	0	0	22	33.046
	Santa Vitória do Palmar	RS	64.866	0	0	1.304	66.170
	São Borja	RS	36.048	0	0	7.611	43.659
	São Gabriel	RS	27.670	0	0	3.060	30.730
	Uruguaiana	RS	79.727	0	0	2.744	82.471
Centro-oeste	Lucas do Rio Verde	MT	1.201	0	0	12.681	13.881
	Nova Ubiratã	MT	0	0	0	10.045	10.045
	Flores de Goiás	GO	9.099	0	0	1.471	10.570
	Goianésia	GO	0	0	11.109	322	11.431
	Vila Propício	GO	0	0	16.537	247	16.784

Fonte: ANA (2021).



### 2.3 Revisão empírica

Diversos trabalhos aplicados da literatura internacional e nacional versam sobre a temática água virtual e pegada hídrica utilizando para tanto a Matriz de Insumo-Produto (MIP) como modelagem. Por exemplo, Zhang *et al.* (2011) empregaram a matriz de insumo-produto inter-regional para Beijing, calibrada para o ano de referência 2007, afim de realizar investigações a nível setorial e provincial com o objetivo de rastrear as origens da água virtual associada ao comércio internacional. Segundo Zhang *et al.* (2011), a participação das exportações líquidas de água virtual no uso total de água aumentou de 7 para 12% na China. Os resultados conclusivos apontaram que os ganhos econômicos obtidos pela China ao se tornar “fábrica de manufatura” do mundo impactou seus recursos hídricos.

Ainda no cenário mundial e usando MIPs inter-regionais, os mesmos pesquisadores, Zhang *et al.*, (2011) procuraram investigar quantitativamente a pegada hídrica de Pequim com foco nos recursos e usos da água azul. Os autores chegaram à conclusão de que a agricultura tem a maior pegada hídrica e, por isso, é necessária uma coordenação do comércio inter-regional para melhorar a eficiência da utilização dos recursos hídricos regionais e nacionais. Ademais, o principal fornecedor de água virtual para Pequim é Hebei, uma região com escassez de água.

Também para a economia chinesa, Deng, Wang e Song (2015) utilizaram a mesma modelagem de insumo produto e, conquanto, a MIP empregada para economia nacional de 2007. O objetivo do trabalho foi testar o efeito da variação da eficiência do uso da água e a estrutura do comércio virtual da água. Os resultados mostraram que a China é uma exportadora líquida de água virtual, porém os setores de agricultura, mineração e petroquímica são os importadores líquidos. Nesse sentido, a economia chinesa deve melhorar a tecnologia e o nível de autossuficiência dos seus produtos, para reduzir correspondentemente a dependência do comércio externo.

Os autores Zhao, Chen e Yang (2009) adotaram a mesma estratégia metodológica de modelos de insumo-produto para a China para o ano de 2002 para o cálculo da pegada hídrica nacional. Os pesquisadores em suas análises buscaram checar se o país é um exportador líquido de água virtual. Concluíram que o setor primário corresponde a 70% do uso da água e os setores de indústria leve são apontados como exportadores líquidos de água.

O estudo realizado por Wang e Wang (2009) empregou uma matriz de insumo-

produto para avaliar a água virtual na região de Beijing. A análise foi direcionada para três setores da economia: primário, secundário e terciário. Os resultados do estudo revelaram que o setor secundário é o principal responsável pela importação de água virtual na região, concluindo também que a região estudada é uma importadora líquida de água virtual, com a tendência de aumentar ainda mais essa importação. Por fim, os resultados mostraram que a água virtual tem papel importante no desenvolvimento econômico regional.

Utilizando um modelo multirregional de insumo-produto, Li *et al.* (2021) avaliaram os padrões e os riscos de repercussão do comércio virtual interprovincial de água na China. Especificamente, os autores investigaram o comércio virtual de água em províncias com escassez da mesma. Os resultados apontaram que os setores agrícolas e de abastecimento, bem como a produção de eletricidade, possuem o maior coeficiente total de utilização de água, sendo de alto risco na faixa econômica do Rio Amarelo. Em virtude da maior pressão sobre os recursos hídricos, algumas províncias (Shandong e Shanxi) sofrem um risco cumulativo mais elevado via comércio virtual de água.

Recentemente, também para a economia chinesa, Zhi *et al.* (2023) analisaram o fluxo de água virtual entre oito regiões via modelo multirregional de insumo-produto. Os resultados sinalizaram uma tendência decrescente do fluxo de água virtual inter-regional e do volume de importação e exportação de várias regiões. O setor agrícola teve um fluxo de água virtual muito mais elevado do que outros setores nas regiões noroeste e centro da China.

Já Dietzenbacher e Velázquez (2007) utilizaram uma matriz de insumo-produto composta por 25 setores, com o propósito de examinar a condição de região de Andaluzia, localizada na Espanha, como uma exportadora de água virtual. A análise se estabelece no contexto da comparação entre a Andaluzia, o restante da Espanha e ainda considerando uma distinção para o restante do mundo. O objetivo dessa pesquisa foi a averiguação da aplicabilidade da teoria de Heckscher-Ohlin, que postula que um país tende a exportar produtos que sejam intensivos no fator de produção que é abundante em seu território a nível regional. Os resultados do estudo contrariaram a teoria. Uma redução nas exportações de produtos agrícolas para o estrangeiro produziria benefícios consideráveis em termos de poupança de água.

O estudo conduzido por Mubako, Lahiri e Lant (2013) teve como finalidade avaliar o comércio de água virtual. Os autores também aplicaram o modelo Heckscher-Ohlin, para

os Estados da Califórnia e Illinois. Para essa análise, os autores utilizaram uma matriz de insumo-produto com 8 setores. Nos resultados obtidos na pesquisa, para o ano de 2008, os Estados em questão foram identificados como exportadores líquidos de água virtual. O setor agrícola foi aquele que apresentou o maior consumo direto de água por unidade monetária de produto gerado, seguido por outros como cultivo, geração de energia, pecuária, mineração, serviços, uso doméstico e indústria.

Por sua vez, Antonelli, Roson e Sartori (2012) calcularam os fluxos virtuais de água para 11 economias mediterrânicas, que aplica a modelagem insumo-produto, a fim de contabilizar o consumo direto e indireto, além de distinguir entre as diferentes tipologias de água. Conforme o trabalho, uma estimativa correta dos parâmetros virtuais da água deve considerar o consumo indireto da água.

Já em relação aos estudos para o Brasil, Montoya (2020) utilizou o modelo insumo-produto ecológico, a MIP de 2015 nacional elaborada pelo IBGE. Com o propósito de avaliar a configuração da economia brasileira em termos de sua pegada hídrica nacional, considerando a quantidade de água incorporada na produção de bens e serviços finais, bem como de analisar o saldo da balança comercial de água virtual do País e examinar a sua posição no mercado internacional. O estudo concluiu que os setores da agropecuária (77,6%) e da agroindústria são grandes incorporadores de volume de água por unidade produzida no sistema econômico. O sistema produtivo depende da pegada hídrica interna responsável por 90,4% da pegada hídrica nacional.

Montoya e Finamore (2019) construíram um modelo insumo-produto ecológico para o ano de 2015, que incorpora um vetor ambiental de fluxos físicos do uso de água em cada setor. O objetivo do trabalho foi avaliar os requerimentos, os multiplicadores setoriais e os setores-chaves, bem como os impactos dos componentes da demanda final sobre o uso e o consumo de água em cada setor produtivo. O estudo concluiu que pouco mais de um terço da água empregada pelas atividades econômicas brasileiras são exportadas, principalmente via setor agropecuário de exportação que responde por 88,79% da água virtual.

O trabalho de Zangiski e Carvalho (2021), ao utilizar a matriz de insumo-produto inter-regional, investigou se o Paraná era um exportador ou importador regional líquido para a demais regiões brasileiras, além de compreender o comércio de água virtual entre este e os Estados de São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e o Resto do Brasil. Como

resultado, o Paraná foi um exportador líquido de água virtual para o restante do Brasil. Já em termos do comércio inter-regional das demais regiões com o Paraná, em relação aos setores, o Estado pode ser caracterizado como exportador líquido de água virtual para os setores de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura e importador líquido de água virtual para os setores de indústrias de transformação e construção.

Visentin (2017) adotou um sistema inter-regional de insumo-produto para o ano de 2009 a fim de estimar o consumo de água virtual das atividades econômicas do Estado de São Paulo. O objetivo foi verificar se o Estado foi importador ou exportador líquido de água virtual no comércio com o resto do Brasil. O estudo mostrou que o Estado de São Paulo foi ao mesmo tempo exportador líquido de bens e serviços e importador líquido de água virtual, pois o mesmo se mostrou, em média, mais eficiente no consumo dos recursos hídricos quanto comparado ao restante do País.

Já Visentin e Guilhoto (2019) utilizaram um modelo de insumo-produto inter-regional para ano de 2009, considerando 50 setores econômicos e 56 bacias hidrográficas. Com propósito de identificar os principais usuários de água no Brasil em termos de água azul virtual e os impactos do padrão de uso no Índice Regional de Exploração da Água. O estudo apresentou como resultado que a bacia hidrográfica do Tietê foi identificada como a maior bacia, responsável pela demanda virtual de água azul, no mesmo momento em que as bacias hidrográficas do litoral são importantes fornecedores de água virtual. O estudo também relata que o comércio inter-regional da água virtual azul dificulta o abastecimento local de água em algumas regiões.

A pesquisa de Brum *et al.* (2019) empregou a metodologia do cálculo da Pegada Hídrica proposta por Hoekstra *et al.* (2011) e os indicadores de encadeamento para trás e para frente definidos pela matriz de insumo-produto, com objetivo de analisar o saldo de água virtual do comércio internacional do Estado Mato Grosso Do Sul e o resto do mundo. O estudo apontou um déficit no balanço das transações de água entre esse Estado e as demais economias onde comercializa seus produtos. O Mato Grosso do Sul é um exportador de água virtual para as atividades agropecuárias.

Por fim, Picoli (2016) procede seu estudo inicialmente por meio da estimativa do consumo total de água verde na agricultura e água azul na indústria, utilizando modelo de insumo-produto referente ao ano de 2009. O objetivo foi avaliar de forma setorial a pegada

hídrica verde e azul. A análise setorial do consumo de água destaca atividades cruciais, tais como soja, cana-de-açúcar e a fabricação de óleos vegetais.

O Quadro 1 sumariza os trabalhos empíricos aplicados que utilizam da metodologia de insumo-produto sobre as temáticas dos fluxos de água virtual e pegada hídrica para o Brasil e o exterior. O presente estudo se diferencia dos trabalhos aplicados supracitados ao analisar o consumo e o uso hídrico para as Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado de Minas Gerais, o que configura uma lacuna da pesquisa a ser explorada.

Diante do que foi exposto, a presente revisão empírica permite observar que os estudos aplicados utilizando a Matriz de Insumo-Produto (MIP) para análise da água virtual e da pegada hídrica oferecem uma vasta contribuição tanto em nível internacional quanto nacional. Os exemplos citados abrangem diversos contextos geográficos e setoriais, demonstrando a eficácia da MIP em capturar a complexidade do uso da água nos processos econômicos e no comércio da água virtual. Trabalhos como os de Zhang *et al.* (2011) e Li *et al.* (2021) demonstram a importância dessa abordagem na identificação de padrões de utilização de recursos hídricos e seus impactos regionais e nacionais, revelando desafios específicos, como a dependência de regiões com escassez de água e a necessidade de melhorias tecnológicas para otimizar o seu uso.

No contexto brasileiro, estudos como os de Montoya (2020) e Visentin e Guilhoto (2019) exploram as dinâmicas hídricas em diferentes estados e setores, bem como a respeito do papel da agricultura e da indústria no consumo de água virtual. A análise desses estudos ressalta a diversidade e a complexidade das interações entre a economia e os recursos hídricos no Brasil, evidenciando a relevância de investigações que considerem as especificidades regionais. Assim, o presente trabalho busca contribuir para essa linha de pesquisa ao focar nas Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado de Minas Gerais, um enfoque ainda pouco explorado na literatura. Ao analisar o consumo e o uso de água nessas regiões, pretende-se preencher essa lacuna, oferecendo novas perspectivas sobre a gestão hídrica no Estado e seus impactos econômicos.

Quadro 1– Resumo dos principais trabalhos empíricos

Referência	País	Método	Objetivos	Principais resultados e conclusões
Zhang <i>et al.</i> (2011)	China	MIP Inter-regional	Rastrear as origens da água virtual associada ao comércio internacional	China ao se tornar exportador do mundo impactou seus recursos hídricos
Zhang <i>et al.</i> (2011)	China	MIP Inter-regional	Investigar quantitativamente a pegada hídrica de Pequim com foco nos recursos e usos da água azul	A agricultura tem a maior pegada hídrica
Deng, Wang e Song (2015)	China	MIP Nacinal	Testar o efeito da variação da eficiência do uso da água e a estrutura do comércio virtual	O país é um exportador líquido de água virtual
Zhao, Chen e Yang (2009)	China	MIP Nacinal	Checar se o país é um exportador líquido de água virtual	O setor primário corresponde a 70% do uso da água e os setores de indústria leve são apontados como exportadores líquidos
Wang e Wang (2009)	China	MIP Nacinal	Avaliar a água virtual na região de Beijing	O setor secundário é o principal responsável pela importação de água virtual na região
Li <i>et al.</i> (2021)	China	MIP multirregional	Analisar os padrões e os riscos do comércio virtual interprovincial de água	Setores agrícolas e de abastecimento possuem o maior coeficiente total de utilização de água
Zi <i>et al.</i> (2023)	China	MIP multirregional	Avaliar o fluxo de água virtual entre 8 regiões	O setor agrícola teve um fluxo de água virtual muito mais elevado do que outros nas regiões noroeste e centro
Dietzenbacher e Velázquez (2007)	Espanha	MIP Nacinal	Averiguar a aplicabilidade da teoria de Heckscher-Ohlin	Os resultados do estudo contrariaram a teoria
Mubako, Lahiri e Lant (2013)	EUA	MIP Nacinal	Avaliar o comércio de água virtual e também aplicar o modelo Heckscher-Ohlin	Os Estados foram identificados como exportadores líquidos de água virtual
Antonelli, Roson e Sartori (2012)	Países do Mediterrâneo	MIP	Calcular os fluxos virtuais de água para 11 economias mediterrânicas	Uma estimativa correta dos parâmetros virtuais da água deve considerar o consumo indireto da água
Montoya (2020)	Brasil	MIP Nacinal	Avaliar a configuração da economia brasileira em termos de sua pegada hídrica nacional	Os setores da agropecuária e da agroindústria são grandes incorporadores de volume de água
Montoya e Finamore (2019)	Brasil	MIP Nacinal	Avaliar os requerimentos e os impactos dos componentes da demanda final sobre o uso e o consumo de água	Pouco mais de 1/3 da água utilizada pelas atividades econômicas são exportadas, principalmente via setor agropecuário
Zangiski e Carvalho (2021)	Brasil	MIP Inter-regional	Investigar se o Estado do Paraná era um exportador ou importador regional líquido	O estado pode ser caracterizado como exportador líquido de água virtual
Visentin (2017)	Brasil	MIP Inter-regional	Estimar o consumo de água virtual das atividades econômicas do Estado de São Paulo	São Paulo foi ao mesmo tempo exportador líquido de bens e serviços e importador líquido de água virtual
Visentin e Guilhoto (2019)	Brasil	MIP Inter-regional	Identificar os principais usuários de água no Brasil em termos de água azul virtual	A bacia hidrográfica do Tietê foi a maior bacia, responsável pela demanda virtual de água azul
Brum <i>et al.</i> (2019)	Brasil	MIP Nacinal	Analisar o saldo de água virtual do comércio internacional do Mato Grosso do Sul e o resto do mundo	Há um déficit no balanço das transações de água entre esse Estado e as demais economias
Picoli (2016)	Brasil	MIP Nacinal	Avaliar de forma setorial a pegada hídrica verde e azul	Destaque para as atividades cruciais, como soja, cana-de-açúcar e a fabricação de óleos vegetais

Fonte: Elaboração própria (2024).

### **3 METODOLOGIA**

Esse Capítulo tem como objetivo apresentar a localização da área deste estudo, destacando alguns aspectos produtivos e de comércio exterior de Minas Gerais e das Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado. O Capítulo reporta também a base de dados utilizada e a modelagem empregada na pesquisa.

#### **3.1 Localização da área de estudo**

##### **3.1.1 Minas Gerais: aspectos ambientais e hídricos**

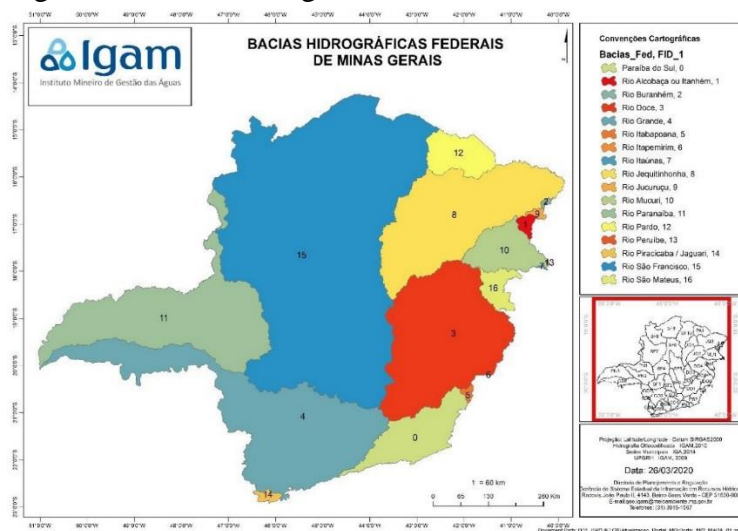
O Estado de Minas Gerais, localizado na região Sudeste do Brasil, tem uma extensão de 586.521,123 km<sup>2</sup>, o que equivale a 63,4% da Região Sudeste e 6,9% da área brasileira. Abrange três importantes biomas brasileiros: a Caatinga, a Mata Atlântica e o Cerrado. A caatinga, abrange 11% do território nacional, apresenta clima semiárido e possui vegetação com poucas folhas e adaptadas para os períodos de secas, além de grande biodiversidade, com características de solo raso e pedregoso (Instituto Brasileiro de Florestas, 2016). A Mata Atlântica, por sua vez, exibe uma diversidade de ecossistemas florestais, cada um com estruturas e composições florísticas distintas, alinhadas as características climáticas específicas da região onde se encontra (Instituto Brasileiro de Florestas, 2016). Considerado o segundo maior bioma do Estado de Minas Gerais, situado nas divisas com Espírito Santo e Rio de Janeiro. É notável que 70% da população brasileira reside no território coberto por este bioma.

Por seu turno, o cerrado, é o maior bioma com 50% do território mineiro, sendo origem de importantes bacias hidrográficas, como a bacia do São Francisco e a do Rio Jequitinhonha (IBGE, 2022). É o segundo maior da América do Sul, constituído principalmente por savanas interceptadas por matas ciliares ao longo dos rios, nos fundos de vale. Ocupando mais de 205,9 milhões de hectares na região central do Brasil, em termos de riqueza de biodiversidade, representa como segundo maior bioma brasileiro (Instituto Brasileiro de Florestas, 2016).

No que se refere as características hídricas, o território mineiro encontra-se localizado em posição estratégica, cercado por grandes bacias hidrográficas com volumes de recursos

hídricos provenientes de fontes superficiais ou subterrâneas, sendo conhecido como a caixa d'água do Brasil devido ao grande armazenamento de água no território. Os principais rios que formam as bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais são: Rio Grande, Rio Doce, Rio São Francisco, Rio Jequitinhonha, Rio Paranaíba, Rio Paraíba do Sul e Rio Pardo. A Figura 1 e a Tabela 2 reportam as bacias que compõem a rede hidrográfica do Estado de Minas Gerais.

Figura 1- Bacias Hidrográficas Federais em Minas Gerais



Fonte: Minas Gerais (2024).

Tabela 2 – Bacias Hidrográficas Federais em Minas Gerais

Bacias hidrográficas federais	Área (Km <sup>2</sup> )	Abrangência por municípios	População atendida
Paraíba do Sul	20.178	2.391.343	120
Rio Alcobaca ou Itanhém	1.511	125.189	13
Rio Buranhém	324	62.924	5
Rio Doce	71.251	3.978.202	243
Rio Grande	86.086	6.147.012	287
Rio Itabapoana	666	168.129	13
Rio Itapemirim	32	31.524	2
Rio Itaúnas	129	100.364	4
Rio Jequitinhonha	65.750	1.251.457	94
Rio Jucuruçu	715	130.371	13
Rio Mucuri	14.569	586.058	32
Rio Pardo	70.637	2.694.836	89
Rio Paranaíba	12.729	438.913	29
Rio Peruíbe	50	44.438	2
Rio Piracicaba/Jaguari	1.159	877.900	17
Rio São Francisco	234.557	12.368.943	282
Rio São Mateus	5.641	693.780	28

Fonte: Minas Gerais (2024).



A bacia hidrográfica do Rio Grande com um território de 143.255 km<sup>2</sup>, ocupa áreas dos Estados de Minas Gerais (60% do total) e São Paulo (40%), faz parte da bacia do rio Paraná, uma das mais importantes do País tanto no aproveitamento de recursos hídricos como no ponto de vista econômico (ANA, 2017). O Rio Grande possui sua nascente na Serra da Mantiqueira e extensão total de 1,286 km, após percorrer cerca de 216 km, encontra-se com o rio Aiuruoca e passa a ser domínio da União, a jusante desse ponto, percorre mais 466 km até adotar o rio das Canoas, formando, a partir daí, um limite natural entre os estados de Minas Gerais e São Paulo, até sua foz, quando forma o rio Paraná ao encontrar-se com rio Paranaíba. Vale ressaltar que os corpos hídricos superficiais da bacia estão sob domínio de Minas Gerais com 51,4 % e do Estado de São Paulo com 36,2% e 12,4% são de domínio da União. Em termos econômicos, a bacia está situada em uma importante região entre Brasília, Rio de Janeiro, Goiânia, Belo Horizonte e São Paulo, que concentra os maiores fluxos econômicos do País (ANA, 2017).

Já a bacia do rio Doce está localizada na região Sudeste, possui área de drenagem de aproximadamente 86,715 km<sup>2</sup>, dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo, a população residente na bacia do rio Doce encontra-se distribuída em 229 municípios, sendo 203 mineiros e 26 capixabas (ANA, 2013). As atividades econômicas da bacia do rio Doce são bem diversificadas, com destaque para a agropecuária (reflorestamento, lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e na suinocultura), a agroindústria (sucroalcooleira), a mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, pedras preciosas e outros), a indústria (celulose, siderurgia e laticínios), o comércio e serviços de apoio aos complexos industriais e a geração de energia elétrica (ANA, 2013).

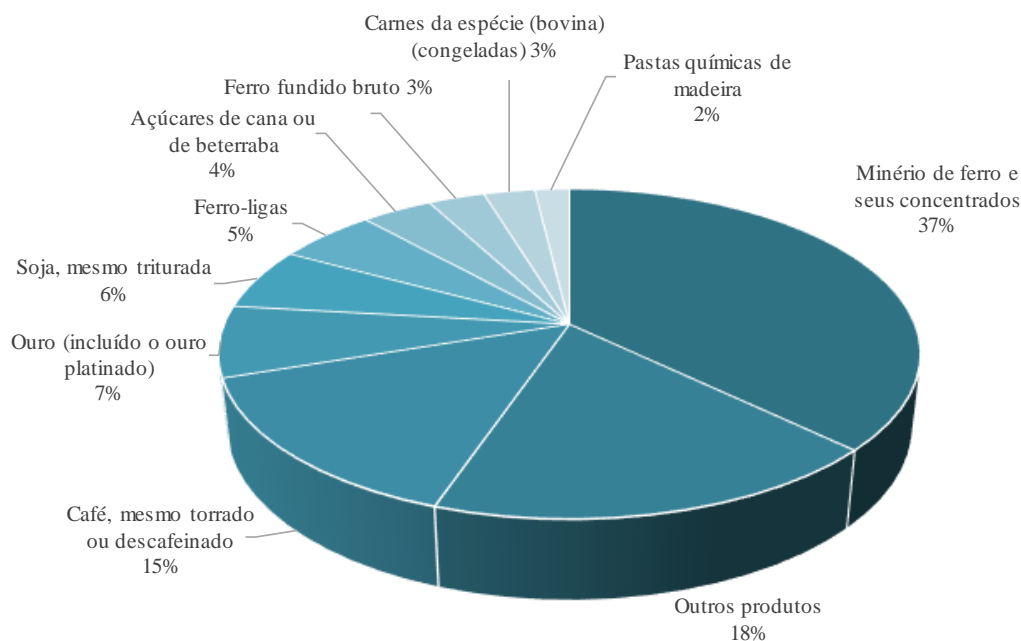
### **3.1.2 Minas Gerais: aspectos produtivos e do comércio exterior**

O Estado de Minas Gerais é o terceiro mais rico do País, apresentando historicamente importante papel na economia e na projeção internacional da agropecuária brasileira, possuindo a maior diversificação da pauta agrícola do País. Minas Gerais detém a maior quantidade de municípios, sendo composto por 853, subdivididos em 10 Regiões de Planejamento. Ademais, Minas Gerais é o maior produtor de café da economia brasileira (52,7% do total nacional) (Fundação João Pinheiro, 2022; 2023b; Minas Gerais, 2023). Em

2020, o PIB mineiro teve queda de -3,9% em relação ao ano anterior, sendo a queda mais intensa dos resultados anuais da série histórica das Contas Trimestrais de Minas Gerais, iniciada em 2002, cujo resultado do Valor Adicionado refletiu o desempenho das atividades que o compõem [agropecuária (11,2%); indústria (-3,5%) e serviços (-5,4%)]. No Brasil, neste ano de referência, também houve retração real (4,1%), uma vez que as atividades econômicas foram afetadas pela pandemia da Covid-19 (Fundação João Pinheiro, 2021).

Em 2020, o fluxo comercial do Estado somou US\$ 34 bilhões, sendo US\$ 26,2 bilhões referentes às exportações e US\$ 7,8 bilhões relativos às importações, com superávit na balança comercial de US\$ 18,4 bilhões. Minas Gerais foi o segundo Estado com o maior saldo comercial (participação de 36,2%), consolidando o mesmo como o segundo maior exportador nacional. A pauta exportadora da economia mineira se concentra em alguns produtos, com destaque para o minério de ferro (37%), o café (15%), o ouro (7%) e a soja (6%), como reporta a Figura 2. No ano de referência de 2020, os dez principais municípios exportadores foram responsáveis por 45% do total exportado pelo Estado, destacando Nova Lima que participou de 8,1% das exportações (Minas Gerais, 2020).

Figura 2 – Pauta exportadora da economia mineira, 2020



Fonte: Minas Gerais (2020).

Em 2023, a economia mineira cresceu 3,1% impulsionada pela expansão de todas as

atividades econômicas, com destaque para o maior crescimento da agropecuária (11,5%), seguida da indústria (3,1%) e serviços (2,2%) (Fundação João Pinheiro, 2024a). De acordo com o Balanço do Agronegócio de Minas Gerais 2023 (Minas Gerais, 2023), o Estado exportou US\$ 14,3 bilhões em produtos do agronegócio em 2023, cujos principais destinos foram a China (US\$ 4,8 bilhões), os Estados Unidos (US\$ 1,1 bilhão) e a Alemanha (US\$ 942 milhões). Em termos das exportações do agronegócio, em 2023, o café respondeu por 38,8% da pauta de exportação, enquanto o complexo soja (grão, farelo e óleo) obteve participação de 25% (Minas Gerais, 2023).

Recentemente, no mês de abril de 2024, Minas Gerais foi o terceiro maior exportador do País. Em destaque, os três produtos mais exportados pelo Estado: (1) Minério de ferro e seus concentrados; (2) Café; e (3) Soja. Nesse mês de referência, as exportações mineiras alcançaram US\$ 3,3 bilhões, enquanto as importações somaram US\$ 1,3 bilhões. Isso representa um superávit de US\$ 2 bilhões. Entre os principais parceiros comerciais da economia mineira neste período, considerando os destinos das exportações, destacam-se os seguintes países: China, Estados Unidos, Argentina e Alemanha (Fundação João Pinheiro, 2024b).

### **3.2 Base de dados e estratégia metodológica**

Com a finalidade de analisar o fluxo de água virtual no sistema produtivo do Estado de Minas Gerais e de suas regiões intermediárias, este estudo utiliza a Matriz de Insumo-Produto (MIP) das Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado de Minas Gerais, dividida em treze regiões conforme a Figura 3. A MIP-RGInts para o ano de referência 2019, elaborada pela Fundação João Pinheiro (FJP) (Fundação João Pinheiro, 2019), é a mais recente e permite realizar análises intersetoriais com abertura para 42 setores econômicos. Para atender o objetivo do presente estudo que é avaliar os requerimentos dos setores que mais usam e consomem água, inseriu-se um vetor linha no modelo insumo-produto de 2019 que registra os fluxos físicos do uso e do consumo total da água das atividades produtivas de Minas Gerais e suas regiões intermediárias.

O PIB do Estado de Minas Gerais, para ano de 2019, foi de R\$ 651,87 bilhões com a contribuição significativa do setor de serviços que contribuiu com R\$ 390,23 bilhões, seguido

dos setores da indústria e o setor agropecuário, com contribuição de R\$154,83 bilhões e R\$ 26,40 bilhões respectivamente (FJP, 2022).

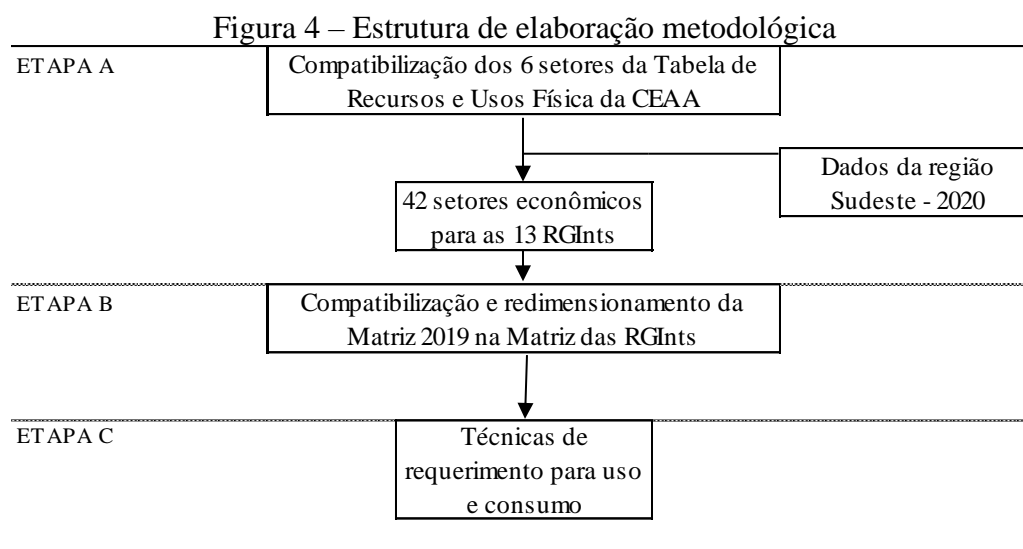
Em relação a participação das Regiões Geográficas Intermediárias no PIB de Minas Gerais em 2019, a concentração da agropecuária concentra nas RGIInts de Patos de Minas, Uberaba e Varginha com 18,1%, 13,5% e 11,7% respectivamente, com representatividade de 43,2% do valor agregado agropecuário do Estado. As regiões de Belo Horizonte, Uberlândia e Ipatinga juntas correspondem a 57,2% do valor agregado do setor industrial. Em relação ao setor de serviços, as RGIInts de Belo Horizonte, Juiz de Fora e Uberlândia juntas, correspondem a 53,9% do total do setor no Estado (FJP, 2022).



Fonte: FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (2019).

Os dados referentes à água foram retirados das Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA), fornecidas pelo IBGE, para o ano de 2018 a 2020. O ano escolhido foi o de 2019 pela compatibilidade temporal com os dados da matriz insumo-produto utilizada neste estudo, estimada para o ano de 2019. Foram utilizadas as informações da Tabela de Recursos e Usos Físicas, onde constam os fluxos de água em  $\text{hm}^3$  (hectômetro cúbico), do meio ambiente para cada setor da economia e das atividades econômicas para o meio ambiente.

Nesta tabela da CEAA, estão disponibilizadas as informações para seis setores específicos, a saber: (1) Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; (2) Indústrias extrativistas; (3) Indústrias de transformação e construção; (4) Eletricidade e Gás; (5) Água e esgoto; (6) demais atividades. Os 42 setores econômicos para as 13 RGIInts foram agregados nestas seis categorias, como mostra os passos sequenciais da Figura 4.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Além disso, na Tabela de Recursos e Usos Físicos, encontram-se informações abrangentes sobre a captação, utilização e consumo de água. O conceito inicial, referente à captação de água, engloba o processo de retirada de água de fontes hídricas, seja para distribuição ou uso pessoal, e que não retorna diretamente a essas fontes. Esse processo pode incluir, por exemplo, a extração de água de rios, lagos e aquíferos para abastecer sistemas de abastecimento público ou para uso em atividades industriais, agrícolas ou domésticas. Por outro lado, o uso se refere à quantidade total de água retirada do meio ambiente e de outras fontes fornecidas por diferentes setores. Por fim, o consumo pode ser descrito como a porção de água que não é definida a outras atividades econômicas e que não retorna ao meio ambiente, pois foi incorporada em produtos ou efetivamente consumida por seres humanos ou animais (ANA, 2018). Sendo assim, os dados utilizados neste estudo são referentes ao consumo e uso, por serem conceitos conciliáveis com o da água virtual.

Segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), a intensidade do consumo de água é um indicador que mede a relação entre volume de água consumido

por uma atividade econômica e o valor adicionado bruto gerado por essas atividades em um ano específico. Este indicador expressa a quantidade de água consumida, em litros, por cada real de valor adicionado bruto produzido, denotado em l/R\$. Já a intensidade do uso é um indicador que determina a proporção entre o volume de água utilizado por uma atividade econômica e o valor adicionado bruto gerado por essa atividade em um ano específico. Este indicador quantifica a quantidade de água utilizada, em litros, por cada real de valor adicionado bruto produzido, expresso em l/R\$.

A matriz de insumo-produto da Fundação João Pinheiro segue a metodologia de estimação conforme o IBGE, composta por 12 Tabelas de Recurso e Uso, reunindo valores básicos como impostos e margens. É composta por 107 produtos por 155 setores, então para fazer a matriz é necessário fazer a submatriz de consumo intermediário, ou seja, tornar a matriz simétrica. Foi adotada a simetria setor por setor, sendo assim necessário redimensionar em tal modo. A MIPMG57 quer dizer matriz de 57 setores por 57 setores, e esse foi o primeiro passo. Desse modo, a matriz está balanceada. Em outras palavras, pela ótica da coluna, a matriz é composta de custos de cada setor, ou seja, no setor agricultura, por exemplo, tem-se o quanto a própria agricultura e seus componentes demandam para produzir. Nessa matriz, encontra-se o vetor de importação e impostos, e sua composição é o que se denomina de valor bruto da produção (VBP). Com todos esses componentes obtém-se então a oferta total.

Pela ótica das linhas da matriz, tem-se o quanto cada setor vendeu para os demais e, então, essa é a composição da matriz de insumo intermediário. Em relação aos setores, tem-se também os setores que além de vender para os demais setores também vendem para outras regiões brasileiras, vende para o governo, para as famílias, para formar investimento, ou seja, uma unidade de capital que pode ser chamada de capital fixo. Tem-se também os componentes da demanda. Quando se soma a demanda final e quando acrescidos com o consumo intermediário, tem-se a demanda total, e esse total da demanda é igual ao valor da oferta. Todos esses passos e detalhes descritos acima foram para redimensionar a matriz que foi fornecida pela Fundação João Pinheiro.

Dando continuidade na transformação da matriz, foi construída uma matriz *Market-Share*, esse novo balanceamento aborda dados apenas da participação relativa do setor na produção de cada produto. Em seguida, foi realizada a multiplicação das matrizes, em que o número de linhas da primeira matriz é preservado e o número de colunas da segunda matriz

é preservado, resultando num redimensionamento da matriz. No redimensionamento, é feita a correspondência de produtos/setores do Estado de Minas Gerais, formando uma classificação geral razoavelmente padrão, visto que alguns setores/produtos não tinham correspondência exata. Toda essa compatibilização e balanceamento foram necessários, pois as matrizes regionais da Fundação João Pinheiro estão dimensionadas em 42 setores e as matrizes das Regiões Geográficas Intermediárias de Minas Gerais também são compostas e redimensionadas em 42 setores por 42 setores. Nesse sentido, houve uma transformação para seguir as dimensões compatíveis.

Em relação aos dados hídricos, existia a opção de utilizar os dados a nível Brasil para o ano de 2019 ou empregar os dados a nível sudeste para o ano de 2020. Foram empregados os dados da região Sudeste para o ano de 2020, já que o perfil de uso e consumo de água para esta região é diferente, como, por exemplo, o setor da agricultura no Sudeste que usa a água de forma distinta do Brasil como um todo. Desse modo, foi feita essa escolha pelo fato do Estado de Minas Gerais estar dentro da região Sudeste.

### **3.3 Modelo Insumo- Produto**

O modelo insumo- produto, concebido pelo professor Wassily Leontief durante a década de 1930, ganhou ampla aceitação e disseminou-se rapidamente nas décadas subsequentes. Esse modelo é geralmente construído a partir de dados econômicos observados para uma região geográfica específica e proporciona uma estrutura analítica para a investigação dos fluxos econômicos, possibilitando a avaliação dos impactos sociais e ambientais associados a esses fluxos (Miller; Blair, 2009). Por meio da análise insumo-produto, é viável obter uma representação abrangente da estrutura econômica, permitindo visualizar as inter-relações entre todos os setores que compõem a economia (Guilhoto, 2011). Esse tipo de análise pressupõe a existência de uma relação de interdependências entre os setores, uma vez que todos estão conectados, de forma direta ou indireta.

Por meio da análise das interconexões entre os setores, é possível perceber que a estrutura econômica de um estado pode ser compreendida por meio das cadeias produtivas que englobam suas atividades econômicas. Essa análise permite visualizar os insumos empregados na produção (*inputs*), incluindo recursos naturais, fatores de trabalho e de capital, bem como os produtos resultantes (*outputs*), que correspondem a bens e serviços

(Cunha, 2011).

A análise das entradas e saídas de recursos proporcionada pela matriz de insumo-produto delinea a decomposição entre as diversas atividades econômicas e os fatores primários, promovendo uma minuciosa exposição da estrutura intrínseca de cada setor produtivo e do panorama global da economia. Tal instrumento demonstra uma proficiente capacidade de retratar essas interações em diferentes níveis de complexidade, proporcionado assim, uma compreensão perspicaz das relações econômicas em foco.

Desde a década de 1960, o uso dos modelos de insumo-produto de Leontief na modelagem associada aos recursos hídricos tem sido documentado com um aumento significativo nos últimos 20 anos após a pesquisa de Lofting e Mcgauhey (1968) (Lenzen; Foran, 2001; Velázquez, 2006; Guan; Hubacek, 2007; Wang *et al.*, 2009; Aviso *et al.*, 2011; Hristov *et al.*, 2012; Lin, 2012; Zhang; Anadon, 2014; Moraes, 2015; Montoya, 2020).

As interações intersetoriais desse modelo podem ser expressas pela formalização abaixo, seguindo a estruturação apresentada por Guilhoto (2011) e Montoya (2020). A equação (1) demonstra que a soma da demanda intermediária e da demanda final é igual à demanda total pelo produto do setor  $i$ . Por sua vez, a equação (2) revela que o consumo intermediário, juntamente com as contribuições dos fatores de produção (valor adicionado), corresponde à produção bruta do setor  $j$ . Por fim, a equação (3) retrata a condição de equilíbrio entre a oferta e a demanda para cada um dos setores produtivos. Vale mencionar que as partes componentes do vetor de demanda final representam as compras do consumidor (famílias), compras para fins de investimento (privado), compras do governo e vendas ao exterior (exportações) (Miller; Blair, 2009). Na maioria das economias desenvolvidas, o consumo é o maior componente individual da demanda final (Miller; Blair, 2009) e fortemente relacionado à renda disponível das famílias (IBGE, 2015).

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + \sum_{s=1}^n Y_{is} = X_i \quad (1)$$

Demanda intermediária + Demanda Final = Demanda Total

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} + \sum_{r=1}^n Y_{rj} = X_j \quad (2)$$

Consumo intermediário + Fatores primários (Valor adicionado) = Oferta Total

$$X_i = X_j \quad (3)$$

Demanda Total= Oferta Total

No âmbito do modelo de insumo-produto, estabelece-se a premissa de que os



coeficientes de produção são fixos. Portanto, os requisitos de insumos intermediários possuem uma participação fixa em relação à produção bruta dos setores. Os coeficientes técnicos ( $a_{ij}$ ) expressam a quantidade de insumo necessários do setor  $i$  para produzir uma unidade do produto do setor  $j$  (Guilhoto, 2011; Montoya, 2020). Dessa forma:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad \text{ou} \quad x_{ij} = a_{ij}X_j \quad (4)$$

Substituindo a equação (4) na equação (2), e fazendo  $\sum_{s=1}^n Y_{is} = Y_i$ , obtém-se o sistema de equações (5):

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + Y_i = X_i \quad (5)$$

A resolução do tradicional modelo insumo-produto, utilizado para analisar as interconexões entre os diferentes setores de uma economia, pode ser apresentada de maneira matricial por meio da equação (6), cuja solução é obtida pela equação.

$$Ax + y = x \quad (6)$$

$$x = (I - A)^{-1}y \quad (7)$$

Em que  $A$  é a matriz de coeficientes diretos de insumo de ordem  $(n \times n)$ ;  $x$  e  $y$  são vetores colunas de ordem  $(n \times 1)$  (Guilhoto, 2011). Resolvendo a equação (6), obtém-se a produção total que é necessária para satisfazer a demanda final dada pela equação (7), em que  $(I - A)^{-1}$  é a matriz de coeficientes diretos e indiretos (ou a matriz de Leontief).

Os coeficientes presentes na matriz inversa de Leontief  $(I - A)^{-1}$  são denominados como requerimentos totais de produção, os quais compreendem os requerimentos diretos e indiretos de produção. Esses coeficientes indicam, em termos monetários, a quantidade de produção necessário no setor  $i$  para atender a uma unidade monetária de demanda final. Importante ressaltar que a demanda final do modelo é considerada exógena, enquanto a relação com a produção total é estabilidade por meio da utilização da matriz inversa:

$$x = (I - A)^{-1}y \quad (8)$$

A técnica abordada neste estudo consiste na utilização da teoria de insumo-produto para análises estruturais a partir do modelo básico de Leontief definido anteriormente.

### 3.3.1 Requerimento

Pode-se via técnica de requerimento, mensurar os impactos de mudanças na demanda final, ou em cada um de seus componentes (consumo das famílias, gastos do governo,

investimentos e exportações), sobre a produção total, emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado, entre outros. Desta forma tem-se que:

$$\Delta X = (I - A)^{-1}Y \quad (9)$$

$$\Delta V = \hat{v} \Delta X \quad (10)$$

em que  $\Delta Y$  e  $\Delta X$  são vetores ( $n \times 1$ ) que mostram, respectivamente, a estratégia setorial e o volume da produção, enquanto que  $\Delta V$  é um vetor ( $n \times 1$ ) que representa o impacto sobre qualquer uma das variáveis tratadas acima, isto é, emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado, entre outros. E  $\hat{v}$  é uma matriz diagonal ( $n \times n$ ) em que os elementos da diagonal são, respectivamente, os coeficientes de emprego, importações, impostos, salários, valor adicionado, entre outros, que são obtidos dividindo-se, para cada setor, o valor utilizado destas variáveis na produção total pela produção total do setor correspondente, isto é:

$$v_i = \frac{V_i}{X_i} \quad (11)$$

Para obter o impacto sobre o volume total da produção e de cada uma das variáveis que estão sendo analisadas, soma-se todos os elementos dos vetores  $\Delta X$  e  $\Delta V$ . Em relação ao cálculo do requerimento da água por setor da economia, houve a necessidade de obter um vetor  $v$ . A composição do vetor  $v$  decorre da divisão do coeficiente de consumo e uso de água das Contas Econômicas Ambientais da Água de cada setor, pelo Valor Bruto da Produção do setor (VBP). O resultado dessa divisão fornece valores de  $\text{hm}^3/\text{R}\$$  e também fornece os requerimentos diretos de água por setor da economia. Para obter a matriz dos requerimentos totais deve ser feita a multiplicação do vetor  $v$  contendo os coeficientes de consumo e uso de água por unidade monetária de produto pela inversa de Leontief. Por fim, a diferença entre os requerimentos totais e os diretos propicia os requerimentos indiretos. Como mencionado em 3.2, em virtude da disponibilidade apenas de dados agregados para o Sudeste do consumo e uso de água por setor, o pressuposto adotado é de que Minas Gerais e as RGInts utilizam a mesma tecnologia de consumo e uso de água da Região Sudeste.

## 4 RESULTADOS

A partir da metodologia proposta, foram obtidos os requerimentos totais, diretos e indiretos do consumo e do uso da água de cada setor para a economia mineira e para cada Região Geográfica Intermediária (RGInt) do Estado para o ano de referência de 2019.

### 4.1 Requerimentos setoriais do consumo e uso da água em Minas Gerais

A interação insumo-produto dos fluxos de água com as atividades econômicas reporta que o consumo no sistema econômico varia de setor para setor, como mostra a Tabela 3 para setores selecionados. Isto é, existem setores mais intensivos e aqueles menos intensivos na incorporação de água. Uma desagregação setorial maior pode ser vista nos Apêndices A e B. Para o Estado de Minas Gerais, os setores com maior requerimento direto de consumo de água são os seguintes (ver Tabela 3): (S1) Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita; (S2) Pecuária, inclusive o apoio à pecuária; (S3) Produção florestal, pesca e aquicultura e (S29) Água, esgoto e gestão de resíduos. A água virtual direta retrata a quantidade de água inicial consumida na produção de um setor para satisfazer a demanda final. Por sua vez, a Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) se destaca como o principal consumidor de água no Estado, representando aproximadamente 55,93% do consumo total. A Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) é o segundo maior consumidor de água representando 33,84% do consumo total, isso indica que a criação de animais requer quantidades significativas de água. Estes setores (agricultura e pecuária) representam os maiores consumos de água por terem necessidades operacionais específicas que exigem grandes volumes de água. A agricultura, por sua vez, depende da irrigação para cultivo de safras, enquanto a pecuária demanda água para a produção de alimentos para os animais e para o consumo próprio dos animais que necessitam da água para sobreviverem ao período antes do abate.

O setor que ocupa a terceira posição é o da Produção florestal, pesca e aquicultura (S3) com aproximadamente 7,81% do total, ainda que o percentual seja menor em relação a agricultura e a pecuária a produção florestal, pesca e aquicultura ainda demanda uma quantidade significativa de água para sustentar suas atividades. A Fabricação de alimentos (S5) surge como um dos principais setores industriais em termos de consumo de água com

percentual de 99% de requerimento de consumo indireto (ver Tabela 3), representando aproximadamente 0,24% do total em termos de consumo de água, reforçando a importância da indústria de alimentos em Minas Gerais, na qual a produção de produtos alimentícios demanda uma quantidade considerável de água para processamento e limpeza.

Tabela 3 – O consumo de água (hm<sup>3</sup>) e a água virtual (hm<sup>3</sup>/10<sup>6</sup> R\$) na economia mineira, 2019

Setores selecionados	Consumo de água		Composição da Água Virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
			Direto		Indireto		total	
	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	13687,3914	55,93	0,3589	97	0,0094	3	0,3684	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	8281,1028	33,84	0,3589	89	0,0432	11	0,4021	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	1910,0847	7,81	0,3589	91	0,0338	9	0,3928	100
Indústrias extrativas	31,2849	0,13	0,0006	37	0,0010	63	0,0016	100
Fabricação de alimentos	57,9094	0,24	0,0007	1	0,0985	99	0,0992	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	2,7768	0,01	0,0007	25	0,0021	75	0,0029	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	3,9286	0,02	0,0007	4	0,0156	96	0,0163	100
Refino de petróleo e coquerias	26,8000	0,11	0,0007	8	0,0087	92	0,0094	100
Fabricação de biocombustíveis	3,8232	0,02	0,0007	0	0,1903	100	0,1910	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	11,3971	0,05	0,0007	34	0,0014	66	0,0021	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	37,6548	0,15	0,0007	11	0,0055	89	0,0062	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	8,8886	0,04	0,0007	23	0,0024	77	0,0031	100
Demais setores da indústria de transformação	17,2573	0,07	0,0007	11	0,0057	89	0,0064	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	7,0704	0,03	0,0002	32	0,0005	68	0,0007	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	249,3215	1,02	0,0351	97	0,0009	3	0,0360	100
Construção	46,0994	0,19	0,0007	26	0,0020	74	0,0027	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	1,9576	0,01	0,0000	1	0,0013	99	0,0013	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

Nesse sentido, os resultados apresentados demonstram consonância com a literatura existente, que destaca a agricultura e a pecuária como os maiores consumidores de água, especialmente em regiões em que essas atividades são predominantes. Estudos anteriores apontam que a agricultura, devido à necessidade de irrigação, é historicamente um dos setores que mais consome água em regiões como Minas Gerais (FJP, 2019). Esse alto consumo reflete a dependência das safras de culturas irrigadas, que são essenciais para a produção agrícola do Estado, reafirmando o papel crucial da água na sustentabilidade dessas atividades.

O setor de Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2), destacado como o segundo maior requerimento total de água virtual, apresenta um coeficiente de 0,4021, indicando que para cada R\$ 1.000.000 de demanda final adicional, para este setor, são consumidos 0,4021 hm<sup>3</sup> (hectômetros cúbicos) de água, uma vez que os valores da matriz original estão em R\$ 1.000.000. Isso equivale a 402.100 m<sup>3</sup> de água para ser consumida em seu processo produtivo, confirmando a análise de que a produção de alimentos para animais e o manejo dos rebanhos são atividades intensivas em recursos hídricos. A necessidade de grandes volumes de água para a criação de animais reflete a natureza intensiva do setor, especialmente em estados como Minas Gerais, cuja produção pecuária é uma parte significativa da economia regional (FJP, 2019).

Destarte, os setores com segundo e terceiro maiores requerimentos totais são Produção florestal, pesca e aquicultura (S3) (0,3928 hm<sup>3</sup>) e (S1) Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (0,3684 hm<sup>3</sup>). Tais resultados corroboram o fato de o setor agropecuário ser o maior consumidor de água em Minas Gerais e também das maiores necessidades de recursos hídricos. O mesmo resultado foi encontrado para o Paraná no trabalho de Zangiski e Carvalho (2021) e para a economia brasileira no estudo de Montoya (2020).

De acordo com o IBGE (2021), o Valor Adicionado Bruto (VAB) da agropecuária mineira fechou 2021 em R\$ 55,8 bilhões, representando 7,41% do VAB estadual. Quanto à balança comercial, em 2021, Minas Gerais exportou de janeiro a dezembro US\$ 10,5 bilhões em produtos do agronegócio, cuja receita do setor representou um percentual de 27,5% das exportações de todo o Estado. Produtos como café e soja contribuíram para este resultado (SEAPA, 2021). Isso reflete a importância desta atividade econômica para Minas Gerais, seja na geração de renda e divisas, seja na de postos de trabalho. Dada a importância do segmento

para o Estado, destaca-se também que a água virtual nos alimentos é uma parte essencial da agricultura (Madel, 2022).

As Indústrias extrativas (S4) em termos de consumo de água demandam uma quantidade relativamente pequena, contribuindo com 0,13% do consumo total. Considerando a atividade de mineração, que se encaixa nesse setor como exemplo, geralmente para essa atividade é consumido menos água em comparação aos setores de agricultura ou pecuária. O Refino de petróleo e coquearias (S11), pela natureza das atividades, também requer menos água em termos de consumo quando comparado a outros setores de indústrias pesadas. Em 2019, o setor (S11) representou um consumo de 0,11% do consumo total (ver Tabela 3). Em suma, nas indústrias, o consumo de água varia de acordo com os processos de produção específicos de cada setor. Alguns setores podem adotar tecnologias mais eficientes no consumo ou uso da água, podendo assim reduzir as quantidades de consumo ou do uso.

Nesse contexto, ao analisar os dados referentes ao consumo de água nos diversos setores econômicos de Minas Gerais, é possível perceber distintas realidades que refletem não apenas a dinâmica operacional de cada setor, mas também fatores socioeconômicos, tecnológicos e ambientais. Existem diferenças significativas, evidenciando a complexidade das relações entre as atividades econômicas e o consumo dos recursos hídricos. Enquanto a Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) e a Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2), demandam volumes significativos de água para suas atividades (55,93% e 33,84%, respectivamente), o setor da Administração pública, educação, saúde pública, defesa e seguridade social (S38) apresenta um consumo menor (0,01%), refletindo assim as distintas necessidades de cada atividade econômica. O valor para o requerimento total de consumo de água deste último (S38) é muito reduzido (0,0013 hm<sup>3</sup>). Em termos de políticas públicas, o governo do Estado via Lei n° 24.273/2023 (Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2023) busca ações e medidas para a conscientização sobre a necessidade de redução do consumo de água via consumo consciente. Ademais, o Estado instituiu a Lei n° 24.931/2024 que tange sobre a Política Estadual de Agricultura Irrigada Sustentável cuja finalidade prevista é a expansão da área irrigada, o aumento da produtividade e o incentivo ao uso eficiente da água com foco em tecnologias sustentáveis Assembleia Legislativa de Minas Gerais, 2024).

A segunda coluna da Tabela 4 mostra o uso da água para a produção em cada setor,

o que indica que o setor Energia elétrica, gás natural e outras utilidades (S28) é responsável por cerca de 90% do uso da água, e o setor Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) por 3,8%. Em particular, este último exhibe que o aumento de um milhão de reais na demanda final provocará um aumento de água virtual total de 1,0840 hm<sup>3</sup>/R\$, o que equivale a 1.084.00 m<sup>3</sup> de água para ser utilizada em seu processo produtivo.

Tabela 4 – O uso de água (hm<sup>3</sup>) e a água virtual (hm<sup>3</sup>/10<sup>6</sup> R\$) na economia mineira, 2019

Setores selecionados	Uso de água		Composição da Água Virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
			Direto		Indireto		total	
	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	21933,5816	4	0,5752	53	0,5088	47	1,0840	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	13270,1871	2	0,5752	43	0,7593	57	1,3345	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	3060,8461	1	0,5752	70	0,2475	30	0,8227	100
Indústrias extrativas	114,9819	0	0,0021	1	0,2906	99	0,2928	100
Fabricação de alimentos	108,3869	0	0,0013	0	0,4948	100	0,4962	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	5,1972	0	0,0013	1	0,1913	99	0,1926	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	7,3530	0	0,0013	0	0,3842	100	0,3856	100
Refino de petróleo e coquerias	50,1605	0	0,0013	2	0,0647	98	0,0660	100
Fabricação de biocombustíveis	7,1557	0	0,0013	0	0,6338	100	0,6352	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	21,3316	0	0,0013	0	0,5621	100	0,5635	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	70,4772	0	0,0013	0	0,3933	100	0,3946	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	16,6365	0	0,0013	0	0,8192	100	0,8206	100
Demais setores da indústria de transformação	32,2999	0	0,0013	1	0,1633	99	0,1646	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	534966,1253	92	16,0538	78	4,5002	22	20,5540	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	5347,5967	22	0,7535	51	0,7359	49	1,4894	100
Construção	86,2825	0	0,0013	1	0,1459	99	0,1472	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	29,3270	0	0,0002	0	0,1258	100	0,1261	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

Cabe destacar que os maiores volumes de água virtual direta do sistema econômico

estão nos setores Energia elétrica, gás natural e outras utilidades (S28) (16,0538 hm<sup>3</sup>/R\$) e Água, esgoto e gestão de resíduos (S29) (0,7535 hm<sup>3</sup>/R\$). Se somente a água virtual direta fosse analisada sem considerar a água virtual indireta, setores como a Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) seriam desconsiderados nas análises de políticas dos *policymakers* em recursos hídricos, uma vez que “a água virtual indireta reflete o maior consumo de água nos fluxos de compras e de vendas dos setores para atender à demanda final” (Montoya, 2020, p. 227).

#### **4.2 Requerimentos setoriais do consumo e uso da água nas Regiões Intermediárias**

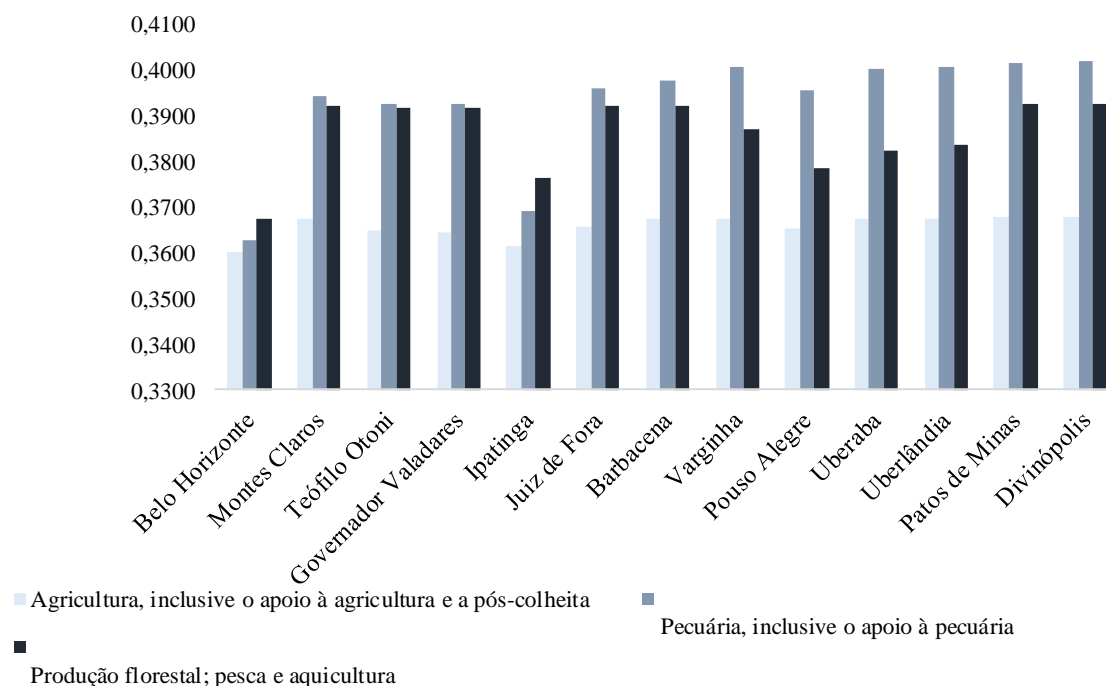
A Figura 5 ilustra os três setores com maiores requerimentos totais do consumo de água para cada RGInts. Para a RGInt de Belo Horizonte, por exemplo, o setor com maior requerimento de água é a Produção florestal, pesca e aquicultura (S3) (0,367 hm<sup>3</sup>/R\$). Isso indica que para cada R\$ 1.000.000 de demanda final adicional, para estes setores, são consumidos 0,367 hm<sup>3</sup> (hectômetros cúbicos) de água, uma vez que os valores da matriz original estão em R\$ 1.000.000. De acordo com os resultados obtidos, o setor com maior requerimento de consumo de água na RGInt de Patos de Minas é a Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) (0,401 hm<sup>3</sup>/R\$) que demanda um volume significativo de água virtual, cujo valor adicionado da agropecuária em 2019 foi de R\$ 4,8 bilhões (Fundação João Pinheiro, 2019). O mesmo ocorre para as RGInts de Uberaba e Varginha. No *ranking* de municípios produtores de Minas Gerais, Patos de Minas se destaca na produção de leite, algodão, tomate e suínos, enquanto Uberaba se destaca na produção de cana-de-açúcar, sorgo, milho, soja, trigo, abacate e cenoura (Minas Gerais, 2023). Segundo a Fundação João Pinheiro (2019), a atividade agropecuária se concentra sobretudo em Patos de Minas (18,1%), Uberaba (13,5%) e Varginha (11,7%), cuja representação é de 43,2% do Valor Adicionado agropecuário do Estado em 2019. A elevada concentração do consumo de água na agropecuária afirma que aquelas atividades que envolvem a produção de grãos e proteína animal requerem grandes volumes de água do meio ambiente (Montoya, 2020).

Em termos de requerimento indireto, com participação de 99,8%, destacam-se os setores Fabricação de alimentos (S5), Fabricação de bebidas (S6) e Fabricação de produtos têxteis (S7), refletindo o maior consumo de água nos fluxos de compras e vendas dos setores para atender à demanda final. Ou seja, tais setores exercem um poder grande sobre o consumo



de água no sistema produtivo.

Figura 5 – Setores com maiores requerimentos totais ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água nas RGInts, 2019



Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

Por outro lado, em termos do uso de água nas RGInts, o padrão encontrado anteriormente para o consumo (Figura 5) não se mantém. O setor com maior requerimento de uso de água na RGInt de Belo Horizonte é o Transporte, armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio (S32), enquanto nas RGInts de Montes Claros, Teófilo Otoni e Governador Valadares é o setor Energia elétrica, gás natural e outras utilidades (S28). Belo Horizonte concentra 29,7% da população do Estado e tem como setor-chave o transporte, armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio (FJP, 2019). Na RGInt de Belo Horizonte, verifica-se que oito setores exercem pressão significativa sobre o uso de água. Dentre estes, destacam-se os setores Transporte, armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio (S32), Alojamento e alimentação (S33), Fabricação de bebidas (S6), Fabricação de alimentos (S5), Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2), Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1), Fabricação de produtos têxteis (S7) e Produção florestal, pesca e aquicultura (S3). Uma maior desagregação setorial em termos de consumo e uso pode ser vista nos Apêndices C a B1.

Ainda em se tratando da RGInt de Belo Horizonte, em termos de consumo de água, o setor de Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) é o segundo maior consumidor de água na região, com um coeficiente de 0,3627 hm<sup>3</sup>/R\$, seguido do setor de Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1), que requer 0,3601 hm<sup>3</sup>/R\$ de água virtual total (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Belo Horizonte, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	99	0,0012	2	0,3601	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	99	0,0038	1	0,3627	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	98	0,0084	2	0,3674	100
Indústrias extrativas	0,0006	74	0,0002	26	0,0008	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,3592	99	0,3599	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	8	0,0088	92	0,0095	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	25	0,0022	75	0,0029	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	63	0,0004	37	0,0011	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	86	0,0001	14	0,0008	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	17	0,0037	83	0,0044	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	87	0,0001	13	0,0008	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	65	0,0004	35	0,0011	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	88	0,0001	12	0,0008	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	86	0,0001	14	0,0008	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	23	0,0007	77	0,0009	100
Construção	0,0007	73	0,0003	27	0,0010	100
Serviços domésticos	0,0000	4	0,0003	96	0,0004	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

Isso evidencia a significativa demanda hídrica das atividades relacionadas à produção

florestal e pesca na região, incluindo cultivos como o eucalipto e atividades de aquicultura que exigem elevados volumes de água. Outrossim, a agricultura e a pecuária na Região Intermediária de Belo Horizonte demandam grandes quantidades de água para irrigação e outras práticas agrícolas devido à forte presença de culturas irrigadas, bem como um volume significativo destinado à manutenção dos rebanhos e às atividades associadas à produção de carne e leite.

Além desses, outros setores importantes em termos de uso de água incluem a Fabricação de alimentos (S5) e a Indústria de transformação em geral. A Fabricação de produtos alimentícios consome água em diversas etapas do processamento, desde a lavagem das matérias-primas até a preparação dos produtos finais. A Indústria de transformação, que por sua vez, engloba uma ampla gama de atividades produtivas, também requer significativas quantidades de água para processos como resfriamento, limpeza e processamento de materiais. Apesar disso, quando em contraste às demais regiões, Belo Horizonte (Tabela 5) apresenta um requerimento total do consumo de água relativamente baixo – com exceção de Ipatinga, cuja demanda sinaliza níveis similares ou moderadamente acima (Figura 5).

Ao comparar a Região Intermediária de Belo Horizonte com outras regiões, nota-se uma estrutura de consumo de água semelhante em alguns aspectos, especialmente no que diz respeito à predominância dos setores agropecuários e florestais. No entanto, a região de Belo Horizonte apresenta uma particularidade em sua concentração urbana e industrial, o que diversifica a demanda hídrica. Enquanto regiões como Teófilo Otoni e Montes Claros têm uma maior concentração de atividades agropecuárias e florestais, Belo Horizonte se destaca pela sua intensa atividade industrial e serviços, refletindo uma maior complexidade econômica e um consumo hídrico diversificado. A presença de setores como a Indústria de transformação e a Fabricação de produtos alimentícios evidencia essa diversidade.

Em especial, as RGInts de Montes Claros, Teófilo Otoni e Governador Valadares apresentam uma configuração semelhante em termos de requerimento total do consumo de água, tendo o setor de Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) liderando o consumo de água virtual com coeficientes  $0,3942 \text{ hm}^3/\text{R}\$$  na primeira região (ver Tabela 7) e  $0,3926 \text{ hm}^3/\text{R}\$$  nas duas últimas (ver Apêndices G e I). Também nas três, o setor de Produção florestal; pesca e aquicultura (S3) ocupa o posto de segundo maior consumidor de água, seguido por Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1).

Tabela 6 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Belo Horizonte, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	53	0,3082	47	0,6671	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	48	0,3760	52	0,7349	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	57	0,2641	43	0,6230	100
Indústrias extrativas	0,0006	1	0,0811	99	0,0817	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,7348	99	0,7355	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	1	0,0846	99	0,0853	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	1	0,0681	99	0,0688	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	1	0,2268	99	0,2275	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,0496	99	0,0504	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,1374	99	0,1381	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	1	0,0588	99	0,0595	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	1	0,0360	99	0,0367	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,1042	99	0,1049	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,0358	99	0,0365	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,0452	99	0,0459	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	1	0,0514	99	0,0516	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	58	0,0244	42	0,0596	100
Construção	0,0007	1	0,0841	99	0,0848	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

Na Região Intermediária de Montes Claros (Tabela 7), cujo o exercício da pecuária é intensivo, a demanda hídrica elevada se deve à necessidade de manter os rebanhos hidratados, limpar as instalações e processar os produtos derivados da pecuária, uma vez que há um foco produtivo na criação de gado de corte e leite. O setor de Produção florestal, pesca e aquicultura (S3), por sua vez, apresenta um coeficiente de 0,3919 hm<sup>3</sup>/R\$, destacando a elevada demanda hídrica destinada à manutenção das atividades de silvicultura e aquicultura.

Tabela 7 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Montes Claros, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0083	3	0,3672	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	91	0,0353	9	0,3942	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	92	0,0329	8	0,3919	100
Indústrias extrativas	0,0006	67	0,0003	33	0,0009	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0904	99	0,0912	100
Fabricação de bebidas	0,0007	3	0,0284	97	0,0291	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0144	95	0,0151	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	26	0,0020	74	0,0027	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	62	0,0004	38	0,0011	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	75	0,0002	25	0,0010	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	41	0,0010	59	0,0018	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	14	0,0045	86	0,0052	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	59	0,0005	41	0,0012	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0051	88	0,0058	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	54	0,0002	46	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0005	2	0,0356	100
Construção	0,0007	41	0,0010	59	0,0017	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

Em se tratando do terceiro setor com maior requerimento de água virtual total, o setor de Agricultura inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) inclui uma ampla gama de atividades, como a produção de grãos, hortaliças e frutas, que requerem sistemas de

irrigação intensiva devido ao clima semiárido da região. Geograficamente, Montes Claros está situada no Norte de Minas Gerais, uma região caracterizada por longos períodos de seca e escassez de recursos hídricos, um agravante para o consumo de água.

Apesar da proximidade geográfica à Região Intermediária de Montes Claros, bem como em termos do coeficiente de água total utilizado no consumo dos três primeiros setores, as Regiões Intermediárias de Teófilo Otoni e Governador Valadares possuem os menores PIB's do Estado de Minas Gerais, com 15,7 e 13,1 bilhões cada, respectivamente. Em ambas as Regiões Intermediárias, os setores-chave são a Fabricação de alimentos e Construção (FJP, 2019).

De acordo com dados da Fundação João Pinheiro (2022), na Região Intermediária de Teófilo Otoni, a fabricação de alimentos e a fabricação de biocombustíveis destacam-se, enquanto o comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas e as atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares, representam demandas aproximadas duas vezes maiores mediante um dado aumento na produção agregada da economia.

Assim como sua região vizinha (Teófilo Otoni), a Região Intermediária de Governador Valadares concentra no setor de fabricação de alimentos 29% de impacto adicional sobre a produção total da economia. Devido às suas atividades econômicas predominantes, os setores de maior relevância para o uso da água na região são a Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) (1,2611 hm<sup>3</sup>/R\$), Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) (0,9684 hm<sup>3</sup>/R\$), e Produção florestal, pesca e aquicultura (S3) (0,8090 hm<sup>3</sup>/R\$) (ver Tabela 8).

Ainda de acordo com os dados da Fundação João Pinheiro, a região de Governador Valadares possui um PIB diversificado, com uma forte presença do setor agropecuário e industrial. Em 2019, a agropecuária representou uma parcela significativa do PIB regional, destacando-se na produção de café, leite, e carne bovina. Estes produtos não apenas são essenciais para a economia local, mas também para as exportações do Estado. A indústria na região, embora menor em comparação com a agropecuária, também contribui de maneira significativa para o PIB. Setores como a fabricação de produtos alimentícios e a indústria de transformação são pilares econômicos, suportando uma parte considerável da renda e do emprego local.

Tabela 8 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Governador Valadares, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	37,06%	0,6095	62,94%	0,9684	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	28,46%	0,9022	71,54%	1,2611	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44,37%	0,4501	55,63%	0,8090	100
Indústrias extrativas	0,0006	0,22%	0,2611	99,78%	0,2617	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0,17%	0,4150	99,83%	0,4157	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0,46%	0,1549	99,54%	0,1556	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0,13%	0,5581	99,87%	0,5588	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0,21%	0,3431	99,79%	0,3438	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0,25%	0,2863	99,75%	0,2870	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0,14%	0,4993	99,86%	0,5000	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0,44%	0,1620	99,56%	0,1627	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0,10%	0,7350	99,90%	0,7357	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0,34%	0,2114	99,66%	0,2121	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	0,70%	0,1013	99,30%	0,1020	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	0,82%	0,0860	99,18%	0,0867	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0,41%	0,1749	99,59%	0,1756	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0,00%	20,5359	100,00%	20,5362	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2,41%	1,4226	97,59%	1,4577	100
Construção	0,0007	1,03%	0,0687	98,97%	0,0695	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Um fator a se destacar, é que a localização geográfica de Governador Valadares, com acesso a importantes bacias hidrográficas, favorece as atividades agropecuárias e florestais. A abundância de recursos hídricos na região é um fator crucial para a manutenção dessas

atividades econômicas, que são intensivas no uso de água. Além disso, a infraestrutura de transporte, que inclui rodovias e proximidade com grandes centros urbanos, facilita o escoamento da produção agrícola e industrial, impulsionando o crescimento econômico regional. A presença de universidades e instituições de pesquisa também contribui para a inovação e a eficiência no uso de recursos hídricos, promovendo práticas agrícolas sustentáveis e tecnologias de economia de água na indústria.

Diferentemente de como ocorre nas últimas RGInts supracitadas, a Região Intermediária de Ipatinga apresenta um requerimento total de consumo de água liderado pelo setor de Produção florestal; pesca e aquicultura (S3), com um coeficiente de 0,3764 hm<sup>3</sup>/R\$, seguido do setor de Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) (0,3692 hm<sup>3</sup>/R\$) e a Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) (0,3613 hm<sup>3</sup>/R\$) (Tabela 9).

De acordo com Silva (2020), há uma importância no desenvolvimento econômico nacional que advém do desenvolvimento de Ipatinga e do Vale do Aço. Para o arquiteto, fatores históricos como a ocupação da região associada às instalações da Estrada de Ferro Vitória Minas (1903), atualmente sob o comando da Companhia Vale S/A, denotam grande responsabilidade no escoamento de produtos e transporte de passageiros entre os Estados do Espírito Santo e Minas Gerais vide a implantação da rodovia BR 381 na década de 1960, resultado da forte presença das indústrias siderúrgicas e usinas hidrelétricas presentes ao longo dos cursos d'água perpassantes à RGInt de Ipatinga.



Tabela 9 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Ipatinga, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	99	0,0023	1	0,3613	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	97	0,0103	3	0,3692	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	95	0,0174	5	0,3764	100
Indústrias extrativas	0,0006	68	0,0003	32	0,0008	100
Fabricação de alimentos	0,0007	2	0,0253	98	0,0260	100
Fabricação de bebidas	0,0007	3	0,0052	97	0,0059	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	9	0,0081	91	0,0089	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	3	0,0327	97	0,0334	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	62	0,0004	38	0,0011	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	48	0,0008	52	0,0015	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	19	0,0030	81	0,0037	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	33	0,0014	67	0,0022	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	28	0,0017	72	0,0025	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	64	0,0001	36	0,0003	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0004	2	0,0356	100
Construção	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Em contraste à RGIInt de Ipatinga, Juiz de Fora apresenta um maior requerimento total do consumo de água centrado nos setores Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) (0,3961 hm<sup>3</sup>/R\$) e Produção florestal; pesca e aquicultura (S3) (0,3920 hm<sup>3</sup>/R\$) (ver Tabela 10). Em termos de uso, por outro lado, há uma predominância do uso indireto de água nesses setores que indica uma forte interdependência com outras atividades econômicas, como a fabricação e o processamento de insumos agrícolas advindos de outros setores da indústria de transformação (Tabela 11).

Tabela 10 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Juiz de Fora, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0068	2	0,3657	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0372	10	0,3961	100
Produção florestal: pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0331	9	0,3920	100
Indústrias extrativas	0,0006	60	0,0004	40	0,0010	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0873	99	0,0880	100
Fabricação de bebidas	0,0007	4	0,0187	96	0,0194	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	21	0,0027	79	0,0034	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	30	0,0017	70	0,0024	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	4	0,0150	96	0,0157	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1202	99	0,1209	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	43	0,0010	57	0,0017	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	52	0,0006	48	0,0013	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	17	0,0033	83	0,0040	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	67	0,0003	33	0,0011	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	20	0,0027	80	0,0035	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	38	0,0011	62	0,0019	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	15	0,0043	85	0,0050	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	35	0,0014	65	0,0021	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	14	0,0042	86	0,0049	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	51	0,0002	49	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0005	2	0,0356	100
Construção	0,0007	30	0,0011	70	0,0018	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

No setor Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós-colheita (S1), o consumo direto de água virtual é de 0,3589 hm<sup>3</sup>/R\$, enquanto o consumo indireto é significativamente menor, totalizando apenas 0,0068 hm<sup>3</sup>/R\$. Isso resulta em um total de consumo de água virtual de 0,3657 hm<sup>3</sup>/R\$, com uma predominância quase absoluta do consumo direto (98%). O uso de água virtual, entretanto, apresenta uma configuração distinta (Tabela 11). O uso direto mantém o mesmo valor de 0,3589 hm<sup>3</sup>/R\$, mas o uso indireto é substancialmente mais alto, atingindo 0,5491 hm<sup>3</sup>/R\$. Assim, o total de uso de água virtual na agricultura soma 0,9080 hm<sup>3</sup>/R\$, sendo que 61% desse total é representado pelo uso indireto. Essa diferença significativa entre o consumo indireto e o uso indireto ressalta a importância das atividades e processos relacionados que demandam água, embora não sejam contabilizados diretamente no consumo.

De modo similar, o mesmo ocorre na RGInt Barbacena (ver Tabelas 12 e 13). Apesar da diferença significativa em termos de extensão – contendo a RGInt Juiz de Fora 146 municípios e Barbacena apenas 49, a análise comparativa dos requerimentos totais de consumo de água entre essas regiões revela que ambos os setores prioritários são semelhantes, ressaltando mais uma vez a importância dos setores da agricultura e das indústrias de transformação em ambas as regiões. No entanto, pode-se observar que a intensidade do consumo pode variar ligeiramente devido a diferenças específicas na composição e atividades econômicas de cada região, tendo a RGInt Juiz de Fora apresentado no ano de 2017 o dobro do PIB da RGInt Barbacena (FJP, 2019).

Enquanto Juiz de Fora pode ter uma maior diversificação industrial, Barbacena se destaca na agricultura especializada, como a produção de hortaliças e flores. Essas diferenças podem influenciar o perfil de consumo de água em cada região, demandando estratégias de gestão hídrica adaptadas às características e necessidades locais. A compreensão dos setores com maiores requerimentos de consumo de água é essencial para a formulação de políticas públicas eficazes na gestão dos recursos hídricos. Tanto em Juiz de Fora quanto em Barbacena, os setores primários e a indústria são os principais consumidores de água, destacando a necessidade de práticas sustentáveis e eficientes no uso desse recurso vital. Políticas que promovam a conservação de água, a reutilização e a adoção de tecnologias eficientes são fundamentais para garantir a sustentabilidade hídrica dessas regiões no longo prazo.

Tabela 11 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Juiz de Fora, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	39	0,5491	61	0,9080	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	32	0,7560	68	1,1149	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	46	0,4060	54	0,7649	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,1999	100	0,2005	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,3638	100	0,3645	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1422	100	0,1429	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,4319	100	0,4326	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,0936	100	0,0943	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1340	100	0,1347	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,2782	100	0,2789	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	3	0,0203	97	0,0210	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,3506	100	0,3513	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,3904	100	0,3911	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,1343	99	0,1350	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	1	0,1092	99	0,1100	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0624	99	0,0631	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,2516	100	0,2523	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,4922	100	0,4929	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2290	100	0,2297	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,5700	100	0,5708	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,1088	99	0,1095	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	19,3445	100	19,3447	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,2439	97	1,2790	100
Construção	0,0007	1	0,0643	99	0,0650	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 12 – Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Barbacena, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em $\text{hm}^3/10^6 \text{R}\$$					
	Direto		Indireto		Total	
	( $\text{hm}^3$ ) /R\$	%	( $\text{hm}^3$ ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0087	3	0,3676	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0386	10	0,3976	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0333	9	0,3922	100
Indústrias extrativas	0,0006	56	0,0005	44	0,0010	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0,5	0,0938	99,5	0,0945	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,0286	98	0,0293	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0040	85	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	71	0,0003	29	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	36	0,0013	64	0,0020	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0146	95	0,0153	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	42	0,0009	58	0,0017	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1884	99	0,1891	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	41	0,0010	59	0,0017	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	50	0,0007	50	0,0014	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	21	0,0025	79	0,0032	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	76	0,0002	24	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	53	0,0006	47	0,0013	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	61	0,0004	39	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	55	0,0006	45	0,0013	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	11	0,0054	89	0,0061	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	45	0,0003	55	0,0005	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	38	0,0012	62	0,0019	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 13 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Barbacena, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	34	0,6836	66	1,0425	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9340	73	1,2929	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44	0,4561	56	0,8150	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2776	100	0,2782	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4517	100	0,4524	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2162	100	0,2169	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5737	100	0,5744	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1073	100	0,1080	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1677	100	0,1684	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3563	100	0,3570	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	3	0,0243	97	0,0250	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6032	100	0,6039	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5376	100	0,5383	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1891	100	0,1898	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1445	100	0,1452	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0805	99	0,0813	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0774	99	0,0781	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1074	99	0,1081	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1218	99	0,1225	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,1029	99	0,1036	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,2003	100	0,2010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1463	100	0,1470	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5464	100	20,5466	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4433	98	1,4784	100
Construção	0,0007	1	0,1197	99	0,1204	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Com um destaque econômico no entremeio das RGInt's citadas anteriormente, a RGInt Varginha apresentou em 2019 um PIB de 42,3 bilhões (FJP, 2019). Ainda neste contraste, a composição do requerimento total do uso da água na economia de Varginha apresenta coeficientes superiores ao uso da água das RGInt's Juiz de Fora e Barbacena nos três primeiros setores: Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1) com o uso total de 1,0692 hm<sup>3</sup>/R\$; Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) totalizando 1,3202 hm<sup>3</sup>/R\$ e, por fim, Produção florestal; pesca e aquicultura (S3), com 0,8079 hm<sup>3</sup>/R\$ (Tabela 15). Apesar disso, apenas o setor Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) da economia Varginhense apresenta um requerimento total do consumo de água superior em relação aos três primeiros setores dominantes das economias Juiz de Fora e Barbacena, com o total de 0,4006 hm<sup>3</sup>/R\$, um dos maiores do País.

Neste caso, em que o uso da água de alguns setores de uma RGInt é superior aos de outras, mesmo que o consumo seja inferior, pode-se dizer que há um maior retorno da água para o ambiente nesses setores. Como no caso da economia de Varginha, o consumo efetivo de 0,4006 hm<sup>3</sup>/R\$ no setor Pecuária, inclusive o apoio à Pecuária (S2) sugere que, apesar de um uso total elevado, há um retorno considerável de água ao meio ambiente após processos de tratamento. Frente a isso, torna-se economicamente e ambientalmente plausível afirmar que os setores com um alto uso de água, mas com menor consumo efetivo, conseguem devolver uma maior quantidade de água ao meio ambiente, destacando a importância das práticas de gestão hídrica e tecnologias de tratamento de água que permitem uma utilização mais eficiente dos recursos hídricos e uma menor pressão sobre os sistemas naturais.

Além disso, tal como ocorre na RGInt vizinha Pouso Alegre (ver Tabelas 16 e 17), Varginha possui um destaque para o requerimento total do consumo de água no setor Fabricação de biocombustíveis (S12) (0,1900 hm<sup>3</sup>/R\$) (Tabela 14). Encontra-se em ambas as regiões o maior foco de concentração do requerimento total do consumo de água no setor Fabricação de biocombustíveis do Estado de Minas Gerais.

Num padrão similar a Varginha, os setores-chave permanecem os mesmos na RGInt Pouso Alegre, ainda que menores, conforme Figura 5. Apesar disso, o PIB da economia Pouso Alegre (49,4 bilhões) é superior ao da economia Varginha, com destaque aos valores adicionados da indústria (10,2 bilhões) e de serviços (29,4 bilhões), embora a RGInt de Varginha apresente um valor adicionado da agropecuária superior em relação ao de Pouso

Alegre, com 3,1 bilhões e 1,5 bilhão cada, respectivamente (FJP, 2019).

Tabela 14 – Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R\$}$ ) do consumo de água na economia de Varginha, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em $\text{hm}^3/10^6 \text{R\$}$					
	Direto		Indireto		Total	
	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0086	2	0,3675	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0417	10	0,4006	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	92	0,0278	8	0,3867	100
Indústrias extrativas	0,0006	62	0,0004	38	0,0009	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0975	99	0,0982	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0289	98	0,0296	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0041	85	0,0048	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	64	0,0004	36	0,0011	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	27	0,0019	73	0,0026	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	6	0,0120	94	0,0127	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	33	0,0015	67	0,0022	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1892	99	0,1900	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	43	0,0010	57	0,0017	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	50	0,0007	50	0,0014	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	16	0,0038	84	0,0045	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	68	0,0003	32	0,0011	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	23	0,0024	77	0,0031	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	16	0,0036	84	0,0044	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	31	0,0016	69	0,0023	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	77	0,0002	23	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	60	0,0005	30	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0049	88	0,0056	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	48	0,0002	52	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	42	0,0010	58	0,0017	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).



Tabela 15 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Varginha, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	33	0,7102	67	1,0692	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9613	73	1,3202	100
Produção florestal; pesca e aqüicultura	0,3589	44	0,4490	56	0,8079	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2717	100	0,2723	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4820	100	0,4827	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2244	100	0,2251	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5940	100	0,5947	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0,5	0,1270	99,5	0,1277	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1844	100	0,1851	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3559	100	0,3567	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	2	0,0288	98	0,0295	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6210	100	0,6218	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5480	100	0,5487	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1851	100	0,1858	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1554	100	0,1561	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0851	99	0,0858	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3538	100	0,3545	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,7198	100	0,7205	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2966	100	0,2973	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7706	100	0,7713	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2190	100	0,2197	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	0	0,0829	100	0,0837	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	0	0,1036	100	0,1043	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	0	0,1081	100	0,1088	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	0	0,1296	100	0,1303	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1933	100	0,1940	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1441	100	0,1448	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5447	100	20,5449	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4422	98	1,4773	100
Construção	0,0007	1	0,1150	99	0,1157	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 16 – Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Pouso Alegre, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em $\text{hm}^3/10^6 \text{R}\$$					
	Direto		Indireto		Total	
	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0064	2	0,3653	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0365	10	0,3954	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	94	0,0195	6	0,3784	100
Indústrias extrativas	0,0006	64	0,0003	36	0,0009	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0887	99	0,0894	100
Fabricação de bebidas	0,0007	3	0,0210	97	0,0218	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	20	0,0028	80	0,0036	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	29	0,0017	71	0,0024	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	8	0,0086	92	0,0093	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	36	0,0013	64	0,0020	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1338	99	0,1345	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	49	0,0007	51	0,0014	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	53	0,0006	47	0,0013	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	17	0,0034	83	0,0041	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	68	0,0003	32	0,0010	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	30	0,0017	70	0,0024	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	42	0,0010	58	0,0017	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	21	0,0026	79	0,0034	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	36	0,0012	64	0,0020	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	65	0,0004	35	0,0011	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	74	0,0002	26	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	77	0,0002	23	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	61	0,0004	39	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	16	0,0036	84	0,0043	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	59	0,0001	41	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0004	2	0,0356	100
Construção	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 17 – Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do uso de água na economia de Pouso Alegre, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em $\text{hm}^3/10^6 \text{R}\$$					
	Direto		Indireto		Total	
	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	52	0,3437	48	0,7026	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	44	0,4463	56	0,8052	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	54	0,2944	46	0,6533	100
Indústrias extrativas	0,0006	1	0,0735	99	0,0741	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,2244	99	0,2251	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,0810	99	0,0817	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	1	0,1540	99	0,1547	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	2	0,0325	98	0,0332	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	2	0,0504	98	0,0511	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	1	0,1044	99	0,1051	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	7	0,0096	93	0,0103	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,2765	100	0,2773	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,1418	100	0,1425	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,0510	99	0,0517	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	2	0,0469	98	0,0476	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	3	0,0243	97	0,0250	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	1	0,0939	99	0,0946	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	1	0,1894	99	0,1901	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	1	0,0863	99	0,0870	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,2132	100	0,2139	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	1	0,0612	99	0,0619	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	3	0,0236	97	0,0243	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	2	0,0292	98	0,0299	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	2	0,0311	98	0,0318	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	2	0,0368	98	0,0375	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,0529	99	0,0536	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	2	0,0431	98	0,0438	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	17,2055	100	17,2057	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	4	0,9072	96	0,9424	100
Construção	0,0007	2	0,0325	98	0,0332	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Em se tratando das duas RGInts do Triângulo Mineiro, Uberlândia e Uberaba (ver Tabelas 18 a 21), pode-se verificar que tanto os dados do consumo quanto do uso de água são semelhantes, dada a proximidade econômica das duas Regiões Geográficas Intermediárias. Ambas se destacam no uso de água para o setor de Energia Elétrica, Gás e outras utilidades (S28), e no consumo total seguem a linha geral das outras RGInts do Estado; o setor da Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2), dominando a demanda de consumo, seguido pela Produção Florestal; pesca e aquicultura (S3) e pela Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1).

Em ambas as regiões se destacam, além dos setores mencionados acima, o uso de água nos setores de Água, Esgoto e gestão de resíduos (S29), Fabricação de biocombustíveis (S12), Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros (S13), Fabricação de alimentos (S5) e Fabricação de produtos têxteis (S7). Já no consumo de água, os setores principais permanecem os mesmos acima, exceto pela Fabricação de produtos têxteis (S7) e pela Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros (S13), o que se deve à pouca necessidade de consumo direto e indireto nestes estilos de manufatura, comparado às fabricações de alimentos e biocombustíveis e à gestão das utilidades de água e esgoto e gestão de resíduos. É importante mencionar que, para estas regiões, estes setores são setores-chave, de acordo com a Fundação João Pinheiro (FJP, 2019).

Também de acordo com a FJP (2019), ambas as regiões têm grande participação no PIB do Estado de Minas Gerais, especialmente a RGInt de Uberlândia, com 8,5% de participação, a segunda maior do Estado, atrás apenas da RGInt da capital, Belo Horizonte. Isto é esperado, visto que o município de Uberlândia é, de acordo com o último censo, o segundo maior município mineiro, estando em uma localização que favorece a comunicação com grandes centros do País, a capital Belo Horizonte, o Estado de São Paulo, maior economia do Brasil, o Estado de Goiás e o Distrito Federal.

Tabela 18 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Uberaba, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0085	3	0,3675	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0413	11	0,4002	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	93	0,0235	7	0,3825	100
Indústrias extrativas	0,0006	50	0,0006	50	0,0012	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0974	99	0,0981	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0290	98	0,0297	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	16	0,0040	84	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	28	0,0019	72	0,0026	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	6	0,0105	94	0,0113	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	9	0,0076	91	0,0083	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1896	99	0,1903	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	43	0,0009	57	0,0016	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	15	0,0040	85	0,0047	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	61	0,0005	39	0,0012	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	61	0,0004	39	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	58	0,0005	42	0,0012	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0048	88	0,0055	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	42	0,0003	58	0,0005	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 19 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Uberaba, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	34	0,7074	66	1,066	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9516	73	1,311	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	45	0,4388	55	0,798	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2712	100	0,272	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4732	100	0,474	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2100	100	0,211	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5725	100	0,573	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0,5	0,1056	99,5	0,106	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1733	100	0,174	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3587	100	0,359	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	1	0,0491	99	0,050	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6196	100	0,620	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5409	100	0,542	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1879	100	0,189	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1494	100	0,150	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0813	99	0,082	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0967	99	0,097	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1935	100	0,194	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1425	100	0,143	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5403	100	20,540	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4300	98	1,465	100
Construção	0,0007	1	0,0831	99	0,084	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 20 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Uberlândia, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm3) /RS	%	(hm3) /RS	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0086	2	0,3675	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0416	10	0,4005	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	94	0,0246	6	0,3835	100
Indústrias extrativas	0,0006	44	0,0007	66	0,0013	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0976	99	0,0983	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0304	98	0,0311	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0040	85	0,0048	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	26	0,0020	74	0,0027	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	6	0,0109	94	0,0116	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	8	0,0084	92	0,0091	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1897	100	0,1904	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	46	0,0009	54	0,0016	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	48	0,0008	52	0,0015	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	16	0,0040	84	0,0047	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	65	0,0004	35	0,0011	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	71	0,0003	29	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	13	0,0049	87	0,0056	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	37	0,0004	63	0,0006	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0005	2	0,0357	100
Construção	0,0007	35	0,0013	65	0,0020	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 21 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Uberlândia, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	35	0,6558	65	1,015	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9426	73	1,302	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	45	0,4384	55	0,797	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2749	100	0,275	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4753	100	0,476	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2204	100	0,221	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5709	100	0,572	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1112	100	0,112	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1807	100	0,181	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3521	100	0,353	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	0	0,0561	100	0,057	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,5962	100	0,597	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5178	100	0,519	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1842	100	0,185	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1484	100	0,149	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	0	0,0966	100	0,097	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1810	100	0,182	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1438	100	0,145	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5435	100	20,544	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4283	98	1,463	100
Construção	0,0007	1	0,0842	99	0,085	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Por fim, as RGInt's de Patos de Minas e Divinópolis (ver Tabelas 22 a 25) destacam-se como regiões com os maiores requerimentos totais do consumo de água no Estado de



Minas Gerais. Com coeficientes quase idênticos, os setores-chave dessas economias segue o padrão da maioria das regiões intermediárias: Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2) ocupando a maior demanda de água, seguido de Produção florestal; pesca e aquicultura (S3) e Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita (S1). Dentre esses setores, a análise comparativa das economias de Patos de Minas e Divinópolis apresenta coeficientes idênticos para os setores S1 e S3, nos valores de  $0,3678 \text{ hm}^3/10^6 \text{ R\$}$  e  $0,3926 \text{ hm}^3/10^6 \text{ R\$}$ , respectivamente.

Em se tratando dos setores-chave dessas regiões, a única diferença no requerimento total do consumo de água se dá no setor Pecuária, inclusive o apoio à pecuária (S2), tendo Divinópolis um coeficiente ( $0,4017 \text{ hm}^3/10^6 \text{ R\$}$ ) ligeiramente acima de Patos de Minas ( $0,4015 \text{ hm}^3/10^6 \text{ R\$}$ ). Apesar disso, há também um contraste acerca do modo de uso de cada uma dessas regiões, sendo a mais significativa apresentada pela RGInt Patos de Minas, indicando maior retorno da água ao ambiente.

De maneira geral, ambas as regiões possuem economias diversificadas que demandam grandes volumes de água, refletindo a importância da gestão hídrica para sustentar o crescimento econômico e a preservação ambiental. Se, de um lado, Divinópolis possui uma economia mais diversificada, com destaque para os setores industrial e de serviços, Patos de Minas se destaca pela forte presença do setor agropecuário, particularmente na produção de leite, algodão, tomate e suínos, com o maior valor adicionado da agropecuária de Minas Gerais (4,8 bilhões) (FJP, 2019).

Por fim, reafirma-se que Minas Gerais é um dos Estados mais importantes do Brasil em termos econômicos, com um PIB significativo que é impulsionado por diversos setores, incluindo a agricultura, a pecuária, a mineração e a indústria. O uso eficiente da água é crucial para sustentar e promover o crescimento econômico do Estado. O aumento da eficiência hídrica pode ajudar a reduzir os custos operacionais, aumentar a produtividade e promover a sustentabilidade a longo prazo. A implementação de tecnologias avançadas e práticas de gestão integrada de recursos hídricos pode contribuir para a resiliência econômica do Estado, especialmente em face das mudanças climáticas e da crescente demanda por água.

Tabela 22 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água na economia de Patos de Minas, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm3) /RS	%	(hm3) /RS	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0089	3	0,3678	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0427	11	0,4016	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0337	9	0,3926	100
Indústrias extrativas	0,0006	60	0,0004	40	0,0010	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0981	99	0,0988	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0290	98	0,0297	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	16	0,0039	84	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	74	0,0003	26	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	27	0,0019	73	0,0026	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	4	0,0145	96	0,0152	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	11	0,0063	89	0,0070	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1898	100	0,1905	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	40	0,0011	60	0,0018	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	50	0,0007	50	0,0014	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	15	0,0040	85	0,0047	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	71	0,0003	29	0,0010	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	74	0,0002	26	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0052	88	0,0059	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	51	0,0002	49	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	38	0,0012	62	0,0019	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 23 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Patos de Minas, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 <sup>6</sup> R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm3) /RS	%	(hm3) /RS	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	34	0,6774	66	1,0363	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	28	0,9189	72	1,2778	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44	0,4506	56	0,8095	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2581	100	0,2587	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4583	100	0,4590	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1987	100	0,1994	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5451	100	0,5458	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1002	100	0,1010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1660	100	0,1667	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3374	100	0,3381	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	2	0,0425	98	0,0432	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6003	100	0,6010	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5185	100	0,5192	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1682	100	0,1689	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1379	100	0,1386	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0823	99	0,0830	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1690	100	0,1697	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1304	100	0,1311	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,3287	100	20,3290	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,3991	98	1,4342	100
Construção	0,0007	1	0,0686	99	0,0693	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 24 – Composição do requerimento total ( $\text{hm}^3/\text{R}\$$ ) do consumo de água na economia de Divinópolis, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em $\text{hm}^3/10 \text{ R}\$$					
	Direto		Indireto		Total	
	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	( $\text{hm}^3$ )/R\$	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0089	2	0,3678	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0428	11	0,4017	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0337	9	0,3926	100
Indústrias extrativas	0,0006	53	0,0005	47	0,0011	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0982	99	0,0989	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0292	98	0,0299	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0041	85	0,0048	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	62	0,0004	38	0,0012	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	26	0,0020	74	0,0027	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0148	95	0,0155	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	10	0,0063	90	0,0070	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1898	100	0,1906	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	39	0,0011	61	0,0018	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	45	0,0009	55	0,0016	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	14	0,0041	86	0,0048	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	11	0,0054	89	0,0061	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	47	0,0002	53	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0007	2	0,0358	100
Construção	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Tabela 25 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água na economia de Divinópolis, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm3) /RS	%	(hm3) /RS	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	42	0,4817	58	0,8406	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	35	0,6646	65	1,0235	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	48	0,3766	52	0,7355	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,1609	100	0,1614	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,3403	100	0,3410	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1511	100	0,1518	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,3378	100	0,3385	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,0717	99	0,0724	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	1	0,1042	99	0,1049	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,2165	100	0,2172	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	2	0,0302	98	0,0309	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,4750	100	0,4757	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,3049	100	0,3056	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,1118	99	0,1125	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	1	0,0942	99	0,0949	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0766	99	0,0773	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,1234	99	0,1241	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,0907	99	0,0914	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	18,5984	100	18,5986	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,1333	97	1,1684	100
Construção	0,0007	1	0,0758	99	0,0765	100

Fonte: Resultado da pesquisa (2024).

Em suma, a análise da Figura 5 e dos dados associados revela uma clara correlação entre os setores econômicos prioritários em cada Região Geográfica Intermediária (RGInt) e

os requerimentos totais de consumo de água. Setores como Pecuária, Produção florestal, pesca e aquicultura, e Agricultura destacam-se consistentemente entre as regiões analisadas, refletindo a forte dependência dessas atividades dos recursos hídricos.

Nas RGInts de Patos de Minas, Uberaba, e Varginha, cuja agropecuária é um pilar econômico, a alta demanda por água é previsível e está alinhada com a significativa contribuição desses setores para o valor adicionado agropecuário do Estado. Por outro lado, a RGInt de Belo Horizonte apresenta uma diversificação maior no uso de água, com setores industriais e de serviços também exercendo pressão significativa sobre os recursos hídricos, o que diferencia essa região das demais analisadas. Nas regiões de Montes Claros, Teófilo Otoni e Governador Valadares, a predominância do setor agropecuário em conjunto com a silvicultura reforça a importância dessas atividades no consumo total de água, embora em contextos geográficos e econômicos variados.

Por fim, as diferenças observadas entre as RGInts, como no caso da comparação entre Ipatinga e Juiz de Fora, evidenciam que o consumo de água nas atividades econômicas é moldado tanto pelas características naturais quanto pela estrutura econômica de cada região. A interdependência entre setores e o papel crucial da água no sustento das principais atividades econômicas reafirmam a necessidade de estratégias de gestão hídrica regionais que considerem essas particularidades, buscando um equilíbrio entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental, cujo tema é recorrente nos debates. Em 2018, por exemplo, o 8º Fórum Mundial da Água, sediado no Brasil, discutiu dentre diversos temas acerca do uso eficiente da água como indutor de desenvolvimento e da eficiência no uso da água e consumo sustentável ao lidar com a escassez hídrica (FAEMG, 2018).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação propôs analisar os fluxos de água virtual no sistema produtivo do Estado de Minas Gerais para o ano de 2019, com o objetivo específico de caracterizar as relações intersetoriais entre os fluxos de água e as atividades econômicas das Regiões Geográficas Intermediárias (RGInts) do Estado. Essa análise se revelou como fundamental para compreender as demandas hídricas das diferentes atividades econômicas e propor estratégias de gestão sustentável dos recursos hídricos.

Os resultados mais significativos indicam que o setor agropecuário é o principal consumidor de água virtual em Minas Gerais, seguido pela indústria e pelo setor de serviços. De maneira geral, apesar das especificidades de cada uma das Regiões Intermediárias, o consumo de água intersetorial apresenta um comportamento similar dentre as mesmas. A região de Belo Horizonte, por exemplo, destaca-se pelo elevado consumo de água devido à sua densidade populacional e à concentração de atividades industriais. A RGInt Governador Valadares, por outro lado, apresenta um consumo significativo de água no setor agropecuário, refletindo a importância da agricultura para a economia local e de exportação, ainda que sua densidade populacional seja menor em relação à RGInt de Belo Horizonte. Mais especificamente, a Produção Florestal, Pesca e Aquicultura (S3) na RGInt de Belo Horizonte possui um coeficiente de  $0,367 \text{ hm}^3/\text{R}\$$ , indicando um alto consumo de água virtual. Já na RGInt de Patos de Minas, a Pecuária (S2) também é a principal consumidora de água, com um coeficiente de  $0,401 \text{ hm}^3/\text{R}\$$ . Estes setores, embora possuam diferentes destinos da água, exigem grandes volumes de água para suas operações, destacando ainda mais a necessidade de práticas de manejo hídrico eficiente para garantir a sustentabilidade dos recursos.

No que tange ao consumo indireto de água, os setores de Fabricação de Alimentos (S5), Fabricação de Bebidas (S6) e Fabricação de Produtos Têxteis (S7) se destacam pela alta demanda de água em seus processos produtivos.

Além disso, a relação entre o PIB de Minas Gerais e o uso de água é complexa e interdependente. A disponibilidade e a gestão eficiente dos recursos hídricos são essenciais para sustentar a produtividade e o crescimento econômico dos principais setores. Deste modo, denota-se que o uso sustentável da água contribui para a resiliência econômica do Estado, garantindo que os setores dependentes desse recurso possam continuar a crescer e a

se desenvolver. Investimentos em tecnologias de uso eficiente de água, melhorias na infraestrutura de saneamento e políticas públicas de conservação são medidas necessárias para fortalecer essa relação e garantir a sustentabilidade econômica e ambiental de Minas Gerais, o que não só suportaria o crescimento do PIB, mas também promoveria um desenvolvimento econômico mais sustentável e equitativo.

Destarte, os resultados deste estudo se revelam como cruciais para o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas à gestão eficiente dos recursos hídricos. A promoção da gestão integrada dos recursos hídricos, considerando as especificidades regionais e setoriais, é essencial. A implementação de políticas que incentivem o uso eficiente da água na agricultura, como a adoção de tecnologias de irrigação mais eficientes, pode contribuir significativamente para a redução do consumo hídrico. O fortalecimento da infraestrutura de saneamento básico e a conscientização sobre a importância da conservação da água, tanto em áreas urbanas quanto rurais, elencam-se como possibilidades para a sustentabilidade hídrica a longo prazo. A análise também sugere que a gestão da água deve considerar as variações sazonais no consumo, o que poderia fornecer uma visão mais detalhada das demandas hídricas.

A pesquisa apresenta algumas limitações, como a dependência de dados secundários e a complexidade de modelar todas as interações entre os setores econômicos e os fluxos de água. Em virtude da disponibilidade apenas de dados agregados para o Sudeste do consumo e uso de água por setor, o pressuposto adotado é de que Minas Gerais e as RGInts utilizam a mesma tecnologia de consumo e uso de água da Região Sudeste. A disponibilidade e a qualidade dos dados também podem influenciar os resultados, sugerindo a necessidade de aprimoramento contínuo das bases de dados utilizadas.

Para trabalhos futuros, recomendam-se a ampliação do período de análise para avaliar as tendências ao longo do tempo e a inclusão de novas variáveis que possam influenciar o consumo de água virtual, como mudanças climáticas e políticas de incentivo à sustentabilidade. Outros possíveis avanços para essa agenda de pesquisas devem considerar o cálculo da pegada hídrica e a utilização de outras técnicas de insumo-produto, tais como os multiplicadores. Estudos comparativos entre diferentes estados ou países podem proporcionar *insights* valiosos para a gestão dos recursos hídricos, ajudando a identificar melhores práticas e estratégias que podem ser adaptadas e implementadas em diferentes



contextos.

Em síntese, a presente dissertação contribui significativamente para a compreensão dos fluxos de água virtual no sistema produtivo de Minas Gerais. Os resultados obtidos fornecem uma base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes que visem a gestão sustentável dos recursos hídricos, garantindo a continuidade das atividades econômicas e a preservação ambiental. A integração de análises econômicas e a participação ativa de *stakeholders*, como agricultores, industriais, gestores públicos e a sociedade civil, são fundamentais para a implementação de estratégias que promovam a eficiência hídrica e o desenvolvimento sustentável no estado de Minas Gerais. Adicionalmente, é importante considerar a inclusão de análises econômicas que avaliem o custo-benefício das intervenções propostas para a gestão da água, visando maximizar os resultados econômicos e ambientais.

## REFERÊNCIAS

- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas Águas Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano**. 2021. Brasília: ANA 2021.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Contas Econômicas e Ambientais da Água no Brasil 2013 – 2015**. Brasília: ANA, 2018.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. 2019. Brasília: ANA, 112p., 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2023**: Relatório Pleno. Brasília: ANA, p. 39-54, 2023.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce**: Relatório Executivo. Brasília: ANA, 2013.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande**: Relatório Executivo. Brasília: ANA, 2017.
- ALDAYA, M. M.; HOEKSTRA, A. Y.; ALLAN, J. A. **Strategic importance of green water in international crop trade**. UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, 2008. Value of Water Research Report Series n. 25.
- ALLAN, J. A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. *In: Priorities for water resources allocation and management conference proceedings*, ODA, London, p. 13-26, 1993.
- ALLAN, J. A. Overall perspectives on countries and regions. *In: ROGERS, P.; LYDON, P.* (Eds), **Water in the Arab World: Perspectives and Prognoses**, pp. 65–100. Harvard University Press, Cambridge, Ma, 1994.
- ALLAN, J. A. Virtual water: a strategic resource global solutions to regional deficits. **Groundwater**, v. 36, n. 4, p. 545-546, 1998.
- ANTONELLI, M.; ROSON, R.; SARTOTI, M. Systemic input-output computation of green and blue virtual water flows with an illustration for the Mediterranean Region. **Water Resources Management**, v. 26, p. 4133-4146, 2012.
- ARRUDA, L. G. C. **Valorização das Pegadas ambientais**: a pegada ecológica, a pegada de carbono e a pegada d'água como indicadores de consumo na perda de valor do ecossistema modificado pelo homem. 2010. 119f. Especialização (Sistemas tecnológicos e sustentabilidade aplicados ao ambiente construído) - Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.
- ASSAD, E. D. **Eficiência do uso da água no Brasil**: análise do impacto da irrigação na

agricultura brasileira e potencial de produção de alimentos face ao aquecimento global. *In*: Sumário executivo, FGV EESP, GV Agro Centro de Estudos do Agronegócio, 2016.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS. Lei n. 24.273, de 30 de março de 2023. **Altera as Leis nº 23.491, de 13 de dezembro de 2019, que institui a Semana Estadual de Conscientização sobre o Uso Racional da Água, e nº 15.910, de 21 de dezembro de 2005, que dispõe sobre o Fundo de Recuperação, Proteção e Desenvolvimento Sustentável das Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais.** Disponível em: < <https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/24273/2023/#:~:text=Altera%20as%20Leis%20n%C2%BA%2023.491,d e%20Minas%20Gerais%20%E2%80%93%20Fhidro%20%E2%80%93%2C>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS. **Publicada Lei da Política de Agricultura Irrigada Sustentável.** Disponível em: < <https://www.almg.gov.br/comunicacao/noticias/arquivos/Publicada-Lei-da-Politica-de-Agricultura-Irrigada-Sustentavel/>>. Acesso em: 14 ago. 2024.

BLNINGER, T.; KOTSUKA, L. K. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. **Recursos Hídricos**, v. 36, n. 1, p.15-24. 2015.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos.** Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Comércio exterior brasileiro bate recorde e fecha 2023 com saldo de US\$ 98,8 bi.** 2024. Disponível em: < <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/janeiro/comercio-exterior-brasileiro-bate-recordes-e-fecha-2023-com-saldo-de-us-98-8-bi#:~:text=J%C3%A1%20as%20importa%C3%A7%C3%B5es%20tiveram%20queda,anterior%2C%20que%20era%20de%202022.>>. Acesso em: 14 abr. 2024.

BRUM, A. K. DE. *et al.* Análise do fluxo de água virtual: uma abordagem a partir da balança comercial de Mato Grosso do Sul. **Interações**, Campo Grande, v. 20, n. 1, p. 297-313, 2019.

CARMO, R. L. *et al.* Água Virtual, Escassez e Gestão: O Brasil como grande “exportador” de água. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. X, n. 1, p. 83-96, 2007.

COMEXSTAT. **Sistema de Estatísticas do Comércio exterior 2023.** Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>>. Acesso em: 20 set. 2023.

CUNHA, M. P. da. **Avaliação socioeconômica e ambiental de rotas de produção de biodiesel no Brasil, baseada em análise de insumo-produto.** Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas, 2011.

DENG, G.; WANG, L.; SONG, Y. Effect of variation of water-use efficiency on structure of virtual water trade: Analysis based on Input-Output Model. **Water Resources Management**, v. 29, p. 2947-2965, 2015.

DIETZENBACHER, E.; VELÁZQUEZ, E. Analising Andalusian virtual water trade in an input- output framework. **Regional Studies**, v. 41, n. 2, p. 185 – 196, 2007.

FAEMG. **Água: conexão entre o meio ambiente e produção sustentável**. Belo Horizonte, 2018.

FALKENMARK, M.; ROCKSTROM, J. **Balancing water for Humans and Nature: The New Approach in Ecohydrology**. Earthscan, Londres, UK, 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. *In*: LEAL, A. **Produção global de alimentos precisaria aumentar 60% para garantir equilíbrio**. Agência Brasil, 2016. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2016-10/producao-global-de-alimentos-precisaria-aumentar-60-para-garantir-equilibrio>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Information system on water and agriculture - **AQUASTAT**. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <<https://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>>. Acesso em: 08 set. 2023.

FJP - Fundação João Pinheiro. **Comércio Internacional de Minas Gerais**. Exportação, Importação e Saldo, FJP, 2024b.

FJP - Fundação João Pinheiro. **Economia mineira crescer 3,1% e PIB supera R\$ 1 trilhão pela primeira vez na história**. *In*: GOULART, F. Notícias, FJP, 2024a.

FJP - Fundação João Pinheiro. Informativo FJP. **Análise Insumo-produto - Matriz Insumo-produto**, v. 5, n. 6, 2023a.

FJP - Fundação João Pinheiro. Informativo FJP. **Análise Insumo-produto – Contas Regionais, PIB do Agronegócio de Minas Gerais**, v. 4, n. 1, 2023b.

FJP - Fundação João Pinheiro. **Matriz Insumo-Produto das Regiões Geográficas Intermediárias 2019**.

FJP - Fundação João Pinheiro. **PIB trimestral de Minas Gerais: 4º trimestre de 2020**. Diretoria de Estatística e Informações – Belo Horizonte, FJP, 2021.

FJP - Fundação João Pinheiro. **Matriz Insumo-Produto das Regiões Geográficas Intermediárias de Minas Gerais- 2019**. Diretoria de Estatística e Informações – Belo Horizonte, FJP, 2022.

GUILHOTO, J. J. M. **Análise de Insumo-Produto: teoria e Fundamentos**. Munich

Personal RePEc Archive (MPRA), Paper n. 32566, agosto/2011.

HOEKSTRA, A. Y.; HUNG, P. Q. **Virtual Water Trade**: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of water research report series n. 11, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands, 2002.

HOEKSTRA, A. Y. *et al.* **Water Footprint Manual**: State of the Art 2009. Water Footprint Network, Enschede, The Netherlands. 2009.

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K. **Globalization of water**: sharing the Planet's freshwater resources. 1.ed. Oxford: Blackwell Publishing. 2008. 232p.

HOEKSTRA, A.Y. *et al.* **Manual de avaliação da pegada hídrica**: estabelecendo o padrão global. Tradução Solução Supernova. Revisão da tradução Maria Cláudia Paroni. 2011.

HOEKSTRA, A.Y. **Virtual water trade**: Proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. Value of water Research Report n.12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, 2003.

HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P. Q. Globalisation of water resources: international virtual water flows in relation to crop trade. **Global Environmental Change**, 15, P. 45-56, 2005.

IBF - Instituto Brasileiro de Florestas. **Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<https://www.ibflorestas.org.br/bioma>>. Acesso: 25 jan. 2024

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Características gerais das produções agropecuária e extrativista, segundo a cor ou raça do produtor e recortes territoriais específicos. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?edicao=25757&t=resultados>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Econômicas Ambientais da Água – Brasil 2018-2020**. Contas Nacionais nº 93. p.19. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios – principais resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Contas Nacionais – Brasil Referência 2010**. Nota Metodológica nº07, p.14. IBGE, 2015.

IEA - International Energy Agency. **World Energy Outlook 2012**: Executive summary. France: OECD/IEA, 2012.

LI *et al.* Virtual water trade in the Yellow River Economic belt: a multi-regional input-output model. **Water**, v. 13, n. 6, 2021.

MADEL, R. **Virtual water in food**: five foods that move water around the world. In: Water Footprint Calculator, 2022.

MARZULLO, R. C. M. *et al.* Pegada Hídrica da água tratada: necessidade de água para a obtenção de água. In: **2º Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida** - Colaborando com decisões sustentáveis. Florianópolis: UFSC, 2010. v. 1. p. 18-23.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. **Value of Water Research Report Series N° .50**, UNESCO-IHE, v.1. 2011a. 50p.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops derived crop products. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 15, p. 1577-1600, 2011b.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Second edition, Cambridge, GBR: Cambridge University Press, 2009.

MINAS GERAIS. **Acompanhamentos do Comércio Internacional de Minas Gerais 2020**. Belo Horizonte, MG, 2020. Disponível em: <<https://www.desenvolvimento.mg.gov.br/assets/projetos/1084/6ad1586380f14d477ff6c88cadd93f9e.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2024.

MINAS GERAIS. **Bacias Hidrográficas**. Belo Horizonte, MG, 2024. Disponível em: <<https://www.mg.gov.br/pagina/geografia>>. Acesso em: 26 jan. 2024.

MINAS GERAIS. **Balço do Agronegócio de Minas Gerais 2023**. Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Minas Gerais, 2023.

MONTOYA, M. A. A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. **Economia Aplicada**, v. 24, n. 2, p. 215-248, 2020.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. As relações intersetoriais dos Recursos hídricos na economia brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 13, n. 4, p. 513-536, 2019.

MUBAKO, S.; LAHIRI, S.; LANT, C. Input –output analysis of virtual water transfers: Case study of California and Illinois. **Ecological Economics**, v. 93, p. 230-238, 2013.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**, OECD Publishing, Paris, 2015.

OKI, T.; KANAE, S. Virtual water trade and world water resources. **Water Science and Technology**, v. 49, n. 7, p. 203-29, 2004.

PICOLI, I. T. **Pegada Hídrica da Economia Brasileira: uma Análise de Insumo-Produto**. 2016. 129 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico), Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, v. 13, n. Especial, p. 341 – 345, 2003.

RODRIGUES, N. L. **Água na agricultura e produção de alimento**. EMBRAPA Cerrados, 2021.

SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco do agronegócio de Minas Gerais 2021**. Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Minas Gerais, 2021.

SILVA, C. H. R. T. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil**. Senado federal, Brasília, DF, 2012.

SILVA, V. de P. R. *et al.* Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 100–105, 2013.

UNITED NATIONS (UN-Water). **Summary progress update 2021: SDG 6 – water and sanitation for all**. Version: July 2021. Geneva, Switzerland, 2021.

VISENTIN, J. C. A Importância do Consumo de Água Virtual no Estado de São Paulo e No Resto do Brasil: Uma Análise Insumo-Produto. **Informações FIPE**, p. 45- 54, 2017.

VISENTIN, J. C.; GUILHOTO, J. J. M. The Role of Interregional Trade in Virtual Water on the Blue Water Footprint and the Water Exploitation Index in Brazil. **The Review of Regional Studies**, v. 49, n. 2, p. 299-322, 2019.

WANG, H; WANG, Y. An input-output analysis of virtual water uses of the three economic sectors in Beijing. **Water International**, v. 34, n. 4, p. 451 – 467, 2009.

WICHELNS, D. Virtual Water: a helpful perspective, but not a sufficient policy criterion. **Water Resources Management**, v. 24, p. 2203-2219, 2010.

WORLD BANK. **Urban population (% of total population)**. 2023. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS>>. Acesso em: 14 dez. 2023.

ZANGISKI, G. H.; CARVALHO, T. C. Análise do comércio de água virtual no estado do Paraná: uma abordagem de insumo-produto. **Economia & Região**, v. 9, n. 2, p. 149-171, 2021.

ZHANG, Z. *et al.* An input-output analysis of trends in virtual water trade and the impact on water resources and uses in China. **Economic Systems Research**, v. 23, n. 4, p. 431 – 446, 2011.

ZHANG, Z.; YANG, H.; SHI, M. Analyses of water footprint of Beijing in an interregional input-output framework. **Ecological Economics**, v. 70, n. 12, p. 2494-2502, 2011.

ZHAO, X.; CHEN, B.; YANG, Z. F. National water footprint in an input-output framework: A case study of China 2002. **Ecological Modelling**, v. 220, p. 245-253, 2009.

ZHI, J. *et al.* Multi-scale near-long-range flow measurement and analysis of virtual water in China based on multi-regional input-output model and machine learning. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 175, p. 854 – 869, 2023.



## APÊNDICE A - O consumo de água (hm<sup>3</sup>) e a água virtual (hm<sup>3</sup>/10<sup>6</sup> R\$) de todos os setores na economia mineira, 2019

Setores selecionados	Composição do requerimento total do consumo de água na economia Mineira - 2019, hm <sup>3</sup> /ano							
	Consumo de água		Direto		Indireto		total	
	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	13687,3914	55,93	0,3589	97	0,0094	3	0,3684	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	8281,1028	33,84	0,3589	89	0,0432	11	0,4021	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	1910,0847	7,81	0,3589	91	0,0338	9	0,3928	100
Indústrias extrativas	31,2849	0,13	0,0006	37	0,0010	63	0,0016	100
Fabricação de alimentos	57,9094	0,24	0,0007	1	0,0985	99	0,0992	100
Fabricação de bebidas	4,8454	0,02	0,0007	2	0,0308	98	0,0315	100
Fabricação de produtos têxteis	2,9589	0,01	0,0007	14	0,0044	86	0,0051	100
Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	3,7632	0,02	0,0007	56	0,0006	44	0,0013	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	2,7768	0,01	0,0007	25	0,0021	75	0,0029	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	3,9286	0,02	0,0007	4	0,0156	96	0,0163	100
Refino de petróleo e coquearias	26,8000	0,11	0,0007	6	0,0087	94	0,0094	100
Fabricação de biocombustíveis	3,8232	0,02	0,0007	0	0,1903	100	0,1910	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	11,3971	0,05	0,0007	34	0,0014	66	0,0021	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	5,6013	0,02	0,0007	40	0,0011	60	0,0018	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	1,7932	0,01	0,0007	14	0,0043	86	0,0050	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	3,4919	0,01	0,0007	52	0,0007	48	0,0014	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	3,9306	0,02	0,0007	18	0,0031	82	0,0038	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	8,3015	0,03	0,0007	24	0,0022	76	0,0030	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	37,6548	0,15	0,0007	11	0,0055	89	0,0062	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	8,8886	0,04	0,0007	23	0,0024	74	0,0031	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	9,0974	0,04	0,0007	28	0,0018	72	0,0025	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	5,1213	0,02	0,0007	62	0,0004	38	0,0011	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	5,0908	0,02	0,0007	58	0,0005	42	0,0012	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	4,5479	0,02	0,0007	44	0,0009	56	0,0016	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	11,2733	0,05	0,0007	41	0,0010	59	0,0017	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	8,4834	0,03	0,0007	44	0,0009	56	0,0016	100
Demais setores da indústria de transformação	17,2573	0,07	0,0007	11	0,0057	89	0,0064	100

Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	7,0704	0,03	0,0002	32	0,0005	68	0,0007	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	249,3215	1,02	0,0351	97	0,0009	3	0,0360	100
Construção	46,0994	0,19	0,0007	25	0,0020	75	0,0027	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	1,8216	0,01	0,0000	1	0,0012	99	0,0012	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,9117	0,00	0,0000	1	0,0018	99	0,0018	100
Alojamento e Alimentação	0,4310	0,00	0,0000	0	0,0158	100	0,0158	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,4717	0,00	0,0000	1	0,0011	99	0,0011	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,6440	0,00	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Atividades imobiliárias	1,0045	0,00	0,0000	17	0,0001	83	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	1,0354	0,00	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	1,9576	0,01	0,0000	1	0,0013	99	0,0013	100
Educação privada	0,2323	0,00	0,0000	2	0,0007	98	0,0007	100
Saúde privada	0,3938	0,00	0,0000	1	0,0013	99	0,0014	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,3381	0,00	0,0000	1	0,0020	99	0,0020	100
Serviços domésticos	0,1299	0,00	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

## APÊNDICE B - O uso de água (hm<sup>3</sup>) e a água virtual (hm<sup>3</sup>/10<sup>6</sup> R\$) de todos os setores na economia mineira, 2019

Composição do requerimento total do uso de água na economia Mineira - 2019, hm <sup>3</sup> /ano								
Setores selecionados	Consumo de água		Direto		Indireto		total	
	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )	%	(hm <sup>3</sup> )	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	21933,5816	3	0,5752	53	0,5088	47	1,0840	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	13270,1871	2	0,5752	43	0,7593	98	1,3345	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	3060,8461	0	0,5752	70	0,2475	30	0,8227	100
Indústrias extrativas	114,9819	0	0,0021	1	0,2906	99	0,2928	100
Fabricação de alimentos	108,3869	0	0,0013	0	0,4948	100	0,4962	100
Fabricação de bebidas	9,0689	0	0,0013	1	0,2536	99	0,2550	100
Fabricação de produtos têxteis	5,5380	0	0,0013	0	0,6000	100	0,6013	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	7,0434	0	0,0013	1	0,1318	99	0,1332	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	5,1972	0	0,0013	1	0,1913	99	0,1926	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	7,3530	0	0,0013	0	0,3842	100	0,3856	100
Refino de petróleo e coquerias	50,1605	0	0,0013	2	0,0647	98	0,0660	100
Fabricação de biocombustíveis	7,1557	0	0,0013	0	0,6338	100	0,6352	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	21,3316	0	0,0013	0	0,5621	100	0,5635	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	10,4838	0	0,0013	1	0,2066	99	0,2079	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	3,3563	0	0,0013	1	0,1717	99	0,1730	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	6,5357	0	0,0013	1	0,0935	99	0,0948	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	7,3567	0	0,0013	0	0,3657	100	0,3670	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	15,5377	0	0,0013	0	0,7477	100	0,7491	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	70,4772	0	0,0013	0	0,3933	100	0,3946	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	16,6365	0	0,0013	0	0,8192	100	0,8206	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	17,0273	0	0,0013	0	0,3094	100	0,3108	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	9,5854	0	0,0013	1	0,0916	99	0,0930	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	9,5284	0	0,0013	1	0,1230	99	0,1243	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	8,5120	0	0,0013	1	0,1431	99	0,1445	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	21,0998	0	0,0013	1	0,1605	99	0,1619	100

Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	15,8780	0	0,0013	1	0,2281	99	0,2295	100
Demais setores da indústria de transformação	32,2999	0	0,0013	1	0,1633	99	0,1646	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	534966,1253	92	16,0538	78	4,5002	22	20,5540	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	5347,5967	0	0,7535	51	0,7359	49	1,4894	100
Construção	86,2825	0	0,0013	1	0,1459	99	0,1472	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	27,2900	0	0,0002	0	0,3185	100	0,3187	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	13,6580	0	0,0002	0	0,1348	100	0,1350	100
Alojamento e Alimentação	6,4568	0	0,0002	0	0,3543	100	0,3545	100
Serviços de Informação e Comunicação	7,0658	0	0,0002	0	0,2287	100	0,2290	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	9,6473	0	0,0002	0	0,1058	100	0,1060	100
Atividades imobiliárias	15,0484	0	0,0002	1	0,0298	99	0,0300	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	15,5113	0	0,0002	0	0,2826	100	0,2828	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	29,3270	0	0,0002	0	0,1258	100	0,1261	100
Educação privada	3,4808	0	0,0002	0	0,3376	100	0,3379	100
Saúde privada	5,8998	0	0,0002	0	0,1517	100	0,1520	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	5,0652	0	0,0002	0	0,2318	100	0,2320	100
Serviços domésticos	1,9462	0	0,0002	100	0,0000	0	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE C – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Belo Horizonte, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm3	%	hm3	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	99	0,0012	1	0,3601	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	98	0,0038	2	0,3627	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	97	0,0084	3	0,3674	100
Indústrias extrativas	0,0006	74	0,0002	26	0,0008	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,3592	99	0,3599	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,3621	99	0,3628	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	1	0,3660	99	0,3668	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	84	0,0001	16	0,0008	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	8	0,0088	92	0,0095	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	25	0,0022	75	0,0029	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	69	0,0004	31	0,0011	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	86	0,0001	14	0,0008	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	80	0,0002	20	0,0009	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	17	0,0037	83	0,0044	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	6	0,0121	94	0,0128	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	87	0,0001	13	0,0008	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	46	0,0008	54	0,0015	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	27	0,0019	73	0,0026	100

Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	32	0,0015	68	0,0023	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	64	0,0004	36	0,0011	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	88	0,0001	12	0,0008	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	86	0,0001	14	0,0008	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	24	0,0007	76	0,0009	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	33	-0,0341	-32	0,0010	
Construção	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	1	0,0015	99	0,0015	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	6	0,0003	94	0,0003	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	1	0,0355	99	0,0356	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	1	0,0012	99	0,0012	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	3	0,0002	97	0,0003	100
Atividades imobiliárias	0,0000	6	0,0003	94	0,0003	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	1	0,0013	99	0,0013	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0002	100	0,0002	100
Educação privada	0,0000	14	0,0001	86	0,0001	100
Saúde privada	0,0000	32	0,0000	68	0,0000	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Serviços domésticos	0,0000	6	0,0003	94	0,0004	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE D – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Belo Horizonte, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	54	0,3082	46	0,6671	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	49	0,3760	51	0,7349	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	57	0,2641	43	0,6230	100
Indústrias extrativas	0,0006	1	0,0811	99	0,0817	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,7348	100	0,7355	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,8141	100	0,8149	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,6519	100	0,6526	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1146	100	0,1153	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,0846	100	0,0853	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,0681	100	0,0688	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	0	0,2268	100	0,2275	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	2	0,0496	98	0,0504	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	1	0,0709	99	0,0716	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,1374	99	0,1381	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	5	0,0146	95	0,0153	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0525	99	0,0532	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	1	0,2071	99	0,2078	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	1	0,0762	99	0,0769	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	1	0,0588	99	0,0595	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	2	0,0360	98	0,0367	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	1	0,1357	99	0,1364	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	0	0,2904	100	0,2912	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1543	99	0,1550	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	0	0,3338	100	0,3345	100

Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,1042	99	0,1049	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	2	0,0358	98	0,0365	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	2	0,0452	98	0,0459	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	0,0514	100	0,0516	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	59	0,0244	41	0,0596	100
Construção	0,0007	1	0,0841	99	0,0848	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,0586	100	0,0587	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	17,8071	100	17,8071	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	1,0424	100	1,0424	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,0548	100	0,0548	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,1243	100	0,1243	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0515	100	0,0515	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,1220	100	0,1220	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0887	100	0,0887	100
Educação privada	0,0000	0	0,0416	100	0,0416	100
Saúde privada	0,0000	0	0,0120	100	0,0120	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,1132	100	0,1132	100
Serviços domésticos	0,0000	0	0,0512	100	0,0512	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).



APÊNDICE E – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Montes Claros, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm3	%	hm3	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0083	2	0,3672	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	91	0,0353	9	0,3942	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	92	0,0329	8	0,3919	100
Indústrias extrativas	0,0006	68	0,0003	32	0,0009	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0904	99	0,0912	100
Fabricação de bebidas	0,0007	3	0,0284	97	0,0291	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0040	85	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	46	0,0008	54	0,0015	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0144	95	0,0151	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	27	0,0020	73	0,0027	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1875	100	0,1882	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	46	0,0008	54	0,0015	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	62	0,0004	38	0,0011	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	25	0,0002	75	0,0010	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	21	0,0027	79	0,0034	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	40	0,0010	60	0,0018	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	13	0,0045	87	0,0052	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	33	0,0015	64	0,0022	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100

Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	80	0,0002	20	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	74	0,0002	26	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	59	0,0005	41	0,0012	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	63	0,0004	37	0,0011	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	59	0,0005	41	0,0012	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0051	88	0,0058	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	54	0,0002	46	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0005	2	0,0356	100
Construção	0,0007	41	0,0010	59	0,0017	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	3	0,0007	97	0,0007	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	6	0,0003	94	0,0003	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0108	100	0,0108	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	5	0,0004	95	0,0004	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	8	0,0002	92	0,0002	100
Atividades imobiliárias	0,0000	29	0,0000	71	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0005	97	0,0006	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Educação privada	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	4	0,0011	96	0,0011	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE F – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Montes Claros, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	37	0,6201	63	0,9790	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	29	0,8961	71	1,2550	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	45	0,4494	44	0,8083	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2621	100	0,2627	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4255	100	0,4262	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1990	100	0,1997	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5807	100	0,5814	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1180	100	0,1187	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1647	100	0,1654	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3443	100	0,3450	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	3	0,0240	97	0,0247	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,5640	100	0,5647	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5006	100	0,5013	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1632	100	0,1639	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1240	100	0,1247	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0748	99	0,0756	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3241	100	0,3248	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,6694	100	0,6701	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,3167	100	0,3175	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7626	100	0,7633	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2664	100	0,2671	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0728	99	0,0735	100

Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1001	99	0,1008	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1151	99	0,1158	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,1013	99	0,1020	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1948	100	0,1955	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,1370	99	0,1377	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5371	100	20,5373	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4305	98	1,4657	100
Construção	0,0007	1	0,0870	99	0,0877	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,2987	100	0,2987	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1061	100	0,1062	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3114	100	0,3114	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,1946	100	0,1946	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0890	100	0,0890	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0261	100	0,0261	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2671	100	0,2671	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1134	100	0,1134	100
Educação privada	0,0000	0	0,3229	100	0,3229	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1375	100	0,1375	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2137	100	0,2137	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE G – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Teófilo Otoni, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0059	2	0,3648	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	91	0,0337	9	0,3926	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0327	9	0,3916	100
Indústrias extrativas	0,0006	72	0,0002	28	0,0008	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0822	99	0,0829	100
Fabricação de bebidas	0,0007	4	0,0154	96	0,0161	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	25	0,0021	75	0,0028	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	81	0,0002	19	0,0009	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0142	95	0,0149	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	43	0,0009	57	0,0016	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,0992	99	0,0999	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	46	0,0008	54	0,0016	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	60	0,0005	40	0,0012	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	22	0,0024	78	0,0031	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	78	0,0002	22	0,0009	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	21	0,0026	79	0,0033	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	43	0,0009	57	0,0016	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	14	0,0041	86	0,0048	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	33	0,0014	67	0,0022	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	76	0,0002	24	0,0009	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	83	0,0001	17	0,0009	100

Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	87	0,0001	13	0,0008	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	81	0,0002	19	0,0009	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	81	0,0002	19	0,0009	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	81	0,0002	19	0,0009	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	16	0,0036	84	0,0043	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	70	0,0001	30	0,0003	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0004	2	0,0356	100
Construção	0,0007	46	0,0008	54	0,0015	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	8	0,0002	92	0,0002	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0091	100	0,0091	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	9	0,0002	91	0,0002	100
Atividades imobiliárias	0,0000	31	0,0000	69	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Educação privada	0,0000	4	0,0003	96	0,0004	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

**APÊNDICE H – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Teófilo Otoni, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	51	0,3414	49	0,7003	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	44	0,4494	56	0,8084	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	52	0,3202	48	0,6792	100
Indústrias extrativas	0,0006	1	0,0757	99	0,0762	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,2116	99	0,2123	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,0644	99	0,0652	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	1	0,1618	99	0,1625	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	3	0,0291	97	0,0298	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	2	0,0481	98	0,0488	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	1	0,1150	99	0,1157	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	8	0,0079	92	0,0086	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,2097	100	0,2104	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,1478	100	0,1485	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	2	0,0495	98	0,0502	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	2	0,0404	98	0,0411	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	3	0,0214	97	0,0221	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	1	0,0969	98	0,0976	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	1	0,1899	99	0,1906	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	1	0,0991	99	0,0998	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,2355	100	0,2362	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	1	0,0595	99	0,0602	100

Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	3	0,0205	97	0,0212	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	3	0,0264	97	0,0271	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	3	0,0273	97	0,0281	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	3	0,0231	97	0,0238	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	2	0,0502	98	0,0509	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	2	0,0409	98	0,0416	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	17,3251	100	17,3253	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	4	0,9239	96	0,9590	100
Construção	0,0007	3	0,0212	97	0,0219	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,0860	100	0,0860	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,0303	100	0,0303	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,1012	100	0,1012	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,0547	100	0,0547	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0256	100	0,0256	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0077	100	0,0077	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,0797	100	0,0797	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0364	100	0,0364	100
Educação privada	0,0000	0	0,0926	100	0,0926	100
Saúde privada	0,0000	0	0,0434	100	0,0434	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,0634	100	0,0635	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).



**APÊNDICE I – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Governador Valadares, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0054	2	0,3643	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	91	0,0336	9	0,3926	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	92	0,0327	8	0,3916	100
Indústrias extrativas	0,0006	75	0,0002	25	0,0008	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0809	99	0,0816	100
Fabricação de bebidas	0,0007	4	0,0129	96	0,0136	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	28	0,0018	72	0,0025	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	80	0,0002	20	0,0009	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	35	0,0013	75	0,0020	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	4	0,0141	96	0,0148	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	42	0,0010	58	0,0017	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,0823	99	0,0830	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	48	0,0008	52	0,0015	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	63	0,0004	37	0,0011	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	21	0,0026	79	0,0033	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	78	0,0002	22	0,0009	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	22	0,0025	78	0,0032	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	16	0,0037	84	0,0044	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	76	0,0002	24	0,0009	100

Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	82	0,0002	18	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	85	0,0001	15	0,0008	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	80	0,0002	20	0,0009	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	80	0,0002	20	0,0009	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	83	0,0001	17	0,0009	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	17	0,0034	83	0,0041	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	59	0,0001	41	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	99	0,0003	1	0,0354	100
Construção	0,0007	46	0,0008	54	0,0015	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	8	0,0002	92	0,0002	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0088	100	0,0088	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	10	0,0002	90	0,0002	100
Atividades imobiliárias	0,0000	36	0,0000	64	0,0000	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	3	0,0007	97	0,0007	100
Educação privada	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0007	98	0,0007	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

**APÊNDICE J – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Governador Valadares, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	37	0,6095	63	0,9684	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	28	0,9022	72	1,2611	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44	0,4501	56	0,8090	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2611	100	0,2617	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4150	100	0,4157	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1549	100	0,1556	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5581	100	0,5588	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,1056	99	0,1063	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1701	100	0,1709	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3431	100	0,3438	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	3	0,0239	97	0,0247	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,2863	100	0,2870	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,4993	100	0,5000	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1620	100	0,1627	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1297	100	0,1304	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0768	99	0,0775	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3219	100	0,3226	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,6463	100	0,6470	100

Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2822	100	0,2829	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7350	100	0,7357	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2114	100	0,2121	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0758	99	0,0765	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,0954	99	0,0961	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1013	99	0,1020	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0860	99	0,0867	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1749	100	0,1756	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1300	100	0,1307	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5359	100	20,5362	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4226	98	1,4577	100
Construção	0,0007	1	0,0687	99	0,0695	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,2971	100	0,2971	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1066	100	0,1066	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3085	100	0,3085	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,1987	100	0,1987	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0922	100	0,0922	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0258	100	0,0258	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2626	100	0,2627	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1105	100	0,1106	100
Educação privada	0,0000	0	0,3228	100	0,3228	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1383	100	0,1384	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2141	100	0,2141	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE K – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Ipatinga, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	99	0,0023	1	0,3613	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	97	0,0103	3	0,3692	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	96	0,0174	4	0,3764	100
Indústrias extrativas	0,0006	68	0,0003	32	0,0008	100
Fabricação de alimentos	0,0007	3	0,0253	97	0,0260	100
Fabricação de bebidas	0,0007	12	0,0052	88	0,0059	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	87	0,0001	13	0,0008	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	75	0,0002	25	0,0009	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	92	0,0081	8	0,0089	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	75	0,0001	25	0,0008	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	2	0,0327	98	0,0334	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	57	0,0005	43	0,0012	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	62	0,0004	38	0,0011	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	85	0,0001	15	0,0008	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	49	0,0008	51	0,0015	100

Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	20	0,0030	80	0,0037	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	33	0,0014	67	0,0022	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	46	0,0009	54	0,0016	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	88	0,0001	12	0,0008	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	80	0,0002	20	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	74	0,0002	26	0,0010	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	39	0,0017	61	0,0025	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	65	0,0001	35	0,0003	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0004	2	0,0356	100
Construção	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	6	0,0003	94	0,0003	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	10	0,0001	90	0,0002	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	1	0,0025	99	0,0025	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	8	0,0002	92	0,0002	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	15	0,0001	85	0,0001	100
Atividades imobiliárias	0,0000	35	0,0000	65	0,0000	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Educação privada	0,0000	9	0,0002	91	0,0002	100
Saúde privada	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	4	0,0003	96	0,0004	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE L – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Ipatinga, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	44	0,4436	56	0,8025	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	40	0,5543	60	0,9133	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	52	0,3364	48	0,6953	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,1521	100	0,1527	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,1425	100	0,1432	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,0856	99	0,0863	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	1	0,3019	99	0,3027	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,0539	99	0,0546	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	1	0,0860	99	0,0868	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,1952	100	0,1959	100
Refino de petróleo e coqueiras	0,0007	6	0,0110	94	0,0117	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1083	99	0,1090	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,2838	100	0,2845	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,0945	99	0,0952	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	1	0,0731	99	0,0738	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	2	0,0428	98	0,0435	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,1806	100	0,1813	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,3761	100	0,3768	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2088	100	0,2095	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,4375	100	0,4382	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,1589	100	0,1597	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	2	0,0414	98	0,0421	100

Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,0572	99	0,0579	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,0676	99	0,0683	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0546	99	0,0553	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,1086	99	0,1093	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,0758	99	0,0766	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	18,4868	100	18,4870	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,1112	97	1,1464	100
Construção	0,0007	1	0,0577	99	0,0584	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,1660	100	0,1660	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,0614	100	0,0614	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,1596	100	0,1596	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,1109	100	0,1109	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0511	100	0,0511	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0147	100	0,0148	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,1491	100	0,1491	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0646	100	0,0646	100
Educação privada	0,0000	0	0,1793	100	0,1793	100
Saúde privada	0,0000	0	0,0742	100	0,0743	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,1167	100	0,1167	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).



**APÊNDICE M – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Juiz de Fora, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0068	2	0,3657	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0372	10	0,3961	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	92	0,0331	8	0,3920	100
Indústrias extrativas	0,0006	60	0,0004	40	0,0010	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0873	99	0,0880	100
Fabricação de bebidas	0,0007	4	0,0187	96	0,0194	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	21	0,0027	79	0,0034	100
Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	30	0,0017	70	0,0024	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0150	95	0,0157	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1202	99	0,1209	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	43	0,0010	57	0,0017	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	52	0,0006	48	0,0013	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	17	0,0033	83	0,0040	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	67	0,0003	33	0,0011	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	21	0,0027	79	0,0035	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	38	0,0011	62	0,0019	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	14	0,0043	86	0,0050	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	34	0,0014	66	0,0021	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	43	0,0009	57	0,0016	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	75	0,0002	25	0,0009	100

Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	60	0,0005	40	0,0012	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	62	0,0004	38	0,0011	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	14	0,0042	86	0,0049	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	51	0,0002	49	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0005	2	0,0356	100
Construção	0,0007	39	0,0011	61	0,0018	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0007	98	0,0007	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0108	100	0,0108	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100
Atividades imobiliárias	0,0000	27	0,0000	73	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0009	98	0,0009	100
Educação privada	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0009	0,9832	0,0010	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0012	99	0,0013	100
Serviços domésticos	0,0000	1	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

**APÊNDICE N – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Juiz de Fora, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	40	0,5491	60	0,9080	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	32	0,7560	68	1,1149	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	47	0,4060	53	0,7649	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,1999	100	0,2005	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,3638	100	0,3645	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1422	100	0,1429	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,4319	100	0,4326	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,0936	99	0,0943	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	1	0,1340	99	0,1347	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,2782	100	0,2789	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	3	0,0203	97	0,0210	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,3506	100	0,3513	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,3904	100	0,3911	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1343	100	0,1350	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1092	100	0,1100	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	0	0,0624	100	0,0631	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,2516	100	0,2523	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,4922	100	0,4929	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2290	100	0,2297	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,5700	100	0,5708	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,1875	100	0,1882	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	0	0,0602	100	0,0609	100

Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	0	0,0794	100	0,0802	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	0	0,0880	100	0,0887	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0737	99	0,0744	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,1433	99	0,1440	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,1088	99	0,1095	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	19,3445	100	19,3447	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,2439	97	1,2790	100
Construção	0,0007	1	0,0643	99	0,0650	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,2243	100	0,2243	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,0839	100	0,0839	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,2414	100	0,2414	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,1557	100	0,1557	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0718	100	0,0718	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0199	100	0,0199	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2001	100	0,2001	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0868	100	0,0868	100
Educação privada	0,0000	0	0,2416	100	0,2416	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1070	100	0,1070	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,1631	100	0,1631	100
Serviços domésticos	0,0000	0	0,0002	0	0,0002	0

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE O – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Barbacena, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0087	3	0,3676	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0386	10	0,3976	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0333	9	0,3922	100
Indústrias extrativas	0,0006	56	0,0005	44	0,0010	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0938	99	0,0945	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0286	98	0,0293	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0040	85	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	35	0,0013	65	0,0020	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0146	95	0,0153	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	42	0,0009	58	0,0017	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1884	99	0,1891	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	41	0,0010	59	0,0017	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	22	0,0025	78	0,0032	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	20	0,0028	80	0,0035	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	33	0,0014	67	0,0021	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	12	0,0050	88	0,0057	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	27	0,0019	73	0,0026	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	35	0,0014	65	0,0021	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	76	0,0002	24	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	54	0,0006	46	0,0013	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	62	0,0004	38	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	55	0,0006	45	0,0013	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	11	0,0054	89	0,0061	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	45	0,0003	55	0,0005	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	38	0,0012	62	0,0019	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0123	100	0,0123	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	6	0,0002	94	0,0003	100
Atividades imobiliárias	0,0000	24	0,0001	76	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0006	97	0,0006	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Educação privada	0,0000	4	0,0004	96	0,0005	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0013	99	0,0014	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE P – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Barbacena, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	34	0,6836	66	1,0425	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9340	73	1,2929	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44	0,4561	56	0,8150	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2776	100	0,2782	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4517	100	0,4524	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2162	100	0,2169	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5737	100	0,5744	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1073	100	0,1080	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1677	100	0,1684	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3563	100	0,3570	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	3	0,0243	97	0,0250	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6032	100	0,6039	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5376	100	0,5383	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1891	100	0,1898	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1445	100	0,1452	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	0	0,0805	100	0,0813	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3390	100	0,3397	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,7251	100	0,7259	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,3754	100	0,3761	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,8016	100	0,8023	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2810	100	0,2817	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0774	99	0,0781	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1074	99	0,1081	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1218	99	0,1225	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,1029	99	0,1036	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,2003	100	0,2010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1463	100	0,1470	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5464	100	20,5466	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4433	98	1,4784	100
Construção	0,0007	1	0,1197	99	0,1204	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,3076	100	0,3077	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1145	100	0,1146	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3227	100	0,3227	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,2074	100	0,2074	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0974	100	0,0974	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0284	100	0,0284	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2735	100	0,2735	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1194	100	0,1194	100
Educação privada	0,0000	0	0,3320	100	0,3320	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1403	100	0,1403	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2211	100	0,2211	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).



APÊNDICE Q – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Varginha, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0086	3	0,3675	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0417	11	0,4006	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	98	0,0278	2	0,3867	100
Indústrias extrativas	0,0006	62	0,0004	38	0,0009	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0975	99	0,0982	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0289	98	0,0296	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	14	0,0041	86	0,0048	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	64	0,0004	36	0,0011	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	28	0,0019	72	0,0026	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	6	0,0120	94	0,0127	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1892	100	0,1900	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	43	0,0010	57	0,0017	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	50	0,0007	50	0,0014	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	15	0,0038	85	0,0045	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	68	0,0003	32	0,0011	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	23	0,0024	77	0,0031	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	38	0,0012	62	0,0019	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	16	0,0036	84	0,0044	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	32	0,0016	68	0,0023	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	67	0,0004	33	0,0011	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	73	0,0003	27	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	77	0,0002	23	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	60	0,0005	40	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	13	0,0049	87	0,0056	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	48	0,0002	52	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	42	0,0010	58	0,0017	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	4	0,0003	96	0,0004	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0140	100	0,0140	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	6	0,0003	94	0,0003	100
Atividades imobiliárias	0,0000	24	0,0001	76	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0006	97	0,0006	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	1	0,0011	99	0,0011	100
Educação privada	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0011	98	0,0011	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0015	99	0,0016	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE R – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Varginha, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	33	0,7102	67	1,0692	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9613	73	1,3202	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44	0,4490	56	0,8079	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2717	100	0,2723	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4820	100	0,4827	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2244	100	0,2251	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5940	100	0,5947	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	0	0,1270	100	0,1277	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1844	100	0,1851	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3559	100	0,3567	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	3	0,0288	97	0,0295	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6210	100	0,6218	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5480	100	0,5487	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1851	100	0,1858	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1554	100	0,1561	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	0	0,0851	100	0,0858	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3538	100	0,3545	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,7198	100	0,7205	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2966	100	0,2973	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7706	100	0,7713	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2190	100	0,2197	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0829	99	0,0837	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1036	99	0,1043	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1081	99	0,1088	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,1296	99	0,1303	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1933	100	0,1940	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	0	0,1441	100	0,1448	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5447	100	20,5449	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4422	98	1,4773	100
Construção	0,0007	1	0,1150	99	0,1157	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,3081	100	0,3081	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1186	100	0,1186	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3358	100	0,3358	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,2078	100	0,2078	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0966	100	0,0966	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0285	100	0,0285	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2729	100	0,2729	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1197	100	0,1197	100
Educação privada	0,0000	0	0,3299	100	0,3300	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1468	100	0,1468	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2239	100	0,2239	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE S – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Pouso Alegre, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	98	0,0064	2	0,3653	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	90	0,0365	10	0,3954	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	95	0,0195	5	0,3784	100
Indústrias extrativas	0,0006	65	0,0003	35	0,0009	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0887	99	0,0894	100
Fabricação de bebidas	0,0007	3	0,0210	97	0,0218	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	20	0,0028	80	0,0036	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	30	0,0017	70	0,0024	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	8	0,0086	92	0,0093	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	36	0,0013	64	0,0020	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1338	99	0,1345	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	49	0,0007	51	0,0014	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	54	0,0006	46	0,0013	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	18	0,0034	82	0,0041	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	68	0,0003	32	0,0010	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	30	0,0017	70	0,0024	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	42	0,0010	58	0,0017	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	22	0,0026	78	0,0034	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	36	0,0012	64	0,0020	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	66	0,0004	34	0,0011	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	74	0,0002	26	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	77	0,0002	23	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	62	0,0004	38	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	16	0,0036	84	0,0043	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	59	0,0001	41	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0004	2	0,0356	100
Construção	0,0007	47	0,0008	53	0,0015	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	3	0,0007	97	0,0007	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0117	100	0,0117	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	4	0,0004	96	0,0005	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100
Atividades imobiliárias	0,0000	27	0,0000	73	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0009	98	0,0009	100
Educação privada	0,0000	4	0,0004	96	0,0004	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0009	98	0,0010	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0013	99	0,0013	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE T – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Pouso Alegre, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	51	0,3437	49	0,7026	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	44	0,4463	56	0,8052	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	54	0,2944	46	0,6533	100
Indústrias extrativas	0,0006	1	0,0735	99	0,0741	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,2244	100	0,2251	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,0810	99	0,0817	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	1	0,1540	99	0,1547	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	2	0,0325	98	0,0332	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	2	0,0504	98	0,0511	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	1	0,1044	99	0,1051	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	7	0,0096	93	0,0103	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,2765	100	0,2773	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,1418	100	0,1425	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,0510	99	0,0517	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	1	0,0469	99	0,0476	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	3	0,0243	97	0,0250	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	1	0,0939	99	0,0946	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	1	0,1894	99	0,1901	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	1	0,0863	99	0,0870	100
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,2132	100	0,2139	100

Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	1	0,0612	99	0,0619	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	3	0,0236	97	0,0243	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	3	0,0292	97	0,0299	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	2	0,0311	98	0,0318	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	2	0,0368	98	0,0375	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	2	0,0529	98	0,0536	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	2	0,0431	98	0,0438	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	17,2055	100	17,2057	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	4	0,9072	96	0,9424	100
Construção	0,0007	2	0,0325	98	0,0332	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,0819	100	0,0819	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,0325	100	0,0325	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,1015	100	0,1015	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,0562	100	0,0562	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0260	100	0,0260	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0076	100	0,0077	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,0738	100	0,0738	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0344	100	0,0344	100
Educação privada	0,0000	0	0,0870	100	0,0870	100
Saúde privada	0,0000	0	0,0406	100	0,0406	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,0611	100	0,0611	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).



APÊNDICE U – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Uberaba, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0085	3	0,3675	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0413	11	0,4002	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	93	0,0235	7	0,3825	100
Indústrias extrativas	0,0006	49	0,0006	51	0,0012	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0974	99	0,0981	100
Fabricação de bebidas	0,0007	1	0,0290	99	0,0297	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	16	0,0040	84	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	27	0,0019	73	0,0026	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	7	0,0105	93	0,0113	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	9	0,0076	91	0,0083	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	1	0,1896	99	0,1903	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	44	0,0009	56	0,0016	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	48	0,0008	52	0,0015	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	16	0,0040	84	0,0047	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	60	0,0005	40	0,0012	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	26	0,0020	74	0,0028	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	36	0,0013	64	0,0020	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	18	0,0034	82	0,0041	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	36	0,0013	64	0,0020	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	39	0,0011	61	0,0019	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	72	0,0003	28	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	69	0,0003	31	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	56	0,0006	44	0,0013	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	61	0,0004	39	0,0012	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	58	0,0005	42	0,0012	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	13	0,0048	87	0,0055	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	42	0,0003	58	0,0005	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	37	0,0012	63	0,0019	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	1	0,0011	99	0,0012	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0139	100	0,0140	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Atividades imobiliárias	0,0000	26	0,0000	74	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	2	0,0007	98	0,0007	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Educação privada	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0016	99	0,0016	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE V – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Uberaba, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	34	0,7074	66	1,0663	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9516	73	1,3106	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	45	0,4388	55	0,7978	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2712	100	0,2718	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4732	100	0,4739	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2100	100	0,2107	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5725	100	0,5732	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	2	0,1056	98	0,1064	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1733	100	0,1740	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3587	100	0,3594	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	2	0,0491	98	0,0498	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6196	100	0,6204	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5409	100	0,5416	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1879	100	0,1886	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1494	100	0,1501	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	0	0,0813	100	0,0820	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3405	100	0,3413	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,6694	100	0,6701	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,3077	100	0,3085	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7486	100	0,7493	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2685	100	0,2692	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0777	99	0,0784	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1049	99	0,1056	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1188	99	0,1195	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0967	99	0,0974	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1935	100	0,1942	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,1425	99	0,1432	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5403	100	20,5405	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	2	1,4300	98	1,4652	100
Construção	0,0007	1	0,0831	99	0,0838	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,3045	100	0,3045	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1168	100	0,1168	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3271	100	0,3271	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,2043	100	0,2043	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0931	100	0,0931	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0259	100	0,0259	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2660	100	0,2660	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1133	100	0,1133	100
Educação privada	0,0000	0	0,3289	100	0,3289	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1319	100	0,1319	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2168	100	0,2168	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE W – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Uberlândia, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0086	3	0,3675	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0416	11	0,4005	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	93	0,0246	7	0,3835	100
Indústrias extrativas	0,0006	44	0,0007	56	0,0013	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0976	99	0,0983	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0304	98	0,0311	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	15	0,0040	85	0,0048	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	68	0,0003	32	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	26	0,0020	74	0,0027	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	6	0,0109	94	0,0116	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	8	0,0084	92	0,0091	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1897	100	0,1904	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	44	0,0009	56	0,0016	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	48	0,0008	52	0,0015	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	15	0,0040	85	0,0047	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	58	0,0005	42	0,0012	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	26	0,0021	74	0,0028	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	18	0,0031	82	0,0038	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	42	0,0010	58	0,0017	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	59	0,0005	41	0,0012	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	75	0,0002	25	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	64	0,0004	36	0,0011	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	64	0,0004	36	0,0011	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0049	88	0,0056	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	37	0,0004	63	0,0006	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0005	2	0,0357	100
Construção	0,0007	36	0,0013	64	0,0020	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	1	0,0016	99	0,0016	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0153	100	0,0153	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	2	0,0009	98	0,0010	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	5	0,0003	95	0,0004	100
Atividades imobiliárias	0,0000	25	0,0000	75	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	3	0,0006	97	0,0006	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Educação privada	0,0000	3	0,0005	97	0,0006	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0011	98	0,0011	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0017	99	0,0018	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

**APÊNDICE X – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Uberlândia, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	36	0,6558	64	1,0147	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	27	0,9426	73	1,3015	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	45	0,4384	56	0,7973	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2749	100	0,2755	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4753	100	0,4761	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,2204	100	0,2211	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5709	100	0,5716	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,1112	99	0,1119	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	0	0,1807	100	0,1814	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3521	100	0,3528	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	0	0,0561	100	0,0568	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,5962	100	0,5970	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5178	100	0,5185	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1842	100	0,1849	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1484	100	0,1492	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0861	99	0,0868	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3324	100	0,3331	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,6679	100	0,6686	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2752	100	0,2760	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7293	100	0,7301	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2201	100	0,2208	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0846	99	0,0853	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,1008	99	0,1016	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,1094	99	0,1101	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0966	99	0,0973	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	0	0,1810	100	0,1817	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,1438	99	0,1445	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,5435	100	20,5438	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,4283	97	1,4634	100
Construção	0,0007	1	0,0842	99	0,0850	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,3078	100	0,3078	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1243	100	0,1244	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3371	100	0,3372	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,2205	100	0,2205	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,1016	100	0,1016	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0270	100	0,0270	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2682	100	0,2682	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1143	100	0,1143	100
Educação privada	0,0000	0	0,3316	100	0,3316	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1410	100	0,1410	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2210	100	0,2210	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).



APÊNDICE Y – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Patos de Minas, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0089	3	0,3678	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0427	11	0,4016	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0337	9	0,3926	100
Indústrias extrativas	0,0006	60	0,0004	40	0,0010	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0981	99	0,0988	100
Fabricação de bebidas	0,0007	3	0,0290	97	0,0297	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	16	0,0039	84	0,0047	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	73	0,0003	27	0,0010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	27	0,0019	73	0,0026	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0145	95	0,0152	100
Refino de petróleo e coquearias	0,0007	11	0,0063	89	0,0070	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1898	100	0,1905	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	40	0,0011	60	0,0018	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	50	0,0007	50	0,0014	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	16	0,0040	84	0,0047	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	63	0,0004	37	0,0011	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	21	0,0027	79	0,0035	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	40	0,0011	60	0,0018	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	14	0,0044	86	0,0051	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	30	0,0016	70	0,0023	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	63	0,0004	37	0,0011	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	74	0,0002	26	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	79	0,0002	21	0,0009	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	71	0,0003	29	0,0010	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	71	0,0003	29	0,0010	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	74	0,0002	25	0,0010	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0052	88	0,0059	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	51	0,0002	49	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0006	2	0,0357	100
Construção	0,0007	38	0,0012	62	0,0019	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0009	98	0,0009	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0142	100	0,0142	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	2	0,0007	98	0,0007	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Atividades imobiliárias	0,0000	24	0,0001	76	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	2	0,0007	98	0,0007	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	1	0,0011	99	0,0011	100
Educação privada	0,0000	3	0,0005	97	0,0005	100
Saúde privada	0,0000	2	0,0011	98	0,0011	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0016	99	0,0016	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE Z – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Patos de Minas, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	34	0,6774	66	1,0363	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	28	0,9189	72	1,2778	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	44	0,4506	56	0,8095	100
Indústrias extrativas	0,0006	0	0,2581	100	0,2587	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,4583	100	0,4590	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1987	100	0,1994	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,5451	100	0,5458	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,1002	99	0,1010	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	1	0,1660	99	0,1667	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,3374	100	0,3381	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	2	0,0425	98	0,0432	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,6003	100	0,6010	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,5185	100	0,5192	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	0	0,1682	100	0,1689	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	0	0,1379	100	0,1386	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0754	99	0,0761	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,3234	100	0,3241	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,6328	100	0,6336	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,3277	100	0,3284	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,7459	100	0,7466	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,2053	100	0,2060	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0727	99	0,0734	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,0922	99	0,0930	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,0961	99	0,0968	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0823	99	0,0830	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,1690	99	0,1697	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,1304	99	0,1311	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	20,3287	100	20,3290	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,3991	97	1,4342	100
Construção	0,0007	1	0,0686	99	0,0693	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,2887	100	0,2887	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,1069	100	0,1070	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,3161	100	0,3161	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,1901	100	0,1902	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0888	100	0,0889	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0251	100	0,0251	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,2569	100	0,2569	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,1117	100	0,1117	100
Educação privada	0,0000	0	0,3116	100	0,3117	100
Saúde privada	0,0000	0	0,1299	100	0,1299	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,2079	100	0,2079	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

**APÊNDICE A1 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do consumo de água de todos os setores na economia de Divinópolis, 2019**

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(hm <sup>3</sup> )/R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm <sup>3</sup>	%	hm <sup>3</sup>	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	97	0,0089	3	0,3678	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	89	0,0428	11	0,4017	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	91	0,0337	9	0,3926	100
Indústrias extrativas	0,0006	53	0,0005	47	0,0011	100
Fabricação de alimentos	0,0007	1	0,0982	99	0,0989	100
Fabricação de bebidas	0,0007	2	0,0292	98	0,0299	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	14	0,0041	86	0,0048	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	62	0,0004	38	0,0012	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	26	0,0020	74	0,0027	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	5	0,0148	95	0,0155	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	10	0,0063	90	0,0070	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,1898	100	0,1906	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	40	0,0011	60	0,0018	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	46	0,0009	54	0,0016	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	14	0,0041	86	0,0048	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	59	0,0005	41	0,0012	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	19	0,0029	81	0,0036	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	33	0,0014	67	0,0022	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	12	0,0049	88	0,0056	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	28	0,0018	72	0,0025	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	70	0,0003	30	0,0010	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	64	0,0004	36	0,0011	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	51	0,0007	49	0,0014	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	12	0,0054	88	0,0061	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	47	0,0002	53	0,0004	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	98	0,0007	2	0,0358	100
Construção	0,0007	32	0,0015	68	0,0022	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	2	0,0010	98	0,0010	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	3	0,0006	97	0,0006	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,0143	100	0,0143	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	2	0,0008	98	0,0009	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	5	0,0003	95	0,0003	100
Atividades imobiliárias	0,0000	20	0,0001	80	0,0001	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	2	0,0008	98	0,0008	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	1	0,0012	99	0,0012	100
Educação privada	0,0000	3	0,0005	97	0,0006	100
Saúde privada	0,0000	1	0,0012	99	0,0012	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	1	0,0017	99	0,0017	100
Serviços domésticos	0,0000	100	0,0000	0	0,0000	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).

APÊNDICE B1 – Composição do requerimento total (hm<sup>3</sup>/R\$) do uso de água de todos os setores na economia de Divinópolis, 2019

Setores selecionados	Composição água virtual em hm <sup>3</sup> /10 R\$					
	Direto		Indireto		Total	
	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(hm <sup>3</sup> ) /R\$	%	(direto + indireto)	%
	hm3	%	hm3	%	(direto + indireto)	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,3589	42	0,4817	58	0,8406	100
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,3589	35	0,6646	65	1,0235	100
Produção florestal; pesca e aquicultura	0,3589	48	0,3766	52	0,7355	100
Indústrias extrativas	0,0006	1	0,1609	99	0,1614	100
Fabricação de alimentos	0,0007	0	0,3403	100	0,3410	100
Fabricação de bebidas	0,0007	0	0,1511	100	0,1518	100
Fabricação de produtos têxteis	0,0007	0	0,3378	100	0,3385	100
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,0007	1	0,0717	99	0,0724	100
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,0007	1	0,1042	99	0,1049	100
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,0007	0	0,2165	100	0,2172	100
Refino de petróleo e coquerias	0,0007	2	0,0302	98	0,0309	100
Fabricação de biocombustíveis	0,0007	0	0,4750	100	0,4757	100
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,0007	0	0,3049	100	0,3056	100
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,0007	1	0,1118	99	0,1125	100
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,0007	1	0,0942	99	0,0949	100
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0007	1	0,0498	99	0,0505	100
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,0007	0	0,2021	100	0,2028	100
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	0,0007	0	0,4171	100	0,4178	100
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,0007	0	0,2252	100	0,2259	100

Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	0,0007	0	0,4686	100	0,4693	100
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,0007	0	0,1695	100	0,1702	100
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,0007	1	0,0478	99	0,0485	100
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,0007	1	0,0658	99	0,0665	100
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	0,0007	1	0,0758	99	0,0765	100
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	0,0007	1	0,0766	99	0,0773	100
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,0007	1	0,1234	99	0,1241	100
Demais setores da indústria de transformação	0,0007	1	0,0907	99	0,0914	100
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	0,0002	0	18,5984	100	18,5986	100
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,0351	3	1,1333	97	1,1684	100
Construção	0,0007	1	0,0758	99	0,0765	100
Comércio varejista e atacadista, inclusive reparação de veículos automotores e motocicletas	0,0000	0	0,1779	100	0,1780	100
Transporte, Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	0,0000	0	0,0688	100	0,0688	100
Alojamento e Alimentação	0,0000	0	0,2025	100	0,2025	100
Serviços de Informação e Comunicação	0,0000	0	0,1220	100	0,1221	100
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,0000	0	0,0567	100	0,0567	100
Atividades imobiliárias	0,0000	0	0,0166	100	0,0166	100
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,0000	0	0,1593	100	0,1593	100
Administração pública, educação e saúde públicas, defesa e seguridade social	0,0000	0	0,0716	100	0,0716	100
Educação privada	0,0000	0	0,1898	100	0,1898	100
Saúde privada	0,0000	0	0,0837	100	0,0837	100
Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços	0,0000	0	0,1291	100	0,1291	100
Serviços domésticos	0,0000	7	0,0002	93	0,0002	100

Fonte: Resultados da pesquisa (2024).