

Capítulo 6

Disponibilidade e demanda de uso da água

Daniel Pereira Guimarães

Elena Charlotte Landau

Variações espaço-temporais relacionadas com aspectos climáticos, assim como a padrões de cobertura e uso da terra, afetam os recursos hídricos, com a possibilidade de aumento ou diminuição do volume e degradação da qualidade de água, resultando em possíveis conflitos de uso do recurso. Assim, o levantamento da disponibilidade hídrica é importante para a análise do potencial de uso da água e autorização de outorgas para diversas finalidades de uso antrópico no âmbito da bacia. A seguir, são abordadas análises em termos de variação da vazão e da localização das outorgas de direito de uso da água na bacia.

6.1 Recursos hídricos: vazão

A escassez hídrica, provocada pelos baixos índices pluviométricos, é principal fator limitante para o desenvolvimento econômico do Vale do Jequitinhonha. O diagnóstico realizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (2020) revela que os índices de segurança hídrica (ISH) são adequados apenas no entorno das usinas hidrelétricas de Irapé e Itapebi, conforme mostra a Figura 6.1. A determinação do ISH leva em consideração o atendimento da segurança de abastecimento hídrico para satisfazer as demandas dos seres humanos (garantia de água para abastecimento e cobertura da rede de abastecimento), desenvolvimento econômico (garantia de água para irrigação e pecuária e a garantia de água para atividade Industrial), meio ambiente (quantidade e qualidade adequada de água para usos naturais e segurança de barragens de rejeito de mineração) e resiliência (reservação natural e artificial, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica). Outros barramentos, como as barragens de Salinas, de Calhauzinho, no município de Araçuaí, e Setúbal, em Jenipapo de Minas, têm como objetivos principais o fornecimento de água para as zonas urbanas.

A análise das vazões do Rio Jequitinhonha baseou-se nas medições diárias da estação fluviométrica 54780000, localizada no município de Jacinto, Minas Gerais, representando a vazão de uma área de captação na bacia hidrográfica de 62.700 km². As coletas de dados foram executadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) com uma série histórica desde outubro de 1941 (Maranhão; Pereira, 2017). A Figura 6.2 mostra as vazões máximas, mínimas e médias registradas nos últimos 80 anos. Verifica-se que a maior vazão registrada ocorreu no dia 18/12/1989, com um volume de 6.428 m³/s; enquanto a menor vazão ocorreu no início do mês de outubro de 1998, com um volume de 16,0 m³/s.

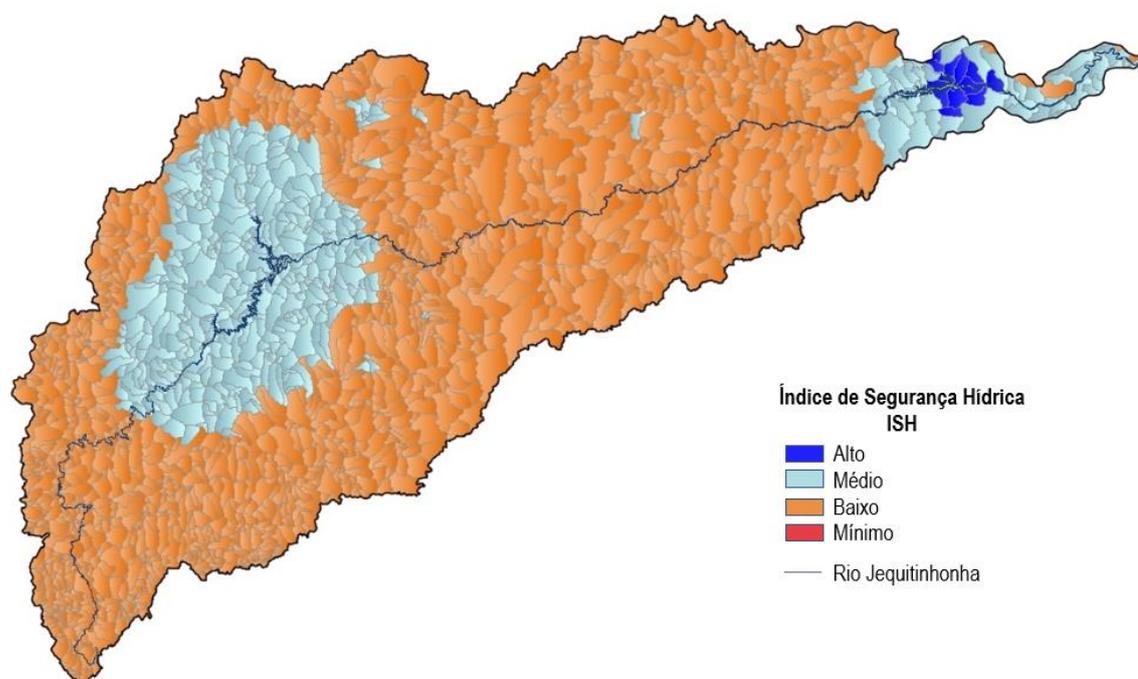


Figura 6.1. Índices de segurança hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020).

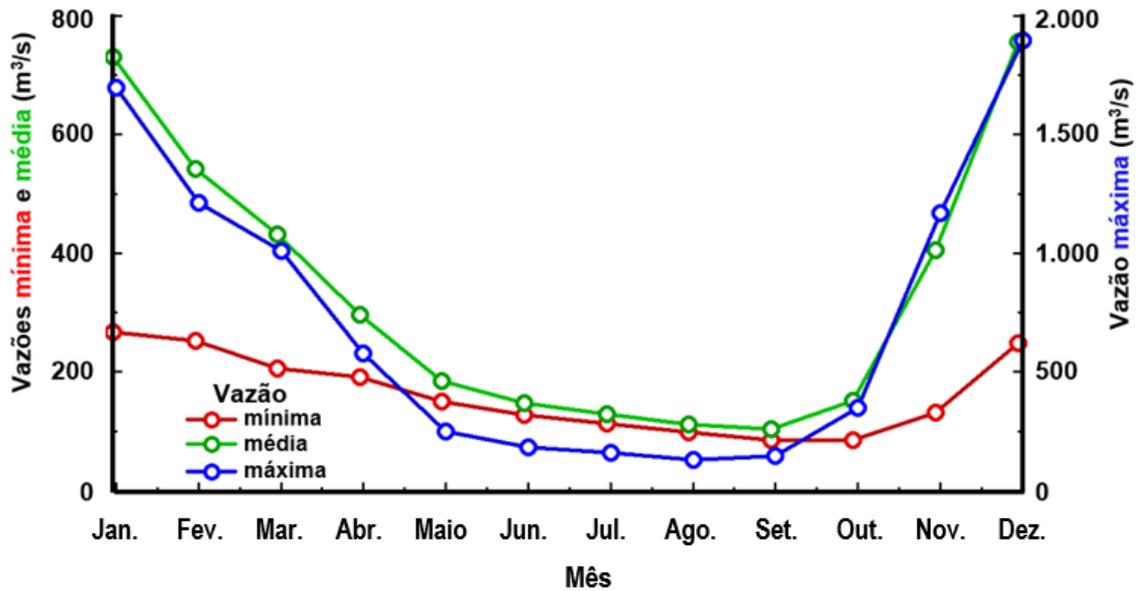


Figura 6.2. Vazões mensais mínimas, médias e máximas do Rio Jequitinhonha nos últimos 80 anos na estação fluviométrica 54780000 de Jacinto, MG, situada na região do Baixo Jequitinhonha, a 40 km da divisa com o estado da Bahia.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020).

A Figura 6.3 mostra as variações nas curvas de permanência ao longo do Rio Jequitinhonha, sendo que as maiores alterações ocorreram no período recente, em função do impacto causado pela construção da represa da usina hidrelétrica de Irapé. O índice Q-95%, correspondente à vazão presente no rio durante pelo menos 95% do tempo, apresentou reduções de cerca de 20% entre os valores ocorridos de 1940 a 1969, em comparação com aqueles verificados entre 1970 e 2005. As mudanças de tendências nas curvas de permanência do Rio Jequitinhonha mostram que a construção da represa de Irapé teve impactos na ocorrência de enchentes, que foram praticamente extintas após o ano de 2006, com impactos positivos no caso de evitar alagamentos nas áreas urbanas e cultivos agrícolas. Contudo, esse impacto é danoso para o meio ambiente por reduzir a ocorrência de áreas alagadas e fertilização das várzeas. Por outro lado, o gerenciamento das vazões visando a geração de energia elétrica contribuiu para evitar escassez hídrica extrema durante os períodos de estiagem, contribuindo para aumentar a segurança hídrica na região.

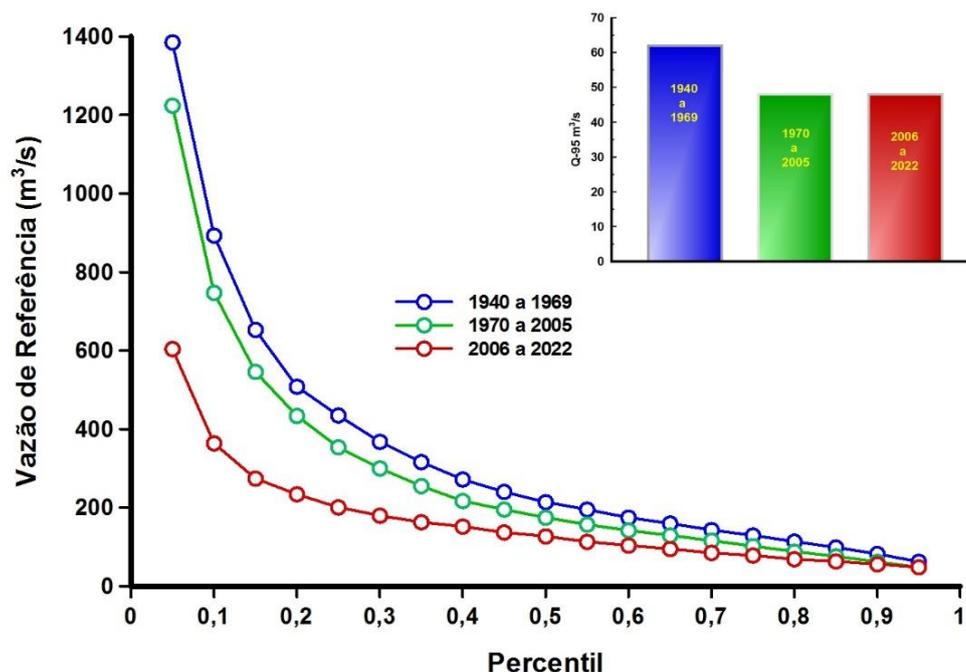


Figura 6.3. Curvas de Permanência e vazões de referência (Q-95%) do Rio Jequitinhonha entre os anos de 1940 a 1969, 1970 a 2005 e 2006 a 2022 na estação fluviométrica 54780000 de Jacinto, MG.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020).

Outra abordagem sobre a variabilidade das vazões do Rio Jequitinhonha ao longo do tempo foi efetuada com o treinamento de uma rede neural artificial para a análise das tendências de mudanças durante o período chuvoso (vazões observadas nos meses de janeiro, fevereiro e março) e o período de estiagem (vazões observadas nos meses de junho, julho, agosto e setembro). A arquitetura da rede é apresentada na Figura 6.4. A série histórica usada na análise excluiu as vazões ocorridas após o ano de 2005, antes da construção da represa de Irapé, ou seja, no período em que as vazões não sofreram impactos do gerenciamento hídrico do curso d'água.

Os resultados do treinamento da rede neural e a contribuição das variáveis de input são apresentados na Figura 6.5.

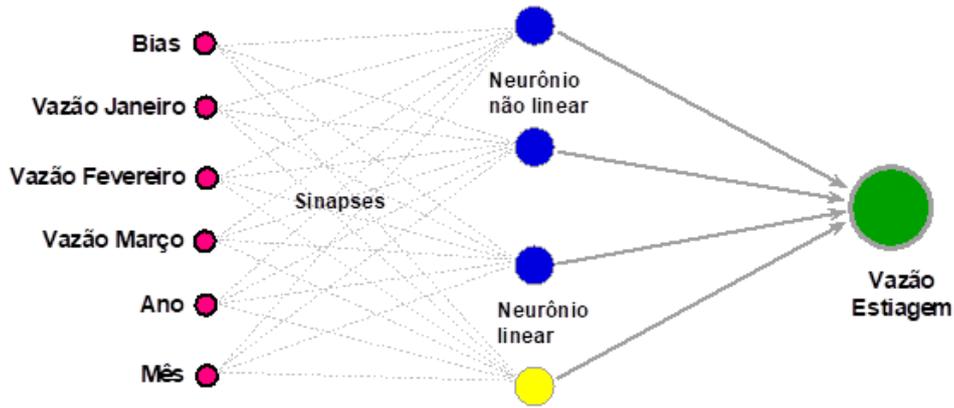


Figura 6.4. Arquitetura da rede neural artificial (*perceptron*) adotada para a modelagem das variações das vazões ao longo dos últimos 65 anos entre os períodos de cheia e estiagem.

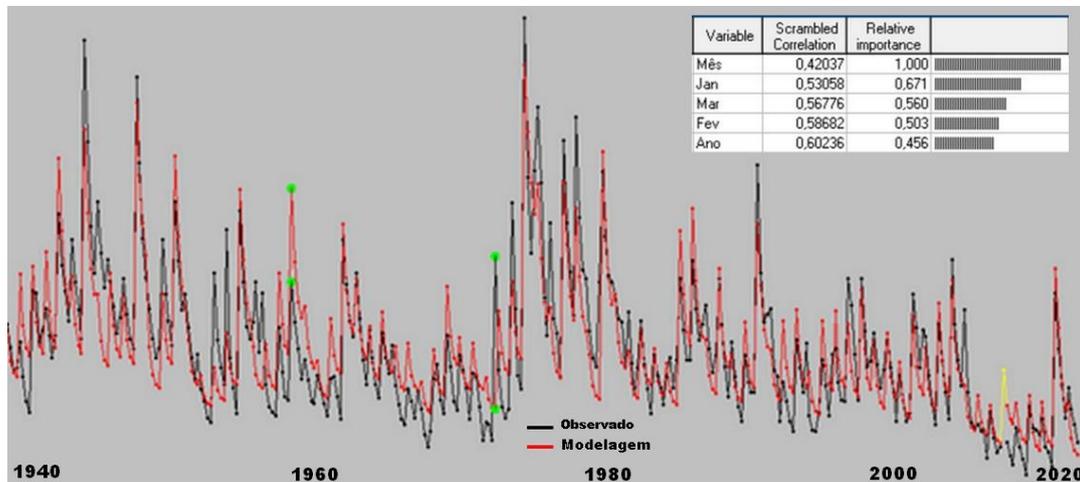


Figura 6.5. Vazões estimadas no período de estiagem do Rio Jequitinhonha e contribuição das variáveis de input no processo de modelagem a partir da rede neural artificial.

Verifica-se que as vazões observadas durante o mês de março (final do período chuvoso na região) apresentam as melhores correlações com as vazões esperadas durante o período de estiagem. Essa abordagem permite avaliar a tendência de redução nas vazões durante a estiagem a partir das condições observadas no período chuvoso, constituindo-se em importante ferramenta para o gerenciamento do uso da água na bacia hidrográfica.

A simulação das tendências de variação das vazões nos meses de estiagem (junho, julho agosto e setembro), entre os anos de 1940 e 2020, para condições iniciais de altas, médias e baixas vazões durante o período chuvoso (janeiro, fevereiro e março), é apresentada na Figura 6.6.

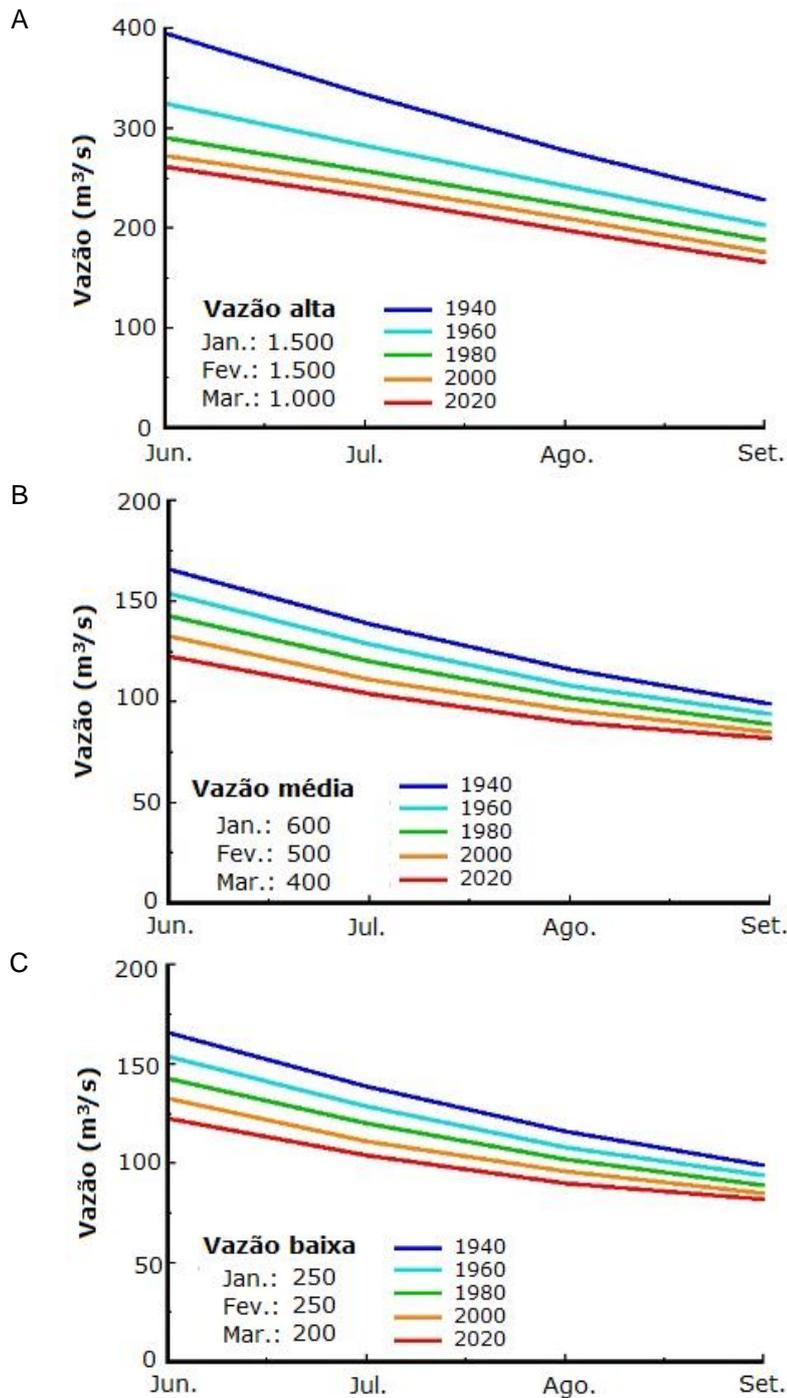


Figura 6.6. Tendências de alterações nas vazões do Rio Jequitinhonha na estação fluviométrica 54780000 de Jacinto, MG, ao longo do tempo durante o período de estiagem.

Os resultados mostram que o curso d'água vem sofrendo tendência temporal de perdas de vazão entre períodos de estiagem de décadas subsequentes, independentemente da condição inicial de vazão verificada no período chuvoso prévio. Durante a década de 1940, o Rio Jequitinhonha mantinha vazões cerca de 30% superiores às atuais durante o período de estiagem, indicando que havia maiores taxas de infiltração da água das chuvas no solo

e menores perdas por escoamento superficial. As reduções nas vazões ao longo do período de estiagem (junho, julho, agosto e setembro) tendem a manter um padrão de redução nesses valores. Os resultados, obtidos tanto pelo processo de modelagem como pelo cálculo da curva de permanência das vazões em três séries históricas, apontam para o mesmo sentido: perda de vazão do rio ao longo do tempo. Esses resultados indicam claramente a necessidade da adoção de medidas que visem a recuperação do Rio Jequitinhonha: controle de erosão, recuperação de nascentes, manutenção das matas ciliares, recomposição da vegetação nativa, educação ambiental, técnicas para aumento da infiltração da água no solo e uso racional da água.

A Figura 6.7 representa a espacialização das vazões de referência Q-95%, efetuada com base nas informações disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA/Hidroweb) para a Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, e indica, assim, como o levantamento dos Índices de Segurança Hídrica, a baixa oferta hídrica dos cursos d'água pertencentes à bacia hidrográfica. O Rio Araçuaí é o principal afluente do Rio Jequitinhonha. Pela margem direita há ainda os rios Piauí e São Miguel. Pela margem esquerda, os principais tributários são os rios Itacambirucu, Salinas, São Pedro e São Francisco.

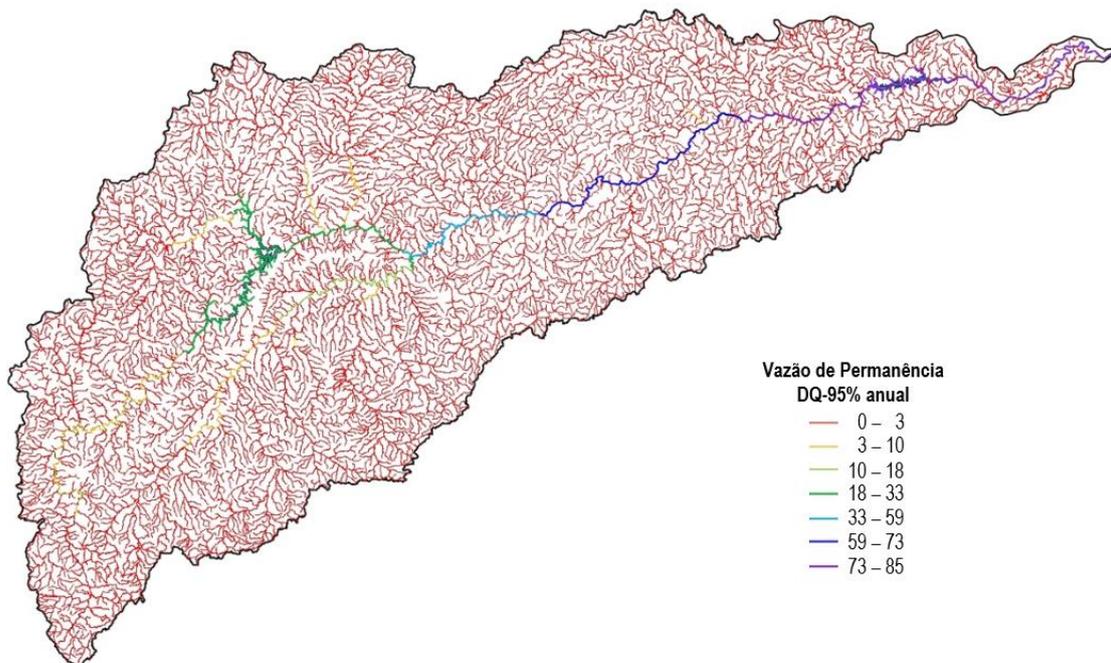


Figura 6.7. Vazão de Referência (Q-95%) dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha.

Elaboração: Daniel Pereira Guimarães.

Fonte: Adaptado de HidroWeb (Agência Nacional de Águas, 2023).

6.2 Demanda de uso da água: outorgas de direito de uso de recursos hídricos

A outorga de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos das Políticas Nacional (Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997) e Estaduais de Recursos Hídricos. É de fundamental importância para o gerenciamento dos recursos hídricos, permitindo o controle quantitativo e qualitativo do uso da água, visando uma distribuição mais justa e equilibrada do uso do recurso, procurando minimizar conflitos entre os diversos setores de usuários. O direito de uso é normalmente concedido por prazo definido, conforme a finalidade, podendo ser renovado ou suspenso/cancelado/extinto em casos de escassez, descumprimento dos termos da outorga por parte do usuário ou em função da ocorrência de demanda(s) de uso prioritário de interesse público. Assim, a outorga é condição para obter a legalidade e regularidade em relação ao uso de recursos hídricos no caso de implantação, ampliação ou alteração de um empreendimento que demande o uso de água superficial ou subterrânea, além da execução de obras ou serviços que alterem o regime, quantidade e/ou qualidade da água.

A concessão de outorga de direito de uso de águas da União (ou federais)¹ compete à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), enquanto a de uso de águas subterrâneas e superficiais de domínio estadual² compete ao órgão estadual da Unidade da Federação correspondente. No caso do estado de Minas Gerais, o órgão responsável é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Outorgas podem ser requeridas para diversas finalidades. Os usos consuntivos da água são aqueles que subtraem uma parcela da disponibilidade hídrica em determinado ponto de captação, como para fins de abastecimento doméstico, uso industrial ou irrigação de culturas agrícolas. Também podem ser requeridas outorgas para lançamento de efluente em curso d'água, para o que é considerada a capacidade do corpo hídrico receptor de assimilação ou autodepuração de parâmetros de qualidade outorgáveis, avaliando seu impacto potencial sobre o oxigênio dissolvido, conforme legislação e normas vigentes, que podem ser consultadas em Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2010).

¹ Águas superficiais de domínio da União ou federal: rios e lagos que banham mais de uma Unidade da Federação, podendo representar limites entre estados ou países vizinhos.

² Águas superficiais de domínio estadual: cursos d'água que desde a nascente até a sua foz escoam passando apenas por apenas uma Unidade da Federação.

Foram analisadas as outorgas vigentes em 2020 e 2021 na área da bacia, a partir dos registros disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021a, 2021b), incluindo outorgas de captação e de lançamento, além do cadastro de barragens (reservatórios formados por barramento de cursos d'água). Do total de registros para a área da bacia, foram excluídos os referentes a outorgas canceladas, revogadas, suspensas, inválidas, indeferidas ou desativadas.

No total foram identificadas 1.819 outorgas de direito de uso dos recursos hídricos da bacia em 2020 e/ou 2021, sendo 63,83% (1.123) estaduais e 36,17% (658) federais. Entre as estaduais, 1.123 outorgas foram concedidas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), de Minas Gerais, e 38 pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), do estado da Bahia.

Quanto ao tipo de interferência, a grande maioria provém de captação (83,73%, 1.523 outorgas), havendo 10,45% (190) de barragem, 5,17% (94) de ponto de referência e 0,66% (12) de lançamento. Assim, quase 80% (78,01%, 882 outorgas) provêm de águas superficiais, sendo 48,49% (882) de rios ou cursos d'água e 29,52% (537) de espelhos d'água (Figura 6.8, Tabela 6.1). Em torno de um quinto das outorgas foram para uso de água subterrânea de poço (21,99%, 400 outorgas).

Os municípios com maior número de outorgas no âmbito da bacia são: Jequitinhonha, MG (166); Itaobim, MG (99); Itinga, MG (94); Capelinha, MG (90) e Diamantina, MG (83), sendo a maioria das outorgas destes para utilização de águas superficiais (Tabela 6.1). Os municípios com vazões máximas aprovadas para captação de água acima de 2.000 m³/h no âmbito da bacia foram Jequitinhonha, MG (15.979,22 m³/h); Itapebi, BA (9.159,59 m³/h); Araçuaí, MG (7.4-6,10 m³/h); Itinga, MG (6.750,53 m³/h); Berilo, MG (6.481,95 m³/h); Salto da Divisa, MG (5.981,67 m³/h); Diamantina, MG (4.540,82 m³/h); Itaobim, MG (4.149,16 m³/h); Jacinto, MG (3.245,31 m³/h); Almenara, MG (2.811,12 m³/h) e Jenipapo de Minas, MG (2.644,20 m³/h) (Tabela 6.2). Mais de 70% das vazões concedidas para captação de água nesses municípios foram para fins de irrigação, excetuando-se Itapebi, BA e Berilo, MG. Em Itapebi, BA, 93,89% (8.600,00 m³/h) das vazões de captação foram concedidos para uso da indústria; e em Berilo, MG, 95,63% (6.198,80 m³/h), para mineração (sem extração de areia e/ou cascalho em leito de rio).

Em termos de finalidade, mais de 40% das outorgas foi concedida para fins de irrigação (40,74%, 741 outorgas), 14,84% (270) para abastecimento público, 10,34% (188) para reservatório/barragem/regularização de vazões para usos múltiplos, 8,14% (148) para consumo humano, 3,57% (65) para obras hidráulicas, 2,97% (54) para criação animal, 2,97% (54) para a indústria, 2,75% (50) para mineração, 1,98% (36) para serviços, e menos de 2% para aquicultura, termoelétrica, aproveitamento hidroelétrico e para fins de transposição (Figura 6.8). Em termos de vazão, mais de 60% (64,29%, 57.066,72 m³/h) da vazão máxima outorgada para captação de água na bacia foram para fins de irrigação, seguido de 11,27% (10.003,01 m³/h) para a indústria, 8,83% para fins de mineração (1.029,95 m³/h para mineração com extração de areia/cascalho em leito de rio e 6.838,90 m³/h para mineração através de outros processos extrativos), 7,21% (6.403,25 m³/h) para abastecimento público e menos de 2% para consumo humano (1,11%, 982,86 m³/h), criação animal (0,51%, 454,75 m³/h), termoelétrica (0,36%, 320,00 m³/h), obras hidráulicas (0,26%, 230,00 m³/h) e aquicultura em tanque escavado (0,23%, 200,43 m³/h) (Figuras 6.9, 6.10 e 6.11).

Nove municípios mineiros apresentaram outorgas de captação de água concedidas para irrigação superiores a 2.000 m³/h dentro da área da bacia: Jequitinhonha, MG (15.316,23 m³/h); Itinga, MG (6.142,97 m³/h); Araçuaí, MG 5.918,58 m³/h); Salto da Divisa, MG (5.005,88 m³/h); Itaobim, MG (3.552,75 m³/h); Diamantina, MG (3.276,05 m³/h); Jacinto, MG (2.909,83 m³/h); Jenipapo de Minas, MG (2.567,16 m³/h) e Almenara, MG (2.170,74 m³/h).

Os municípios com outorgas aprovadas de lançamento de água foram Itapebi, BA (6.660,00 m³/h para a indústria, 3,00 m³/h para esgotamento sanitário e 0,11 m³/h referente a consumo humano); Grão Mogol, MG (85,00 m³/h referente a termoelétrica); Itaobim, MG (72,71 m³/h para esgotamento sanitário); Jacinto, MG (69,18 m³/h para esgotamento sanitário); Salto da Divisa, MG (39,87 m³/h para esgotamento sanitário); Belmonte, BA (37,00 m³/h para esgotamento sanitário); Bandeira, MG (0,11 referente a consumo humano) e Berilo, MG (0,08 m³/h decorrente de consumo humano).

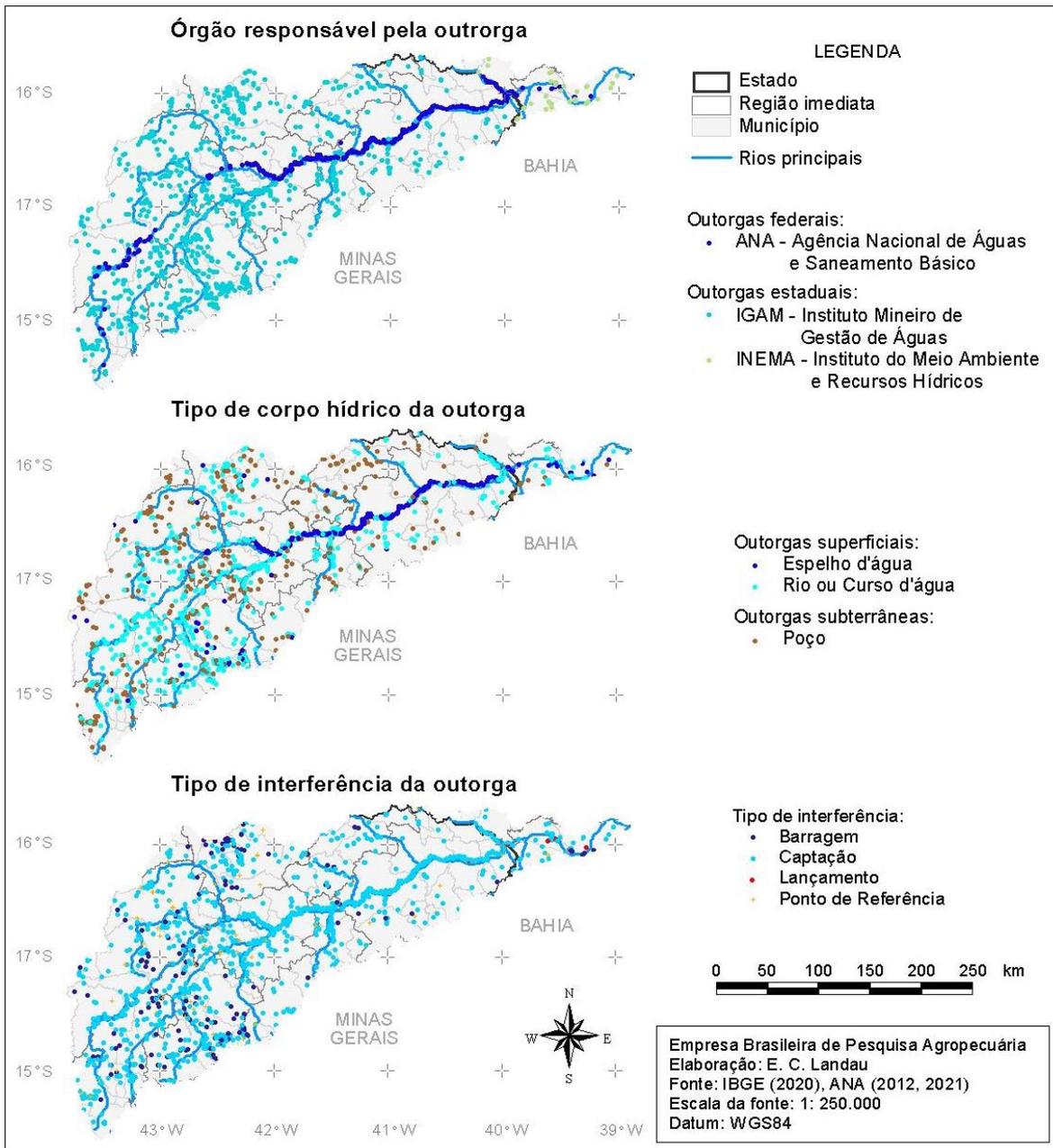


Figura 6.8. Localização geográfica e características das outorgas de direito de uso da água em 2020 e/ou 2021 na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012, 2021b) e IBGE (2020a).

Tabela 6.1. Outorgas subterrâneas e superficiais de direito de uso de recursos hídricos por município, concedidos na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha em 2020-2021. Municípios apresentados em ordem decrescente de número total de outorgas concedidas no período.

Município e estado	Outorgas de uso da água (número de outorgas)			
	Subterrânea	Superficial	Total	
Jequitinhonha	MG	5	161	166
Itaobim	MG	3	96	99
Itinga	MG	7	87	94
Capelinha	MG	10	80	90
Diamantina	MG	35	48	83
Araçuaí	MG	10	71	81
Almenara	MG	10	68	78
Itamarandiba	MG	7	52	59
Salto da Divisa	MG	0	59	59
Carbonita	MG	7	48	55
Coronel Murta	MG	2	47	49
Grão Mogol	MG	24	25	49
Jacinto	MG	1	44	45
Turmalina	MG	10	35	45
Novorizonte	MG	8	33	41
Ponto dos Volantes	MG	4	29	33
Botumirim	MG	4	28	32
Medina	MG	17	14	31
Salinas	MG	14	16	30
Cristália	MG	12	13	25
Minas Novas	MG	7	18	25
Pedra Azul	MG	16	9	25
Senador Modestino Gonçalves	MG	13	11	24
Itapebi	BA	4	19	23
Veredinha	MG	2	21	23
Angelândia	MG	2	20	22
Fruta de Leite	MG	8	13	21
Itacambira	MG	9	11	20
Novo Cruzeiro	MG	10	8	18
Virgem da Lapa	MG	6	12	18
Olhos-d'Água	MG	7	10	17
São Gonçalo do Rio Preto	MG	3	14	17
Aricanduva	MG	5	11	16

Continua...

Tabela 6.1. Continuação.

Município e estado	Outorgas de uso da água (número de outorgas)			
	Subterrânea	Superficial	Total	
Belmonte	BA	1	15	16
Berilo	MG	4	12	16
Francisco Badaró	MG	3	13	16
Joáima	MG	3	13	16
José Gonçalves de Minas	MG	8	8	16
Leme do Prado	MG	7	9	16
Chapada do Norte	MG	7	8	15
Itagimirim	BA	8	7	15
Rubelita	MG	3	12	15
Felício dos Santos	MG	4	9	13
Bocaiúva	MG	5	5	10
Cachoeira de Pajeú	MG	7	3	10
Itarantim	BA	3	7	10
Santa Maria do Salto	MG	0	10	10
Taiobeiras	MG	5	5	10
Jenipapo de Minas	MG	2	7	9
Felisburgo	MG	3	5	8
Padre Paraíso	MG	7	1	8
Couto de Magalhães de Minas	MG	1	6	7
Riacho dos Machados	MG	6	1	7
Comercinho	MG	2	4	6
Guaraciama	MG	5	1	6
Jordânia	MG	0	6	6
Josenópolis	MG	5	1	6
Santa Cruz de Salinas	MG	3	3	6
Caraí	MG	1	3	4
Divisópolis	MG	2	2	4
Monte Formoso	MG	2	2	4
Rubim	MG	3	1	4
Bandeira	MG	1	2	3
Rio do Prado	MG	1	2	3
Serro	MG	3	0	3
Datas	MG	2	0	2
Mata Verde	MG	1	1	2
Padre Carvalho	MG	0	2	2
Setubinha	MG	0	2	2
Somatório		1.293	329	1.622

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021).

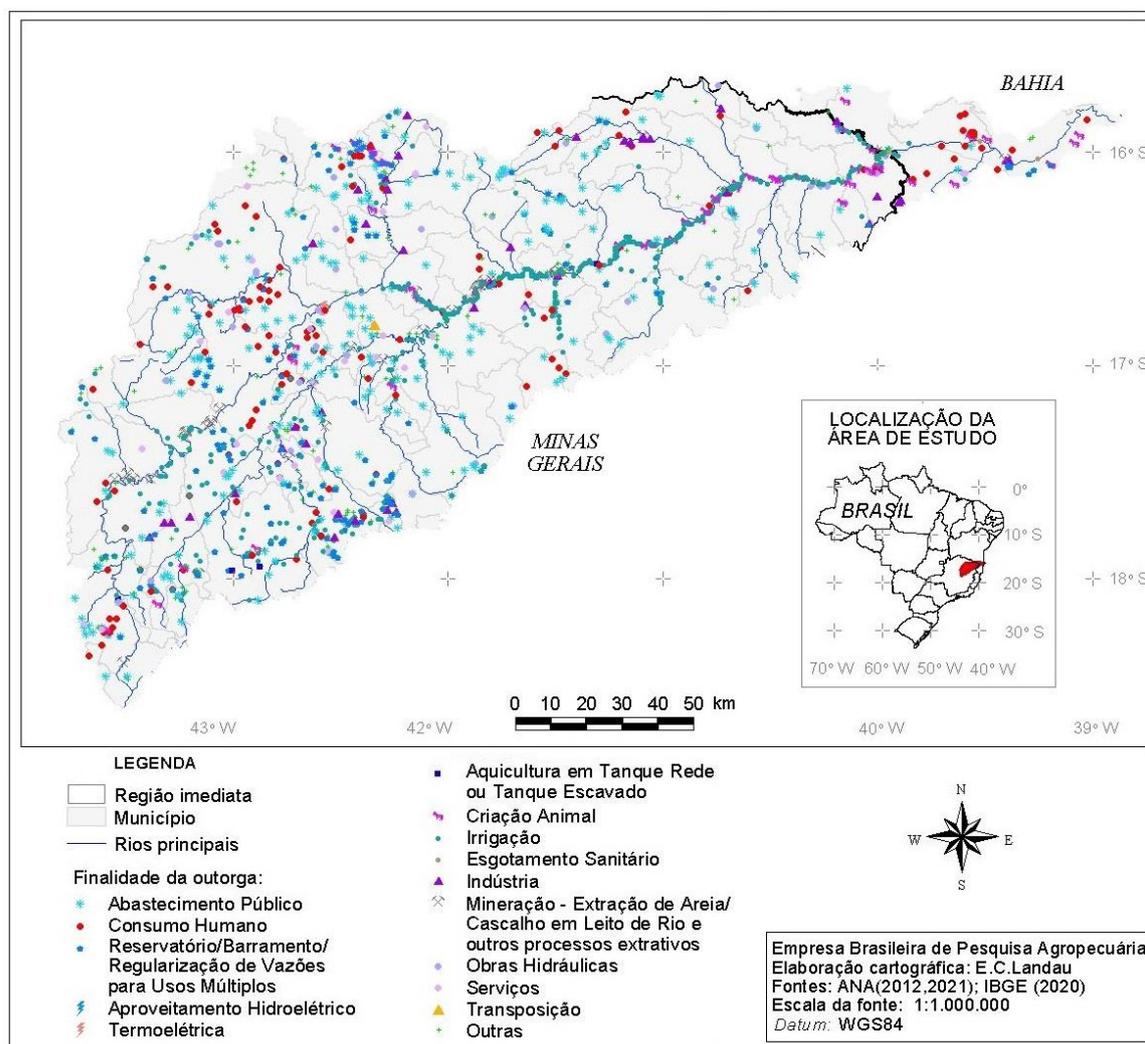


Figura 6.9. Finalidade das outorgas de direito de uso da água em 2020 e/ou 2021 bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012, 2021a) e IBGE (2020a).

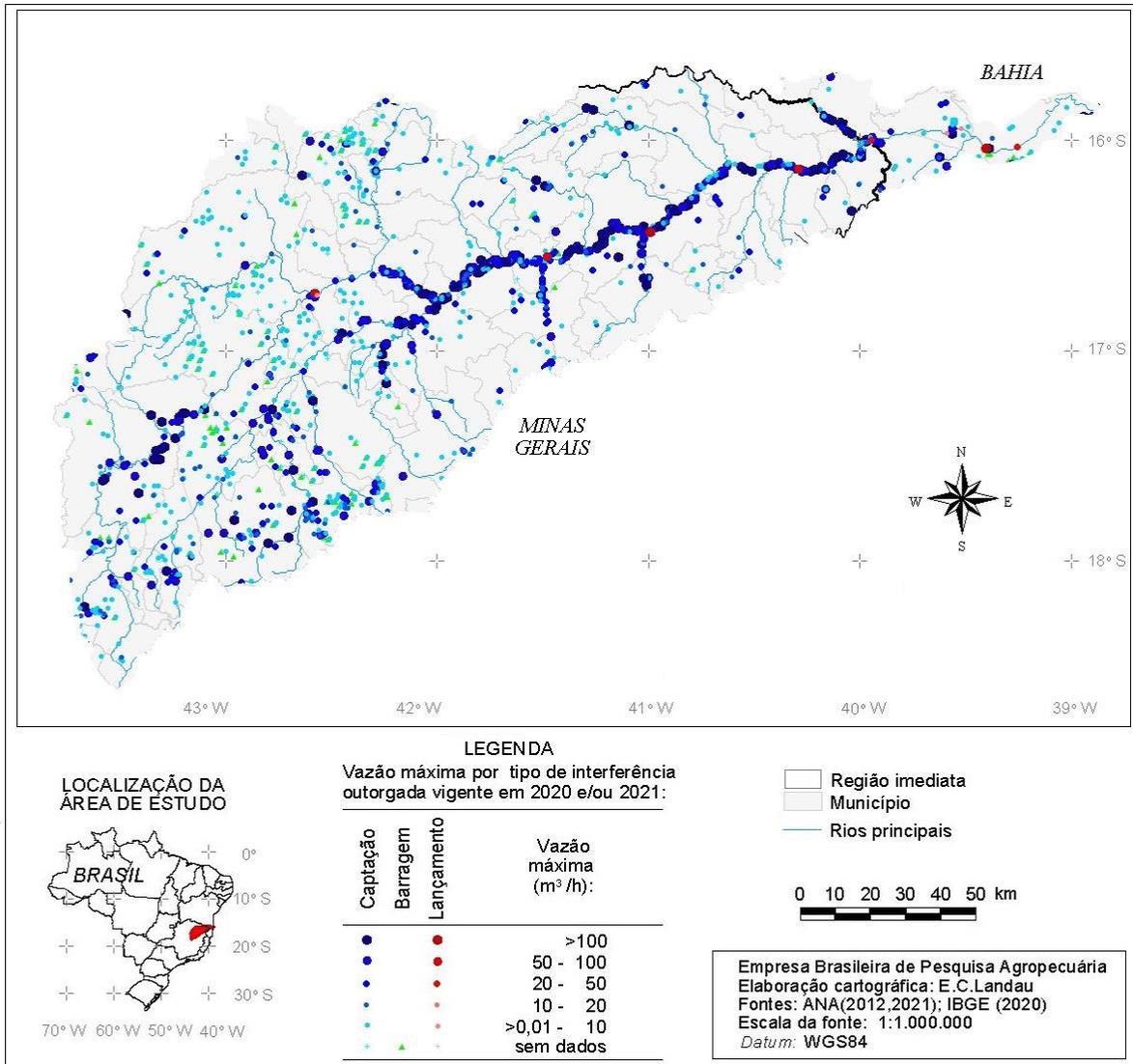


Figura 6.10. Vazão máxima de direito de uso da água em 2020 e/ou 2021 outorgada bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais e Bahia, Brasil. Elaboração: Elena Charlotte Landau. Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012, 2021a, 2021b) e IBGE (2020a).

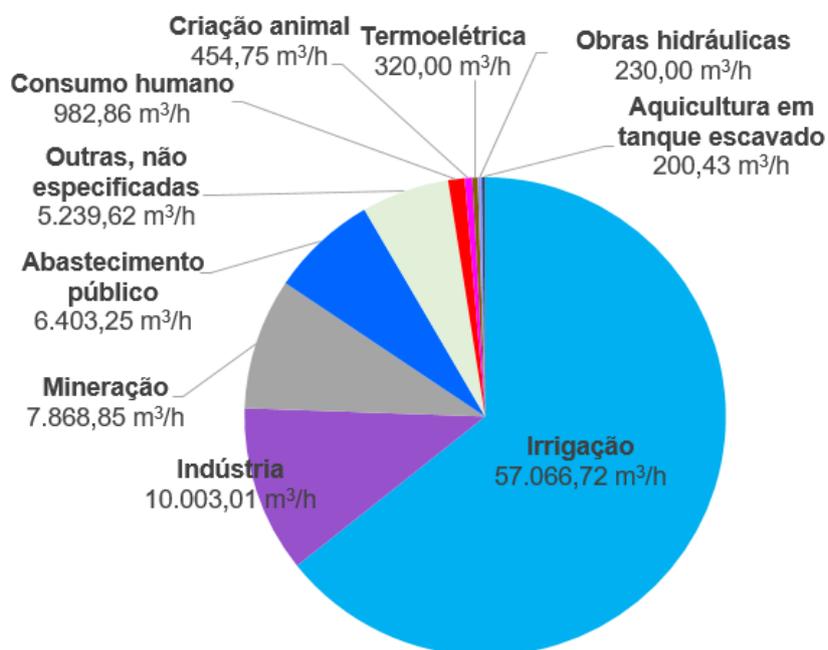


Figura 6.11. Vazões máximas de direito de captação da água em 2020 e/ou 2021 outorgadas por finalidade na bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil.

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2012, 2021a).

Tabela 6.3. Vazão máxima outorgada para captação de água por finalidade e município na Bacia Hidrográfica do Rio Jequitinhonha em 2020-2021.

Município	Vazão máxima das outorgas de captação de água por finalidade (m ³ /h)										
	Abastecimento público	Aquicultura em tanque escavado	Consumo humano	Criação animal	Indústria	Irrigação	Mineração-extração de areia/ cascalho em leito de rio	Mineração- outros processos extrativos	Outras	Sem informação	Somatório
Iuiú, BA	-	-	-	25,22	-	646,94	-	-	-	-	672,16
Malhada, BA	-	-	-	14,70	-	165,00	-	-	-	-	179,70
Pindaí, BA	-	-	-	2,00	52,50	-	-	-	-	-	54,50
Sebastião Laranjeiras, BA	7,46	-	4,00	2,00	-	668,39	-	-	14,38	-	696,23
Urandi, BA	267,40	-	23,30	21,00	-	11.119,33	-	-	-	-	11.431,03
Bocaiúva, MG	-	-	-	36,00	-	42,04	-	-	-	-	78,04
Capitão Enéas, MG	140,93	-	434,35	198,73	220,00	7.492,50	-	-	1.287,28	-	9.773,79
Catuti, MG	27,90	-	3,50	-	-	-	-	-	-	-	31,40
Espinosa, MG	15,90	-	-	-	12,50	1.552,60	-	-	100,00	-	1.681,00
Francisco Sá, MG	21,67	-	216,39	74,65	12,00	3.618,31	-	-	732,19	38,56	4.713,77
Gameleiras, MG	12,00	-	-	-	-	53,33	-	-	-	-	65,33
Glaucilândia, MG	39,60	-	-	-	-	18,30	-	-	24,00	-	81,90
Guaraciama, MG	4,68	-	-	10,00	-	-	-	-	3,00	-	17,68
Jaíba, MG	31,70	-	219,80	37,48	-	6.632,82	-	-	416,33	-	7.338,13
Janaúba, MG	748,98	-	225,45	415,68	242,69	10.317,92	-	-	1.009,62	87,00	13.047,34
Juramento, MG	45,36	-	-	-	-	225,20	-	-	23,40	-	293,96

Continua...

Tabela 6.3. Continuação

Município	Vazão máxima das outorgas de captação de água por finalidade (m ³ /h)										
	Abastecimento público	Aquicultura em tanque escavado	Consumo humano	Criação animal	Indústria	Irrigação	Mineração-extração de areia/cascalho em leito de rio	Mineração- outros processos extrativos	Outras	Sem informação	Somatório
Mamonas, MG	5,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,27
Manga, MG	171,50	-	5,00	0,45	-	564,14	-	-	-	-	741,09
Matias Cardoso, MG	61,37	215,60	21,06	2,20	-	6.484,08	-	-	85,08	-	6.869,39
Mato Verde, MG	32,14	-	-	-	-	282,01	-	-	-	-	314,15
Mirabela, MG	115,20	-	57,80	40,00	40,00	138,13	-	-	10,70	-	401,83
Monte Azul, MG	169,00	-	-	-	1,50	-	-	-	12,00	-	182,50
Montes Claros, MG	7.241,74	-	966,34	1.390,53	1.066,46	6.146,24	-	-	1.964,48	6,10	18.781,89
Nova Porteirinha, MG	32,40	-	5,70	6,50	-	3.319,17	-	-	537,83	-	3.901,60
Pai Pedro, MG	33,72	-	1,60	-	-	20,16	-	-	95,80	-	151,28
Patis, MG	39,24	-	-	-	-	432,08	-	-	77,68	15,00	564,00
Porteirinha, MG	34,51	112,84	10,55	56,00	38,22	19.943,82	10,00	-	395,96	-	20.601,90
Riacho dos Machados, MG	3,96	-	-	6,00	398,35	130,25	-	-	-	-	538,56
São João da Ponte, MG	99,50	-	13,21	222,93	-	1.884,81	-	-	430,19	-	2.650,64
Serranópolis de Minas, MG	39,60	-	2,52	-	-	166,39	-	-	-	-	208,51
Varzelândia, MG	180,64	-	-	-	-	198,52	-	-	7,92	-	387,08
Verdelândia, MG	10,80	-	42,04	385,26	-	7.201,16	-	-	747,53	-	8.386,79
Somatório	9.634,17	328,44	2.252,61	2.947,33	2.084,22	89.463,64	10,00		7.975,37	146,66	114.842,44

Elaboração: Elena Charlotte Landau.

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021a, 2021b).

6.3 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **HidroWeb v3.2.7**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>. Acesso em: 30 jun. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Índice de Segurança Hídrica-ISH**: manual metodológico: versão 1.0. Brasília, DF, [2020]. 42 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**: Bacias Hidrográficas Otto Nível 3. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>. Acesso em: 30 jun. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos-CNARH**. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=15932ac5edd745bbbd4b4d7dd062cee6>. Acesso em: 10 dez. 2021a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/aceso-tematico/usos-da-agua>. Acesso em: 14 jul. 2021b.

ALLEN, R. G.; WALTER, I. A.; ELLIOTT, R. L.; HOWELL, T. A.; ITENFISU, D.; JENSEN, M. E.; SNYDER, R. (ed.). **The ASCE standardized reference evapotranspiration equation**. Reston: American Society of Civil Engineers, 2005. 59 p.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 10 dez. 2021.

CARNEIRO, P. A. S.; FONTES, A. P. F.; FONTES, R. Proposição de políticas públicas de desenvolvimento regional do alto, médio e baixo Jequitinhonha (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 17, p. 147-166, 2006. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/15279/8579>. Acesso em: 16 maio 2023.

EARTH DATA. **Shuttle Radar Topography Mission Global**. Modelo Digital de Elevação (MDE). Versão 4. Resolução: 30 metros (~1 arco-segundo). 2014. Disponível em: <https://search.earthdata.nasa.gov/search?hdr=1%20to%2030%20meters&fsm0=Topography&fst0=Land%20Surface>. Acesso em: 20 nov. 2020.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Índices Gerais de Preços - IGP**. Disponível em: <http://portalibre.fgv.br/main.jsp?lumChannelId=402880811D8E34B9011D92B6B6420E96>. Acesso em: 11 jun. 2021.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations: a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, article 150066, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>.

FURTADO, J. F. A história do Vale do Jequitinhonha. **Cadernos do Leste**, p. 77-178, 2008. Edição especial. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/download/13086/10341/35052>. Acesso em: 2 maio 2023.

GELARO, R.; MCCARTY, W.; SUÁREZ, M. J.; TODLING, R.; MOLOD, A.; TAKACS, L.; RANDLES, C. A.; DARMENOV, A.; BOSILOVICH, M. G.; REICHLE, R.; WARGAN, K.; COY, L.; CULLATHER, R.; DRAPER, C.; AKELLA, S.; BUCHARD, V.; CONATY, A.; SILVA, A. M. da; GU, W.; KIM, G.K.; KOSTER, R.; LUCCHESI, R.; MERKOVA, D.; NIELSEN, J. E.; PARTYKA, G.; PAWSON, S.; PUTMAN, W.; RIENECKER, M.; SCHUBERT, S. D.; SIENKIEWICZ, M.; ZHAO, B. The Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). **Journal of Climate**, v. 30, p. 5419-5454, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0758.1>.

HOBBS, M. T. The variability of ASCE Standardized Reference Evapotranspiration: a rigorous, CONUS-wide decomposition and attribution. **Transactions of the ASABE**, v, 59, n. 2, p 561-576, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13031/trans.59.10975>.

IBGE. **Base cartográfica contínua do Brasil, escala 1:250.000**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads>bc250>versao2019>shapefile>. Acesso em: 6 jun. 2021.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 27 abr. 2021.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro, 2011. 270 p. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf. Acesso em: 5 maio 2021.

IBGE. **Malha municipal digital 2019**. Rio de Janeiro, 2020a. Disponível em: ftp://geofp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR/. Acesso em: 12 nov. 2020.

IBGE. **Mapa de Solos**. Rio de Janeiro, 2018. Escala 1: 250.000. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acesso em: 20 jul. 2022.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: produção agrícola municipal: tabelas. Rio de Janeiro, 2020b. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 14 jun. 2021.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: produção pecuária municipal: tabelas. Rio de Janeiro, 2020c. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 16 jun. 2021.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática-SIDRA**: produção da extração vegetal e da silvicultura: tabelas. Rio de Janeiro, 2020d. Dados em nível de município. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>. Acesso em: 2 jul. 2021.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 2010. 113 p. Disponível em: <http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/864>. Acesso em: 21 dez. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 3 nov. 2021a.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Séries históricas horárias das estações meteorológicas automáticas do Inmet**. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/>. Acesso em: 4 nov. 2021b.

KÖPPEN, W. Das geographische system der klimate. In: KÖPPEN, R. G. (ed.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. p. 1-44.

KUCHENBECKER, M. Evolução geológica dos vales do Jequitinhonha e Mucuri: uma revisão. **Revista Espinhaço**, v. 7, n. 1, p. 53-64, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327120827_Evolucao_geologica_dos_vales_do_Jequitinhonha_e_Mucuri_uma_revisao. Acesso em: 16 maio 2022.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. M.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M.; GUIMARAES, D. P. **Varição geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012 199 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 146). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/949260>. Acesso em: 10 nov. 2021.

LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da. Variação geográfica da agricultura familiar. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. (ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: cenário histórico, divisão política, características demográficas, socioeconômicas e ambientais. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1. cap. 4. p. 95-131. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122612>. Acesso em: 10 nov 2021.

MARANHÃO, N.; PEREIRA, S. P. **Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência-RHNR**: relato do planejamento da RHNR e a definição das estratégias de implementação para os próximos anos (5 anos): versão final. Brasília, DF: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2017. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/22172?mode=full>. Acesso em: 18 jun. 2021.

OLIVEIRA, A. L. de; COELHO JUNIOR, M. G.; BARROS, D. A.; RESENDE, A. S. de; SANSEVERO, J. B. B.; BORGES, L. A. C.; BASSO, V. M.; FARIA, S. M. de. Revisiting the concept of “fiscal modules”: implications for restoration and conservation programs in Brazil. **Land Use Policy**, v. 99, 104978, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104978>

POLIDORO, J. C.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; LUMBRERAS, J. F.; OLIVEIRA, A. P. de; VASQUES, G. de M.; MACARIO, C. G. do N.; VICTORIA, D. de C.; BHERING, S. B.; FREITAS, P. L. de; QUARTAROLI, C. F.; BREFIN, M. de L. M. S. (ed.). **Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil (PronaSolos)**: diretrizes para implementação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021.

POLIDORO, J. C.; MENDONÇA-SANTOS, M. de L.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JUNIOR, W. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIA, J. R.; MARTINS, E. de S.; SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. de M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TOSTO, S. G.; VENTURIERI, A.; SA, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, F. M. de S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. de O. **Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. 53 p. (Embrapa Solos. Documentos, 183).

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção v. 5 da série anual de mapas de cobertura e uso do solo no Brasil**. 2020. Disponível em: <http://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/330132>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SILVA, G. A. da; LANDAU, E. C. Cadastro ambiental e indicadores cadastrais rurais. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARÃES, D. P. (ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: sistemas agrícolas, paisagem natural e análise integrada do espaço rural. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 4, cap. 54, p. 1969-2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1122739>. Acesso em: 10 nov. 2021.

TEIXEIRA, W. G.; VICTORIA, D. de C.; BARROS, A. H. C.; LUMBRERAS, J. F.; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, F. A. M. da; LIMA, E. de P.; BUENO FILHO, J. S. de S.; MONTEIRO, J. E. B. de A. **Predição da água disponível no solo em função da granulometria para uso nas análises de risco no Zoneamento Agrícola de Risco Climático**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2021. E-book: il. color. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 272).

TERRAS INDÍGENAS NO BRASIL. **Dominial Indígena Riachão/Luiza do Vale**. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/en/terras-indigenas/3838>. Acesso em: 10 set. 2021.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. **CHIRPS**: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations. Disponível em: <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>. Acesso em: 20 out. 2021.