

Estimativa da disponibilidade hídrica e da vazão outorgável para captação superficial na bacia hidrográfica do córrego Ponte Alta, Minas Gerais

Estimation of water availability and allocable flow for surface water abstraction in the Ponte Alta stream watershed, Minas Gerais

Fábio Adão Amaral

Juarez Aparecido Pedrosa

Jairo Rodrigues Silva

Luiz Felipe Amaral Silva

Resumo

A gestão dos recursos hídricos constitui uma necessidade permanente para compatibilizar as demandas econômicas, sociais e ambientais por água, assegurando o uso sustentável e reduzindo conflitos entre os usuários. Nesse contexto, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, estabelece a outorga de direito de uso dos recursos hídricos como instrumento destinado a assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício do direito de acesso aos recursos hídricos. O presente trabalho tem como objetivo determinar a vazão máxima disponível para captação em um ponto localizado no córrego Ponte Alta, considerando os critérios estabelecidos pela legislação aplicável. Para tanto, foram utilizados dados de disponibilidade hídrica do curso d'água e realizados cálculos de vazão conforme os parâmetros adotados pelo órgão gestor, considerando-se a distinção entre usos sujeitos à outorga e usos insignificantes. Os resultados indicaram uma vazão disponível de 0,1730 m³/s no ponto analisado. Ressalta-se, contudo, que esse valor representa uma estimativa inicial da disponibilidade hídrica, podendo ser reduzido durante a análise do processo pelo órgão ambiental competente em razão da existência de outorgas ou outros usos regularizados a montante. Dessa forma, a determinação definitiva da vazão passível de captação depende da análise integrada da disponibilidade hídrica e dos usos já autorizados na bacia hidrográfica.

Palavras-chave: Água, Outorga superficial, Bacia do Rio Pará.

Abstract

Water resources management is a permanent necessity for reconciling economic, social, and environmental demands for water, ensuring sustainable use and reducing conflicts among users. In this context, the National Water Resources Policy, established by Law No. 9,433/1997, defines the granting of water use rights as an instrument intended to ensure the quantitative and qualitative control of water and the effective exercise of the right of access to water resources. This study aims to determine the maximum flow available for abstraction at a point located on the Ponte Alta stream, considering the criteria established by the applicable legislation. To this end, water availability data for the watercourse were used, and flow calculations were performed according to the parameters adopted by the managing authority, taking into account the distinction between uses subject to authorization and insignificant uses. The results indicated an available flow of 0.1730 m³/s at the analyzed point. It should be noted, however, that this value represents an initial estimate of water availability and may be reduced during the review of the application by the competent environmental authority due to the existence of existing water use permits or other regulated upstream uses. Therefore, the definitive determination of the flow that may be abstracted depends on an integrated analysis of water availability and the uses already authorized within the watershed.

Keywords: Water, Surface water use permit, Pará River Basin.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta expressiva disponibilidade de águas superficiais e subterrâneas, concentrando cerca de 12% dos recursos hídricos mundiais (Rebouças et al., 1999). Essa aparente abundância contribuiu, durante muitos anos, para uma percepção de inesgotabilidade do recurso e para a baixa preocupação com sua conservação (Lima, 2010). Entretanto, a distribuição dos recursos hídricos no território nacional é desigual e, em determinadas regiões, a demanda supera a disponibilidade, podendo comprometer ou até mesmo esgotar os recursos existentes (Freitas et al., 2001).

A vulnerabilidade dos recursos hídricos está relacionada tanto a fatores naturais quanto às ações antrópicas desenvolvidas ao longo das bacias hidrográficas, incluindo os efeitos das mudanças climáticas e das atividades humanas (Augusto et al., 2012). Embora a água seja um recurso natural renovável, sua disponibilidade depende da dinâmica do ciclo hidrológico.

Diante do crescimento da demanda, tornam-se necessários investimentos e aprimoramentos na gestão dos recursos hídricos (Tundisi, 2006). Nesse contexto, a crescente preocupação com a conservação da água assume caráter prioritário, especialmente diante da escassez de água potável observada em diversas regiões do mundo (UNESCO, 2012).

O conhecimento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é fundamental para seu planejamento e gerenciamento. A avaliação da disponibilidade hídrica permite estabelecer prioridades de uso e orientar ações voltadas à utilização sustentável da água, além de subsidiar o manejo do solo, o planejamento de obras hidráulicas e o abastecimento da população (Cardoso et al., 2011; Pereira e Kobiyama, 2013).

A gestão dos recursos hídricos tem assumido importância crescente nas políticas públicas, considerando a água como um dos principais recursos naturais. Nesse processo, aspectos hidrológicos e ecológicos passam a ter maior relevância, associados às dimensões administrativas, econômicas e políticas tradicionalmente consideradas na gestão dos recursos naturais (Cruz, 2001).

Entre as variáveis utilizadas no gerenciamento dos recursos hídricos, a disponibilidade hídrica apresenta diferentes critérios de determinação. A definição das vazões destinadas à outorga do direito de uso da água, embora diretamente relacionada à disponibilidade do recurso, também depende das características dos sistemas jurídicos e econômicos adotados em cada região (Silva et al., 2006).

A vazão de referência constitui um dos principais parâmetros para a implementação dos sistemas de outorga, sendo normalmente definida a partir de vazões de estiagem ou de vazões com elevada probabilidade de permanência (Ribeiro, 2000). Sua utilização permite estabelecer limites para as derivações e contribuir para a manutenção das condições mínimas dos cursos d'água, constituindo importante instrumento para a preservação dos recursos hídricos (Harris et al., 2000).

No Brasil, os critérios para determinação das vazões de referência e dos limites de outorga variam entre os estados. No Ceará, por exemplo, utiliza-se como referência 90% da vazão regularizada com garantia de 90%, de modo que 10% da Q90% permaneça no curso d'água durante os períodos de estiagem (Cabral, 1997). Na Bahia, os limites de outorga variam entre 80% e 95% da vazão regularizada com permanência de 90%, conforme as características do manancial (Cruz, 2001). Em Minas Gerais, o limite de outorga tem sido estabelecido em até

30% da vazão mínima de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos (Q7,10), resultando em um critério mais restritivo por considerar períodos críticos de estiagem (Schvartzman et al., 1999).

Entre os critérios adotados pelos estados brasileiros, o de Minas Gerais destaca-se pelo caráter restritivo, o que pode limitar, em determinadas situações, a concessão de outorgas mesmo diante da existência de disponibilidade hídrica na bacia (Castro et al., 2004).

O rio Pará constitui uma das principais sub-bacias da bacia hidrográfica do rio São Francisco. Sua nascente está associada ao ribeirão Cajuru, nas vertentes das serras da Galga e da Cebola, e sua foz ocorre no rio São Francisco, próximo ao reservatório de Três Marias, entre os municípios de Pompéu e Martinho Campos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Pará está localizada em Minas Gerais e possui aproximadamente 12.233,06 km², correspondendo a 5,22% da área da bacia do rio São Francisco. Abrange 34 municípios e, segundo dados do IBGE/Censo 2010, apresentava população de aproximadamente 732.755 habitantes, sendo 657.133 na área urbana e 75.622 na área rural (CBHSF, 2017).

A deficiência de dados hidrológicos constitui um dos principais obstáculos aos estudos de disponibilidade hídrica no Brasil. A escassez e a descontinuidade das séries de dados dificultam o conhecimento das variáveis hidrológicas e podem comprometer projetos relacionados ao planejamento dos recursos hídricos, à redução de conflitos pelo uso da água e ao controle de inundações (Minella, 2004).

Na ausência de dados hidrológicos observados em quantidade e qualidade suficientes, torna-se necessária a utilização de métodos para estimar a disponibilidade hídrica. Entre as alternativas disponíveis, destacam-se os métodos de proporção de áreas, interpolação e regionalização hidrológica, que podem ser empregados para suprir a deficiência de dados e subsidiar a estimativa das vazões utilizadas nos processos de outorga (Silva et al., 2006).

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, visando estimar a disponibilidade hídrica ao longo da bacia e fornecer subsídios para a tomada de decisões relacionadas à outorga do direito de uso da água, considerando a necessidade de compatibilizar os diferentes usos e assegurar a conservação dos recursos hídricos.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

A área objeto do estudo corresponde à Fazenda Vitória, localizada no município de Itapecerica, estado de Minas Gerais, onde se encontra o ponto de captação de água superficial destinado ao atendimento das necessidades da propriedade. A principal atividade econômica desenvolvida no imóvel é a cafeicultura, cuja produtividade tem sido afetada pela irregularidade das precipitações e pelos baixos índices pluviométricos registrados nos últimos anos.

Nesse contexto, pretende-se utilizar a água captada para irrigação de aproximadamente 29 hectares de cafeicultura, visando reduzir os efeitos do déficit hídrico sobre a cultura. O sistema de irrigação previsto é do tipo localizado, por gotejamento, com aplicação de água diretamente na região do sistema radicular das plantas, buscando maior eficiência no uso dos recursos hídricos. O sistema também será utilizado para aplicação de fertilizantes por meio da fertirrigação, conforme a demanda nutricional da cultura.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Para delimitação e cálculo da área de contribuição hidrográfica a montante do ponto de captação, foi utilizado o software ArcGIS 10.2. Ressalta-se que o presente estudo não contemplou o dimensionamento da demanda hídrica necessária à irrigação da cultura, concentrando-se na determinação da disponibilidade hídrica do manancial e da vazão passível de utilização.

A estimativa da vazão disponível foi realizada conforme os critérios estabelecidos na publicação *Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais*, adotada pelo IGAM-MG para determinação da vazão de referência $Q_{7,10}$, correspondente à vazão mínima de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de dez anos. Esse parâmetro é utilizado como referência para a análise da disponibilidade hídrica e dos processos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos no estado de Minas Gerais.

A partir da localização geográfica do ponto de interesse, procedeu-se à delimitação da bacia hidrográfica contribuinte a montante e à estimativa da respectiva área de drenagem. Com base nos parâmetros hidrológicos estabelecidos para a região e na metodologia adotada, foi calculada a vazão de referência e, posteriormente, a vazão disponível para captação no ponto analisado.

A delimitação da área de estudo e da bacia de contribuição foi realizada a partir de dados cartográficos e georreferenciados, utilizando informações do SIAM, ZEE-MG e IBGE, com processamento no software ArcGIS 10.2. A partir da localização do ponto de captação, foi delimitada a área de drenagem a montante e caracterizada a bacia hidrográfica contribuinte. Posteriormente, foram aplicados os procedimentos e parâmetros hidrológicos estabelecidos na metodologia Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais, visando à estimativa da disponibilidade hídrica e da vazão passível de outorga, conforme os critérios estabelecidos pelo órgão gestor estadual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Coordenadas do ponto do uso do recurso hídrico

Tabela 1: Dados sobre o ponto referência dos cálculos.

Coordenadas Geográficas do ponto de captação:	
Latitude	Longitude
20°24'26.03"S	45° 2'46.02"O
Coordenadas UTM:	
7743452.84 m S	495188.48 m E
Fuso- 23k	Datum-WGS-84
Dados referente a bacia de contribuição:	
Área de drenagem	22,85 km ²
Bacia Estadual	Ribeirão Ponte Alta
Bacia Federal	Rio Pará
Município	Itapecerica- MG

3.2 Características Técnicas

3.2.1 Disponibilidade Hídrica

Para determinar a área de drenagem e rendimentos médios específicos foram utilizados os sistemas: Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) dados georreferenciados, Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE-MG), ArcGis 10.2 e “Deflúvios Superficiais no Estado de Minas Gerais- Hidrosistemas/COPASA/1993”.

3.2.2 Área de drenagem da bacia contribuinte

A área de drenagem estimada para o ponto de captação proposto no Córrego Ponte Alta, a partir da carta do IBGE, foi de aproximadamente 22,85 km².

3.2.3 Estimativa da disponibilidade hídrica e da vazão legalmente outorgável

Realizou-se o cálculo da disponibilidade hídrica e da vazão legalmente outorgável, considerando os limites definidos na Portaria do IGAM Nº 049/10. A caracterização da bacia foi feita com base no Código do Trecho: 749887837, escala 1:100.000, utilizando o software ArcGIS 10.2 conforme ilustrado na figura 1.

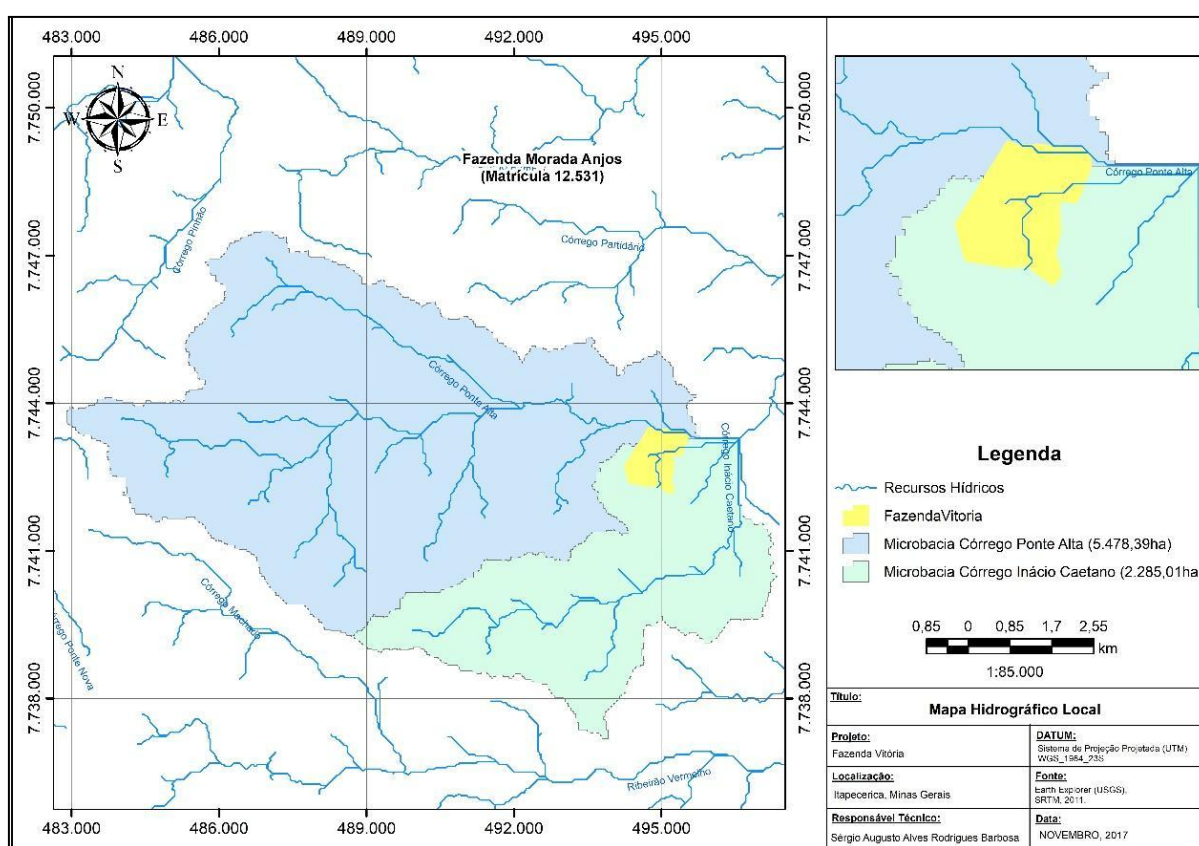


Figura 1: Vista da bacia de contribuição e do local (Fazenda Vitória) base dos cálculos.

O rendimento específico da região é estimado em 8 l/s/km², conforme dados obtidos através do “Mapa Rendimento Específico Médio Mensal: Contribuições Unitárias Mínimas com 10 anos de Recorrência”, estando o ponto alvo localizado entre os intervalos 7,0 <RE≤ 9,0, ilustrado na Figura 2.

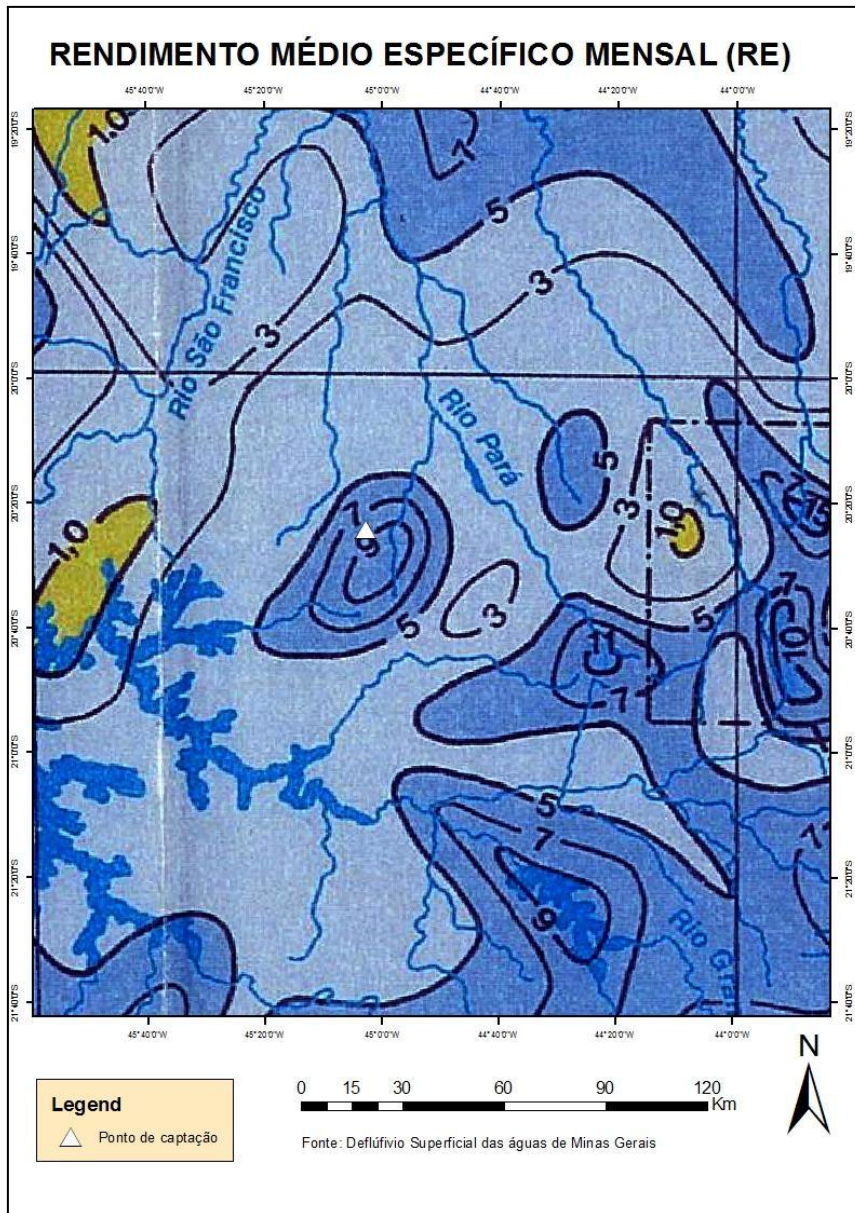


Figura 2: localização do ponto de captação locado sobre o Mapa de Rendimento Específico utilizando software ArcGis 10.1

A partir das informações de área e rendimento é possível calcular a vazão mínima de duração mensal e recorrência decendial, dada pela expressão:

$$Q_{30,10} = (Re_{10}M * Ad) / 1000$$

$$Q_{30,10} = (8,0 * 22,85) / 1000$$

$$Q_{30,10} = 0,1828 \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde:

$Q_{30,10}$ – Vazão mínima de duração mensal e recorrência decendial.

$Re_{10}M$ – Rendimento Específico (l/s * km²).

Ad – Área de drenagem controlada pelo ponto de captação (km²).

Para a determinação de Eventos Mínimos os dados foram obtidos através do Mapa Tipologias Regionais Homogêneas (Escala 1:3.500.000) (Figura 3), onde classifica o ponto alvo como: Áreas com rendimento superficial médio ou elevado em regime torrencial (Médias ou altas contribuições específicas e variação intra-anual intensa com cheias e estiagens pronunciadas).

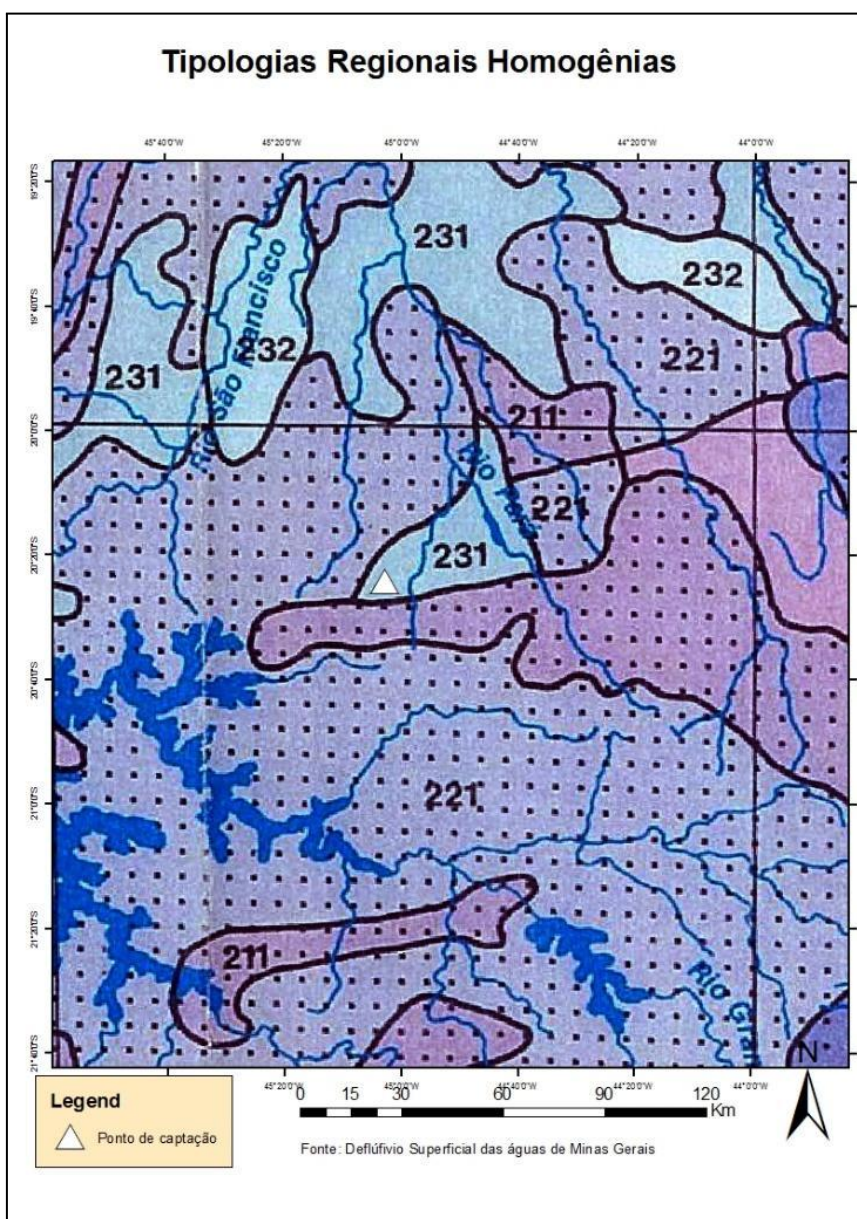


Figura 3: Tipologias Regionais Homogêneas e localização do ponto de captação

Para obter os parâmetros de α , β , e γ foi utilizado tabela “Função de Interferência para Rendimentos Mínimos”, tipologia homogênea código 231 (Tabela 1).

Tabela 1: Parâmetros determinados para a tipologia de código 231 (Fonte: Deflúvio superficial das águas de Minas Gerais).

Tipologia Homogênea	Parâmetros						
	α	β	γ	r	s	m	n
231	0,49184	0,403638	1,005857	0,273074	0,226445	-0,023986	-0,045688

Cálculos:

$$F_{7,30} = \alpha + \beta * \gamma^D$$

$$F_{7,30} = 0,491840 + 0,403638 * (1,005857)^7$$

$$F_{7,30} = 0,491840 + 0,454588$$

$$\mathbf{F_{7,30} = 0,9464}$$

3.3 Cálculo do Q_{7,10} e disponibilidade hídrica

Enfim, para o cálculo de Vazão Q_{7,10} aplica-se a expressão:

$$Q_{7,10} = F_{7,30} * Q_{30,10}$$

Cálculos:

$$Q_{7,10} = F_{7,30} * Q_{30,10}$$

$$Q_{7,10} = 0,9464 * 0,1828$$

$$Q_{7,10} = 0,1730 \text{ m}^3/\text{s}$$

Onde:

Q_{7,10} – Vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência;

F_{7,30} – Fator de proporção fornecido pela função de interferência regionalizada;

Q_{30,10} – Vazão mínima de duração mensal e recorrência decendial.

De acordo com a Portaria IGAM Nº 49, de 01 de julho de 2010, o limite máximo de captação consuntivas a serem outorgadas na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção considerada, em condições naturais, será de 30% da Q_{7,10}. Assim, a vazão outorgável no ponto de captação equivale a:

$$Q_{\text{out.}} = 0,3 * 0,1730 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mathbf{Q_{out.} = 0,0519 \text{ m}^3/\text{s}}$$

4. CONCLUSÃO

A análise hidrológica realizada para o ponto de captação localizado na Fazenda Vitória resultou em uma vazão disponível estimada de 51,90 L/s. Esse valor representa uma disponibilidade hídrica teórica e constitui o limite máximo estimado de vazão passível de solicitação para outorga no ponto analisado, conforme os critérios metodológicos e legais adotados no estudo. A vazão efetivamente disponível para captação deverá ser definida pelo órgão ambiental competente durante a análise do processo de outorga, considerando a disponibilidade hídrica do trecho e a dedução das vazões correspondentes às outorgas e demais usos de recursos hídricos previamente regularizados a montante do ponto de captação.

REFERÊNCIAS

- Augusto, L. G. S.; Gurgel, I. G. D.; Neto, H. F. C.; Melo, C. H.; Costa, A. M. 2012. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência Saúde Coletiva. v.17, n.6. doi: 10.1590/S1413-81232012000600015
- Cabral, B. **Legislação Federal de Recursos Hídricos**. Senado Federal, Brasília, 1997. Cadernos Legislativos nº 002/97.
- Cardoso, M. R. D.; Marcuzzo, F. F. N.; Pinto Filho, R. F. **“Caracterização Física da Bacia do Rio Araguaia visando determinar susceptibilidade a enchentes”**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada. Universidade Federal de Viçosa, v.1, 2011.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica de Itapeccerica-MG: SF-23-V-B-III-4**. Rio de Janeiro: IBGE, 1969. Escala 1:50.000. Código do município: 16244.
- Castro, L. M. A.; Diniz, M. G. M.; Silva, A. G. **Aplicação do Instrumento da Outorga no Gerenciamento dos Recursos Hídricos em Minas Gerais: A Bacia do Ribeirão Entre Ribeiros**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE. São Luiz , 2004.
- Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco (CBHSF). **In: Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Pará (CBH-PARÁ)**. Disponível na URL: <http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/comites-de-afluentes/cbh-do-rio-para-minas-gerais/>, acesso em 20/10/2017.

Cruz, J. C. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação dos aspectos técnicos e conceituais**. Tese de doutorado - UFRGS. Porto Alegre, 199p, 2001.

Freitas, M.; Rangel, D.; Dutra, L. **Gestão dos recursos hídricos no Brasil: a experiência da Agência Nacional das Águas**. In: III Encuentro de las Águas, Santiago de Chile, 2001.

Harris, N. M.; Gurnell, A. M.; Hannah, D. M.; Petts, G. E. 2000. **Classification of river regimes: a context for hydroecology**. Hydrological Processes. 14, 2831-2848. doi: 10.1002/1099-1085(200011/12)14:16/17<2831::AID-HYP122>3.0.CO;2-O

Lima, W. P. **A silvicultura e a água: ciência, dogmas, desafios**. Cadernos do Diálogo. Instituto Bioatlântica, Rio de Janeiro, v.1, 64 p, 2010.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM. **Portaria IGAM nº 49, de 01 de julho de 2010**. Estabelece os procedimentos para a regularização dos usos de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: IGAM, 2010.

Minella, J. P. G. 2004. **Avaliação de parâmetros hidrossedimentométricos numa bacia do Rio Grande do Sul**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. 1, 46-51.

Pereira, M. A. F.; Kobiyama, M. 2013. **Análise de variâncias pluviométricas na região da bacia hidrográfica do Cubatão do Sul (SC)**. Ambiência. 9, 95-111. doi: 10.5777/ambiencia.2013.01.07

Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo, ed. Escrituras, 1999.

Ribeiro, M. M. R. **Alternativas para outorga e a cobrança pelo uso da água: Simulação de um caso**. Tese de Doutorado - UFRGS. Porto Alegre, 200p, 2000.

Schvartzman, A. S.; Medeiros, M. J.; Nascimento, N. O. **Avaliação preliminar do critério de outorga adotado do estado de Minas Gerais**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 1999.

Silva, A. M.; Oliveira, P. M.; Mello, C. R.; Pierangeli, C. 2006. **Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. 10, 374-380. doi: 10.1590/S1415-43662006000200019

MINAS GERAIS. Sistema Integrado de Informação Ambiental – SIAM. **Dados georreferenciados. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD,** [s.d.]. Disponível em: <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/gueb/geosisemanet/versao2/>. Acesso em: 13 nov. 2017.

Souza, S. M. T.(Coord.) **Deflúvios superficiais no Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: COPASA : HIDROSISTEMAS, 1993.

Tundisi, J. G. 2006. **Novas Perspectivas para a Gestão de Recursos Hídricos.** Revista USP. 70, 24-35. doi: 10.11606/issn.2316-9036.v0i70p24-35

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). **Managing Water under Uncertainty and Risk- The United Nations World Water Development Report 4.** v 1, 405 p, 2012.

MINAS GERAIS. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais – ZEE-MG.** Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, [s.d.]. Disponível em: <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee>. Acesso em: 13 nov. 2017.