

**MARIA BEVILACQUA ALVES**

**REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES MÍNIMAS DE REFERÊNCIA E MÉDIA DE  
LONGA DURAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Ricardo Santos Silva Amorim

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

A474r  
2022  
Alves, Maria Bevilacqua, 1993-  
Regionalização de vazões mínimas de referência e média de longa duração da bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia / Maria Bevilacqua Alves. – Viçosa, MG, 2022.

1 dissertação eletrônica (148 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexos.

Orientador: Ricardo Santos Silva Amorim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola, 2022.

Referências bibliográficas: f. 76-79.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.676>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Bacias hidrográficas - Simulação por computador.  
2. Hidrologia. 3. Tocantins, Rio, Bacia. 4. Araguaia, Rio, Bacia.  
5. Planejamento regional. 6. Medidores de fluxo. 7. Aprendizado do computador. I. Amorim, Ricardo Santos Silva, 1971-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.  
III. Título.

CDD 22. ed. 551.48

**MARIA BEVILACQUA ALVES**

**REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES MÍNIMAS DE REFERÊNCIA E MÉDIA DE  
LONGA DURAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA TOCANTINS-ARAGUAIA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia  
Agrícola, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de julho de 2022.

Assentimento:



Documento assinado digitalmente  
MARIA BEVILACQUA ALVES  
Data: 08/03/2023 18:26:25-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Maria Bevilacqua Alves  
Autora



Documento assinado digitalmente  
RICARDO SANTOS SILVA AMORIM  
Data: 08/03/2023 17:24:37-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Ricardo Santos Silva Amorim  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer minha família por todo o apoio que me foi dado, e dedico esse trabalho aos meus pais Paula Dias Bevilacqua e Ademir Ricart Alves. Agradeço à minha madrastra Melissa Hannas, por todo carinho e orientação durante esse processo. Aos meus irmãos, Bruno, Lara, Hugo e Faiz, por toda força e momentos de alegria que me proporcionaram. Ao carinho e amparo da Lenice Rosa, a qual me acompanha em todas as conquistas da minha vida.

Um agradecimento especial ao professor Ricardo Amorim por toda a orientação e dedicação de tempo à construção desse trabalho. Também aos membros da banca pelas contribuições e melhorias.

Aos colegas, Arthur Callegario, Camila Ramos, e Gustavo Veloso, por todos os ensinamentos, contribuições e trabalho em equipe.

Aos amigos e colegas de mestrado que, desde início, me ajudaram com dicas, trabalhos e discussões que foram e, ainda são, essenciais na minha formação. Em especial o Lucas, o qual me proporcionou também, momentos de distrações e desabafos durante esse processo.

A todos os professores e professoras que, de alguma forma, contribuíram para a minha educação.

Aos meus amigos, considerados verdadeiros irmãos, Franklin, Juliana, Monaliza, Mariana, Kassiana, Raquel e Samira, muito obrigada por toda lealdade e apoio sempre.

Ao meu namorado Thales, por todo carinho e força.

A “turma da rua nova”, em especial os professores Odilon, Marcelo, Flávio e Tião, e também à Márcia e Leandro.

Ao povo brasileiro, o qual financiou e assim possibilitou minha ingressão e conclusão nesse curso de pós-graduação na UFV. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela oportunidade e pela concessão da bolsa de estudos. Espero poder retribuir toda confiança e oportunidades que me foram dadas, e que essas oportunidades sejam expandidas a todo o povo brasileiro.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A UFV, ao DEA e ao Centro de referência em recursos hídricos.

Ao professor Pruski (*in memoriam*), por todos os ensinamentos e incentivos.

Enfim, por todas e todos que direta ou indiretamente contribuíram para esse trabalho.

*“Somos o que pensamos. Tudo o que somos surge com nossos pensamentos. Com nossos pensamentos, fazemos o nosso mundo”.*

*(Siddhartha)*

## RESUMO

ALVES, Maria Bevilacqua, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2022. **Regionalização de vazões mínimas de referência e média de longa duração da bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia.** Orientador: Ricardo Santos Silva Amorim.

Um dos grandes desafios para a gestão dos recursos hídricos é o conhecimento da disponibilidade hídrica em regiões, onde não se tem disponibilidade de dados hidrológicos. Diante disso, uma alternativa utilizada pelos órgãos gestores brasileiros afim de se obter informações hidrológicas, é a técnica de regionalização de vazões. Uma metodologia muito utilizada em estudos e trabalhos hidrológicos, é o método tradicional proposto pela Eletrobrás em 1985, o qual consiste na identificação de regiões hidrologicamente homogêneas e na geração de equações de regressão. Por outro lado, como uma nova proposta metodológica para a regionalização de vazões, a aprendizagem de máquina vem ganhando cada vez mais espaço nos estudos hidrológicos. Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho regionalizar as vazões mínimas de permanência em 90% e 95% do tempo ( $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e médias de longa duração na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia utilizando o método tradicional e a modelagem de aprendizagem de máquina. Na metodologia tradicional, foi utilizada a regressão linear simples, considerando três variáveis independentes: a  $Peq$ ,  $Peq_{750}$  e área de drenagem. Já na aprendizagem de máquina, foram utilizados seis algoritmos: Randon Forest, Support Vector Machine, K-nearest neighbor, Earth, Modelo linear e Cubist, e três parâmetros de performance: LCCC, NSE e MAE. Para cada algoritmo, foram utilizadas 203 covariáveis (morfométricas, climáticas e de superfície) sendo estas inseridas nos modelos como o valor médio e o desvio padrão em cada área de drenagem, as quais passaram por um processo de seleção. Foram identificadas na bacia, 75 estações fluviométricas distribuídas em 5 regiões hidrologicamente homogêneas. Avaliando a sazonalidade das vazões, verifica-se que a adoção da mesma como fator de otimização dos recursos hídricos, proporciona um aumento na disponibilidade hídrica na bacia do Tocantins-Araguaia. A regionalização de vazões pelo método tradicional, apresentou ótimos ajustes estatísticos, sendo a  $Peq$  e a  $Peq_{750}$  as variáveis que apresentaram maior poder explicativo da variação da  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$ . No processo de seleção das covariáveis para a modelagem de aprendizado de máquina, a  $Peq$  foi a variável que se mostrou com maior importância

no processo de predição das vazões para a maioria dos modelos. Dentre os modelos de aprendizagem de máquina, os algoritmos linear e Earth não apresentaram desempenhos satisfatórios. O modelo cubist foi aquele que mostrou maior habilidade no processo de predição das vazões, podendo ser uma alternativa promissora para a técnica de regionalização de vazões. No entanto, mesmo sendo um modelo menos complexo, requerendo uma menor quantidade de variáveis, a regressão linear simples pelo método tradicional, apresentou desempenho similar ao apresentado pelo cubist.

**Palavras-chave:** Disponibilidade hídrica. Regionalização de vazões. Aprendizagem de máquina.

## ABSTRACT

ALVES, Maria Bevilacqua, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2022. **Regionalization of minimum reference and long-term average flows in the Tocantins-Araguaia watershed.** Advisor: Ricardo Santos Silva Amorim.

One of the greatest challenges for water resources management is the knowledge of water availability in several Brazilian regions, where there is no availability of hydrological data. In view of this, an alternative method used by Brazilian management bodies in order to obtain hydrological information is the flow regionalization technique. A methodology already widely used in hydrological studies, known as traditional, was proposed by Eletrobrás in 1985, and consists of identifying hydrologically homogeneous regions and generating regression equations. On the other hand, as a new methodological proposal for the flow regionalization, machine learning has been gaining more and more space in hydrological studies. In view of this, this study aimed to regionalize the minimum reference flows (Q90 and Q95) and long-term averages in the Tocantins-Araguaia watershed using the traditional method and machine learning modelling. In the traditional method, simple linear regression was used, considering three independent variables:  $Peq$ ,  $Peq_{750}$  and drainage area. For machine learning, six algorithms were used: Random Forest, Support Vector Machine, K-nearest Neighbor, Earth, Linear and Cubist Model and three performance parameters: LCCC, NSE and MAE. For each algorithm, 203 covariates were used, which were inserted into the models as the mean value and standard deviation in each drainage area, which went through a selection process. 75 fluviometric stations were identified in the basin, arranged in 5 hydrologically homogeneous regions. Evaluating the seasonality of the flows, it appears that its adoption as a factor for optimizing water resources, provides an increase in water availability in the Tocantins-Araguaia basin. Flow regionalization by the traditional method presented excellent statistical adjustments, being  $Peq$  and  $Peq_{750}$  the variables that presented greater explanatory power for the variation of Q90, Q95 and  $Q_{mid}$ . In the process of covariates selection for machine learning modelling,  $Peq$  was the variable that proved to be most important in the flow prediction process for most models. By the selection of covariates,  $Peq$  was the variable that proved to be most important in the flow prediction process for most models. Among the machine learning models, linear and Earth did not present satisfactory performances. The

Cubist model was the one that showed the greatest ability in the flow prediction process, and may be a promising alternative for the flow regionalization technique. However, even being a less complex model and using a smaller number of variables, the simple linear regression by the traditional method presented similar performance to Cubist.

**Keywords:** Water availability. Flow regionalization. Machine learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Curva de permanência considerando a $Q_{95}$ . .....  | 17 |
| Figura 2 – Exemplos de árvores de decisão. ....  | 22 |
| Figura 3 – Representação gráfica do SVM. ....  | 23 |
| Figura 4 – Exemplos de treinamento para classificação pelo KNN. ....   | 24 |
| Figura 5 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Tocantins Araguaia. ....   | 27 |
| Figura 6 – Distribuição e localização das estações fluviométricas e pluviométricas selecionadas para o estudo de regionalização na bacia hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia. ....              | 30 |
| Figura 7 – Variação da $Q_{95}$ mensal característicos nas Unidades de Planejamento Hídrico da bacia do rio Tocantins-Araguaia. ....   | 32 |
| Figura 8 – Fluxograma metodológico geral com os processos adotados para a etapa de regionalização das vazões. ....   | 33 |
| Figura 9 – Fluxograma dos processos realizados para a regionalização de vazões pelo método tradicional. ....   | 34 |
| Figura 10 – Fluxograma das etapas executadas durante o processo de modelagem, por técnicas de aprendizagem de máquina, para a predição das vazões mínimas média. ....                              | 39 |
| Figura 11 – Fluxograma das etapas do Nested leave one out Cross Validation ("Nested-LOOCV"). ....  | 42 |
| Figura 12 – Distribuição das regiões hidrologicamente homogêneas identificadas na bacia hidrográfica do Tocantins–Araguaia e das estações Fluviométricas para cada uma das referidas regiões. .... | 45 |
| Figura 13 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da $Q_{mld}$ em base mensal, semestral e anual da RHH1, sendo: (a) $Q_{95}$ , (b) $Q_{7,10}$ , (c) $Q_{90}$ e (d) $Q_{mld}$ . ....         | 48 |
| Figura 14 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da $Q_{mld}$ em base mensal, semestral e anual da RHH2, sendo: (a) $Q_{95}$ , (b) $Q_{7,10}$ , (c) $Q_{90}$ e (d) $Q_{mld}$ . ....         | 49 |
| Figura 15 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da $Q_{mld}$ em base mensal, semestral e anual da RHH3, sendo: (a) $Q_{95}$ , (b) $Q_{7,10}$ , (c) $Q_{90}$ e (d) $Q_{mld}$ ....           | 50 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 16 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da $Q_{mld}$ em base mensal, semestral e anual da RHH4, sendo: (a) $Q_{95}$ , (b) $Q_{7,10}$ , (c) $Q_{90}$ e (d) $Q_{mld}$ .....   | 51 |
| Figura 17 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da $Q_{mld}$ em base mensal, semestral e anual da RHH5, sendo: (a) $Q_{95}$ , (b) $Q_{7,10}$ , (c) $Q_{90}$ e (d) $Q_{mld}$ .....   | 52 |
| Figura 18 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{90}$ , utilizando o LCCC como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....               | 56 |
| Figura 19 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{90}$ , utilizando o MAE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....                | 57 |
| Figura 20 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{90}$ , utilizando o NSE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....                | 58 |
| Figura 21 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{95}$ , utilizando o LCCC como parâmetro de performance dos algoritmos dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM..... | 59 |
| Figura 22 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{95}$ , utilizando o MAE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....                | 60 |
| Figura 23 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{95}$ , utilizando o NSE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....                | 61 |
| Figura 24 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{mld}$ , utilizando o LCCC como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....              | 65 |
| Figura 25 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{mld}$ , utilizando o MAE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....               | 66 |
| Figura 26 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da $Q_{mld}$ , utilizando o NSE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM. ....               | 67 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Quantitativo de estações fluviométricas e pluviométricas com registros de dados e selecionadas para o estudo na bacia do rio Tocantins-Araguaia .....   | 29 |
| Tabela 2 – Covariáveis climáticas consideradas como potenciais preditoras e suas respectivas fontes, períodos, séries temporais e resoluções espaciais. ....   | 37 |
| Tabela 3 – Covariáveis categóricas representativas das características de superfície e hidrogeológicas consideradas como potenciais preditoras e suas respectivas fontes, séries temporais e resoluções espacial.....  | 37 |
| Tabela 4 – Covariáveis morfométricas, representativas dos atributos do relevo, consideradas como potenciais preditoras e suas respectivas fontes e resolução espacial. ....  | 38 |
| Tabela 5 – Diferença percentual entre os valores estimados das vazões mínimas de referência e $Q_{mld}$ , da base semestral e mensal em relação as estimativas anuais para as regiões hidrológicas identificadas para a bacia do Tocantins-Araguaia (RHH 1, 2, 3, 4 e 5). .... | 53 |
| Tabela 6 – Índices estatísticos e medidas de erros dos modelos de regionalização da $Q_{90}$ , $Q_{95}$ e $Q_{mld}$ , a partir do método tradicional e da utilização das variáveis $Peq$ , área e $Peq_{750}$ . ....   | 54 |
| Tabela 7 – Índices estatísticos e medidas de erros associados às predições das vazões ( $Q_{95}$ , $Q_{90}$ e $Q_{mld}$ ) dos modelos de aprendizagem de máquina (MAP) com a utilização do LCCC, MAE e NSE como parâmetros de performance.....                                 | 69 |
| Tabela 8 – Índices estatísticos e medidas de erros associados às predições, das vazões mínimas e média, a partir dos modelos construídos pela metodologia tradicional e pelo Cubist. ....  | 74 |

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 14  |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....  | 16  |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 26  |
| 3.1 Área de estudo .....  | 26  |
| 3.2 Levantamento e análise dos dados hidrológicos .....   | 28  |
| 3.3 Estimativa das precipitações média anual.....   | 30  |
| 3.4 Estimativa das vazões mínimas e média.....  | 31  |
| 3.5 Regionalização .....  | 33  |
| 3.5.1 Método Tradicional.....   | 33  |
| 3.5.2 Aprendizagem de máquina.....  | 36  |
| 3.5.2.1 Processamento de modelagem.....   | 39  |
| 3.5.2.2 Remoção de covariáveis e dados de treinamento para o algoritmo de<br>aprendizado de máquina .....                 | 40  |
| 3.5.2.3 Avaliando o desempenho dos algoritmos.....  | 44  |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 44  |
| 4.1 Regiões Hidrologicamente Homogêneas .....   | 44  |
| 4.2 Estimativa das vazões mínimas e média.....  | 46  |
| 4.3 Regionalização de vazões pelo método tradicional.....   | 54  |
| 4.4 Aprendizagem de máquina.....  | 55  |
| 4.4.1 Seleção e importância das covariáveis .....   | 55  |
| 4.4.1.1 Vazões mínimas .....  | 55  |
| 4.4.1.2 Vazão média de longa duração .....  | 63  |
| 4.4.2 Comparação estatísticas entre as vazões previstas pelos modelos de<br>aprendizagem de máquina .....                 | 68  |
| 4.5 Comparação estatística entre as vazões previstas pela aprendizagem de<br>máquina e pela metodologia tradicional ..... | 73  |
| 5. CONCLUSÃO.....   | 75  |
| 6. REFERÊNCIAS.....   | 76  |
| 7. ANEXOS .....   | 80  |
| 7.1 ANEXO I.....  | 81  |
| 7.2 ANEXO II.....   | 93  |
| 7.3 ANEXO III.....  | 104 |
| 7.4 ANEXO IV .....  | 107 |
| 7.5 ANEXO V .....   | 112 |

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de uma das mais modernas legislações de gerenciamento de recursos hídricos, conhecida como a lei das águas, a Lei n.º 9.433/97, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Braga et al. 2008).

O gerenciamento de recursos hídricos tem como objetivo promover o uso racional da água, solucionando os conflitos resultantes de seu uso intensivo, conseqüente do crescimento econômico e populacional; e preservar as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, assim como garantir a disponibilidade desse recurso se mantenha com oferta adequada (CRUZ e TUCCI, 2008).

A outorga de direito de uso das águas é um dos instrumentos de gerenciamento e controle qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos. Esse instrumento visa garantir o direito de uso da água pelos múltiplos usuários de forma a minimizar os conflitos entre os diversos setores que dependem dos recursos hídricos.

Atualmente, a outorga pelo uso da água é concedida com base em valores de vazões mínimas de referência, as quais correspondem às condições de maior escassez hídrica. No Brasil, são adotadas como vazões mínimas de referência a  $Q_{7,10}$  (vazão mínima com 7 dias de duração),  $Q_{95}$  (vazão de permanência em 95% do tempo) e  $Q_{90}$  (vazão de permanência em 90% do tempo). A depender do Estado e da dominialidade (Federal ou Estadual) do curso d'água, são adotados critérios específicos para o estabelecimento das vazões mínimas de referência para outorga, bem como os percentuais considerados outorgáveis da vazão mínima de referência.

Para a obtenção dos valores de vazão mínima de referência e, conseqüentemente, o conhecimento da disponibilidade hídrica de uma região hidrológica é fundamental a existência de dados de monitoramento de vazões. No entanto, por maior que seja a densidade de estações fluviométricas de uma região, dificilmente a rede de monitoramento dos rios abrange todas as áreas de interesse, especialmente em país continental como o Brasil. Desta maneira, é crucial o desenvolvimento de estudos hidrológicos que possibilitam maximizar as informações fluviométricas existentes (SILVEIRA et al., 1998; MELATI, 2016).

A bacia hidrográfica do Tocantins-Araguaia tem grande importância para o desenvolvimento socioeconômico nacional, portanto é fundamental a realização de

trabalhos que visam quantificar a disponibilidade hídrica na referida bacia hidrográfica para subsidiar a adoção de um adequado programa de planejamento e gestão dos recursos hídricos, garantindo a segurança hídrica aos múltiplos usuários da água na bacia.

Embora alguns estudos de disponibilidade hídrica têm sido desenvolvidos na região dos rios Tocantins e Araguaia, a maioria são restritos às informações pontuais ou de parte da bacia, não possibilitando a caracterização da disponibilidade hídrica da bacia como um todo (GUEDES et al., 2016; MORAIS et al., 2020; RODRIGUES et al., 2021).

A regionalização de vazões é uma técnica alternativa para a obtenção de informações hidrológicas em locais sem ou com poucos dados, baseando-se na similaridade espacial do comportamento hidrológicos das áreas e em algumas características fisiográficas, variáveis e parâmetros do clima e do relevo.

O grande desafio da técnica de regionalização de vazões é avaliar como os inúmeros parâmetros e fatores que moldam o comportamento hidrológico relacionam com os valores de vazão de uma determinada região hidrológicamente homogênea e, conseqüentemente, possibilitar obter informações de vazão em lugares onde não há o registro desses dados.

Nesse sentido, além das metodologias mais tradicionais e utilizadas nos estudos de regionalização de vazões, a modelagem utilizando a aprendizagem de máquina (AM) vem ganhando cada vez mais espaço nos estudos hidrológicos, por apresentarem eficiência na exploração de informações de base de dados mais complexas (SHEN, 2018).

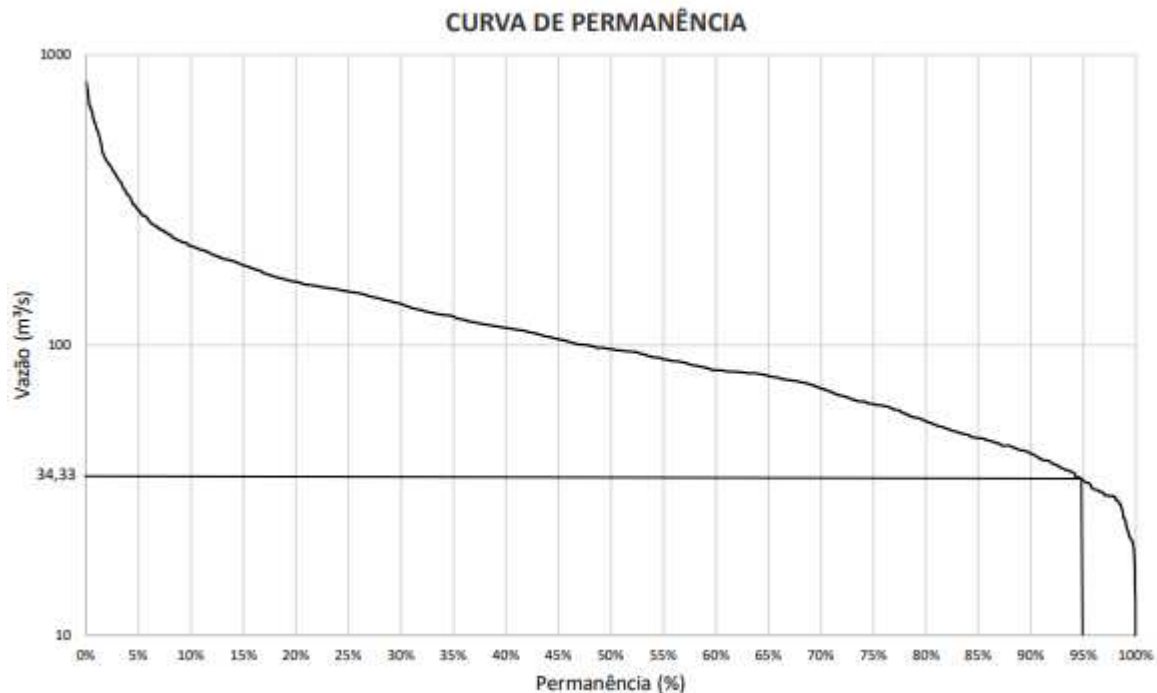
Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho regionalizar as vazões mínimas de referências e médias de longa duração na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia utilizando o método tradicional e a modelagem de aprendizagem de máquina.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Os critérios para análise dos pedidos de outorga empregados pelos órgãos gestores brasileiros utilizam diferentes vazões mínimas de referência como forma de medição da disponibilidade dos recursos hídricos (SMAKHTIN, 2001; BARBOSA et al., 2005; MARTINS et al., 2011). Essas vazões são determinadas a partir de séries históricas de dados fluviométricos e, referenciam o limite superior de captação hídrica nos cursos d'água (RIBEIRO, 2000; CÂMARA, 2003). No Brasil, de forma independente, cada estado tem a liberdade de estabelecer normas específicas para concessão de outorgas em rios estaduais. Para rios que cortam mais de um estado brasileiro ou território estrangeiro, considerados de dominialidade federal, a gestão é feita pela Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 1997). Dessa forma, as vazões mínimas de referência adotadas para fins de outorga pelos órgãos gestores de recursos hídricos, influenciam diretamente no total disponível a ser outorgado e refletem a flexibilidade dos estados e da união na concessão de suas outorgas. As principais vazões mínimas de referência no território brasileiro, são as vazões de permanência em 90% e 95% do tempo ( $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e a vazão mínima com 7 dias de duração,  $Q_{7,10}$ .

As vazões de permanência  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  são obtidas a partir da curva de permanência (Figura 1). Essa curva é a função que descreve a relação entre a magnitude e a frequência de ocorrência das vazões. A partir dela, é possível caracterizar o curso d'água e entender com qual ocorrência um determinado valor de vazão é igualado ou superado em um determinado período de tempo (JEHNG-JUNG e BAU, 1996; SÁ, 2011), dessa forma, as vazões  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  representam, na verdade, o valor de vazão que foi igualado e, ou superado em, respectivamente, 90% e 95% do período de observações (TUCCI, 2002).

Figura 1 – Curva de permanência considerando a  $Q_{95}$ .



Fonte: Silva et al. (2021).

Já a vazão mínima com sete dias de duração para um período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), representa a média dos sete menores valores diários consecutivos de cada ano da série histórica e é obtida por meio do ajuste de uma distribuição estatística (SHAO et al., 2008). O cálculo de média visa representar a sazonalidade do consumo de água em dias semanais e de finais de semana, e a adoção do período de retorno de 10 anos foi estabelecida devido ao fato de ser considerado um risco adequado a ser assumido na estimativa das vazões, em outras palavras, é aceitável que em todo ano haja 10% de chance da vazão ficar abaixo do mínimo requerido na localidade de estudo (ONO 2006). A  $Q_{7,10}$  assume um caráter bastante restritivo pois representa uma situação de estado mínimo de vazão, entretanto, alguns estados como Minas Gerais, ainda assim assumem a  $Q_{7,10}$  como referência de valores outorgáveis. Por refletir uma situação severa de escassez hídrica, a  $Q_{7,10}$  é muito utilizada em projetos de captação e abastecimento público por minimizar o risco de interrupção dos diversos usos outorgados na bacia (REGO, 2013; LUIZ et al., 2013; LISBOA et al., 2014).

Além das vazões mínimas de referência, outra vazão amplamente utilizada na caracterização dos recursos hídricos, é a vazão média de longa duração ( $Q_{mld}$ ). Essa vazão simboliza a disponibilidade hídrica potencial dos recursos e corresponde ao

valor máximo de vazão possível de ser regularizado (abstraindo-se as perdas) em uma bacia (ARAI et al., 2012; NOVAES et al., 2009). A  $Q_{mld}$  é obtida a partir da média das vazões médias anuais da série histórica de dados.

Com relação à disponibilidade hídrica dos recursos, diversos autores vêm desenvolvendo estudos que objetivam aumentar a disponibilidade hídrica a partir da adoção da sazonalidade no cálculo das vazões de referência (BOF et al., 2013; EUCLYDES; FERREIRA; FARIA, 2006; CATALUNHA, 2004; SILVA et al., 2015; BAZZO et al., 2017). Essa tendência é explicada pelo fato de que atualmente, a outorga utiliza dados de vazões mínimas de referência, as quais correspondem às condições anuais de maior escassez hídrica, e com isso, muitas vezes os valores máximos outorgados se tornam muito restritivos em locais onde existem maiores demandas de água, principalmente, em períodos chuvosos quando, naturalmente, há um acréscimo na disponibilidade hídrica e com isso, maiores quantidades do recurso poderiam ser outorgadas (SILVA et al., 2011).

Dessa forma, as estimativas e conhecimento das vazões mínimas de referência, bem como a média de longa duração, são imprescindíveis para a caracterização e gestão dos recursos hídricos. Entretanto, a disponibilidade de dados para o cálculo dessas variáveis, muitas vezes são insuficientes ou até mesmo inexistentes em algumas regiões brasileiras. Nessa situação, a regionalização de vazões é uma alternativa para suprir a carência de dados hidrológicos em bacias hidrográficas (TUCCI, 2001).

A regionalização de vazões é uma técnica que visa correlacionar o processo de formação de vazões com variáveis explicativas em uma mesma região hidrográfica. A partir disso, é possível transferir informações obtidas de estações fluviométricas em outras seções da hidrografia e assim, estimar as vazões de interesse em locais onde há a carência ou inexistência de dados de vazões (MOREIRA, 2006).

Na literatura são encontrados diversos métodos de regionalização hidrológica, sendo que os mais empregados são os que permitem a transferência de informações por meio de modelos de cálculo de vazões, estatisticamente ajustados às variáveis independentes, características físicas e climáticas da bacia. Wolff (2014) agruparam em duas categorias as metodologias mais utilizadas para regionalização de vazões: a) metodologias que têm como princípio básico a utilização de equações de regressão aplicadas a regiões hidrológicamente homogêneas e; b) metodologias que utilizam técnicas de interpolação e extrapolação automáticas em ambiente de sistema de

informações geográficas. Dentre esses métodos, o mais comumente utilizado é o denominado “método tradicional” proposto pela Eletrobrás em 1985 e se enquadra na categoria dos métodos que se baseiam no ajuste de equações de regressão em regiões hidrologicamente homogêneas (NOVAES, 2005).

A identificação de regiões hidrologicamente homogêneas, consiste em subdividir uma região de interesse em sub regiões que apresentam características hidrológicas semelhantes, como o comportamento das vazões, e características físicas e climáticas. Dentro do contexto de regionalização de vazões, a identificação prévia de regiões hidrologicamente homogêneas proporciona melhores ajustes dos modelos de regressão e favorece a diminuição de erros de previsões (EUCLYDES et al., 2014).

Existem na literatura, diversas metodologias para o procedimento de identificação de regiões hidrologicamente homogêneas. Miranda (2016), em uma vasta revisão bibliográfica sobre regiões hidrologicamente homogêneas, categorizou essas metodologias em quatro grupos: conveniência geográfica; análise de agrupamentos; análise da distribuição de frequência; e híbridos.

Segundo o autor, o procedimento de definição de regiões homogêneas pelo método da conveniência geográfica leva em consideração a análise do coeficiente de regressão, a tendência e classificação dos resíduos padronizados, e o erro percentual, entre as vazões observadas e as previstas pelo modelo de melhor ajuste à distribuição das vazões. Em seguida, as regiões hidrologicamente homogêneas são identificadas como a combinação de estações que apresenta melhor ajuste. Assim sendo, a aplicação desse método de identificação requer uma análise iterativa do procedimento de regionalização de vazões, sendo necessária a revisão deste quando os resultados de ajustes dos modelos não são satisfatórios.

A análise de agrupamentos (cluster analysis, ou clustering) é um método que visa criar grupos de regiões e, ou estações com similaridades entre si (DINIZ et al., 2012; NAGHETTINI; PINTO, 2007). Os diversos métodos de agrupamento podem ser divididos em dois subgrupos, os hierárquicos e os particionais (DALTON et al., 2009). O primeiro grupo, pode ser subdividido em métodos aglomerativos e métodos divisivos, e possui como principal característica a partição sucessiva dos dados, produzindo uma representação hierárquica dos agrupamentos formados. Já os métodos considerados particionais se baseiam na minimização de uma função de custo, ou seja, o agrupamento dos dados em  $n$  grupos, sendo  $n$  definido a priori, ocorre visando que cada dado seja agrupado na classe em que essa função de custo seja

minimizada, os principais métodos particionais encontrados na literatura são os K-médias (K-Means) e o fuzzy c-médias (fuzzy c-means) (GOYAL; GUPTA, 2014).

A análise de distribuição de frequências, como o próprio nome sugere, se baseia na análise da distribuição de frequência das vazões de cada estação fluviométrica e considera que, em uma região hidrologicamente homogênea, haja similaridade nas distribuições das vazões observadas nas estações. Vale ressaltar que pelo fato desse método considerar os dados de vazões para definição das regiões hidrologicamente homogêneas, este é limitado a situações onde existe a disponibilidade de dados fluviométricos, e não constitui uma alternativa para locais com escassez ou indisponibilidade de dados (BAENA et al., 2004).

Os métodos híbridos são aqueles, segundo Miranda (2016), que utilizam concomitantemente mais de um dos métodos descritos anteriormente. Na literatura, são encontrados diversos trabalhos que vem utilizando a combinação de mais de um método de identificação de regiões hidrologicamente homogêneas (EUCLYDES et al., 2001; KRASKOV et al., 2005; RAO; SRINIVAS, 2006; PRINCESS et al., 2007; RODRIGUEZ et al., 2015).

Em contrapartida à utilização da metodologia tradicional proposta pela Eletrobrás (1985), os modelos de aprendizagem de máquina vêm ganhando cada vez mais espaço nos estudos hidrológicos por apresentarem eficiência na exploração de informações de base de dados mais complexas (SHEN, 2018). Segundo Cabral (2018), as ferramentas da AM ganharam interesse dentro dos estudos hidrológicos por permitirem: a) construir modelos hidrológicos baseados em um conjunto de dados que representem as características de uma região hidrográfica, b) validar os modelos numéricos relacionando os parâmetros estimados aos dados observados, e c) substituir modelos numéricos mais complexos por outros mais simples sem prejudicar o desempenho de predição.

De forma geral, a aprendizagem de máquina pode ser definida como uma metodologia que se baseia no princípio em que as máquinas desenvolvem um certo aprendizado a partir de experiências e dos dados fornecidos. Faceli et al. (2011) define a aprendizagem de máquina como um procedimento de indução de uma hipótese a partir de experiências passadas.

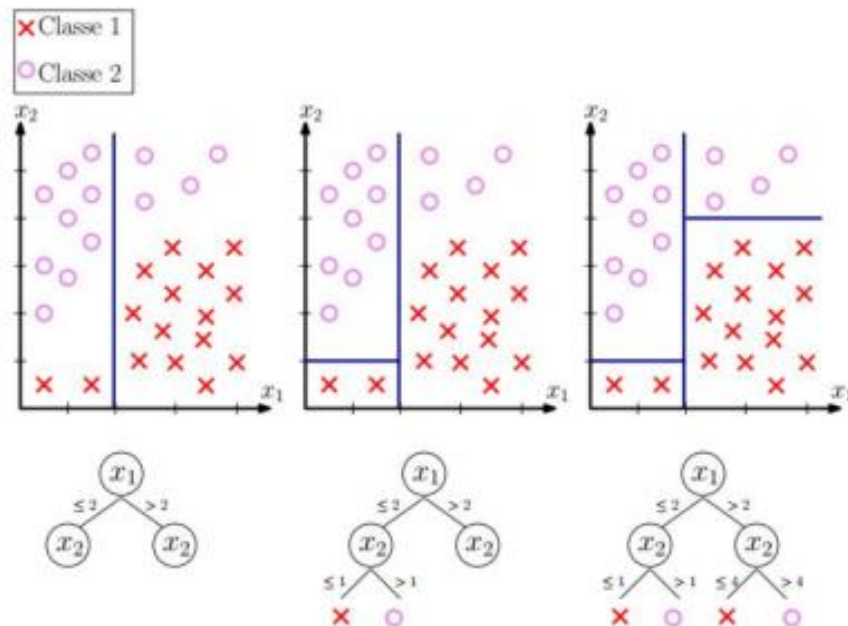
As técnicas de aprendizagem de máquina podem ser divididas em dois grupos considerando as estratégias de aprendizado, o aprendizado supervisionado e o não supervisionado (Haykin et al., 2009). O aprendizado supervisionado é o ramo da

aprendizagem de máquina em que é fornecido ao sistema um conjunto de dados como parâmetros de exemplos e decisões, a partir disso, o modelo infere uma função que relaciona os dados de entrada com os dados de saída (THULIN, 2007). Dessa forma, em algum momento do processamento, necessita-se de algum tipo de supervisão, como os exemplos característicos de cada classe para que, dentro do processo de treinamento, seja possível a classificação de novos objetos. Esse tipo de aprendizagem pode ser considerado como de classificação ou de regressão, dependendo da tipologia da base de dados (MOHRI et al., 2012). A ciência de dados fornece inúmeros algoritmos de classificação supervisionada, a seguir, são apresentados alguns deles:

**Randon Forest:** Esse método foi definido em 1995, por Tin Kam Ho, no artigo “Random Decision Forests” e consiste na construção aleatória de um conjunto de  $n$  árvores de decisão, as quais farão previsões e que quando combinadas, formarão o resultado final. Segundo Breiman (2001), cada árvore de decisão (Figura 2), blocos de construção do modelo Randon Forest, é construída de forma aleatória e são executadas em paralelo, ou seja, não há interação na formação dos blocos iniciais, o que favorece a reduzir a correlação entre as árvores de decisão. Dessa forma, cada um dos blocos faz sua própria previsão individual sendo que a previsão final do Randon Forest, geralmente, é a média das previsões resultantes de cada árvore aleatória. O funcionamento interno de uma árvore de decisão começa no topo, nó inicial, este nó é então dividido em nó esquerdo e nó direito, os quais se dividem em seus respectivos nós direito e esquerdo e assim sucessivamente. Com isso, o cálculo da média dos valores dos nós folhas, nós finais das árvores de decisão também conhecidos como nós terminais, é utilizado como o resultado de predição de cada árvore. A quantidade de divisões entre o nó inicial e os nós terminais, é conhecida como a profundidade da árvore e é um dos hiperparâmetros que podem ser ajustados. Esse ajuste é essencial para evitar o cenário de *overfitting*, que corresponde a uma situação na qual o modelo se adapta muito bem aos dados de treinamento, porém, se mostra ineficaz na previsão de novos dados. Além da profundidade, outro exemplo de hiperparâmetro é o “mtry” que corresponde ao número de variáveis, amostradas de forma aleatória, como candidatas em cada divisão, além disso, em relação ao Randon forest, um outro exemplo de hiperparâmetro é a quantidade de árvores de decisão que formarão o modelo. Duas das técnicas mais abordadas na literatura que realizam o ajuste de hiperparâmetros são o “Grid Search” e o “Randon Search”. O primeiro se

fundamenta na testagem de todas as combinações possíveis dos hiperparâmetros e selecionará os que apresentarem menores erros ou melhores ajustes, já o Random Search, como o próprio nome sugere, irá testar combinações aleatórias a fim de orientar a escolha dos hiperparâmetros (BERGSTRA e BENGIO, 2012).

Figura 2 – Exemplos de árvores de decisão.

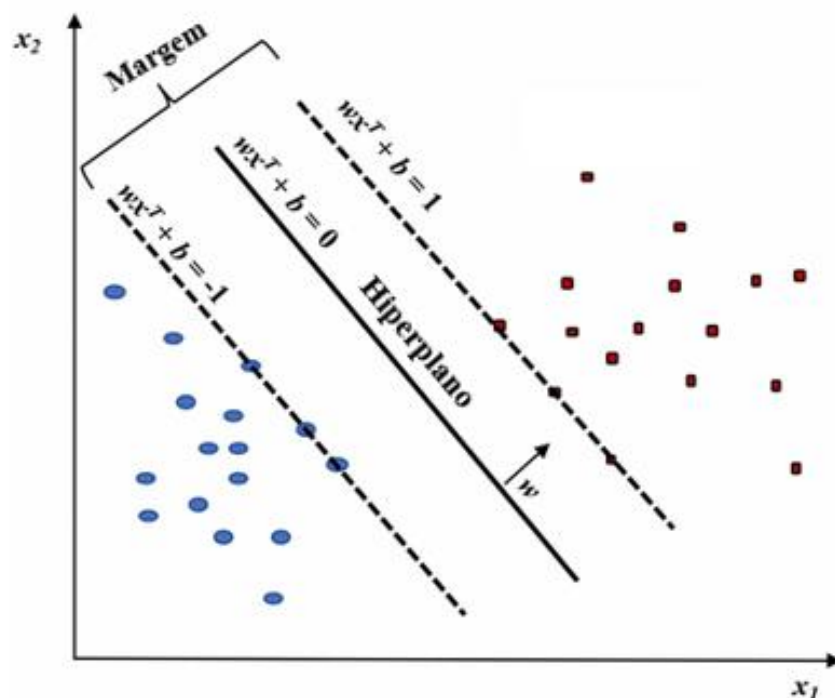


Fonte: Lopez (2014).

SVM: O Support Vector Machine (SVM) é amplamente utilizado na aprendizagem de máquina tanto para problemas de classificação quanto de regressão. Em problemas de classificação, a base de dados é plotada em um plano e em seguida são identificadas as coordenadas de cada dado individual. Em seguida, são plotados os hiperplanos que são limites de decisão da classificação e segregam o espaço, onde estão plotados os dados, em classes para que dessa forma, possamos classificar novos dados na categoria correta (FLAKE e LAWRENCE, 2002). Os hiperplanos são definidos como linhas ou limites de decisão, o algoritmo SVM encontram os pontos mais próximos de ambas as classes, esses pontos são chamados de vetores de suporte e influenciam na posição e orientação dos hiperplanos, assim, a distância entre esses vetores e o hiperplano é chamada de margem (Figura 3), o objetivo do algoritmo é maximizar essa margem e o hiperplano com a maior margem é considerado o hiperplano ótimo (HUANG et al., 2006). Em problemas de regressão, o algoritmo SVM, também chamado de Support Vector Regression (SVR), utiliza os mesmos princípios para a classificação (maximização da

margem), entretanto, para esse tipo de problema é incluído uma função de perda (loss function) e propõe um hiperplano ótimo em que as amostras estejam o mais próximo do plano possível, não importando em qual lado da superfície os planos se encontram (SHEVADE et al., 2000). Dessa forma, para problemas de regressão, a distância máxima ao hiperplano é mais importante do que qual grupo ela representa, isto porque a distância dos dados ao hiperplano está relacionada com os erros absolutos, os quais são definidos como menor ou igual a uma margem especificada, erro máximo (SMOLA et al., 1998).

Figura 3 – Representação gráfica do SVM.

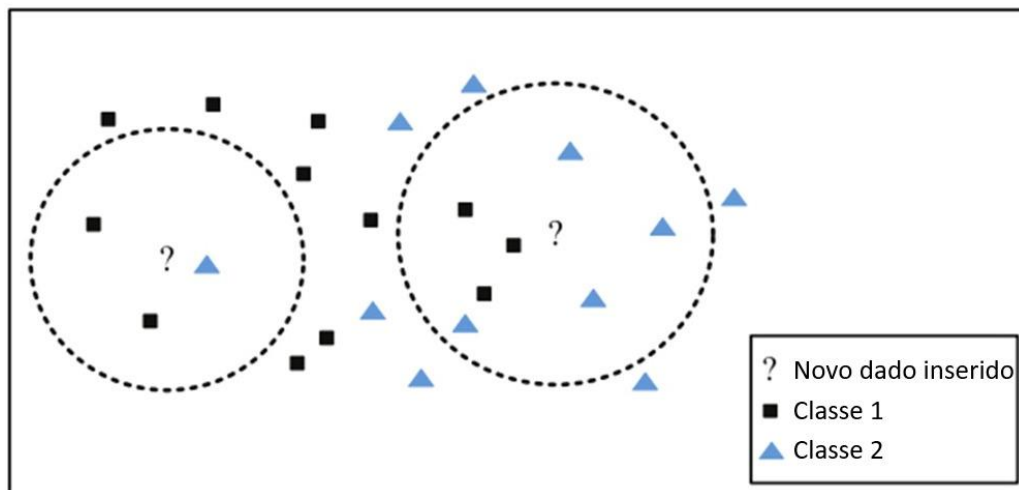


Fonte: Huang et al. (2018).

KNN: Assim como os outros dois algoritmos descritos anteriormente, o K-nearest neighbors (KNN) pode ser utilizado tanto no processo de classificação quanto de regressão. Ele é um algoritmo que se baseia na distância e seu objetivo é localizar todos os “vizinhos” mais próximos de um novo ponto de dado, em outras palavras, o algoritmo calcula as distâncias de todos os pontos em relação aos novos dados, e seleciona aqueles pontos que apresentam menores distâncias (QIN et al., 2013). Dessa forma, é necessário informar o número (k) de vizinhos mais próximos a serem analisados. Em um problema de classificação entre “verde” e “amarelo”, por exemplo, o novo dado será classificado como “verde” se na proximidade dos k vizinhos, houverem mais dados considerados “verdes” do que “amarelos”, por isso, é

recomendado que o valor de  $k$  seja relativo a um número ímpar. De acordo com Song et al. (2017), em problemas de regressão, o algoritmo emprega um método de média/média como forma de previsão de novos dados, dessa forma, ele tenta calcular a média dos valores de todos os  $k$  vizinhos mais próximos e atribui o resultado como valor do novo dado (Figura 4). No exemplo abaixo, observa-se que o novo dado inserido na área circular à esquerda, seria classificado como de classe 1, já o dado inserido na área à direita, seria classificado como de classe 2.

Figura 4 – Exemplos de treinamento para classificação pelo KNN.



Fonte: Zhang et al. (2018).

EARTH: O Splines de regressão adaptativa multivariada (MARS) foi proposto pela primeira vez por Friedman (1991), sendo o Earth a versão gratuita desse algoritmo. Trata-se de um método estatístico não paramétrico baseado em uma estratégia de partição da base de dados em segmentos lineares (splines) separados por pontos de inflexão ou deflexão chamados de nós. Em outras palavras, trata-se de uma função definida por partes por polinômios, ao invés de modelar um conjunto de observações por um único polinômio, escolhe-se pontos distintos no intervalo de observações (nós) e então, é definido um polinômio para cada intervalo, de forma a modelar curvas complexas por polinômios mais simples. Em cada segmento da base de dados, o algoritmo executa um modelo de regressão, no final, há vários modelos de regressão linear em todo intervalo de valores de previsão. Enquanto modelos lineares assumem que os coeficientes das variáveis preditoras são constantes em todo o cenário preditivo, o Earth leva em consideração que isso geralmente não é o caso. A construção do modelo preditivo por esse algoritmo ocorre em duas etapas, a primeira, é a criação de um conjunto de funções de base (BF), que descrevem a

relação entre as variáveis preditores e a variável resposta. Nesse procedimento, para cada partição da base de dados, uma função de regressão linear é modelada, as conexões entre as linhas de regressão são chamadas de nós, dessa forma, cada nó está relacionado a um par de funções de base. Na segunda etapa, o algoritmo estima um modelo de mínimos quadrados com suas funções de base como variáveis preditoras, em seguida o modelo é reavaliado e ajustado para evitar o overfitting, removendo de forma iterativa as BF que menos contribuem para o ajuste do modelo.

CUBIST: Os modelos Cubists foram propostos por Quinlan (1992) e funcionam com uma metodologia semelhante às árvores de decisão e faz uso de regras específicas para subconjuntos de dados. Basicamente, o algoritmo funciona em duas etapas, a primeira consiste no estabelecimento de um conjunto de regras que dividirão a base de dados em conjuntos menores. A partir disso, são aplicados modelos de regressão a esses subconjuntos de dados para o processo de previsão. A previsão é feita a partir da utilização do modelo linear no nó terminal de cada árvore de decisão, entretanto, cada resultado do modelo final de regressão é “suavizado” levando em consideração a previsão feita pelo nó anterior da árvore de decisão. Além disso, o modelo também utiliza a função de vizinho mais próximo, a qual aplicará o algoritmo de vizinho mais próximo ao nó folha e dessa forma, a saída final será uma combinação da predição do Cubist com a previsão do vizinho mais próximo (ZHOU et al., 2019).

LM: O modelo linear (LM) é a modelagem baseada na regressão linear entre as variáveis. A regressão linear pode ser dividida em dois conjuntos: (i) a regressão linear simples, quando a relação da variável resposta depende apenas de uma variável independente e (ii) a regressão linear múltipla, a qual mais de uma variável independente interferem na variável resposta (CHEIN, 2019). De acordo com Brownlee (2016), no âmbito da aprendizagem de máquina, esse tipo de modelo está relacionado a uma função de custo. Essa função, otimiza os coeficientes de regressão e mede o desempenho do modelo, essa otimização se baseia no cálculo do erro quadrado médio (MSE), média dos erros quadrados que ocorreram entre os valores preditos e os valores observados.

Pela equação linear simples  $y=mx+b$  (equação 1), podemos calcular o MSE como:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (y_i - (mx_i + b))^2 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:  $y$  = valores reais,  $y_i$  = valores previstos.

A partir disso, a função de custo do MSE varia os valores dos coeficientes da função de regressão até que o valor do erro se estabeleça no mínimo. Com isso, a função de custo ajuda a calcular a precisão de outra função conhecida como função de mapeamento ou função de hipótese, a qual relaciona as variáveis de entrada com a variável de saída (BROWNLEE, 2016). Visto isso, o objetivo do algoritmo de regressão linear é identificar os melhores valores de coeficientes, para encontrar a reta de regressão de melhor ajuste entre os dados.

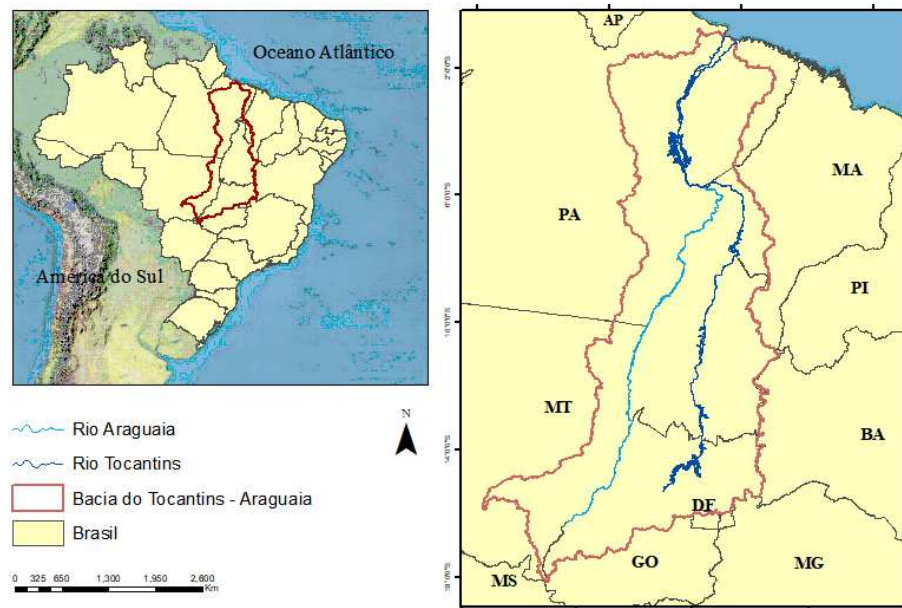
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudo**

A área de estudo contempla a bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia (BHTA) (Figura 5), a qual possui área aproximada de 922 mil Km<sup>2</sup>, correspondendo a 10,8% do território brasileiro, abrangendo parte das regiões Centro Oeste, Norte e Nordeste. Segundo o IBGE (2014), o território da BHTA está distribuído entre os estados de Goiás (21,4%), Tocantins (30,2%), Pará (30,3%), Maranhão (3,3%), Mato Grosso (14,7%) e o Distrito Federal (0,1%). A referida bacia contempla dois importantes biomas brasileiros: a floresta amazônica, que ocupa a porção norte/noroeste da região (35%); e o cerrado (65%) (ANA, 2009).

A BHTA é formada principalmente pelos rios Tocantins (2.416 km de extensão) e o Araguaia (2.115 km de extensão). Segundo ANA (2014), a BHTA contempla uma região que se destaca pela expansão da fronteira agrícola, com a economia fundamentada, principalmente, na exportação de soja em grão e carne bovina e potencial hidroenergético. Atualmente, apresenta grande potencial hídrico que atende as mais diversas atividades, como a irrigação, o abastecimento público, produção de energia, mineração e indústria (GOMES et al., 2019).

Figura 5 – Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Tocantins Araguaia.



Fonte: Autora.

Os estados do Goiás, Mato Grosso e Tocantins que integram 66,3% da BHTA, é uma região atrativa a novos investimentos e incentivos fiscais, a economia do estado se fundamenta nas agroexportações que se concentram, principalmente, na exportação de soja em grão e carne bovina, sendo os estados de Goiás e Mato Grosso os maiores produtores de rebanho e grãos (soja, feijão e milho) do país (LEVIEN et al., 2021).

Apesar da economia do estado do Pará estar muito ligada ao extrativismo mineral, com a expansão da cultura da soja no território brasileiro, as regiões sudeste e sudoeste do estado estão ganhando cada vez mais espaço para essa atividade agrícola, assim como o estado do Maranhão, o qual se tornou um dos maiores polos de produção de grãos do país, do qual o principal produto é a soja e teve a sua capacidade de armazenamento e exportação de grãos ampliada com a construção do Porto de Itaqui (LEVIEN et al., 2021).

Em termos de geração de energia, a região da BHTA vem sendo explorada desde 1970 e possui potencial hidrelétrico de 27.033 MW, considerando somente o rio Tocantins (ANEEL, 2016), e foi destacada, juntamente com a região Amazônica, como as duas regiões de maiores concentrações de projetos hidrelétricos do Brasil (PNE, 2020).

O clima da região é tropical com dois períodos bem definidos, o chuvoso (outubro a abril) que concentra mais de 90% da precipitação, e o seco (maio a setembro) com baixa umidade relativa do ar, a quantidade de chuva é maior na região norte, onde se localiza a foz da bacia, diminuindo na região sul onde se encontra as principais nascentes, ao longo do ano as precipitações variam entorno de 1.580 a 2.300mm, sendo a precipitação e temperatura média anual equivalentes à 1.744mm e 26°C, respectivamente (SALAME et al., 2019).

### **3.2 Levantamento e análise dos dados hidrológicos**

As estações fluviométricas e pluviométricas existentes na bacia do rio Tocantins-Araguaia foram levantadas a partir do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos – SNIRH e as informações como código, nome e localização geográfica foram obtidas do inventário das estações hidrométricas e organizadas em planilhas eletrônicas e em ambientes de georreferenciamento (SIG).

Posteriormente, as séries históricas das estações selecionadas foram obtidas no sistema HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA). Para os dados fluviométricos foram consideradas todas as estações inseridas na bacia do rio Tocantins-Araguaia, e para os pluviométricos, além das estações localizadas no interior da bacia, foram consideradas as estações dentro de uma borda adicional (*buffer*) a partir dos limites da bacia, sendo adotado um *buffer* de 80 Km.

A análise dos dados disponíveis nas estações selecionadas para o presente estudo foi realizada utilizando o sistema Hidro (Sistema de Informações Hidrológicas), versão 1.4, disponibilizado pela ANA, por meio do qual obteve-se a contabilização de dias com dados em escala anual e mensal, a partir dos quais estimou-se os percentuais de disponibilidades.

Na Tabela 1 é apresentado o quantitativo das estações fluviométricas e pluviométricas inventariadas na bacia do Tocantins-Araguaia que apresentam, respectivamente, registros de dados de vazão e precipitação.

Apesar do número expressivo de estações inventariadas, verificou-se que muitas delas sequer apresentavam dados ou, muitas vezes, apresentam dados com grandes percentuais de falhas. O anexo I, representa o diagrama da distribuição dos dados das estações que obtinham registros, após a análise desse diagrama e considerando a preferência em se trabalhar com dados consistidos, definiu-se o período base de 1985 a 2014 (30 anos).

A seleção das estações fluviométricas foi feita considerando-se como critério o período mínimo de 15 anos, com pelo menos 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco do ano hidrológico. Na seleção das estações pluviométricas adotou-se como critério um período mínimo de 10 anos de registro de dados, com pelo menos 95% dos dados anuais, entre brutos e consistidos (preferencialmente), compatíveis com o período de dados fluviométricos.

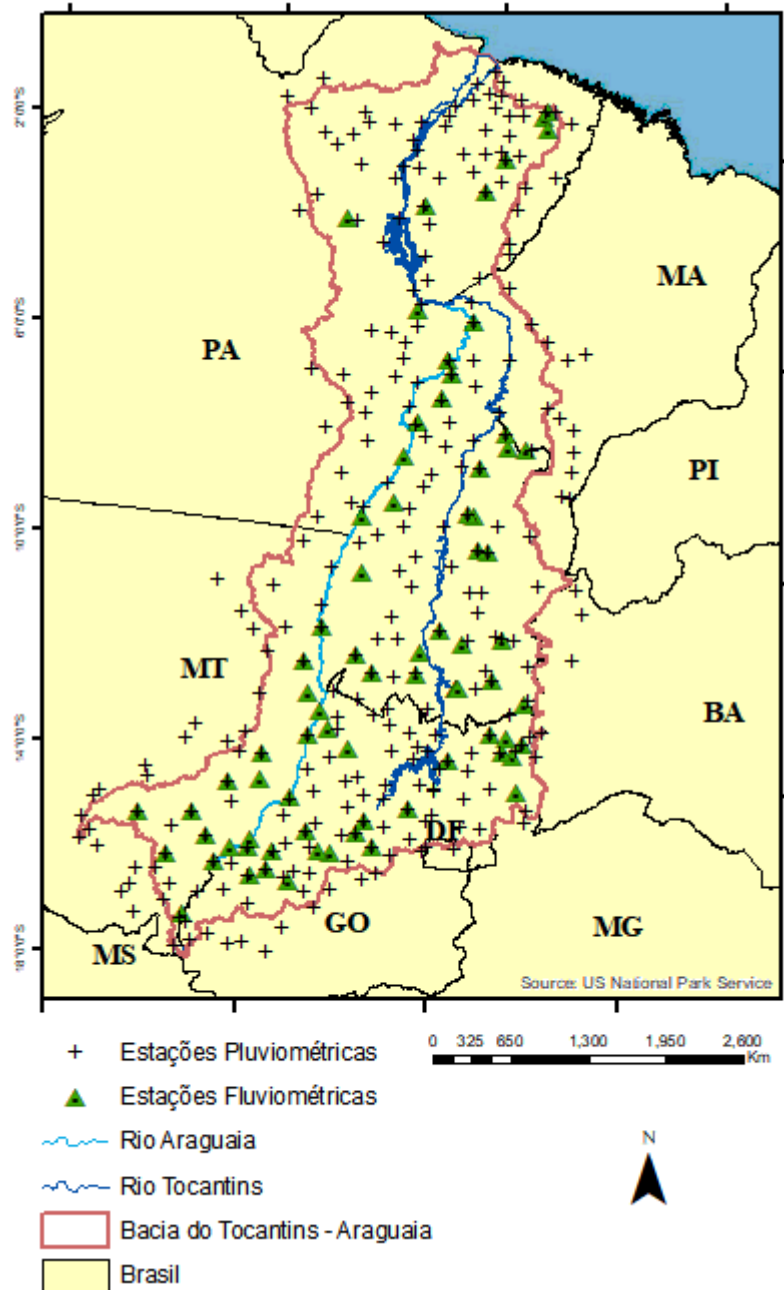
Com base nos critérios supracitados, a quantificação das estações selecionadas pode ser observada na Tabela 1, bem como a localização e distribuição destas na BHTA (Figura 6), outras informações como nome, código e coordenadas geográficas podem ser encontradas no Anexo II.

Tabela 1 – Quantitativo de estações fluviométricas e pluviométricas com registros de dados e selecionadas para o estudo na bacia do rio Tocantins-Araguaia

| <b>Tipo de estação</b> | <b>Estações com registros</b> | <b>Estações selecionadas</b> |
|------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Fluviométrica          | 92                            | 75                           |
| Pluviométrica          | 281                           | 281                          |
| Total                  | 373                           | 356                          |

Fonte: Autora.

Figura 6 – Distribuição e localização das estações pluviométricas e pluviométricas selecionadas para o estudo de regionalização na bacia hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia.



Fonte: Autora.

### 3.3 Estimativa das precipitações média anual

Para caracterizar o regime pluviométrico da área de estudo, foram utilizados dados históricos de estações pluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA).

A seleção das estações pluviométricas foi feita tendo como base os critérios de localização, considerando aquelas que estejam posicionadas no interior da área de estudo.

Inicialmente, foi elaborado para cada estação o diagrama de barras considerando o período anual para definir o período de dados utilizados, assim como a necessidade do preenchimento de falhas na série histórica das estações.

A fim de obter séries mensais completas, foi realizado o preenchimento de falhas com método da ponderação regional (equação 2) com base em regressões lineares, considerando estações com coeficiente de determinação maior ou igual a 0,7.

$$P_{iX} = \frac{\sum_{i=1}^n r_{(P_x P_i)} \times P_i}{\sum_{i=1}^n r_{(P_x P_i)}} \quad (\text{Equação 2})$$

em que:  $P_x$  = postos com dados a serem preenchidos;  $r_{(P_x P_i)}$  = corresponde ao coeficiente de correlação linear entre os postos vizinhos;  $P_i$  = postos vizinhos.

Para analisar e manipular as séries históricas de precipitação foi utilizado o software Sistema de Informações Hidrológicas (SIH/Hidro v. 1.3), disponibilizado através do site da ANA, no Hidroweb.

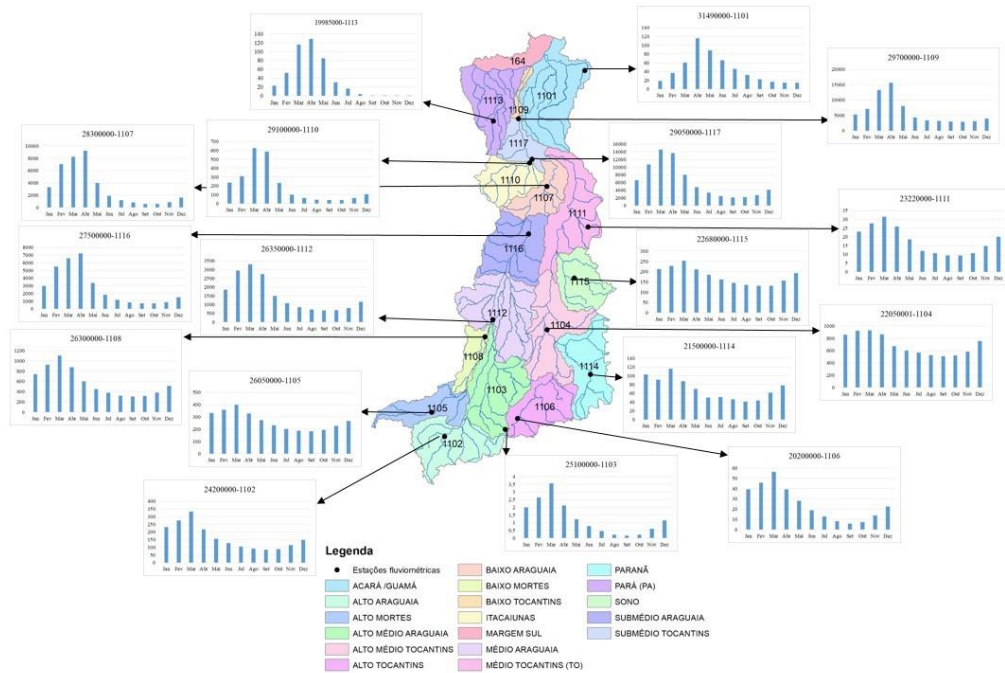
### 3.4 Estimativa das vazões mínimas e média

As estimativas das vazões de referência na BHTA, foram realizadas em nas seguintes bases temporais: anual, semestral e mensal. Dessa forma, foi possível analisar o aumento, ou decréscimo, da disponibilidade hídrica na BHTA considerando a sazonalidade no cálculo das vazões.

A fim de se estimar as vazões mínimas de referência  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  e a média de longa duração, primeiramente foi determinado o ano hidrológico com a finalidade de servir de base temporal para análise dos dados, em substituição ao ano civil. A determinação do ano hidrológico foi feita por meio da observação da distribuição anual das vazões, ou seja, analisando a variabilidade do regime hidrológico da bacia.

Com base nas  $Q_{95}$  mensais de uma das estações com maior quantidade de dados em cada Unidade de Planejamento Hídrico da bacia, verificou-se que a área de estudo possui dois padrões hidrológicos: 1) um com início em janeiro, restrito as posições de cabeceira das áreas de drenagem localizadas na região da foz da BHTA e 2) outro com início no mês de novembro, que predomina na maior parte da bacia (Figura 7).

Figura 7 – Variação da Q95 mensal características nas Unidades de Planejamento Hídrico da bacia do rio Tocantins-Araguaia.



Fonte: Autora.

Para cada estação fluviométrica, foram obtidas as séries anuais, semestrais e mensais das vazões mínimas com sete dias de duração ( $Q_7$ ), das vazões associadas às permanências de 90% ( $Q_{90}$ ) e 95% ( $Q_{95}$ ) e da vazão média de longa duração ( $Q_{mld}$ ).

Para a estimativa da  $Q_{7,10}$ , afim de se determinar a vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos, foram ajustadas à série de  $Q_7$  as distribuições de probabilidade usualmente aplicadas em hidrologia para representar eventos mínimos, como as distribuições Weibull, log-normal III, log-Gumbel, Pearson tipo III e log-Pearson tipo III. A melhor distribuição foi então selecionada considerando a aderência dos dados da amostra ( $Q_7$ ) ao modelo de distribuição.

Já para a estimativa da  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ , foi feita a curva de permanência para as séries históricas de cada estação fluviométrica da área de estudo. Com isso, foram determinadas as vazões associadas a 90 e 95% de permanência no tempo, obtidas para as diferentes estações.

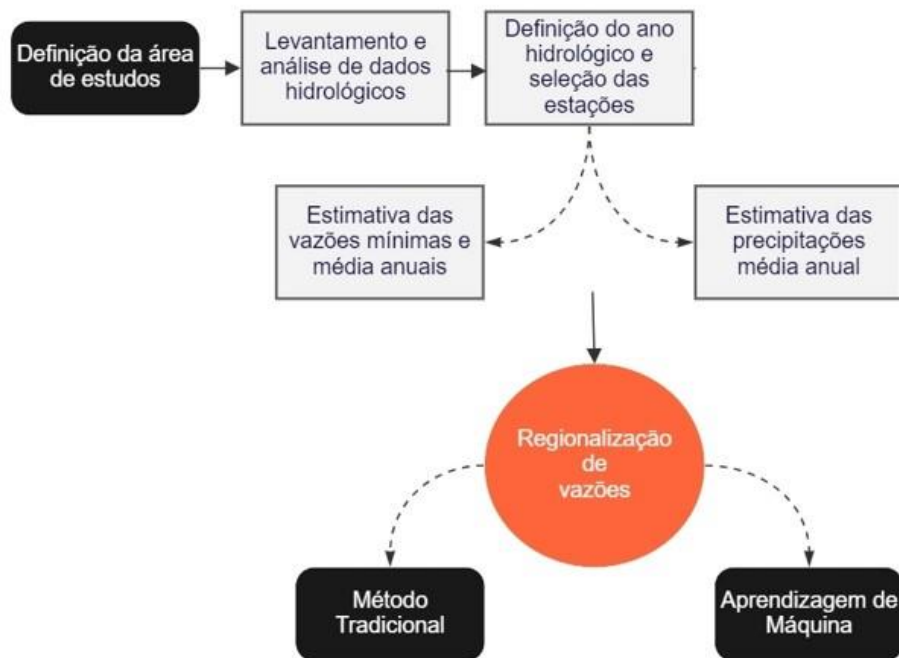
A obtenção da  $Q_{mld}$  foi feita a partir das séries anuais, semestrais e mensais de vazões médias para cada estação fluviométrica considerada nesse estudo.

Para a etapa de estimativa das vazões, foi utilizado o Sistema Computacional para Análises Hidrológicas – SisCAH 1.0, desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH), da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

### 3.5 Regionalização

Para o processo de regionalização das vazões mínimas e média de longa duração, foram utilizadas duas metodologias, a metodologia tradicional e por aprendizagem de máquina. Para ambas, são realizadas as seguintes etapas: 1) Definição da área de estudos; 2) Levantamento e análise de dados hidrológicos; 3) Definição do ano hidrológico e seleção das estações; 4) Estimativa das vazões mínimas e média anuais; 5) Estimativa das precipitações média anual; 6) Regionalização de vazões utilizando técnicas de aprendizagem de máquina e o método tradicional (Figura 8).

Figura 8 – Fluxograma metodológico geral com os processos adotados para a etapa de regionalização das vazões.

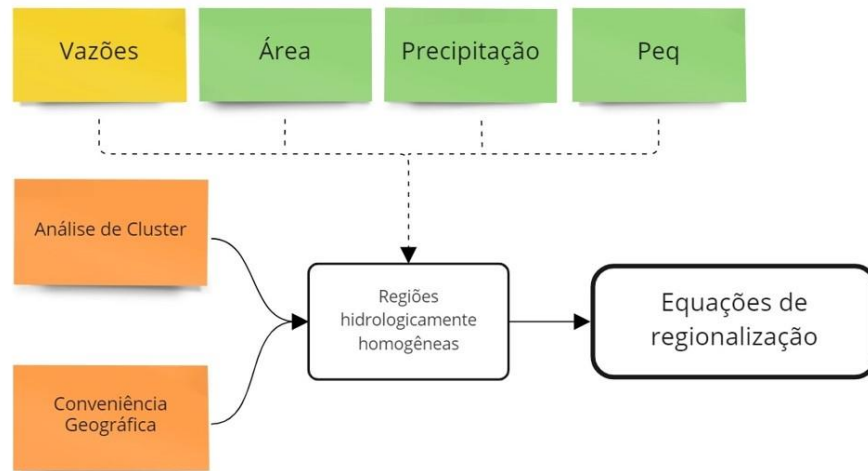


Fonte: Autora.

#### 3.5.1 Método Tradicional

Para a regionalização de vazões na bacia do Tocantins-Araguaia utilizando o método tradicional, foram realizadas as seguintes etapas: (i) Análise de Cluster; (ii) Conveniência Geográfica; (iii) Definição das regiões hidrologicamente homogêneas (RHH); e (iv) Obtenção das equações de regionalização (Figura 9).

Figura 9 – Fluxograma dos processos realizados para a regionalização de vazões pelo método tradicional.



Fonte: Autora.

Com o objetivo de obter as vazões mínimas e média de longa duração em qualquer seção de interesse ao longo da hidrografia da bacia, utilizou-se a técnica de regionalização de vazões descrita por Eletrobrás (1985), que se baseia na identificação de regiões hidrologicamente homogêneas (RHH) e no ajuste de equações de regressão entre as diferentes variáveis a serem regionalizadas e as características físicas e climáticas das bacias de drenagem para cada região homogênea.

A definição das RHHs partiu de uma análise de cluster, aplicando-se diversos testes como o método não hierárquico K-Means e o método hierárquico de Ward, com o uso da distância euclidiana como medida de dissimilaridade. As variáveis consideradas foram as coordenadas geográficas (latitude e longitude), as vazões específicas (equação 3)  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$ ,  $Q_{7,10}$  e  $Q_{mld}$ , em base mensal e anual, e a precipitação total anual média na área de drenagem de cada estação fluviométrica selecionada.

$$q = \frac{Q}{A} \text{ (Equação 3)}$$

Onde  $q$  = vazão específica,  $Q$  = vazão de referência utilizada,  $A$  = área de drenagem ( $\text{Km}^2$ ).

Considerando que as variáveis possuem unidades e magnitudes diferentes, o que pode interferir no resultado dos agrupamentos, foi realizada a padronização

desses valores antes da aplicação da análise de cluster. Os agrupamentos obtidos foram ajustados utilizando o método de conveniência geográfica, o qual consiste, de forma subjetiva, agrupar estações levando em consideração suas localizações geográficas, buscando a combinação que proporciona melhor ajuste estatístico para as equações de regionalização.

A fim de se obter as vazões regionalizadas para cada RHH, foi utilizado o método de “nested” leave-one-out Cross Validation (nested-LOOCV) (Clevers et al., 2007; Honeyborne et al., 2016; Rytky et al., 2020), que opera em um processo de loop. Primeiramente, o modelo é realizado em um conjunto de dimensão de n-1 observações, onde n representa o conjunto completo de estações localizadas na RHH, e posteriormente, o procedimento é realizado no conjunto com mesma dimensão n-1, porém, com outra estação retirada da amostra. Dessa forma, para cada RHH são geradas n equações de regressão, sendo o resultado final a média dos valores preditos pelas equações. No presente trabalho, para a predição de cada vazão regionalizada, esse procedimento totalizou 225 etapas, 75 para cada variável independente, as quais serão descritas adiante.

O ajuste de equações de regressão foi realizado através do modelo de regressão não – linear, descrito pela equação 4. O referido modelo foi ajustado considerando as seguintes variáveis independentes: 1) a área de drenagem, a qual foi obtida em ambiente SIG, a partir do modelo digital de elevação hidrologicamente condicionado (MDEHC) na resolução de 100 metros, o qual foi obtido por meio do modelo digital de elevação (MDE), fornecido pelo NASADEM, e pela hidrografia ottocodificada fornecida pela ANA; 2) a vazão equivalente ao volume precipitado (Peq) (equação 5); e 3) a vazão equivalente ao volume precipitado menos 750 mm de abstração (Peq<sub>750</sub>)(equação 6).

$$Y = a \times X^b \quad (\text{Equação 4})$$

$$Peq = \frac{P \times A}{k} \quad (\text{Equação 5})$$

$$Peq_{750} = \frac{(P-750) \times A}{k} \quad (\text{Equação 6})$$

em que: Y = vazão de interesse, a = coeficiente angular da equação de regressão, X = variável utilizada, b = expoente da equação de regressão P = precipitação total média anual nas áreas de drenagem, mm; A = área de drenagem de cada estação, km<sup>2</sup>; e k = fator de conversão igual a 31.536.

A avaliação dos modelos ajustados foi realizada por meio dos seguintes parâmetros: Nash–Sutcliffe model efficiency coeficiente (NSE) (equação 7),  $R^2$  (equação 8), a raiz quadrada do erro médio normalizada pela média (RMSEN) (equação 9), o máximo valor dos erros relativos (Ermx) (equação 10) e o erro relativo médio (Erm) (equação 11). Para essa etapa, foram utilizados o software R e, para os processamentos em ambiente SIG, o ArcGis.

$$NSE = 100 \times \left[ 1 - \frac{\sum(O_i - y_i)^2}{\sum(O_i - \bar{O})^2} \right] \quad (\text{Equação 7})$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{O})^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (\text{Equação 8})$$

$$RMSE = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \times \sum (O_i - y_i)^2}}{\bar{O}} \quad (\text{Equação 9})$$

$$ER = \frac{y_i - O_i}{O_i} \quad (\text{Equação 10})$$

$$ER_{mx} = \frac{\sum_{i=1}^N ER}{N} \quad (\text{Equação 11})$$

em que:  $n$  = tamanho amostra;  $y_i$  = vazão predita;  $O_i$  = vazão observada;  $\bar{O}$  = média das vazões observadas e  $N$  = número de dados observados.

### 3.5.2 Aprendizagem de máquina

No processo de regionalização de vazões foram utilizados diferentes modelos de aprendizagem de máquina supervisionado. Os modelos são baseados em técnicas consagradas que podem ser utilizadas em trabalhos de regionalização, sendo descritas no fluxograma representado pela figura 10. Todo processo de modelagem foi feito no software R versão 4.1.0 (R Core Team, 2022).

No método de regionalização com aprendizagem de máquina foram utilizados três grupos de covariáveis: 1) O primeiro grupo compreende as covariáveis que caracterizam o clima, as condições edáficas e vegetativas das áreas de drenagem (Tabela 2); 2) o segundo grupo compreende as covariáveis categóricas que caracterizam as condições de superfície e a hidrogeologia (Tabela 3); e 3) o terceiro grupo compreende as covariáveis morfométricas que descrevem as características de

área e atributos do relevo (Tabela 4). Os nomes e descrição das covariáveis climática, e morfométricas podem ser consultados no Anexo III.

Tabela 2 – Covariáveis climáticas consideradas como potenciais preditoras e suas respectivas fontes, períodos, séries temporais e resoluções espaciais.

| Climáticas   |  |                |                |                    |
|--------------|--|----------------|----------------|--------------------|
| Fonte        | Covariáveis  | Período        | Série temporal | Resolução espacial |
| Terraclimate | aet (mm)<br>def (mm)<br>pet (mm)<br>ppt (mm)<br>ro (mm)<br>soil (mm)<br>srad (W/m <sup>2</sup> )<br>tmax (°C)<br>tmin (°C)<br>vap (kPa)<br>ws (m/s)<br>vpd (kpa)<br>PDSI | Mensal e Anual | 1985-2014      | 4 km               |
| ANA          | Peq  | Anual          | 1985 – 2014    | 100 m              |

Fonte: Autora.

Tabela 3 – Covariáveis categóricas representativas das características de superfície e hidrogeológicas consideradas como potenciais preditoras e suas respectivas fontes, séries temporais e resoluções espacial.

| Categóricas |                         |                |                    |
|-------------|-------------------------|----------------|--------------------|
| Fonte       | Variáveis               | Série temporal | Resolução espacial |
| Mapbiomas   | Uso e cobertura do solo | 1985 -2014     | 1:250.000          |
| IBGE        | Solo                    | -              | 1:250.000          |
| IBGE        | Hidrogeologia           | -              | 1:250.000          |

Fonte: Autora.

Tabela 4 – Covariáveis morfométricas, representativas dos atributos do relevo, consideradas como potenciais preditoras e suas respectivas fontes e resolução espacial.

| Morfométricas |  |  |                    |
|---------------|--|--|--------------------|
| Fonte         | Variáveis  |  | Resolução espacial |
| MDEHC         | aspect<br>convergence_index<br>curv_cross_secational<br>curv_flow_line<br>curv_general<br>curv_longitudinal<br>curv_maximal<br>curv_minimal<br>curv_plan<br>curv_profile<br>curv_tangencial<br>curv_total<br>difference<br>diurnal_anisotropic<br>heating<br>gradient<br>hill<br>hill_idx<br>Mass_Balance_Index<br>mde | mid_slope_poiton<br>morphometric_protectind<br>ex<br>mrrtf<br>Mrvbf<br>normalized_height<br>realsurfacearea<br>Slope<br>slope_Height<br>slope_idx<br>standardized_height<br>Área de drenagem | 100 m              |

Fonte: Autora.

As covariáveis climáticas foram obtidas a partir da base de dados do Terraclimate (<https://www.climatologylab.org/terraclimate.html>) com resolução espacial de 4 quilômetros. Para cada covariável climática foi calculada a média mensal e anual da série histórica equivalente ao período de dados observados nas estações do presente estudo (1985-2014). Com o intuito de compatibilizar a resolução dessas covariáveis com o do MDEHC, foi realizado a reamostragem dos dados utilizando-se o método “Nearest”, com auxílio do programa Arcgis 10.5, o qual não altera os valores dos pixels e sim suas dimensões.

O mapa de uso e cobertura da terra na BHTA foi obtido com base nos dados do projeto MapBiomias (Coleção 5) (MAPBIOMAS, 2021). Por se tratar de uma covariável categórica com grande potencialidade de variação no tempo, esta foi inserida no modelo como sendo o resultado da moda da série histórica utilizada (1985 – 2014),

ou seja, foi utilizado um mapa final no qual foram consideradas as categorias de uso e cobertura da terra que mais se repetiram ao longo do tempo nas respectivas áreas de drenagem. Sendo os usos mais comuns: Floresta, Agropecuária e Área não vegetada.

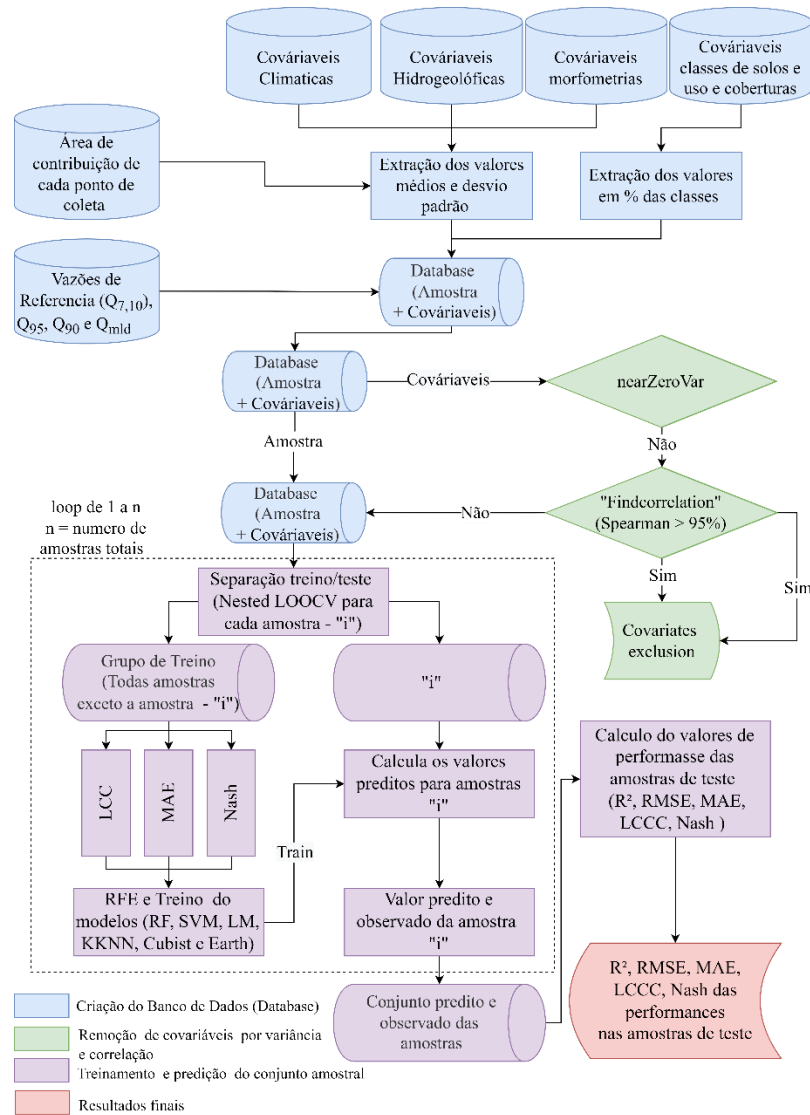
Para a covariável referente à classe de solos, inicialmente, foi obtido do mapa de pedologia do Brasil na escala de 1:250.000 disponibilizado pelo IBGE (2018). Posteriormente, a covariável foi calculada a partir do percentual de área das 5 classes de solos com maior predominância na área, que são: 1) Os Argissolos; 2) Cambissolos; 3) Latossolos; 4) Neossolos; e 5) Plintossolos.

De forma semelhante, a covariável referente às classes hidrogeológicas levou em consideração as principais características dos aquíferos presentes na área de estudo. O mapa hidrogeológico foi obtido pelo IBGE na escala de 1:250.000 e foram consideradas os percentuais das unidades hidrogeológicas mais predominantes na BHTA: 1) cárstica; 2) granular; e 3) fraturada.

### **3.5.2.1 Processamento de modelagem**

O processamento dos dados na modelagem por técnicas de aprendizagem de máquina foi realizado em duas etapas: 1) seleção das covariáveis; e 2) treinamento e validação da performance dos modelos. A Figura 10 apresenta o fluxograma dos processos realizados durante a modelagem.

Figura 10 – Fluxograma das etapas executadas durante o processo de modelagem, por técnicas de aprendizagem de máquina, para a predição das vazões mínimas média.



Fonte: Autora.

### 3.5.2.2 Remoção de covariáveis e dados de treinamento para o algoritmo de aprendizado de máquina

A etapa de seleção de covariáveis tem como indício reduzir o conjunto de preditores para assim, encontrar o modelo mais simples que segue o princípio da parcimônia, dessa forma, a explicação e entendimento do modelo final são facilitadas, além do custo computacional no treinamento do modelo final tender a ser reduzido (De Castro Paes, et al. 2022).

O processo de remoção foi realizado em três sub etapas: 1) remoção por variâncias próximas a zero; 2) remoção por correlação; e 3) remoção por importância.

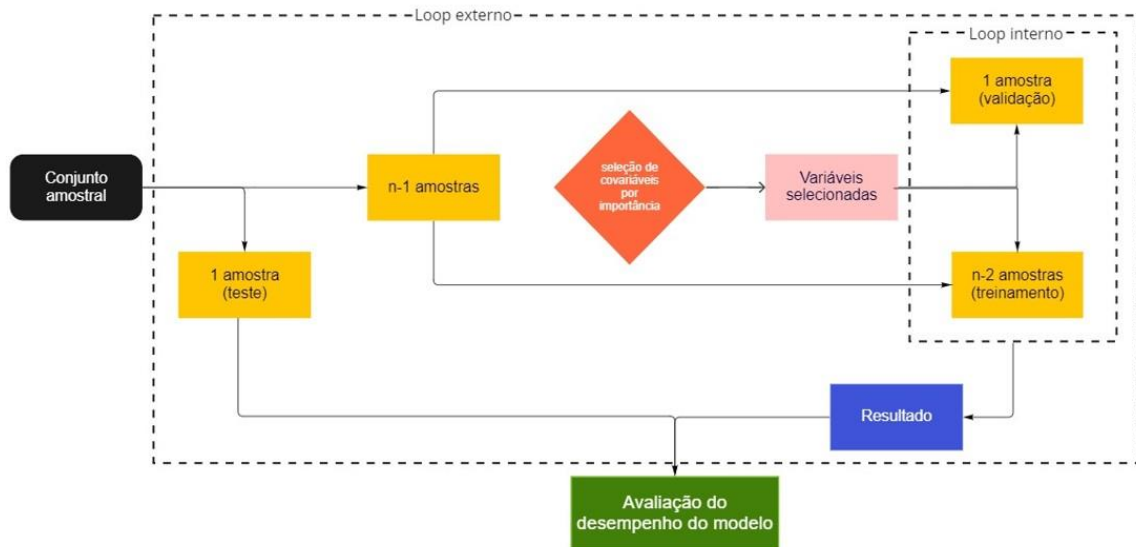
A partir das 203 covariáveis e da extração dos seus valores em cada área de drenagem, foi aplicada a primeira sub etapa de remoção, sendo esta baseada na remoção por variâncias próximas a zero. Foi utilizada a função “nearZeroVar” do pacote Caret (KUHNS et al., 2008), a partir da qual, foram removidas 11 covariáveis: "valor médio das posições de meia inclinação", " mmean.morphometric\_protection\_index" , " valor médio das alturas das declividades ", “valor médio das alturas normalizadas ”, " valor médio das profundidades dos vales”, " valor médio das alturas padronizadas", " desvio padrão das posições de meia inclinação”, "stdev.morphometric\_protection\_index", "desvio padrão das alturas normalizadas”, " desvio padrão das alturas das declividades”, " desvio padrão das alturas padronizadas".

Na segunda sub etapa que visou eliminar as covariáveis altamente correlacionadas, foi calculada e analisada a correlação entre todas as covariáveis numéricas utilizadas no presente estudo. Nessa análise, a remoção de covariáveis que apresentaram elevada correlação (Spearman  $\geq 95\%$ ), foi baseada na soma absoluta da correlação destas com todas as outras covariáveis do banco de dados, sendo removida aquela covariável que apresentou maior valor. Nesta sub etapa foram removidas 196 covariáveis (anexo IV). Durante esse processo, foram utilizadas as funções “cor” e “findcorrelation” – pacote stats (Hothorn, 2021) e caret (Kuhn et al., 2020).

Sequencialmente, as covariáveis que passaram pelas duas sub etapas foram divididas em conjunto de treinamento e conjunto de teste, sendo que o treinamento foi aplicado juntamente à terceira sub etapa de remoção de covariáveis (remoção por importância).

Devido ao pequeno número de amostras, 75 estações fluviométricas, foi utilizado o método de separação de treinamento e teste do tipo Nested leave one out Cross Validation ("Nested-LOOCV"). Esse método já é utilizado em diversos estudos de modelagem hidrológica e de atributos físicos e químicos de solos (Ferreira et al. 2021, Mello et al. 2022, DE Castro Paes, et al. 2022). O "Nested-LOOCV" utiliza um sistema de loop duplo, onde no primeiro loop, uma amostra é retirada do conjunto amostral ( $n$ ) para que, posteriormente, esta seja utilizada para o teste e avaliação da performance do modelo resultante do segundo loop (Figura 11).

Figura 11 – Fluxograma das etapas do Nested leave one out Cross Validation ("Nested-LOOCV").



Fonte: Autora.

Os dados restantes do conjunto amostral ( $n-1$ ) foram utilizados no segundo loop, o qual foi rodado  $n-1$  vezes por meio da utilização do "leave one out" (LOOCV), e incluiu a sub fase de remoção por importância das covariáveis e a fase de treinamento e validação do modelo seguindo o procedimento metodológico descrito em diversos estudos (Ferreira et al. 2021, Mello et al. 2022, DE Castro Paes, et al. 2022). A terceira sub etapa de remoção de covariáveis é realizada a partir da utilização da ferramenta "Recursive Feature Elimination" (RFE) – pacote caret – que consiste em um método do tipo backward, que elimina as covariáveis que menos contribuem para o modelo de predição (Reis, et al. 2021, Khun, et al. 2008). O RFE é executado para cada algoritmo e para cada conjunto de amostras utilizadas nas fases de treinamento e

validação dos modelos, sendo o número ideal de covariáveis, aquele que apresentar melhor valor dos parâmetros de performance, entre os conjuntos de covariáveis testados.

Neste trabalho foram testados três parâmetros de performance o NSE (equação 7), o Lin's Concordance Correlation Coefficient (LCCC) (equação 12), e o erro médio absoluto (MAE) (equação 13). Foram testados sete algoritmos de machine learning: Random forest (RF), Support Vector Machines (SVM), K-Nearest Neighbors (KNN), Cubist, Earth e o modelo linear (LM).

$$LCCC = \frac{2\rho\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + (\mu_x - \mu_y)^2} \quad (\text{Equação 12})$$

$$MAE = \frac{1}{n} \times \sum (y_i - O_i) \quad (\text{Equação 13})$$

onde,  $\rho$  = coeficiente de correlação entre as variáveis,  $\sigma_x$  e  $\sigma_y$  = variâncias de cada variável,  $\mu_x$  e  $\mu_y$  = médias das variáveis,  $O_i$  = vazão observada e  $y_i$  = vazão predita.

Com o número ideal de covariáveis definido para cada algoritmo e parâmetro de performance, foi realizado o treinamento e teste do modelo, nessas etapas foram utilizadas n-2 e uma amostra, respectivamente. Durante esse processo, ocorreu a otimização dos hiperparâmetros internos de cada algoritmo, utilizando o método de validação cruzada leave one out (LOOCV), o qual testou 5 valores diferentes para cada hiperparâmetros de cada algoritmo. Os hiperparâmetros são parâmetros internos dos modelos que não podem ser determinados a partir dos dados, ou seja devem ser informados pelos usuários. Normalmente são testados diferentes valores dos hiperparâmetros objetivando melhorar a performance do modelo final. O pacote caret realiza a otimização dos hiperparâmetros a partir dos dados fornecidos pelo usuário.

Com isso, o modelo final do segundo loop é o resultado da média de todas as rodadas internas que ocorreram nessa etapa, assim sendo, o modelo final foi utilizado para calcular a predição da amostra retirada na etapa inicial, primeiro loop. Esse processo final, foi realizado 75 vezes, gerando em cada rodada um valor predito de vazão correspondente a uma estação fluviométrica.

### 3.5.2.3 Avaliando o desempenho dos algoritmos

Os valores preditos foram então utilizados para a avaliação da performance dos algoritmos, nas predições das vazões de referência na BHTA. Foram utilizados além dos parâmetros LCCC (equação 12), NSE (equação 7) e MAE (equação 13), os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) (equação 8), a raiz quadrada do erro médio normalizada pela média (RMSEN) (equação 9), o erro relativo médio ( $ER_m$ ) (equação 10) e o máximo valor dos erros relativos ( $ER_{mx}$ ) (equação 11).

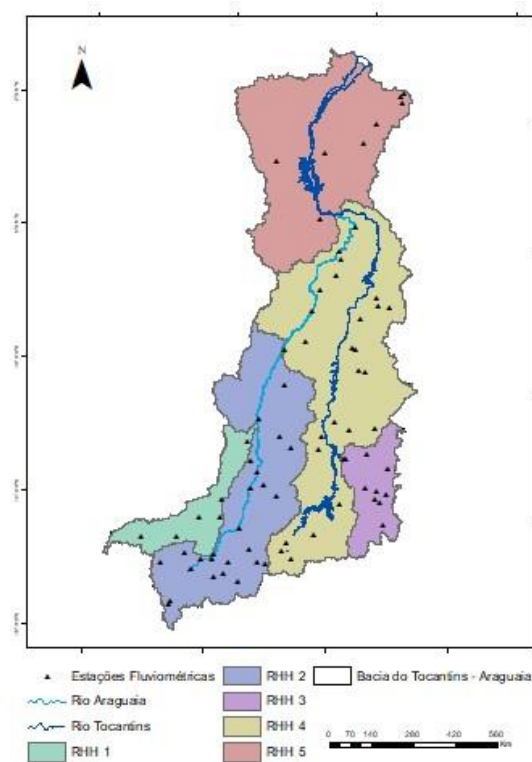
O  $R^2$  representa a proporção da variação total da variável resposta que pode ser explicada pelo modelo, seu valor é adimensional e seu intervalo é limitado de 0 a 1, onde 0 indica que o modelo é incapaz de detectar variância e 1 representa o ajuste perfeito. O RMSE, que relaciona a raiz quadrada do erro médio (RMSE) ao intervalo de observações e, por isso, facilita a comparação entre conjuntos de dados e modelos de previsão. Já os máximos e o médios erros relativos conseguem transparecer a discordância entre os valores preditos e observados.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Regiões Hidrologicamente Homogêneas

A partir da análise de Cluster e da conveniência geográfica, a Bacia do Tocantins-Araguaia foi subdividida em 5 regiões hidrologicamente homogêneas (RHH), conforme apresentado na Figura 11. A RHH 1, contempla a região sudoeste da área de cabeceira do rio Araguaia integrando a bacia do rio das Mortes com área de aproximadamente 61,3 mil Km<sup>2</sup>, a qual contempla 6 estações fluviométricas. A RHH 2 na qual está inserida a nascente do rio Araguaia, com área de, aproximadamente, 231 mil Km<sup>2</sup> e 24 estações fluviométricas. A RHH 3, a qual contempla a cabeceira da bacia Tocantins, com área de 59 mil Km<sup>2</sup> contendo 11 estações. A RHH 4, que engloba a nascente do rio Tocantins, com área de 340,6 mil Km<sup>2</sup> e 26 estações fluviométricas. Por fim, a RHH 5, região da foz da bacia Tocantins- Araguaia, com área de 245,5 Km<sup>2</sup> e 8 estações fluviométricas.

Figura 12 – Distribuição das regiões hidrológicamente homogêneas identificadas na bacia hidrográfica do Tocantins–Araguaia e das estações Fluviométricas para cada uma das referidas regiões.



Fonte: Autora.

Observa-se a partir da figura 11, a limitação espacial de dados fluviométricos na BHTA. Nota-se que para todas as RHH, foram identificadas quantidades de estações superiores a 5, ou seja, possui estações suficientes para o ajuste das equações de regressão. Por outro lado, quando analisamos a densidade de dados fluviométricos, observamos que mesmo a RHH com maior quantidade de estações fluviométricas dispõe de apenas 26 pontos de monitoramento, para uma área de quase 341 mil Km<sup>2</sup>.

Esse resultado evidencia que a densidade de estações fluviométricas é inferior àquela recomendada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM, 1984), a qual sugere para condições normais de operação, no mínimo, mil estações por Km<sup>2</sup> em regiões planas e 300 estações por Km<sup>2</sup> em regiões montanhosas, já em condições difíceis de operação, a recomendação passa para, no mínimo, 3 mil estações por Km<sup>2</sup> em regiões planas e 1000 estações por Km<sup>2</sup> em regiões montanhosas. Esse resultado corrobora com diversos estudos hidrológicos sobre a inadequação da cobertura da

rede hidrométrica em diversas regiões do Brasil, tendo que a baixa densidade e má distribuição de pontos de monitoramento, influenciam diretamente na análise do comportamento hidrológico das bacias hidrográficas brasileiras (VANELLI et al., 2021; BESKOW et al., 2016; MELATI e MARCUZZO, 2016; PUGLIESI et al., 2016; CASTRO e RUHOFF, 2009).

#### **4.2 Estimativa das vazões mínimas e média**

Nas figuras 13 a 17, são apresentadas as médias das estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  em base mensal, semestral e anual para cada uma das cinco RHH identificadas. As estimativas de vazões de cada estação fluviométrica selecionada para o estudo, podem ser observadas no ANEXO V.

Pela análise das figuras 13 a 17, pode-se evidenciar que, apesar das diferenças de amplitude de variação das vazões obtidas, em função de representarem diferentes RHHs, a tendência de variação destas ao longo do ano é semelhante. Embora a sazonalidade de vazões seja observada em todas as RHH, com períodos de aumento e redução da disponibilidade hídrica, na RHH3 essa variação é menos expressiva. Além disso, pode-se evidenciar que, em todos os casos, a adoção da sazonalidade no cálculo das vazões de referência, refletem em um aumento, em períodos chuvosos, dos valores estimados das vazões de referência, assim como também foi observado em outros estudos sobre disponibilidade hídrica e adoção da sazonalidade no cálculo das vazões (COSTA et al., 2019; FINKLER et al., 2015; SILVA et al., 2015; SILVA, 2012; FILHO e LALL, 2004).

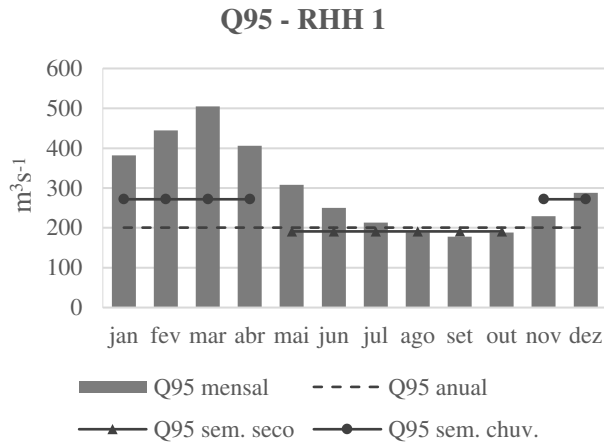
No caso específico da RHH 3, podemos observar que a média da  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$  no semestre seco superou a média anual. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2015), em um estudo sobre a influência da sazonalidade nos critérios de outorgas da bacia do rio Paraopeba, no qual foi identificado um aumento da disponibilidade hídrica do semestre seco em relação à média anual, em algumas estações fluviométricas quando considerada a vazão mínima com sete dias de duração ( $Q_{7,10}$ ).

As diferenças percentuais da diminuição ou aumento dos valores de vazões, a partir da adoção da sazonalidade nas estimativas, podem ser observados na tabela 5. Nota -se que para todas RHH, a adoção da base semestral nas estimativas de vazões, acarretou um aumento da disponibilidade hídrica, seja ela analisada pelas vazões mínimas ou pela  $Q_{mld}$ . Observa-se ainda que o maior ganho percentual

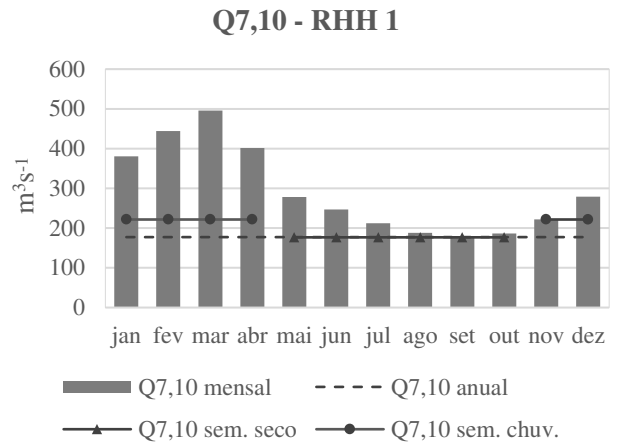
(aproximadamente 72,2 %) da Q95 sazonal ocorreu na RHH 2 para o período chuvoso em relação à Q95 na base anual (TABELA 5).

Figura 13 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da  $Q_{mld}$  em base mensal, semestral e anual da RHH1, sendo: (a)  $Q_{95}$ , (b)  $Q_{7,10}$ , (c)  $Q_{90}$  e (d)  $Q_{mld}$ .

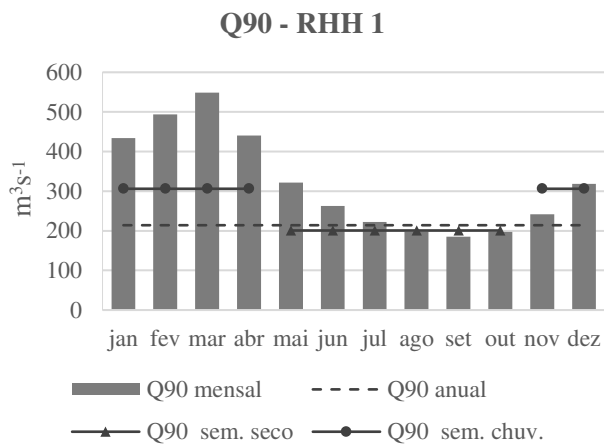
a)



b)



c)



d)

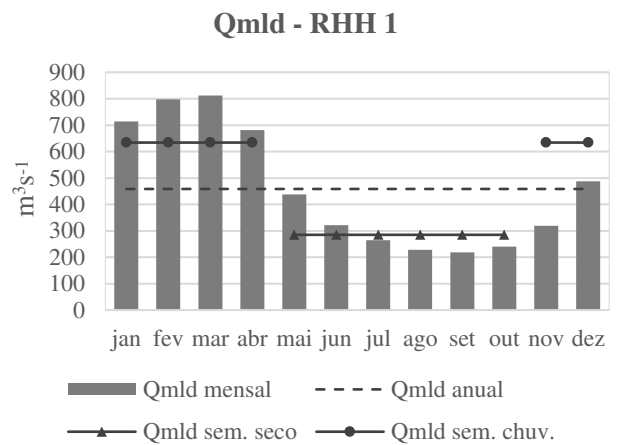
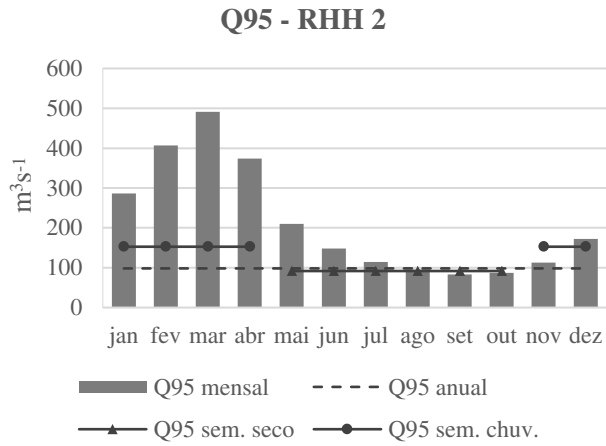
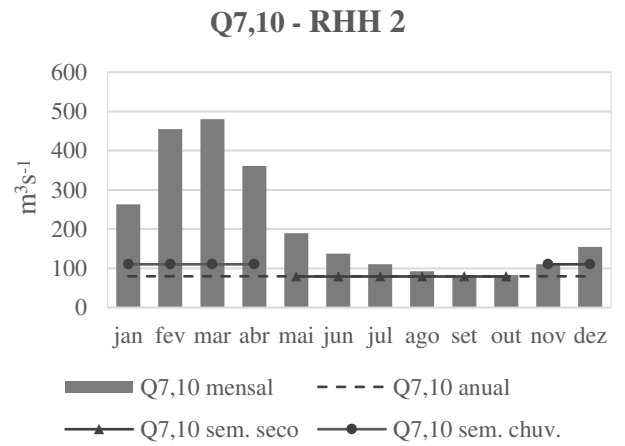


Figura 14 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da  $Q_{mld}$  em base mensal, semestral e anual da RHH2, sendo: (a)  $Q_{95}$ , (b)  $Q_{7,10}$ , (c)  $Q_{90}$  e (d)  $Q_{mld}$ .

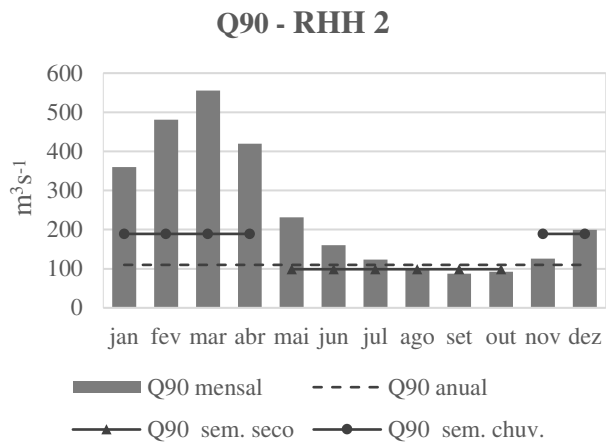
a)



b)



c)



d)

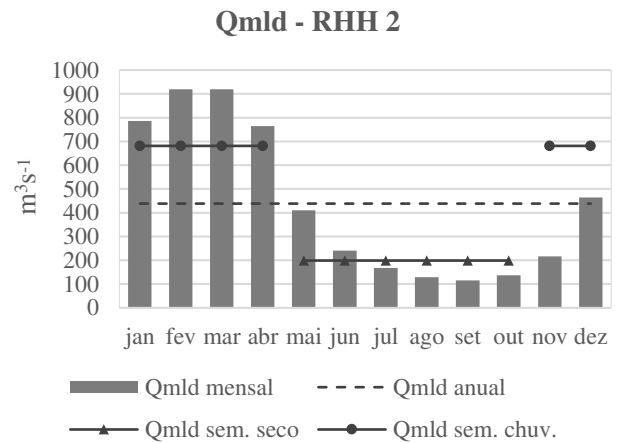
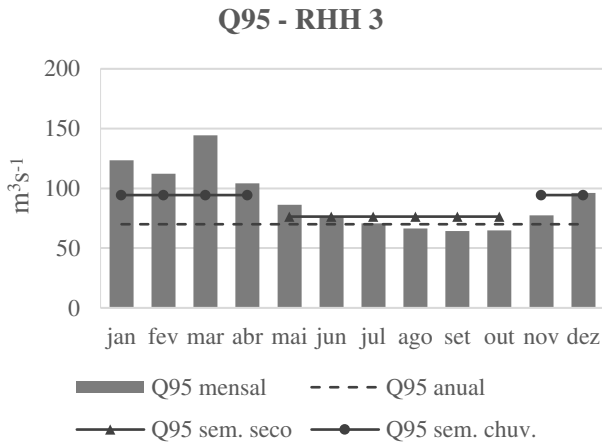
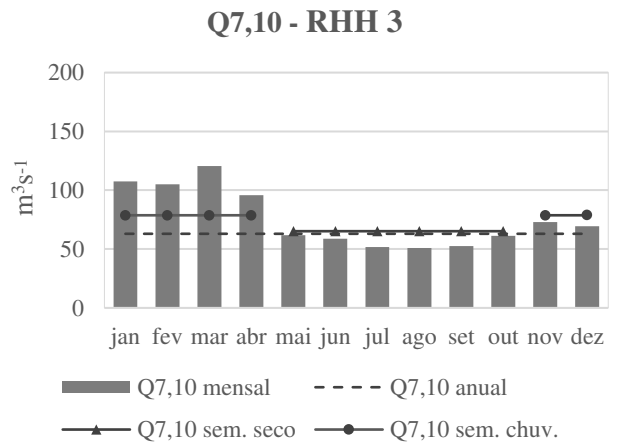


Figura 15 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da  $Q_{mld}$  em base mensal, semestral e anual da RHH3, sendo: (a)  $Q_{95}$ , (b)  $Q_{7,10}$ , (c)  $Q_{90}$  e (d)  $Q_{mld}$ .

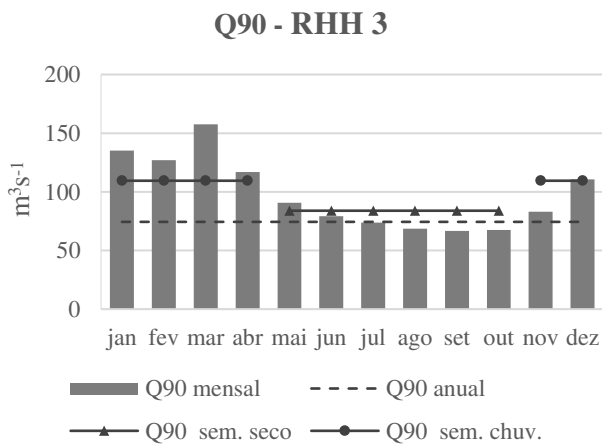
a)



b)



c)



d)

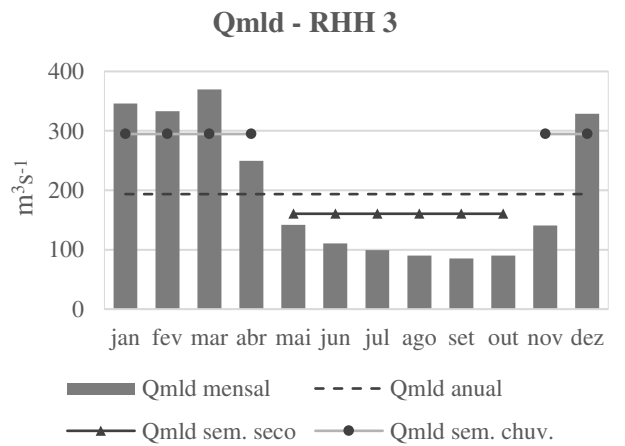
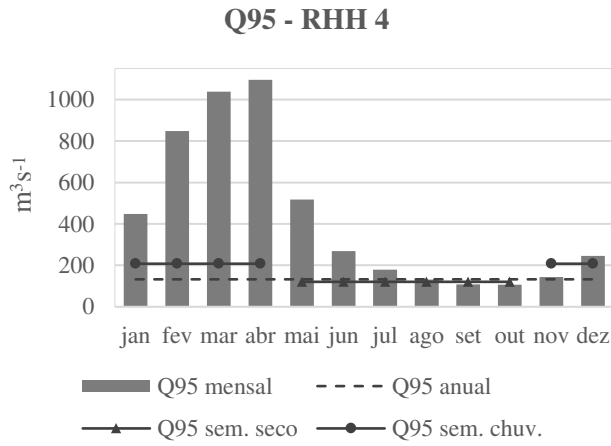
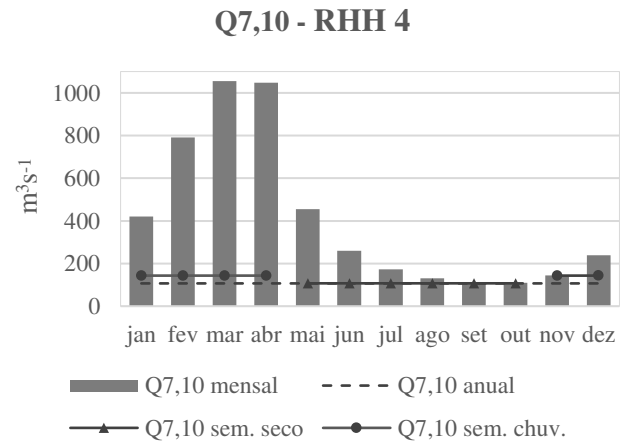


Figura 16 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da  $Q_{mld}$  em base mensal, semestral e anual da RHH4, sendo: (a)  $Q_{95}$ , (b)  $Q_{7,10}$ , (c)  $Q_{90}$  e (d)  $Q_{mld}$ .

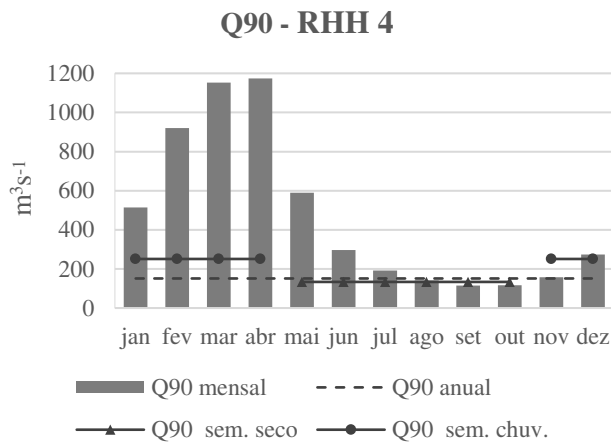
a)



b)



c)



d)

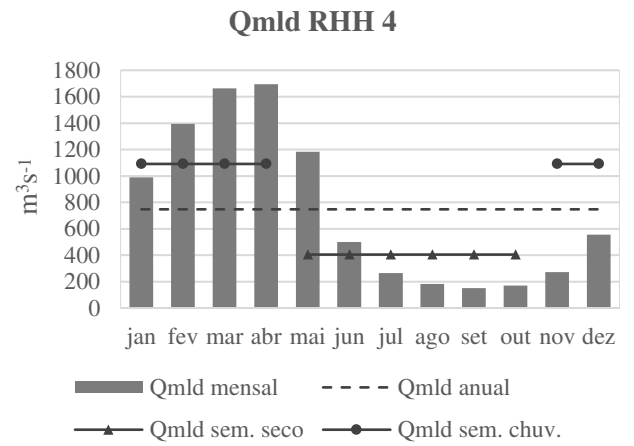
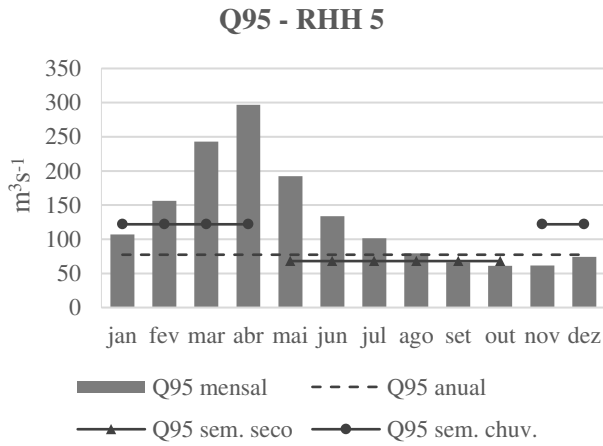
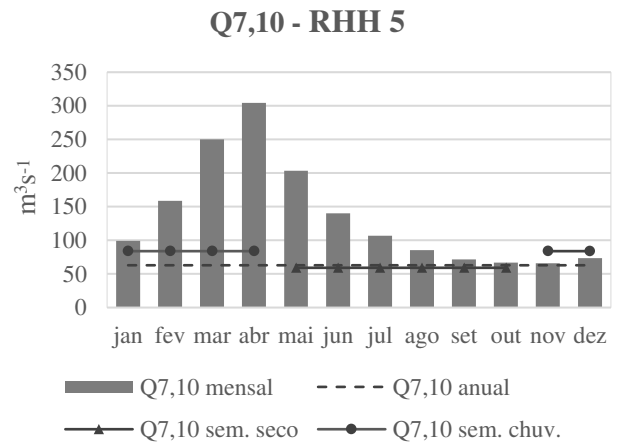


Figura 17 – Médias das estimativas das vazões mínimas e da  $Q_{mld}$  em base mensal, semestral e anual da RHH5, sendo: (a)  $Q_{95}$ , (b)  $Q_{7,10}$ , (c)  $Q_{90}$  e (d)  $Q_{mld}$ .

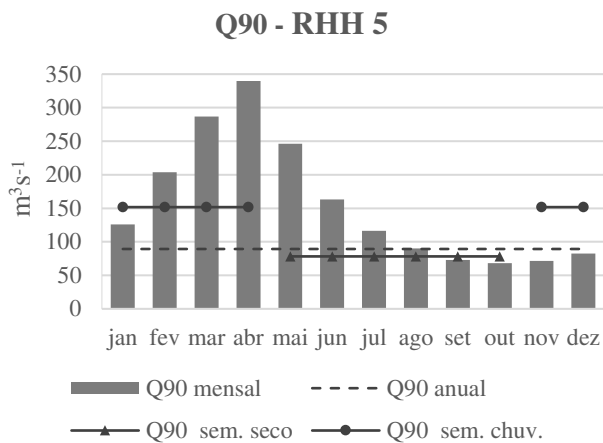
a)



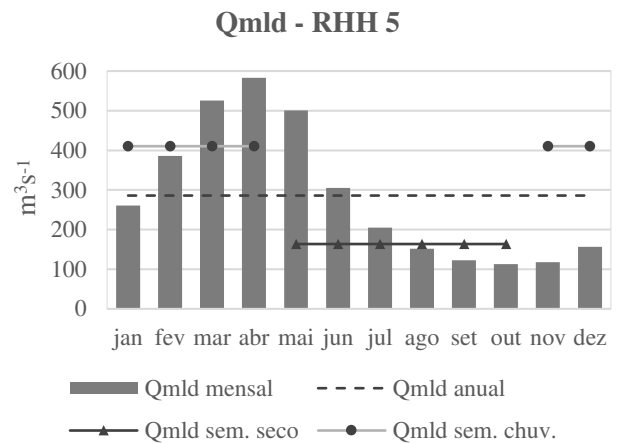
b)



c)



d)



Em relação aos valores estimados em base mensal, todas as RHH registraram, nos meses mais chuvosos, aumentos superiores a 100% em relação à média anual. A RHH4, foi a que mais apresentou ganhos nos valores de vazão, principalmente em relação a  $Q_{7,10}$  do mês de abril que apresentou um ganho aproximado de 878 % em relação à média anual (TABELA 5).

Tabela 5 – Diferença percentual entre os valores estimados das vazões mínimas de referência e  $Q_{mld}$ , da base semestral e mensal em relação as estimativas anuais para as regiões hidrológicas identificadas para a bacia do Tocantins-Araguaia (RHH 1, 2, 3, 4 e 5).

| Base temporal | RHH 1      |          |          |           | RHH 2      |          |          |           | RHH 3      |          |          |           | RHH 4      |          |          |           | RHH 5      |          |          |           |
|---------------|------------|----------|----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|------------|----------|----------|-----------|
|               | $Q_{7,10}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ | $Q_{mld}$ | $Q_{7,10}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ | $Q_{mld}$ | $Q_{7,10}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ | $Q_{mld}$ | $Q_{7,10}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ | $Q_{mld}$ | $Q_{7,10}$ | $Q_{90}$ | $Q_{95}$ | $Q_{mld}$ |
| sem. seco     | -0,3       | -4,7     | -6,2     | -37,9     | -0,6       | -6,7     | -10,1    | -54,6     | 3,5        | 9,1      | 12,8     | -17,1     | 0,3        | -9,1     | -11,6    | -45,9     | -6,0       | -12,0    | -12,4    | -42,8     |
| sem. chuv.    | 25,0       | 35,5     | 43,0     | 38,3      | 38,4       | 55,4     | 72,1     | 55,3      | 25,0       | 34,8     | 47,1     | 52,2      | 34,1       | 56,8     | 66,0     | 46,0      | 33,4       | 57,6     | 69,9     | 43,6      |
| jan           | 114,7      | 90,4     | 102,8    | 55,7      | 230,0      | 191,0    | 227,8    | 79,2      | 70,4       | 76,4     | 81,6     | 78,7      | 292,6      | 238,1    | 240,8    | 32,5      | 57,7       | 38,6     | 41,2     | -8,8      |
| fev           | 150,5      | 121,6    | 130,7    | 73,9      | 471,0      | 314,2    | 338,1    | 109,7     | 66,9       | 60,3     | 70,8     | 72,0      | 639,9      | 540,3    | 508,8    | 86,6      | 152,1      | 101,8    | 128,4    | 35,1      |
| mar           | 179,6      | 151,5    | 156,2    | 77,2      | 502,1      | 399,7    | 406,2    | 109,7     | 91,4       | 106,2    | 111,8    | 90,9      | 885,7      | 684,3    | 662,4    | 122,4     | 297,6      | 214,0    | 221,2    | 84,0      |
| abr           | 126,6      | 102,3    | 105,6    | 48,5      | 353,0      | 280,4    | 281,9    | 74,2      | 52,0       | 48,8     | 57,1     | 29,1      | 878,7      | 727,5    | 677,2    | 126,8     | 383,7      | 283,8    | 280,5    | 103,9     |
| mai           | 57,0       | 53,7     | 50,2     | -4,6      | 137,7      | 114,1    | 110,6    | -6,6      | -2,0       | 23,1     | 21,9     | -26,6     | 324,9      | 290,4    | 289,9    | 58,2      | 223,6      | 148,8    | 175,7    | 75,2      |
| jun           | 39,0       | 24,6     | 22,6     | -29,8     | 72,3       | 50,4     | 45,6     | -45,0     | -6,6       | 8,2      | 6,6      | -42,8     | 142,5      | 102,9    | 96,5     | -33,2     | 122,7      | 72,9     | 82,7     | 6,7       |
| jul           | 19,6       | 6,3      | 3,9      | -42,4     | 38,9       | 16,7     | 12,3     | -61,8     | -17,9      | 1,0      | -1,0     | -48,7     | 61,2       | 34,8     | 27,2     | -64,4     | 69,6       | 30,9     | 30,2     | -28,3     |
| ago           | 5,9        | -5,7     | -7,6     | -50,2     | 15,7       | -3,3     | -9,2     | -70,6     | -19,1      | -5,0     | -7,8     | -53,3     | 21,9       | -0,6     | -7,2     | -75,5     | 35,8       | 2,4      | 0,8      | -47,1     |
| set           | 1,6        | -11,5    | -13,6    | -52,4     | 2,0        | -15,6    | -20,2    | -73,6     | -16,5      | -8,3     | -10,5    | -55,8     | 3,0        | -18,3    | -24,0    | -79,7     | 14,1       | -14,2    | -18,1    | -57,0     |
| out           | 5,0        | -6,0     | -7,8     | -47,7     | 4,1        | -11,3    | -15,7    | -68,8     | -2,9       | -7,6     | -9,4     | -53,4     | 2,4        | -19,2    | -22,5    | -77,2     | -6,0       | -12,0    | -12,4    | -42,8     |
| nov           | 25,3       | 14,1     | 13,0     | -30,5     | 38,4       | 15,0     | 14,5     | -50,7     | 15,8       | 10,5     | 11,7     | -27,3     | 0,3        | -9,1     | -11,6    | -45,9     | 33,4       | 57,6     | 69,9     | 43,6      |
| dez           | 57,5       | 43,4     | 48,6     | 6,3       | 93,9       | 75,3     | 81,5     | 5,9       | 3,5        | 9,1      | 12,8     | -17,1     | 34,1       | 56,8     | 66,0     | 46,0      | 57,7       | 38,6     | 41,2     | -8,8      |

### 4.3 Regionalização de vazões pelo método tradicional

Na tabela 6 são apresentados os índices estatísticos da regionalização da  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$ , em base anual, a partir do método tradicional e da utilização da  $Peq$ , Área e  $Peq_{750}$  como variáveis preditoras. As equações geradas para cada vazão podem ser observadas no ANEXO V.

Tabela 6 – Índices estatísticos e medidas de erros dos modelos de regionalização da  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$ , a partir do método tradicional e da utilização das variáveis  $Peq$ , área e  $Peq_{750}$ .

| Índice                   | $Q_{90}$ |        |             | $Q_{95}$ |        |             | $Q_{mld}$ |       |             |
|--------------------------|----------|--------|-------------|----------|--------|-------------|-----------|-------|-------------|
|                          | $Peq$    | Área   | $Peq_{750}$ | $Peq$    | Área   | $Peq_{750}$ | $Peq$     | Área  | $Peq_{750}$ |
| NSE                      | 0,92     | 0,92   | 0,93        | 0,91     | 0,90   | 0,91        | 0,99      | 0,99  | 0,99        |
| $R^2$                    | 0,93     | 0,92   | 0,93        | 0,91     | 0,91   | 0,92        | 0,99      | 0,99  | 0,99        |
| RMSEN                    | 46,6     | 48,8   | 45,1        | 51       | 53,2   | 49,5        | 11,2      | 12,7  | 10,6        |
| $ER_m$<br>( $m^3/s$ )    | 206,9    | 206,8  | 209,1       | 293,9    | 294,7  | 295,7       | 20,7      | 24,2  | 18,9        |
| $ER_{mx}$<br>( $m^3/s$ ) | 1864,9   | 1921,4 | 1812,2      | 2646,3   | 2664,3 | 2628,9      | 97,9      | 118,3 | 91,0        |

Pode ser visto a partir da tabela 6 que os três modelos utilizando a  $Peq$ , a  $Peq_{750}$  e a área apresentaram  $R^2$  elevados ( $R^2 \geq 0,90$ ) para a predição das  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$ , sendo os melhores para a  $Q_{mld}$  ( $R^2 \geq 0,99$ ). Dessa forma, pode-se concluir que pelo menos 93% da variação da  $Q_{90}$  pode ser explicada pelos modelos utilizando a  $Peq$ ,  $Peq_{750}$  e área como variáveis preditoras da vazão. Pode-se observar ainda que os modelos em que foi utilizado a  $Peq$  ou  $Peq_{750}$  como variáveis preditoras, apresentaram melhores ajustes em comparação a utilização da área.

De forma semelhante, Rodrigues et al. (2021) em estudo sobre regionalização de vazões na bacia do Tocantins, utilizando método de validação cruzada e a área de drenagem como variável independente, encontraram valores de  $R^2$  acima de 0,96 e modelos considerados como excelentes.

No entanto, para a BHTA, os resultados da tabela 11 sugerem que a utilização da  $Peq$  e  $Peq_{750}$  como variável explicativa mostraram ganhos de desempenho nas estimativas das vazões. Isso fica mais nítido, quando observamos os resultados das medidas de erro, as quais indicaram que para as vazões mínimas a  $Peq$  e  $Peq_{750}$  como variável, resultaram em menores erros máximos nas estimativas das vazões pelos modelos.

Essa tendência de melhora tanto nos ajustes estatísticos, como na diminuição dos erros de previsão a partir da substituição da área de drenagem pela  $Peq$  ou  $Peq_{750}$ , também foram evidenciadas por outros trabalhos científicos (CECÍLIO et al., 2018; PRUSKI et al., 2013; REGO, 2013; PRUSKI et al., 2012). Pruski et al. (2012), a partir de um estudo conduzido na bacia do rio Pará, sub-bacia do rio São Francisco, constataram que a utilização das variáveis hidrológicas  $Peq$  e  $Peq_{750}$ , em substituição à área de drenagem promoveram melhorias nos ajustes das equações de regionalização, menores erros e menores amplitudes de resíduos além, de proporcionarem um comportamento físico mais coerente das vazões regionalizadas ao longo da hidrografia.

#### **4.4 Aprendizagem de máquina**

##### **4.4.1 Seleção e importância das covariáveis**

###### **4.4.1.1 Vazões mínimas**

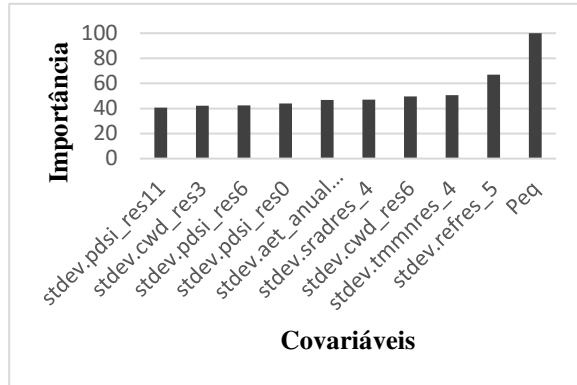
Nas figuras 18 a 23 são apresentadas as 10 variáveis que mais contribuíram para os modelos de predição das vazões mínimas ( $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e seus respectivos graus de importância.

De forma geral, é possível observar que na maioria dos modelos, a  $Peq$  foi a variável que apresentou maiores poderes preditivos para a  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ , o que confirma a sua forte relação com o processo de formação das vazões (FERREIRA, 2020; SERRANO et al., 2020; CESCO NETTO et al., 2018; PRUSKI et al., 2013). Considerando que a  $Peq$  é calculada a partir da área de drenagem e precipitação, no processo de seleção essas referidas variáveis foram eliminadas. Esse resultado corrobora a importância de realizar as etapas de correlação e RFE durante o processo de seleção de variáveis, conforme afirma Ferreira (2020).

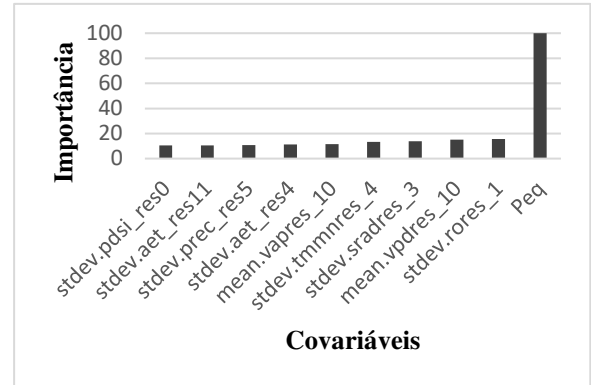
O balanço de radiação de ondas curtas ( $srad$ ) foi outra variável considerada como preditora da  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ . Segundo Inamdhar e Guillevic (2015), o balanço de ondas curtas determina a quantidade de energia que é repartida no aquecimento do solo, do ar e no processo de evapotranspiração e com isso, pode ser usado como indicador de alterações climáticas que interferem na precipitação e no processo de formação de vazões.

Figura 18 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da Q<sub>90</sub>, utilizando o LCCC como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

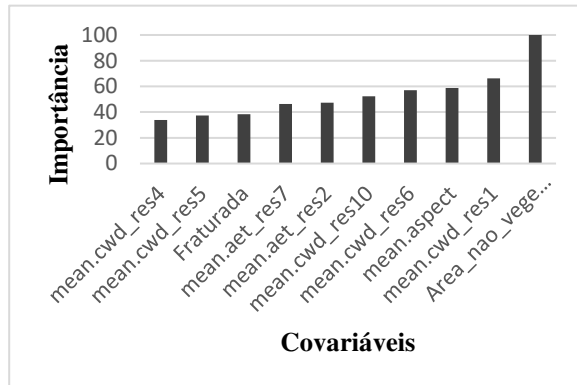
a)



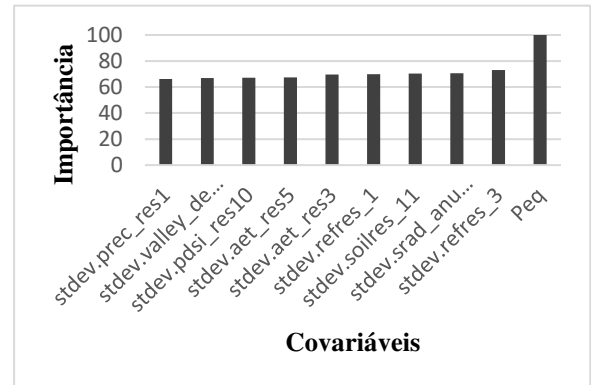
b)



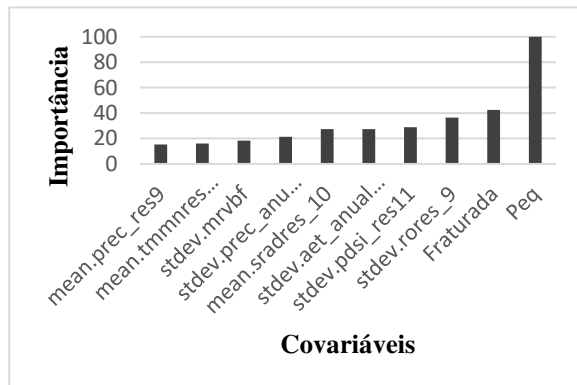
c)



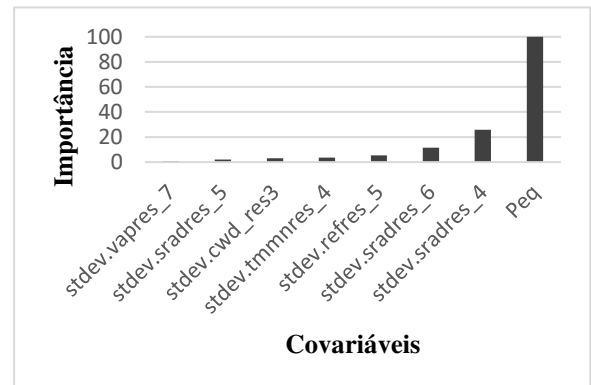
d)



e)



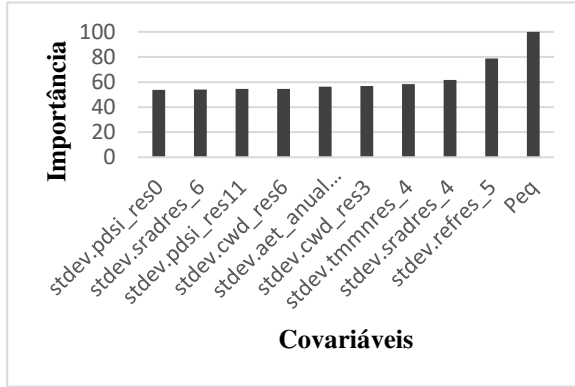
f)



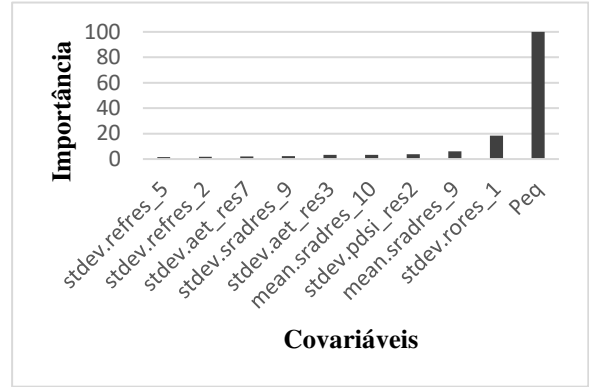
Fonte: Autora.

Figura 19 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da Q90, utilizando o MAE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

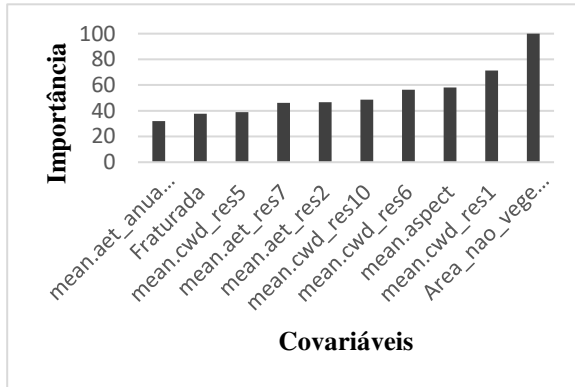
a)



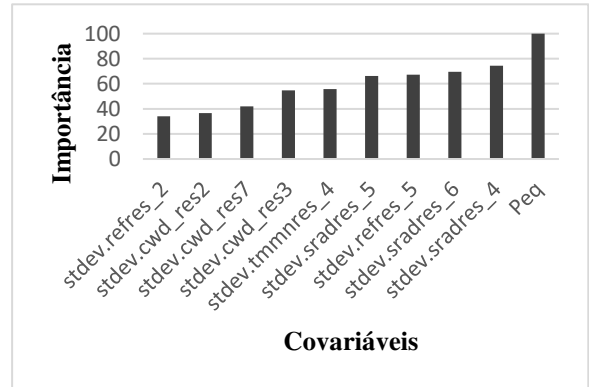
b)



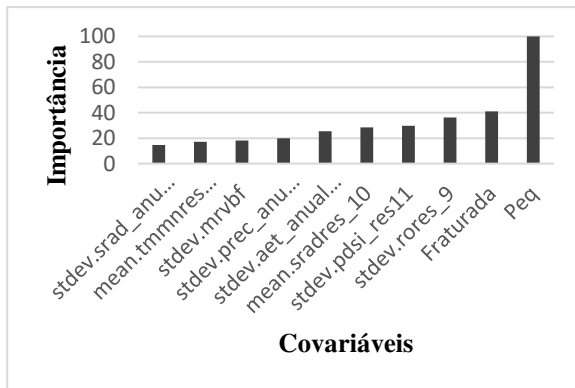
c)



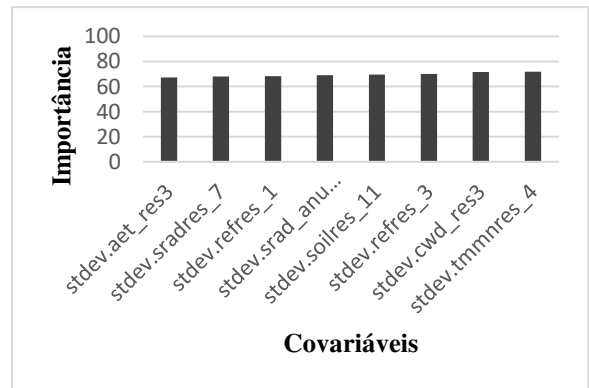
d)



e)



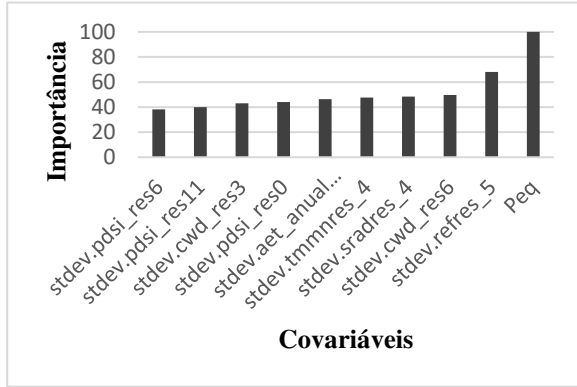
f)



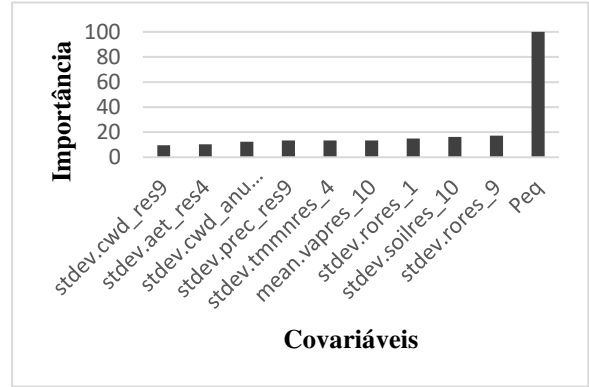
Fonte: Autora.

Figura 20 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da Q<sub>90</sub>, utilizando o NSE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

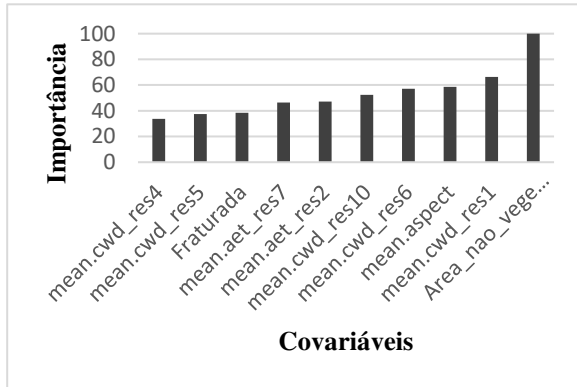
a)



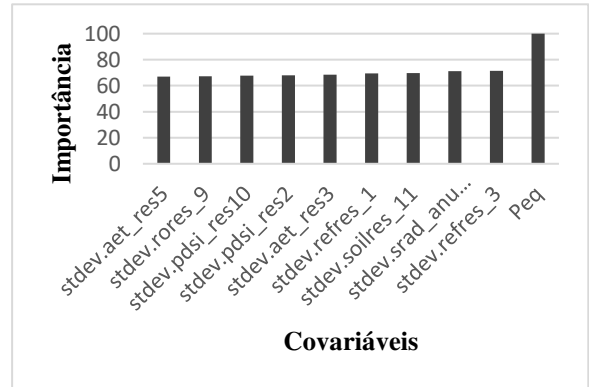
b)



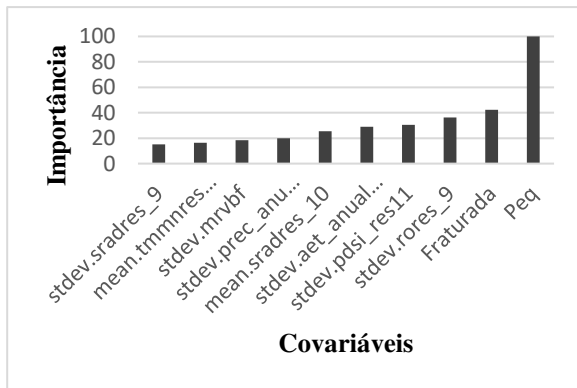
c)



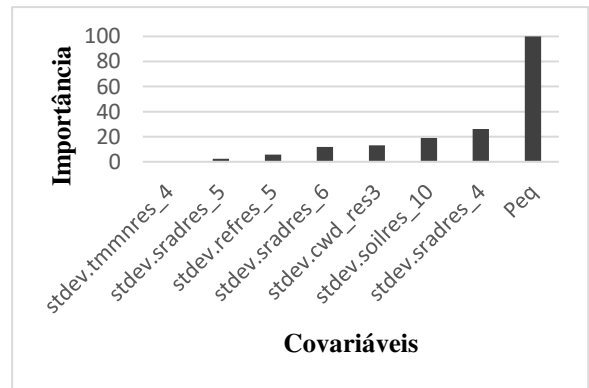
d)



f)



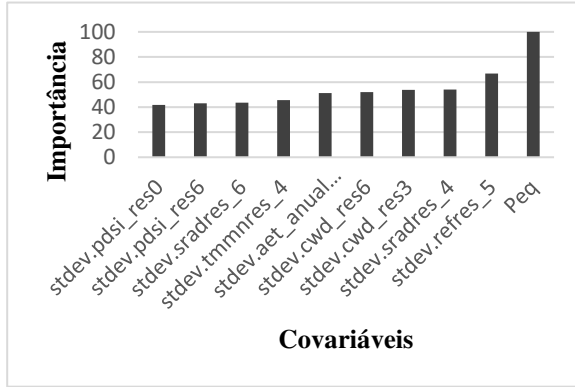
e)



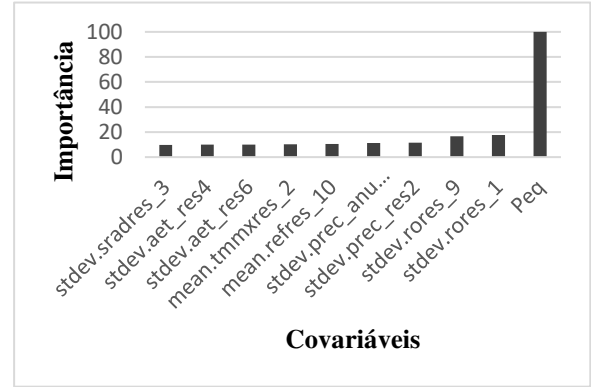
Fonte: Autora.

Figura 21 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da Q<sub>95</sub>, utilizando o LCCC como parâmetro de performance dos algoritmos dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

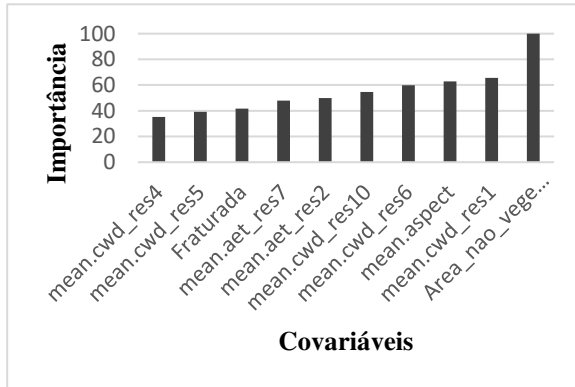
a)



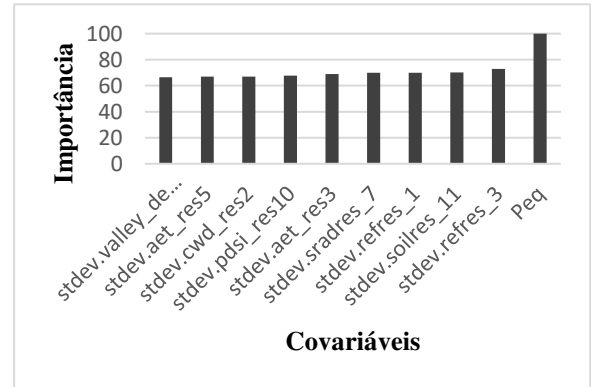
b)



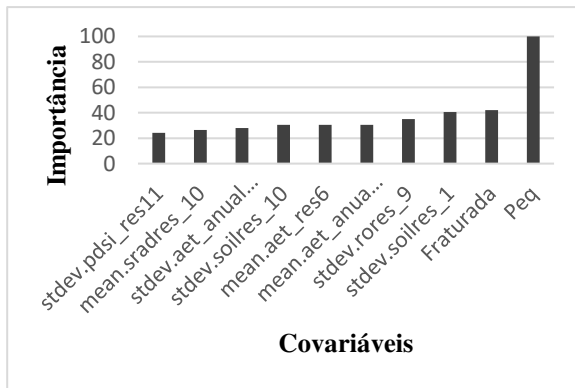
c)



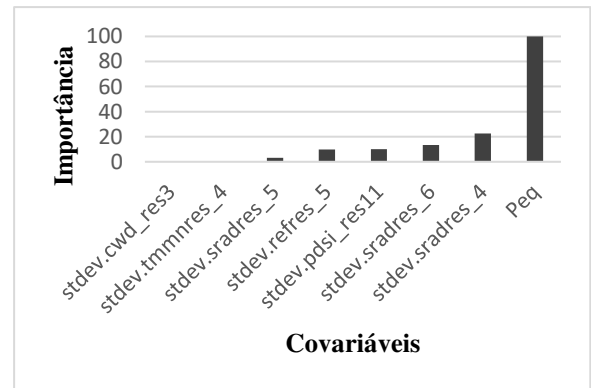
d)



e)



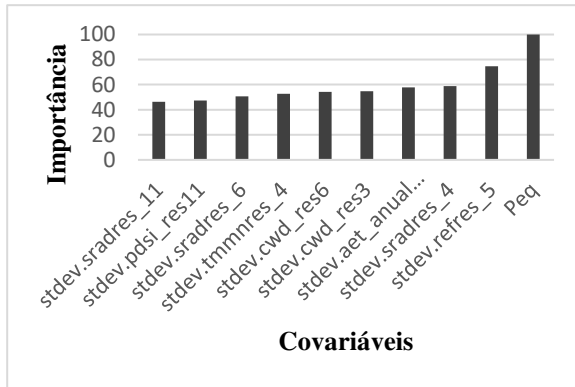
f)



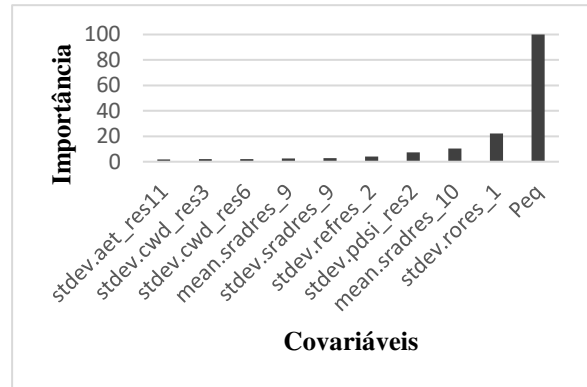
Fonte: Autora.

Figura 22 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da Q<sub>95</sub>, utilizando o MAE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

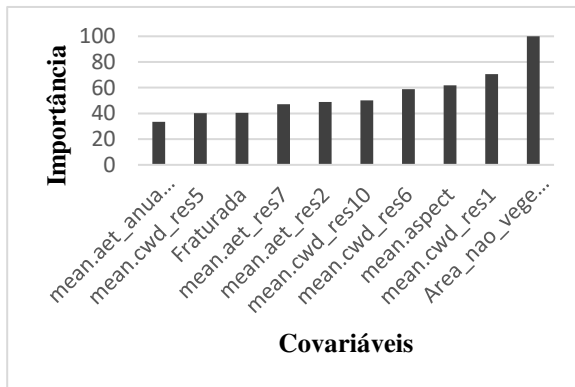
a)



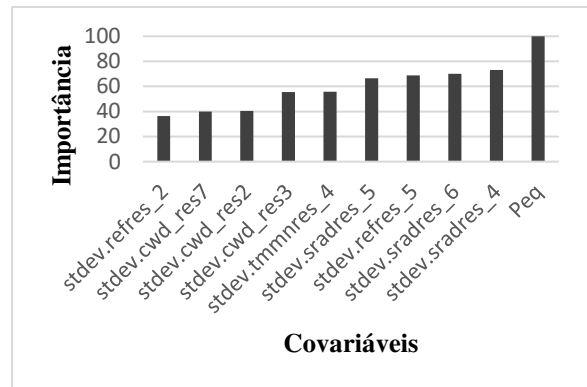
b)



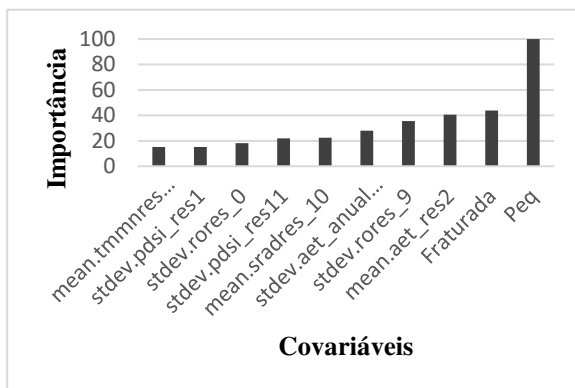
c)



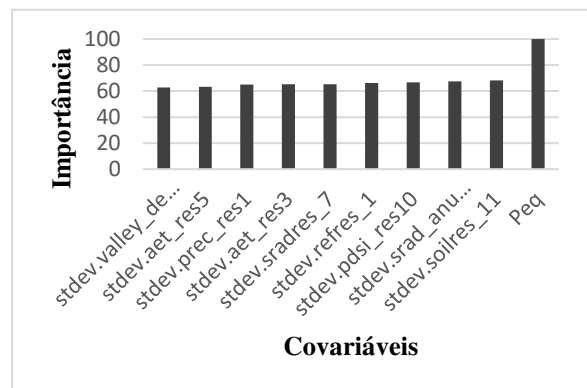
d)



e)



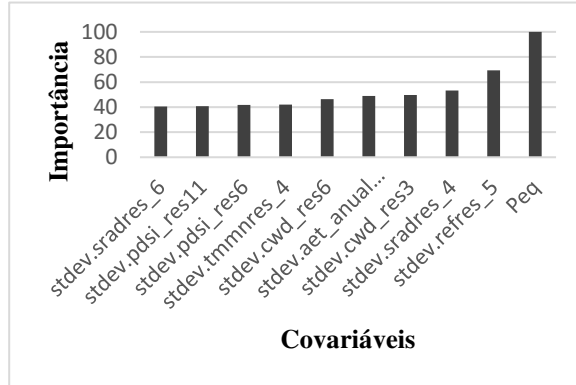
f)



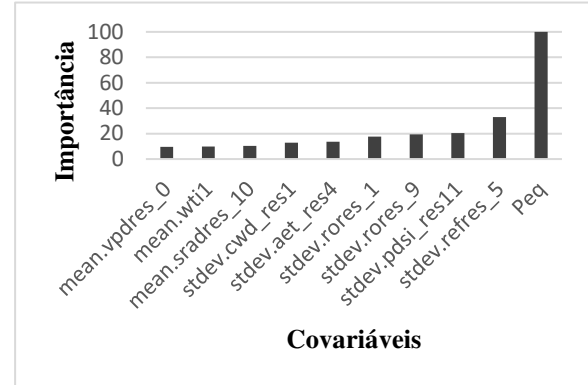
Fonte: Autora.

Figura 23 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da Q<sub>95</sub>, utilizando o NSE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

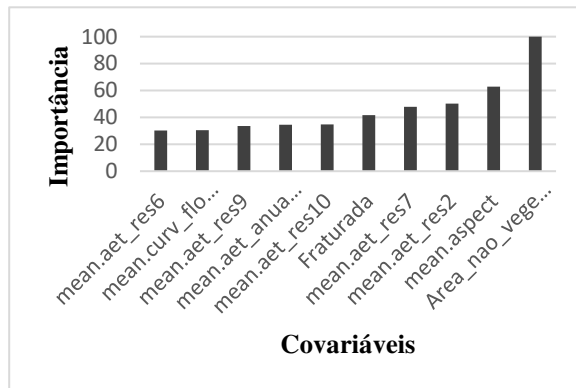
a)



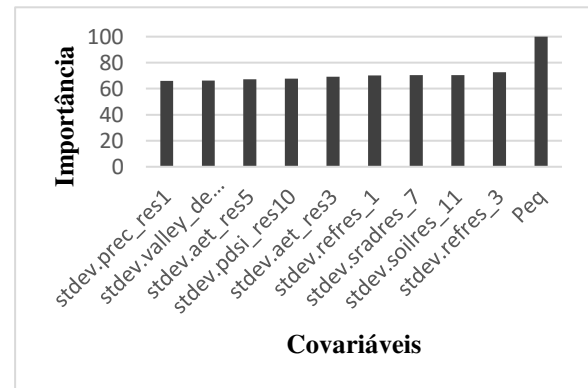
b)



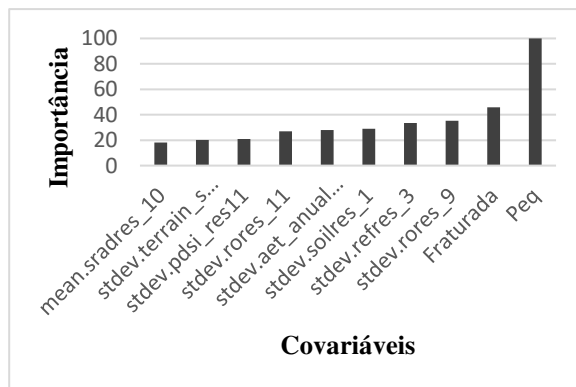
c)



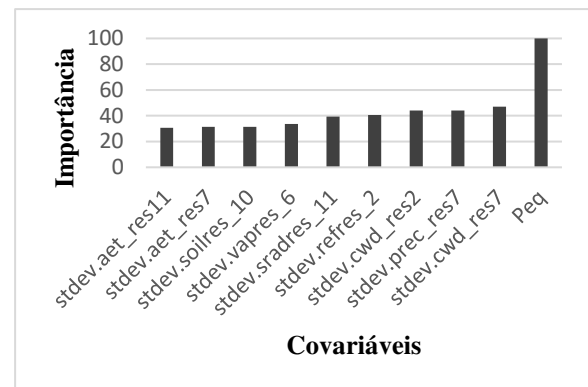
d)



e)



f)



Fonte: Autora.

O desvio padrão da evapotranspiração de referência (Ref) foi a variável com segunda maior importância para o modelo RF, independente dos parâmetros de performance (LCCC, MAE e NSE). A importância atribuída a essa variável, indica a importância das culturas perenes e anuais no processo de permanência de água nas bacias hidrográficas. De fato, grande parte do total precipitado em uma bacia, é

transferida novamente a atmosfera por meio da evapotranspiração (NISBET, 2005; PEREIRA et al., 2007) e, por isso, se torna uma importante componente no ciclo hidrológico de uma região (HARSCH et al., 2009). Por outro lado, segundo Spohr et al. (2009), quanto maior a evapotranspiração, a rugosidade da superfície do solo e cobertura vegetal, maior será a taxa de infiltração de água no solo e menor será a produção de escoamento superficial, o que corrobora a importância desses aspectos nos valores, principalmente, das vazões mínimas.

O escoamento superficial ( $R_o$ ) se mostrou a segunda variável com maior importância para o modelo que utiliza o Earth como algoritmo, com exceção da predição da  $Q_{95}$  utilizando o NSE como PP. Este resultado, demonstra a relação existente entre o escoamento superficial de uma bacia hidrográfica e suas vazões mínimas. Segundo Tucci et al. (2002), com o aumento do escoamento superficial, conseqüentemente há um aumento das vazões de cheias e ao mesmo tempo a redução da recarga dos aquíferos, conseqüentemente, em períodos de estiagem, os valores de vazões mínimas podem ser reduzidos.

Outra variável que se mostrou importante para os modelos de predição foi o déficit hídrico climatológico (cwd). O cwd é proveniente do balanço hídrico climatológico de uma região e é amplamente utilizado em estudos hidrológicos sobre a disponibilidade hídrica e estimativas de vazões (RODRIGUEZ et al., 2022; HELFER e LOUZADA, 2007).

O ML, foi o único modelo que não considerou a  $Peq$  como a variável com maior importância, aliás, esta não foi considerada nem como uma das 10 variáveis com maior importância no processo de predição das vazões. Ao invés disso, a área não vegetada, outra variável física, foi considerada como a variável com maior importância. O modelo linear, capturou, principalmente, a relação entre as características físicas, déficit hídrico climatológico, aspectos topográficos e hidrogeológicos na formação de vazões. Estas variáveis revelam entre si uma forte relação na influência dos regimes de vazões, especialmente o déficit hídrico climatológico, o qual pode indicar informações sobre os regimes pluviométricos da região. Apesar do modelo revelar certa habilidade na escolha do conjunto das variáveis, a não linearidade dos processos hidrológicos não são perceptíveis a esse modelo.

Dessa forma, cabe ressaltar a escolha da área não vegetada como a variável de maior importância na predição de vazões mínimas e a exclusão de variáveis vistas

como altamente explicativas (Peq, área de drenagem e precipitação), por diversos estudos de modelagem hidrológica (FERREIRA,2020; ARAUJO et al., 2018; CECÍLIO et al., 2018; ELESBON et al., 2015; IGAM, 2012; PRUSKI et al., 2015; SERRANO et al., 2020), esse resultado foi semelhante ao encontrado por Ferreira (2020).

Observa-se nas figuras 18 a 23 que a configuração das covariáveis e suas respectivas importâncias, no modelo linear e Cubist, não sofreram grandes alterações frente aos diferentes PPs utilizados nesse trabalho (LCCC, MAE e NSE). Esse resultado pode ser um indicativo de que, tais modelos não são tão sensíveis diante à variação desses índices durante o processo de seleção de covariáveis preditoras. Além disso, observa-se que a distribuição dos graus de importância, bem como o conjunto de variáveis selecionadas para a predição da  $Q_{90}$  foi semelhante à seleção para a predição da  $Q_{95}$ .

#### **4.4.1.2 Vazão média de longa duração**

Nas figuras 24 a 26 estão apresentadas a importância das 10 variáveis que mais contribuíram para os modelos de predição da  $Q_{mld}$  utilizando os métodos de aprendizagem de máquina para o processo de regionalização de vazão.

É possível observar que, assim como na seleção das covariáveis para a predição das vazões mínimas, a Peq novamente se mostrou, de forma geral, como a variável de maior importância na predição da  $Q_{mld}$ . Esses resultados sustentam a importância dessa variável nos estudos hidrológicos, por justamente associar duas variáveis físicas muito influentes na formação das vazões, a área e a precipitação.

Conforme as Figuras 24 a 26, vale ressaltar que a variável precipitação foi mais considerada pelos modelos na predição da  $Q_{mld}$  do que da  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ . Isso pode ser explicado por se utilizar os dados de vazão do período de maior escassez hídrica para estimativa das vazões mínimas. Geralmente, esses períodos estão associados a condições de baixa precipitação e elevado déficit de umidade do solo e, desta forma, grande parte do volume precipitado é retido na zona não saturada do solo e por isso, não influencia de forma tão significativa no processo de produção de vazões (Novaes et al., 2009). Por outro lado, a estimativa da  $Q_{mld}$ , por se tratar de uma vazão que representa a média das vazões médias anuais, utiliza a série completa de dados e por isso, sofre mais influência dos registros dos períodos chuvosos do que as vazões mínimas.

Para o modelo linear, nota-se na configuração das variáveis a presença déficit hídrico climatológico, evapotranspiração potencial (aet) e a área não vegetada como variável de maior importância. A partir disso, observa-se que para a  $Q_{mld}$ , além da área não vegetada, esse modelo registrou, principalmente, a influência de variáveis climáticas para a predição da vazão. Além disso, observa-se a partir das importâncias atribuídas a área não vegetada e a aet, que esse modelo abordou, principalmente, a influência da vegetação no processo físico de produção de vazões. Conforme discutido para a  $Q_{95}$ , a vegetação é um fator importante pois, favorece a taxa de infiltração da água no solo, interferindo diretamente no abastecimento do lençol freático e na permanência da água nas bacias.

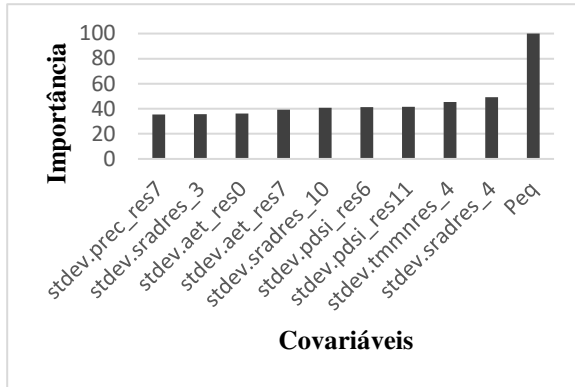
Verificou-se para os modelos que utilizam o algoritmo Earth, que a  $Peq$  foi a única variável considerada importante para a predição da  $Q_{mld}$ , com a adoção do LCCC e NSE como PPs, sendo que para o MAE, uma pequena importância foi atribuída a variável  $cwd$ . Resultados semelhantes foram obtidos por Ferreira (2020), o que reforça mais uma vez o poder preditivo e a importância da  $Peq$  em relação ao processo físico de formação de vazões.

É possível observar que, assim como na seleção das covariáveis para a predição das vazões mínimas, a  $Peq$  novamente se mostrou, de forma geral, como a variável de maior importância na predição da  $Q_{mld}$ . Esses resultados sustentam a importância dessa variável nos estudos hidrológicos, por justamente associar duas variáveis físicas muito influentes na formação das vazões, a área e a precipitação.

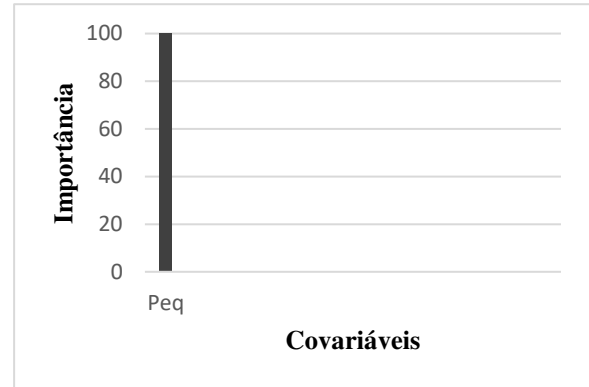
De forma geral, mais uma vez o LM e o Cubist não indicaram diferenças significativas na configuração das variáveis e suas respectivas importâncias, à alteração dos PPs (Figura 24 – c; Figura 25 – c; Figura 26 – c; Figura 24 – e; Figura 25 – e; Figura 26 – e). Esse resultado reforça a hipótese da falta de sensibilidade desses modelos à essas alterações durante a etapa de seleção das variáveis preditoras.

Figura 24 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da  $Q_{mld}$ , utilizando o LCCC como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

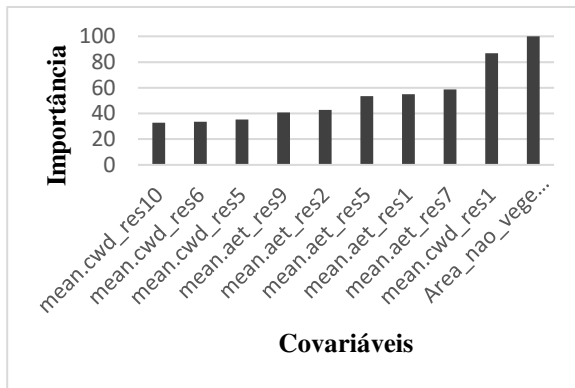
a)



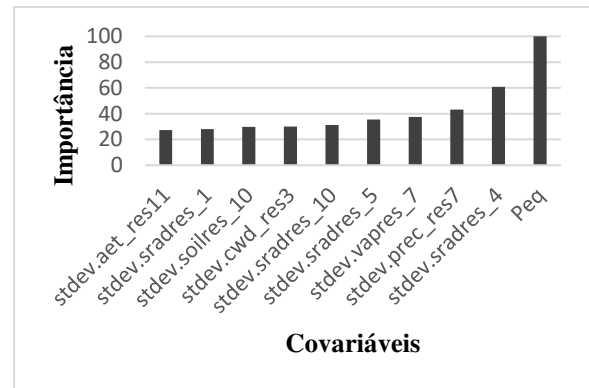
b)



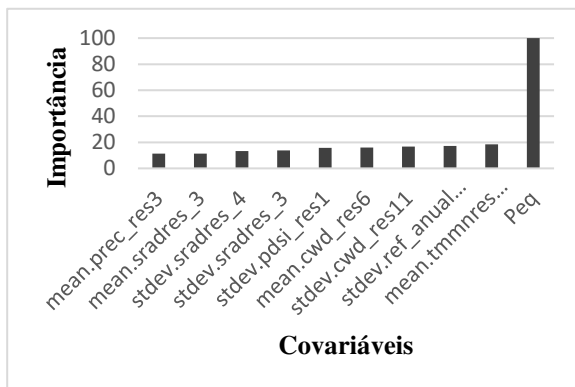
c)



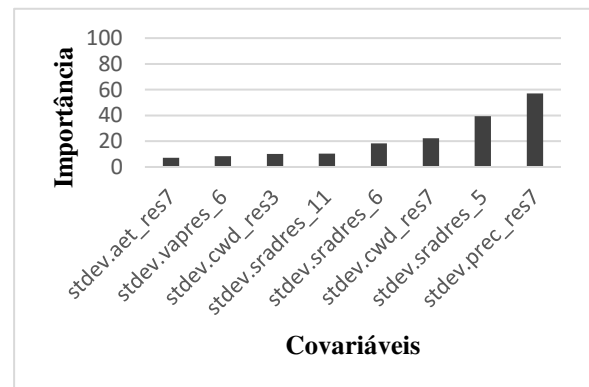
d)



e)



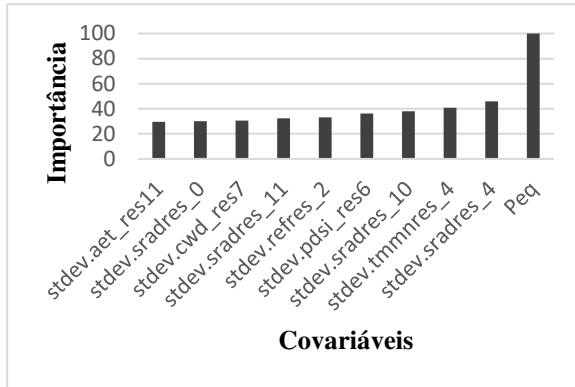
f)



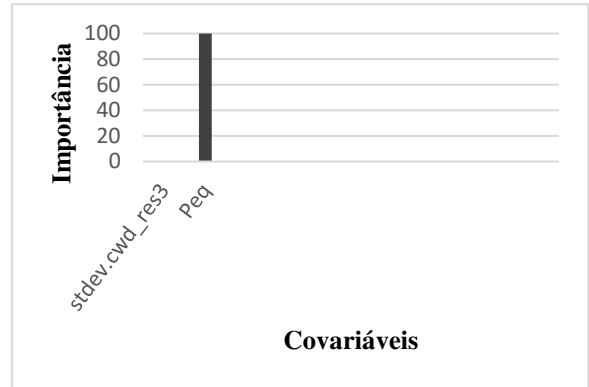
Fonte: Autora.

Figura 25 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da  $Q_{mld}$ , utilizando o MAE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.

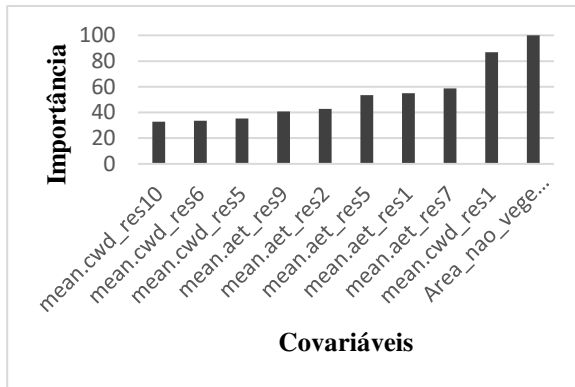
a)



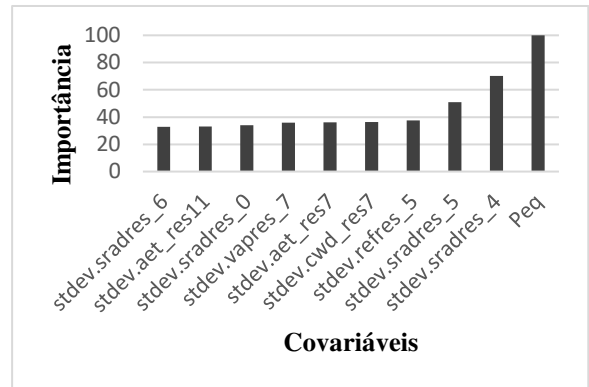
b)



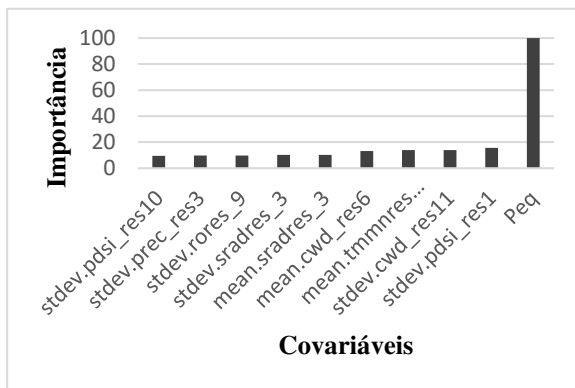
c)



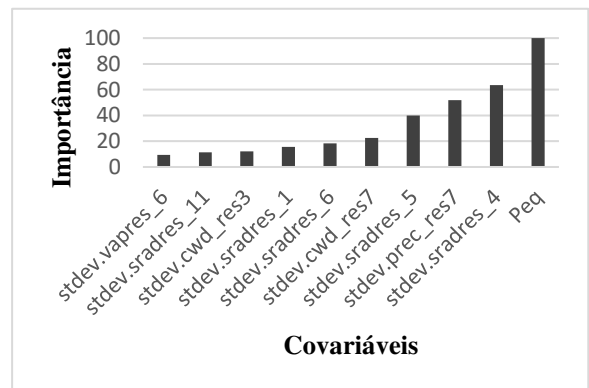
d)



e)

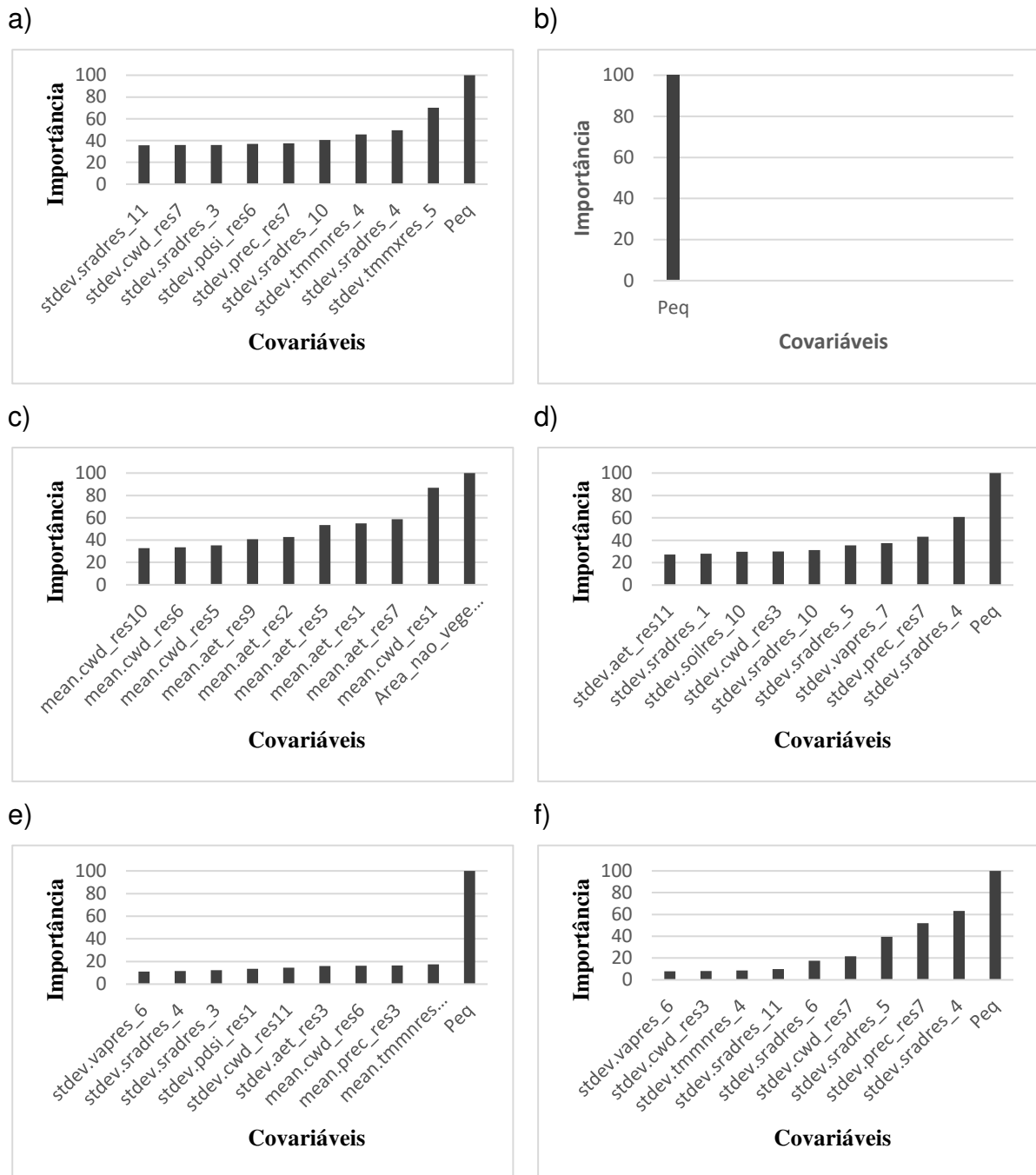


f)



Fonte: Autora.

Figura 26 – Covariáveis ambientais e suas respectivas importâncias nos modelos preditivos da  $Q_{mld}$ , utilizando o NSE como parâmetro de performance dos algoritmos: (a) RF, (b) EARTH, (c) LM, (d) KNN, (e) CUBIST, (f) SVM.



Fonte: Autora.

Além disso, é possível observar que tanto para a  $Q_{mld}$  quanto para as vazões mínimas, os conjuntos das variáveis predictoras se mostraram bem distintos entre o modelo linear e os modelos não – lineares. Nota-se que além da diferença na tipologia, as medidas estatísticas consideradas pelos modelos também se diferenciaram, sendo que o LM considerou as médias das variáveis como medida preditora e os demais

modelos, em sua grande maioria, consideraram o desvio padrão. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de o LM não ser capaz em identificar relações mais complexas entre as variáveis e o processo de formação de vazões (FERREIRA, 2020).

#### **4.4.2 Comparação estatísticas entre as vazões preditas pelos modelos de AM**

A tabela 7 apresenta os resultados estatísticos associados aos modelos preditivos das vazões mínimas ( $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e média ( $Q_{mid}$ ) na BHTA.

Observa-se a partir da tabela 7 que o LM e o Earth não apresentaram performance aceitável para o procedimento de predição da  $Q_{90}$ , para nenhum dos PPs utilizados. Em relação ao LM, destaca-se que para o LCCC, MAE e NSE, esse modelo apresentou o mesmo valor de NSE,  $R^2$ , RMSE e ERmx, apresentando uma pequena diferença do erro médio quando se utilizou o MAE como parâmetro. Esse resultado, corrobora a hipótese feita a partir dos resultados da seleção das variáveis preditoras, de que, esse modelo não apresenta sensibilidade significativa à alteração dos PPs. Já o algoritmo Earth, apesar de apresentar poucas melhorias dos índices estatísticos e das medidas de erros quando se alterou os PPs, em nenhum dos casos o modelo se mostrou capaz de prever o comportamento da  $Q_{90}$  na BHTA.

Nota-se que o RF foi o que apresentou menores diferenças entre os índices estatísticos quando se variou os parâmetros. Entretanto as medidas de erros mostram que, para o LCCC, o modelo resultou menor RMSEN, ERm e principalmente, ERmx, apesar do  $R^2$  associado a esse caso ser idêntico aos apresentados pelo MAE e NSE.

Outro modelo que apresentou comportamento semelhante frente aos PPs, foi o KNN. Observa-se que apesar do  $R^2$  e do NSE não sofrerem grandes variações, as medidas de erro indicaram que a utilização do MAE resultou em um menor RMSEN, e reduções significativas do ERm e ERmx associados às predições da  $Q_{90}$ .

Em comparação ao RF e ao KNN, pode-se dizer que o SVM e o Cubist apresentaram uma sensibilidade mais significativa quando analisamos as variações dos índices estatísticos de acordo com a utilização dos PPs. O SVM apresentou melhor habilidade de predição da  $Q_{90}$  quando se utilizou o NSE como PP, pode-se observar que o NSE, o  $R^2$  e as medidas de erro indicaram melhores resultados em comparação ao LCCC a ao MAE.

Tabela 7 – Índices estatísticos e medidas de erros associados às predições das vazões ( $Q_{95}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{mld}$ ) dos modelos de aprendizagem de máquina (MAP) com a utilização do LCCC, MAE e NSE como parâmetros de performance.

| MAP       | LCCC         |                |              |               |                | MAE          |                |              |               |                | NSE          |                |              |               |                |
|-----------|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
|           | NSE          | R <sup>2</sup> | RMSEN        | ERm           | ERmx           | NSE          | R <sup>2</sup> | RMSEN        | ERm           | ERmx           | NSE          | R <sup>2</sup> | RMSEN        | ERm           | ERmx           |
| $Q_{90}$  |              |                |              |               |                |              |                |              |               |                |              |                |              |               |                |
| SVM       | 0,86         | 0,88           | 62,87        | 640,79        | 21293,12       | 0,84         | 0,87           | 66,15        | 491,51        | 12889,38       | 0,89         | 0,90           | 56,11        | 381,17        | 5258,06        |
| KNN       | 0,81         | 0,83           | 76,41        | 358,99        | 15017,75       | 0,83         | 0,84           | 72,43        | 184,47        | 4962,40        | 0,82         | 0,83           | 75,41        | 368,33        | 15017,75       |
| EARTH     | 0,22         | 0,25           | 249,39       | 2181,30       | 26360,14       | 0,09         | 0,23           | 211,22       | 3755,09       | 98282,42       | 0,11         | 0,17           | 261,92       | 2027,00       | 38225,40       |
| LM        | -0,01        | 0,01           | 42580,89     | 5695,88       | 129773,89      | -0,01        | 0,01           | 42580,89     | 5695,81       | 129773,89      | -0,01        | 0,01           | 42580,89     | 5695,88       | 129773,89      |
| RF        | 0,79         | 0,85           | 70,27        | 399,20        | 13241,26       | 0,78         | 0,85           | 71,96        | 490,56        | 17001,54       | 0,78         | 0,85           | 72,25        | 483,93        | 17584,11       |
| CUBIST    | <b>0,94</b>  | <b>0,94</b>    | <b>42,67</b> | <b>157,69</b> | <b>2962,71</b> | <b>0,92</b>  | <b>0,93</b>    | <b>49,93</b> | <b>136,87</b> | <b>2200,87</b> | <b>0,94</b>  | <b>0,95</b>    | <b>41,29</b> | <b>169,69</b> | <b>4104,04</b> |
| $Q_{95}$  |              |                |              |               |                |              |                |              |               |                |              |                |              |               |                |
| SVM       | 0,87         | 0,89           | 58,41        | 456,87        | 5147,94        | 0,79         | 0,83           | 70,28        | 734,30        | 24010,52       | 0,85         | 0,87           | 63,32        | 501,28        | 6828,15        |
| KNN       | 0,82         | 0,84           | 70,42        | 254,40        | 3960,03        | 0,82         | 0,84           | 68,88        | 252,60        | 5505,15        | 0,81         | 0,82           | 73,76        | 287,11        | 3960,03        |
| EARTH     | -0,02        | 0,15           | 228,41       | 3000,53       | 58935,31       | -0,13        | 0,03           | 352,04       | 9485,02       | 373057,62      | 0,22         | 0,31           | 179,26       | 4624,27       | 115339,75      |
| LM        | -0,58        | 0,10           | 189,45       | 4670,61       | 124866,65      | -0,55        | 0,11           | 188,43       | 4670,55       | 124866,65      | -0,63        | 0,09           | 191,37       | 4670,72       | 124866,65      |
| RF        | 0,78         | 0,85           | 68,03        | 544,13        | 16067,18       | 0,77         | 0,84           | 69,95        | 547,96        | 17041,22       | 0,79         | 0,86           | 65,60        | 479,22        | 13526,83       |
| CUBIST    | <b>0,91</b>  | <b>0,92</b>    | <b>48,84</b> | <b>257,87</b> | <b>6440,13</b> | <b>0,94</b>  | <b>0,94</b>    | <b>40,84</b> | <b>197,95</b> | <b>3757,22</b> | <b>0,89</b>  | <b>0,90</b>    | <b>54,02</b> | <b>319,24</b> | <b>6440,13</b> |
| $Q_{mld}$ |              |                |              |               |                |              |                |              |               |                |              |                |              |               |                |
| SVM       | 0,96         | 0,97           | 39,70        | 326,99        | 13300,17       | 0,96         | 0,97           | 40,67        | 374,58        | 16978,90       | 0,96         | 0,97           | 41,38        | 360,69        | 14707,39       |
| KNN       | 0,92         | 0,93           | 62,51        | 117,62        | 4034,97        | 0,93         | 0,93           | 61,89        | 120,69        | 4516,89        | 0,92         | 0,93           | 62,51        | 117,62        | 4034,97        |
| EARTH     | -1,62        | 0,00           | 275,10       | 1532,98       | 46956,37       | -0,77        | 0,00           | 325,79       | 7904,59       | 451985,99      | -1,27        | 0,01           | 273,77       | 5683,48       | 336718,45      |
| LM        | -0,01        | 0,01           | 23691,56     | 4811,13       | 130826,26      | -0,01        | 0,01           | 23691,56     | 4811,13       | 130826,26      | -0,01        | 0,01           | 23691,56     | 4811,13       | 130826,26      |
| RF        | 0,87         | 0,94           | 64,36        | 88,68         | 3229,91        | 0,87         | 0,94           | 65,22        | 93,17         | 3689,99        | 0,89         | 0,93           | 64,31        | 100,66        | 3485,53        |
| CUBIST    | <b>0,997</b> | <b>0,997</b>   | <b>12,86</b> | <b>25,41</b>  | <b>689,97</b>  | <b>0,998</b> | <b>0,998</b>   | <b>9,16</b>  | <b>57,75</b>  | <b>2960,18</b> | <b>0,997</b> | <b>0,997</b>   | <b>12,66</b> | <b>39,54</b>  | <b>1787,31</b> |

SVM - Support Vector Machines, KNN - K-Nearest Neighbors, LM - Modelo linear, RF - Random forest.

O Cubist foi o modelo que, de forma geral, apresentou maior poder preditivo da  $Q_{90}$ , observa-se que independente do PP, esse modelo se mostrou superior aos outros, tanto em relação aos índices estatísticos quanto às medidas de erro. Fixando a análise nesse modelo, nota-se que quando utilizado o NSE, o modelo apresentou maiores valores de  $R^2$  e NSE, e menores valores de RMSEN, por outro lado, as medidas de erro foram superiores aos apresentados pelo LCCC e MAE. Apesar de apresentar menores valores de  $R^2$  e NSE, mas ainda assim valores satisfatórios, a combinação do Cubist com o MAE, resultaram em menores erros na predição da  $Q_{90}$  na BHTA.

Assim como para  $Q_{90}$ , o LM e o Earth não apresentaram ajustes satisfatórios para a predição da  $Q_{95}$ . Observa-se que, diferente da  $Q_{90}$ , o LM indicou uma maior sensibilidade frente à alteração do PP para a predição da  $Q_{95}$ , ainda assim, observa-se que essa sensibilidade não se mostrou significativa quando analisamos, principalmente, os erros médios associados às predições desse modelo, o qual se mostrou semelhante para todos os casos e não indicou nenhuma melhoria significativa frente a alteração dos PPs.

Em comparação aos resultados da etapa de previsão da  $Q_{90}$ , o RF também mostrou maior sensibilidade frente à variação dos PPs durante a predição da  $Q_{95}$ . Observa-se na tabela 7 que a combinação desse modelo com o NSE como parâmetro, apresentou maiores valores de  $R^2$  e NSE e, menores valores das medidas de erro associadas à predição, mostrando que para a base de dados utilizada e para a predição da  $Q_{95}$ , o RF junto ao NSE se mostrou mais eficiente do que com a utilização do LCCC e do MAE.

Diferente da predição da  $Q_{90}$ , o SVM mostrou melhor habilidade de predição quando utilizado o LCCC como PP, nota-se que os resultados se sobressaíram tanto para a análise dos índices estatísticos quanto às medidas de erro associadas ao processo de predição.

O KNN, novamente não mostrou grandes alterações do  $R^2$  e NSE a partir da diferença dos PPs utilizados, entretanto, observa-se que quando combinado com o MAE, o RMSEN e o ERm foram inferiores aos outros, por outro lado, o valor do ERmax se mostrou maior do que a dos outros PPs.

O Cubist se mostrou, novamente, o modelo com maior poder de predição sendo que o  $R^2$  e o NSE associados à combinação desse modelo com o MAE foram os que

indicaram melhores resultados, assim como observado pelas medidas de erros, as quais se mostraram inferiores quando comparadas às associadas aos outros índices.

Assim como nas predições das vazões mínimas, o LM e o Earth não apresentaram bons ajustes no processo de predição da  $Q_{mld}$ . Observa-se que assim como para a  $Q_{90}$ , o LM não apresentou nenhuma distinção entre os resultados dos índices estatísticos, como também das medidas de erro, quando se modificou o PP durante o procedimento da modelagem. Já o algoritmo Earth, não indicou diferenças nos valores de  $R^2$ , mas mostrou variação do NSE e as medidas de erro e, apesar de apresentar melhorias nesses valores em algumas situações, é válido ressaltar que em nenhum dos casos esse modelo apresentou capacidade em prever o comportamento da  $Q_{mld}$  na BHTA.

De forma geral, para a predição da  $Q_{mld}$ , os algoritmos não apresentaram forte sensibilidade frente a utilização dos diferentes PPs. Nota-se que o SVM não apresentou diferença dos valores do NSE e do  $R^2$ , entretanto, as medidas de erro indicam que para esse algoritmo, a utilização do LCCC como PP, gerou menores imprecisões no processo de predição da  $Q_{mld}$ . Em contrapartida, vale ressaltar que os erros associados ao SVM foram os que apresentaram maiores valores seguidos do LM e do Earth, essa diferença se aproxima de 200% quando se compara à utilização do KNN e do RF, e quase 280% quando comparado ao Cubist.

Em relação aos resultados obtidos a partir da utilização do KNN, observa-se que não se obteve diferenças estatísticas entre a utilização do LCCC e do NSE como PPs. Por outro lado, a utilização do MAE, gerou um valor de NSE superior e de  $R^2$  equivalente aos outros índices, apesar disso, o ERm e ERmx indicaram que a imprecisão com a utilização do MAE foi superior ao do LCCC e NSE.

De forma semelhante, o RF não apresentou diferenças do NSE e do  $R^2$  quando se utilizou o LCCC e o MAE, entretanto, as medidas de erro indicam que a utilização do LCCC resultou em menores erros associados aos valores preditos. Para esse algoritmo, o NSE foi o PP que resultou em um maior valor de ERm e NSE, por outro lado o ERmx e o RMSEN associados aos valores preditos foram menores do que os observados com a utilização do MAE.

Semelhante ao que foi observado nos resultados das predições das vazões mínimas, os modelos que utilizaram o Cubist se mostraram como os de maiores potenciais para a predição da  $Q_{mld}$ . Observa-se a partir da tabela 7 que independente do PP, os valores de NSE e  $R^2$  foram superiores a 0,99, indicando ótimos ajustes

estatísticos dos modelos à predição do comportamento da  $Q_{mid}$ . Nota-se que, apesar de apresentar maiores valores de NSE e  $R^2$ , a utilização do MAE como PP, obteve  $ER_m$  e  $ER_{mx}$  superiores ao LCCC e NSE. Por outro lado, a utilização do LCCC resultou em ajustes estatísticos equivalentes à utilização do NSE e bem próximos aos resultantes da utilização do MAE, porém, o  $ER_m$  e o  $ER_{mx}$  associado a predição das vazões pelo LCCC foram os de menores valores observados, quase a metade do  $ER_m$  associado ao MAE e aproximadamente duas e três vezes menor do que o  $ER_{mx}$  associado ao MAE e NSE, respectivamente.

De forma geral, podemos observar que tanto para as predições das vazões mínimas como para a  $Q_{ml}$ , o LM e o Earth não se mostraram hábeis em prever o comportamento das vazões na BHTA. Observou-se que mesmo a partir da variação dos PPs, os resultados obtidos não apresentaram ajustes estatísticos satisfatórios, além de medidas de erros muito elevadas. Ferreira (2020) em um trabalho sobre regionalização de vazões, a partir da utilização de aprendizagem de máquina na bacia do rio doce, também não encontrou ajustes satisfatórios a partir da utilização do LM para a predição de vazões mínimas e da  $Q_{mid}$ . Segundo o autor, dentre os modelos testados o LM, foi o que resultou maior discrepância entre os valores preditos e observados sendo que tal resultado foi inferido tanto pelos ajustes do modelo quanto pelos valores elevados do erro relativo associado às predições.

Também é válido notar que o Cubist foi o modelo que apresentou melhores ajustes e, logo, se mostrou dentre os modelos, como o mais confiável, estatisticamente, às predições das vazões na BHTA. Observa-se que independente do PP, esse modelo mostrou melhor desempenho tanto pelos indicadores estatísticos como também pelas medidas de erros associados às predições. Observa-se que para a predição da  $Q_{90}$ , esse modelo mostrou melhor habilidade a partir da utilização do LCCC pois, apesar de não apontar o maior valor de  $R^2$ , essa diferença não apresentou valores discrepantes, e as medidas de erro indicaram menores imprecisões com a utilização do LCCC. Para a  $Q_{95}$ , o Cubist apresentou melhores ajustes a partir da utilização do MAE, pois resultou em maiores valores de NSE e  $R^2$  e menores valores de medidas de erro. Já para a  $Q_{mid}$ , o LCCC foi apontado como o melhor PP pois, assim como a  $Q_{90}$ , apesar de não ter resultado nos maiores valores de NSE e  $R^2$ , a diferença entre os resultados obtidos a partir da utilização do MAE, parâmetro que resultou nos maiores valores, pode ser considerada insignificante, já as medidas de erro apontaram que o LCCC se mostrou mais hábil na predição da  $Q_{mid}$ .

Essa variação dos ajustes dos modelos frente à utilização de diferentes PPs, mostram a importância da testagem e experimentação nessa etapa da modelagem pois, assim como observado, os ajustes estatísticos e os erros associados às predições de vazões podem ser otimizados dependendo do parâmetro utilizado.

#### **4.5 Comparação estatística entre as vazões preditas pela aprendizagem de máquina e pela metodologia tradicional**

A tabela 9 apresenta os resultados estatísticos dos modelos de regressão linear simples construídos baseados na metodologia tradicional e também os resultados do modelo Cubista, o qual, dentre os modelos de aprendizagem de máquina, foi o que mostrou melhor desempenho na predição das vazões mínimas ( $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e média ( $Q_{mid}$ ) na BHTA.

Observa-se que para a predição das vazões mínimas, o modelo Cubist apresentou melhores ajustes estatísticos e menores medidas de erro de predição, em comparação aos modelos construídos a partir do método tradicional, à exceção do erro máximo associado (ERmx). Nota-se que o ERmx associado às predições do Cubist é quase o dobro do maior ERmx, associado à utilização da área como variável, isso pode ser um indicativo de que o Cubist seja mais sensível à outliers do que os métodos de regressão linear simples.

Outro ponto importante a se discutir é o fato de que a variável considerada com maior poder de predição pelo Cubist, foi a Peq, quando comparamos esse modelo ao modelo tradicional com utilização da Peq, observamos que o Cubist apresentou melhorias nos ajustes estatísticos, à exceção do ERmax, isso pode estar relacionado tanto à diferença de processamento de predição dos modelos, como também, pela utilização de uma base de variáveis preditoras mais complexa pelo Cubist, o que torna possível contemplar relações mais complexas e uma variedade mais robusta de fatores intervenientes no processo de formação das vazões mínimas da BHTA.

Por outro lado, tendo por base o princípio da navalha de Occam que defende que, sempre que possível, deve-se adotar a utilização de modelos menos complexos, dessa forma, podemos observar que os modelos lineares simples obtidos pelo método tradicional de regionalização de vazões, apresentaram ajustes similares ao Cubist, o qual pode ser considerado um modelo de maior complexibilidade tanto na etapa de obtenção e seleção das variáveis preditoras, quanto no processamento do algoritmo em si.

Tabela 8 – Índices estatísticos e medidas de erros associados às predições, das vazões mínimas e média, a partir dos modelos construídos pela metodologia tradicional e pelo Cubist.

| Q <sub>90</sub>    |              |                |               |               |                |
|--------------------|--------------|----------------|---------------|---------------|----------------|
|                    | NSE          | R <sup>2</sup> | RMSEN         | ERm           | ERmx           |
| Peq                | 0.92         | 0.93           | 46.63         | 206.95        | 1864.85        |
| Área               | 0.92         | 0.92           | 48.80         | 206.83        | 1921.38        |
| Peq <sub>750</sub> | 0.93         | 0.93           | 45.10         | 209.06        | <b>1812.17</b> |
| CUBIST             | <b>0.94</b>  | <b>0.94</b>    | <b>42.67</b>  | <b>157.69</b> | 2962.71        |
| Q <sub>95</sub>    |              |                |               |               |                |
|                    | NSE          | R <sup>2</sup> | RMSEN         | ERm           | ERmx           |
| Peq                | 0.91         | 0.91           | 51.02         | 293.86        | <b>2646.34</b> |
| Área               | 0.90         | 0.91           | 53.15         | 294.65        | 2664.25        |
| Peq <sub>750</sub> | 0.91         | 0.92           | 49.51         | 295.67        | 2628.92        |
| CUBIST             | <b>0.94</b>  | <b>0.94</b>    | <b>40.84</b>  | <b>197.95</b> | 3757.22        |
| Q <sub>mid</sub>   |              |                |               |               |                |
|                    | NSE          | R <sup>2</sup> | RMSEN         | ERm           | ERmx           |
| Peq                | 0.997        | 0.997          | 11.209        | 20.687        | 97.938         |
| Área               | 0.997        | 0.997          | 12.662        | 24.207        | 118.344        |
| Peq <sub>750</sub> | <b>0.998</b> | <b>0.998</b>   | <b>10.450</b> | <b>18.904</b> | <b>91.013</b>  |
| CUBIST             | 0.997        | 0.997          | 12.66         | 39.54         | 1787.31        |

Analisando os resultados de predição da Q<sub>mid</sub>, observamos que, diferente da predição das vazões mínimas, o modelo linear simples que utilizou a Peq<sub>750</sub> como variável preditora, foi o que apresentou melhores ajustes. Esse melhor desempenho poder ser observado tanto pela análise dos índices estatísticos (NSE e R<sup>2</sup>) como as medidas de erro. Isso mostra que, para maiores valores de vazão, o modelo mais simples de regressão combinado com a Peq<sub>750</sub>, conseguiu representar mais fielmente o processo de formação de vazões do que modelos e base de dados mais complexas, provenientes da abordagem de AM.

De forma geral, pode-se observar que para as vazões mínimas, o Cubist apresentou melhores ajustes do que os modelos obtidos pelo método tradicional, já para a predição da Q<sub>mid</sub>, esse modelo não resultou nos melhores ajustes, mas ainda assim, tendo em vista a baixa diferença observada nos índices estatísticos resultantes das modelagens, esse modelo obteve alto desempenho na interpretação do comportamento da Q<sub>mid</sub>. Por outro lado, notou-se que o ERmax associado ao Cubist é muito superior aos dos outros modelos, o que indica uma alta sensibilidade e com

isso, talvez uma fragilidade, do Cubist frente à base de dados com existência de outliers.

Dessa forma, apesar de não acrescentar grandes melhorias quando comparado à metodologia tradicional, o Cubist mostrou alta habilidade no processo de predição das vazões na BHTA.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, podemos concluir que:

- Há expressivo aumento da disponibilidade hídrica em todas as RHH da bacia hidrográfica do Tocantins–Araguaia no período de dezembro a junho considerando a sazonalidade mensal na estimativa das vazões de referência.

- A regionalização da  $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$  pelo método tradicional resultou em modelos com ótimos ajustes estatísticos, sendo a  $Peq$  e  $Peq_{750}$  as variáveis explicativas com melhor desempenho nas estimativas das vazões.

- Na modelagem baseada na aprendizagem de máquina, de forma geral, a  $Peq$  foi a variável de maior importância e poder de predição.

- Dentre os modelos de aprendizagem de máquina, o modelo Cubist foi o que apresentou melhor desempenho na estimativa das vazões mínimas ( $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$ ) e média na bacia do Tocantins – Araguaia, para todos os parâmetros de performance utilizados.

- De forma geral, apesar de ter apresentado alta habilidade em prever o comportamento das vazões ( $Q_{90}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{mld}$ ), o modelo Cubist não indicou ganhos expressivos quando comparado ao modelo linear obtido com base na metodologia tradicional.

## 6. REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2009). **Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese**. Agência Nacional de Águas – ANA, Brasília.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2014). **Metadados: Bacias Hidrográficas e Hidrografia**. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main>. Acessado em 19 de janeiro, 2021.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. 2016. **Potencial Hidrelétrico Brasileiro por Bacia hidrográfica**. Disponível em: [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br). Acessado em: 19 de janeiro, 2021.
- BAZZO, K. R. et al. **INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE DAS VAZÕES NOS CRITÉRIOS DE OUTORGA NO ESTADO DE RONDÔNIA-RO**.
- BERTONI J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: Tucci, C. E. M. Hidrologia: **Ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p.177-241.
- BOF, L. H. N. et al. Analysis of appropriate timescales for water diversion permits in Brazil. **Environmental management**, v. 51, n. 2, p. 492-500, 2013.
- BUREK, P. et al. **Water futures and solution: fast track initiative (final report)**. Laxenburg, Austria: IIASA Working Paper, 2016.
- BRAGA, B. P. et al. Pacto federativo e gestão de águas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 17-42, 2008.
- CARBAJAL, Juan Pablo; BELLOS, Vasilis. An overview of the role of Machine Learning in hydraulic and hydrological modeling. 2018.
- CATALUNHA, M. J. Sistema integrado em rede para gestão do uso múltiplo da água e regionalização da Q<sub>7,10</sub> para os períodos mensal, bimestral, trimestral e anual. **Dissertação** (Doutorado em Engenharia Agrícola), UFV, Viçosa- MG, 165 p., 2004.
- CECÍLIO, R. A. et al. Avaliação de métodos para regionalização das vazões mínimas e médias na bacia do rio Itapemirim. **Revista Scientia Agraria**, v. 19, n. 2, p. 122-132, 2018.
- CHAVES, H. M. L. et al. Regionalização de vazões mínimas em bacias através de interpolação em sistemas de informação geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 3, p. 43-51, 2002.
- COSTA, A. S.; CARIELLO, B. L.; BLANCO, C. J. C.; PESSOA, F. C. L. Regionalização de curvas de permanência de vazão de regiões hidrográficas do estado do Pará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 27, n. 4, p. 413-422, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862012000400005>

CRUZ, J. C. **Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais**. 2001. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 111-124, 2008.

DE CASTRO PAES, E. et al. Predictive modeling of contents of potentially toxic elements using morphometric data, proximal sensing, and chemical and physical properties of soils under mining influence. **Science of The Total Environment**, v. 817, p. 152972, 2022.

ELESBON, A. A. A.; SILVA, D. D. da; SEDIYAMA, G. C.; GUEDES, H. A. S.; RIBEIRO, C. A. A. S.; RIBEIRO, C. B. de M. Multivariate statistical analysis to support the minimum streamflow regionalization. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 838-851, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p838-851/2015> .

ELETROBRÁS–Centrais Elétricas Brasileiras. **Metodologia para regionalização de vazões**. Rio de Janeiro, v. 1, 1985.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Plano Nacional de Energia 2030 ± PNE 2030; Plano Nacional de Energia 2050 ± PNE 2050. Rio de Janeiro: Acesso em 8 Outubro. 2021, 8:40. Disponível em: [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)

EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; FARIA FILHO, R. F. Critério de outorga sazonal para a agricultura irrigada no estado de Minas Gerais – Estudo de Caso. **Revista Item – Irrigação e Tecnologia Moderna**. Brasília, n. 71/72, p. 42-50, 2006.

FERREIRA, R.G. et al. Machine learning models for streamflow regionalization in a tropical watershed. **Journal of Environmental Management**, v. 280, p. 111713, 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Water Policy Reviews in Practice**. 2008. Cap 1, p. 6-13.

GUEDES, R. B. et al. Estudo de regionalização de vazões características e da disponibilidade hídrica na bacia do Alto Tocantins Study of the regionalization of characteristic discharges and the water availability in the Upper Tocantins basin. **AMBIÊNCIA**, v. 12, n. 3, p. 869-879, 2016.

GOMES, E. P. et al. Avaliação da Degradação Hídrica na Bacia Hidrográfica Tocantins Araguaia. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 3, p. 503-513, 2019.

HOSKING, J. R. M; WALLIS, J. R. **Regional frequency analysis: an approach based on L-moments**. Cambridge university press, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE(2014). **Dados de Geociências**. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso em 20 de janeiro de 2021.

KUHN, M. et al. Caret package. **Journal of statistical software**, v. 28, n. 5, p. 1-26,

2008.

LEVIEN, S, L,A; FIGUEIRÊDO, V, B; DE ARRUDA, L, E, E. Panorama da atual área de agricultura irrigada no Brasil, 2021.

MARQUES, F.A.; SILVA, D.D.; VALADARES. **Análise hidrológica sazonal e flexibilidade das vazões mínimas de referência na bacia do rio Doce**. In: 4º Encontro Técnico Científico em Suporte à Gestão das Águas da Bacia do Rio Doce, 2009, Ouro Preto. ANAIS 4º Encontro Técnico Científico em Suporte à Gestão das Águas da Bacia do Rio Doce, 2009.

MELATI, M. D. Regressões simples e robusta na regionalização da vazão  $Q_{95}$  na Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas. **Ciencia e Natura**, v. 38, p. 722-739, 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/2179-460X19116>.

MELLO, D. C. et al. Pedogenetic processes operating at different intensities inferred by geophysical sensors and machine learning algorithms. **CATENA**, v. 216, p. 106370, 2022.

MAPBIOMAS. Coleção 4 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. 2019. Disponível em: . Acesso em: 25 Junho. 2021.

MORAIS, M. A.V. et al. Regionalization of reference streamflows for the Araguaia River basin in Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 829-846, 2020.

NOVAES, L. F. de et al. Gestão de recursos hídricos: uma nova metodologia para a estimativa das vazões mínimas. **Engenharia na agricultura**, v. 17, n. 1, p. 62-74, 2009.

OLIVEIRA, L. F. C. et al. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1186-1192, Nov. 2010.

ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL – OMM (1984). **Guía de Prácticas Hidrológicas. Volumen I – Adquisición y Proceso de Datos**. OMM, Ginebra, 1984. 280p.

LOUDIN, L. et al. How informative is land-cover for the regionalization of the GR4J rainfall-runoff model? Lessons of a downward approach. **IAHS PUBLICATION**, v. 307, p. 246, 2006.

PRUSKI, F. F.; RODRIGUEZ, R. D. G.; PRUSKI, P. L.; NUNES, A. de A.; REGO, F. S. Extrapolation of regionalization equations for long-term average flow. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 5, p. 830-838, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p830-838/2016>.

REIS, G.B. et al. Effect of environmental covariable selection in the hydrological modeling using machine learning models to predict daily streamflow. **Journal of Environmental Management**, v. 290, p. 112625, 2021.

RODRIGUES, J. A. M et al. Hydrological regionalization of streamflows for the Tocantins River Basin in Brazilian Cerrado biome. *Revista Ambiente e Água*, v. 16, n. 6, 2021.

SALAME, C.W. et al. Um estudo comparativo dos modelos box-jenkins e redes neurais artificiais na previsão de vazões e precipitações pluviométricas da bacia araguaia, tocantins, brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 52, p. 28-43, 2019.

SHEN, Chaopeng. A transdisciplinary review of deep learning research and its relevance for water resources scientists. **Water Resources Research**, v. 54, n. 11, p. 8558-8593, 2018.

SILVA, B.M.B.; SILVA, D.D.; MOREIRA, M.C. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 623-634, 2015.

SILVA, D. D.; MARQUES, F. A.; LEMOS, A. F. Flexibilidade das vazões mínimas de referência com a adoção do período trimestral. **Revista Engenharia na Agricultura-reveng**, v. 19, n. 3, p. 244-254, 2011.

SILVA, W. M. F. et al. XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS A INFLUÊNCIA DA VAZÃO RESIDUAL NA REDUÇÃO DA CAPACIDADE DAS USINAS HIDRELÉTRICAS–UM ESTUDO DE CASO DE DUAS UHEs.

SILVEIRA, G. L. et al. Outorga para uso dos recursos hídricos: aspectos práticos e conceituais para o estabelecimento de um sistema informatizado. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 3, n. 3, p. 5-16, 1998.

TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001.

UNDESA - NAÇÕES UNIDAS, DEPARTAMENTO DE ASSUNTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS, DIVISÃO DE POPULAÇÃO. **Perspectivas da população mundial: a revisão de 2017, as principais conclusões e as tabelas de avanço**. ESA / P / WP / 248, 2017.

WOLFF, W.; DUARTE, S. N.; MINGOTI, R. Nova metodologia de regionalização de vazões, estudo de caso para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 4, p. 21-33, 2014.


ZHOU, J. et al. Random forests and cubist algorithms for predicting shear strengths of rockfill materials. **Applied sciences**, v. 9, n. 8, p. 1621, 2019.

## **7. ANEXOS**

## 7.1 ANEXO I

Tabela 1 – Diagrama de barras das estações fluviométricas selecionadas para o estudo


| Ano hidrológico | Código   | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JAN_DEZ         | 19985000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| JAN_DEZ         | 31020000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| JAN_DEZ         | 31490000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| JAN_DEZ         | 31520000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| JAN_DEZ         | 31600000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| JAN_DEZ         | 31880000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| JAN_DEZ         | 31700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 20050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 20100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 20200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 20250000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 20950000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21050020 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21080000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21220000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21300000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21500000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21510000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21560000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21580000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21600000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21850000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21750000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21850000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21890000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 21900000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22040000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22050001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22150000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22190000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22220000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22250000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22350000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22500000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22880000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22850000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 22900000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

*Continua*

### Continuação

| Ano hidrológico | Código   | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| NOV_OUT         | 23100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23150000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23220000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23230000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23250000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23300000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23800000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 23710000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24070000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24500000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24650000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24750000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24780000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24800000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24850000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24900000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 24950000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25120000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25130000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25750000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25800000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 25950000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26015000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26040000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26150000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26300000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26350000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26710000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 26720000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |


 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

Continua

*Continuação*

| Ano hidrológico | Código   | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| NOV_OUT         | 23100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23150000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23220000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23230000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23250000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23300000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23600000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 23710000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24070000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24500000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24650000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24750000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24780000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24800000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24850000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24900000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 24950000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25120000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25130000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25750000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25800000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 25950000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26015000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26040000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26150000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26300000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26350000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26710000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| NOV_OUT         | 26720000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

*Continuação*

| Ano hidrológico | Código   | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| NOV_OUT         | 26800000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 27110000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 27380000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 27500000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 27550000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 28150000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 28240000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 28300000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 28850000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 29050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 29100000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 29200000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 29680080 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| NOV_OUT         | 29700000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |



 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

Tabela 2 – Diagrama de barras das estações pluviométricas selecionadas para o estudo

| Código | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 48006  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148011 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 147007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 147008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 147011 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 147018 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 147017 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 147018 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148009 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148010 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148011 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148012 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148017 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 148018 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 149003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 149004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 150003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 151001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 151002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 151003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 247000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 247003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 247004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 247005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 247008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 247008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 248001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 248003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 248006 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 249001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 249002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 249003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 249004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 250000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 250001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 250002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 250003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 251000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 347000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |


Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

## Continuação

| Código | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 347002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 348001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 348002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 349000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 349001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 349002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 349003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 350000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 351000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 351002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 447001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 447003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 447004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 448000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 449001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 449002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 449003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 548007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 547005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 548000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 548001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 549002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 549004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 549007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 549008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 645004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 648008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 647000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 647001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 648000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 648001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 648002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 649000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 649001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 649002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 649003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 650001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 650002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 651002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 748008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 748007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 748008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |


Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

## Continuação

| Código  | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 746009  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 747000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 747001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 747009  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 748001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 748002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 748003  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 749000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 749001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 749002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 750000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 750001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 750002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 845003  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 845005  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 846005  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 847001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 847002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 848000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 848001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 848002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 848003  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 849002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 850000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 850001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 946003  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 947001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 948000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 948001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 949000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 949001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 949003  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 950000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 950001  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 950002  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 950003  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 951000  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1045006 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1046001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1047000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1047001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1047002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |


Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

Continuação

| Código  | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 1047004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1048000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1048001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1048005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1049001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1050000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1050002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1051001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1052000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1145004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1145013 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1146000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1147000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1147001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1147002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1147003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1148000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1149000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1149001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1149002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1150001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1151000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1152000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1152001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1246000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1246001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1247000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1247002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1247005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1248001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1248003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1249000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1249001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1249003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1249004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1250000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1250001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1251000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1251001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1346000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1346001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1346002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |


Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

Continuação

| Código  | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 1348004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348006 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1347000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1347001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1348004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1349000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1349001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1349002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1349003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1350000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1350001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1350002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1351000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1352000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1352002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1353001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1353002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1447000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1447001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1447002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1447004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1448009 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1449000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1449001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1449002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1449003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1449005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1450000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1450001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1450002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1451000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |


Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

Continuação


| Código  | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 1452000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1452004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1453000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1454000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1454002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548011 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1547001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1547002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1547027 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548011 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1548020 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1549000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1549001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1549002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1549003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1549004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1549009 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1550000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1550001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1550002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1551000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1551001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1551002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1551003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1552001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1552002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1552008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1553003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1554005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1554008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1555000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1555005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1555012 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1556007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1649008 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1649007 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1649009 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1650000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

Continua

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

Continuação

| Código  | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 1650001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1650002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1650003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1651000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1651001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1651002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1651003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1652000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1652001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1652002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1652003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1653000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1653002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1653004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1653005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1654001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1654004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1654005 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1750013 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1751001 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1751002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1751004 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1752002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1752003 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1752006 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1753000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1753002 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1754000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 1853000 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |

 Ano com no mínimo 95% dos dados diários nos meses do semestre mais seco

## 7.2 ANEXO II

Tabela 1 – Identificação das estações fluviométricas selecionadas na bacia do rio Tocantins-Araguaia

| Código   | Nome   | Latitude | Longitude | Área de drenagem |
|----------|--|----------|-----------|------------------|
| 19985000 | PACAJÁS  | -3,85    | -50,64    | 2682             |
| 20050000 | PONTE QUEBRA LINHA                                       | -14,98   | -48,67    | 11200            |
| 20100000 | JARAGUÁ  | -15,72   | -49,32    | 1970             |
| 20200000 | URUANA   | -15,50   | -49,69    | 3700             |
| 20250000 | UHE SERRA DA MESA<br>CERES                               | -15,28   | -49,55    | 10600            |
| 20950000 | PONTE RIO PRETO  | -13,99   | -47,93    | 878              |
| 21050020 | AHE SÃO FÉLIX - MIRA<br>B / S. FÉLIX<br>UHE SÃO SALVADOR | -13,53   | -48,14    | 57400            |
| 21080000 | BARRAMENTO   | -12,81   | -48,24    | 63300            |
| 21220000 | FLORES DE GOIÁS  | -14,45   | -47,05    | 7210             |
| 21300000 | ALVORADA DO NORTE<br>NOVA ROMA                           | -14,48   | -46,49    | 3760             |
| 21500000 | (FAZ.SUCURI)   | -13,76   | -46,84    | 22600            |
| 21510000 | PONTE SÃO MATEUS   | -13,81   | -46,65    | 1020             |
| 21560000 | FAZENDA VENEZA   | -13,50   | -46,78    | 2840             |
| 21580000 | SÃO VICENTE<br>UHE PEIXE ANGICAL                         | -13,55   | -46,47    | 409              |
| 21600000 | PONTE PARANÁ<br>MONTANTE DA BARRA                        | -13,43   | -47,14    | 29600            |
| 21650000 | DO PALMA   | -12,62   | -47,89    | 40200            |
| 21750000 | LAVANDEIRA<br>UHE PEIXE ANGICAL                          | -12,79   | -46,51    | 1040             |
| 21850000 | RIO DA PALMA   | -12,42   | -47,20    | 12400            |
| 21890000 | BARRA DO PALMA   | -12,60   | -47,86    | 17700            |
| 21900000 | PARANÁ   | -12,61   | -47,89    | 57900            |
| 22040000 | FAZENDA ANGICAL  | -12,25   | -48,35    | 126000           |
| 22050001 | PEIXE  | -12,02   | -48,53    | 128000           |
| 22100000 | COLONHA  | -12,39   | -48,71    | 8720             |
| 22150000 | JACINTO  | -11,98   | -48,66    | 13900            |
| 22190000 | PORTO ALEGRE<br>PORTO JERÔNIMO -                         | -11,61   | -47,04    | 1780             |
| 22220000 | FAZ. PIRACICABA  | -11,76   | -47,84    | 10300            |
| 22250000 | FAZENDA LOBEIRA  | -11,53   | -48,29    | 14500            |
| 22350000 | PORTO NACIONAL<br>MIRACEMA DO                            | -10,70   | -48,42    | 174000           |
| 22500000 | TOCANTINS<br>JATOBÁ (FAZENDA BOA                         | -9,57    | -48,38    | 183355           |
| 22680000 | NOVA)  | -10,00   | -47,47    | 16900            |
| 22700000 | NOVO ACORDO  | -9,96    | -47,67    | 18000            |
| 22850000 | DOIS IRMÃOS  | -9,32    | -47,81    | 9520             |
| 22900000 | PORTO REAL   | -9,31    | -47,93    | 44100            |
| 23100000 | TUPIRATINS   | -8,39    | -48,11    | 242000           |
| 23150000 | ITACAJA  | -8,39    | -47,77    | 2800             |

Continua

*Continuação*

| Código   | Nome                         | Latitude | Longitude | Área de drenagem |
|----------|------------------------------|----------|-----------|------------------|
| 23220000 | CACHOEIRA MONTE LINDO        | -7,99    | -46,93    | 3120             |
| 23230000 | JACARÉ                       | -7,96    | -47,26    | 4100             |
| 23250000 | GOIATINS                     | -7,71    | -47,31    | 10100            |
| 23300000 | CAROLINA                     | -7,34    | -47,47    | 275000           |
| 23600000 | TOCANTINÓPOLIS               | -6,29    | -47,39    | 289000           |
| 23700000 | DESCARRETO                   | -5,79    | -47,47    | 297000           |
| 23710000 | ITAGUATINS                   | -5,77    | -47,48    | 297000           |
| 24050000 | ALTO ARAGUAIA MONTANTE DO    | -17,30   | -53,22    | 2080             |
| 24070000 | RIBEIRÃO BABILÔNIA           | -17,22   | -53,16    | 1760             |
| 24200000 | TORIXOREU                    | -16,20   | -52,55    | 18400            |
| 24500000 | TESOURO                      | -16,08   | -53,55    | 5280             |
| 24650000 | GENERAL CARNEIRO             | -15,71   | -52,75    | 1950             |
| 24700000 | BARRA DO GARÇAS              | -15,89   | -52,23    | 36800            |
| 24750000 | SÃO FERREIRA                 | -16,30   | -51,47    | 6430             |
| 24780000 | PIRANHAS                     | -16,43   | -51,82    | 1360             |
| 24800000 | PERES                        | -15,89   | -51,85    | 12000            |
| 24850000 | ARAGUAIANA                   | -15,74   | -51,83    | 50100            |
| 24900000 | IVOLÂNDIA                    | -16,51   | -51,00    | 2060             |
| 24950000 | MONTES CLAROS DE GOIÁS       | -15,94   | -51,36    | 10100            |
|          | BALNEÁRIO                    | -15,92   | -50,17    | 229              |
| 25100000 | CACHOEIRA GRANDE COLÔNIA DOS | -15,90   | -50,44    | 261              |
| 25120000 | ALEMÃES                      | -15,54   | -50,70    | 5310             |
| 25130000 | TRAVESSÃO                    | -14,91   | -51,08    | 76300            |
| 25200000 | ARUANÃ                       | -14,91   | -51,08    | 76300            |
| 25700000 | BANDEIRANTES                 | -13,69   | -50,80    | 92300            |
| 25750000 | RIO CRIXAS-AÇU               | -13,90   | -49,95    | 8660             |
|          | JUSANTE DO RIO               | -13,56   | -50,40    | 18300            |
| 25800000 | PINTADO                      | -13,21   | -50,59    | 117000           |
| 25950000 | LUIZ ALVES                   | -12,88   | -50,83    | 10500            |
|          | JUSANTE BARRA DO             | -12,88   | -50,83    | 10500            |
| 26015000 | FORQUILHA                    | -15,31   | -54,18    | 5230             |
| 26040000 | RIO DAS MORTES               | -15,25   | -53,06    | 17700            |
| 26050000 | TORIQUEJE                    | -14,67   | -52,36    | 25300            |
| 26100000 | XAVANTINA                    | -14,60   | -51,72    | 9390             |
| 26150000 | RIO PINDAIBA                 | -14,09   | -51,70    | 41100            |
| 26200000 | TRECHO MÉDIO                 | -12,29   | -50,96    | 59300            |
|          | SANTO ANTÔNIO DO             | -12,29   | -50,96    | 59300            |
| 26300000 | LEVERGER                     | -11,62   | -50,66    | 194000           |
|          | SÃO FÉLIX DO                 | -11,62   | -50,66    | 194000           |
| 26350000 | ARAGUAIA                     | -12,10   | -49,95    | 8150             |
| 26710000 | BARREIRA DO PEQUI            | -12,42   | -49,59    | 6610             |
| 26720000 | PRAIA ALTA                   | -12,42   | -49,59    | 6610             |

*Continua*

*Continuação*

| Código   | Nome               | Latitude | Longitude | Área de drenagem |
|----------|--------------------|----------|-----------|------------------|
| 26800000 | BARREIRA DA CRUZ   | -10,56   | -49,93    | 35800            |
| 27110000 | RIO DO COCO        | -9,50    | -49,98    | 6370             |
| 27380000 | PONTE RIO PIRANHAS | -9,18    | -49,38    | 1660             |
|          | CONCEIÇÃO DO       |          |           |                  |
| 27500000 | ARAGUAIA           | -8,27    | -49,26    | 332000           |
| 27550000 | ARAPOEMA           | -7,61    | -49,05    | 1150             |
| 28150000 | MURICILÂNDIA       | -7,15    | -48,61    | 1580             |
| 28240000 | PIRAQUÊ            | -6,67    | -48,47    | 3470             |
| 28300000 | XAMBIOÁ            | -6,41    | -48,54    | 377000           |
| 28850000 | ARAGUATINS         | -5,65    | -48,13    | 388000           |
| 29050000 | MARABÁ             | -5,34    | -49,12    | 703000           |
| 29100000 | FAZENDA ALEGRIA    | -5,49    | -49,22    | 37500            |
| 29200000 | ITUPIRANGA         | -5,13    | -49,32    | 746000           |
|          | UHE TUCURUÍ        |          |           |                  |
| 29680080 | BARRAMENTO         | -3,83    | -49,65    | 764000           |
| 29700000 | TUCURUÍ            | -3,76    | -49,65    | 764000           |
|          | CACHOEIRA          |          |           |                  |
| 31020000 | TRACAMBEUA         | -3,51    | -49,21    | 5000             |
| 31490000 | VILA CAPOEIRA      | -1,87    | -47,05    | 3440             |
| 31520000 | BOM JARDIM         | -1,54    | -47,07    | 5220             |
| 31600000 | MARAMBAIA          | -1,65    | -47,12    | 32,7             |
| 31680000 | FAZENDA MARINGA    | -3,14    | -48,08    | 25900            |
| 31700000 | BADAJÓS            | -2,51    | -47,77    | 32200            |

Tabela 2 – Identificação das estações pluviométricas selecionadas na bacia do rio Tocantins-Araguaia

| Código | Nome                  | Latitude | Longitude | Altitude |
|--------|-----------------------|----------|-----------|----------|
| 48006  | VIGIA                 | -0,87    | -48,11    | -        |
| 146005 | TARARUA - PONTE       | -1,73    | -46,60    | -        |
| 146011 | SANTA LUZIA DO PARÁ   | -1,52    | -46,91    | -        |
| 147007 | CASTANHAL             | -1,30    | -47,94    | -        |
| 147008 | SÃO DOMINGOS DO CAPIM | -1,68    | -47,77    | -        |
| 147011 | COLÔNIA SANTO ANTÔNIO | -1,66    | -47,49    | -        |
| 147016 | OUREM                 | -1,55    | -47,12    | -        |
| 147017 | TERRA ALTA            | -1,04    | -47,91    | -        |
| 147018 | SANTA MARIA DO PARÁ   | -1,36    | -47,57    | 457      |
| 148002 | BELÉM                 | -1,44    | -48,44    | 10       |
| 148003 | SANTA ISABEL DO PARÁ  | -1,30    | -48,17    | -        |
| 148009 | ACARÁ                 | -1,96    | -48,21    | -        |
| 148010 | ABAETETUBA            | -1,75    | -48,87    | -        |
| 148011 | VILA DO CONDE         | -1,57    | -48,77    | -        |
| 148012 | MOSQUEIRO             | -1,09    | -48,40    | -        |
| 148017 | BUJARU                | -1,52    | -48,05    | -        |
| 148018 | IGARAPÉ-MIRI          | -1,97    | -48,93    | -        |
| 149003 | OEIRAS DO PARÁ        | -2,00    | -49,86    | -        |
| 149004 | JOANA COELI           | -1,90    | -49,38    | -        |

*Continua*

## Continuação

| Código | Nome                                   | Latitude | Longitude | Altitude |
|--------|--|----------|-----------|----------|
| 150003 | ANTÔNIO LEMOS                          | -1,79    | -50,43    | -        |
| 151001 | ACAMPAMENTO IBDF                       | -1,79    | -51,43    | -        |
| 151002 | AREIAS                                 | -1,21    | -51,26    | -        |
| 151003 | CARRAZEDO                              | -1,58    | -51,92    | -        |
| 247000 | BADAJÓS                                | -2,51    | -47,77    | -        |
| 247003 | FAZENDA JAUARÁ                         | -2,04    | -47,75    | -        |
| 247004 | FAZENDA SÃO RAIMUNDO                   | -2,43    | -47,52    | -        |
| 247005 | CAFEZAL                                | -2,77    | -46,80    | -        |
| 247006 | PA-256 / RIO CAPIM                     | -2,95    | -47,81    | -        |
| 247008 | JUNIOR                                 | -2,34    | -47,85    | -        |
| 248001 | FAZENDA URUCURE                        | -2,45    | -48,58    | -        |
| 248003 | TOMÉ-AÇU                               | -2,42    | -48,15    | -        |
| 248006 | PA-256 / RIO ACARA-MIRIM               | -2,78    | -48,35    | -        |
| 249001 | CAMETÁ                                 | -2,25    | -49,50    | 24       |
| 249002 | VILA ELIM                              | -2,80    | -49,38    | -        |
| 249003 | BAIÃO                                  | -2,79    | -49,67    | -        |
| 249004 | VILA DO CARMO                          | -2,45    | -49,44    | -        |
| 250000 | CIPOAL                                 | -2,79    | -50,45    | -        |
| 250001 | VILA SÃO BENEDITO                      | -1,99    | -50,37    | -        |
| 250002 | IRAPURU                                | -2,45    | -50,92    | -        |
| 250003 | ACANGATA                               | -2,25    | -50,63    | -        |
| 251000 | MARACACUERA FLORESTAL                  | -2,25    | -51,18    | -        |
| 347000 | PARAGOMINAS                            | -3,01    | -47,34    | -        |
| 347002 | FAZENDA PLANALTO<br>(EX.RANCHO GRANDE) | -3,45    | -47,47    | -        |
| 348001 | FAZENDA MARINGA                        | -3,15    | -48,09    | -        |
| 348002 | TAILÂNDIA                              | -2,95    | -48,97    | -        |
| 349000 | TUCURUÍ                                | -3,76    | -49,67    | 40       |
| 349001 | CACHOEIRA TRACAMBEUA                   | -3,51    | -49,22    | -        |
| 349002 | GOIANÉSIA                              | -3,83    | -49,09    | -        |
| 349003 | JOANA PERES                            | -3,02    | -49,80    | -        |
| 350000 | FAZENDA ESTRELA DO NORTE               | -3,87    | -50,46    | -        |
| 351000 | GRANJA GAZELA                          | -3,42    | -51,26    | -        |
| 351002 | FAZENDA CIPAUBA                        | -3,72    | -51,57    | -        |
| 447001 | KM ZERO / PA-70                        | -4,29    | -47,56    | -        |
| 447003 | LIGAÇÃO DO PARÁ                        | -4,12    | -47,55    | -        |
| 447004 | AÇAILÂNDIA                             | -4,93    | -47,50    | -        |
| 448000 | RONDON DO PARÁ                         | -4,80    | -48,07    | -        |
| 449001 | NOVA JACUNDA                           | -4,46    | -49,12    | -        |
| 449002 | NOVO REPARTIMENTO                      | -4,24    | -49,95    | -        |
| 449003 | NOVA IPIXUNA                           | -4,92    | -49,07    | -        |
| 546007 | SÍTIO NOVO                             | -5,88    | -46,70    | 263      |
| 547005 | BURITIRAMA                             | -5,59    | -47,02    | 288      |
| 548000 | ARAGUATINS                             | -5,65    | -48,13    | 122      |
| 548001 | SÃO SEBASTIÃO DO<br>TOCANTINS          | -5,26    | -48,21    | 109      |
| 549002 | MARABÁ                                 | -5,37    | -49,13    | 95       |

Continua

## Continuação

| Código | Nome                        | Latitude | Longitude | Altitude |
|--------|-----------------------------|----------|-----------|----------|
| 549004 | SERRA PELADA                | -5,93    | -49,68    | -        |
| 549007 | KM 60 / PA-150              | -5,80    | -49,18    | -        |
| 549008 | ITUPIRANGA                  | -5,13    | -49,32    | -        |
| 645004 | FAZENDA PIRANHAS            | -6,04    | -45,92    | 240      |
| 646006 | FAZENDA SEMPRE VIVA         | -6,19    | -46,27    | 225      |
| 647000 | TOCANTINÓPOLIS              | -6,29    | -47,39    | 126      |
|        | WANDERLÂNDIA - RD BELÉM -   |          |           |          |
| 647001 | BRASÍLIA                    | -6,84    | -47,97    | 165      |
| 648000 | XAMBIOÁ                     | -6,41    | -48,53    | 148      |
| 648001 | ANANAS                      | -6,36    | -48,07    | 191      |
| 648002 | PIRAQUÊ                     | -6,67    | -48,47    | 184      |
| 649000 | FAZENDA SURUBIM             | -6,43    | -49,42    | -        |
| 649001 | FAZENDA SANTA ELISA         | -6,79    | -49,55    | -        |
| 649002 | ELDORADO                    | -6,11    | -49,38    | -        |
| 649003 | PORTO LEMOS                 | -6,87    | -49,10    | 156      |
| 650001 | FAZENDA CAIÇARA             | -6,82    | -50,54    | -        |
| 650002 | SERRA DOS CARAJÁS - N5      | -5,93    | -50,07    | -        |
| 651002 | PROJETO TUCUMÃ              | -6,74    | -51,15    | -        |
| 746006 | BALSAS                      | -7,52    | -46,03    | 263      |
| 746007 | BREJO COMPRIDO              | -7,93    | -45,99    | 328      |
| 746008 | MORRO VERMELHO              | -7,16    | -46,55    | 482      |
| 746009 | RECURSOS                    | -7,33    | -46,31    | 340      |
| 747000 | CAROLINA                    | -7,32    | -47,46    | 169      |
| 747001 | GOIATINS                    | -7,71    | -47,32    | 185      |
| 747009 | PALMEIRANTE                 | -7,86    | -47,93    | 166      |
| 748001 | COLÔNIA                     | -7,88    | -48,88    | 200      |
|        | FAZ. PRIMAVERA - ROD. BEL - |          |           |          |
| 748002 | BRASÍLIA                    | -7,56    | -48,42    | 257      |
| 748003 | MURICILÂNDIA                | -7,15    | -48,60    | 393      |
| 749000 | ARAPOEMA                    | -7,66    | -49,07    | 215      |
| 749001 | BOA VISTA DO ARAGUAIA       | -7,32    | -49,22    | 100      |
| 749002 | XINGUARA                    | -7,09    | -49,97    | -        |
| 750000 | FAZENDA CUMARU DO NORTE     | -7,83    | -50,83    | -        |
| 750001 | POSTO DA SERRA              | -7,51    | -50,04    | -        |
| 750002 | BANNACH                     | -7,35    | -50,41    | -        |
| 845003 | BABILÔNIA                   | -8,32    | -45,97    | 360      |
| 845005 | INHUMAS                     | -8,82    | -45,97    | 285      |
| 846005 | BOA VISTA                   | -8,77    | -46,12    | 334      |
| 847001 | ITACAJA                     | -8,39    | -47,76    | 250      |
| 847002 | CAMPOS LINDOS               | -7,97    | -46,81    | 290      |
| 848000 | COLINAS DO TOCANTINS        | -8,05    | -48,48    | 229      |
| 848001 | GUARAI                      | -8,83    | -48,82    | 279      |
| 848002 | ITAPORÃ DO TOCANTINS        | -8,57    | -48,69    | 345      |
| 848003 | TUPIRATINS                  | -8,40    | -48,13    | 192      |
|        | ARAGUACEMA (CHACARA         |          |           |          |
| 849002 | ARAGUAIA)                   | -8,80    | -49,56    | 203      |
| 850000 | REDENÇÃO                    | -8,04    | -50,00    | 213      |

Continua

## Continuação

| Código  | Nome                         | Latitude | Longitude | Altitude |
|---------|------------------------------|----------|-----------|----------|
| 850001  | FAZENDA SANTA MARTA DO INAJÁ | -8,66    | -50,44    | 218      |
| 946003  | LIZARDA                      | -9,60    | -46,67    | 620      |
| 947001  | MANSINHA                     | -9,46    | -47,33    | 320      |
| 948000  | MIRACEMA DO TOCANTINS        | -9,56    | -48,39    | 210      |
| 948001  | PORTO REAL                   | -9,31    | -47,93    | 200      |
| 949000  | ABREULÂNDIA                  | -9,62    | -49,16    | 240      |
| 949001  | DOIS IRMÃOS DO TOCANTINS     | -9,26    | -49,06    | 264      |
| 949003  | MARIANÓPOLIS                 | -9,80    | -49,66    | 203      |
| 950000  | CASEARA                      | -9,27    | -49,96    | 190      |
| 950001  | BARREIRA DO CAMPO            | -9,23    | -50,21    | 195      |
| 950002  | CANGUSSU                     | -9,97    | -49,99    | 240      |
| 950003  | VILA MANDII                  | -9,54    | -50,86    | 244      |
| 951000  | VILA RICA                    | -10,02   | -51,12    | 222      |
| 1045006 | COACERAL                     | -10,56   | -45,70    | -        |
| 1046001 | MATEIROS                     | -10,55   | -46,42    | 240      |
| 1047000 | JATOBÁ (FAZENDA BOA NOVA)    | -9,99    | -47,48    | 201      |
| 1047001 | NOVO ACORDO                  | -9,96    | -47,67    | 300      |
| 1047002 | PORTO GILÂNDIA               | -10,76   | -47,76    | 220      |
| 1047004 | PONTE ALTA DO TOCANTINS      | -10,75   | -47,54    | 300      |
| 1048000 | FÁTIMA                       | -10,76   | -48,90    | 352      |
| 1048001 | PARAÍSO DO TOCANTINS         | -10,17   | -48,89    | 390      |
| 1048005 | TAQUARUSSU DO PORTO          | -10,31   | -48,16    | 406      |
| 1049001 | PIUM                         | -10,44   | -49,18    | 280      |
| 1050000 | LUCIARA                      | -11,22   | -50,67    | 182      |
| 1050002 | SANTA TEREZINHA              | -10,46   | -50,51    | 207      |
| 1051001 | PORTO ALEGRE DO NORTE        | -10,87   | -51,63    | 202      |
| 1052000 | VILA SÃO JOSÉ DO XINGU       | -10,81   | -52,75    | 337      |
| 1145004 | FAZENDA BOM JARDIM           | -10,99   | -45,53    | 451      |
| 1145013 | PONTE SERAFIM - MONTANTE     | -11,90   | -45,61    | 713      |
| 1146000 | DIANÓPOLIS                   | -11,63   | -46,81    | 679      |
| 1147000 | ALMAS                        | -11,58   | -47,17    | 427      |
| 1147001 | NATIVIDADE                   | -11,70   | -47,73    | 308      |
| 1147002 | PINDORAMA DO TOCANTINS       | -11,14   | -47,58    | 444      |
| 1147003 | PORTO ALEGRE                 | -11,61   | -47,05    | 372      |
| 1148000 | FAZENDA LOBEIRA              | -11,53   | -48,29    | 243      |
| 1149000 | DUERE                        | -11,34   | -49,27    | 234      |
| 1149001 | FORMOSO DO ARAGUAIA          | -11,80   | -49,53    | 247      |
| 1149002 | GURUPI                       | -11,74   | -49,14    | 353      |
| 1150001 | SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA        | -11,62   | -50,66    | 195      |
| 845005  | INHUMAS                      | -8,82    | -45,97    | 285      |
| 846005  | BOA VISTA                    | -8,77    | -46,12    | 334      |
| 847001  | ITACAJA                      | -8,39    | -47,76    | 250      |
| 847002  | CAMPOS LINDOS                | -7,97    | -46,81    | 290      |
| 848000  | COLINAS DO TOCANTINS         | -8,05    | -48,48    | 229      |
| 848001  | GUARAI                       | -8,83    | -48,82    | 279      |
| 848002  | ITAPORÃ DO TOCANTINS         | -8,57    | -48,69    | 345      |

Continua

## Continuação

| Código  | Nome                      | Latitude | Longitude | Altitude |
|---------|---------------------------|----------|-----------|----------|
| 848003  | TUPIRATINS                | -8,40    | -48,13    | 192      |
|         | ARAGUACEMA (CHACARA       |          |           |          |
| 849002  | ARAGUAIA)                 | -8,80    | -49,56    | 203      |
| 850000  | REDENÇÃO                  | -8,04    | -50,00    | 213      |
|         | FAZENDA SANTA MARTA DO    |          |           |          |
| 850001  | INAJÁ                     | -8,66    | -50,44    | 218      |
| 946003  | LIZARDA                   | -9,60    | -46,67    | 620      |
| 947001  | MANSINHA                  | -9,46    | -47,33    | 320      |
| 948000  | MIRACEMA DO TOCANTINS     | -9,56    | -48,39    | 210      |
| 948001  | PORTO REAL                | -9,31    | -47,93    | 200      |
| 949000  | ABREULÂNDIA               | -9,62    | -49,16    | 240      |
| 949001  | DOIS IRMÃOS DO TOCANTINS  | -9,26    | -49,06    | 264      |
| 949003  | MARIANÓPOLIS              | -9,80    | -49,66    | 203      |
| 950000  | CASEARA                   | -9,27    | -49,96    | 190      |
| 950001  | BARREIRA DO CAMPO         | -9,23    | -50,21    | 195      |
| 950002  | CANGUSSU                  | -9,97    | -49,99    | 240      |
| 950003  | VILA MANDII               | -9,54    | -50,86    | 244      |
| 951000  | VILA RICA                 | -10,02   | -51,12    | 222      |
| 1045006 | COACERAL                  | -10,56   | -45,70    | -        |
| 1046001 | MATEIROS                  | -10,55   | -46,42    | 240      |
| 1047000 | JATOBÁ (FAZENDA BOA NOVA) | -9,99    | -47,48    | 201      |
| 1047001 | NOVO ACORDO               | -9,96    | -47,67    | 300      |
| 1047002 | PORTO GILÂNDIA            | -10,76   | -47,76    | 220      |
| 1047004 | PONTE ALTA DO TOCANTINS   | -10,75   | -47,54    | 300      |
| 1048000 | FÁTIMA                    | -10,76   | -48,90    | 352      |
| 1048001 | PARAÍSO DO TOCANTINS      | -10,17   | -48,89    | 390      |
| 1048005 | TAQUARUSSU DO PORTO       | -10,31   | -48,16    | 406      |
| 1049001 | PIUM                      | -10,44   | -49,18    | 280      |
| 1050000 | LUCIARA                   | -11,22   | -50,67    | 182      |
| 1050002 | SANTA TEREZINHA           | -10,46   | -50,51    | 207      |
| 1051001 | PORTO ALEGRE DO NORTE     | -10,87   | -51,63    | 202      |
| 1052000 | VILA SÃO JOSÉ DO XINGU    | -10,81   | -52,75    | 337      |
| 1145004 | FAZENDA BOM JARDIM        | -10,99   | -45,53    | 451      |
| 1145013 | PONTE SERAFIM - MONTANTE  | -11,90   | -45,61    | 713      |
| 1146000 | DIANÓPOLIS                | -11,63   | -46,81    | 679      |
| 1147000 | ALMAS                     | -11,58   | -47,17    | 427      |
| 1147001 | NATIVIDADE                | -11,70   | -47,73    | 308      |
| 1147002 | PINDORAMA DO TOCANTINS    | -11,14   | -47,58    | 444      |
| 1147003 | PORTO ALEGRE              | -11,61   | -47,05    | 372      |
| 1148000 | FAZENDA LOBEIRA           | -11,53   | -48,29    | 243      |
| 1149000 | DUERE                     | -11,34   | -49,27    | 234      |
| 1149001 | FORMOSO DO ARAGUAIA       | -11,80   | -49,53    | 247      |
| 1149002 | GURUPI                    | -11,74   | -49,14    | 353      |
| 1150001 | SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA     | -11,62   | -50,66    | 195      |
| 1151000 | BATE PAPO                 | -11,67   | -51,38    | 235      |
| 1152000 | SUIA LIQUILÂNDIA          | -11,73   | -51,99    | 366      |
| 1152001 | ESPIGÃO                   | -11,39   | -52,24    | 347      |

Continua

## Continuação

| Código  | Nome                            | Latitude | Longitude | Altitude |
|---------|---------------------------------|----------|-----------|----------|
| 1246000 | PONTE ALTA DO BOM JESUS         | -12,09   | -46,48    | 519      |
| 1246001 | AURORA DO NORTE                 | -12,71   | -46,41    | 464      |
| 1247000 | CONCEIÇÃO DO TOCANTINS          | -12,23   | -47,32    | 407      |
| 1247002 | RIO DA PALMA (FAZ. CHUVA MANGA) | -12,42   | -47,20    | 322      |
| 1247005 | FAZENDA SANTA RITA              | -12,59   | -47,49    | 340      |
| 1248001 | COLONHA                         | -12,39   | -48,71    | 264      |
| 1248003 | PALMEIRÓPOLIS                   | -13,04   | -48,41    | 435      |
| 1249000 | ALVORADA                        | -12,48   | -49,12    | 293      |
| 1249001 | ARAGUAÇU                        | -12,93   | -49,83    | 295      |
| 1249003 | BARREIRA DO PEQUI               | -12,10   | -49,95    | 208      |
| 1249004 | PRAIA ALTA                      | -12,42   | -49,59    | 205      |
| 1250000 | FAZENDA PIRATININGA             | -12,82   | -50,34    | 254      |
| 1250001 | SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER       | -12,29   | -50,97    | 205      |
| 1251000 | ALÔ BRASIL                      | -12,16   | -51,70    | 339      |
| 1251001 | DIVÍNEA                         | -12,94   | -51,83    | 391      |
| 1346000 | SÃO DOMINGOS                    | -13,40   | -46,32    | 665      |
| 1346001 | NOVA ROMA (FAZ.SUCURI)          | -13,74   | -46,88    | 637      |
| 1346002 | FAZENDA INGAZEIRO               | -13,69   | -46,57    | 527      |
| 1346004 | CAMPOS BELOS                    | -13,04   | -46,78    | 638      |
| 1346005 | SÃO VICENTE                     | -13,55   | -46,47    | 475      |
| 1346006 | FAZENDA PLANALTO                | -13,75   | -46,14    | 947      |
| 1346007 | FAZENDA PRAINHA (FAZ.ANTAS)     | -13,31   | -46,06    | 824      |
| 1347000 | CAVALCANTE                      | -13,80   | -47,46    | 821      |
| 1347001 | PONTE PARANÃ                    | -13,43   | -47,14    | 363      |
| 1348000 | CAMPINAÇU                       | -13,79   | -48,57    | 683      |
| 1348001 | SAMA                            | -13,53   | -48,23    | 375      |
| 1348003 | TROMBAS                         | -13,51   | -48,75    | 391      |
| 1348004 | UHE SERRA DA MESA BARRAMENTO    | -13,83   | -48,33    | 573      |
| 1349000 | ESTRELA DO NORTE                | -13,87   | -49,07    | 467      |
| 1349001 | NOVO PLANALTO                   | -13,24   | -49,50    | 286      |
| 1349002 | PORANGATU (DESCOBERTO)          | -13,41   | -49,16    | 363      |
| 1349003 | ENTRONCAMENTO SÃO MIGUEL        | -13,10   | -49,20    | 345      |
| 1350000 | BANDEIRANTES                    | -13,69   | -50,80    | 276      |
| 1350001 | RIO PINTADO (FAZ.PONTAL)        | -13,53   | -50,19    | 200      |
| 1350002 | SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA          | -13,33   | -50,20    | 378      |
| 1351000 | TRECHO MÉDIO                    | -14,09   | -51,70    | 232      |
| 1352000 | FAZENDA SETE DE SETEMBRO        | -13,88   | -52,41    | 323      |
| 1352002 | SERRA DOURADA                   | -13,71   | -52,03    | 443      |
| 1353001 | ESTÂNCIA RODEIO                 | -13,84   | -53,24    | 352      |
| 1353002 | POUSADA MATRINXA                | -13,57   | -53,07    | 319      |
| 1446004 | SÍTIO D'ABADIA                  | -14,80   | -46,25    | 767      |
| 1447000 | ALTO PARAÍSO DE GOIÁS           | -14,13   | -47,51    | 1197     |

Continua

## Continuação

| Código  | Nome                     | Latitude | Longitude | Altitude |
|---------|--------------------------|----------|-----------|----------|
| 1447001 | FLORES DE GOIÁS          | -14,45   | -47,05    | 200      |
| 1447002 | SÃO JOÃO D'ALIANÇA       | -14,71   | -47,52    | 1009     |
| 1447004 | PONTE RIO PRETO          | -13,99   | -47,93    | 453      |
| 1448000 | COLINAS DO SUL           | -14,15   | -48,08    | 530      |
| 1448001 | NIQUELÂNDIA              | -14,48   | -48,46    | 568      |
| 1448002 | PONTE QUEBRA LINHA       | -14,97   | -48,67    | 533      |
|         | MOQUEM - FAZENDA VAU DA  |          |           |          |
| 1448004 | ONÇA                     | -14,55   | -48,17    | 555      |
| 1448005 | PALMEIRINHA              | -14,02   | -48,61    | 542      |
|         | UHE SERRA DA MESA MUQUEM |          |           |          |
| 1448009 | VAU DA ONÇA              | -14,57   | -48,16    | 507      |
| 1449000 | PILAR DE GOIÁS           | -14,76   | -49,58    | 765      |
| 1449001 | PORTO URUAÇU             | -14,56   | -49,14    | 572      |
| 1449002 | SANTA TEREZINHA DE GOIÁS | -14,43   | -49,72    | 400      |
| 1449003 | CRIXAS                   | -14,53   | -49,96    | 378      |
|         | UHE SERRA DA MESA        |          |           |          |
| 1449005 | FAZENDA CAJUPIRA         | -14,80   | -49,17    | 471      |
| 1450000 | LAGOA DA FLECHA          | -14,33   | -50,73    | 200      |
|         | MOZARLÂNDIA (CHAC.       |          |           |          |
| 1450001 | FOGUEIRA)                | -14,74   | -50,58    | 400      |
| 1450002 | GOVERNADOR LEÔNINO       | -14,10   | -50,33    | 309      |
| 1451000 | ARUANÃ                   | -14,93   | -51,08    | 200      |
| 1452000 | XAVANTINA                | -14,67   | -52,35    | 263      |
| 1452004 | ÁGUA BOA                 | -14,08   | -52,15    | 430      |
| 1453000 | PASSAGEM DA BR-309       | -14,61   | -54,00    | 549      |
| 1454000 | PARANATINGA              | -14,42   | -54,05    | 484      |
| 1454002 | NOVA BRASILÂNDIA         | -14,93   | -54,97    | 424      |
| 1546011 | PIRATINGA                | -15,03   | -46,29    | 785      |
| 1547001 | FAZENDA SANTA SÉ         | -15,22   | -47,16    | 573      |
| 1547002 | PLANALTINA               | -15,64   | -47,65    | 991      |
| 1547027 | SÃO GABRIEL DE GOIÁS     | -15,23   | -47,57    | 1246     |
| 1548000 | BRAZLÂNDIA (QUADRA 18)   | -15,67   | -48,22    | 1106     |
| 1548001 | MIMOSO                   | -15,06   | -48,17    | 687      |
| 1548002 | PADRE BERNARDO           | -15,17   | -48,28    | 750      |
| 1548003 | PIRENÓPOLIS              | -15,85   | -48,97    | 790      |
| 1548011 | FAZENDA MARAJÁ           | -15,54   | -48,55    | 666      |
| 1548020 | ÁGUAS LINDAS             | -15,74   | -48,31    | 1142     |
| 1549000 | UHE SERRA DA MESA CERES  | -15,28   | -49,55    | 608      |
| 1549001 | GOIANÉSIA                | -15,33   | -49,12    | 662      |
| 1549002 | ITAPURANGA               | -15,56   | -49,94    | 646      |
| 1549003 | JARAGUÁ                  | -15,76   | -49,34    | 607      |
| 1549004 | NOVA AMÉRICA             | -15,02   | -49,89    | 800      |
| 1549009 | URUANA                   | -15,50   | -49,69    | 560      |
| 1550000 | ITAPIRAPUA               | -15,82   | -50,61    | 343      |
| 1550001 | JEROAQUARA               | -15,37   | -50,50    | 400      |
| 1550002 | TRAVESSÃO                | -15,54   | -50,70    | 450      |
| 1551000 | BRITÂNIA                 | -15,25   | -51,16    | 297      |

Continua

## Continuação

| Código  | Nome                   | Latitude | Longitude | Altitude |
|---------|------------------------|----------|-----------|----------|
| 1551001 | MONTES CLAROS DE GOIÁS | -15,94   | -51,36    | 400      |
| 1551002 | PERES                  | -15,89   | -51,85    | 299      |
| 1551003 | SANTA FÉ               | -15,77   | -51,10    | 400      |
| 1552001 | GENERAL CARNEIRO       | -15,71   | -52,75    | 366      |
| 1552002 | TORIQUEJE              | -15,25   | -53,06    | 438      |
| 1552006 | PINDAÍBA               | -15,04   | -52,24    | 291      |
| 1553003 | FAZENDA ANJO DA GUARDA | -15,54   | -53,45    | 653      |
| 1554005 | RIO DAS MORTES         | -15,31   | -54,18    | 551      |
| 1554006 | JACIARA                | -15,99   | -54,97    | 252      |
| 1555000 | PONTE ALTA             | -15,41   | -55,30    | 610      |
| 1555005 | SÃO JOSÉ DA SERRA      | -15,84   | -55,32    | 797      |
| 1555012 | FAZENDA JB             | -15,05   | -55,07    | 806      |
| 1556007 | SANTA EDWIGES          | -15,70   | -55,14    | 169      |
| 1649006 | INHUMAS                | -16,35   | -49,50    | 747      |
| 1649007 | ITABERAÍ               | -16,03   | -49,80    | 726      |
| 1649009 | OURO VERDE DE GOIÁS    | -16,22   | -49,20    | 1078     |
| 1650000 | CACHOEIRA DE GOIÁS     | -16,67   | -50,65    | 766      |
| 1650001 | CÓRREGO DO OURO        | -16,30   | -50,56    | 569      |
| 1650002 | ISRAELÂNDIA            | -16,32   | -50,91    | 406      |
| 1650003 | TURVÂNIA               | -16,61   | -50,13    | 700      |
| 1651000 | CAIAPONIA              | -16,95   | -51,80    | 713      |
| 1651001 | IPORÁ                  | -16,43   | -51,08    | 602      |
| 1651002 | PIRANHAS               | -16,42   | -51,82    | 356      |
| 1651003 | SÃO FERREIRA           | -16,31   | -51,47    | 361      |
| 1652000 | BOM JARDIM DE GOIÁS    | -16,21   | -52,17    | 402      |
| 1652001 | PONTE BRANCA           | -16,77   | -52,84    | 380      |
| 1652002 | TORIXOREU              | -16,20   | -52,55    | 307      |
| 1652003 | DOVERLÂNDIA            | -16,72   | -52,32    | 500      |
| 1653000 | TESOURO                | -16,08   | -53,55    | 399      |
| 1653002 | GUIRATINGA             | -16,35   | -53,76    | 485      |
| 1653004 | ALTO GARÇAS            | -16,94   | -53,53    | 564      |
| 1653005 | CAFELÂNDIA DO LESTE    | -16,67   | -53,45    | 546      |
| 1654001 | SANTA TEREZINHA        | -16,67   | -54,27    | 305      |
| 1654004 | SANTA ESCOLÁSTICA      | -16,84   | -54,41    | 287      |
| 1654005 | VALE RICO              | -16,39   | -54,15    | 377      |
| 1750013 | PARAUNA                | -16,95   | -50,45    | 675      |
| 1751001 | PONTE RIO DOCE         | -17,86   | -51,40    | 755      |
| 1751002 | BENJAMIN BARROS        | -17,70   | -51,89    | 732      |
| 1751004 | MONTIVIDIU             | -17,36   | -51,08    | 744      |
| 1752002 | FAZENDA SÃO BERNARDO   | -17,69   | -52,98    | 750      |
| 1752003 | PONTE DO CEDRO         | -17,58   | -52,60    | 690      |
| 1752006 | BOM JARDIM             | -17,72   | -52,17    | 705      |
| 1753000 | ALTO ARAGUAIA          | -17,30   | -53,22    | 659      |
| 1753002 | FAZENDA BABILÔNIA      | -17,35   | -53,09    | 699      |
| 1754000 | ITIQUIRA               | -17,21   | -54,14    | 526      |
| 1853000 | FAZENDA TAQUARI        | -17,81   | -53,29    | 845      |

### **7.3 ANEXO III**

- Descrição das variáveis:

**Aspect** - Orientação da inclinação.

**Convergence\_index** - Índice de convergência/divergência em relação ao escoamento.

**Curv\_cross\_sectional** - Mede a curvatura perpendicular à direção do declive.

**Curv\_flow\_line** - Representa a projeção de uma linha de gradiente em um plano horizontal.

**Curv\_general** - Combinação de ambas as curvaturas do plano e do perfil.

**Curv\_longitudinal** - Mede a curvatura na direção do declive.

**Curv\_maximal** - Curvatura máxima na seção normal local.

**Curv\_minimal** - Curvatura mínima para seção normal local.

**Curv\_plan** - Descrita como a curvatura da linha de contorno hipotética que passa por uma célula específica.

**Curv\_profile** - Descreve a curvatura da superfície na direção do declive mais acentuado.

**Curv\_tangencial** - Medida no plano normal em uma direção perpendicular ao gradiente.

**Curv\_total** - Medida geral da curvatura da superfície.

**Difference** - Diferença entre a elevação de um ponto com a elevação circundante.

**Diurnal\_anisotropic\_heating** - Medição contínua de energia dependente da exposição.

**Gradient** - Corresponde ao gradiente hidrológico.

**Hill** - Sombreamento analítico de colina.

**Hill\_idx** - Sombreamento de colina de índice analítico.

**Mass\_balance\_index** - Índice de equilíbrio entre erosão e deposição.

**Mde** - Representa a elevação em cada célula do modelo.

**Mid\_slope\_poiton** - Representa a distância do topo ao vale, variando de 0 a 1.

**Morphometric\_protectindex** - Medida de exposição/proteção de um ponto do relevo circundante.

**Mrrtf** - Indica posições planas em áreas de alta altitude.

**Mrvbf** - Indica superfícies planas no fundo do vale.

**Normalized\_height** - Distância vertical entre a base e o cume da inclinação normalizada.

**Realsurfacearea** - Cálculo real da área celular.

**Slope** - Representa a inclinação angular local.

**Slope\_height** - Distância vertical entre a base e o cume da encosta.

**Slope\_idx** - Representa um índice de inclinação angular local.

**Standardized\_height** - Distância vertical entre a base e o cume da inclinação normalizada.

**aet** - Evapotranspiração real.

**def** - Déficit de Água Climática.

**pet** - Evapotranspiração potencial.

**ppt** - Precipitação.

**ro** - Escoamento superficial.

**soil** - Umidade do solo.

**srad** - Radiação de ondas curtas de superfície descendente.

**tmax** - Temperatura máxima.

**tmin** - Temperatura mínima.

**vap** - Pressão de vapor.

**ws** - Velocidade do vento.

**vpd** - Déficit de pressão de vapor.

**PDSI** - Índice de gravidade de seca de Palmer.

## **7.4 ANEXO IV**

- Variáveis excluídas:

Valor médio do déficit hídrico climatológico nos meses de março  
 Valor médio da curvatura mínima  
 Valor médio da curvatura de perfil  
 Valor médio da curvatura tangencial  
 Valor médio da declividade  
 Valor médio do índice de inclinação  
 Valor médio do índice de robustez do terreno  
 Valor médio do índice de posição topográfica  
 Valor médio da diferença entre a elevação de um ponto com a elevação circundante  
 Valor médio da variação da rugosidade do terreno  
 Desvio padrão da curvatura transversal  
 Desvio padrão da curvatura geral  
 Desvio padrão da curvatura longitudinal  
 Desvio padrão da curvatura máxima  
 Desvio padrão da curvatura mínima  
 Desvio padrão da curvatura de perfil  
 Desvio padrão da curvatura tangencial  
 Desvio padrão da curvatura total  
 Desvio padrão do aquecimento anisotrópico diurno  
 Desvio padrão de colina  
 Desvio padrão do índice de balanço de massa  
 Desvio padrão do índice de multiresolução da planicidade do topo do cume  
 Desvio padrão da área de superfície real  
 Desvio padrão do índice de declividade  
 Desvio padrão do índice de robustez do terreno  
 Desvio padrão da diferença entre a elevação de um ponto com a elevação circundante  
 Desvio padrão de vale  
 Desvio padrão da variação na rugosidade do terreno  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de janeiro  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de janeiro  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de março  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de abril  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de setembro  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de outubro  
 Desvio padrão do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de agosto  
 Valor médio da precipitação nos meses de julho  
 Valor médio da evapotranspiração de referência dos meses de janeiro  
 Valor médio da evapotranspiração de referência dos meses de fevereiro  
 Desvio padrão da evapotranspiração de referência dos meses de janeiro  
 Desvio padrão da evapotranspiração de referência dos meses de fevereiro  
 Desvio padrão da evapotranspiração de referência dos meses de julho  
 Valor médio do escoamento superficial nos meses de fevereiro  
 Valor médio do escoamento superficial nos meses de abril  
 Valor médio do escoamento superficial nos meses de julho  
 Valor médio do escoamento superficial nos meses de agosto  
 Valor médio do escoamento superficial nos meses de setembro  
 Valor médio do escoamento superficial nos meses de outubro

Desvio padrão do escoamento superficial nos meses de agosto  
Valor médio da umidade do solo nos meses de janeiro  
Valor médio da umidade do solo nos meses de fevereiro  
Valor médio da umidade do solo nos meses de março  
Valor médio da umidade do solo nos meses de abril  
Valor médio da umidade do solo nos meses de junho  
Valor médio da umidade do solo nos meses de julho  
Valor médio da umidade do solo nos meses de agosto  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de março  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de abril  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de maio  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de junho  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de julho  
Valor médio do balanço de radiação de ondas curtas dos meses de janeiro  
Valor médio do balanço de radiação de ondas curtas dos meses de fevereiro  
Valor médio do balanço de radiação de ondas curtas dos meses de março  
Valor médio do balanço de radiação de ondas curtas dos meses de junho  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de fevereiro  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de fevereiro  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de março  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de maio  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de junho  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de janeiro  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de fevereiro  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de janeiro  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de fevereiro  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de março  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de junho  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de julho  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de agosto  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de setembro  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de outubro  
Valor médio das temperatura máxima dos meses de janeiro  
Valor médio das temperatura máxima dos meses de maio  
Valor médio das temperatura máxima dos meses de junho  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de janeiro  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de fevereiro  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de março  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de abril  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de julho  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de agosto  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de setembro  
Desvio padrão da temperatura máxima dos meses de outubro  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de janeiro  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de fevereiro  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de fevereiro  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de março  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de maio  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de julho  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de agosto

Valor médio da pressão de vapor nos meses de setembro  
 Valor médio da pressão de vapor nos meses de outubro  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de janeiro  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de fevereiro  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de janeiro  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de fevereiro  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de março  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de setembro  
 Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de outubro  
 Valor médio do déficit de pressão de vapor nos meses de junho  
 Valor médio do déficit de pressão de vapor nos meses de agosto  
 Valor médio do déficit de pressão de vapor nos meses de setembro  
 Valor médio do déficit de pressão de vapor nos meses de outubro  
 Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de janeiro  
 Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de março  
 Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de setembro  
 Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de outubro  
 Granular  
 Agropecuária  
 Valor médio da evapotranspiração real nos meses de setembro  
 Desvio padrão da evapotranspiração real nos meses de setembro  
 Valor médio do déficit hídrico climatológico nos meses de janeiro  
 Valor médio do déficit hídrico climatológico nos meses de setembro  
 Desvio padrão do déficit hídrico climatológico nos meses de janeiro  
 Desvio padrão do déficit hídrico climatológico nos meses de setembro  
 Valor médio da curvatura transversal  
 Valor médio de colina  
 Valor médio da curvatura total  
 Valor médio de área de superfície real  
 Valor médio de Índice de balanço de massa  
 Valor médio do índice de colina  
 Valor médio de pontos específicos da superfície  
 Valor médio do índice de vale  
 Desvio padrão da declividade  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de maio  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de junho  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de fevereiro  
 Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de julho  
 Desvio padrão do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de abril  
 Desvio padrão do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de maio  
 Desvio padrão do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de junho  
 Desvio padrão do índice de gravidade de seca de Palmer nos meses de setembro  
 Valor médio do déficit hídrico climatológico nos meses de abril  
 Valor médio da precipitação nos meses de janeiro  
 Valor médio da precipitação nos meses de setembro  
 Desvio padrão da precipitação nos meses de janeiro  
 Desvio padrão da precipitação nos meses de setembro  
 Valor médio da evapotranspiração real nos meses de janeiro  
 Valor médio da evapotranspiração de referência dos meses de maio  
 Valor médio da evapotranspiração de referência dos meses de setembro

Desvio padrão da evapotranspiração de referência dos meses de maio  
Desvio padrão da evapotranspiração de referência dos meses de setembro  
Valor médio do escoamento superficial nos meses de fevereiro  
Valor médio da precipitação nos meses de março  
Valor médio da precipitação nos meses de maio  
Valor médio da precipitação nos meses de junho  
Desvio padrão da precipitação nos meses de fevereiro  
Desvio padrão da precipitação nos meses de julho  
Desvio padrão do escoamento superficial nos meses de setembro  
Valor médio da evapotranspiração real nos meses de maio  
Valor médio da umidade do solo nos meses de setembro  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de janeiro  
Desvio padrão da umidade do solo nos meses de setembro  
Valor médio da evapotranspiração de referência dos meses de março  
Valor médio do balanço de radiação de ondas curtas dos meses de setembro  
Desvio padrão do balanço de radiação de ondas curtas dos meses de setembro  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de janeiro  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de julho  
Valor médio das temperatura mínima dos meses de setembro  
Desvio padrão do modelo digital de elevação  
Desvio padrão das temperatura mínima dos meses de abril  
Valor médio do modelo digital de elevação  
Valor médio das temperatura máxima dos meses de abril  
Valor médio das temperatura máxima dos meses de setembro  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de janeiro  
Desvio padrão das temperatura máxima dos meses de maio  
Valor médio da pressão de vapor nos meses de abril  
Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de abril  
Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de maio  
Desvio padrão da pressão de vapor nos meses de junho  
Valor médio do déficit de pressão de vapor nos meses de fevereiro  
Valor médio do déficit de pressão de vapor nos meses de março  
Valor médio do déficit hídrico climatológico nos meses de agosto  
Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de fevereiro  
Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de fevereiro  
Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de abril  
Desvio padrão do déficit de pressão de vapor nos meses de maio  
Desvio padrão do escoamento superficial  
Valor médio da precipitação  
Valor médio do déficit hídrico climatológico  
Valor médio da pressão de vapor  
Valor médio do índice de gravidade de seca de Palmer  
Valor médio da umidade do solo  
Desvio padrão da umidade do solo  
Valor médio da temperatura mínima  
Desvio padrão da temperatura mínima  
Valor médio da temperatura máxima  
Desvio padrão da temperatura máxima  
Desvio padrão da pressão de vapor  
Desvio padrão do déficit de pressão de vapor

## 7.5 ANEXO V

Tabela 1: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 19985000, 31020000, 31490000, 31520000, 31600000, 31680000, 31700000.

|       | Estação/ Período | 19985000 | 31020000 | 31490000 | 31520000 | 31600000 | 31680000 | 31700000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 141.1592 | 160.4584 | 88.775   | 137.8127 | 1.2072   | 489.9007 | 622.1499 |
| Q7,10 | anual            | 1.43     | 33.66    | 13.35    | 19.5     | 0.29     | 165.29   | 225.96   |
| Q95   | anual            | 5.3332   | 37.4098  | 18.5403  | 25.9961  | 0.4885   | 195.22   | 271.0562 |
| Q90   | anual            | 8.6845   | 39.9308  | 22.0541  | 31.2752  | 0.6055   | 221.4204 | 304.2076 |
| Qmld  | semestre seco    | 32.6489  | 56.9294  | 42.6541  | 62.6221  | 1.0555   | 322.9343 | 435.652  |
| Q7,10 | semestre seco    | 0.79     | 11.86    | 13.77    | 19.6     | 0.36     | 165.34   | 225.37   |
| Q95   | semestre seco    | 1.8432   | 36.0995  | 16.6548  | 23.4339  | 0.4705   | 169.8215 | 242.6907 |
| Q90   | semestre seco    | 4.3964   | 37.6784  | 19.0437  | 26.3403  | 0.5743   | 195.5045 | 273.6686 |
| Qmld  | semestre chuvoso | 247.8042 | 264.5348 | 135.5898 | 214.1355 | 1.3733   | 659.4177 | 811.4972 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 26.92    | 14.37    | 16.23    | 22.16    | 0.41     | 230.23   | 298.59   |
| Q95   | semestre chuvoso | 45.7532  | 54.1154  | 32.3314  | 46.2158  | 0.5169   | 298.9202 | 391.292  |
| Q90   | semestre chuvoso | 64.9011  | 71.8335  | 46.731   | 67.2699  | 0.6624   | 351.648  | 461.7304 |
| Qmld  | janeiro          | 143.7379 | 141.82   | 51.68    | 78.997   | 0.9313   | 399.9653 | 491.107  |
| Q7,10 | janeiro          | 23.27    | 31.37    | 15.84    | 21.52    | 0.37     | 228.99   | 288.41   |
| Q95   | janeiro          | 21.995   | 41.3504  | 18.491   | 26.3943  | 0.3579   | 216.8818 | 297.7829 |
| Q90   | janeiro          | 36.1681  | 44.5313  | 21.2696  | 30.1461  | 0.4468   | 259.0698 | 328.1951 |
| Qmld  | fevereiro        | 272.0501 | 222.8865 | 97.693   | 153.7647 | 1.1243   | 539.5372 | 647.9228 |
| Q7,10 | fevereiro        | 41.41    | 53.26    | 32.53    | 49.91    | 0.48     | 318.92   | 429.59   |
| Q95   | fevereiro        | 51.2593  | 58.7739  | 37.1732  | 49.3901  | 0.4655   | 327.0369 | 418.1308 |
| Q90   | fevereiro        | 72.4532  | 80.4857  | 45.6024  | 64.2703  | 0.6084   | 365.122  | 486.1253 |
| Qmld  | março            | 341.5046 | 358.7233 | 153.1593 | 243.931  | 1.3013   | 695.3887 | 824.508  |
| Q7,10 | março            | 99.48    | 121.65   | 68.77    | 106.22   | 0.65     | 402.69   | 519.67   |
| Q95   | março            | 118.6171 | 125.8849 | 60.1863  | 97.0481  | 0.5977   | 380.6652 | 512.9161 |
| Q90   | março            | 153.7358 | 176.6826 | 83.9743  | 122.7404 | 0.7172   | 402.7927 | 536.6946 |
| Qmld  | abril            | 364.4436 | 403.009  | 201.0637 | 316.9257 | 1.574    | 855.033  | 1022.89  |
| Q7,10 | abril            | 121.21   | 148.95   | 107.72   | 162.74   | 0.68     | 534.88   | 703.38   |
| Q95   | abril            | 128.5896 | 173.7163 | 115.961  | 176.6283 | 0.7363   | 502.8964 | 688.2866 |
| Q90   | abril            | 161.6485 | 206.9688 | 124.2647 | 197.0866 | 0.8024   | 568.2614 | 748.9168 |
| Qmld  | maio             | 255.8061 | 314.4565 | 186.734  | 299.61   | 1.7093   | 838.336  | 1055.339 |
| Q7,10 | maio             | 70.17    | 92.97    | 87.18    | 126.17   | 0.84     | 432.07   | 576.43   |
| Q95   | maio             | 83.5789  | 82.4724  | 88.5846  | 125.7985 | 0.7297   | 385.051  | 541.4999 |
| Q90   | maio             | 96.9399  | 104.9049 | 101.9905 | 148.2583 | 0.8082   | 470.9942 | 654.57   |
| Qmld  | junho            | 109.6597 | 151.9526 | 121.4907 | 188.694  | 1.597    | 622.6747 | 819.6997 |
| Q7,10 | junho            | 40.4     | 45.63    | 66.51    | 99.71    | 0.85     | 288.86   | 424.3    |
| Q95   | junho            | 30.3386  | 52.2038  | 65.8108  | 94.5387  | 0.7327   | 288.8206 | 418.5316 |
| Q90   | junho            | 48.3144  | 63.3192  | 72.2013  | 109.1087 | 0.8341   | 345.7945 | 488.2664 |
| Qmld  | julho            | 57.0569  | 79.1338  | 81.2537  | 123.5893 | 1.3883   | 458.6513 | 616.1593 |
| Q7,10 | julho            | 16.65    | 46.77    | 48.31    | 69.06    | 0.81     | 240.77   | 344.81   |
| Q95   | julho            | 16.049   | 44.597   | 45.5347  | 68.3042  | 0.7272   | 228.3898 | 343.147  |
| Q90   | julho            | 24.0797  | 53.1225  | 52.5405  | 77.9231  | 0.8053   | 262.1924 | 375.7193 |

Continua

## Continuação

|       |          |         |         |         |         |        |          |          |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|----------|----------|
| Qmld  | agosto   | 27.7886 | 56.316  | 54.1303 | 80.9003 | 1.2327 | 359.581  | 490.5517 |
| Q7,10 | agosto   | 7.54    | 39.83   | 33.83   | 49.06   | 0.65   | 206.3    | 292.49   |
| Q95   | agosto   | 6.7379  | 38.1929 | 32.0954 | 44.4281 | 0.6525 | 191.1709 | 276.0052 |
| Q90   | agosto   | 10.1833 | 44.0755 | 37.1145 | 52.507  | 0.7335 | 208.0413 | 306.6721 |
| Qmld  | setembro | 14.7528 | 47.81   | 38.7503 | 56.109  | 1.1083 | 300.0763 | 411.0037 |
| Q7,10 | setembro | 3.1     | 36.86   | 23.86   | 32.34   | 0.59   | 187.7    | 251.77   |
| Q95   | setembro | 0.5631  | 36.4879 | 21.9923 | 31.7205 | 0.6139 | 162.9231 | 236.1861 |
| Q90   | setembro | 2.8709  | 38.293  | 24.4079 | 36.0406 | 0.6958 | 178.5438 | 256.6237 |
| Qmld  | outubro  | 16.441  | 45.459  | 28.9627 | 41.243  | 0.9569 | 265.8103 | 363.1933 |
| Q7,10 | outubro  | 0.93    | 34.84   | 17.55   | 24.38   | 0.54   | 172.74   | 236.46   |
| Q95   | outubro  | 0.1867  | 34.0659 | 16.5176 | 23.9371 | 0.4999 | 150.4599 | 213.2858 |
| Q90   | outubro  | 1.4864  | 35.969  | 18.0779 | 25.6731 | 0.4999 | 169.5624 | 231.3842 |
| Qmld  | novembro | 21.8252 | 49.6357 | 25.523  | 35.666  | 0.8313 | 263.4077 | 353.032  |
| Q7,10 | novembro | 0.87    | 34.07   | 14.83   | 20.63   | 0.45   | 169.7    | 230.8    |
| Q95   | novembro | 0.335   | 34.6523 | 14.658  | 20.9746 | 0.433  | 151.9139 | 213.7547 |
| Q90   | novembro | 0.8197  | 36.3722 | 16.5536 | 22.2268 | 0.4843 | 177.9207 | 241.6951 |
| Qmld  | dezembro | 52.8014 | 64.2245 | 26.6111 | 37.1176 | 0.8517 | 287.425  | 376.5093 |
| Q7,10 | dezembro | 3.52    | 36.07   | 13.94   | 20.23   | 0.38   | 186.15   | 254.59   |
| Q95   | dezembro | 0.7542  | 36.2245 | 14.3202 | 20.385  | 0.3341 | 173.5427 | 250.1096 |
| Q90   | dezembro | 2.1008  | 37.6874 | 15.9832 | 22.5894 | 0.4138 | 194.2979 | 264.289  |

Tabela 2: Estimativas das vazões mínimas (Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90</sub> e Q<sub>95</sub>) e da Q<sub>mld</sub> nas bases anual, semestral e mensal nas estações 20050000, 20100000, 20200000, 20250000, 20950000, 21300000 e 21500000.

|       | Estação/ Período | 20050000 | 20100000 | 20200000 | 20250000 | 20950000 | 21300000 | 21500000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 133.9907 | 34.9355  | 61.1347  | 163.3963 | 15.0837  | 51.5907  | 178.8929 |
| Q7,10 | anual            | 33.48    | 4.32     | 6.65     | 19.54    | 1.1      | 19.79    | 42.98    |
| Q95   | anual            | 42.2787  | 7.4468   | 10.8319  | 32.7585  | 1.2869   | 25.9358  | 50.8464  |
| Q90   | anual            | 47.9883  | 9.2385   | 14.0486  | 43.6448  | 1.4492   | 28.3473  | 55.776   |
| Qmld  | semestre seco    | 71.7644  | 17.2774  | 28.2138  | 78.1439  | 3.1189   | 35.234   | 78.9826  |
| Q7,10 | semestre seco    | 34.61    | 4.39     | 6        | 16.44    | 11.74    | 20.2     | 39.21    |
| Q95   | semestre seco    | 38.3273  | 6.3116   | 8.7938   | 25.8603  | 1.2314   | 24.5097  | 47.2772  |
| Q90   | semestre seco    | 42.7454  | 7.6915   | 10.9265  | 33.2024  | 1.2994   | 26.2848  | 51.6674  |
| Qmld  | semestre chuvoso | 196.2283 | 52.6238  | 94.1133  | 248.6446 | 27.2134  | 68.968   | 285.2505 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 44.31    | 6.53     | 12.83    | 37.86    | 1.63     | 26.27    | 57.78    |
| Q95   | semestre chuvoso | 66.6049  | 12.9714  | 21.9659  | 65.4128  | 3.1322   | 32.6982  | 77.1771  |
| Q90   | semestre chuvoso | 78.8633  | 17.3897  | 29.1712  | 85.0403  | 5.2957   | 36.2949  | 91.6163  |
| Qmld  | janeiro          | 233.4559 | 58.7186  | 118.3763 | 314.7034 | 35.913   | 72.6641  | 338.0703 |
| Q7,10 | janeiro          | 77.42    | 20.11    | 32.6     | 93.49    | 6.29     | 30.2     | 82.59    |
| Q95   | janeiro          | 86.0196  | 21.5254  | 38.5603  | 104.5884 | 7.3148   | 34.5528  | 101.6612 |
| Q90   | janeiro          | 98.6259  | 25.9116  | 46.059   | 131.6041 | 9.1374   | 38.7307  | 119.7547 |
| Qmld  | fevereiro        | 236.6446 | 65.2011  | 120.7521 | 313.2225 | 33.7246  | 71.2411  | 292.4666 |
| Q7,10 | fevereiro        | 87.22    | 26.96    | 50.43    | 141.63   | 7.33     | 28.08    | 63.44    |
| Q95   | fevereiro        | 85.5864  | 26.2832  | 45.3514  | 127.6108 | 7.9982   | 33.0427  | 88.9164  |
| Q90   | fevereiro        | 100.0473 | 32.6644  | 56.2264  | 156.2965 | 10.2799  | 35.9752  | 101.877  |

Continua

## Continuação

|       |          |          |         |          |          |         |         |          |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Qmld  | março    | 224.8786 | 64.7772 | 114.6007 | 298.8324 | 37.8865 | 74.4032 | 366.2217 |
| Q7,10 | março    | 98.03    | 32.43   | 58.09    | 165.91   | 10.17   | 33.99   | 85.63    |
| Q95   | março    | 103.6254 | 33.2203 | 56.3346  | 156.2497 | 9.0902  | 36.7348 | 115.5227 |
| Q90   | março    | 117.6925 | 37.9771 | 63.2569  | 176.461  | 11.5173 | 40.6345 | 130.8836 |
| Qmld  | abril    | 165.4321 | 52.9555 | 86.789   | 225.8855 | 18.281  | 58.6804 | 256.1307 |
| Q7,10 | abril    | 82.29    | 26.41   | 40.29    | 100.21   | 4.69    | 34.31   | 68.89    |
| Q95   | abril    | 74.2875  | 23.8744 | 38.8526  | 93.2314  | 5.0326  | 35.3302 | 87.699   |
| Q90   | abril    | 84.6592  | 30.2934 | 45.461   | 119.2616 | 6.0602  | 37.0356 | 97.9398  |
| Qmld  | maio     | 106.2139 | 30.9643 | 51.717   | 136.8097 | 7.1743  | 42.2607 | 116.4617 |
| Q7,10 | maio     | 64.02    | 18.15   | 30.38    | 72.19    | 2.61    | 31.42   | 66.15    |
| Q95   | maio     | 59.5355  | 15.872  | 28.1235  | 72.112   | 2.7022  | 30.0975 | 69.3758  |
| Q90   | maio     | 65.6182  | 20.0908 | 31.8613  | 83.9913  | 3.1122  | 32.4367 | 74.1325  |
| Qmld  | junho    | 80.8443  | 21.9979 | 37.947   | 98.4348  | 3.3052  | 36.8883 | 83.349   |
| Q7,10 | junho    | 53.08    | 13.69   | 20.32    | 52.11    | 1.84    | 27.99   | 54.41    |
| Q95   | junho    | 49.4518  | 11.9793 | 19.1184  | 49.1291  | 1.7512  | 28.3502 | 49.541   |
| Q90   | junho    | 52.8759  | 15.8749 | 23.2348  | 61.2509  | 1.9509  | 29.1583 | 60.0235  |
| Qmld  | julho    | 66.7932  | 16.4218 | 26.6077  | 73.0828  | 2.1824  | 33.8083 | 73.1479  |
| Q7,10 | julho    | 45.32    | 9.7     | 13.66    | 42.45    | 1.45    | 25.81   | 53.57    |
| Q95   | julho    | 42.0863  | 7.9802  | 12.9562  | 31.988   | 1.4287  | 24.9375 | 50.9816  |
| Q90   | julho    | 45.1252  | 11.8363 | 15.9371  | 45.8388  | 1.5389  | 27.0215 | 56.4807  |
| Qmld  | agosto   | 57.1293  | 12.2004 | 18.649   | 55.1921  | 1.6871  | 31.669  | 65.4886  |
| Q7,10 | agosto   | 39.7     | 6.87    | 9.01     | 25.64    | 1.23    | 24.96   | 44.19    |
| Q95   | agosto   | 36.2284  | 5.0557  | 8.3968   | 22.4828  | 1.215   | 24.4688 | 46.7427  |
| Q90   | agosto   | 40.2293  | 8.3779  | 10.3275  | 30.2418  | 1.2422  | 24.4688 | 51.4118  |
| Qmld  | setembro | 53.9307  | 10.2289 | 15.1503  | 45.85    | 1.5848  | 30.8563 | 62.5159  |
| Q7,10 | setembro | 35.92    | 4.9     | 6.42     | 20.68    | 1.12    | 20.78   | 41.14    |
| Q95   | setembro | 32.5758  | 4.5954  | 5.9118   | 15.2828  | 1.1447  | 19.8787 | 41.4671  |
| Q90   | setembro | 35.2593  | 6.2911  | 7.3928   | 22.2013  | 1.166   | 24.3856 | 48.4004  |
| Qmld  | outubro  | 70.8625  | 13.0514 | 21.7067  | 66.7248  | 3.5035  | 38.0466 | 75.9128  |
| Q7,10 | outubro  | 35.68    | 4.66    | 7.14     | 20.81    | 1.03    | 23.39   | 40.66    |
| Q95   | outubro  | 38.3323  | 4.9726  | 7.1714   | 21.5898  | 1.2734  | 23.5502 | 43.131   |
| Q90   | outubro  | 41.1252  | 5.9853  | 8.6585   | 27.4587  | 1.319   | 24.8902 | 49.1754  |
| Qmld  | novembro | 115.5407 | 22.1654 | 39.1187  | 110.283  | 11.6419 | 50.1318 | 135.9066 |
| Q7,10 | novembro | 47.12    | 7.56    | 13.03    | 39.11    | 1.45    | 27.57   | 57.2     |
| Q95   | novembro | 49.7601  | 8.221   | 13.6118  | 42.1455  | 1.8855  | 29.0362 | 61.042   |
| Q90   | novembro | 57.3846  | 9.145   | 15.8893  | 50.8279  | 2.1973  | 32.6611 | 66.8965  |
| Qmld  | dezembro | 199.4986 | 51.0161 | 85.4117  | 234.8857 | 31.0725 | 83.8154 | 317.5907 |
| Q7,10 | dezembro | 41.86    | 10.16   | 20.53    | 57.63    | 3.5     | 31.49   | 67.7     |
| Q95   | dezembro | 65.5584  | 13.8375 | 22.6025  | 70.6872  | 3.2923  | 34.9013 | 78.7581  |
| Q90   | dezembro | 77.958   | 16.8208 | 28.3233  | 84.256   | 5.4977  | 38.1837 | 93.0987  |

Tabela 3: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 21510000, 21560000, 21580000, 21600000, 21650000, 21750000 e 21850000.

|       | Estação/ Período | 21510000 | 21560000 | 21580000 | 21600000 | 21650000 | 21750000 | 21850000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 13.9919  | 40.5067  | 9.8631   | 285.7635 | 387.751  | 36.215   | 222.3892 |
| Q7,10 | anual            | 6.2      | 19.37    | 5.41     | 80.11    | 75.44    | 26.34    | 119.36   |
| Q95   | anual            | 6.8554   | 21.738   | 6.0182   | 87.7142  | 86.9994  | 27.1964  | 124.6998 |
| Q90   | anual            | 7.0645   | 22.9941  | 6.5807   | 94.6479  | 96.6559  | 27.5661  | 128.2819 |
| Qmld  | semestre seco    | 8.6353   | 26.7904  | 7.5967   | 128.045  | 144.5305 | 29.6357  | 147.1441 |
| Q7,10 | semestre seco    | 6.44     | 19.22    | 4.4      | 75.77    | 62.38    | 26.08    | 119.81   |
| Q95   | semestre seco    | 6.7391   | 20.4394  | 5.6191   | 83.8105  | 79.377   | 26.7214  | 122.7287 |
| Q90   | semestre seco    | 6.9242   | 22.0833  | 6.2155   | 88.1016  | 87.0395  | 27.1489  | 125.6935 |
| Qmld  | semestre chuvoso | 19.6642  | 54.449   | 12.121   | 451.4932 | 639.1539 | 42.8187  | 298.3527 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 5.2      | 21.3     | 5.12     | 96.68    | 142.67   | 27.62    | 126.81   |
| Q95   | semestre chuvoso | 7.8044   | 25.3718  | 6.7044   | 126.0318 | 142.9246 | 29.1255  | 141.1306 |
| Q90   | semestre chuvoso | 8.5513   | 27.2538  | 7.333    | 155.1585 | 181.2984 | 30.1335  | 149.9308 |
| Qmld  | janeiro          | 21.2705  | 62.2954  | 12.3256  | 525.0064 | 776.6014 | 43.9021  | 324.3108 |
| Q7,10 | janeiro          | 8.93     | 26.11    | 6.99     | 167.26   | 192.08   | 27.94    | 142.38   |
| Q95   | janeiro          | 8.4695   | 27.6748  | 7.0455   | 195.2112 | 222.2928 | 28.594   | 149.0069 |
| Q90   | janeiro          | 9.1697   | 29.3261  | 7.6197   | 213.6442 | 247.0028 | 29.4776  | 161.6021 |
| Qmld  | fevereiro        | 22.9299  | 57.577   | 12.8934  | 465.0462 | 732.7238 | 41.5462  | 335.7127 |
| Q7,10 | fevereiro        | 7        | 23.43    | 7        | 213.9    | 180.75   | 28.89    | 132.83   |
| Q95   | fevereiro        | 8.419    | 27.3513  | 6.5258   | 153.0535 | 190.2822 | 29.4696  | 156.7884 |
| Q90   | fevereiro        | 9.1406   | 29.2124  | 7.5216   | 173.0039 | 229.0638 | 30.4532  | 166.6892 |
| Qmld  | março            | 23.8952  | 63.1104  | 14.2954  | 587.4536 | 798.4455 | 44.5543  | 363.6639 |
| Q7,10 | março            | 8.95     | 27.78    | 7.1      | 164.11   | 219.21   | 29.27    | 140.15   |
| Q95   | março            | 11.2239  | 30.2253  | 7.0702   | 221.929  | 276.6765 | 30.7669  | 169.6802 |
| Q90   | março            | 12.3873  | 33.1061  | 7.8833   | 242.8704 | 313.0821 | 31.4763  | 181.5786 |
| Qmld  | abril            | 17.991   | 52.0141  | 11.2362  | 383.7745 | 514.0791 | 38.3341  | 259.1574 |
| Q7,10 | abril            | 9.32     | 25.94    | 7.22     | 135.4    | 160.91   | 27.59    | 149.23   |
| Q95   | abril            | 9.4052   | 27.3285  | 7.1745   | 145.1581 | 162.6891 | 30.1798  | 149.3121 |
| Q90   | abril            | 10.5313  | 28.6791  | 7.7116   | 158.1169 | 202.3002 | 30.9376  | 156.322  |
| Qmld  | maio             | 11.1479  | 33.6158  | 8.508    | 192.3623 | 264.5959 | 32.2866  | 178.6165 |
| Q7,10 | maio             | 7.96     | 25.37    | 6.6      | 117.85   | 73.39    | 28.88    | 139.49   |
| Q95   | maio             | 7.5979   | 25.5451  | 6.8812   | 113.2936 | 117.9277 | 29.0056  | 136.6138 |
| Q90   | maio             | 7.8307   | 26.3664  | 7.1763   | 118.731  | 131.325  | 29.5444  | 142.4614 |
| Qmld  | junho            | 9.1305   | 27.9652  | 7.7636   | 139.8618 | 189.6395 | 29.701   | 152.5422 |
| Q7,10 | junho            | 7.36     | 23.69    | 6.24     | 98.57    | 49.65    | 27.8     | 131.37   |
| Q95   | junho            | 7.281    | 23.9086  | 5.8732   | 99.1275  | 95.8303  | 27.9277  | 129.4016 |
| Q90   | junho            | 7.549    | 24.67    | 6.663    | 101.8587 | 104.9269 | 28.1538  | 132.3267 |
| Qmld  | julho            | 8.3425   | 25.5219  | 7.2362   | 118.8336 | 165.0923 | 28.719   | 142.9961 |
| Q7,10 | julho            | 7.26     | 22.17    | 5.38     | 91.97    | 35.24    | 27.3     | 126.4    |
| Q95   | julho            | 6.8226   | 22.2164  | 4.4494   | 90.2836  | 85.0102  | 27.0833  | 125.9354 |
| Q90   | julho            | 7.2874   | 22.9214  | 5.57     | 93.6504  | 92.1198  | 27.7541  | 128.1149 |

*Continua*

## Continuação

|       |          |         |         |        |          |          |         |          |
|-------|----------|---------|---------|--------|----------|----------|---------|----------|
| Qmld  | agosto   | 7.7815  | 24.2074 | 7.2796 | 105.5268 | 144.6745 | 28.5747 | 135.8843 |
| Q7,10 | agosto   | 6.89    | 20.52   | 5.85   | 77.87    | 35.94    | 25.23   | 123.22   |
| Q95   | agosto   | 6.7449  | 20.0147 | 5.7179 | 83.4022  | 78.1247  | 26.2873 | 122.1708 |
| Q90   | agosto   | 6.916   | 21.2184 | 6.1511 | 85.7953  | 80.9354  | 26.9366 | 123.6213 |
| Qmld  | setembro | 7.5115  | 23.9289 | 7.2744 | 102.0741 | 133.6491 | 28.2097 | 133.5813 |
| Q7,10 | setembro | 6.68    | 20.12   | 5.69   | 73.13    | 40.94    | 26.37   | 120.63   |
| Q95   | setembro | 6.5827  | 19.4251 | 5.4887 | 80.4736  | 75.9516  | 26.1237 | 120.3161 |
| Q90   | setembro | 6.7031  | 20.2401 | 5.7989 | 82.6411  | 78.5153  | 26.7787 | 121.455  |
| Qmld  | outubro  | 8.4205  | 25.8622 | 7.7867 | 119.751  | 133.4238 | 30.1513 | 141.5483 |
| Q7,10 | outubro  | 6.38    | 19.84   | 5.57   | 72.58    | 65.57    | 26.32   | 120.02   |
| Q95   | outubro  | 6.492   | 19.349  | 5.8072 | 79.6542  | 75.5041  | 26.5437 | 120.1254 |
| Q90   | outubro  | 6.6887  | 19.9626 | 6.2565 | 83.4635  | 81.8097  | 26.8199 | 121.9609 |
| Qmld  | novembro | 11.708  | 35.1236 | 9.5729 | 206.5655 | 249.2927 | 38.5897 | 178.9663 |
| Q7,10 | novembro | 6.64    | 21.92   | 6.41   | 97.55    | 90.08    | 23.98   | 120.23   |
| Q95   | novembro | 6.798   | 21.6415 | 6.4357 | 103.6666 | 104.6248 | 27.3971 | 124.8489 |
| Q90   | novembro | 7.0691  | 23.4055 | 6.6835 | 109.2122 | 118.4243 | 28.2039 | 131.2092 |
| Qmld  | dezembro | 24.5537 | 61.4618 | 13.52  | 532.2409 | 755.5364 | 46.5577 | 305.1213 |
| Q7,10 | dezembro | 7.02    | 20.68   | 5.54   | 98.07    | 59.85    | 23.3    | 101.99   |
| Q95   | dezembro | 7.7384  | 25.8519 | 6.267  | 126.3576 | 154.6976 | 28.6754 | 139.4151 |
| Q90   | dezembro | 9.0572  | 27.0655 | 6.8125 | 155.4241 | 188.7571 | 29.6313 | 146.2848 |

Tabela 4: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 21890000, 21900000, 22100000, 22150000, 22190000, 22220000 e 22250000.

|       | Estação/ Período | 21890000 | 21900000 | 22100000 | 22150000 | 22190000 | 22220000 | 22250000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 252.5205 | 649.6482 | 94.2106  | 136.8191 | 41.3998  | 126.3153 | 169.4412 |
| Q7,10 | anual            | 110.04   | 187.75   | 0.69     | 1.93     | 19.83    | 20.16    | 20.77    |
| Q95   | anual            | 118.1061 | 213.7046 | 2.2878   | 2.815    | 22.6832  | 23.7017  | 26.6973  |
| Q90   | anual            | 123.6214 | 226.8685 | 3.8343   | 4.2073   | 24.2934  | 26.2637  | 30.3686  |
| Qmld  | semestre seco    | 145.1306 | 1013.833 | 21.0757  | 36.627   | 28.7185  | 43.3908  | 56.5316  |
| Q7,10 | semestre seco    | 110.7    | 232.77   | 7.48     | 0.95     | 19.93    | 8.24     | 53.64    |
| Q95   | semestre seco    | 116.3604 | 306.4749 | 1.6697   | 2.2803   | 20.3153  | 22.757   | 24.4388  |
| Q90   | semestre seco    | 121.4241 | 360.3484 | 2.5373   | 2.9473   | 23.0484  | 24.5811  | 27.1288  |
| Qmld  | semestre chuvoso | 355.3709 | 1013.833 | 165.5048 | 250.2674 | 54.1567  | 210.8328 | 287.3909 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 123.54   | 232.77   | 2.3      | 4.47     | 22.94    | 22.99    | 8.44     |
| Q95   | semestre chuvoso | 142.5845 | 306.4749 | 9.6811   | 13.0725  | 27.6313  | 37.8314  | 45.6653  |
| Q90   | semestre chuvoso | 156.3095 | 360.3484 | 19.8049  | 30.6757  | 30.2631  | 48.3937  | 62.3628  |
| Qmld  | janeiro          | 417.878  | 1211.471 | 211.1048 | 329.8211 | 55.6582  | 260.7639 | 353.8079 |
| Q7,10 | janeiro          | 146.38   | 349.98   | 25.27    | 43.3     | 27.64    | 48.72    | 66.43    |
| Q95   | janeiro          | 163.1554 | 419.9132 | 34.9444  | 51.913   | 28.4076  | 50.4836  | 74.7246  |
| Q90   | janeiro          | 176.3213 | 453.8804 | 54.9777  | 83.4674  | 31.2638  | 69.5733  | 97.0569  |
| Qmld  | fevereiro        | 439.9048 | 1189.879 | 206.1519 | 370.4568 | 59.5792  | 250.082  | 344.4141 |
| Q7,10 | fevereiro        | 128.51   | 342.19   | 51.53    | 77.84    | 30.57    | 62.08    | 85.93    |
| Q95   | fevereiro        | 165.9314 | 374.3326 | 64.0052  | 117.0258 | 31.8826  | 72.1911  | 98.9155  |
| Q90   | fevereiro        | 180.7155 | 433.9069 | 79.8253  | 134.5167 | 34.4082  | 84.9867  | 121.6907 |

Continua

## Continuação

|       |          |          |          |          |          |         |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| Qmld  | março    | 456.9225 | 1271.611 | 249.2959 | 364.1346 | 64.8341 | 270.2341 | 383.7703 |
| Q7,10 | março    | 178.55   | 431.55   | 71.19    | 106.55   | 35.67   | 86.42    | 138.21   |
| Q95   | março    | 189.9238 | 497.9569 | 94.1615  | 138.0615 | 34.9221 | 86.9483  | 130.2032 |
| Q90   | março    | 204.3808 | 535.1232 | 105.3983 | 156.7193 | 37.7833 | 101.6143 | 156.1069 |
| Qmld  | abril    | 314.916  | 841.6873 | 162.4837 | 268.3093 | 53.4307 | 197.2279 | 287.6041 |
| Q7,10 | abril    | 152.87   | 281.39   | 42.94    | 79.41    | 30.74   | 56.1     | 84.25    |
| Q95   | abril    | 155.237  | 336.1623 | 42.8322  | 68.2581  | 30.461  | 55.1824  | 86.7565  |
| Q90   | abril    | 165.7661 | 390.2934 | 58.6379  | 107.347  | 32.9151 | 71.9123  | 108.9469 |
| Qmld  | maio     | 195.7605 | 486.3177 | 67.4641  | 114.6773 | 36.401  | 88.8536  | 126.8629 |
| Q7,10 | maio     | 118.9    | 63.21    | 24.42    | 30.75    | 27.42   | 40.27    | 54.86    |
| Q95   | maio     | 140.4743 | 270.8211 | 18.7487  | 28.613   | 27.4989 | 41.2746  | 55.2678  |
| Q90   | maio     | 144.7623 | 282.853  | 27.5345  | 41.2796  | 28.5513 | 46.7821  | 65.9792  |
| Qmld  | junho    | 162.1919 | 379.0164 | 30.867   | 51.4623  | 29.6321 | 47.3782  | 64.0621  |
| Q7,10 | junho    | 104.02   | 116.08   | 9.51     | 14.33    | 25.27   | 31.72    | 37.05    |
| Q95   | junho    | 129.5156 | 236.2621 | 8.1627   | 12.7367  | 24.1821 | 30.4946  | 38.085   |
| Q90   | junho    | 133.1429 | 243.9782 | 12.2844  | 18.7074  | 25.8129 | 32.5493  | 42.0143  |
| Qmld  | julho    | 149.769  | 339.0114 | 15.6304  | 26.7512  | 27.3159 | 36.3431  | 46.1455  |
| Q7,10 | julho    | 86.67    | 87.22    | 4.53     | 6.36     | 22.7    | 23.79    | 27.56    |
| Q95   | julho    | 122.5307 | 217.1395 | 4.0263   | 5.4645   | 22.4605 | 26.131   | 29.6573  |
| Q90   | julho    | 124.1953 | 224.9004 | 5.4282   | 7.6029   | 23.072  | 26.9902  | 31.0995  |
| Qmld  | agosto   | 138.6571 | 304.2173 | 7.4681   | 13.2007  | 25.7072 | 31.0321  | 37.7266  |
| Q7,10 | agosto   | 98.05    | 97.97    | 2.1      | 2        | 21.21   | 18.82    | 28.54    |
| Q95   | agosto   | 113.4849 | 203.9865 | 1.4853   | 2.6186   | 19.2872 | 22.4873  | 25.004   |
| Q90   | agosto   | 117.8322 | 209.6168 | 2.685    | 3.6703   | 21.1693 | 23.3768  | 26.7705  |
| Qmld  | setembro | 127.803  | 282.9605 | 4.7569   | 9.5237   | 25.5321 | 28.2445  | 33.3046  |
| Q7,10 | setembro | 112.02   | 110.91   | 1.14     | 1.71     | 20.68   | 21.06    | 23.3     |
| Q95   | setembro | 112.4403 | 198.0596 | 0.82     | 1.7361   | 18.9918 | 20.5715  | 22.0647  |
| Q90   | setembro | 114.2537 | 202.8989 | 1.3299   | 2.0515   | 20.054  | 21.5157  | 23.8277  |
| Qmld  | outubro  | 136.2845 | 274.5143 | 7.2369   | 12.8419  | 28.8024 | 40.6552  | 43.4904  |
| Q7,10 | outubro  | 113.16   | 178.87   | 1        | 2.33     | 19.95   | 10.56    | 22.28    |
| Q95   | outubro  | 113.4707 | 197.9643 | 1.2523   | 1.5554   | 18.6269 | 19.6568  | 21.6216  |
| Q90   | outubro  | 116.2251 | 204.0587 | 1.6067   | 2.0054   | 20.9222 | 21.616   | 23.3727  |
| Qmld  | novembro | 180.7762 | 451.6341 | 31.11    | 51.0341  | 36.9031 | 83.0769  | 98.969   |
| Q7,10 | novembro | 117.21   | 233.45   | 2.45     | 1.21     | 23.3    | 15.14    | 18.39    |
| Q95   | novembro | 122.5017 | 242.892  | 3.2185   | 3.4794   | 22.8394 | 25.1118  | 29.1864  |
| Q90   | novembro | 127.4128 | 262.5748 | 4.5296   | 4.9322   | 24.9502 | 29.0063  | 33.0739  |
| Qmld  | dezembro | 365.0445 | 1108.776 | 115.2446 | 181.3107 | 55.4866 | 209.3276 | 266.3583 |
| Q7,10 | dezembro | 104.8    | 242.75   | 15.33    | 31.26    | 23.44   | 37.28    | 47.62    |
| Q95   | dezembro | 142.1859 | 314.2883 | 19.9287  | 32.8332  | 28.5428 | 44.8245  | 54.0761  |
| Q90   | dezembro | 157.9865 | 363.2055 | 27.1761  | 43.1929  | 31.0307 | 54.8615  | 68.3985  |

Tabela 5: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 22680000, 22700000, 22850000, 22900000, 23150000, 23220000 e 23230000.

|       | Estação/ Período | 22680000 | 22700000 | 22850000 | 22900000 | 23150000 | 23220000 | 23230000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 275.3034 | 289.843  | 157.3696 | 696.3977 | 48.0526  | 32.5436  | 77.8265  |
| Q7,10 | anual            | 130.14   | 134.44   | 28.57    | 230      | 11.05    | 9.43     | 29.01    |
| Q95   | anual            | 142.5996 | 147.8357 | 37.3069  | 268.7824 | 13.4357  | 11.2588  | 31.7996  |
| Q90   | anual            | 152.2631 | 156.3288 | 44.4227  | 291.2111 | 14.7339  | 12.6683  | 33.7543  |
| Qmld  | semestre seco    | 187.3993 | 195.3114 | 70.7171  | 407.4124 | 24.8493  | 19.8221  | 46.4831  |
| Q7,10 | semestre seco    | 129.95   | 133.69   | 28.36    | 228.53   | 10.18    | 9.23     | 29.05    |
| Q95   | semestre seco    | 136.5347 | 141.9379 | 30.657   | 255.0104 | 12.4873  | 10.3674  | 30.555   |
| Q90   | semestre seco    | 144.2574 | 148.2991 | 38.1738  | 269.5017 | 13.5047  | 11.429   | 31.8488  |
| Qmld  | semestre chuvoso | 363.8101 | 385.1661 | 243.9545 | 986.8582 | 71.0628  | 45.1839  | 108.9245 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 152.43   | 154.25   | 40.75    | 296.89   | 14.82    | 13.85    | 35.09    |
| Q95   | semestre chuvoso | 186.598  | 189.7411 | 62.6319  | 390.4413 | 20.6594  | 17.8453  | 44.0391  |
| Q90   | semestre chuvoso | 208.4412 | 217.7613 | 77.9185  | 463.0021 | 24.8223  | 20.9012  | 50.7033  |
| Qmld  | janeiro          | 390.5767 | 408.5927 | 267.88   | 1032.945 | 73.1597  | 48.2313  | 107.7743 |
| Q7,10 | janeiro          | 204.73   | 207.58   | 64.64    | 477.32   | 27.8     | 20.49    | 54.06    |
| Q95   | janeiro          | 212.8524 | 222.6978 | 78.8994  | 487.4797 | 29.0343  | 22.7315  | 54.0332  |
| Q90   | janeiro          | 231.2874 | 238.6766 | 97.1216  | 547.1769 | 32.7282  | 26.3075  | 59.694   |
| Qmld  | fevereiro        | 405.6853 | 431.4448 | 305.8392 | 1166.215 | 87.9687  | 53.0427  | 126.5757 |
| Q7,10 | fevereiro        | 222.18   | 233      | 98.97    | 567.28   | 31.42    | 26.2     | 57.67    |
| Q95   | fevereiro        | 228.802  | 238.4473 | 111.8023 | 595.2947 | 35.9963  | 27.4289  | 60.66    |
| Q90   | fevereiro        | 250.2834 | 266.4172 | 131.3336 | 661.3945 | 39.64    | 29.8293  | 67.1985  |
| Qmld  | março            | 419.282  | 449.6107 | 319.6458 | 1244.289 | 94.64    | 56.788   | 139.114  |
| Q7,10 | março            | 247.58   | 267.32   | 133.22   | 685.37   | 43.92    | 30.64    | 71.54    |
| Q95   | março            | 254.3819 | 268.6316 | 134.5265 | 690.1105 | 43.4792  | 31.2547  | 69.1663  |
| Q90   | março            | 265.9321 | 284.5543 | 154.1598 | 754.5216 | 48.7726  | 34.6074  | 77.6855  |
| Qmld  | abril            | 359.034  | 385.7097 | 246.6016 | 1066.23  | 83.291   | 52.857   | 123.249  |
| Q7,10 | abril            | 206.78   | 226.16   | 87.24    | 529.65   | 32.99    | 25.26    | 55.9     |
| Q95   | abril            | 213.3713 | 231.4376 | 99.9937  | 552.4556 | 35.5182  | 25.7449  | 59.1577  |
| Q90   | abril            | 233.3962 | 245.8266 | 110.2351 | 614.6431 | 40.1675  | 28.8556  | 65.9172  |
| Qmld  | maio             | 256.2427 | 271.89   | 139.7444 | 683.535  | 50.849   | 37.057   | 78.517   |
| Q7,10 | maio             | 185.19   | 194.79   | 61.07    | 366.32   | 25.97    | 19.08    | 46.22    |
| Q95   | maio             | 184.3169 | 200.356  | 62.8255  | 436.5126 | 27.5144  | 18.8743  | 48.1721  |
| Q90   | maio             | 199.8826 | 207.6227 | 76.523   | 458.1651 | 29.679   | 22.103   | 50.8102  |
| Qmld  | junho            | 197.3713 | 205.214  | 75.186   | 444.6243 | 27.577   | 22.5817  | 49.7043  |
| Q7,10 | junho            | 164.96   | 170.92   | 46.66    | 330.5    | 18.64    | 14.1     | 37.71    |
| Q95   | junho            | 160.7092 | 170.4544 | 39.1881  | 327.1857 | 19.0558  | 11.9612  | 37.8958  |
| Q90   | junho            | 171.5335 | 179.095  | 49.1922  | 354.6435 | 20.8846  | 14.9322  | 39.8015  |
| Qmld  | julho            | 176.0503 | 182.8897 | 57.8736  | 361.8657 | 20.342   | 16.9593  | 40.5203  |
| Q7,10 | julho            | 150.29   | 155.63   | 36.49    | 287.52   | 14.44    | 11.6     | 32.82    |
| Q95   | julho            | 145.895  | 154.6869 | 28.0437  | 285.4777 | 14.9017  | 10.7669  | 33.474   |
| Q90   | julho            | 152.0541 | 159.7063 | 40.5409  | 302.5275 | 15.84    | 12.5173  | 34.6929  |

*Continua*

## Continuação

|       |          |          |          |          |          |         |         |         |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|
| Qmld  | agosto   | 159.706  | 165.2197 | 48.0556  | 312.6083 | 16.3933 | 14.0803 | 35.41   |
| Q7,10 | agosto   | 138.63   | 144.01   | 31.22    | 252.51   | 12.08   | 9.8     | 29.99   |
| Q95   | agosto   | 134.0933 | 140.6954 | 19.0405  | 255.5581 | 11.834  | 9.3853  | 30.1432 |
| Q90   | agosto   | 140.5586 | 145.6122 | 30.9814  | 265.6484 | 12.9698 | 10.4682 | 31.0002 |
| Qmld  | setembro | 155.9353 | 160.6073 | 47.04    | 297.7307 | 15.6997 | 13.165  | 34.7903 |
| Q7,10 | setembro | 132.62   | 136.64   | 29.39    | 235.11   | 10.41   | 9.28    | 29.02   |
| Q95   | setembro | 129.6662 | 135.9068 | 22.7771  | 235.9608 | 10.9948 | 9.312   | 28.7353 |
| Q90   | setembro | 132.6662 | 138.2704 | 32.0718  | 247.9808 | 11.8655 | 9.473   | 30.139  |
| Qmld  | outubro  | 182.7087 | 189.0497 | 63.8956  | 358.943  | 21.221  | 16.582  | 43.9193 |
| Q7,10 | outubro  | 132.64   | 135.96   | 32.24    | 246.13   | 10.15   | 10.51   | 27.47   |
| Q95   | outubro  | 132.4527 | 136.9863 | 30.1796  | 246.3875 | 12.1519 | 10.6914 | 30.2174 |
| Q90   | outubro  | 138.9028 | 143.1187 | 36.2493  | 265.2925 | 13.1771 | 11.3399 | 32.0118 |
| Qmld  | novembro | 249.9573 | 257.5187 | 107.4573 | 541.1593 | 30.76   | 23.314  | 59.782  |
| Q7,10 | novembro | 151.58   | 154.37   | 41.15    | 296.81   | 14.74   | 13.89   | 34.85   |
| Q95   | novembro | 156.8032 | 159.304  | 44.6491  | 313.2976 | 15.5096 | 14.9195 | 36.2703 |
| Q90   | novembro | 166.4004 | 168.1018 | 50.9152  | 334.7442 | 16.8459 | 15.888  | 38.0071 |
| Qmld  | dezembro | 358.2357 | 378.151  | 213.9965 | 874.5047 | 57.16   | 37.1127 | 97.5003 |
| Q7,10 | dezembro | 175.78   | 172.1    | 59.25    | 356.45   | 21.1    | 17.94   | 45.19   |
| Q95   | dezembro | 195.9905 | 198.2568 | 68.9028  | 421.9485 | 21.5399 | 19.8324 | 47.1643 |
| Q90   | dezembro | 208.6013 | 213.584  | 78.1655  | 461.4681 | 23.5047 | 21.4584 | 49.9517 |

Tabela 6: Estimativas das vazões mínimas ((Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90</sub> e Q<sub>95</sub>) e da Q<sub>mld</sub> nas bases anual, semestral e mensal nas estações 23250000, 24070000, 24200000, 24500000, 24650000, 24700000 e 24750000.

|       | Estação/ Período | 23250000 | 24070000 | 24200000 | 24500000 | 24650000 | 24700000 | 24750000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 155.1965 | 37.0646  | 354.0063 | 104.2859 | 29.3767  | 654.0598 | 110.9174 |
| Q7,10 | anual            | 55.67    | 12.14    | 81.88    | 25.18    | 1.95     | 166.62   | 12.16    |
| Q95   | anual            | 63.5804  | 14.81    | 99.7097  | 29.8958  | 4.5543   | 191.9126 | 19.5414  |
| Q90   | anual            | 68.2376  | 16.3651  | 109.6749 | 33.2204  | 5.5059   | 209.1893 | 23.1853  |
| Qmld  | semestre seco    | 96.7672  | 21.6994  | 163.0983 | 48.3352  | 10.6356  | 300.7331 | 41.1052  |
| Q7,10 | semestre seco    | 55.47    | 12.13    | 81.91    | 25.15    | 2.9      | 166.71   | 12       |
| Q95   | semestre seco    | 60.4918  | 13.6297  | 93.084   | 28.0259  | 4.5522   | 181.6187 | 17.352   |
| Q90   | semestre seco    | 63.6603  | 14.8055  | 99.2735  | 29.9889  | 5.1163   | 193.275  | 19.4909  |
| Qmld  | semestre chuvoso | 213.1918 | 52.8773  | 547.847  | 160.7629 | 51.5849  | 1013.878 | 181.732  |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 69.96    | 16.91    | 110.15   | 33.79    | 4.95     | 214.9    | 20.85    |
| Q95   | semestre chuvoso | 89.1086  | 20.6336  | 142.9683 | 42.5098  | 9.2631   | 286.2912 | 33.3785  |
| Q90   | semestre chuvoso | 102.4012 | 24.7054  | 175.0691 | 51.4009  | 14.7002  | 350.0177 | 46.2787  |
| Qmld  | janeiro          | 215.7263 | 58.1565  | 683.8533 | 213.5977 | 73.3352  | 1309.651 | 237.3103 |
| Q7,10 | janeiro          | 93.38    | 23.35    | 217.21   | 55.88    | 22.91    | 392.62   | 42.72    |
| Q95   | janeiro          | 111.6696 | 23.2747  | 231.5537 | 59.9521  | 22.9211  | 442.4196 | 57.3079  |
| Q90   | janeiro          | 118.8582 | 28.765   | 284.2195 | 70.4129  | 27.9182  | 524.4143 | 69.5417  |
| Qmld  | fevereiro        | 248.198  | 66.9351  | 763.1834 | 211.8375 | 75.5835  | 1375.1   | 239.1915 |
| Q7,10 | fevereiro        | 120.59   | 27.1     | 304.49   | 68.59    | 24.87    | 524.51   | 68.91    |
| Q95   | fevereiro        | 123.1764 | 30.3569  | 273.5366 | 65.9456  | 24.8298  | 505.5888 | 63.4362  |
| Q90   | fevereiro        | 135.9239 | 33.0473  | 341.4586 | 79.0129  | 30.2675  | 619.5731 | 86.342   |

Continua

## Continuação

|       |          |          |         |          |          |         |          |          |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
| Qmld  | março    | 270.7423 | 68.6218 | 713.8343 | 191.2483 | 72.5729 | 1269.052 | 249.3397 |
| Q7,10 | março    | 137.19   | 29.54   | 311.83   | 74.37    | 29.92   | 581.71   | 90.18    |
| Q95   | março    | 137.5786 | 30.5896 | 335.1003 | 73.7468  | 31.1337 | 576.966  | 82.8446  |
| Q90   | março    | 155.5491 | 32.299  | 371.3856 | 86.0084  | 35.5328 | 657.664  | 94.424   |
| Qmld  | abril    | 251.8927 | 48.5806 | 462.3953 | 86.0084  | 41.6125 | 831.8203 | 141.6507 |
| Q7,10 | abril    | 117.89   | 26.57   | 222.36   | 49.37    | 15.88   | 411.76   | 55.1     |
| Q95   | abril    | 119.0535 | 27.1495 | 216.9046 | 53.9925  | 17.2286 | 405.7099 | 57.1504  |
| Q90   | abril    | 135.881  | 28.6992 | 253.9753 | 60.0691  | 19.9049 | 458.1055 | 62.569   |
| Qmld  | maio     | 165.9937 | 29.5976 | 251.3627 | 70.2627  | 17.9547 | 445.9283 | 68.446   |
| Q7,10 | maio     | 93.45    | 20.85   | 155.05   | 39.6     | 9.23    | 279.37   | 36.86    |
| Q95   | maio     | 97.7419  | 21.3177 | 156.9348 | 41.7156  | 10.072  | 301.831  | 36.5673  |
| Q90   | maio     | 104.3003 | 22.1893 | 171.0885 | 45.1519  | 10.8165 | 326.258  | 41.0567  |
| Qmld  | junho    | 104.9593 | 23.8988 | 193.4673 | 54.5943  | 12.31   | 350.5777 | 49.9317  |
| Q7,10 | junho    | 74.72    | 18.26   | 111.62   | 32.86    | 5.58    | 222.63   | 25.19    |
| Q95   | junho    | 75.3096  | 18.7565 | 126.4975 | 36.3524  | 6.5597  | 241.7304 | 27.1209  |
| Q90   | junho    | 78.9143  | 19.4872 | 136.5352 | 38.2271  | 7.6165  | 260.0759 | 30.6724  |
| Qmld  | julho    | 84.4337  | 20.1435 | 144.5057 | 41.415   | 8.5394  | 268.2507 | 36.1663  |
| Q7,10 | julho    | 64.28    | 16.03   | 105.6    | 31.99    | 4.82    | 210.86   | 21.85    |
| Q95   | julho    | 65.3361  | 15.9986 | 105.2449 | 32.0148  | 5.8783  | 206.4834 | 20.8893  |
| Q90   | julho    | 68.4786  | 16.6766 | 111.8542 | 33.5727  | 6.3595  | 221.6602 | 23.5285  |
| Qmld  | agosto   | 73.3763  | 17.6541 | 121.693  | 36.529   | 6.3806  | 225.7787 | 28.3033  |
| Q7,10 | agosto   | 57.57    | 13.67   | 91.21    | 26.87    | 5.06    | 180.77   | 16.25    |
| Q95   | agosto   | 57.1398  | 14.2576 | 92.1025  | 27.1644  | 4.8033  | 181.6749 | 17.2902  |
| Q90   | agosto   | 59.9716  | 14.4623 | 96.1388  | 28.6209  | 5.12    | 189.3625 | 18.6315  |
| Qmld  | setembro | 70.882   | 18.5782 | 120.866  | 38.176   | 7.5111  | 224.218  | 26.317   |
| Q7,10 | setembro | 55.67    | 12.23   | 78.89    | 25.39    | 3.87    | 166.96   | 12.93    |
| Q95   | setembro | 55.5942  | 12.3729 | 84.4801  | 25.3388  | 4.1326  | 168.057  | 12.6675  |
| Q90   | setembro | 58.6264  | 12.8632 | 88.057   | 26.6639  | 4.4596  | 175.6237 | 16.1774  |
| Qmld  | outubro  | 88.124   | 22.8339 | 146.199  | 50.8287  | 11.2628 | 282.3633 | 37.637   |
| Q7,10 | outubro  | 59.2     | 13.78   | 86.92    | 28.07    | 2.67    | 172.4    | 13.49    |
| Q95   | outubro  | 60.856   | 13.5173 | 89.1046  | 28.0163  | 3.2558  | 178.7296 | 14.9473  |
| Q90   | outubro  | 64.0481  | 14.7362 | 95.0136  | 29.5155  | 3.9013  | 189.2909 | 18.1063  |
| Qmld  | novembro | 115.902  | 29.3224 | 224.658  | 76.7783  | 21.0438 | 426.207  | 68.5537  |
| Q7,10 | novembro | 70.84    | 17.02   | 109.59   | 30.95    | 3.43    | 215.5    | 21.26    |
| Q95   | novembro | 73.5665  | 17.831  | 115.3002 | 32.5829  | 2.7897  | 212.0318 | 22.7774  |
| Q90   | novembro | 77.635   | 18.8336 | 122.4789 | 35.8404  | 4.7086  | 237.1302 | 25.6478  |
| Qmld  | dezembro | 177.926  | 43.2965 | 445.193  | 146.4323 | 43.8119 | 878.8503 | 154.535  |
| Q7,10 | dezembro | 85.93    | 18.74   | 113.19   | 36.41    | 7.54    | 244.95   | 21.27    |
| Q95   | dezembro | 93.1978  | 20.3302 | 149.6199 | 42.7153  | 9.0435  | 306.3869 | 34.4717  |
| Q90   | dezembro | 99.1167  | 22.6656 | 169.1965 | 50.3912  | 13.1084 | 347.9229 | 42.9899  |

Tabela 7: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 24780000, 24800000, 24850000, 24900000, 24950000, 25100000 e 25120000.

|       | Estação/ Período | 24780000 | 24800000 | 24850000 | 24900000 | 24950000 | 25100000 | 25120000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 25.5152  | 193.4648 | 854.9445 | 32.0018  | 127.6242 | 6.0208   | 3.5009   |
| Q7,10 | anual            | 0.72     | 22.99    | 194.38   | 7.05     | 17.16    | 0.15     | 0.11     |
| Q95   | anual            | 1.9059   | 32.0584  | 227.7491 | 9.3992   | 25.737   | 0.3794   | 0.3261   |
| Q90   | anual            | 2.6863   | 36.9784  | 250.1222 | 10.5781  | 31.2527  | 0.5468   | 0.4922   |
| Qmld  | semestre seco    | 8.0531   | 69.9603  | 370.0783 | 16.3731  | 54.889   | 1.4952   | 1.2424   |
| Q7,10 | semestre seco    | 0.67     | 22.68    | 194.02   | 7.06     | 17.13    | 0.16     | 0.12     |
| Q95   | semestre seco    | 1.5417   | 28.1273  | 216.4243 | 8.4974   | 22.7723  | 0.2472   | 0.2477   |
| Q90   | semestre seco    | 1.9848   | 32.1778  | 228.4364 | 9.458    | 26.3085  | 0.3713   | 0.3252   |
| Qmld  | semestre chuvoso | 43.2332  | 318.3225 | 1347.247 | 47.8154  | 200.9317 | 10.5951  | 5.769    |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 1.67     | 32.71    | 260.19   | 8.93     | 27.75    | 0.52     | 0.48     |
| Q95   | semestre chuvoso | 4.1864   | 52.6846  | 346.3653 | 12.7598  | 42.1505  | 1.1698   | 0.8647   |
| Q90   | semestre chuvoso | 6.9387   | 73.8984  | 423.9632 | 15.1191  | 54.5315  | 1.6517   | 1.2329   |
| Qmld  | janeiro          | 58.5577  | 428.8783 | 1738.716 | 58.8107  | 251.934  | 14.3567  | 7.2407   |
| Q7,10 | janeiro          | 9.08     | 94.14    | 484.08   | 15.92    | 57.57    | 1.39     | 1.5      |
| Q95   | janeiro          | 10.5294  | 100.5618 | 574.0899 | 16.0318  | 63.2038  | 1.9776   | 1.5847   |
| Q90   | janeiro          | 15.008   | 134.5605 | 680.1885 | 19.4503  | 79.8981  | 2.5316   | 2.0057   |
| Qmld  | fevereiro        | 62.5911  | 441.6255 | 1838.807 | 57.1113  | 253.1591 | 12.4032  | 7.7135   |
| Q7,10 | fevereiro        | 14.5     | 151.05   | 691.27   | 20.4     | 92.07    | 2.06     | 1.74     |
| Q95   | fevereiro        | 14.7048  | 135.1815 | 665.9014 | 21.6206  | 91.6612  | 0.8976   | 2.066    |
| Q90   | fevereiro        | 20.0806  | 177.3261 | 823.5345 | 25.928   | 110.6775 | 1.7464   | 2.5505   |
| Qmld  | março            | 63.7693  | 435.75   | 1130.492 | 63.527   | 266.9977 | 11.6004  | 6.6317   |
| Q7,10 | março            | 20.41    | 158.76   | 517.84   | 21.03    | 96.97    | 2.96     | 2.3      |
| Q95   | março            | 20.8481  | 170.0737 | 521.4779 | 24.8196  | 102.7059 | 0.9184   | 2.4646   |
| Q90   | março            | 26.7904  | 191.9752 | 603.5783 | 27.7285  | 119.7535 | 2.0073   | 2.7655   |
| Qmld  | abril            | 35.7417  | 256.9837 | 1130.492 | 45.144   | 177.5717 | 6.9737   | 4.55     |
| Q7,10 | abril            | 14.9     | 115.26   | 517.84   | 19.41    | 74.73    | 1.93     | 1.53     |
| Q95   | abril            | 13.15    | 110.4176 | 521.4779 | 19.9348  | 78.2687  | 2.1229   | 1.6517   |
| Q90   | abril            | 16.9129  | 128.6651 | 603.5783 | 21.7742  | 87.9858  | 2.4834   | 1.8913   |
| Qmld  | maio             | 17.55    | 129.059  | 577.2227 | 25.2103  | 92.603   | 2.8333   | 2.397    |
| Q7,10 | maio             | 9.15     | 71.96    | 363.33   | 15.01    | 52.13    | 1.21     | 1.06     |
| Q95   | maio             | 7.8203   | 68.7194  | 365.9602 | 15.1988  | 59.195   | 1.2467   | 1.0844   |
| Q90   | maio             | 9.7559   | 81.0024  | 411.2443 | 16.4564  | 61.5808  | 1.3826   | 1.2424   |
| Qmld  | junho            | 11.5443  | 90.5777  | 443.0393 | 19.62    | 68.245   | 1.8137   | 1.6373   |
| Q7,10 | junho            | 4.98     | 42.23    | 328.02   | 11.2     | 35.04    | 0.79     | 0.72     |
| Q95   | junho            | 4.9398   | 50.0959  | 283.5841 | 12.5668  | 43.1252  | 0.8097   | 0.7205   |
| Q90   | junho            | 6.0781   | 56.6249  | 324.6286 | 13.5018  | 45.7218  | 0.9357   | 0.8694   |
| Qmld  | julho            | 7.0917   | 62.0823  | 331.779  | 15.2733  | 51.195   | 1.1807   | 1.094    |
| Q7,10 | julho            | 3.66     | 35.99    | 233.31   | 9.49     | 28.54    | 0.43     | 0.43     |
| Q95   | julho            | 2.9034   | 34.5559  | 239.2513 | 10.5925  | 33.5774  | 0.4669   | 0.4365   |
| Q90   | julho            | 3.8174   | 41.097   | 266.1298 | 11.2738  | 35.3551  | 0.5707   | 0.5354   |

*Continua*

## Continuação

|       |          |         |          |          |         |          |         |        |
|-------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|--------|
| Qmld  | agosto   | 4.4857  | 46.331   | 274.78   | 12.5553 | 40.0853  | 0.8227  | 0.7493 |
| Q7,10 | agosto   | 2.02    | 27.98    | 216.3    | 7.81    | 21.58    | 0.25    | 0.2    |
| Q95   | agosto   | 1.9621  | 29.6236  | 220.6102 | 8.4261  | 24.6333  | 0.2279  | 0.2379 |
| Q90   | agosto   | 2.2662  | 31.9124  | 227.9337 | 9.234   | 26.4849  | 0.2926  | 0.2895 |
| Qmld  | setembro | 3.2667  | 40.344   | 263.34   | 11.3747 | 35.224   | 0.772   | 0.6717 |
| Q7,10 | setembro | 0.74    | 24.65    | 196.98   | 7.15    | 19.14    | 0.18    | 0.11   |
| Q95   | setembro | 0.8874  | 24.0603  | 203.0729 | 7.4494  | 19.3383  | 0.1567  | 0.167  |
| Q90   | setembro | 1.1823  | 26.2005  | 208.6966 | 8.3863  | 21.6577  | 0.1973  | 0.2072 |
| Qmld  | outubro  | 4.396   | 54.189   | 329.007  | 14.471  | 44.9347  | 1.6593  | 1.0463 |
| Q7,10 | outubro  | 0.79    | 23.97    | 201.65   | 7.35    | 17.43    | 0.24    | 0.15   |
| Q95   | outubro  | 1.1653  | 24.8942  | 207.0634 | 7.489   | 17.455   | 0.2302  | 0.1731 |
| Q90   | outubro  | 1.4859  | 27.6036  | 219.2977 | 8.4162  | 20.2403  | 0.3081  | 0.2431 |
| Qmld  | novembro | 10.017  | 102.2303 | 526.9327 | 21.6803 | 82.1047  | 4.392   | 2.238  |
| Q7,10 | novembro | 1.66    | 31.96    | 258.2    | 9.04    | 29.36    | 0.57    | 0.5    |
| Q95   | novembro | 1.8995  | 35.3546  | 263.9134 | 10.1981 | 30.1431  | 0.5692  | 0.5348 |
| Q90   | novembro | 2.6452  | 40.4436  | 287.3172 | 11.0347 | 35.2385  | 0.753   | 0.652  |
| Qmld  | dezembro | 29.1363 | 246.52   | 1141.192 | 40.5177 | 173.8967 | 11.0177 | 6.1977 |
| Q7,10 | dezembro | 3       | 43.19    | 290.87   | 9.89    | 26.56    | 0.82    | 0.48   |
| Q95   | dezembro | 4.9044  | 59.6147  | 374.3087 | 12.3425 | 41.2605  | 1.0466  | 0.8545 |
| Q90   | dezembro | 6.6558  | 74.1669  | 426.4983 | 13.8756 | 50.0729  | 1.4137  | 1.1437 |

Tabela 8: Estimativas das vazões mínimas (Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90</sub> e Q<sub>95</sub>) e da Q<sub>mld</sub> nas bases anual, semestral e mensal nas estações 25130000, 25200000, 25700000, 25750000, 25800000, 25950000 e 26015000.

|       | Estação/ Período | 25130000 | 25200000 | 25700000 | 25750000 | 25800000 | 25950000 | 26015000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 75.1672  | 1210.067 | 1356.27  | 100.2725 | 185.489  | 1555.5   | 93.3138  |
| Q7,10 | anual            | 1.35     | 256.86   | 202.07   | 0.26     | 0.31     | 241.02   | 4.01     |
| Q95   | anual            | 4.444    | 310.0484 | 300.8037 | 0.8453   | 4.8733   | 321.5403 | 6.372    |
| Q90   | anual            | 6.6171   | 342.5124 | 343.5955 | 1.5833   | 9.3468   | 369.823  | 7.8581   |
| Qmld  | semestre seco    | 19.9441  | 531.2203 | 614.4159 | 17.1157  | 50.4218  | 709.5345 | 32.9643  |
| Q7,10 | semestre seco    | 1.48     | 257.37   | 193.59   | 0.22     | 0.41     | 238.91   | 3.27     |
| Q95   | semestre seco    | 3.2766   | 291.8233 | 273.0553 | 0.5332   | 1.9175   | 295.0683 | 5.3496   |
| Q90   | semestre seco    | 4.6458   | 312.462  | 302.1533 | 0.9506   | 4.3034   | 323.6791 | 6.4146   |
| Qmld  | semestre chuvoso | 130.5428 | 1895.978 | 2105.914 | 184.7091 | 319.9936 | 2408.474 | 155.4553 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 6.92     | 337.31   | 351.87   | 1.78     | 8.28     | 394.76   | 4.48     |
| Q95   | semestre chuvoso | 15.4085  | 488.5199 | 500.2969 | 13.276   | 35.7937  | 573.9926 | 7.7798   |
| Q90   | semestre chuvoso | 24.1772  | 602.0416 | 630.3264 | 25.6898  | 65.8726  | 709.6512 | 10.7538  |
| Qmld  | janeiro          | 184.3177 | 2381.148 | 2422.69  | 262.3447 | 420.8319 | 2782.321 | 130.25   |
| Q7,10 | janeiro          | 35.77    | 719.11   | 962.21   | 37.27    | 92.18    | 1096     | 19.55    |
| Q95   | janeiro          | 38.1446  | 881.0086 | 956.2063 | 33.0858  | 146.0586 | 1202.577 | 17.2843  |
| Q90   | janeiro          | 49.3547  | 1059.938 | 1313.173 | 67.7258  | 192.3223 | 1539.559 | 26.1204  |
| Qmld  | fevereiro        | 175.8445 | 2565.291 | 2841.481 | 280.8662 | 434.9336 | 3183.799 | 224.0557 |
| Q7,10 | fevereiro        | 47.46    | 1168.05  | 1388.78  | 42.15    | 147.51   | 1769.48  | 94.01    |
| Q95   | fevereiro        | 54.971   | 1138.411 | 1215.523 | 71.7487  | 142.9599 | 1569.737 | 67.3562  |
| Q90   | fevereiro        | 64.3224  | 1326.51  | 1560.814 | 83.2498  | 186.3041 | 1893.135 | 79.3723  |

Continua

## Continuação

|       |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | março    | 160.896  | 2477.303 | 2905.32  | 244      | 433.8652 | 3260.651 | 278.3822 |
| Q7,10 | março    | 63.5     | 1231.35  | 1710.84  | 76.25    | 193.13   | 1886.81  | 178.31   |
| Q95   | março    | 65.1177  | 1318.486 | 1732.525 | 88.7567  | 201.8091 | 1984.111 | 200.8059 |
| Q90   | março    | 73.4178  | 1450.061 | 1920.704 | 103.5793 | 246.3495 | 2224.853 | 226.1577 |
| Qmld  | abril    | 96.7823  | 1736.647 | 2354.652 | 146.804  | 325.1837 | 2786.694 | 234.8873 |
| Q7,10 | abril    | 34.68    | 884.14   | 991.09   | 51.79    | 130      | 1355.45  | 109.98   |
| Q95   | abril    | 37.0486  | 873.7757 | 1110.823 | 54.309   | 134.2935 | 1355.327 | 102.3515 |
| Q90   | abril    | 44.8676  | 972.1439 | 1258.473 | 68.1096  | 158.887  | 1523.599 | 121.8137 |
| Qmld  | maio     | 44.101   | 891.6647 | 1191.873 | 54.23    | 152.5492 | 1408.902 | 110.9918 |
| Q7,10 | maio     | 18.83    | 584.41   | 633.04   | 22.67    | 52.55    | 751.88   | 33.7     |
| Q95   | maio     | 21.0603  | 599.1423 | 678.9844 | 23.4598  | 53.9612  | 776.9815 | 43.6778  |
| Q90   | maio     | 23.4922  | 634.2109 | 723.9693 | 27.8323  | 69.3632  | 854.4405 | 50.714   |
| Qmld  | junho    | 27.6923  | 652.0063 | 771.6327 | 25.49    | 68.4836  | 893.426  | 46.4418  |
| Q7,10 | junho    | 11.26    | 416.41   | 464.38   | 9.61     | 25.93    | 465.86   | 16.45    |
| Q95   | junho    | 12.3907  | 465.8515 | 473.8251 | 8.956    | 23.9092  | 533.1236 | 23.0792  |
| Q90   | junho    | 14.0907  | 482.5952 | 524.1312 | 11.9108  | 30.3198  | 573.6613 | 24.9316  |
| Qmld  | julho    | 17.2903  | 486.958  | 556.4603 | 11.1707  | 33.0288  | 638.399  | 23.1624  |
| Q7,10 | julho    | 6.26     | 328.85   | 373.82   | 3.2      | 7.92     | 356.14   | 10.58    |
| Q95   | julho    | 7.0277   | 362.8166 | 370.0391 | 3.2775   | 7.4799   | 403.5091 | 12.114   |
| Q90   | julho    | 8.2557   | 380.8453 | 411.2089 | 4.4606   | 13.323   | 430.9496 | 13.2969  |
| Qmld  | agosto   | 11.0657  | 385.8417 | 412.46   | 3.9707   | 15.7771  | 473.0093 | 14.4567  |
| Q7,10 | agosto   | 3.42     | 282.09   | 272.94   | 0.95     | 2.46     | 292.87   | 6.57     |
| Q95   | agosto   | 4.0252   | 301.6863 | 287.1359 | 0.9305   | 3.3397   | 316.0445 | 7.5522   |
| Q90   | agosto   | 4.6183   | 320.6062 | 302.1026 | 1.3266   | 4.7542   | 331.3673 | 8.8121   |
| Qmld  | setembro | 8.8813   | 357.7087 | 352.4373 | 2.3807   | 10.0173  | 399.6363 | 9.2665   |
| Q7,10 | setembro | 1.76     | 257.79   | 210.29   | 0.25     | 1.04     | 246      | 3.72     |
| Q95   | setembro | 2.2885   | 268.8962 | 211.016  | 0.412    | 0.8283   | 256.9911 | 4.1699   |
| Q90   | setembro | 2.7995   | 281.4555 | 248.7611 | 0.4944   | 1.3571   | 275.4869 | 4.9424   |
| Qmld  | outubro  | 14.5673  | 430.7073 | 418.926  | 7.136    | 24.0424  | 474.2863 | 8.1089   |
| Q7,10 | outubro  | 1.75     | 271.58   | 211.58   | 0.19     | 0.23     | 250.45   | 3.18     |
| Q95   | outubro  | 2.0644   | 276.7682 | 247.3768 | 0.3932   | 0.9265   | 272.8064 | 2.5749   |
| Q90   | outubro  | 2.9082   | 291.4509 | 278.5075 | 0.4655   | 1.294    | 297.6046 | 4.0486   |
| Qmld  | novembro | 40.99    | 701.01   | 682.1513 | 40.2229  | 70.7484  | 766.487  | 11.5126  |
| Q7,10 | novembro | 7.07     | 339.94   | 353.7    | 1.71     | 8.27     | 394.76   | 3.77     |
| Q95   | novembro | 6.5047   | 369.4135 | 367.3973 | 1.8583   | 7.9877   | 388.6186 | 3.8752   |
| Q90   | novembro | 9.6      | 404.8787 | 413.0999 | 4.5663   | 15.5238  | 454.0863 | 5.4812   |
| Qmld  | dezembro | 124.4937 | 1530.518 | 1456.93  | 157.0433 | 240.0267 | 1699.321 | 31.2453  |
| Q7,10 | dezembro | 14.95    | 430.38   | 554.92   | 18.22    | 59.04    | 620.95   | 6.85     |
| Q95   | dezembro | 17.3242  | 535.4235 | 531.1459 | 20.6287  | 65.9764  | 685.4846 | 8.7017   |
| Q90   | dezembro | 23.034   | 609.7763 | 633.5089 | 30.5933  | 75.4553  | 800.4352 | 9.5306   |

Tabela 9: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 26040000, 26050000, 26100000, 26150000, 26200000, 26300000 e 26350000.

|       | Estação/ Período | 26040000 | 26050000 | 26100000 | 26150000 | 26200000 | 26300000 | 26350000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 117.9874 | 374.376  | 514.6204 | 120.0383 | 717.9426 | 905.5018 | 2631.544 |
| Q7,10 | anual            | 65.87    | 179.68   | 229.9    | 24.52    | 260.48   | 303.07   | 654      |
| Q95   | anual            | 72.5222  | 198.7441 | 260.6884 | 30.4663  | 300.2908 | 340.963  | 736.0237 |
| Q90   | anual            | 78.2599  | 209.7938 | 277.7143 | 33.6093  | 320.2024 | 364.9507 | 803.6463 |
| Qmld  | semestre seco    | 94.3078  | 259.495  | 345.8854 | 54.425   | 414.1325 | 540.6176 | 1379.981 |
| Q7,10 | semestre seco    | 65.53    | 179.24   | 229.4    | 24.37    | 259.37   | 302.42   | 651.75   |
| Q95   | semestre seco    | 68.5816  | 191.5343 | 248.9651 | 28.2003  | 285.8676 | 323.5197 | 699.8659 |
| Q90   | semestre seco    | 72.9226  | 198.4084 | 260.8728 | 30.6807  | 300.4311 | 341.3188 | 737.5239 |
| Qmld  | semestre chuvoso | 141.9895 | 491.9645 | 686.0594 | 186.5013 | 1022.174 | 1275.326 | 3907.866 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 80.48    | 217.89   | 280.74   | 35.52    | 339.84   | 375.26   | 798.25   |
| Q95   | semestre chuvoso | 92.1132  | 260.602  | 345.7004 | 48.2238  | 421.5033 | 462.5993 | 1007.645 |
| Q90   | semestre chuvoso | 97.7752  | 289.9573 | 386.485  | 58.2788  | 480.6481 | 523.4142 | 1184.719 |
| Qmld  | janeiro          | 144.5627 | 545.2147 | 778.2737 | 215.5647 | 1201.116 | 1397.741 | 4014.035 |
| Q7,10 | janeiro          | 97.27    | 330.49   | 443.83   | 91.81    | 577.7    | 742.61   | 1804.71  |
| Q95   | janeiro          | 101.3799 | 335.6382 | 458.591  | 75.4458  | 581.2073 | 739.9041 | 1846.452 |
| Q90   | janeiro          | 107.1019 | 368.7233 | 514.3103 | 100.6703 | 679.6225 | 834.5957 | 2195.2   |
| Qmld  | fevereiro        | 154.8081 | 583.381  | 836.2311 | 270.93   | 1308.81  | 1629.794 | 5262.321 |
| Q7,10 | fevereiro        | 108.32   | 361.85   | 463.87   | 88.52    | 610.02   | 1031.16  | 2971.5   |
| Q95   | fevereiro        | 103.2963 | 358.0117 | 508.7926 | 101.3386 | 674.1399 | 922.1396 | 2946.833 |
| Q90   | fevereiro        | 114.8873 | 390.1555 | 548.3782 | 121.9646 | 768.0339 | 1019.41  | 3222.326 |
| Qmld  | março            | 170.0419 | 590.3253 | 834.307  | 255.6147 | 1322.869 | 1700.514 | 5648.136 |
| Q7,10 | março            | 115.8    | 392.62   | 541.5    | 113.88   | 748.68   | 1061.49  | 3211.34  |
| Q95   | março            | 116.1664 | 402.0685 | 544.591  | 117.731  | 745.2343 | 1101.791 | 3305.999 |
| Q90   | março            | 121.6849 | 424.0537 | 583.0457 | 128.2317 | 800.4834 | 1233.335 | 3780.47  |
| Qmld  | abril            | 154.4558 | 498.2137 | 676.8543 | 186.824  | 1012.267 | 1556.811 | 5221.074 |
| Q7,10 | abril            | 108.95   | 323.07   | 448.95   | 87.74    | 572.13   | 868.85   | 2611.18  |
| Q95   | abril            | 103.3177 | 327.9571 | 451.4451 | 90.1563  | 589.2962 | 872.7046 | 2745.696 |
| Q90   | abril            | 113.1397 | 354.3612 | 482.566  | 100.0192 | 632.4948 | 958.467  | 3056.652 |
| Qmld  | maio             | 122.0708 | 349.5076 | 468.2838 | 95.1747  | 608.6086 | 980.498  | 2950.716 |
| Q7,10 | maio             | 91.95    | 267.5    | 359.14   | 62.08    | 448.16   | 441.07   | 1168.43  |
| Q95   | maio             | 89.2137  | 272.6534 | 366.0497 | 63.3629  | 459.3086 | 599.0561 | 1490.764 |
| Q90   | maio             | 93.7898  | 285.0253 | 379.1518 | 66.6737  | 479.9063 | 625.3957 | 1607.63  |
| Qmld  | junho            | 101.8183 | 286.4797 | 382.6276 | 67.9227  | 469.64   | 622.371  | 1588.419 |
| Q7,10 | junho            | 79.82    | 228.12   | 305.91   | 48.83    | 377.3    | 438.68   | 968.79   |
| Q95   | junho            | 77.9119  | 232.5103 | 309.1222 | 50.8221  | 376.3131 | 452.5836 | 1081.17  |
| Q90   | junho            | 83.4824  | 240.7284 | 324.2475 | 53.8691  | 394.695  | 477.4733 | 1143.695 |
| Qmld  | julho            | 90.0733  | 245.1124 | 326.57   | 52.182   | 389.2097 | 480.0973 | 1149.804 |
| Q7,10 | julho            | 73.56    | 202.62   | 267.91   | 37.6     | 319.48   | 371.3    | 839.43   |
| Q95   | julho            | 71.2779  | 202.3185 | 268.1697 | 37.7145  | 322.8925 | 377.2148 | 848.1149 |
| Q90   | julho            | 73.8525  | 211.0904 | 280.4817 | 39.1999  | 335.9308 | 394.3261 | 886.5051 |

*Continua*

## Continuação

|       |          |          |          |          |          |          |          |          |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | agosto   | 82.1824  | 218.915  | 292.0327 | 40.762   | 337.8093 | 399.056  | 914.8643 |
| Q7,10 | agosto   | 67.81    | 186.25   | 243.29   | 30.6     | 277.16   | 321.07   | 726.57   |
| Q95   | agosto   | 65.9157  | 187.659  | 247.9433 | 31.32    | 277.7054 | 324.0459 | 723.1072 |
| Q90   | agosto   | 69.0795  | 193.2331 | 254.2156 | 32.5047  | 297.6403 | 340.3775 | 750.8245 |
| Qmld  | setembro | 82.0704  | 215.8993 | 286.119  | 34.2973  | 323.9767 | 366.6953 | 815.5717 |
| Q7,10 | setembro | 67.26    | 182.43   | 233.15   | 25.28    | 265.29   | 306.86   | 669.16   |
| Q95   | setembro | 63.0907  | 183.2115 | 233.7662 | 25.1326  | 257.5586 | 302.7003 | 670.9489 |
| Q90   | setembro | 65.3984  | 188.8701 | 241.5221 | 27.2353  | 274.9652 | 312.2291 | 683.972  |
| Qmld  | outubro  | 87.8304  | 237.4123 | 317.819  | 36.808   | 363.4857 | 395.702  | 873.5786 |
| Q7,10 | outubro  | 70.22    | 189.41   | 243.52   | 24.72    | 273.56   | 314.89   | 671.27   |
| Q95   | outubro  | 69.0405  | 193.2524 | 244.4553 | 25.195   | 283.4126 | 316.5613 | 691.8339 |
| Q90   | outubro  | 72.5593  | 199.1547 | 262.2544 | 26.7248  | 296.176  | 327.1645 | 706.0821 |
| Qmld  | novembro | 102.9892 | 304.7157 | 407.3793 | 64.302   | 499.0727 | 532.5937 | 1210.64  |
| Q7,10 | novembro | 80.5     | 220.42   | 280.46   | 36.05    | 340.2    | 375.36   | 798.53   |
| Q95   | novembro | 81.4502  | 227.4919 | 292.0865 | 35.1358  | 353.049  | 384.6142 | 807.2386 |
| Q90   | novembro | 86.3787  | 237.2732 | 305.2984 | 41.0092  | 372.5808 | 409.021  | 872.1207 |
| Qmld  | dezembro | 126.6692 | 432.264  | 587.4297 | 129.2833 | 797.3017 | 851.2617 | 2167.224 |
| Q7,10 | dezembro | 90.27    | 249.38   | 348.25   | 45.19    | 420.82   | 520.68   | 1178.27  |
| Q95   | dezembro | 90.9809  | 267.2344 | 357.9415 | 50.8477  | 445.653  | 512.8781 | 1172.776 |
| Q90   | dezembro | 95.1872  | 289.9801 | 394.2438 | 61.0231  | 493.869  | 575.0652 | 1327.825 |

Tabela 10: Estimativas das vazões mínimas (Q<sub>7,10</sub>, Q<sub>90</sub> e Q<sub>95</sub>) e da Q<sub>mld</sub> nas bases anual, semestral e mensal nas estações 26710000, 26720000, 26800000, 27110000, 27380000, 27500000 e 27550000.

|       | Estação/ Período | 26710000 | 26720000 | 26800000 | 27110000 | 27380000 | 27500000 | 27550000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 189.7924 | 71.4285  | 521.1938 | 107.8864 | 25.0377  | 4853.815 | 27.8957  |
| Q7,10 | anual            | 0.07     | 0.25     | 10.19    | 1.34     | 0.58     | 693.32   | 1.98     |
| Q95   | anual            | 1.6194   | 0.6512   | 13.0167  | 2.5903   | 0.9731   | 835.488  | 3.5057   |
| Q90   | anual            | 3.1318   | 1.2966   | 16.3219  | 3.8288   | 1.407    | 942.2968 | 4.4848   |
| Qmld  | semestre seco    | 54.4692  | 12.0296  | 242.8617 | 48.5629  | 8.9671   | 2651.498 | 12.2604  |
| Q7,10 | semestre seco    | 0.26     | 0.01     | 10.56    | 1.33     | 0.56     | 693.42   | 1.67     |
| Q95   | semestre seco    | 0.5875   | 0.5388   | 11.7583  | 1.731    | 0.7306   | 752.231  | 2.8852   |
| Q90   | semestre seco    | 1.8735   | 0.6822   | 13.693   | 2.691    | 0.999    | 840.2918 | 3.5202   |
| Qmld  | semestre chuvoso | 330.0376 | 131.5603 | 793.7525 | 167.3458 | 41.347   | 7058.977 | 43.6426  |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 0.41     | 0.02     | 9.72     | 1.41     | 1.37     | 869.85   | 4.14     |
| Q95   | semestre chuvoso | 3.9623   | 3.7717   | 18.201   | 9.0952   | 5.4594   | 1225.702 | 9.3538   |
| Q90   | semestre chuvoso | 8.7588   | 9.7846   | 25.2205  | 17.8064  | 10.2712  | 1472.804 | 12.6466  |
| Qmld  | janeiro          | 348.2385 | 159.2643 | 622.2942 | 150.1727 | 47.1733  | 6099.871 | 44.0152  |
| Q7,10 | janeiro          | 35.2     | 21.35    | 70.63    | 68.52    | 25.35    | 2804.09  | 13.02    |
| Q95   | janeiro          | 29.9154  | 25.5231  | 81.6751  | 69.1002  | 24.3527  | 2968.526 | 15.0356  |
| Q90   | janeiro          | 82.1381  | 30.674   | 144.8526 | 79.4153  | 30.0427  | 3404.333 | 18.2781  |
| Qmld  | fevereiro        | 478.7101 | 179.3301 | 1037.541 | 221.089  | 52.497   | 9129.881 | 51.3619  |
| Q7,10 | fevereiro        | 223.2    | 40.57    | 1037.541 | 129.63   | 35.77    | 5212.67  | 21.81    |
| Q95   | fevereiro        | 211.244  | 40.2346  | 412.2033 | 146.1194 | 35.8527  | 5544.547 | 21.7681  |
| Q90   | fevereiro        | 239.2596 | 52.1887  | 487.6035 | 157.7615 | 40.5612  | 6181.77  | 25.8682  |

Continua

*Continuação*

|       |       |          |          |          |          |         |          |         |
|-------|-------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|
| Qmld  | março | 548.1837 | 190.7107 | 1380.197 | 268.944  | 55.0052 | 11106.05 | 59.1993 |
| Q7,10 | março | 304.5    | 44.61    | 679.42   | 173.34   | 43.44   | 7083.26  | 29.47   |
| Q95   | março | 293.8482 | 55.747   | 563.3217 | 179.8763 | 44.8365 | 6579.026 | 29.6101 |
| Q90   | março | 318.3638 | 69.5202  | 675.7853 | 191.4129 | 47.1614 | 7447.403 | 34.3234 |
| Qmld  | abril | 485.1096 | 136.2757 | 1539.133 | 273.3653 | 50.3237 | 11532.51 | 60.2252 |
| Q7,10 | abril | 206.96   | 23.81    | 740.31   | 181.99   | 30.75   | 6870.3   | 21.24   |
| Q95   | abril | 179.7261 | 25.1777  | 826.606  | 183.0289 | 30.3161 | 7223.381 | 23.1241 |
| Q90   | abril | 252.4371 | 34.016   | 826.606  | 205.3398 | 35.7123 | 7649.337 | 28.9081 |

*Continua**Continuação*

|       |          |          |         |          |          |         |          |         |
|-------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|
| Qmld  | maio     | 217.0582 | 42.3941 | 1037.896 | 186.3493 | 33.1815 | 7966.652 | 34.611  |
| Q7,10 | maio     | 36.72    | 10.3    | 180.25   | 77.23    | 10.77   | 2952.1   | 10.86   |
| Q95   | maio     | 45.7826  | 9.7553  | 217.0485 | 83.4731  | 13.5292 | 3373.076 | 12.3161 |
| Q90   | maio     | 60.267   | 12.2777 | 286.323  | 95.9797  | 15.5826 | 3811.533 | 14.6107 |
| Qmld  | junho    | 60.6529  | 13.8234 | 315.2679 | 68.2027  | 11.6659 | 3257.914 | 13.84   |
| Q7,10 | junho    | 26.51    | 3.74    | 48.23    | 24.4     | 4.18    | 1747.5   | 6.02    |
| Q95   | junho    | 19.0445  | 3.5779  | 48.9971  | 28.1483  | 4.3707  | 1825.138 | 6.0363  |
| Q90   | junho    | 23.1569  | 4.3364  | 64.4399  | 32.6988  | 5.3582  | 1985.226 | 6.9565  |
| Qmld  | julho    | 25.9296  | 5.989   | 86.208   | 22.894   | 3.94    | 1736.068 | 7.536   |
| Q7,10 | julho    | 6.94     | 1       | 19.83    | 6.65     | 1.65    | 1016.95  | 4.24    |
| Q95   | julho    | 5.1464   | 1.2181  | 22.1455  | 9.9512   | 1.6086  | 1174.594 | 4.2997  |
| Q90   | julho    | 8.9553   | 1.5201  | 27.6797  | 11.1437  | 1.9991  | 1238.757 | 4.8588  |
| Qmld  | agosto   | 10.3625  | 2.9486  | 32.6536  | 8.1713   | 1.9035  | 1164.208 | 5.204   |
| Q7,10 | agosto   | 2.39     | 0.27    | 11.92    | 2.3      | 0.94    | 825.75   | 2.6     |
| Q95   | agosto   | 1.6316   | 0.6111  | 11.8106  | 2.9328   | 0.8936  | 840.2581 | 2.8519  |
| Q90   | agosto   | 2.4708   | 0.6741  | 14.0272  | 3.7277   | 0.9935  | 889.0505 | 3.2233  |
| Qmld  | setembro | 4.9286   | 2.4583  | 21.2784  | 3.9731   | 1.5448  | 936.9333 | 4.928   |
| Q7,10 | setembro | 0.81     | 0.13    | 11.06    | 1.41     | 0.6     | 717.31   | 2.05    |
| Q95   | setembro | 0.2576   | 0.3919  | 11.0517  | 1.4878   | 0.4446  | 710.8626 | 1.9617  |
| Q90   | setembro | 0.5814   | 0.4732  | 12.1239  | 1.6105   | 0.5995  | 733.5728 | 2.1541  |
| Qmld  | outubro  | 4.4786   | 4.1207  | 19.8696  | 5.2394   | 4.1785  | 991.3827 | 8.5763  |
| Q7,10 | outubro  | 0.4      | 0.17    | 10.65    | 1.39     | 0.57    | 706.42   | 2.25    |
| Q95   | outubro  | 0.0759   | 0.4171  | 9.981    | 1.4957   | 0.6875  | 695.6185 | 2.7098  |
| Q90   | outubro  | 0.1989   | 0.4797  | 10.8662  | 1.7034   | 0.8483  | 727.592  | 3.1655  |
| Qmld  | novembro | 12.8993  | 19.7819 | 36.5546  | 22.1793  | 13.7281 | 1515.308 | 15.9307 |
| Q7,10 | novembro | 0.45     | 0.02    | 9.72     | 1.41     | 1.51    | 870.51   | 4.13    |
| Q95   | novembro | 0.6769   | 1.1896  | 10.597   | 3.4971   | 1.5549  | 886.9221 | 4.184   |
| Q90   | novembro | 1.6214   | 1.7202  | 12.8808  | 4.8691   | 2.7051  | 983.2299 | 5.9522  |
| Qmld  | dezembro | 115.0026 | 98.1346 | 168.3687 | 71.7953  | 31.9865 | 3120.553 | 30.5614 |
| Q7,10 | dezembro | 1.42     | 3.89    | 3.81     | 14.03    | 6.11    | 1450.61  | 8.93    |
| Q95   | dezembro | 8.4671   | 8.3133  | 22.001   | 18.4043  | 9.1051  | 1530.47  | 11.0222 |
| Q90   | dezembro | 14.0985  | 13.0869 | 26.8958  | 24.1951  | 13.0556 | 1701.908 | 12.4377 |

Tabela 11: Estimativas das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ ) e da  $Q_{mld}$  nas bases anual, semestral e mensal nas estações 28150000, 28240000, 28300000, 28850000 e 29100000.

|       | Estação/ Período | 28150000 | 28240000 | 28300000 | 28850000 | 29100000 |
|-------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Qmld  | anual            | 34.6004  | 80.9741  | 5612.098 | 5982.775 | 645.577  |
| Q7,10 | anual            | 3.51     | 11.52    | 597.93   | 715.3    | 43.63    |
| Q95   | anual            | 5.322    | 16.031   | 801.2482 | 888.6073 | 64.7419  |
| Q90   | anual            | 6.6326   | 18.443   | 944.9162 | 1028.164 | 85.9993  |
| Qmld  | semestre seco    | 16.9572  | 42.136   | 3010.086 | 3298.507 | 354.1026 |
| Q7,10 | semestre seco    | 3.48     | 11.57    | 594.96   | 696.28   | 36.01    |
| Q95   | semestre seco    | 4.3646   | 13.9943  | 712.3943 | 810.8943 | 53.5399  |
| Q90   | semestre seco    | 5.3271   | 15.7372  | 808.7398 | 897.6986 | 68.4063  |
| Qmld  | semestre chuvoso | 51.832   | 117.4046 | 8214.893 | 8667.304 | 949.0417 |
| Q7,10 | semestre chuvoso | 6.86     | 18.63    | 915.84   | 969.2    | 62.34    |
| Q95   | semestre chuvoso | 11.9692  | 27.6     | 1398.823 | 1405.055 | 106.0608 |
| Q90   | semestre chuvoso | 15.8631  | 32.949   | 1676.295 | 1710.798 | 148.6811 |
| Qmld  | janeiro          | 49.0787  | 101.8439 | 7263.455 | 7481.046 | 777.781  |
| Q7,10 | janeiro          | 17.03    | 30.11    | 3174     | 3199.26  | 183.65   |
| Q95   | janeiro          | 18.9327  | 35.0614  | 3451.39  | 3341.281 | 234.5518 |
| Q90   | janeiro          | 21.4502  | 42.1828  | 3889.947 | 3903.643 | 288.779  |
| Qmld  | fevereiro        | 63.0948  | 143.1051 | 10622.19 | 11152.53 | 1155.226 |
| Q7,10 | fevereiro        | 23.85    | 48.44    | 6471.05  | 6664.32  | 342.02   |
| Q95   | fevereiro        | 25.0185  | 55.6086  | 6982.244 | 7136.138 | 306.5599 |
| Q90   | fevereiro        | 29.0171  | 66.3921  | 7368.049 | 7659.029 | 516.5392 |
| Qmld  | março            | 71.9053  | 167.3454 | 12762.44 | 13660.98 | 1589.275 |
| Q7,10 | março            | 33.86    | 82.93    | 8462.67  | 9096.78  | 681.15   |
| Q95   | março            | 36.0093  | 78.2779  | 8271.246 | 9312.489 | 647.1233 |
| Q90   | março            | 40.2093  | 93.0104  | 9086.038 | 10275.12 | 816.5219 |
| Qmld  | abril            | 72.5603  | 176.6532 | 13412.68 | 14410.94 | 1498.236 |
| Q7,10 | abril            | 28.99    | 73.96    | 8774.69  | 9419.27  | 654.05   |
| Q95   | abril            | 31.8495  | 67.4869  | 9205.604 | 9872.935 | 587.9623 |
| Q90   | abril            | 35.938   | 77.9997  | 9755.834 | 10607.45 | 709.2844 |
| Qmld  | maio             | 46.4537  | 112.5015 | 9520.002 | 10403.2  | 1055.744 |
| Q7,10 | maio             | 18.66    | 42.1     | 3485.87  | 3867.55  | 242      |
| Q95   | maio             | 19.2585  | 45.0001  | 4032.76  | 4435.98  | 231.6926 |
| Q90   | maio             | 22.0397  | 52.1859  | 4680.922 | 5061.41  | 390.7679 |
| Qmld  | junho            | 20.3513  | 49.2825  | 3752.056 | 4221.317 | 424.3568 |
| Q7,10 | junho            | 9.86     | 25.92    | 1822.45  | 1988.96  | 154.25   |
| Q95   | junho            | 9.2697   | 23.0416  | 1912.564 | 2089.527 | 118.9253 |
| Q90   | junho            | 10.9162  | 28.8853  | 2114.797 | 2341.178 | 177.0511 |
| Qmld  | julho            | 11.1683  | 28.8007  | 1834.913 | 1987.005 | 223.3289 |
| Q7,10 | julho            | 6.12     | 16.94    | 1202.4   | 1279.29  | 86.17    |
| Q95   | julho            | 6.1029   | 15.5381  | 1216.478 | 1289.764 | 63.0411  |
| Q90   | julho            | 6.7494   | 18.3288  | 1316.017 | 1399.471 | 83.7095  |

Continua

*Continuação*

|       |          |         |         |          |          |          |
|-------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Qmld  | agosto   | 7.2607  | 20.6389 | 1194.631 | 1272.33  | 140.0259 |
| Q7,10 | agosto   | 3.79    | 11.79   | 812.16   | 901.53   | 53.39    |
| Q95   | agosto   | 3.9734  | 12.3066 | 827.4156 | 928.5316 | 44.5337  |
| Q90   | agosto   | 4.4482  | 14.0037 | 888.7934 | 977.5445 | 60.8839  |
| Qmld  | setembro | 7.092   | 18.9571 | 925.5133 | 1012.869 | 113.5307 |
| Q7,10 | setembro | 3.55    | 11.05   | 631.09   | 724.49   | 37.93    |
| Q95   | setembro | 3.2149  | 11.5016 | 606.1239 | 723.8455 | 40.705   |
| Q90   | setembro | 3.6255  | 12.3474 | 665.1893 | 764.4953 | 47.4802  |
| Qmld  | outubro  | 12.2227 | 27.2511 | 1017.724 | 1088.39  | 140.5955 |
| Q7,10 | outubro  | 4.61    | 11.52   | 612.94   | 728.92   | 45.9     |
| Q95   | outubro  | 5.3233  | 14.6331 | 577.1052 | 688.7073 | 49.046   |
| Q90   | outubro  | 6.1256  | 16.2977 | 660.5354 | 769.728  | 64.1554  |
| Qmld  | novembro | 20.1111 | 41.6465 | 1699.4   | 1742.841 | 194.3883 |
| Q7,10 | novembro | 6.86    | 18.45   | 915.84   | 969.66   | 53.84    |
| Q95   | novembro | 7.0776  | 19.9891 | 856.3403 | 936.0949 | 54.901   |
| Q90   | novembro | 8.6501  | 21.7309 | 970.2579 | 998.0923 | 74.187   |
| Qmld  | dezembro | 33.4745 | 65.5496 | 3701.536 | 3739.191 | 406.4547 |
| Q7,10 | dezembro | 11.34   | 26.14   | 1718.05  | 1763.33  | 73.99    |
| Q95   | dezembro | 12.6868 | 28.4656 | 1651.878 | 1677.315 | 98.5818  |
| Q90   | dezembro | 14.9307 | 31.2524 | 1824.553 | 1883.538 | 121.2796 |

## 7.6 ANEXO VI

Tabela 1: Equações de regionalização da  $Q_{90}$  utilizando a  $Peq$  como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |            |           |
|-------------------------------------|------------|-----------|
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 1.9767609  | 0.6647487 |
| Equação 2                           | 1.3834046  | 0.7095346 |
| Equação 3                           | 1.2474715  | 0.7201769 |
| Equação 4                           | 5.4878369  | 0.5329913 |
| Equação 5                           | 1.9267176  | 0.6659844 |
| Equação 6                           | 0.6626485  | 0.8242269 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.03401814 | 1.097539  |
| Equação 2                           | 0.02827981 | 1.118231  |
| Equação 3                           | 0.03334886 | 1.099776  |
| Equação 4                           | 0.03425049 | 1.096769  |
| Equação 5                           | 0.02129836 | 1.149576  |
| Equação 6                           | 0.03398284 | 1.097653  |
| Equação 7                           | 0.03427496 | 1.096689  |
| Equação 8                           | 0.03426274 | 1.096729  |
| Equação 9                           | 0.02133926 | 1.149036  |
| Equação 10                          | 0.03414175 | 1.097129  |
| Equação 11                          | 0.0339147  | 1.097878  |
| Equação 12                          | 0.03426546 | 1.09672   |
| Equação 13                          | 0.03426554 | 1.09672   |
| Equação 14                          | 0.0347151  | 1.09525   |
| Equação 15                          | 0.02297553 | 1.140039  |
| Equação 16                          | 0.0350667  | 1.094284  |
| Equação 17                          | 0.03631434 | 1.090183  |
| Equação 18                          | 0.041657   | 1.074815  |
| Equação 19                          | 0.04256474 | 1.076619  |
| Equação 20                          | 0.03654588 | 1.089473  |
| Equação 21                          | 0.07531303 | 0.998281  |
| Equação 22                          | 0.03588985 | 1.091505  |
| Equação 23                          | 0.03537347 | 1.093134  |
| Equação 24                          | 0.06496713 | 1.025596  |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.8260327  | 0.6977833 |
| Equação 2                           | 1.5128355  | 0.6213    |
| Equação 3                           | 0.8828588  | 0.68879   |
| Equação 4                           | 0.8439624  | 0.6948923 |
| Equação 5                           | 0.8383854  | 0.6957937 |
| Equação 6                           | 1.0341329  | 0.6709837 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Equação 7                           | 0.7671806   | 0.71965   |
| Equação 8                           | 0.6984307   | 0.7204766 |
| Equação 9                           | 0.1734016   | 0.9028041 |
| Equação 10                          | 0.4333353   | 0.7809127 |
| Equação 11                          | 4.0235817   | 0.4549368 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.5689267   | 0.7571211 |
| Equação 2                           | 0.5570367   | 0.7592651 |
| Equação 3                           | 0.5635223   | 0.7580868 |
| Equação 4                           | 0.5814906   | 0.7549025 |
| Equação 5                           | 0.5543445   | 0.7597586 |
| Equação 6                           | 0.6115822   | 0.749768  |
| Equação 7                           | 0.6619335   | 0.7417494 |
| Equação 8                           | 0.5486988   | 0.7608029 |
| Equação 9                           | 0.5968661   | 0.7522484 |
| Equação 10                          | 0.6274741   | 0.7471802 |
| Equação 11                          | 0.4623539   | 0.7781744 |
| Equação 12                          | 0.4602483   | 0.7786331 |
| Equação 13                          | 0.5732785   | 0.7563466 |
| Equação 14                          | 0.3306547   | 0.8119715 |
| Equação 15                          | 0.559026    | 0.7589024 |
| Equação 16                          | 0.5586105   | 0.7589779 |
| Equação 17                          | 0.5511352   | 0.7603509 |
| Equação 18                          | 0.5456164   | 0.7613733 |
| Equação 19                          | 0.6022848   | 0.7513229 |
| Equação 20                          | 0.5610152   | 0.7585394 |
| Equação 21                          | 0.5368324   | 0.761028  |
| Equação 22                          | 0.5559823   | 0.7594579 |
| Equação 23                          | 0.5572594   | 0.7592242 |
| Equação 24                          | 0.5609469   | 0.7585535 |
| Equação 25                          | 0.5117637   | 0.770915  |
| Equação 26                          | 0.5578967   | 0.7587879 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.45117211  | 0.8038721 |
| Equação 2                           | 0.008752344 | 1.3728313 |
| Equação 3                           | 0.168134172 | 0.9332799 |
| Equação 4                           | 0.19925943  | 0.9109267 |
| Equação 5                           | 0.21877914  | 0.8986998 |
| Equação 6                           | 0.177625764 | 0.9260656 |
| Equação 7                           | 0.086033863 | 1.008431  |
| Equação 8                           | 0.506390733 | 0.7448938 |

Tabela 2: Equações de regionalização da  $Q_{90}$  utilizando a  $Peq_{750}$  como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |            |           |
|-------------------------------------|------------|-----------|
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 2.974892   | 0.6696459 |
| Equação 2                           | 2.216915   | 0.7099039 |
| Equação 3                           | 1.96437    | 0.7239983 |
| Equação 4                           | 7.190045   | 0.5448617 |
| Equação 5                           | 2.871908   | 0.6722577 |
| Equação 6                           | 1.06198    | 0.8355404 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.06556945 | 1.106924  |
| Equação 2                           | 0.0551045  | 1.127978  |
| Equação 3                           | 0.06437936 | 1.109154  |
| Equação 4                           | 0.06597363 | 1.106173  |
| Equação 5                           | 0.04245671 | 1.1591    |
| Equação 6                           | 0.0654378  | 1.107167  |
| Equação 7                           | 0.06602409 | 1.10608   |
| Equação 8                           | 0.06582634 | 1.106444  |
| Equação 9                           | 0.04247642 | 1.158695  |
| Equação 10                          | 0.06578912 | 1.106515  |
| Equação 11                          | 0.06525079 | 1.107513  |
| Equação 12                          | 0.06601396 | 1.106098  |
| Equação 13                          | 0.06601397 | 1.106098  |
| Equação 14                          | 0.06676988 | 1.10471   |
| Equação 15                          | 0.04479721 | 1.151443  |
| Equação 16                          | 0.066939   | 1.104517  |
| Equação 17                          | 0.06966309 | 1.099549  |
| Equação 18                          | 0.07886995 | 1.084523  |
| Equação 19                          | 0.08098672 | 1.085772  |
| Equação 20                          | 0.06975696 | 1.099389  |
| Equação 21                          | 0.13684285 | 1.006845  |
| Equação 22                          | 0.06882464 | 1.101021  |
| Equação 23                          | 0.06784691 | 1.10276   |
| Equação 24                          | 0.12494198 | 1.029535  |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.8066398  | 0.7903674 |
| Equação 2                           | 1.6694488  | 0.6844603 |
| Equação 3                           | 0.9212405  | 0.7703376 |
| Equação 4                           | 0.8497349  | 0.7825343 |
| Equação 5                           | 0.9077168  | 0.7725836 |
| Equação 6                           | 1.1014687  | 0.7453456 |
| Equação 7                           | 1.035928   | 0.7631301 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |            |           |
|-------------------------------------|------------|-----------|
| Equação 8                           | 0.7685392  | 0.7977337 |
| Equação 9                           | 0.3266626  | 0.9212447 |
| Equação 10                          | 0.6342635  | 0.8233867 |
| Equação 11                          | 4.1943553  | 0.5126072 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.9574489  | 0.750963  |
| Equação 2                           | 0.9511809  | 0.7516721 |
| Equação 3                           | 0.9618693  | 0.7504594 |
| Equação 4                           | 0.9917402  | 0.7471524 |
| Equação 5                           | 0.9456401  | 0.7523069 |
| Equação 6                           | 1.0335479  | 0.7426701 |
| Equação 7                           | 1.1053231  | 0.7354157 |
| Equação 8                           | 0.9372557  | 0.7532759 |
| Equação 9                           | 1.0087417  | 0.7453076 |
| Equação 10                          | 1.0546732  | 0.7404968 |
| Equação 11                          | 0.7997497  | 0.7704373 |
| Equação 12                          | 0.796323   | 0.770897  |
| Equação 13                          | 0.9803455  | 0.7484031 |
| Equação 14                          | 0.5892222  | 0.8032467 |
| Equação 15                          | 0.9557094  | 0.7511568 |
| Equação 16                          | 0.9519449  | 0.7515852 |
| Equação 17                          | 0.9422404  | 0.752699  |
| Equação 18                          | 0.9330531  | 0.7537606 |
| Equação 19                          | 1.0392633  | 0.7420736 |
| Equação 20                          | 0.9603859  | 0.7506253 |
| Equação 21                          | 0.9097363  | 0.754141  |
| Equação 22                          | 0.9501901  | 0.7517851 |
| Equação 23                          | 0.95292    | 0.7514735 |
| Equação 24                          | 0.9604284  | 0.7506226 |
| Equação 25                          | 0.8764309  | 0.7639383 |
| Equação 26                          | 0.9481258  | 0.7518088 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.32802883 | 0.9093237 |
| Equação 2                           | 0.01599015 | 1.3834206 |
| Equação 3                           | 0.11408952 | 1.0582152 |
| Equação 4                           | 0.13950154 | 1.0298291 |
| Equação 5                           | 0.15432659 | 1.0155984 |
| Equação 6                           | 0.13324952 | 1.0363127 |
| Equação 7                           | 0.04445893 | 1.1778461 |
| Equação 8                           | 0.50079706 | 0.8040162 |

Tabela 3: Equações de regionalização da  $Q_{90}$  utilizando a Area de drenagem como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.2754359   | 0.6552892 |
| Equação 2                           | 0.1513218   | 0.7098641 |
| Equação 3                           | 0.1421837   | 0.7137531 |
| Equação 4                           | 1.2190454   | 0.5173312 |
| Equação 5                           | 0.2663657   | 0.6569326 |
| Equação 6                           | 0.0587194   | 0.8120985 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.000978762 | 1.1087151 |
| Equação 2                           | 0.000751306 | 1.1308431 |
| Equação 3                           | 0.000951659 | 1.1111074 |
| Equação 4                           | 0.0009881   | 1.1079156 |
| Equação 5                           | 0.000483196 | 1.1674521 |
| Equação 6                           | 0.000980005 | 1.1086069 |
| Equação 7                           | 0.000988983 | 1.1078405 |
| Equação 8                           | 0.000990924 | 1.1076763 |
| Equação 9                           | 0.000481633 | 1.1674626 |
| Equação 10                          | 0.0009835   | 1.1083086 |
| Equação 11                          | 0.000981772 | 1.1084551 |
| Equação 12                          | 0.0009883   | 1.1078987 |
| Equação 13                          | 0.000988299 | 1.1078986 |
| Equação 14                          | 0.001008023 | 1.1062378 |
| Equação 15                          | 0.000549317 | 1.1559114 |
| Equação 16                          | 0.001089989 | 1.1000522 |
| Equação 17                          | 0.00106549  | 1.1015842 |
| Equação 18                          | 0.001306391 | 1.0845316 |
| Equação 19                          | 0.001399587 | 1.082438  |
| Equação 20                          | 0.001082044 | 1.1002946 |
| Equação 21                          | 0.004195812 | 0.9766122 |
| Equação 22                          | 0.001053223 | 1.1025555 |
| Equação 23                          | 0.001032942 | 1.1041867 |
| Equação 24                          | 0.002213969 | 1.0407184 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.25389455  | 0.5926391 |
| Equação 2                           | 0.38367987  | 0.5583009 |
| Equação 3                           | 0.24195296  | 0.597106  |
| Equação 4                           | 0.24219726  | 0.5970714 |
| Equação 5                           | 0.21286755  | 0.6092843 |
| Equação 6                           | 0.24576914  | 0.5992679 |
| Equação 7                           | 0.13479234  | 0.6627598 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Equação 8                           | 0.16191281  | 0.6352868 |
| Equação 9                           | 0.01400648  | 0.8630229 |
| Equação 10                          | 0.0678356   | 0.7145061 |
| Equação 11                          | 1.55420918  | 0.3978582 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.05950876  | 0.7472837 |
| Equação 2                           | 0.05640714  | 0.7514627 |
| Equação 3                           | 0.05739411  | 0.7501053 |
| Equação 4                           | 0.06076074  | 0.7456561 |
| Equação 5                           | 0.05607295  | 0.7519279 |
| Equação 6                           | 0.06427173  | 0.741261  |
| Equação 7                           | 0.07179885  | 0.7326289 |
| Equação 8                           | 0.05523012  | 0.7531152 |
| Equação 9                           | 0.06223263  | 0.7437853 |
| Equação 10                          | 0.06668512  | 0.7383991 |
| Equação 11                          | 0.04355196  | 0.7716502 |
| Equação 12                          | 0.04296993  | 0.7726962 |
| Equação 13                          | 0.0587499   | 0.7482846 |
| Equação 14                          | 0.02759976  | 0.8070523 |
| Equação 15                          | 0.0564895   | 0.7513488 |
| Equação 16                          | 0.05674816  | 0.7509911 |
| Equação 17                          | 0.05541614  | 0.7528512 |
| Equação 18                          | 0.05460983  | 0.7539959 |
| Equação 19                          | 0.06105617  | 0.7452684 |
| Equação 20                          | 0.05663865  | 0.7511415 |
| Equação 21                          | 0.05457064  | 0.7520145 |
| Equação 22                          | 0.05615673  | 0.751811  |
| Equação 23                          | 0.05628902  | 0.7516268 |
| Equação 24                          | 0.05668692  | 0.751076  |
| Equação 25                          | 0.04885024  | 0.7656743 |
| Equação 26                          | 0.05669441  | 0.7507518 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.158036835 | 0.6707242 |
| Equação 2                           | 0.0001371   | 1.3920988 |
| Equação 3                           | 0.043179928 | 0.7942644 |
| Equação 4                           | 0.058273061 | 0.7655419 |
| Equação 5                           | 0.064633968 | 0.7557174 |
| Equação 6                           | 0.045261603 | 0.7897621 |
| Equação 7                           | 0.024570039 | 0.8374551 |
| Equação 8                           | 0.1381279   | 0.6472083 |

Tabela 4: Equações de regionalização da  $Q_{95}$  utilizando a  $Peq$  como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |            |           |
|-------------------------------------|------------|-----------|
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 1.9032573  | 0.6611854 |
| Equação 2                           | 1.2834632  | 0.7106662 |
| Equação 3                           | 1.1852872  | 0.7182981 |
| Equação 4                           | 5.2729384  | 0.5297155 |
| Equação 5                           | 1.8296757  | 0.6641602 |
| Equação 6                           | 0.6176248  | 0.8252459 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.02548814 | 1.1187126 |
| Equação 2                           | 0.02085231 | 1.1411907 |
| Equação 3                           | 0.02495568 | 1.1210885 |
| Equação 4                           | 0.02566391 | 1.1179366 |
| Equação 5                           | 0.01500644 | 1.1775905 |
| Equação 6                           | 0.02548078 | 1.118743  |
| Equação 7                           | 0.02568451 | 1.1178461 |
| Equação 8                           | 0.02564383 | 1.1180245 |
| Equação 9                           | 0.01494471 | 1.1777063 |
| Equação 10                          | 0.02557968 | 1.1183078 |
| Equação 11                          | 0.02548367 | 1.1187293 |
| Equação 12                          | 0.02567437 | 1.1178907 |
| Equação 13                          | 0.02567429 | 1.1178909 |
| Equação 14                          | 0.0260355  | 1.1163171 |
| Equação 15                          | 0.01617403 | 1.1680921 |
| Equação 16                          | 0.02743617 | 1.1108651 |
| Equação 17                          | 0.0271582  | 1.1115701 |
| Equação 18                          | 0.0315178  | 1.0949018 |
| Equação 19                          | 0.03373581 | 1.092098  |
| Equação 20                          | 0.02732776 | 1.1108748 |
| Equação 21                          | 0.07425321 | 0.9852395 |
| Equação 22                          | 0.02688742 | 1.112696  |
| Equação 23                          | 0.02647115 | 1.1144491 |
| Equação 24                          | 0.04952076 | 1.0448357 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.8647196  | 0.6827338 |
| Equação 2                           | 1.543153   | 0.6099901 |
| Equação 3                           | 0.8996258  | 0.6773638 |
| Equação 4                           | 0.8651047  | 0.6826724 |
| Equação 5                           | 0.8542676  | 0.6843784 |
| Equação 6                           | 1.0533887  | 0.659843  |
| Equação 7                           | 0.7654929  | 0.7119858 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Equação 8                           | 0.6984934   | 0.711604  |
| Equação 9                           | 0.1510151   | 0.9121044 |
| Equação 10                          | 0.4265027   | 0.7739591 |
| Equação 11                          | 4.1089103   | 0.4420625 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.582134    | 0.7401467 |
| Equação 2                           | 0.5685651   | 0.7425397 |
| Equação 3                           | 0.5764059   | 0.7411456 |
| Equação 4                           | 0.602891    | 0.7365885 |
| Equação 5                           | 0.5650566   | 0.7431705 |
| Equação 6                           | 0.6249246   | 0.7329331 |
| Equação 7                           | 0.6745668   | 0.7251912 |
| Equação 8                           | 0.5590378   | 0.7442633 |
| Equação 9                           | 0.6086101   | 0.7356269 |
| Equação 10                          | 0.6399056   | 0.7305482 |
| Equação 11                          | 0.4672236   | 0.7624586 |
| Equação 12                          | 0.4625315   | 0.7634772 |
| Equação 13                          | 0.5888818   | 0.7389755 |
| Equação 14                          | 0.333076    | 0.7965331 |
| Equação 15                          | 0.5701365   | 0.7422592 |
| Equação 16                          | 0.5698858   | 0.7423037 |
| Equação 17                          | 0.5612649   | 0.7438574 |
| Equação 18                          | 0.5548325   | 0.7450281 |
| Equação 19                          | 0.6151715   | 0.7345292 |
| Equação 20                          | 0.5723004   | 0.7418719 |
| Equação 21                          | 0.5451226   | 0.7439166 |
| Equação 22                          | 0.5671038   | 0.7428017 |
| Equação 23                          | 0.5686053   | 0.7425324 |
| Equação 24                          | 0.5728034   | 0.7417844 |
| Equação 25                          | 0.5109006   | 0.7574549 |
| Equação 26                          | 0.5671792   | 0.7425206 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.432694423 | 0.7904169 |
| Equação 2                           | 0.006297251 | 1.4007369 |
| Equação 3                           | 0.143607042 | 0.934983  |
| Equação 4                           | 0.185656468 | 0.9012037 |
| Equação 5                           | 0.207646498 | 0.8865628 |
| Equação 6                           | 0.162360883 | 0.9188624 |
| Equação 7                           | 0.076735967 | 1.0034867 |
| Equação 8                           | 0.503355178 | 0.7220786 |

Tabela 5: Equações de regionalização da  $Q_{95}$  utilizando a  $Peq_{750}$  como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |            |           |
|-------------------------------------|------------|-----------|
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 2.8573321  | 0.6660981 |
| Equação 2                           | 2.0580397  | 0.7110565 |
| Equação 3                           | 1.8636694  | 0.7221608 |
| Equação 4                           | 6.8965576  | 0.5415246 |
| Equação 5                           | 2.7233083  | 0.6704778 |
| Equação 6                           | 0.9895657  | 0.8367103 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.04970656 | 1.128402  |
| Equação 2                           | 0.04116398 | 1.1512275 |
| Equação 3                           | 0.04874236 | 1.1307854 |
| Equação 4                           | 0.05001749 | 1.1276406 |
| Equação 5                           | 0.03039395 | 1.187462  |
| Equação 6                           | 0.04964368 | 1.128554  |
| Equação 7                           | 0.05005824 | 1.1275411 |
| Equação 8                           | 0.04985411 | 1.1280377 |
| Equação 9                           | 0.03024244 | 1.187696  |
| Equação 10                          | 0.04987189 | 1.1279965 |
| Equação 11                          | 0.04959775 | 1.1286654 |
| Equação 12                          | 0.05004544 | 1.1275724 |
| Equação 13                          | 0.05004545 | 1.1275724 |
| Equação 14                          | 0.05066149 | 1.1260816 |
| Equação 15                          | 0.03200796 | 1.179975  |
| Equação 16                          | 0.05283234 | 1.1213892 |
| Equação 17                          | 0.05271641 | 1.1212475 |
| Equação 18                          | 0.06031764 | 1.1049436 |
| Equação 19                          | 0.06474158 | 1.1014685 |
| Equação 20                          | 0.05278454 | 1.1210942 |
| Equação 21                          | 0.13426923 | 0.9932983 |
| Equação 22                          | 0.05216679 | 1.1225207 |
| Equação 23                          | 0.05137647 | 1.1243755 |
| Equação 24                          | 0.09640696 | 1.0488576 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.8014195  | 0.7816947 |
| Equação 2                           | 1.6737271  | 0.6746189 |
| Equação 3                           | 0.9004971  | 0.7641105 |
| Equação 4                           | 0.8317885  | 0.776097  |
| Equação 5                           | 0.8885923  | 0.7661329 |
| Equação 6                           | 1.0965538  | 0.7365834 |
| Equação 7                           | 1.0161852  | 0.7573245 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |            |           |
|-------------------------------------|------------|-----------|
| Equação 8                           | 0.7395186  | 0.7938935 |
| Equação 9                           | 0.2797756  | 0.9343334 |
| Equação 10                          | 0.5970347  | 0.8225366 |
| Equação 11                          | 4.2227903  | 0.5006796 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.9668453  | 0.7342825 |
| Equação 2                           | 0.9583939  | 0.7352302 |
| Equação 3                           | 0.9710443  | 0.733807  |
| Equação 4                           | 1.0136635  | 0.729163  |
| Equação 5                           | 0.9515638  | 0.7360075 |
| Equação 6                           | 1.0423745  | 0.7261275 |
| Equação 7                           | 1.1122927  | 0.7191179 |
| Equação 8                           | 0.9427211  | 0.7370237 |
| Equação 9                           | 1.0154557  | 0.7289678 |
| Equação 10                          | 1.0619078  | 0.7241381 |
| Equação 11                          | 0.7984027  | 0.7549888 |
| Equação 12                          | 0.79101    | 0.7559891 |
| Equação 13                          | 0.9934634  | 0.7313415 |
| Equação 14                          | 0.5862939  | 0.788106  |
| Equação 15                          | 0.962225   | 0.7347977 |
| Equação 16                          | 0.9586336  | 0.7352035 |
| Equação 17                          | 0.9473294  | 0.736493  |
| Equação 18                          | 0.9367781  | 0.7377062 |
| Equação 19                          | 1.047403   | 0.7256074 |
| Equação 20                          | 0.9672208  | 0.7342336 |
| Equação 21                          | 0.9111622  | 0.7373882 |
| Equação 22                          | 0.9568485  | 0.7354053 |
| Equação 23                          | 0.9599253  | 0.7350565 |
| Equação 24                          | 0.9681181  | 0.7341354 |
| Equação 25                          | 0.8657091  | 0.7507269 |
| Equação 26                          | 0.9521959  | 0.7357706 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |            |           |
|                                     | a          | b         |
| Equação 1                           | 0.30915776 | 0.8975066 |
| Equação 2                           | 0.01183114 | 1.4093096 |
| Equação 3                           | 0.09267094 | 1.0673408 |
| Equação 4                           | 0.12600404 | 1.0239759 |
| Equação 5                           | 0.14260199 | 1.0065454 |
| Equação 6                           | 0.11817466 | 1.0330462 |
| Equação 7                           | 0.0363989  | 1.1849025 |
| Equação 8                           | 0.4936425  | 0.7808426 |

Tabela 6: Equações de regionalização da  $Q_{95}$  utilizando a Área de drenagem como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.2754359   | 0.6552892 |
| Equação 2                           | 0.1513218   | 0.7098641 |
| Equação 3                           | 0.1421837   | 0.7137531 |
| Equação 4                           | 1.2190454   | 0.5173312 |
| Equação 5                           | 0.2663657   | 0.6569326 |
| Equação 6                           | 0.0587194   | 0.8120985 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.000978762 | 1.1087151 |
| Equação 2                           | 0.000751306 | 1.1308431 |
| Equação 3                           | 0.000951659 | 1.1111074 |
| Equação 4                           | 0.0009881   | 1.1079156 |
| Equação 5                           | 0.000483196 | 1.1674521 |
| Equação 6                           | 0.000980005 | 1.1086069 |
| Equação 7                           | 0.000988983 | 1.1078405 |
| Equação 8                           | 0.000990924 | 1.1076763 |
| Equação 9                           | 0.000481633 | 1.1674626 |
| Equação 10                          | 0.0009835   | 1.1083086 |
| Equação 11                          | 0.000981772 | 1.1084551 |
| Equação 12                          | 0.0009883   | 1.1078987 |
| Equação 13                          | 0.000988299 | 1.1078986 |
| Equação 14                          | 0.001008023 | 1.1062378 |
| Equação 15                          | 0.000549317 | 1.1559114 |
| Equação 16                          | 0.001089989 | 1.1000522 |
| Equação 17                          | 0.00106549  | 1.1015842 |
| Equação 18                          | 0.001306391 | 1.0845316 |
| Equação 19                          | 0.001399587 | 1.082438  |
| Equação 20                          | 0.001082044 | 1.1002946 |
| Equação 21                          | 0.004195812 | 0.9766122 |
| Equação 22                          | 0.001053223 | 1.1025555 |
| Equação 23                          | 0.001032942 | 1.1041867 |
| Equação 24                          | 0.002213969 | 1.0407184 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.25389455  | 0.5926391 |
| Equação 2                           | 0.38367987  | 0.5583009 |
| Equação 3                           | 0.24195296  | 0.597106  |
| Equação 4                           | 0.24219726  | 0.5970714 |
| Equação 5                           | 0.21286755  | 0.6092843 |
| Equação 6                           | 0.24576914  | 0.5992679 |
| Equação 7                           | 0.13479234  | 0.6627598 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Equação 8                           | 0.16191281  | 0.6352868 |
| Equação 9                           | 0.01400648  | 0.8630229 |
| Equação 10                          | 0.0678356   | 0.7145061 |
| Equação 11                          | 1.55420918  | 0.3978582 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.05950876  | 0.7472837 |
| Equação 2                           | 0.05640714  | 0.7514627 |
| Equação 3                           | 0.05739411  | 0.7501053 |
| Equação 4                           | 0.06076074  | 0.7456561 |
| Equação 5                           | 0.05607295  | 0.7519279 |
| Equação 6                           | 0.06427173  | 0.741261  |
| Equação 7                           | 0.07179885  | 0.7326289 |
| Equação 8                           | 0.05523012  | 0.7531152 |
| Equação 9                           | 0.06223263  | 0.7437853 |
| Equação 10                          | 0.06668512  | 0.7383991 |
| Equação 11                          | 0.04355196  | 0.7716502 |
| Equação 12                          | 0.04296993  | 0.7726962 |
| Equação 13                          | 0.0587499   | 0.7482846 |
| Equação 14                          | 0.02759976  | 0.8070523 |
| Equação 15                          | 0.0564895   | 0.7513488 |
| Equação 16                          | 0.05674816  | 0.7509911 |
| Equação 17                          | 0.05541614  | 0.7528512 |
| Equação 18                          | 0.05460983  | 0.7539959 |
| Equação 19                          | 0.06105617  | 0.7452684 |
| Equação 20                          | 0.05663865  | 0.7511415 |
| Equação 21                          | 0.05457064  | 0.7520145 |
| Equação 22                          | 0.05615673  | 0.751811  |
| Equação 23                          | 0.05628902  | 0.7516268 |
| Equação 24                          | 0.05668692  | 0.751076  |
| Equação 25                          | 0.04885024  | 0.7656743 |
| Equação 26                          | 0.05669441  | 0.7507518 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.158036835 | 0.6707242 |
| Equação 2                           | 0.0001371   | 1.3920988 |
| Equação 3                           | 0.043179928 | 0.7942644 |
| Equação 4                           | 0.058273061 | 0.7655419 |
| Equação 5                           | 0.064633968 | 0.7557174 |
| Equação 6                           | 0.045261603 | 0.7897621 |
| Equação 7                           | 0.024570039 | 0.8374551 |
| Equação 8                           | 0.1381279   | 0.6472083 |

Tabela 7: Equações de regionalização da  $Q_{mid}$  utilizando a  $Peq$  como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 1.3304616 | 0.8230635 |
| Equação 2                           | 1.1069705 | 0.8464956 |
| Equação 3                           | 0.9743222 | 0.8618545 |
| Equação 4                           | 2.0677111 | 0.7663218 |
| Equação 5                           | 1.2059257 | 0.8336485 |
| Equação 6                           | 0.5618307 | 0.9458032 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 0.5761073 | 0.9206343 |
| Equação 2                           | 0.5487026 | 0.9261179 |
| Equação 3                           | 0.575487  | 0.9207565 |
| Equação 4                           | 0.5772885 | 0.9204008 |
| Equação 5                           | 0.5260603 | 0.93072   |
| Equação 6                           | 0.5769831 | 0.9204617 |
| Equação 7                           | 0.5763895 | 0.9205784 |
| Equação 8                           | 0.5803495 | 0.9198047 |
| Equação 9                           | 0.5142731 | 0.9330825 |
| Equação 10                          | 0.5773517 | 0.9203883 |
| Equação 11                          | 0.5865965 | 0.91859   |
| Equação 12                          | 0.5762656 | 0.920603  |
| Equação 13                          | 0.5763333 | 0.9205895 |
| Equação 14                          | 0.5820623 | 0.9194659 |
| Equação 15                          | 0.5225975 | 0.9308857 |
| Equação 16                          | 0.5649664 | 0.9225595 |
| Equação 17                          | 0.5973779 | 0.9165265 |
| Equação 18                          | 0.6452334 | 0.9078778 |
| Equação 19                          | 0.5898163 | 0.9194898 |
| Equação 20                          | 0.6146556 | 0.9133045 |
| Equação 21                          | 0.5718068 | 0.921591  |
| Equação 22                          | 0.5597016 | 0.9239079 |
| Equação 23                          | 0.590452  | 0.9178428 |
| Equação 24                          | 0.6237738 | 0.9118155 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 0.2801056 | 0.9858989 |
| Equação 2                           | 0.4947279 | 0.9122758 |
| Equação 3                           | 0.2961684 | 0.9784999 |
| Equação 4                           | 0.2858835 | 0.983194  |
| Equação 5                           | 0.2965988 | 0.9783074 |
| Equação 6                           | 0.3339546 | 0.9633412 |
| Equação 7                           | 0.3144176 | 0.9726682 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Equação 8                           | 0.2821652 | 0.9849486 |
| Equação 9                           | 0.1775068 | 1.0453233 |
| Equação 10                          | 0.2277209 | 1.0124712 |
| Equação 11                          | 1.0072225 | 0.8010709 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 0.2834358 | 1.0038882 |
| Equação 2                           | 0.2808464 | 1.0048211 |
| Equação 3                           | 0.2805049 | 1.0049448 |
| Equação 4                           | 0.2798746 | 1.0051734 |
| Equação 5                           | 0.2810692 | 1.0047405 |
| Equação 6                           | 0.2874145 | 1.002471  |
| Equação 7                           | 0.2985816 | 0.9985975 |
| Equação 8                           | 0.2802545 | 1.0050357 |
| Equação 9                           | 0.2856254 | 1.0031059 |
| Equação 10                          | 0.2918898 | 1.0009014 |
| Equação 11                          | 0.2691925 | 1.0091276 |
| Equação 12                          | 0.2691881 | 1.0091291 |
| Equação 13                          | 0.2780035 | 1.0058553 |
| Equação 14                          | 0.2392904 | 1.0210764 |
| Equação 15                          | 0.2808607 | 1.0048159 |
| Equação 16                          | 0.2817972 | 1.0044774 |
| Equação 17                          | 0.2792125 | 1.0054144 |
| Equação 18                          | 0.279163  | 1.0054322 |
| Equação 19                          | 0.2815325 | 1.004573  |
| Equação 20                          | 0.2814984 | 1.0045853 |
| Equação 21                          | 0.3002696 | 0.9984954 |
| Equação 22                          | 0.2808068 | 1.0048355 |
| Equação 23                          | 0.2807054 | 1.0048722 |
| Equação 24                          | 0.2784755 | 1.0056832 |
| Equação 25                          | 0.2682876 | 1.0102569 |
| Equação 26                          | 0.3199125 | 0.9901957 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 1.1386922 | 0.8262737 |
| Equação 2                           | 1.0205405 | 0.8399321 |
| Equação 3                           | 0.7240999 | 0.8859379 |
| Equação 4                           | 1.0745851 | 0.833849  |
| Equação 5                           | 0.9750904 | 0.8466917 |
| Equação 6                           | 0.9875283 | 0.8450201 |
| Equação 7                           | 1.0245793 | 0.841232  |
| Equação 8                           | 1.0088951 | 0.8415477 |

Tabela 8: Equações de regionalização da  $Q_{mid}$  utilizando a  $Peq_{750}$  como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 2.1953208 | 0.8296824 |
| Equação 2                           | 1.9422439 | 0.8468254 |
| Equação 3                           | 1.6693873 | 0.8669422 |
| Equação 4                           | 3.0395879 | 0.7838325 |
| Equação 5                           | 1.9757138 | 0.8420705 |
| Equação 6                           | 0.9633765 | 0.9587616 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 1.0077654 | 0.9274664 |
| Equação 2                           | 0.9613209 | 0.9332082 |
| Equação 3                           | 1.0087927 | 0.927341  |
| Equação 4                           | 1.0090759 | 0.927306  |
| Equação 5                           | 0.9298981 | 0.937107  |
| Equação 6                           | 1.0073442 | 0.9275175 |
| Equação 7                           | 1.0079888 | 0.927439  |
| Equação 8                           | 1.0114756 | 0.9270166 |
| Equação 9                           | 0.908604  | 0.9397247 |
| Equação 10                          | 1.009327  | 0.9272753 |
| Equação 11                          | 1.0215852 | 0.9257962 |
| Equação 12                          | 1.0080373 | 0.9274331 |
| Equação 13                          | 1.0081311 | 0.9274215 |
| Equação 14                          | 1.016579  | 0.9263956 |
| Equação 15                          | 0.9144443 | 0.9384819 |
| Equação 16                          | 0.9860889 | 0.9297713 |
| Equação 17                          | 1.0424021 | 0.9233236 |
| Equação 18                          | 1.1169629 | 0.9149385 |
| Equação 19                          | 1.0307277 | 0.9262738 |
| Equação 20                          | 1.0651572 | 0.9206826 |
| Equação 21                          | 0.9892652 | 0.93004   |
| Equação 22                          | 0.9799251 | 0.9309016 |
| Equação 23                          | 1.0286293 | 0.9249489 |
| Equação 24                          | 1.1159573 | 0.9152625 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 0.541783  | 1.0076868 |
| Equação 2                           | 0.7710395 | 0.9563371 |
| Equação 3                           | 0.5773939 | 0.9982231 |
| Equação 4                           | 0.5565201 | 1.0037007 |
| Equação 5                           | 0.5796611 | 0.9976386 |
| Equação 6                           | 0.5281027 | 1.0108185 |
| Equação 7                           | 0.5776183 | 0.9979565 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |           |           |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Equação 8                           | 0.5558937 | 1.0038799 |
| Equação 9                           | 0.5390931 | 1.0081094 |
| Equação 10                          | 0.6282612 | 0.9861447 |
| Equação 11                          | 0.8199525 | 0.9411464 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 0.6018501 | 0.9889201 |
| Equação 2                           | 0.6030603 | 0.9887023 |
| Equação 3                           | 0.6028788 | 0.988735  |
| Equação 4                           | 0.6046659 | 0.9884141 |
| Equação 5                           | 0.6031272 | 0.9886903 |
| Equação 6                           | 0.6158231 | 0.9864322 |
| Equação 7                           | 0.6344414 | 0.983205  |
| Equação 8                           | 0.6016775 | 0.9889513 |
| Equação 9                           | 0.6114347 | 0.9872075 |
| Equação 10                          | 0.6230265 | 0.9851727 |
| Equação 11                          | 0.5805529 | 0.9928234 |
| Equação 12                          | 0.5807099 | 0.9927939 |
| Equação 13                          | 0.6015364 | 0.9889765 |
| Equação 14                          | 0.5321016 | 1.0022496 |
| Equação 15                          | 0.6037559 | 0.9885773 |
| Equação 16                          | 0.6045068 | 0.9884425 |
| Equação 17                          | 0.6004765 | 0.9891679 |
| Equação 18                          | 0.6015314 | 0.9889774 |
| Equação 19                          | 0.6129279 | 0.9869431 |
| Equação 20                          | 0.6051252 | 0.9883316 |
| Equação 21                          | 0.6188206 | 0.9861051 |
| Equação 22                          | 0.6029489 | 0.9887224 |
| Equação 23                          | 0.6030139 | 0.9887107 |
| Equação 24                          | 0.5996034 | 0.9893257 |
| Equação 25                          | 0.5721388 | 0.9954357 |
| Equação 26                          | 0.6693515 | 0.9760774 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |           |           |
|                                     | a         | b         |
| Equação 1                           | 1.3042431 | 0.8670401 |
| Equação 2                           | 1.3348172 | 0.8607873 |
| Equação 3                           | 0.9215361 | 0.9161546 |
| Equação 4                           | 1.3107301 | 0.8662908 |
| Equação 5                           | 1.2241192 | 0.8759956 |
| Equação 6                           | 1.2086154 | 0.8777974 |
| Equação 7                           | 1.2584494 | 0.8734529 |
| Equação 8                           | 1.1553125 | 0.8854114 |

Tabela 9: Equações de regionalização da  $Q_{mid}$  utilizando a Área de drenagem como variável.

| Região Hidrologicamente Homogênea 1 |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.11994692  | 0.8158788 |
| Equação 2                           | 0.08639964  | 0.8460201 |
| Equação 3                           | 0.07656684  | 0.8564592 |
| Equação 4                           | 0.24962445  | 0.747998  |
| Equação 5                           | 0.10740148  | 0.8247607 |
| Equação 6                           | 0.03755169  | 0.9318039 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 2 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.03884786  | 0.9135776 |
| Equação 2                           | 0.03650238  | 0.9188063 |
| Equação 3                           | 0.03867739  | 0.9139495 |
| Equação 4                           | 0.03899477  | 0.9132576 |
| Equação 5                           | 0.03421024  | 0.9241439 |
| Equação 6                           | 0.03903943  | 0.9131618 |
| Equação 7                           | 0.03888896  | 0.9134879 |
| Equação 8                           | 0.03941901  | 0.9123478 |
| Equação 9                           | 0.03330797  | 0.9262472 |
| Equação 10                          | 0.03898976  | 0.9132685 |
| Equação 11                          | 0.03999077  | 0.9111307 |
| Equação 12                          | 0.0388619   | 0.913547  |
| Equação 13                          | 0.03886895  | 0.9135316 |
| Equação 14                          | 0.0394368   | 0.9123051 |
| Equação 15                          | 0.03447929  | 0.9230837 |
| Equação 16                          | 0.03805651  | 0.9151358 |
| Equação 17                          | 0.04076634  | 0.9095089 |
| Equação 18                          | 0.04534865  | 0.9005823 |
| Equação 19                          | 0.03990911  | 0.9124875 |
| Equação 20                          | 0.04267292  | 0.9056593 |
| Equação 21                          | 0.03919176  | 0.9127696 |
| Equação 22                          | 0.03744376  | 0.916685  |
| Equação 23                          | 0.04029435  | 0.9104882 |
| Equação 24                          | 0.04140735  | 0.9082708 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 3 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.019245265 | 0.9443357 |
| Equação 2                           | 0.050000557 | 0.8569358 |
| Equação 3                           | 0.019982766 | 0.9408152 |
| Equação 4                           | 0.019312622 | 0.9440112 |
| Equação 5                           | 0.019838428 | 0.9414964 |
| Equação 6                           | 0.028081171 | 0.9104463 |
| Equação 7                           | 0.020657632 | 0.9404715 |

*Continua*

*Continuação*

|                                     |             |           |
|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Equação 8                           | 0.018338521 | 0.948874  |
| Equação 9                           | 0.005397335 | 1.0623665 |
| Equação 10                          | 0.007770736 | 1.0281158 |
| Equação 11                          | 0.204503335 | 0.7080369 |
| Região Hidrologicamente Homogênea 4 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.011509656 | 1.022194  |
| Equação 2                           | 0.011149998 | 1.024675  |
| Equação 3                           | 0.011116815 | 1.024908  |
| Equação 4                           | 0.010985825 | 1.025834  |
| Equação 5                           | 0.01117196  | 1.024521  |
| Equação 6                           | 0.011496245 | 1.022285  |
| Equação 7                           | 0.01220056  | 1.017638  |
| Equação 8                           | 0.011124095 | 1.024857  |
| Equação 9                           | 0.011426629 | 1.022759  |
| Equação 10                          | 0.011781041 | 1.020373  |
| Equação 11                          | 0.010503197 | 1.029344  |
| Equação 12                          | 0.010496216 | 1.029396  |
| Equação 13                          | 0.010877123 | 1.026611  |
| Equação 14                          | 0.008590432 | 1.045039  |
| Equação 15                          | 0.01113423  | 1.024786  |
| Equação 16                          | 0.011210938 | 1.024249  |
| Equação 17                          | 0.011044148 | 1.025421  |
| Equação 18                          | 0.010997481 | 1.025751  |
| Equação 19                          | 0.010991691 | 1.025793  |
| Equação 20                          | 0.011170043 | 1.024534  |
| Equação 21                          | 0.012855923 | 1.014182  |
| Equação 22                          | 0.011151512 | 1.024664  |
| Equação 23                          | 0.011140375 | 1.024742  |
| Equação 24                          | 0.010998183 | 1.025747  |
| Equação 25                          | 0.010678988 | 1.028484  |
| Equação 26                          | 0.013676303 | 1.007507  |
| Região Hidrologicamente Homogênea 5 |             |           |
|                                     | a           | b         |
| Equação 1                           | 0.2225468   | 0.7586341 |
| Equação 2                           | 0.1372803   | 0.8066174 |
| Equação 3                           | 0.1049522   | 0.8307429 |
| Equação 4                           | 0.1815669   | 0.7780774 |
| Equação 5                           | 0.1534831   | 0.7942369 |
| Equação 6                           | 0.1609227   | 0.7896914 |
| Equação 7                           | 0.1666079   | 0.7869401 |
| Equação 8                           | 0.1761415   | 0.7789616 |