

**ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÃO PARA O
APRIMORAMENTO DO PROCESSO DE OUTORGA
NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

ESTUDO DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÃO PARA O APRIMORAMENTO DO
PROCESSO DE OUTORGA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Belo Horizonte

2012

Governador do Estado de Minas Gerais

Antônio Augusto Junho Anastásia

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD

Adriano Magalhães Chaves

Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM**Diretoria Geral**

Cleide Izabel Pedrosa de Melo - Diretora Geral

E-mail: dgigam@meioambiente.mg.gov.br

Coordenação da equipe do IGAM envolvida no projeto

Heitor Soares Moreira

E-mail: heitor.moreira@meioambiente.mg.gov.br

Jeane Dantas de Carvalho

E-mail: dpma.igam@meioambiente.mg.gov.br

Marília Carvalho de Melo

E-mail: subsecretariafiscalizacao@meioambiente.mg.gov.br

Equipe técnica do IGAM envolvida no projeto

Fernanda de Souza Braga

E-mail:fernanda.braga@meioambiente.mg.gov.br

Joselaine Aparecida Ribeiro Filgueiras

E-mail: joselaine.filgueiras@meioambiente.mg.gov.br

Marconi Rocha da Silveira

E-mail: marconi.silveira@meioambiente.mg.gov.br

Patrícia Gaspar Costa

E-mail: patricia.costa@meioambiente.mg.gov.br

Paulo Sérgio Souza Magalhães

E-mail: paulo.magalhaes@meioambiente.mg.gov.br

Thiago Figueiredo Santana

E-mail: thiago.santana@meioambiente.mg.gov.br

Equipe técnica convidada para o projeto

Aleksander Maduro França - Analista de Sistemas

Universidade Federal de Lavras – Lemaf/UFLA

Valentina Garcia Cardoso de Almeida - Analista Ambiental

Diretoria de Otimização de Processos – SEMAD

Consultoria técnica especializada para acompanhar e validar os trabalhos produzidos pela UFV

Sérgio Menin Teixeira de Souza – Sócio/Diretor da HIDROSISTEMAS - Engenharia de Recursos Hídricos Ltda.

Consultor contratado pelo IGAM

Coordenador Geral do Projeto

Fernando Falco Pruski – Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa – Coordenador do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos (GPRH – UFV).
E-mail: ffpruski@ufv.br

Coordenador Técnico

Luiz Henrique Nobre Bof

Equipe Técnica UFV envolvida no projeto

Aline de Araújo Nunes

Fernando Silva Rego

Isabela Lima Silva

Julliana Barbosa Sampaio

Luciano de Freitas Silvino

Marlon Fernandes de Souza

Pedro Lopes Pruski

Apoio Administrativo

Felicia Dantas Gonçalves

Ficha catalográfica elaborada pelo Núcleo de Documentação Ambiental do Sisema

E 82 Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais / Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos da UFV, Instituto Mineiro de Gestão das Águas. --- Belo Horizonte, 2012.

415p. ; il.

Vários colaboradores.

1. Hidrologia. 2. Disponibilidade hídrica. 3. Vazão - medição. 4. Outorga. 5. Bacia hidrográfica. 5. Fluviometria. I. Título. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos. III. Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

CDU: 556.535

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM

Cidade Administrativa - Edifício Minas
Rodovia Prefeito Américo Gianetti, s/n - 1º andar - CEP 31.630-900
www.igam.mg.gov.br

MENSAGEM DO SECRETÁRIO

Responsável pela preservação da quantidade e da qualidade das águas de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM tem como uma de suas atribuições a implementação dos instrumentos de gestão estabelecidos pela Política Estadual de Recursos Hídricos. Implantada desde 1998, a outorga do direito de uso das águas é um desses instrumentos mais importantes e para que possa ser aperfeiçoada, são necessárias atualizações e melhorias à base de dados.

Uma das informações essenciais para a concessão de outorga é a disponibilidade hídrica dos cursos de água, obtida pelo método de regionalização de vazões. Essa é uma técnica utilizada para suprir a carência de informações hidrológicas em locais com pouca ou nenhuma disponibilidade de dados. Com o lançamento do ***Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais***, o IGAM vem consolidar uma nova metodologia de regionalização de vazão em Minas visando o aperfeiçoamento da análise técnica de outorga referente à obtenção de informações por meio de estudos prévios e a geração de cálculo para disponibilidade hídrica de forma pré-processada.

O objetivo deste livro é desenvolver um sistema informatizado que forneça, para qualquer seção fluvial, as vazões características Q_{mld} , $Q_{7,10}$, Q_{90} e Q_{95} e a área de drenagem correspondente para todas as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Estado de Minas Gerais. Assim, a geração de dados de vazão regionalizada automatizada, bem como sua integração no sistema computacional de apoio à outorga, irá garantir a qualidade técnica e a otimização do tempo de análise dos processos de outorga. Parabéns a todos profissionais que trabalharam de forma integrada, uma vez que este livro constitui o esforço cooperativo do grupo de especialistas do IGAM, da equipe do Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (GPRH-UFV) e da equipe de validação envolvida.

Adriano Magalhães
Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

APRESENTAÇÃO

A regionalização de vazões é um método que visa conhecer a disponibilidade hídrica para todos os cursos de água presentes em uma bacia hidrográfica por meio da interpolação dos dados da rede fluviométrica existente. É uma técnica utilizada para suprir a carência de informações hidrológicas, em locais com pouca ou nenhuma disponibilidade de dados, sendo considerada uma ferramenta de suma importância no gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente, no que concerne à concessão de outorgas.

Há de se destacar as dificuldades encontradas no processo de obtenção das informações de disponibilidade hídrica necessárias para a concessão de outorgas em rios de dominialidade do Estado de Minas Gerais, além da disponibilidade de tempo requerido para a realização desta atividade.

Para subsidiar a análise técnica de outorgas, é fundamental conhecer as disponibilidades hídricas nas bacias hidrográficas, mas essas, quando disponíveis, ficam restritas aos locais onde existem as estações fluviométricas.

Assim, a espacialização e compatibilização das vazões regionalizadas para cada trecho de curso de água do Estado de Minas Gerais foi possível graças à realização de outro projeto desenvolvido quase concomitantemente: a base hidrográfica otocodificada. Essa base utiliza as escalas de 1:50.000 e 1:100.000, possibilitando a modelagem mais eficiente de sistemas computacionais especialistas de gestão de recursos hídricos, bem como, o intercâmbio de dados com outros estados brasileiros limítrofes de Minas Gerais e com a Agência Nacional de Águas (ANA).

Como bibliografia para determinação da vazão $Q_{7,10}$, o IGAM recomendava a metodologia de regionalização de vazões mínimas utilizada no trabalho realizado por Souza (1993) para a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA/MG.

O presente trabalho representa grande avanço para a gestão e planejamento das águas de Minas Gerais, por ser mais um passo na direção da consolidação de uma nova metodologia de regionalização de vazão para o aperfeiçoamento da concessão de outorga no Estado de Minas Gerais.

Nesse sentido, apresenta-se aqui, o resultado do trabalho desenvolvido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) e pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (GPRH-UFV).

Cleide Izabel Pedrosa de Melo
Diretora Geral do Instituto Mineiro de Gestão de Águas - IGAM

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	13
2 - CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	14
2.1 Bacia Hidrográfica do rio São Francisco:	15
2.2 Bacia Hidrográfica do rio Grande:	16
2.3 Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba:	16
2.4 Bacia Hidrográfica do rio Doce:	17
2.5 Bacia Hidrográfica do rio Jequitinhonha:	18
2.6 Bacia Hidrográfica do rio Pardo:	18
2.7 Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul:	18
2.8 Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba – Jaguari	19
2.9 Bacias Hidrográficas dos rios do Leste de MG	20
3. METODOLOGIA	21
3.1. VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES	22
3.1.1. VARIÁVEIS DEPENDENTES	22
3.1.2. VARIÁVEIS INDEPENDENTES	24
3.2. MODELOS DE REGRESSÃO ANALISADOS	26
3.3. CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DO MODELO DE REGIONALIZAÇÃO	27
3.4. ESPACIALIZAÇÃO DAS VAZÕES REGIONALIZADAS	27
3.5. PROPOSTA PARA MINIMIZAR O USO DA EXTRAPOLAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE REGIONALIZAÇÃO OBTIDAS	28
3.6. DADOS UTILIZADOS NO ESTUDO, SELEÇÃO DO PERÍODO BASE E PARTICULARIZAÇÕES REFERENTES À REGIONALIZAÇÃO	30
3.6.1. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO	30
3.6.2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE	38
3.6.3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA	44
3.6.4. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE	50
3.6.5. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA	56

3.6.6. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO	60
3.6.7. BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL	66
3.6.8. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA-JAGUARI	74
3.6.9. BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS DO LESTE	75
4. RESULTADOS	91
4.1. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO	91
4.1.1. UPGRHs SF1 E SF4	92
4.1.2. UPGRH – SF2.....	102
4.1.3. UPGRH – SF3.....	114
4.1.4. UPGRH – SF5.....	125
4.1.5. UPGRH – SF6.....	134
4.1.6. UPGRH – SF7.....	144
4.1.7. UPGRH – SF8.....	178
4.1.8. UPGRH – SF9.....	189
4.1.9. UPGRH – SF10	198
4.2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE.....	209
4.2.1. REGIÃO HIDROLOGIAMENTE HOMOGÊNEA 1	211
4.2.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNÊA 2.....	222
4.3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA	231
4.3.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNÊA Med1.....	234
4.3.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNÊA Med2.....	242
4.4. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE	252
4.4.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNÊA 1.....	255
4.4.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNÊA 2.....	263
4.4.3. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNÊA 3.....	272
4.4.4. PROPOSIÇÃO PRA MINIMIZAR O IMPACTO DA EXTRAPOLAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE VAZÃO EM CONDIÇÕES EM QUE ESTAS APRESENTAM TENDÊNCIA DE SUBESTIMATIVA	284
4.5. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA.....	290

4.5.1 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld}).....	291
4.5.2 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)	293
4.5.3 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})	295
4.5.4 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90}).....	297
4.6 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO.....	299
4.6.1. PRIMEIRA TENTATIVA.....	300
4.6.2. SEGUNDA TENTATIVA	309
4.6.3. TERCEIRA TENTATIVA.....	315
4.6.4. QUARTA TENTATIVA	316
4.7 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL.....	317
4.7.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 1.....	319
4.7.2 REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 2.....	331
4.8 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA-JAQUARI.....	343
4.8.1 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld}).....	345
4.8.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)	347
4.8.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})	349
4.8.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})	351
4.9 BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DO LESTE	353
4.9.1 BACIAS DO ITABAPOANA E ITAPEMIRIM	353
4.9.2 BACIA DO SÃO MATEUS	367
4.9.3 BACIA DO MUCURI	384
4.9.4 BACIAS DOS RIOS BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, PERUÍPE E ITAÚNAS	401
5. REFERÊNCIAS.....	415

1- INTRODUÇÃO

A regionalização hidrológica de vazões constitui um grande desafio para o Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos. O conhecimento das vazões exclusivamente nas seções onde é feito o monitoramento hidrológico é extremamente restritivo e impede um plano de gestão adequado e aplicável a toda a bacia hidrográfica.

Por outro lado, o preceito estatístico de que o uso das equações de regressão deve ficar restrito apenas à faixa de variação da variável independente utilizada, somada ao fato de que as estações fluviométricas são instaladas em seções para as quais já existe uma grande área de contribuição, acaba por restringir a utilização das equações de regionalização a uma parcela muito reduzida da hidrografia, uma vez que a maior parte da hidrografia apresenta áreas de drenagem inferiores à área de contribuição relativa às estações onde são medidas as vazões. Existe, entretanto, a tendência de utilização da regionalização de forma generalizada, sem um questionamento maior da qualidade de seus resultados, o que pode comprometer o processo de tomada de decisão no gerenciamento dos recursos hídricos, gerando problemas de gestão e conflitos.

Baseado nestes fatos, o Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (GPRH-UFV) tem dedicado especial atenção à busca de alternativas para reduzir os efeitos destes fatores, altamente restritivos ao conhecimento da disponibilidade hídrica ao longo da hidrografia.

Dentre estas proposições metodológicas podem ser citadas a utilização de variáveis físicas mais representativas do processo de formação de vazões, em especial das vazões mínimas e da vazão média de longa duração, e a imposição de restrição para a estimativa das vazões em regiões que envolvam a extrapolação das equações de regionalização de vazões.

A utilização de uma variável caracterizada neste trabalho como a precipitação menos a inércia hídrica está fundamentada no fato de que boa parte da precipitação que ocorre em uma bacia hidrográfica é transformada em evapotranspiração, não sendo, portanto, convertida em escoamento na hidrografia. Desta forma, apenas uma parte da precipitação vai constituir contribuição efetiva para a formação das vazões mínimas e média. Conforme se pode evidenciar pelos resultados obtidos neste trabalho, a utilização desta variável oportunizou, em muitas bacias hidrográficas, a obtenção de melhores ajustes para as equações de regionalização e, conseqüentemente, uma melhor representatividade para a estimativa das vazões.

Para minimizar os riscos associados à extrapolação das vazões para as regiões fora da amplitude de variação das variáveis independentes foi proposta a utilização de um processo de imposição de restrição, conforme o qual a vazão nestas regiões de extrapolação não ultrapasse um limite físico conhecido. No caso das vazões médias de longa duração o limite físico estabelecido foi o maior coeficiente de escoamento correspondente às estações fluviométricas utilizadas no estudo e, no caso das vazões mínimas, o limite de imposição constituiu a máxima vazão específica estimada nas estações fluviométricas consideradas no estudo.

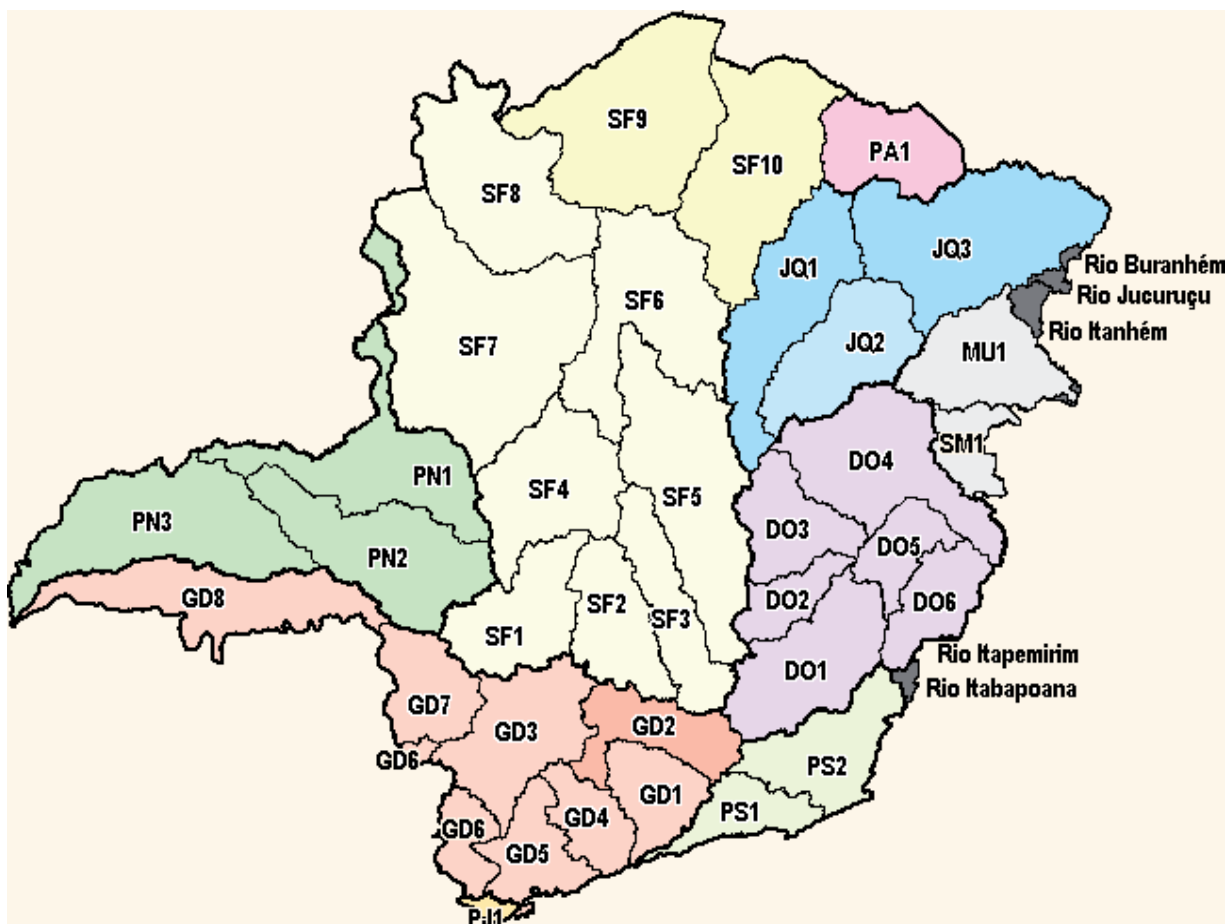
O procedimento adotado permite minimizar o risco de superestimativa das vazões para as regiões onde é feita a extrapolação, possibilitando, assim, uma gestão mais segura dos recursos hídricos.

Contudo, a geração de dados de vazão regionalizada, bem como sua integração no sistema computacional de apoio à outorga garante a qualidade técnica e a otimização do tempo de análise, por meio dos dados pré-processados.

2 - CARACTERIZAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

Com o objetivo de direcionar as ações relacionadas à aplicação da Política Estadual de Recursos Hídricos, foram identificadas e definidas unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos no Estado de Minas Gerais (UPGRH).

Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) é o espaço territorial mineiro formado por uma área hidrográfica, bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, assegurando-lhe uma identidade própria. Essas Unidades foram definidas com o objetivo de orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos, onde atuam os Comitês e são aplicados os instrumentos de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos e as ações e programas voltados para a manutenção e recuperação da qualidade e quantidade da água. O Estado de Minas Gerais encontra-se dividido atualmente em 36 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, conforme o mapa abaixo:



Mapa 01 – Divisão das Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos – UPGRHs.

2.1 Bacia Hidrográfica do rio São Francisco:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio São Francisco é dividida em dez Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), descritas abaixo:

SF1: Bacia Hidrográfica do Alto São Francisco

SF2: Bacia Hidrográfica do rio Pará

SF3: Bacia Hidrográfica do rio Paraopeba

SF4: Bacia Hidrográfica do Entorno da Represa de Três Marias

SF5: Bacia Hidrográfica do rio das Velhas

SF6: Bacia Hidrográfica dos rios Jequitá e Pacuí

SF7: Bacia Hidrográfica do rio Paracatu

SF8: Bacia Hidrográfica do rio Urucuia

SF9: Bacia Hidrográfica dos afluentes mineiros do médio São Francisco

SF10: Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande

A bacia hidrográfica do rio São Francisco tem grande importância para o país não apenas pelo volume de água transportado em uma região semi-árida, mas, também, pelo potencial hídrico passível de aproveitamento e por sua contribuição histórica e econômica para a região.

A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco abrange 639.219 km² de área de drenagem (aproximadamente 7,5% do país) e vazão média de 2.850 m³/s (aproximadamente 2% do total do país). O rio São Francisco tem, em média, 2.700 km de extensão e nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte passando pelos estados da Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para leste, chegando ao Oceano Atlântico na divisa entre Alagoas e Sergipe.

2.2 Bacia Hidrográfica do rio Grande:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Grande é dividida em oito Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), descritas abaixo:

GD1: Bacia Hidrográfica do Alto Rio Grande

GD2: Bacia Hidrográfica do rio das Mortes

GD3: Bacia Hidrográfica do Entorno do Reservatório de Furnas

GD4: Bacia Hidrográfica do Rio Verde

GD5: Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí

GD6: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Mogi Guaçu

GD7: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio Rio Grande

GD8: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande situa-se na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná que, em conjunto com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata. Abrange área de drenagem de, aproximadamente, 143.437,79 km², dos quais 39,80% encontram-se dentro do Estado de São Paulo e 60,20% no Estado de Minas Gerais.

No total, 393 municípios estão situados na bacia hidrográfica do Rio Grande, dos quais 214 situam-se na vertente mineira da Bacia e 179 na vertente paulista.

2.3 Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Paranaíba é dividida em três Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), descritas abaixo:

PN1: Bacia do Alto Paranaíba

PN2: Bacia do rio Araguari

PN3: Bacia dos afluentes do baixo Paranaíba

A Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba é a segunda maior unidade hidrográfica da Região Hidrográfica do Paraná, com 25,4% de sua área, que corresponde a uma área de drenagem de, aproximadamente, 222.767 Km², abrangendo parte dos estados de Goiás (65%), Minas Gerais (30%), Distrito Federal (3%) e do Mato Grosso do Sul (2%). A bacia do rio Paranaíba abrange 193 municípios distribuídos por quatro Unidades da Federação: Goiás (133 municípios), Minas Gerais (55 municípios), Mato Grosso do Sul (4 municípios) e o Distrito Federal.

O rio Paranaíba, cujas nascentes ocorrem no município de Rio Paranaíba, na Serra da Mata da Corda, percorre cerca de 1.160Km até sua foz, no encontro com o Rio Grande, desde a cota 1.100 até o nível 328, no lago da hidrelétrica de Ilha Solteira, barragem no rio Paraná, à jusante.

O regime hidrológico dos rios desta bacia é regulado pela estação das chuvas (entre outubro e março), bem demarcada nesta região do Brasil. Nos demais seis meses do ano as chuvas são rarefeitas.

2.4 Bacia Hidrográfica do rio Doce:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Doce é dividida em seis Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), descritas abaixo:

- DO1** – Bacia Hidrográfica do Rio Piranga;
- DO2** – Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba;
- DO3** – Bacia Hidrográfica do rio Santo Antônio;
- DO4** – Bacia Hidrográfica do rio Suaçuí;
- DO5** – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Caratinga;
- DO6** – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Manhuaçu.

A bacia hidrográfica do rio Doce está situada na região Sudeste do Brasil, entre os paralelos 18°45' e 21°15' sul e os meridianos 39°55' e 43°45' oeste, compreendendo uma área de drenagem de cerca de 83.400 km², dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao Estado do Espírito Santo. Limita-se ao sul com a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a oeste com a bacia do rio São Francisco e, em pequena extensão, com a do rio Grande. Ao norte, limita-se com a bacia dos rios Jequitinhonha e Mucuri e a noroeste com a bacia do rio São Mateus.

O rio Piranga nasce nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, limites oeste e sul da bacia, no município de Ressaquinha, em Minas Gerais e é considerado um dos principais

formadores do rio Doce, que recebe este nome quando do encontro do rio Piranga com o rio do Carmo que tem nascentes no município de Ouro Preto.

De maneira geral, as nascentes dos formadores do rio Doce estão em altitudes superiores a 1.000 m. Ao longo de seu curso, sobretudo a partir da cidade de São José do Goiabal, o rio Doce segue em altitudes inferiores a 300 m. Suas águas percorrem cerca de 853 km desde a nascente até o oceano Atlântico, no povoado de Regência, no Estado do Espírito Santo.

2.5 Bacia Hidrográfica do rio Jequitinhonha:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Jequitinhonha é dividida em três Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), descritas abaixo:

JQ1: Bacia do Alto Jequitinhonha

JQ2: Bacia do rio Araçuaí

JQ3: Bacia do Afluentes do Médio e Baixo Jequitinhonha

A bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha compreende uma área de 70.315 km², sendo que 66.319 km² situam-se em Minas Gerais, enquanto 3.996 km² pertencem à Bahia, representando 11,3% da área do estado mineiro e apenas 0,8% do baiano.

A bacia confronta ao sul com a bacia do Rio Doce, a oeste com a bacia do Rio São Francisco, ao norte com a bacia do Rio Pardo e ao leste com as bacias dos rios Mucuri, Itanhém, Jucuruçu e Buranhém, além do Oceano Atlântico.

2.6 Bacia Hidrográfica do rio Pardo:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Pardo corresponde a UPGRH **PA1**.

O rio Mosquito é um dos principais afluentes do rio Pardo e a sua bacia hidrográfica está inserida na mesorregião Norte de Minas, onde estão municípios como o de Salinas, por exemplo. Abrangendo um total de 11 sedes municipais e apresentando uma área de drenagem de 12.762 km², a bacia possui uma população estimada de 109.349 habitantes. O clima na bacia é considerado semi-úmido, com período seco durando entre quatro e cinco meses por ano.

2.7 Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul:

No estado de Minas Gerais a bacia do rio Paraíba do Sul em 02 Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRHs), descritas abaixo:

PS1: Bacia dos afluentes mineiros dos rios Preto e Paraibuna

PS2: Bacia dos afluentes mineiros dos rios Pomba e Muriaé

A Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul situa-se na região sudeste do Brasil. Ocupa área de aproximadamente 62.074 km², estendendo-se pelos estados de São Paulo (14.510 km²), Rio de Janeiro (26.851 km²) e Minas Gerais (20.713 km²), abrangendo 184 municípios - 88 em Minas Gerais, 57 no Estado do Rio e 39 no estado de São Paulo. A área da bacia corresponde a cerca de 0,7% da área do país e, aproximadamente, a 6% da região sudeste do Brasil. No Rio de Janeiro, a bacia abrange 63% da área total do estado; em São Paulo, 5% e em Minas Gerais, apenas 4%.

O vale do rio Paraíba do Sul distribui-se na direção leste-oeste entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, situando-se numa das poucas regiões do país de relevo muito acidentado, com colinas e montanhas de mais de 2.000 metros nos pontos mais elevados, e poucas áreas planas. A região é caracterizada por um clima predominantemente tropical quente e úmido, com variações determinadas pelas diferenças de altitude e entradas de ventos marinhos.

O rio Paraíba do Sul resulta da confluência, próximo ao município de Paraibuna, dos rios Paraibuna, cuja nascente é no município de Cunha, e Paraitinga, que nasce no município de Areias, ambos no estado de São Paulo, a 1.800 metros de altitude, percorrendo 1.150km até desaguar no Oceano Atlântico, no norte fluminense, na praia de Atafona no município de São João da Barra.

Os principais afluentes ao rio Paraíba do Sul são: Pela margem esquerda: rios Jaguari, Paraibuna (MG/RJ), Pirapetinga, Pomba e Muriaé. Pela margem direita: rios Una, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois Rios.

2.8 Bacia Hidrográfica do rio Piracicaba – Jaguari

Localizada ao extremo sul do Estado de Minas Gerais, a Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba/Jaguari (UPGRH **PJ1**) é composta pelos municípios de Extrema, Camanducaia, Toledo, Itapeva e Sapucaí-Mirim. Sua área de drenagem totaliza 1.366,00 km², porém, parte destes municípios têm suas áreas de drenagem assentadas em outras bacias hidrográficas, como é o caso de Camanducaia e Sapucaí-Mirim, onde 5,70% e 62,50%, respectivamente, de seus territórios estão fora da Bacia PJ.

A importância da região é ainda mais destacada em âmbito nacional quando consideramos que os cinco municípios pertencentes à bacia concentram as cabeceiras dos rios Jaguari e Atibaia, formadores do rio Piracicaba. Este último é afluente da margem direita do rio Tietê, fazendo parte da bacia do rio Paraná e cujo encontro com os rios Paraguai e

Uruguai em território argentino, formam a segunda maior bacia hidrográfica do planeta, a Bacia do Prata.

Outra característica singular da Bacia PJ é a sua ligação intrínseca com o Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de água de cerca de 60% da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

A Bacia PJ possui comportamento hidrológico bastante homogêneo e uma produção hídrica notável, expressada pela alta densidade de drenagem, típica desses ambientes serranos. Esta produção hídrica resulta de condicionantes climáticas favoráveis, balizadas pela posição geográfica e a relativa proximidade da costa Atlântica, em relação à circulação atmosférica regional.

2.9 Bacias Hidrográficas dos rios do Leste de MG

A região hidrográfica das Bacias do Leste encontra-se localizada entre as coordenadas de 16° 15' e 19° 07' de latitude Sul e 39° 00' e 42° 03' de longitude Oeste. Nessa região estão inseridos as bacias dos rios principais: Buranhém, Jucuruçu, Itanhém ou Alcobaça, Peruíbe, Mucuri e São Mateus. As referidas bacias confrontam ao norte e oeste com a bacia do rio Jequitinhonha, ao sul e sudeste com a bacia do rio Doce e a leste com o Oceano Atlântico. A área total das bacias em estudo é de aproximadamente 43.000 km², inseridos nos Estados de Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo, sendo que 53% desta área localiza-se no Estado de Minas Gerais.

O rio Mucuri é formado pela junção dos rios Mucuri do Sul e Mucuri do Norte, com nascentes nos municípios de Malacacheta e Ladainha respectivamente. Sua área total é 15.100 km², dos quais 95% pertencem ao Estado de Minas Gerais e 5% ao Estado da Bahia. Seus principais afluentes são os rios Todos os Santos (margem direita) e Pampã (margem esquerda).

O rio São Mateus é formado pela junção de seus braços norte e sul, com nascentes nos municípios de Itambacuri e Mendes Pimentel respectivamente. Sua área total de drenagem é de 14.055 km², dos quais 56% pertencem ao Estado do Espírito Santo e 15% ao Estado de Minas Gerais.

O rio Jucuruçu é formado pela junção de seus braços norte e sul, com nascente do braço norte no município de Felisburgo em Minas Gerais e nascente do braço sul no Estado da Bahia. Sua área total de drenagem é de 5.850 km², dos quais 85% pertencem ao Estado da Bahia e 15% ao estado de Minas Gerais.

O rio Itanhém ou Alcobaça, com nascente no município de Fronteira dos Vales e o rio Peruíbe com nascente no município de Nanuque, ambos em Minas Gerais, deságuam no Oceano Atlântico, nos municípios de Alcobaça e Caravelas respectivamente, na Bahia. A

área total de drenagem das duas bacias é de 6.193 km², dos quais 77% pertencem ao Estado da Bahia e 23% pertencem ao Estado de Minas Gerais.

O rio Buranhém, com nascente na divisa dos Estados de Minas Gerais e Bahia, deságua no Oceano Atlântico, no município de Porto Seguro, Bahia. Sua área total de drenagem é de 2.820 km² dos quais 88% pertencem ao Estado da Bahia e os restantes 12% ao Estado de Minas Gerais.

De acordo com Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) estabelecidas pela Deliberação Normativa do CERH/MG nº 06/2002 e suas alterações, essa região hidrográfica contém duas UPGRHs, quais sejam: MU1- Bacia hidrográfica do rio Mucuri e SM1 - Bacia hidrográfica do rio São Mateus.

Conforme estudos realizados a área de drenagem das Bacias do Leste em território mineiro corresponde a 22.968 km². A produção de água nestas bacias (vazões mínimas e médias) variam do sétimo lugar para a bacia do rio Buranhém ao décimo terceiro lugar para a bacia do rio São Mateus, e todas elas contribuem com 1,7% da vazão mínima (Q7,10) produzida no Estado.

3. METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado no presente estudo envolveu diferentes etapas, sendo que algumas destas foram comuns à regionalização de todas as bacias hidrológicas estudadas, razão pela qual são apresentadas de forma comum. Tais etapas envolveram:

- As variáveis dependentes e independentes analisadas;
- Os modelos de regressão analisados;
- Os critérios para a seleção do modelo de regionalização;
- A espacialização das vazões; e
- A proposta de minimizar o uso da extrapolação das equações de regionalização obtidas.

Os dados utilizados no estudo e a seleção do período base, entretanto, foram específicos para cada bacia hidrográfica, motivo pelo qual são apresentados de forma individual para cada bacia. Particularidades correspondentes a cada estudo também são apresentados de forma específica.

3.1. VARIÁVEIS DEPENDENTES E INDEPENDENTES

3.1.1. VARIÁVEIS DEPENDENTES

As variáveis dependentes utilizadas para a regionalização de vazões foram as vazões médias anuais de longa duração (Q_{mld}), as mínimas associadas à permanência de 95% (Q_{95}), de 90% (Q_{90}) e a vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), todas obtidas nas estações fluviométricas para as quais foi realizado o estudo.

Para obtenção das vazões médias e mínimas foi utilizado o programa SisCAH 1.0 - Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SOUSA et al, 2009), o qual foi desenvolvido pela rede de pesquisa 2 do SNIRH composta pelas seguintes instituições: Universidade Federal de Viçosa (instituição coordenadora), Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal do Espírito Santo, Escola de Engenharia de São Carlos e Instituto de Pesquisas Tecnológicas e supervisionada pela ANA. Antes do cálculo destas vazões foram descartados os anos da série histórica que apresentaram mais de 5% de falhas. O SisCAH 1.0 encontra-se disponível em www.ufv.br/dea/gprh.

O procedimento utilizado para a obtenção da curva de permanência segue os seguintes passos:

- seleção da série de dados de vazões diárias utilizada para a obtenção da curva;
- definição de 50 intervalos de classe das vazões diárias;
- subdivisão dos intervalos de classe com base na escala logarítmica;
- cálculo do intervalo de classe (ΔX) pela equação:

$$\Delta X = [\ln(Q_{m\acute{a}x}) - \ln(Q_{m\acute{i}n})] \quad (1)$$

em que: $Q_{m\acute{a}x}$ = vazão máxima da série; e $Q_{m\acute{i}n}$ = vazão mínima da série.

- cálculo dos limites dos intervalos, a partir de $Q_{m\acute{i}n}$, adicionando o intervalo calculado anteriormente, o que resulta na vazão do limite superior do intervalo i:

$$Q_{i+1} = \exp[\ln(Q_i) + \Delta X] \quad (2)$$

- determinação, com base nos dados de vazão da série histórica de cada estação fluviométrica, do número de vazões classificadas em cada intervalo;

- determinação da frequência (f_i) associada ao limite inferior de cada intervalo:

$$f_i = \frac{N_{q_i}}{NT} 100 \quad (3)$$

em que: N_{q_i} = número de vazões de cada intervalo; e NT = número total de vazões.

- obtenção da curva de permanência plotando-se na ordenada os limites inferiores dos intervalos de classe de vazão e na abscissa a frequência de ocorrência.

A Q_{95} e a Q_{90} foram obtidas pela interpolação dos limites dos intervalos de classes.

Para estimar a vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) foram utilizadas as distribuições de densidade de probabilidade Logpearson 3, Pearson 3, Normal, Lognormal 2 e Weibull.

Para tais distribuições a estimativa da magnitude de um evento com determinado período de retorno é dada pela equação:

$$M = \mu + k \sigma \quad (4)$$

em que: M = magnitude do evento para o período de retorno estabelecido; μ = média dos eventos; K = fator de frequência; e σ = desvio padrão dos eventos.

Para cada tipo de distribuição de densidade de probabilidade o fator de frequência foi calculado conforme Kite (1988).

Utilizando as distribuições de probabilidade foram estimadas as $Q_{7,10}$ em cada série histórica. Para isso, os dados de vazão utilizados foram as menores médias de sete dias consecutivos (Q_7) estimadas em cada ano. Adotando o período de retorno de 10 anos foi possível estimar, utilizando os valores de Q_7 de cada ano, a variável de interesse ($Q_{7,10}$).

Para a seleção da distribuição de densidade de probabilidade dentre as cinco analisadas, considerou-se aquela que apresentou uma menor amplitude do intervalo de confiança.

Esse procedimento foi realizado no SisCAH 1.0, que indica automaticamente a distribuição de probabilidade que apresenta o melhor ajuste estatístico.

Para a exclusão de estações fluviométricas com comportamento inconsistente utilizou-se um recurso da estatística descritiva que identifica *outliers* em uma distribuição de dados, o *Box Plot*, também chamado de *Box and Whisker Plot*. Barnett e Lewis (1995)

definem *outlier* como uma observação que parece ser inconsistente com o conjunto de dados remanescentes.

De acordo com Cunha et al. (2002), o *Box Plot* é uma excelente ferramenta, pois permite visualizar a locação, a dispersão, a simetria, os limites dos dados normais e os *outliers*, independentemente da forma da distribuição de um conjunto de dados.

O *Box Plot* é uma técnica estatística que utiliza a mediana e a amplitude interquartílica para analisar a dispersão dos dados. A identificação dos valores discrepantes do conjunto de dados é feita pelo cálculo dos limites inferior (Linf) e superior (Lsup) estimados pelas equações 5 e 6. Aqueles dados que se localizam fora do intervalo definido por esses limites, são chamados de *outliers* (MONTGOMERY e RUNGER, 2003)

$$\text{Linf} = Q1 - 1,5 (Q3-Q1) \quad (5)$$

$$\text{Lsup} = Q3 + 1,5 (Q3-Q1) \quad (6)$$

em que: Linf = limite inferior do *Box Plot* para identificação de *outliers*; Lsup = limite superior do *Box Plot* para identificação de *outliers*; Q1 = quartil 1; Q3 = quartil 3; e 1,5 = valor obtido por meio da comparação com uma distribuição normal.

Partindo do pressuposto que a hidrologia é uma ciência cercada por incertezas, a técnica do *Box Plot* pode identificar estações fluviométricas que contenham informações hidrológicas discrepantes em relação ao conjunto de dados da bacia em que elas se encontram.

3.1.2. VARIÁVEIS INDEPENDENTES

As variáveis independentes utilizadas no estudo representam as características físicas e climáticas da bacia.

A característica física da bacia utilizada no estudo foi a área de drenagem, a qual foi obtida na rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb). Outras variáveis de quantificação possível a partir da rede hidrográfica e de uso frequente em estudos de regionalização de vazões são o comprimento do rio principal e a densidade de drenagem, entretanto o uso destas variáveis foi descartado, uma vez que, considerando o processo de formação das vazões médias e mínimas, evidencia-se que estas variáveis têm pequena interferência em relação ao processo de geração destas vazões, além de acarretarem, em alguns casos, problemas de caráter operacional.

A variação da precipitação nas bacias se reflete diretamente no comportamento das vazões específicas. Assim sendo, considera-se que a inclusão da precipitação como variável explicativa das vazões pode representar uma melhoria do modelo de regionalização. Desta forma, a variável climática utilizada no estudo de regionalização foi a precipitação média de longa duração.

Utilizou-se, ao invés de área de drenagem e da precipitação, uma única variável, representada pela equação:

$$P_{eq} = \frac{P \cdot A}{k} \quad (7)$$

em que: P_{eq} = vazão equivalente ao volume precipitado, $m^3 s^{-1}$; e P = precipitação média anual na área de drenagem considerada, mm, A = área de drenagem, km^2 , e k = fator de conversão, o qual é igual a 31.536.

O uso de uma única variável, além de permitir uma representação bidimensional da relação entre as variáveis dependentes e independentes, também permitiu o ganho de um grau de liberdade na análise estatística.

Embora a precipitação média anual seja uma variável explicativa do processo de formação das vazões mínimas e médias, considera-se que esta não reflete efetivamente a contribuição para a formação destas vazões. Deste modo, Novaes (2005) propôs o conceito de inércia hídrica uma vez que para que ocorra o escoamento no leito do rio advindo da contribuição subterrânea é necessário que, primeiramente, a precipitação supra o déficit de água existente ao longo da zona de aeração, que é dependente das características do solo, da cobertura vegetal e da demanda evapotranspirométrica.

Cada bacia deve apresentar um valor de inércia hídrica, sendo este tanto maior quanto maiores forem a evapotranspiração da bacia, as capacidades de retenção de água no solo e da interceptação pela cobertura vegetal. Para a bacia do Paracatu Novaes (2005) estimou que, para precipitações médias anuais inferiores a 750 mm, a vazão deve se tornar nula no início do período de recessão. Desta forma, a utilização da variável que representa a inércia hídrica pode contribuir para o aperfeiçoamento dos modelos de regionalização de vazões. Para tanto, utilizou-se o valor de 750 mm, proposto por Novaes (2005).

Para a consideração da inércia hídrica foi subtraído um valor correspondente a 750 para cada pixel do mapa referente à precipitação média anual.

Assim como para a precipitação, para a consideração da precipitação menos a inércia hídrica de 750 mm também se utilizou uma única variável, representada pela equação:

$$P_{eq750} = \frac{(P - 750)A}{k} \quad (8)$$

em que P_{eq750} é a vazão equivalente ao volume precipitado considerando uma diminuição da inércia hídrica igual a 750 mm, $m^3 s^{-1}$.

Desta forma, as variáveis independentes utilizadas foram a área de drenagem (A), a vazão equivalente ao volume precipitado (P_{eq}) e a vazão equivalente ao volume precipitado considerando uma diminuição da inércia hídrica igual a 750 mm (P_{eq750}).

3.2. MODELOS DE REGRESSÃO ANALISADOS

No desenvolvimento do presente estudo foi utilizada a metodologia de regionalização de vazões denominada como método tradicional e fundamentada na análise do ajuste de diferentes modelos de regressão.

O procedimento empregado na utilização deste método envolve a definição prévia das regiões hidrologicamente homogêneas e, em um segundo momento, na obtenção das equações que permitem associar a vazão com variáveis topológicas e climáticas.

A análise de regressão permite estabelecer como as variações em uma ou mais variáveis independentes afetam a variação da variável dependente, sendo que os modelos de regressão analisados foram: linear, potencial, exponencial, logarítmico e recíproco (equações 9, 10, 11, 12 e 13 respectivamente).

$$Q_{lin} = a + b X \quad (9)$$

$$Q_{pot} = a X^b \quad (10)$$

$$Q_{exp} = a e^{bx} \quad (11)$$

$$Q_{log} = a + b \ln X \quad (12)$$

$$Q_{rec} = (a + bX)^{-1} \quad (13)$$

em que: Q_{lin} = vazão estimada pelo modelo linear, $m^3 s^{-1}$; Q_{pot} = vazão estimada pelo modelo potencial; Q_{exp} = vazão estimada pelo modelo exponencial; Q_{log} = vazão estimada pelo

modelo logarítmico; Q_{rec} = vazão estimada pelo modelo recíproco, $m^3 s^{-1}$; a e b = parâmetros de ajuste dos modelos, adimensionais; e X = variável explicativa.

Para a aplicação do método tradicional foi utilizado o software Sistema Computacional para a Regionalização de Vazões (SisCoRV 1.0), desenvolvido também pela rede de pesquisa 2 do SNIRH e disponível em www.ufv.br/dea/gprh.

3.3. CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DO MODELO DE REGIONALIZAÇÃO

Uma vez obtidas as equações de regionalização utilizando o Método Tradicional foi procedida a seleção da equação que conduz à condição mais representativa das vazões para a bacia. Para tal analisou-se os melhores ajustes estatísticos, com base no maior coeficiente de determinação (R^2), menor erro padrão e menores valores dos resíduos.

Com os resultados das vazões estimadas (Q_{mid} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$) pelo Método Tradicional para as estações fluviométricas e os valores das vazões estimadas com base nos dados observados para as mesmas seções foi avaliada a precisão das vazões estimadas pela análise do erro relativo percentual. O erro relativo entre o valor observado e o estimado foi calculado pela equação:

$$ER = \left(\frac{Q_{obs} - Q_{reg}}{Q_{obs}} \right) 100 \quad (14)$$

em que: ER = erro relativo, %; Q_{obs} = vazão estimada com base nos dados observados na estação fluviométrica, $m^3 s^{-1}$; e Q_{reg} = vazão estimada pelo modelo de regionalização, $m^3 s^{-1}$.

3.4. ESPACIALIZAÇÃO DAS VAZÕES REGIONALIZADAS

Para a representação espacial das variáveis hidrológicas analisadas houve a necessidade de inserção das variáveis independentes (P_{eq} e P_{eq750}) no banco de dados da Base Hidrográfica Topologicamente Consistente Ottocodificada do Estado de Minas Gerais (BHTCOMG) para posterior cálculo das vazões em cada trecho da hidrografia.

A entrada destas variáveis independentes foi realizada por meio de um sistema de informações geográficas com o qual se obteve o volume precipitado em cada ottobacia pelo cruzamento do mapa referente à precipitação com o mapa de ottobacias. Este mapa de

ottobacias consiste no traçado dos limites das bacias de contribuição associadas a cada trecho de curso de água, contendo para cada delimitação do trecho o seu respectivo código Otto Pfafstetter (ANA, 2006). Posteriormente acumulou-se as precipitações equivalentes de contribuição de cada trecho, para que a precipitação equivalente fosse representativa de toda área de drenagem a montante de cada trecho contemplado na BHTCOMG.

Como os códigos Otto Pfafstetter do mapa de ottobacias são os mesmos da base hidrográfica foi possível a transferência das informações geradas para a base, sendo criados mais dois novos campos na tabela de atributos da base, correspondentes ao P_{eq} e à P_{eq750} . Visto que a tabela de atributos da base contém um campo com a informação referente à área de drenagem a montante de cada trecho, todas as informações relativas às variáveis independentes para cada trecho foram disponibilizadas para a estimativa das vazões.

No cálculo das vazões nos trechos selecionou-se, por meio do código Otto Pfafstetter, em um sistema de informação geográfica, os trechos de uma região ou rio que possuíssem a mesma equação. Em seguida foi estimada a vazão no local selecionado através de um aplicativo que permite a inserção da equação em função de um campo da tabela de atributos referente à variável independente utilizada.

3.5. PROPOSTA PARA MINIMIZAR O USO DA EXTRAPOLAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE REGIONALIZAÇÃO OBTIDAS

Segundo Tucci (2002) a regionalização de vazões não é um método seguro para a extrapolação hidrológica, devido à variabilidade das escalas dos processos hidrológicos, ou seja, o comportamento hidrológico de pequenas bacias pode ser muito diferente das bacias maiores.

O autor ressalta que a falta generalizada de dados hidrológicos para pequenas bacias no Brasil não pode ser suprida pela regionalização. Existe, entretanto, a tendência de utilização da regionalização de forma generalizada sem um questionamento maior da qualidade de seus resultados, o que pode comprometer o processo de tomada de decisão no gerenciamento dos recursos hídricos, gerando conflitos.

Visando uma análise mais criteriosa do comportamento físico das vazões obtidas pelos modelos de regionalização aplicados utilizou-se o coeficiente de escoamento para a análise das vazões médias de longa duração e a vazão específica para a análise das vazões mínimas, conforme proposto por Rodriguez (2008).

O coeficiente de escoamento superficial caracteriza a relação entre o volume que escoou na seção de deságue considerada e o volume total precipitado na área de drenagem, sendo este obtido pela equação:

$$CE = \frac{V_{T(\text{escoado})}}{V_{T(\text{precipitado})}} \quad (15)$$

em que: CE = coeficiente de escoamento superficial, adimensional; $V_{T(\text{escoado})}$ = volume médio anual que escoou na seção de deságue, m^3 ; e $V_{T(\text{precipitado})}$ = volume médio anual que precipita na área de drenagem, m^3 .

O volume que escoou na seção de deságue foi calculado pelo produto da vazão média de longa duração, em $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$, e do número de segundos existentes no ano.

Para uma maior representatividade do comportamento destes indicadores foram gerados mapas da vazão específica e do coeficiente de escoamento ao longo da hidrografia da bacia.

Considerando que o coeficiente de escoamento apresenta uma faixa de variação que em geral é de zero a um, e que as equações de regionalização tendem normalmente a apresentar uma grande amplitude de variação destes valores nas regiões de montante em que a extrapolação é feita, procedeu-se a análise do coeficiente de escoamento ao longo de toda a hidrografia a fim de impor um limite para a extrapolação destas equações referentes à vazão média de longa duração.

Portanto, considerou-se um determinado valor de coeficiente de escoamento superficial para cada região como um limitador para as estimativas das vazões médias, sendo este valor limite obtido pelos dados observados nas estações fluviométricas.

Desta forma, caso o coeficiente de escoamento estimado no trecho da base hidrográfica fosse maior que o valor limite, a vazão média de longa duração era estimada pela equação:

$$Q_{\text{mld_ajust}} = CE_{\text{lim}} P_{\text{eq}} \quad (16)$$

em que: $Q_{\text{mld_ajust}}$ = vazão média de longa duração ajustada com base no coeficiente de escoamento limite, $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; e CE_{lim} = coeficiente de escoamento utilizado como limite para a extrapolação da equação de regionalização, adimensional.

Considerou-se como valor limite do coeficiente de escoamento superficial o maior valor evidenciado nas estações fluviométricas na região homogênea correspondente.

Procedimento similar foi utilizado para as vazões mínimas, entretanto tendo como variável de análise a vazão específica mínima (q_{95} , q_{90} ou $q_{7,10}$). Portanto, se a vazão específica mínima estimada pela equação de regionalização no trecho fosse maior que o valor de vazão específica selecionado para a área, a vazão mínima em questão (Q_{95} , Q_{90} ou $Q_{7,10}$) era estimada pela equação:

$$Q_{\text{mín_ajust}} = A q_{\text{mín_lim}} \quad (17)$$

em que: $Q_{\text{mín_ajust}}$ = vazão mínima (Q_{95} , Q_{90} ou $Q_{7,10}$) ajustada com base na vazão específica limite, $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$; $q_{\text{mín_lim}}$ = vazão específica mínima (q_{95} , q_{90} ou $q_{7,10}$) utilizada como limite para a extrapolação da equação de regionalização, $\text{m}^3 \text{s}^{-1} \text{km}^{-2}$; e A = área de drenagem à montante, km^2 .

Embora se reconheça a tendência da grande amplitude de variação da vazão específica para pequenas áreas de drenagem, considera-se que a utilização do critério proposto permite minimizar o risco de estimativa das vazões para as regiões onde é feita a extrapolação.

Para a visualização espacial da ocorrência dos valores de coeficiente de escoamento superficial ou vazões específicas mínimas superiores ao maior valor selecionado dos respectivos indicadores foram gerados mapas representando, em cores diferentes, as áreas que necessitaram de ajuste e as áreas em que estes indicadores encontravam-se dentro do limite especificado.

3.6. DADOS UTILIZADOS NO ESTUDO, SELEÇÃO DO PERÍODO BASE E PARTICULARIZAÇÕES REFERENTES À REGIONALIZAÇÃO

3.6.1. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

No estudo foram analisados os dados consistidos de 145 estações pluviométricas e 91 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido os dados fluviométricos adquiridos em 2 de março e os pluviométricos em 15 de maio de 2010.

Na Figura 1 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 1 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1968 a 2005.

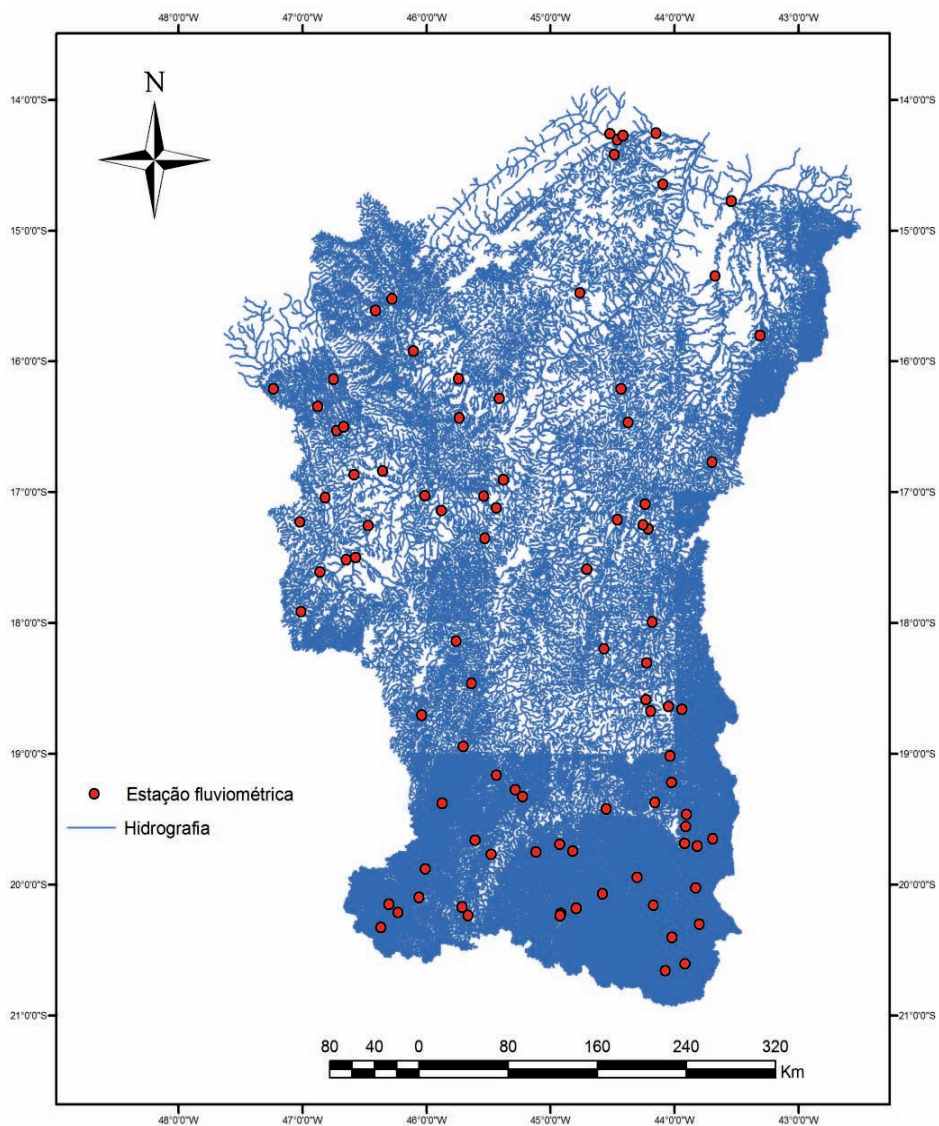


Figura 1 – Mapa representativo das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 1 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
40025000	VARGEM BONITA	-20,3272222	-46,366111	301
40032000	FAZENDA SAMBURÁ	-20,1508333	-46,303333	754
40037000	FAZENDA DA BARRA	-20,2155556	-46,232222	757
40040000	FAZENDA AJUDAS	-20,0958333	-46,064167	244
40050000	IGUATAMA	-20,17	-45,715833	5560
40053000	CALCIOLÂNDIA	-20,2369444	-45,660556	295
40060001	TAPIRAÍ - JUSANTE	-19,8880556	-46,018056	569
40070000	PONTE DO CHUMBO	-19,7761111	-45,479167	10000
40080000	TAQUARAL	-19,6705556	-45,61	650

40100000	PORTO DAS ANDORINHAS	-19,2786111	-45,285833	14000
40150000	CARMO DO CAJURU	-20,1811111	-44,793889	2500
40170000	MARILÂNDIA (PONTE BR-494)	-20,2161111	-44,918333	1040
40185000	PARI	-20,2358333	-44,9275	1849

Continua...

Tabela 1 – Cont.

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
40269900	ITAÚNA - MONTANTE	-20,0663889	-44,581389	338
40300001	JAGUARUNA - JUSANTE	-19,7436111	-44,818333	1560
40330000	VELHO DA TAIPA	-19,6938889	-44,930833	7330
40400000	ESTAÇÃO ALVARO DA SILVEIRA	-19,7530556	-45,1175	1820
40500000	MARTINHO CAMPOS	-19,3316667	-45,221389	769
40530000	ABAETÉ	-19,1627778	-45,441944	471
40549998	SÃO BRÁS DO SUAÇUI - MONTANTE	-20,6038889	-43,908611	462
40680000	ENTRE RIOS DE MINAS	-20,6602778	-44,071944	487
40710000	BELO VALE	-20,4080556	-44,021111	2770
40740000	ALBERTO FLORES	-20,1569444	-44,166667	4120
40800001	PONTE NOVA DO PARAPEBA	-19,9488889	-44,305278	5690
40850000	PONTE DA TAQUARA	-19,4230556	-44,547778	8750
40930000	BARRA DO FUNCHAL	-19,3788889	-45,869444	897
40960000	FAZENDA BOM JARDIM	-18,95	-45,7	1730
40975000	FAZENDA SÃO FÉLIX	-18,4672222	-45,645833	970
41050000	MAJOR PORTO	-18,7063889	-46,039722	1190
41180000	ITABIRITO - LINIGRAFO	-20,3011111	-43,798056	315
41199998	HONÓRIO BICALHO - MONTANTE	-20,0238889	-43,822778	1550
41250000	VESPASIANO	-19,6872222	-43,920556	708
41260000	PINHÕES	-19,705	-43,814722	3730
41300000	TAQUARAÇU	-19,6527778	-43,686944	618
41340000	PONTE RAUL SOARES	-19,5597222	-43,911111	4860
41380000	PONTE PRETA	-19,4619444	-43,903611	563
41410000	JEQUITIBA	-19,2172222	-44,024722	7080
41440005	REPRESA - JUSANTE	-19,3713889	-44,152778	238
41600000	PIRAPAMA	-19,0111111	-44,038333	8050
41650002	PONTE DO LICÍNIO - JUSANTE	-18,6727778	-44,193889	10700
41685000	PONTE DO PICÃO	-18,5875	-44,231944	820
41700001	USINA PARAUNA	-18,6666667	-43,95	1730
41780002	PRESIDENTE JUSCELINO - JUSANTE	-18,645	-44,050556	3980
41818000	SANTO HIPÓLITO (ANA/CEMIG)	-18,3061111	-44,225833	16600
41890000	ESTAÇÃO DE CURIMATAI	-17,9963889	-44,1775	1420
41940000	PONTE DO BICUDO	-18,1961111	-44,57	2080
41990000	VÁRZEA DA PALMA	-17,5947222	-44,713889	26500
42089998	FAZENDA ESPÍRITO SANTO	-17,2802777	-44,216944	4350
42090000	PORTO ALIANÇA	-17,2527777	-44,254722	4430
42100000	CLARO DOS POÇÕES	-17,0911111	-44,241389	533
42145498	FAZENDA UMBURANA-MONTANTE	-17,2094444	-44,46	6910
42187000	PONTE DOS CIGANOS	-16,4669444	-44,376111	1310
42250000	FAZENDA LIMOEIRO	-17,915	-47,010833	464
42251000	FAZENDA CÓRREGO DO OURO	-17,6133333	-46,858611	1870
42255000	FAZENDA NOLASCO	-17,2294359	-47,022276	257

42257000	BARRA DO ESCURINHO	-17,5125	-46,646111	2000
42290000	PONTE DA BR-040 - PARACATU	-17,5025	-46,571111	7760
42395000	SANTA ROSA	-17,255	-46,472778	12800
42435000	FAZENDA BARRA DA ÉGUA	-16,8744444	-46,586667	1590

Continua...

Tabela 1 – Cont.

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
42440000	FAZENDA POÇÕES	-17,0416667	-46,818611	552
42460000	FAZENDA LIMEIRA	-16,2088889	-47,2325	3890
42490000	UNAÍ	-16,3494444	-46,88	5360
42540000	SANTO ANTÔNIO DO BOQUEIRÃO	-16,5291667	-46,723056	5910
42545500	FAZENDA O RESFRIADO	-16,5005556	-46,664722	679
42546000	FAZENDA SANTA CRUZ	-16,1347222	-46,745556	552
42600000	PORTO DOS POÇÕES	-16,8397222	-46,357222	9400
42690001	PORTO DA EXTREMA	-17,0302778	-46,013611	30100
42750000	CAATINGA	-17,1433333	-45,880278	33500
42840000	VEREDAS	-18,1391667	-45,758889	209
42850000	CACHOEIRA DAS ALMAS	-17,3505556	-45,5325	4390
42860000	CACHOEIRA DO PAREDÃO	-17,1211111	-45,435556	5710
42930000	PORTO DO CAVALO	-17,0305556	-45,539444	40900
42980000	PORTO ALEGRE	-16,9066667	-45,3825	41300
43010001	BRASÍLIA DE MINAS- JUSANTE	-16,2	-44,433333	143
43250002	BURITIS - JUSANTE	-15,6097222	-46,412222	3020
43300000	FAZENDA CARVALHO	-15,5216667	-46,282778	3170
43429998	ARINOS - MONTANTE	-15,9238889	-46,109444	11800
43670000	VILA URUCUIA	-16,1330556	-45,741667	18600
43675000	FAZENDA CONCEIÇÃO	-16,4288889	-45,740278	2300
43880000	SANTO INÁCIO	-16,2811111	-45,414167	23800
44250000	USINA DO PANDEIROS - MONTANTE	-15,4830556	-44,768056	3230
44540000	FAZENDA BOM RETIRO	-14,6513889	-44,0925	625
45131000	SÃO GONÇALO	-14,3136111	-44,459444	6030
45170001	FAZENDA PORTO ALEGRE	-14,2641666	-44,5225	5850
45210000	LAGOA DAS PEDRAS	-14,2830555	-44,409444	12600
45220000	CAPITÃNEA	-14,4236111	-44,483056	2380
45260000	JUVENÍLIA	-14,26	-44,152222	16300
44600000	PONTE DE RODAGEM	-16,7665871	-43,696746	720
44670000	COLÔNIA DO JAIBA	-15,3482927	-43,672386	12401
44750000	JANAÚBA	-15,8001357	-43,311872	1661
44950000	BOCA DA CAATINGA	-14,7729753	-43,543969	30474

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 2 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações é apresentado na Tabela 2.

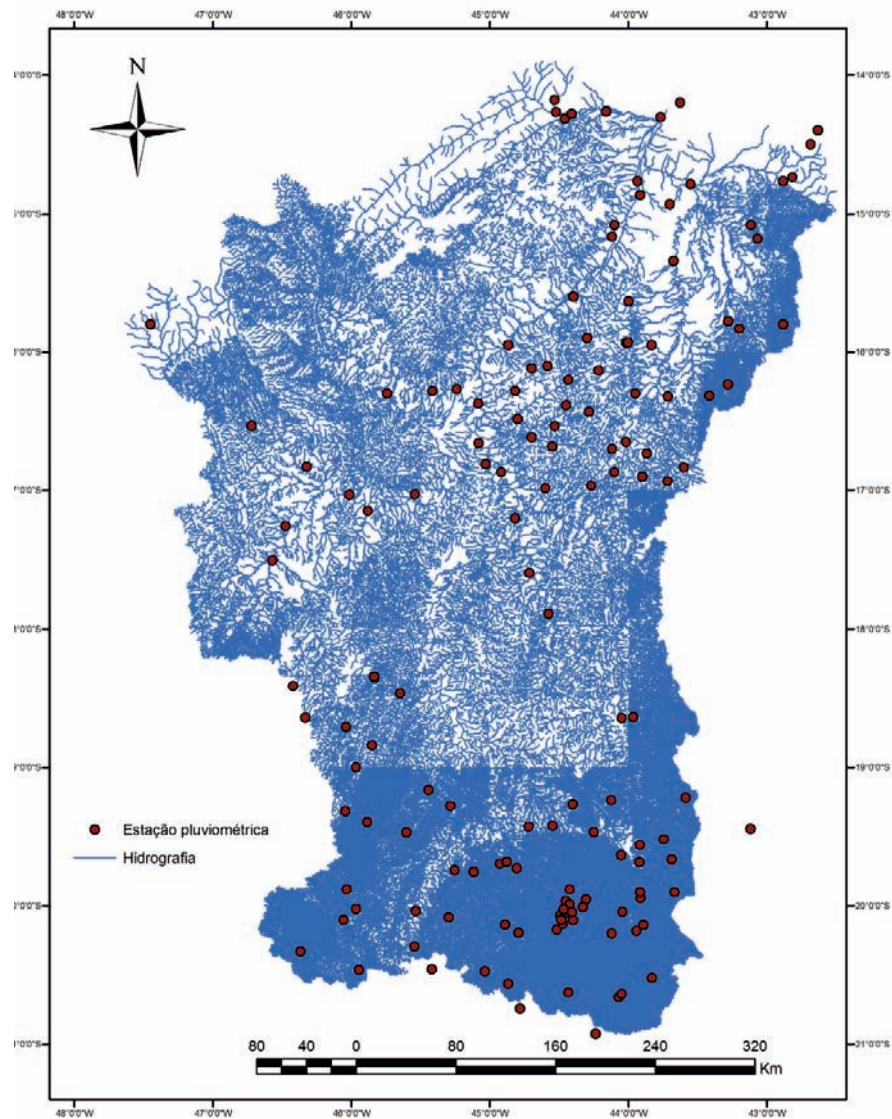


Figura 2 – Mapa representativo das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 2 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Estação	Nome da estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
1442000	CANTINHO	-42,817	-14,737	624,1027
1442006	PINDAI	-42,683	-14,500	546,7356
1442010	GUIRAPA (UMBURANAS)	-42,633	-14,400	682,0413
1442021	ITAMIRIM	-42,883	-14,767	600,3632
1443000	BOCA DA CAATINGA	-43,551	-14,786	780,0405
1443002	CARINHANHA	-43,768	-14,304	819,9553
1443007	MANGA	-43,933	-14,767	697,4278
1443008	MATIAS CARDOSO	-43,917	-14,867	699,8432
1443009	LAJEDINHO	-43,700	-14,933	687,1921
1443016	FAZENDA VENDA	-43,625	-14,196	705,6607
1444000	SÃO GONÇALO	-44,460	-14,314	965,3526
1444004	JUVENÍLIA	-44,161	-14,263	888,1921

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Estação	Nome da estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
1444005	LAGOA DAS PEDRAS	-44,409	-14,281	964,8946
1444015	COCOS	-44,531	-14,180	841,0322
1444017	FAZENDA PORTO ALEGRE	-44,522	-14,268	953,7605
1542006	SERRANOPOLIS	-42,883	-15,800	930,0968
1543002	COLÔNIA DO JAIBA	-43,675	-15,341	801,1553
1543003	ENGENHO	-43,067	-15,183	706,4871
1543004	GAMELEIRA	-43,117	-15,083	733,5316
1543005	GORUTUBA	-43,200	-15,833	800,7519
1543011	TAMBORIL	-43,833	-15,950	801,3500
1543013	JANAÚBA	-43,280	-15,776	776,2865
1544000	CAMPO REDONDO	-44,000	-15,633	730,1806
1544005	ITACARAMBI	-44,100	-15,083	703,6105
1544009	LONTRA	-44,300	-15,900	796,4559
1544010	PEDRAS DE MARIA DA CRUZ	-44,400	-15,600	607,7053
1544012	SÃO FRANCISCO	-44,868	-15,949	1024,5053
1544013	SAO FRANCISCO	-44,867	-15,950	1011,8885
1544014	SAO JOAO DA PONTE	-44,017	-15,933	864,7548
1544017	PEDRAS DE MARIA DA CRUZ	-44,396	-15,601	880,6824
1544019	SÃO JOÃO DA PONTE	-44,004	-15,930	945,7323
1544024	ITACARAMBI	-44,117	-15,167	835,3963
1547022	RIO PRETO	-47,450	-15,800	1186,6800
1643003	CANABRAVA	-43,417	-16,317	888,2632
1643004	CATUNI (SANTO ANDRE)	-43,283	-16,233	828,4919
1643006	FAZENDA PENTAURA	-43,900	-16,900	1017,6243
1643007	JURAMENTO	-43,600	-16,833	870,0600
1643013	PIRES DE ALBUQUERQUE	-43,717	-16,933	1055,3968
1643015	SANTA ROSA DE LIMA	-43,950	-16,300	935,4056
1643018	MONTES CLAROS	-43,867	-16,733	1109,0870
1643020	CAPITÃO ENÉAS	-43,715	-16,322	941,5258
1644000	ALVACAO	-44,283	-16,433	827,9162
1644002	BRASILIA DE MINAS	-44,433	-16,200	790,6282
1644004	CAMPO AZUL	-44,800	-16,483	1065,9643
1644005	CAMPO SANTO DOS BURITIS	-44,017	-16,650	910,2097
1644009	FERNAO DIAS	-44,450	-16,383	1395,3367
1644010	FAZENDA BREJINHO	-44,100	-16,867	980,0571
1644012	IBIAI	-44,917	-16,867	968,5105
1644013	ICARAI	-44,700	-16,117	829,2472
1644014	LAGOA DOS PATOS	-44,600	-16,983	788,7583
1644015	LUZILANDIA	-44,583	-16,100	905,9842
1644018	SAO BENTO	-44,217	-16,133	1165,5111
1644019	SAO GERALDO	-44,550	-16,683	921,3412
1644022	SAO JOAO DO PACUI	-44,533	-16,533	729,1371
1644023	SAO JOAQUIM	-44,700	-16,617	1019,4645
1644024	UBAI	-44,817	-16,283	1084,0944
1644025	VISTA ALEGRE	-44,267	-16,967	1075,0211
1644028	SÃO JOÃO DA VEREDA	-44,117	-16,703	966,4323

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Estação	Nome da estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
1645000	SÃO ROMÃO	-45,083	-16,372	1039,8868
1645002	SANTO INACIO	-45,414	-16,282	1015,6364
1645003	BARRA DO ESCURO	-45,238	-16,269	1040,4765
1645005	VILA URUCUIA	-45,742	-16,300	1098,7500
1645009	CACHOEIRA DA MANTEIGA	-45,081	-16,657	1046,6867
1645013	FAZENDA ÁGUA BRANCA	-45,030	-16,807	1113,3281
1646000	PORTO DOS POÇÕES	-46,322	-16,830	1105,9000
1646003	SANTO ANTÔNIO DO BOQUEIRÃO	-46,721	-16,530	1061,2088
1744000	GUAICUI	-44,817	-17,200	845,8393
1744009	VÁRZEA DA PALMA	-44,716	-17,594	1076,7395
1744010	LASSANCE	-44,577	-17,89	1150,4026
1745000	CAATINGA	-45,88	-17,146	1114,5132
1745007	PORTO DO CAVALO	-45,541	-17,027	1172,5875
1746001	PORTO DA EXTREMA	-46,014	-17,031	1184,0079
1746002	SANTA ROSA	-46,474	-17,255	1306,3737
1746007	PONTE DA BR-040 - PARACATU	-46,572	-17,503	1300,7364
1843000	USINA PARAUNA	-43,966	-18,636	1177,371
1844009	PRESIDENTE JUSCELINO – JUSANTE	-44,048	-18,644	1071,6939
1845002	FAZENDA SÃO FELIX	-45,647	-18,464	1269,9132
1845004	LAGOA DO GOUVEIA	-45,851	-18,841	1529,9968
1845011	SAO GONCALO DO ABAETE	-45,833	-18,35	1417,5846
1845013	SÃO GONÇALO DO ABAETÉ	-45,837	-18,344	1408,9421
1845014	TIROS	-45,966	-19	1505,6237
1846003	MAJOR PORTO	-46,037	-18,707	1323,5105
1846005	PRESIDENTE OLEGÁRIO	-46,422	-18,413	1493,7625
1846017	LEAL DE PATOS	-46,334	-18,641	1346,1789
1943004	JABOTICATUBAS	-43,744	-19,521	1269,5816
1943008	SANTA MARIA DE ITABIRA	-43,118	-19,442	1243,7737
1943009	VESPASIANO	-43,921	-19,687	1296,2711
1943010	CAETÉ	-43,668	-19,901	1431,8842
1943022	CAIXA DE AREIA	-43,913	-19,945	1690,3421
1943023	TAQUARAÇU	-43,688	-19,664	1294,2289
1943035	VAU DA LAGOA	-43,588	-19,219	1505,6395
1943049	PONTE RAUL SOARES	-43,918	-19,561	1258,5939
1943055	BELO HORIZONTE (HORTO) 83587	-43,917	-19,9	1332,4226
1944004	PONTE NOVA DO PARAPEBA	-44,307	-19,956	1435,6105
1944007	FAZENDA ESCOLA FLORESTAL	-44,422	-19,88	1399,6658
1944009	PEDRO LEOPOLDO	-44,053	-19,634	1301,5526
1944010	HORTO FLORESTAL	-44,402	-19,268	1272,7947
1944011	JAGUARUNA-JUSANTE (ON?A)	-44,807	-19,728	1314,65
1944021	VELHO DA TAIPA	-44,929	-19,696	1371,8
1944024	FAZENDA VARGEM BONITA	-44,123	-19,237	1263,1395
1944026	BARRO PRETO	-44,452	-19,964	1466,6861
1944031	PONTE DA TAQUARA	-44,548	-19,423	1255,1364
1944032	SE PITANGUI	-44,879	-19,684	1374,3677

Continua...

Tabela 2 – Cont.

Estação	Nome da estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
----------------	------------------------	------------------	-----------------	--------------------------

1944048	MATEUS LEME	-44,424	-19,992	1364,4379
1944049	PAPAGAIOS	-44,72	-19,428	1269,5677
1944052	SETE LAGOAS 83586	-44,25	-19,467	1365,5419
1945002	BARRA DO FUNCHAL	-45,884	-19,395	1503,4658
1945004	ESTAÇÃO ÁLVARO DA SILVEIRA	-45,117	-19,752	993,5132
1945008	BOM DESPACHO	-45,255	-19,743	1453,5281
1945019	DORES DO NDAIÁ (CVSF)	-45,602	-19,469	1378,9842
1945035	ABAETÉ	-45,443	-19,163	1358,2156
1945038	PORTO DAS ANDORINHAS	-45,286	-19,279	1290,8304
1946000	TAPIRAÍ – JUSANTE	-46,033	-19,879	1673,4816
1946009	SÃO GOTARDO	-46,044	-19,315	1497,3844
2043002	LAGOA GRANDE (MMV)	-43,943	-20,179	1601,2579
2043004	RIO DO PEIXE (MMV)	-43,893	-20,138	1539,3342
2043013	CONGONHAS-MONTANTE	-43,83	-20,522	1361,8974
2044003	CARMO DO CAJURU	-44,794	-20,192	1360,5789
2044006	DIVINÓPOLIS	-44,892	-20,137	1369,8368
2044007	ENTRE RIOS DE MINAS	-44,071	-20,661	1359,3105
2044008	MELO FRANCO	-44,121	-20,198	1357,7053
2044009	FAZENDA CAMPO GRANDE	-44,433	-20,625	1524,5553
2044012	IBIRITÉ	-44,043	-20,043	1737,0684
2044016	FAZENDA BENEDITO CHAVES	-44,515	-20,169	1506,7556
2044019	FAZENDA VISTA ALEGRE	-44,452	-20,051	1473,7111
2044020	CALAMBAU	-44,492	-20,068	1407,225
2044021	ALTO DA BOA VISTA	-44,401	-20,106	1534,7618
2044024	FAZENDA CURRALINHO	-44,331	-20,008	1494,3765
2044026	FAZENDA COQUEIROS	-44,474	-20,13	1447,1219
2044027	PONTE FERNÃO DIAS	-44,783	-20,741	1471,0344
2044038	RESENDE COSTA	-44,238	-20,924	1522,256
2044040	USINA JOÃO RIBEIRO	-44,049	-20,635	1405,5303
2044041	FAZENDA LARANJEIRAS	-44,485	-20,102	1497,9133
2044042	CARMO DA MATA (ETA – COPASA)	-44,868	-20,563	1444,2621
2044047	SERRA DA SAUDADE	-44,468	-20,024	1440,075
2044052	JARDIM	-44,408	-20,045	1466,9125
2045001	BAMBUÍ	-45,966	-20,021	1458,1842
2045005	LAMOUNIER	-45,036	-20,472	1458,0763
2045010	ARCOS (COPASA)	-45,543	-20,295	1337,9844
2045011	LAGOA DA PRATA	-45,535	-20,037	1466,2156
2045012	PIUMHI	-45,945	-20,462	1486,1387
2045013	SANTO ANTÔNIO DO MONTE	-45,297	-20,084	1448,4677
2045021	FORMIGA	-45,419	-20,457	1153,7079
2046007	FAZENDA AJUDAS	-46,055	-20,102	1441,4553
2046013	VARGEM BONITA	-46,366	-20,33	1593,8812

Os mapas de precipitação foram construídos a partir da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual, obtido utilizando o período de 1968 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 145 estações pluviométricas e interpolados por IDW. Com

base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações fluviométricas estudadas. A Figura 3 apresenta o mapa de precipitação da bacia.

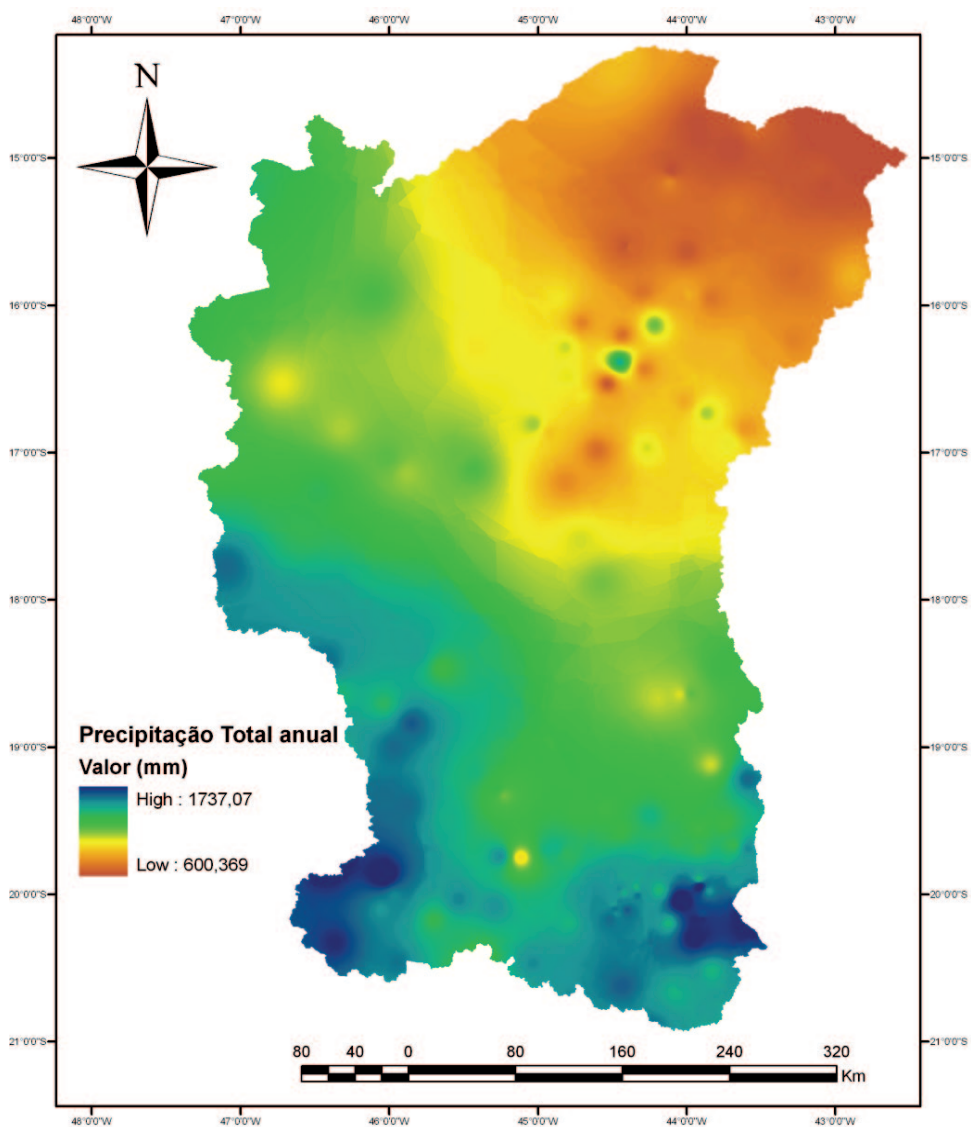


Figura 3 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do São Francisco.

3.6.2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

No estudo foram analisados os dados consistidos de 55 estações fluviométricas e 90 estações pluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 13 de janeiro de 2010.

Na Figura 4 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 3 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1968 a 2001.

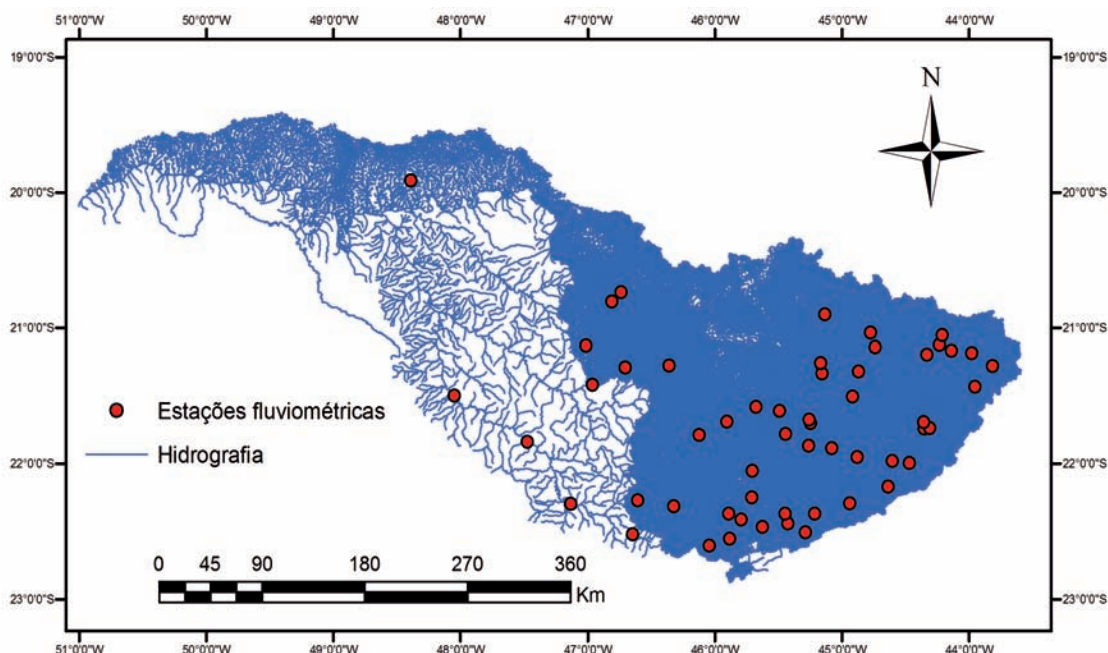


Figura 4 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 3 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
61014000	ALAGOA	-22,17	-44,63694444	218
61024000	AIURUOCA	-21,979722	-44,6025	536
61031000	CARVALHOS	-21,998333	-44,46388889	105
61045000	FAZENDA PARAÍBA	-21,745	-44,35416667	381
61052000	ANDRELÂNDIA	-21,737778	-44,30527778	274
61060000	FAZENDA LARANJEIRAS	-21,6925	-44,34833333	2083
61075000	LUMINARIAS	-21,506111	-44,91555556	1010
61078000	ITUMIRIM	-21,321111	-44,87305556	1829
61085000	CAMPOLIDE	-21,279444	-43,81444444	567
61090000	BARROSO	-21,185833	-43,97972222	1030
61100000	IBERTIOGA	-21,444444	-43,96333333	186
61105000	PORTO DO ELVAS	-21,164722	-44,13583333	828
61107000	PORTO TIRADENTES	-21,122222	-44,23333333	2714
61115000	USINA SÃO JOÃO DEL REI	-21,0525	-44,21111111	638
61122000	VILA RIO DAS MORTES	-21,195556	-44,32861111	271
61135000	IBITURUNA	-21,1425	-44,73972222	6155

Continua...

Tabela 3 – Cont.

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
61140000	BOM SUCESSO	-21,034167	-44,77138889	331
61173000	USINA COURO DO CERVO	-21,334167	-45,155	385

61175000	USINA NEPOMUCENO	-21,257222	-45,16722222	1002
61202000	SANTANA DO JACARÉ	-20,903056	-45,13194444	1506
61267000	DELFIM MOREIRA	-22,508333	-45,28694444	76
61271000	ITAJUBÁ	-22,442778	-45,42722222	869
61280000	BAIRRO SANTA CRUZ	-22,370556	-45,21583333	270
61285000	SÃO JOÃO DE ITAJUBÁ	-22,377222	-45,4475	556
61295000	BRASÓPOLIS	-22,469722	-45,62194444	158
61305000	SANTA RITA DO SAPUCAÍ	-22,251389	-45,70888889	2811
61343000	BAIRRO DO ANALDINO	-22,5575	-45,8825	221
61350000	CONCEIÇÃO DOS OUROS	-22,414167	-45,79083333	1307
61360000	CAMBUÍ	-22,606944	-46,04166667	117
61370000	PONTE DO RODRIGUES	-22,370556	-45,88805556	745
61410000	CAREAÇU	-22,054167	-45,69916667	7346
61425000	PARAGUAÇU (PONTE BAGUARI)	-21,585278	-45,67388889	9424
61429000	ITANHANDU	-22,294444	-44,93666667	116
61460000	CONCEIÇÃO DO RIO VERDE	-21,887222	-45,07916667	1837
61473000	BAEPENDI	-21,951111	-44,87972222	599
61500000	FAZENDA JUCA CASIMIRO	-21,87	-45,26222222	707
61510000	TRÊS CORAÇÕES	-21,703056	-45,2475	4172
61520000	CHACARA SANTANA	-21,678333	-45,25972222	851
61530000	PALMELA DOS COELHOS	-21,783056	-45,44277778	358
61537000	PORTO DOS BUENOS	-21,610833	-45,48888889	6271
61565000	CACHOEIRA POÇO FUNDO	-21,788333	-46,12222222	339
61568000	MACHADO	-21,6875	-45,90472222	732
61610000	JURÉIA	-21,278889	-46,36083333	882
61695000	ITAÚ DE MINAS	-20,738889	-46,73472222	1283
61700000	USINA SANTANA	-20,809722	-46,80666667	473
61770000	FAZENDA CARVALHAIS	-21,135278	-47,0125	227
61795000	CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS	-19,909444	-48,39055556	1973
61815000	GUAXUPÉ	-21,294167	-46,70416667	73
61826000	PONTE DO CANOAS	-21,419722	-46,96222222	662
61861000	INCONFIDENTES	-22,318333	-46,32194444	462
61865000	JACUTINGA	-22,27	-46,60416667	918
61879000	LINDÓIA	-22,523333	-46,64638889	1115
61886000	PÁDUA SALES	-22,299722	-47,13416667	4650
61902000	PORTO FERREIRA	-21,841944	-47,47472222	10123
61912000	PONTE GUATAPARA	-21,502222	-48,04055556	13845

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 5 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações são apresentadas na Tabela 4.

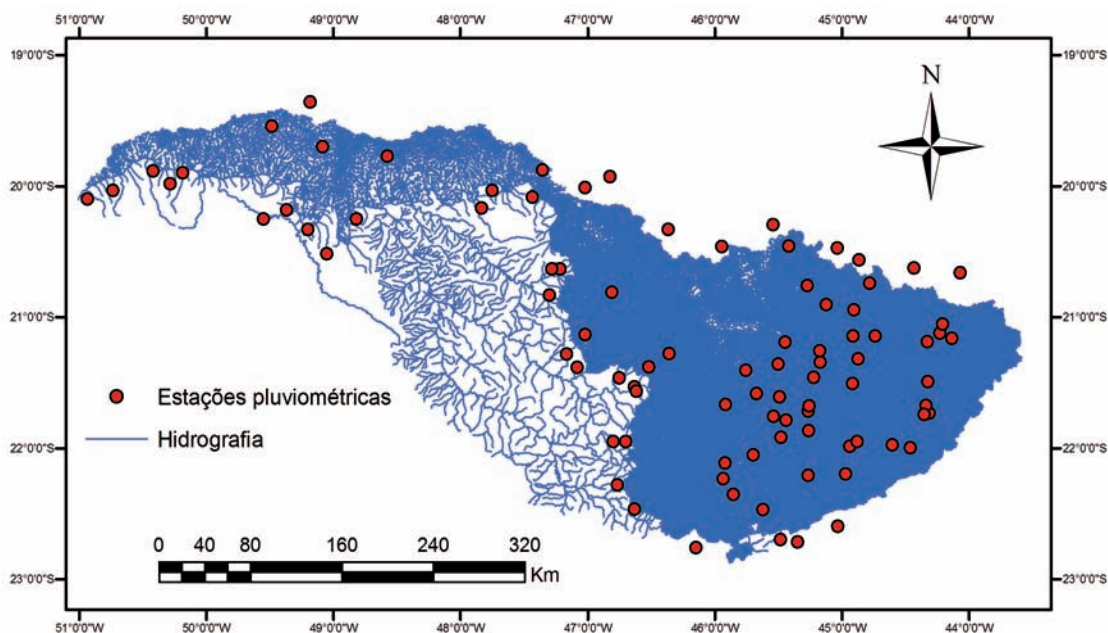


Figura 5 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 4 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação
1946011	TAPIRA	-46,825	-19,927	1565,000
1947008	LAGOA	-47,355	-19,879	1628,000
1948007	CAMPO FLORIDO	-48,574	-19,771	1561,000
1949002	FAZENDA BURITI DO PRATA	-49,180	-19,360	1441,000
1949004	CAMPINA VERDE	-49,483	-19,542	1391,000
1949005	COMENDADOR GOMES	-49,084	-19,698	1487,000
1950001	FAZENDA PADUA DINIZ	-50,183	-19,900	1416,000
1950002	INDIAPORA	-50,283	-19,983	1222,000
1950005	ARABA	-50,417	-19,883	1280,000
2044007	ENTRE RIOS DE MINAS	-44,071	-20,661	1382,000
2044009	FAZENDA CAMPO GRANDE	-44,433	-20,625	1544,000
2044027	PONTE FERNAO DIAS	-44,783	-20,741	1540,000
2044037	SANTO ANTONIO DO AMPARO	-44,908	-20,944	1411,000
2044042	CARMO DA MATA (ETA-COPASA)	-44,868	-20,563	1444,000
2045004	SANTANA DO JACARE	-45,125	-20,905	1435,000
2045005	LAMOUNIER	-45,036	-20,472	1480,000
2045010	ARCOS (COPASA)	-45,543	-20,295	1377,000
2045012	PIUM-I	-45,945	-20,462	1486,000
2045020	CANDEIAS	-45,274	-20,760	1270,000
2045021	FORMIGA	-45,419	-20,457	1414,000
2046011	USINA SANTANA	-46,808	-20,812	1443,000
2046013	VARGEM BONITA	-46,366	-20,330	1628,000
2047002	IGARAPAVA	-47,750	-20,033	1384,000
2047005	RIFAINA	-47,433	-20,083	1549,000
2047020	ITIRAPUA	-47,217	-20,633	1554,000

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação
2047028	USINA ESMERIL (CPFL) B4-005	-47,300	-20,833	1652,000
2047037	DESEMBOQUE	-47,019	-20,014	1648,000
2047065	CANINDE	-47,833	-20,167	1534,000
2047080	PATROCINIO PAULISTA	-47,283	-20,633	1431,000
2048080	FAZENDA CAMPO GRANDE (CUTRALE)	-48,817	-20,250	1374,000
2049003	ORINDIUVA	-49,367	-20,183	1351,000
2049012	ALTAIR	-49,050	-20,517	1397,000
2049033	ICEM (USINA MARIMBONDO)	-49,200	-20,333	1260,000
2049054	DUPLO CEU	-49,550	-20,250	1315,000
2050001	SANTA ALBERTINA	-50,733	-20,033	1211,000
2050039	SANTA CLARA D'OESTE	-50,933	-20,100	1365,000
2144002	PORTO TIRADENTES	-44,233	-21,123	1522,000
2144003	CAXAMBU	-44,939	-21,990	1523,000
2144004	BAEPENDI	-44,881	-21,952	1533,000
2144005	ITUMIRIM	-44,873	-21,321	1580,000
2144006	LUMINARIAS	-44,916	-21,507	1462,000
2144007	MADRE DE DEUS DE MINAS	-44,326	-21,492	1525,000
2144009	PORTO DO ELVAS	-44,136	-21,165	1477,000
2144018	AIURUOCA	-44,603	-21,977	1731,000
2144019	ANDRELANDIA	-44,313	-21,735	1530,000
2144020	USINA SAO JOAO DEL REI	-44,209	-21,056	1541,000
2144021	FAZENDA LARANJEIRAS	-44,341	-21,675	1508,000
2144022	FAZENDA PARAIBA	-44,355	-21,746	1659,000
2144023	IBITURUNA	-44,739	-21,144	1536,000
2144024	VILA RIO DAS MORTES	-44,329	-21,189	1227,000
2144025	CARVALHOS	-44,464	-21,998	1648,000
2144026	MACAIA	-44,914	-21,145	1375,000
2145003	TRES CORACOES	-45,264	-21,721	1476,000
2145007	USINA COURO DO CERVO	-45,170	-21,344	1396,000
2145008	FAZENDA JUCA CASIMIRO	-45,263	-21,870	1529,000
2145009	USINA DO CHICAO	-45,479	-21,919	1535,000
2145017	MONSENHOR PAULO	-45,538	-21,760	1426,000
2145020	CHACARA SANTANA	-45,260	-21,678	1297,000
2145021	USINA NEPOMUCENO	-45,174	-21,258	1433,000
2145022	PARAGUACU	-45,674	-21,585	1445,000
2145023	PORTO DOS BUENOS	-45,489	-21,611	1386,000
2145024	PALMELA DOS COELHOS	-45,441	-21,788	1437,000
2145032	COQUEIRAL	-45,449	-21,193	1378,000
2145033	MACHADO 83683	-45,917	-21,667	1597,000
2145041	CAMPOS GERAIS	-45,755	-21,406	1360,000
2145043	TRES PONTAS	-45,501	-21,361	1291,000
2145044	CARMO DA CACHOEIRA	-45,221	-21,461	1259,000
2146002	TAPIRATIBA	-46,750	-21,467	1494,000
2146007	CACONDE	-46,633	-21,533	1547,000
2146012	AGUAS DA PRATA	-46,700	-21,950	1616,000
2146014	SAO JOAO DA BOA VISTA	-46,800	-21,950	1464,000

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação
2146027	JUREIA	-46,361	-21,279	1539,000
2146030	MUZAMBINHO	-46,519	-21,381	1511,000
2146043	USINA GRAMINHA	-46,617	-21,567	1648,000
2147054	FAZENDA CARVALHAIS	-47,022	-21,133	1582,000
2147069	CASSIA DOS COQUEIROS	-47,167	-21,283	1494,000
2147086	SITIO ESPLANADA	-47,083	-21,383	1407,000
2244071	POUSO ALTO	-44,973	-22,199	1558,000
2245025	FAZENDA MONTE VERDE	-45,350	-22,717	1507,000
2245065	CRISTINA	-45,266	-22,210	1649,000
2245070	BRASOPOLIS	-45,622	-22,471	1450,000
2245074	CAREACU	-45,699	-22,054	1458,000
2245077	POUSO ALEGRE	-45,934	-22,236	1426,000
2245085	VARGEM DO CERVO	-45,918	-22,116	1514,000
2245086	PONTE DO RODRIGUES	-45,855	-22,354	1504,000
2245158	EMBAU	-45,033	-22,600	1559,000
2245167	CAMPOS DO JORDAO	-45,483	-22,700	1765,000
2246007	USINA PINHAL (ELOY CHAVES)	-46,767	-22,283	1546,000
2246057	CAMANDUCAIA	-46,147	-22,760	1479,000
2246098	AGUAS DE LINDOIA	-46,633	-22,467	1665,000

Na Figura 6 é apresentado o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual, obtido utilizando o período de 1968 a 2001. Para tanto foram utilizados os dados das 90 estações pluviométricas e interpolados por IDW. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações fluviométricas estudadas.

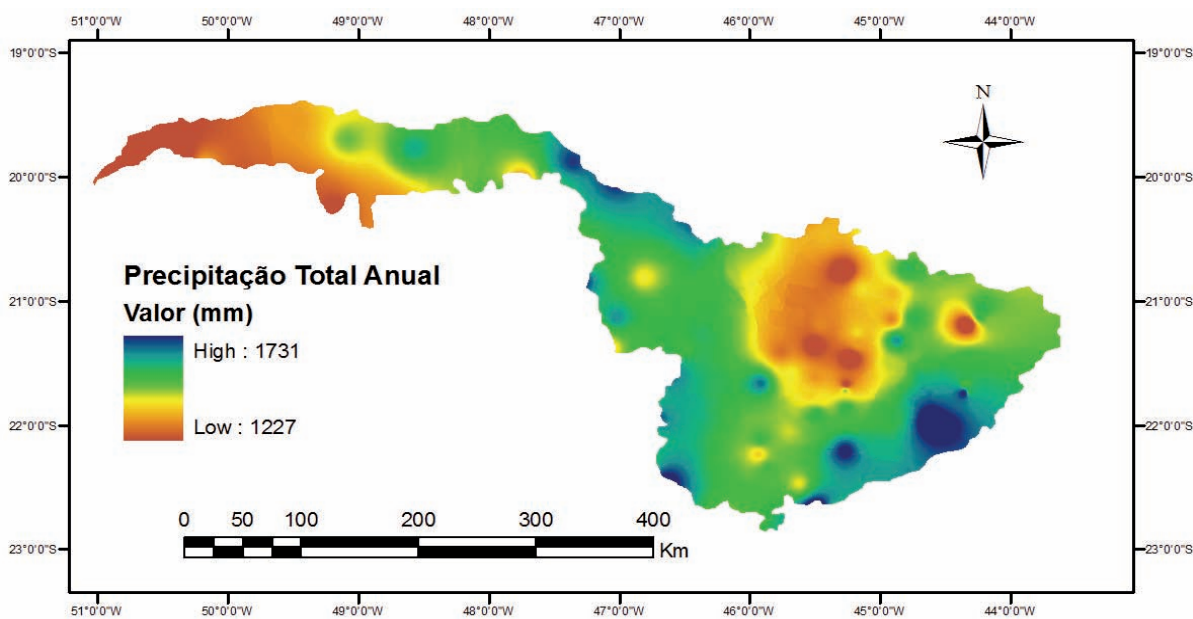


Figura 6 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do rio Grande.

3.6.3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

No estudo foram analisados os dados consistidos de 83 estações pluviométricas e 74 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 13 de janeiro de 2010.

Na Figura 7 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 5 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1976 a 2005.

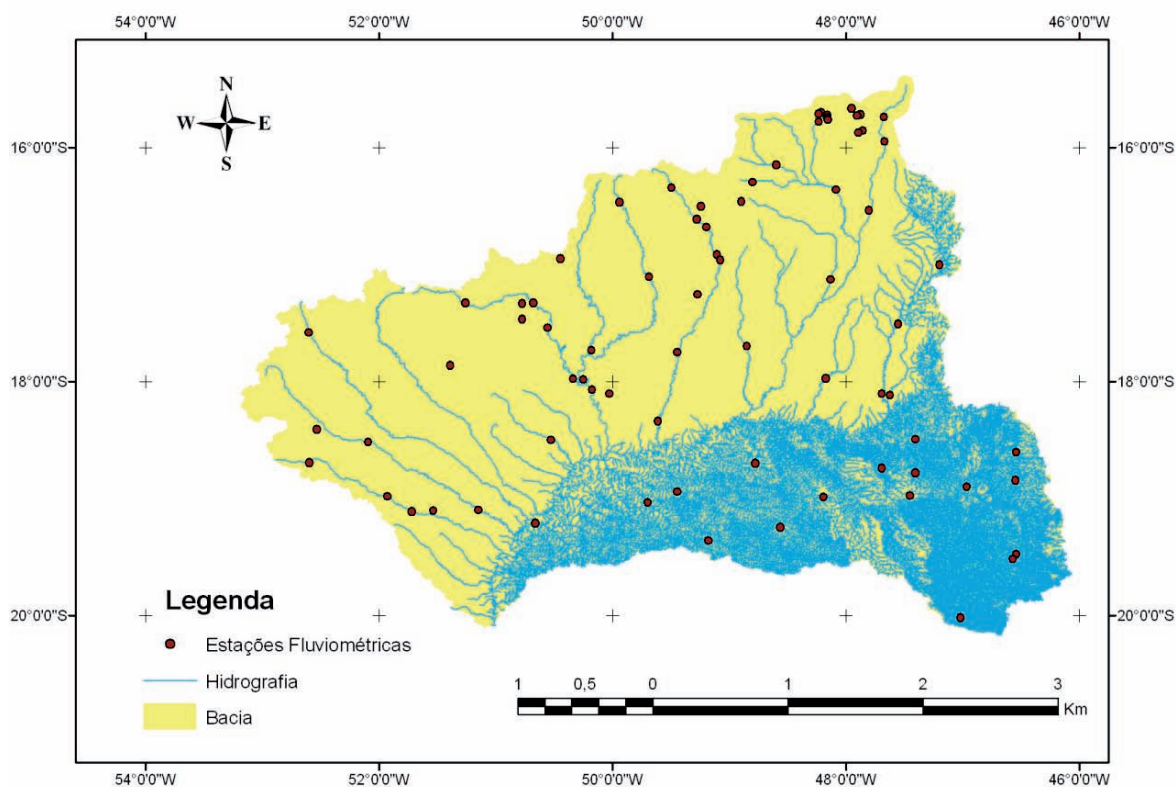


Figura 7 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 5 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
60010000	SANTANA DE PATOS	-18,841111	-46,550833	2714
60011000	PATOS DE MINAS	-18,601667	-46,539444	3632
60020000	PONTE SÃO MARCOS	-17,028889	-47,158611	4445
60030000	CAMPO ALEGRE DE GOIÁS	-17,504167	-47,556667	8386
60040000	FAZENDA SÃO DOMINGOS	-18,111111	-47,691667	10659
60050000	DAVINÓPOLIS	-18,116667	-47,620278	902
60100000	CHARQUEADA DO PATROCÍNIO	-18,901111	-46,965833	69
60110000	ABADIA DOS DOURADOS	-18,491111	-47,406389	1906
60130000	FAZENDA CACHOEIRA	-18,780833	-47,408056	125
60145000	IRAÍ DE MINAS	-18,978056	-47,456389	82
60150000	ESTRELA DO SUL	-18,738056	-47,69	787
60200000	ESTAÇÃO VERÍSSIMO	-17,973056	-48,177222	3159
60220000	DESEMBOQUE	-20,013889	-47,017222	1073
60250000	FAZENDA SÃO MATEUS	-19,5175	-46,57	1231
60265000	IBIÁ	-19,475	-46,541944	1307
60381000	FAZENDA LETREIRO	-18,988333	-48,190278	924
60430000	PONTE ANÁPOLIS - BRASÍLIA	-16,145833	-48,601667	2009
60432000	RIBEIRÃO DAS ANTAS	-16,298056	-48,803333	218
60435000	DESCOBERTO - CHACARA 89	-15,708333	-48,234722	113,23
60435100	CHAPADINHA - AVIARIO - DF 180	-15,700278	-48,211667	20,3
60435200	RODEADOR - DF 435	-15,723056	-48,164722	111,96
60435300	CAPÃO COMPRIDO - DESCOBERTO	-15,746944	-48,169167	15,51
60435400	RIBEIRÃO DAS PEDRAS (DF-180)	-15,761667	-48,159722	76,15
60436000	DESCOBERTO - JUSANTE BARRAGEM	-15,78	-48,232778	433,49
60445000	ESTRADA GO-56 (PCD INPE)	-16,363333	-48,089444	8034
60476100	DF-06 / DF 250	-15,741944	-47,674167	689,19
60477200	TRES BARRAS - JUSANTE SANTA MARIA	-15,666667	-47,952778	39,69
60477400	TORTO - LAGO (Montante Paranoá)	-15,714167	-47,8775	234,36
60477600	BANANAL - EPIA 003	-15,728056	-47,91	120,32
60478500	GAMA - BASE AÉREA	-15,871667	-47,896111	134,93
60478600	DOM BOSCO - CABEÇA DE VEADO	-15,856667	-47,8575	32,15
60490000	DF-18 / BR 251	-15,948611	-47,667778	2132
60500000	PONTE SÃO BARTOLOMEU	-16,5375	-47,800556	4688
60540000	MONTES CLAROS	-17,129722	-48,133333	3843
60590000	FAZENDA PAPUA	-17,7	-48,85	2232
60615000	FAZENDA CACHOEIRA	-18,698333	-48,780556	199
60635000	INHUMAS	-16,346389	-49,494167	568
60640000	MONTANTE DE GOIÂNIA	-16,613611	-49,279722	1798
60642000	CAPTAÇÃO JOÃO LEITE	-16,5	-49,242778	781
60650000	JUSANTE DE GOIÂNIA	-16,681111	-49,196389	2970
60653000	RIBEIRÃO DAS CALDAS	-16,458056	-48,897222	51
60654000	FAZENDA SUCURI	-16,913611	-49,104722	1265
60655000	FAZENDA BONITA DE BAIXO	-16,957222	-49,076389	5179
60665000	PROFESSOR JAMIL	-17,253611	-49,275	1198
60675000	ALOÂNDIA	-17,75	-49,45	9537
60680000	PONTE MEIA PONTE	-18,338889	-49,610833	11527

Tabela 5 – Cont.

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
60700000	ANICUNS	-16,465278	-49,942778	512
60715000	FAZENDA BOA VISTA	-17,106944	-49,688333	4533
60750000	FAZENDA NOVA DO TURVO	-17,079167	-50,289444	2486
60765000	BARRA DO MONJOLO	-17,732222	-50,180833	7583
60772000	FAZENDA SANTA MARIA	-17,980833	-50,246944	16752
60774000	MONTIVIDIU	-17,328333	-51,260833	780
60778000	FAZENDA MONTE ALEGRE	-17,330833	-50,774167	850
60781000	PONTE RODAGEM	-17,325833	-50,681944	5909
60785005	FAZENDA PARAÍSO	-17,465833	-50,774167	1164
60790000	PONTE RIO VERDÃO	-17,541389	-50,556111	8643
60798000	MAURILÂNDIA	-17,974167	-50,337222	12660
60805000	PONTE SUL GOIANA	-18,070556	-50,171667	30536
60810000	FAZENDA ALIANÇA	-18,104722	-50,031389	1333
60835000	FAZENDA PARAÍSO	-19,244167	-48,562222	1469
60845000	ITUIUTABA	-18,940833	-49,449722	6154
60850000	FAZENDA BURITI DO PRATA	-19,359722	-49,180278	2526
60855000	PONTE DO PRATA	-19,035278	-49,696667	5174
60870000	QUIRINÓPOLIS	-18,498333	-50,528611	1711
60895000	PONTE RIO DOCE	-17,860833	-51,39	1277
60910000	PONTE DO CEDRO	-17,579444	-52,601389	703
60925001	PONTE SÃO DOMINGOS	-19,208056	-50,662778	3540
60930000	FAZENDA FORMOSO	-18,406667	-52,5325	1189
60940000	CAMPO ALEGRE	-18,511667	-52,093333	2874
60950000	CANASTRA	-19,105278	-51,126111	6882
60960000	BARRA DO PRATA	-18,689444	-52,594444	289
60965000	APORÉ	-18,984167	-51,925833	4168
60968000	CASSILÂNDIA	-19,1075	-51,720833	4486
60970000	ITAJÁ	-19,106111	-51,533611	5413

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 8 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações é apresentado na Tabela 6.

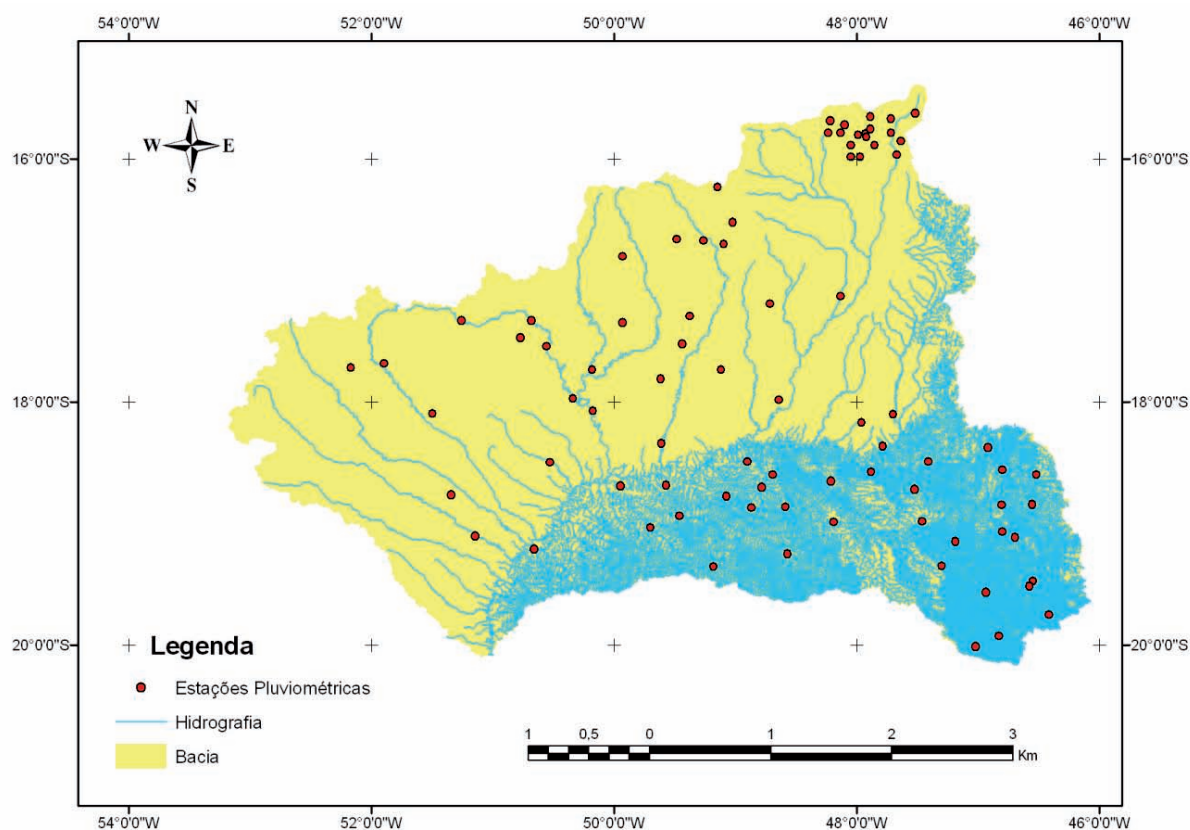


Figura 8 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 6 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1547004	BRASILIA 83377	-15,79	-47,9228	1496,59
1547008	ETEB SUL	-15,8167	-47,9167	1357,62
1547009	ETEB NORTE	-15,75	-47,8833	1372,99
1547010	CONTAGEM	-15,65	-47,8833	1608,35
1547011	PLANALTINA-COL.AGRICOLA	-15,6667	-47,7167	1385,06
1547012	PAPUDA	-15,9667	-47,6667	1388,63
1547013	TAQUARA	-15,6167	-47,5167	1327,27
1547014	AREA ALFA	-15,9833	-47,9667	1402,55
1547018	JOCKEY CLUB	-15,8	-47,9833	1466,63
1547019	CABECA DE VEADO	-15,8833	-47,85	1417,38
1547020	PARANOA-BARRAGEM	-15,7833	-47,7167	1335,28
1547021	BARREIRO DF-15	-15,85	-47,6333	1357,79
1548005	GAMA	-15,9833	-48,05	1611,92
1548006	TAGUATINGA	-15,7833	-48,1333	1546,57
1548007	BRAZLANDIA	-15,6833	-48,2167	1516,69
1548008	DESCOBERTO	-15,7833	-48,2333	1425,63
1548009	JATOBAZINHO	-15,7167	-48,1	1473,62
1548010	RIACHO FUNDO GM-3	-15,8833	-48,05	1520,59
1649002	CCTA (SEC.AGRIC-EMGOPA)	-16,7011	-49,0947	1552,53

Continua...

Tabela 6 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1649004	GOIANAPOLIS	-16,5164	-49,0203	1280,27
1649009	OURO VERDE DE GOIAS	-16,2281	-49,1436	1495,87
1649010	PALMEIRAS DE GOIAS	-16,8031	-49,9286	1212,53
1649012	TRINDADE	-16,6594	-49,4864	1402,57
1649013	GOIANIA 83423	-16,6736	-49,2639	1568,87
1748000	CRISTIANOPOLIS	-17,1919	-48,7144	1349,19
1748004	MARZAGAO	-17,9828	-48,6414	1459,38
1748005	MONTES CLAROS	-17,1297	-48,1333	1467,37
1749000	EDEIA (ALEGRETE)	-17,3414	-49,9303	1261,35
1749002	JOVIANIA	-17,81	-49,6169	1373,81
1749003	MORRINHOS	-17,7325	-49,1153	1363,42
1749004	PONTALINA	-17,5167	-49,4411	1277,4
1749009	CROMINIA	-17,2911	-49,3789	1289,5
1750000	BARRA DO MONJOLO	-17,7322	-50,1808	1306,83
1750003	PONTE RIO VERDAO	-17,5414	-50,5561	1066,66
1750004	PONTE RODAGEM	-17,3258	-50,6819	1311,07
1750008	FAZENDA PARAISO	-17,4658	-50,7742	1205,23
1751002	BENJAMIN DE BARROS	-17,6858	-51,8983	1436,69
1751004	MONTIVIDIU	-17,3283	-51,2608	1324,23
1752006	BOM JARDIM	-17,7178	-52,1692	1370,31
1846004	GUIMARANIA	-18,8497	-46,8008	1249,87
1846006	PANTANO	-18,5594	-46,8003	1614,06
1846018	PATOS DE MINAS 83531 (PCD)	-18,6	-46,5167	1503,29
1846019	ROCINHA	-18,3736	-46,915	1437,81
1847000	MONTE CARMELO	-18,7206	-47,5244	1504,24
1847003h	ABADIA DOS DOURADOS	-18,4911	-47,4064	1331,38
1847004	CATALAO 83526	-18,1703	-47,9575	1392,23
1847006	TRES RANCHOS	-18,3628	-47,7794	1414,96
1847007	CASCALHO RICO	-18,5789	-47,8792	1697,15
1847010	IRAI DE MINAS	-18,9819	-47,4575	1356,98
1847040	FAZENDA SAO DOMINGOS	-18,1031	-47,6947	1440,61
1848000	MONTE ALEGRE DE MINAS	-18,8722	-48,8694	1500,13
1848004	FAZENDA CACHOEIRA	-18,6983	-48,7819	1336,37
1848006	TUPACIGUARA	-18,6003	-48,6906	1368,25
1848008	BRILHANTE	-18,4922	-48,9028	1563,69
1848009	XAPETUBA	-18,8625	-48,5839	1472,42
1848010	ARAGUARI	-18,6511	-48,2092	1518,57
1849000	ITUIUTABA	-18,9411	-49,4631	1413,52
1849002	IPIACU	-18,6919	-49,9486	1348,73
1849006	AVANTIGUARA	-18,7719	-49,0697	1516,58
1849016	PONTE MEIA PONTE	-18,3389	-49,6108	1316,48
1849017	CAPINOPOLIS 83514	-18,6833	-49,5667	1434,02
1850000	PONTE SUL GOIANA	-18,0706	-50,1717	1352,94
1850002	QUIRINOPOLIS	-18,4983	-50,5286	1130,92
1850003	MAURILANDIA	-17,9742	-50,3372	1217,38

Continua...

Tabela 6 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1851002	ITARUMA	-18,7647	-51,3472	1369,21
1851004	POMBAL	-18,095	-51,4969	1394,06
1946004	IBIA	-19,475	-46,5419	1440,25
1946005	SALITRE	-19,0706	-46,7958	1508,26
1946007	FAZENDA SAO MATEUS	-19,5167	-46,5711	1339,04
1946008	SERRA DO SALITRE	-19,1128	-46,6883	1511,34
1946010	PRATINHA	-19,7514	-46,4119	1736,79
1946011	TAPIRA	-19,9269	-46,8253	1566,51
1946015	ARAXA 83579	-19,5667	-46,9333	1518,95
1947006	PONTE JOAO CANDIDO	-19,1467	-47,1847	1484,15
1947007	PERDIZES	-19,3486	-47,2953	1594,91
1948005	FAZENDA PARAISO	-19,2469	-48,5661	1564,71
1948006	FAZENDA LETREIRO	-18,9883	-48,1903	1444,15
1949002	FAZENDA BURITI DO PRATA	-19,3597	-49,1803	1448,1
1949006	PONTE DO PRATA	-19,0353	-49,6967	1407,49
1950011	PONTE SAO DOMINGOS	-19,2081	-50,6628	1252,35
1951000	CANASTRA	-19,1	-51,1494	1315,91
2047037	DESEMBOQUE	-20,0136	-47,0192	1649,99

Na Figura 9 é apresentado o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual, obtido utilizando o período de 1976 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 87 estações pluviométricas e interpolados por krigagem. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações pluviométricas estudadas.

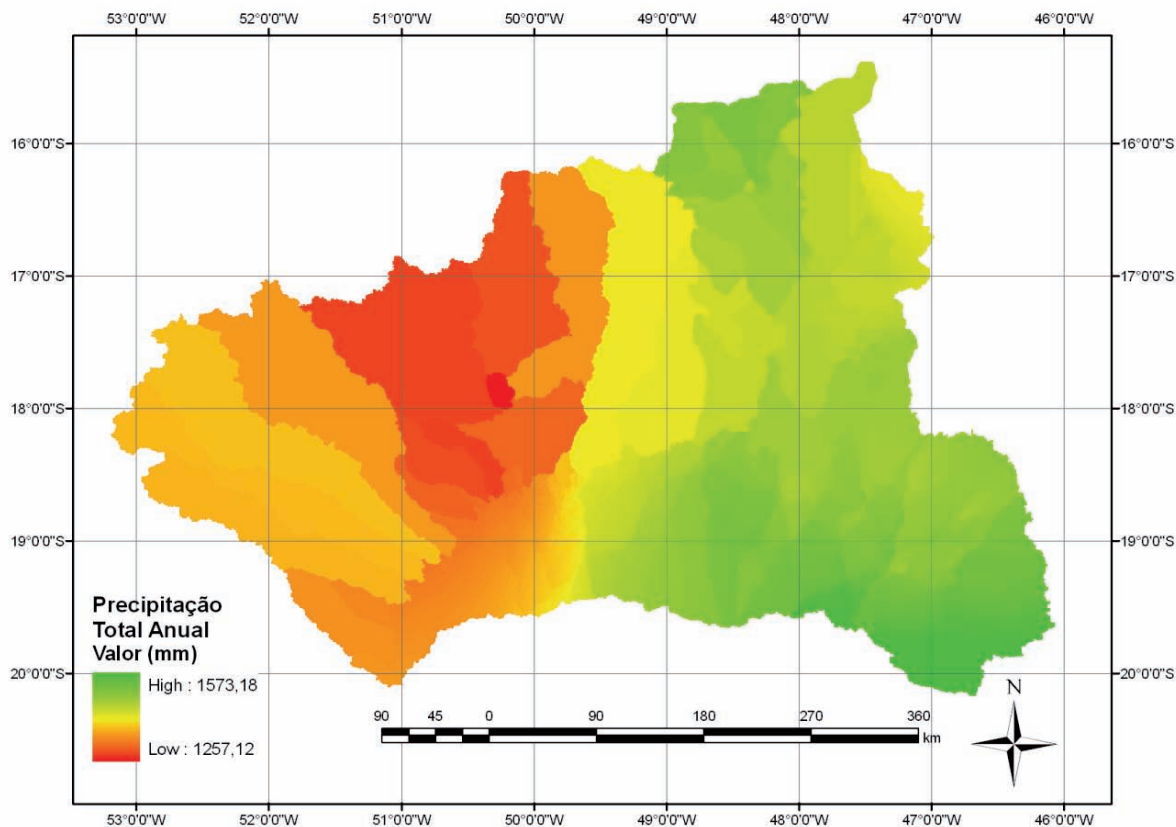


Figura 9 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do Paranaíba.

3.6.4. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

No estudo foram analisados os dados consistidos de 70 estações pluviométricas e 40 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 12 de maio de 2010.

Na Figura 10 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 7 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1975 a 2005.

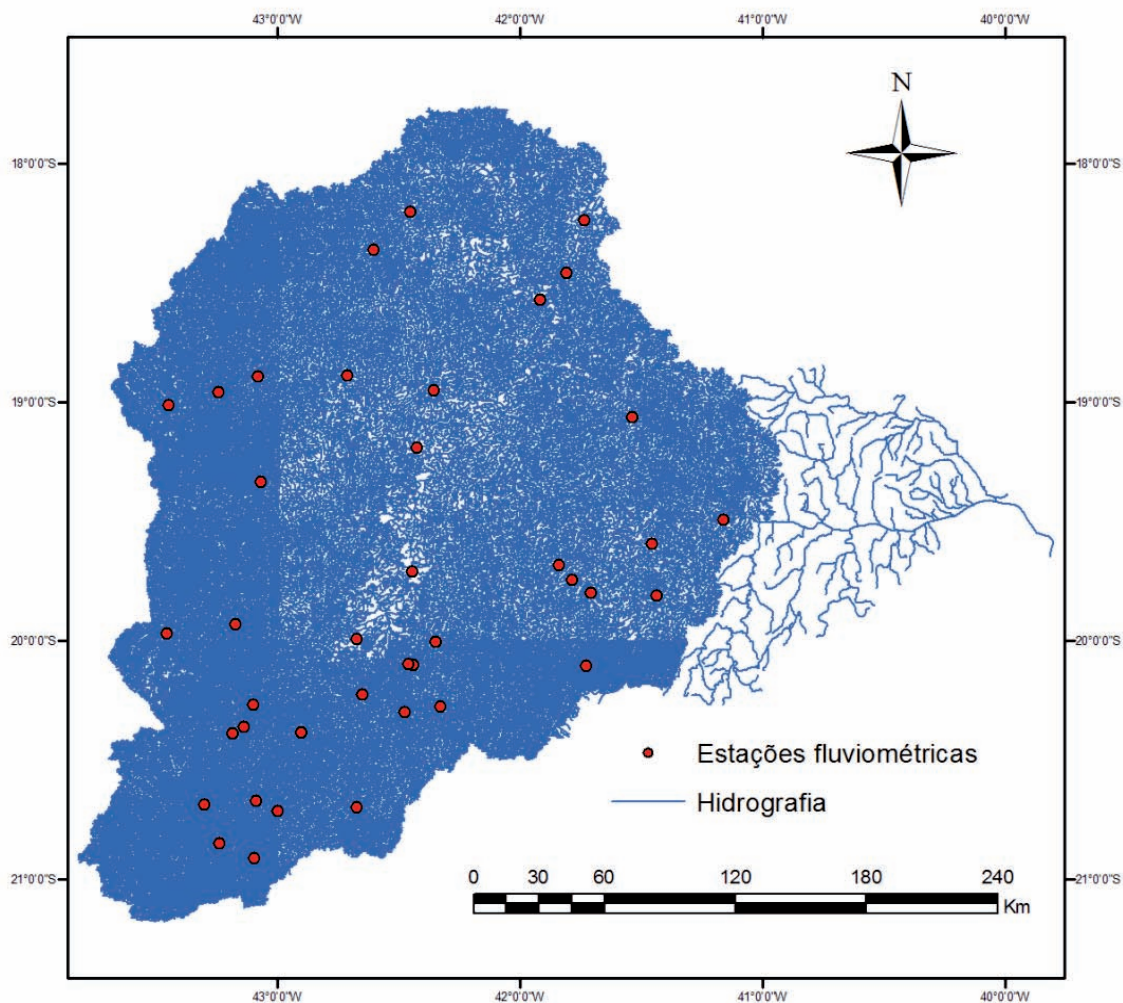


Figura 10 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 7 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
56028000	PIRANGA	-20,69055556	-43,29944444	1395
56055000	BRÁZ PIRES	-20,8475	-43,24194444	1089
56065000	SENADOR FIRMINO	-20,91166667	-43,09722222	291
56075000	PORTO FIRME	-20,67027778	-43,08805556	4251
56090000	FAZENDA VARGINHA	-20,71444444	-42,99972222	324
56110005	PONTE NOVA – JUSANTE	-20,38388889	-42,90277778	6132
56240000	FAZENDA PARAÍSO	-20,3875	-43,18305556	857
56335001	ACAIACA – JUSANTE	-20,36138889	-43,13944444	1371
56337000	FAZENDA OCIDENTE	-20,26722222	-43,10083333	531
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	-20,69972222	-42,67305556	534
56415000	RIO CASCA	-20,22611111	-42,65	2036
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	-19,99444444	-42,67444444	10079
56460000	MATIPÓ	-20,27722222	-42,32555556	615
56484998	RAUL SOARES – MONTANTE	-20,10361111	-42,44	1347
56500000	ABRE CAMPO	-20,29888889	-42,47805556	272

Continua...

Tabela 7 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
56510000	INSTITUTO FLORESTAL RAUL SOARES	-20,0975	-42,45916667	1800
56520000	VERMELHO VELHO	-19,99888889	-42,34861111	162
56570000	PINGO D'ÁGUA	-19,70861111	-42,44555556	814
56610000	RIO PIRACICABA	-19,93166667	-43,17305556	1163
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	-19,97082406	-43,4572828	426
56750000	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO	-19,01444444	-43,44611111	301
56765000	DOM JOAQUIM	-18,96055556	-43,24305556	972
56787000	FAZENDA BARRACA	-19,33194444	-43,07027778	1280
56800000	SENHORA DO PORTO	-18,89472222	-43,0825	1521
56825000	NAQUE VELHO	-19,18805556	-42,42277778	10170
56845000	FAZENDA CORRENTE	-18,89472222	-42,7125	1064
56846000	PORTO SANTA RITA	-18,95166667	-42,35916667	1965
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	-18,36111111	-42,605	2610
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	-18,20166667	-42,45472222	670
56891900	VILA MATIAS – MONTANTE	-18,57472222	-41,91777778	10200
56900000	CAMPANÁRIO	-18,23916667	-41,73111111	732
56915500	JAMPRUCA	-18,45944444	-41,8075	1390
56940002	BARRA DO CUIETÉ – JUSANTE	-19,06944444	-41,53694444	3250
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	-19,74305556	-41,78527778	2290
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	-19,6825	-41,83722222	2287
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	-20,10766072	-41,72788018	363
56988500	IPANEMA	-19,79888889	-41,70611111	1420
56989001	MUTUM	-19,81055556	-41,4375	1187
56989400	ASSARAI – MONTANTE	-19,59472222	-41,45805556	3190
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	-19,4925	-41,16166667	8810

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 11 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação total das estações são apresentadas na Tabela 8.

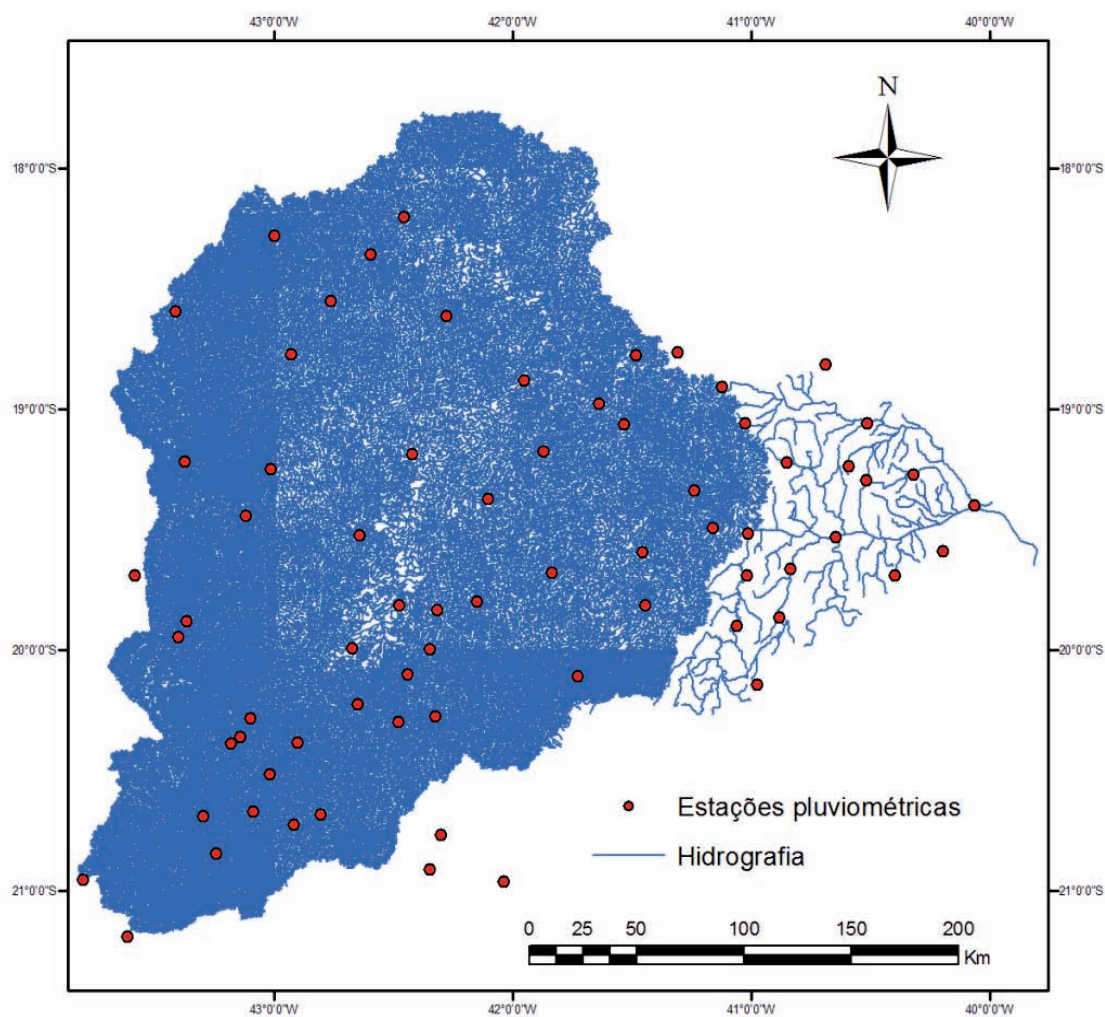


Figura 11 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 8 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
1840010	CEDROLANDIA	-40,690800	-18,814700	1162,0548
1841009	MANTENOPOLIS	-41,121700	-18,908900	947,2161
1841011	TUMIRITINGA	-41,640300	-18,976400	930,9548
1841018	CENTRAL DE MINAS	-41,308300	-18,763100	920,9567
1841019	DIVINO DAS LARANJEIRAS	-41,481900	-18,777200	939,0364
1841020	GOVERNADOR VALADARES	-41,950800	-18,880000	899,3524
1842004	SAO PEDRO DO SUACUI	-42,595600	-18,358300	1256,6258
1842005	COROACI	-42,278600	-18,611900	1325,0903
1842007	GUANHAES	-42,931100	-18,772200	1256,7000
1842008	SANTA MARIA DO SUACUI	-42,455300	-18,201100	1204,0290
1842020	SAO JOAO EVANGELISTA	-42,764200	-18,552800	1092,8273
1843011	SERRO	-43,412500	-18,592800	1244,3909
1843012	RIO VERMELHO	-43,000600	-18,279700	1130,3636
1940005	CAVALINHO	-40,398600	-19,692200	1345,7484

Continua...

Tabela 8 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1940006	COLATINA (PCD)	-40,645800	-19,533300	1021,0290
1940009	PANCAS	-40,853300	-19,220300	1150,4419
1940012	ITAIMBE	-40,835300	-19,662800	1092,4032
1940013	NOVO BRASIL	-40,591400	-19,237500	1145,8806
1940016	BARRA DE SAO GABRIEL	-40,515600	-19,059400	1149,4645
1940022	JACUPEMBA (DNOS)	-40,198300	-19,588900	1215,9464
1940023	RIO BANANAL	-40,320800	-19,274200	1193,1258
1940025	SERRARIA (ALTO DO MOACIR)	-40,517500	-19,295300	1241,0613
1940036	LINHARES (EST.EXPERIM.) 83597	-40,066700	-19,400000	1179,4208
1940043	ITARANA 83034	-40,883300	-19,866700	1105,3700
1941003	BAIXO GUANDU	-41,014400	-19,518100	877,3871
1941004	RESPLENDOR-JUSANTE	-41,240600	-19,339400	1022,5226
1941005	BARRA DO CUIETE-JUSANTE	-41,532800	-19,061700	965,9000
1941006	ASSARAI-MONTANTE	-41,456400	-19,593100	1073,6806
1941008	LARANJA DA TERRA	-41,059700	-19,901100	1034,0903
1941009	IBITUBA	-41,019400	-19,691900	897,0452
1941010	SAO SEBASTIAO DA ENCRUZILHADA	-41,161700	-19,491700	952,1258
1941011	SANTO ANTONIO DO MANHUACU	-41,836100	-19,678300	1202,7516
1941012	ALTO RIO NOVO	-41,027500	-19,059200	838,7936
1941018	ITANHOMI	-41,870300	-19,175800	964,2955
1941019	MUTUM	-41,443600	-19,816700	1106,8304
1942002	BOM JESUS DO GALHO	-42,317800	-19,833600	1166,3839
1942006	VERMELHO VELHO	-42,347500	-19,998900	1205,2645
1942008	DOM CAVATI	-42,104400	-19,373100	1136,9000
1942021	CARATINGA 83592	-42,150000	-19,800000	1112,8458
1942029	MARIO DE CARVALHO (PCD)	-42,644200	-19,524700	1212,2900
1942031	CACHOEIRA DOS OCULOS-MONTANTE	-42,476900	-19,815800	1118,6850
1942032	NAQUE VELHO	-42,422800	-19,188600	1263,0200
1943003	FERROS	-43,014400	-19,250300	1216,3419
1943007	SANTA BARBARA	-43,401100	-19,945300	1249,0065
1943008	SANTA MARIA DE ITABIRA	-43,117800	-19,441900	1252,8323
1943024	JOSE DE MELO	-43,585600	-19,689700	1511,0645
1943025	MORRO DO PILAR	-43,374200	-19,217500	1601,0935
1943027	USINA PETI	-43,367500	-19,880800	1472,8258
2040008	GARRAFAO (DNOS)	-40,975300	-20,143300	1250,1714
2041008	DORES DO MANHUMIRIM	-41,728300	-20,108100	1219,3484
2042008	RAUL SOARES-MONTANTE	-42,440000	-20,103600	1198,0355
2042010	ABRE CAMPO	-42,478100	-20,298900	1222,2097
2042011	RIO CASCA	-42,650000	-20,226100	1447,7323
2042014	BICUIBA	-42,301100	-20,769400	1038,1935
2042015	SERIQUEITE	-42,917200	-20,726100	1254,7968
2042016	SAO MIGUEL DO ANTA	-42,806700	-20,682500	1174,5419
2042017	MATIPO	-42,325600	-20,277200	1220,6710
2042018	PONTE NOVA-JUSANTE	-42,902800	-20,384700	1268,9484
2042027	PORCIUNCULA	-42,037200	-20,963300	948,6806

Continua...

Tabela 8 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
2042031	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	-42,674200	-19,994700	1185,3000
2043009	ACAIACA-JUSANTE	-43,143900	-20,362500	1363,6903
2043010	PIRANGA	-43,299400	-20,690600	1455,7097
2043011	FAZENDA PARAISO	-43,180300	-20,390000	1400,9000
2043014	PORTO FIRME	-43,088100	-20,670300	1317,2419
2043018	CARANDAI	-43,800800	-20,955800	1397,0440
2043025	USINA DA BRECHA	-43,016700	-20,516700	1336,7419
2043026	BRAZ PIRES	-43,241900	-20,847500	1316,6065
2043027	FAZENDA OCIDENTE	-43,098900	-20,285600	1377,8258
2142009	JUSSARA	-42,349400	-20,911400	941,8710
2143007	VARGEM DO ENGENHO	-43,613900	-21,192800	1427,5880

Na Figura 12 apresenta-se o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual obtido utilizando o período de 1975 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 70 estações pluviométricas e interpolados por krigagem. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem das estações pluviométricas estudadas.

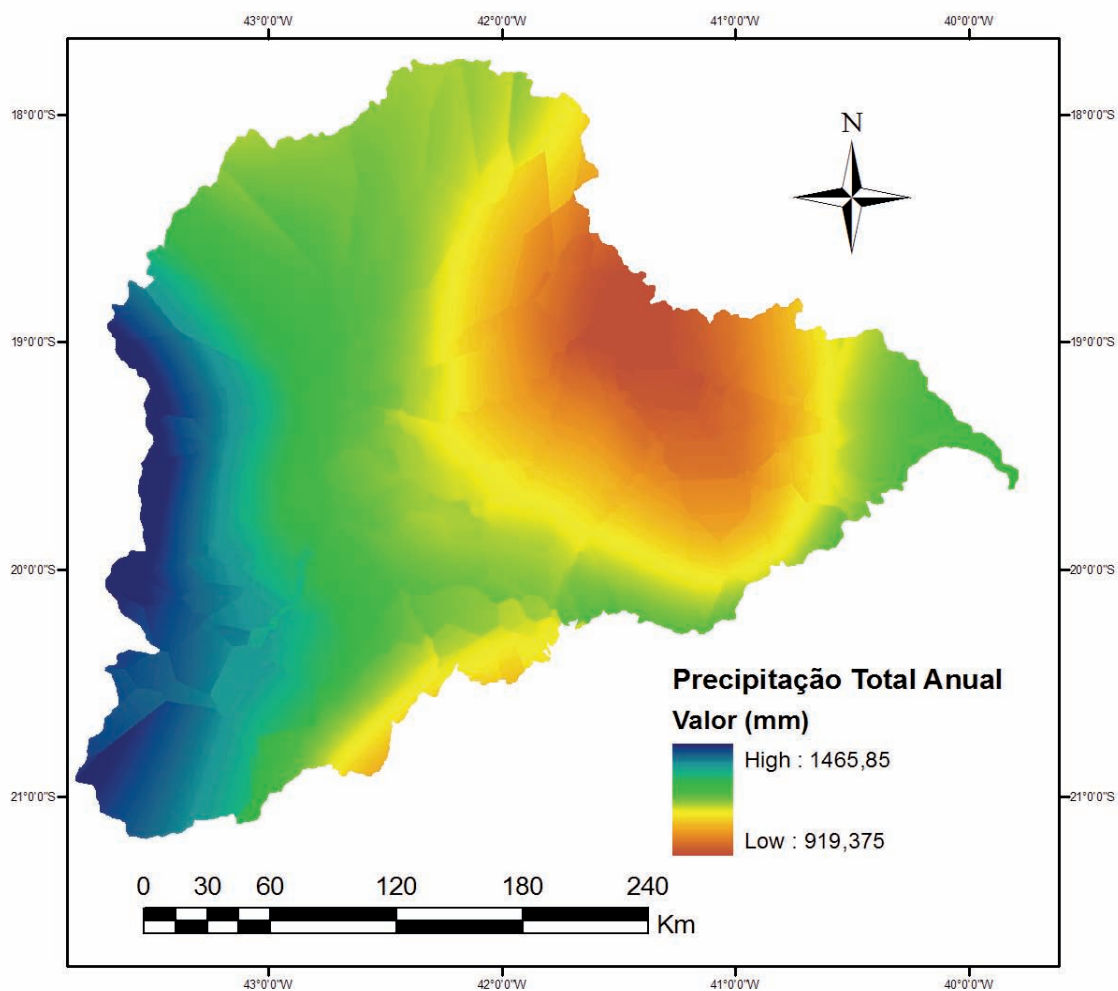


Figura 12 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do Doce.

3.6.5. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA

No estudo foram analisados os dados consistidos de 16 estações pluviométricas e 26 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 20 de abril de 2010.

Na Figura 13 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 9 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

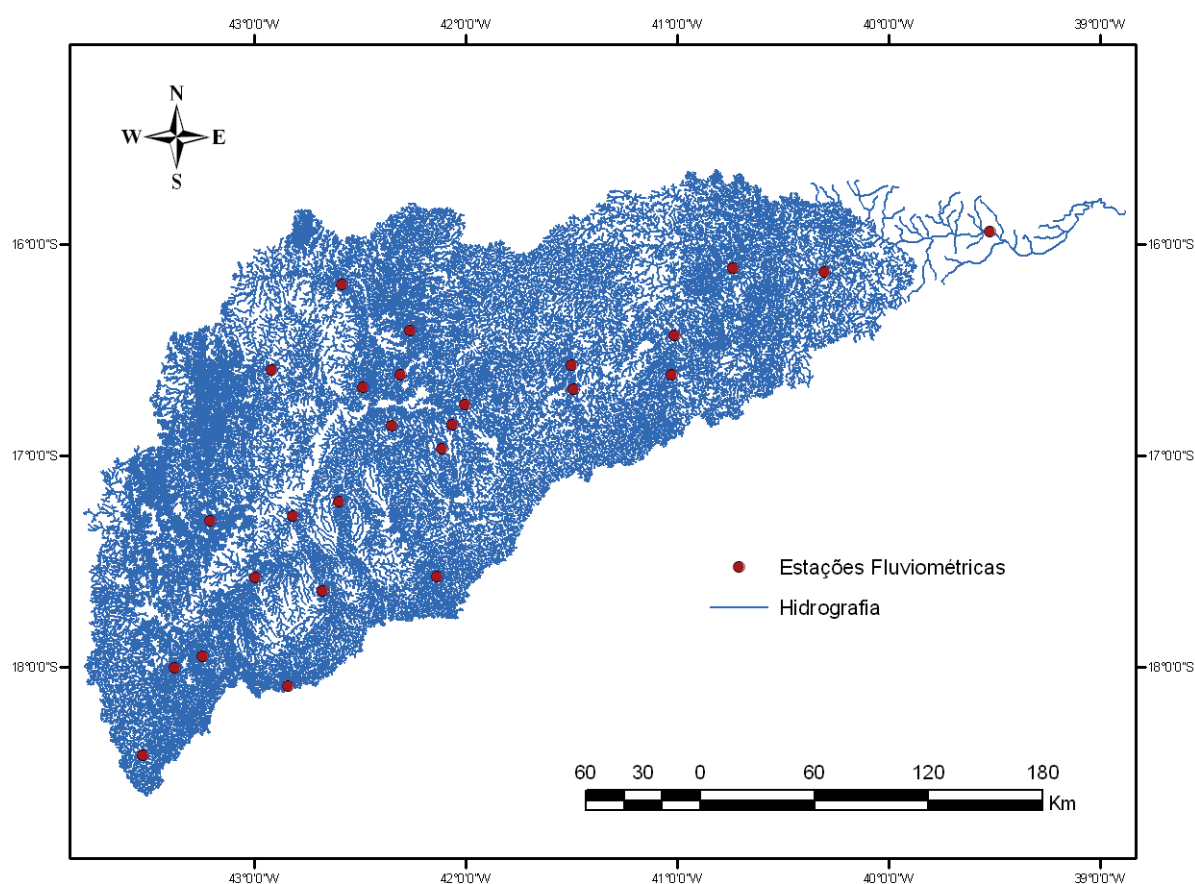


Figura 13 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 9 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
54001000	POVOADO DE VAU	-18,41739464	-43,52682877	379
54010005	VILA TERRA BRANCA - JUSANTE	-17,31073309	-43,20748543	7780
54110002	GRÃO MOGOL (FAZ. JAMBEIRO)	-16,59497279	-42,91890265	4100
54150000	PORTO MANDACARU	-16,67740765	-42,4862261	16343
54165000	PONTE VACARIA	-16,19409196	-42,58653515	2556
54193000	RUBELITA	-16,41233712	-42,26501932	2814
54195000	BARRA DO SALINAS	-16,61788213	-42,30863504	23815

54220000	SÃO GONÇALO DO RIO PRETO	-18,00747109	-43,37565654	204,3
54225000	SENADOR MODESTINO	-17,95301112	-43,24675378	426
54230000	CARBONITA	-17,57878671	-42,99592754	2535
54234000	ITAMARANDIBA	-18,09004898	-42,83904004	157
54235000	PONTE MG-214	-17,64065742	-42,67655182	1290
54260000	PONTE ALTA	-17,29000142	-42,81598854	6606
54300000	MINAS NOVAS	-17,22039794	-42,59797291	1252
54390000	PEGA	-16,86012985	-42,34837679	11000
54430000	SETUBINHA	-17,57207133	-42,13579874	286
54485000	FAZENDA FACÃO	-16,97111686	-42,11556573	1120
54500000	ARAÇUAÍ	-16,85413864	-42,06197784	16230
54530000	ITIRA	-16,75889091	-42,00380754	39394

Continua...

Tabela 9 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
54580000	ITAOBIM	-16,57231214	-41,50239242	45819
54590000	SÃO JOÃO GRANDE	-16,68960369	-41,49239125	1283
54710000	JEQUITINHONHA	-16,43174362	-41,01309967	53298
54730005	FAZENDA BOA SORTE - JUSANTE	-16,62210387	-41,02790833	1910
54770000	FAZENDA CAJUEIRO	-16,1175188	-40,7355392	2660
54780000	JACINTO	-16,13450362	-40,30605166	63300
54950000	ITAPEBI	-15,94294138	-39,52348559	67769

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1970 a 2005.

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 14 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações é apresentado na Tabela 10.

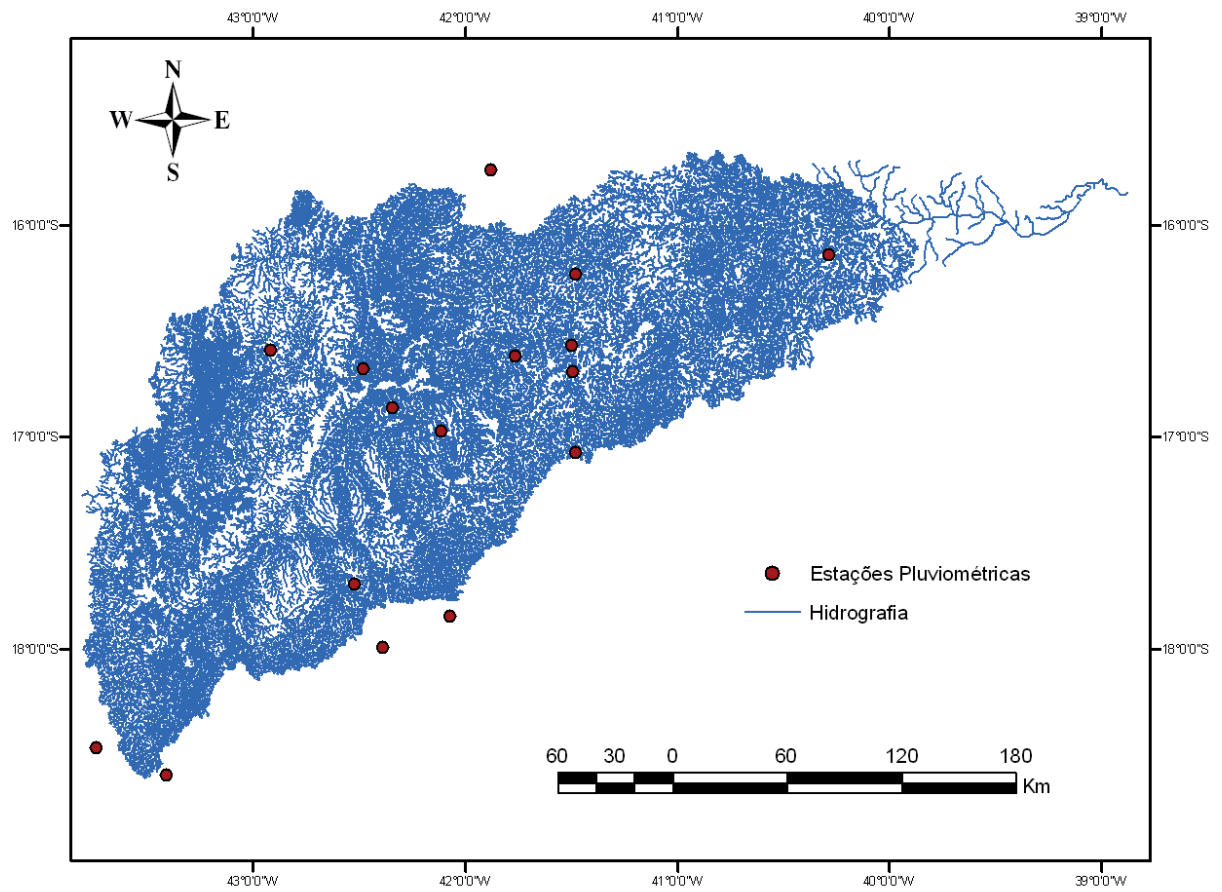


Figura 14 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 10 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1541025	BERIZAL	-15,7406	-41,8839	856,82
1640000	JACINTO	-16,1386	-40,2903	791,04
1641001	ITAOBIM	-16,5683	-41,5031	689,99
1641007	SÃO JOÃO GRANDE	-16,6894	-41,4983	701,54
1641010	ITINGA	-16,6181	-41,7675	702,32
1641011	MEDINA	-16,2300	-41,4808	849,29
1642007	PORTO MANDACARU	-16,6789	-42,4856	775,53
1642013	PEGA	-16,8600	-42,3475	828,45
1642014	GRÃO MOGOL	-16,5906	-42,9186	1021,77
1741013	PADRE PARAÍSO	-17,0728	-41,4831	1014,64
1742014	CAPELINHA	-17,6917	-42,5261	1083,51
1742017	MALACACHETA	-17,8456	-42,0756	1157,54
1742019	ÁGUA BOA	-17,9922	-42,3939	1007,65
1742020	FAZENDA FACÃO	-16,9711	-42,1156	738,85
1843002	GOUVEIA	-18,4656	-43,7431	1264,50
1843011	SERRO	-18,5928	-43,4125	1244,39

Na Figura 15 é apresentado o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual, obtido utilizando o período de 1970 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 16 estações pluviométricas e interpolados por krigagem. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações pluviométricas estudadas.

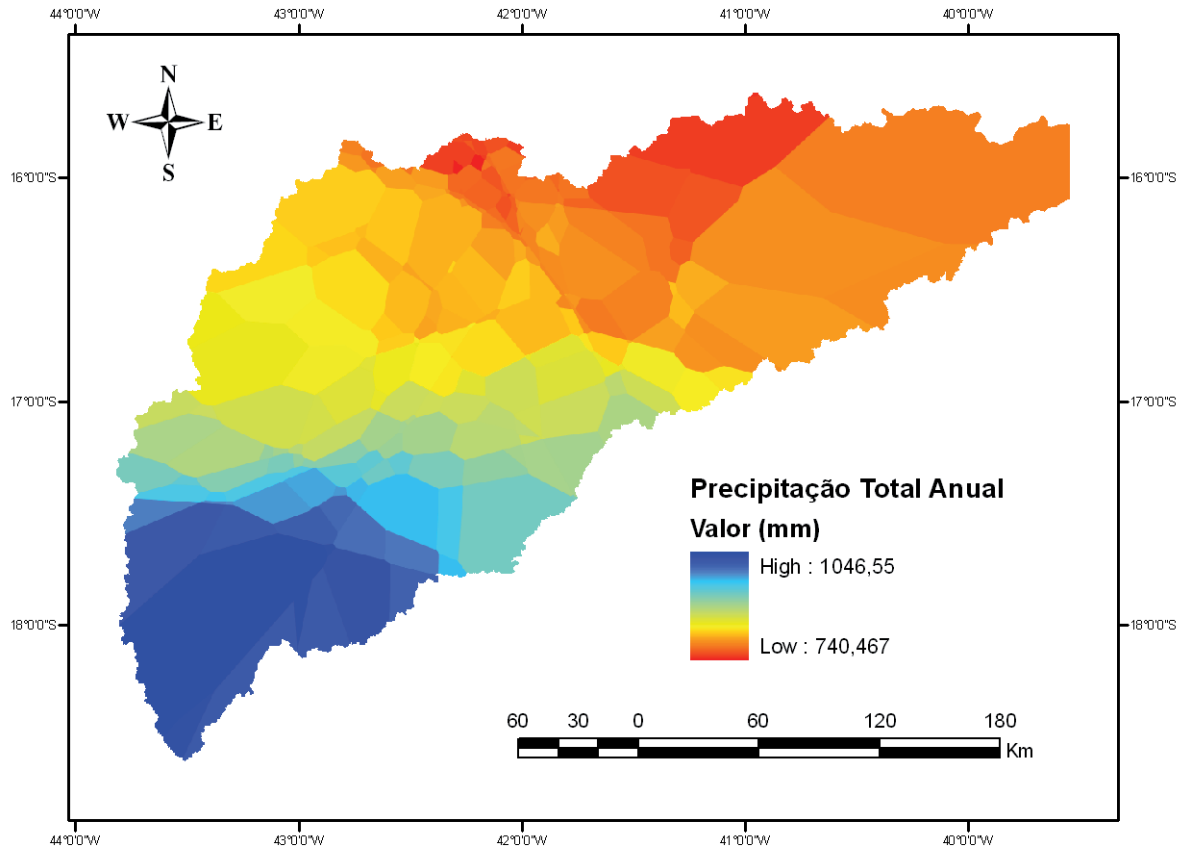


Figura 15 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do Jequitinhonha.

3.6.6. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO

No estudo foram analisados os dados consistidos de 27 estações pluviométricas e 27 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 20 de abril de 2010.

Na Figura 16 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 11 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

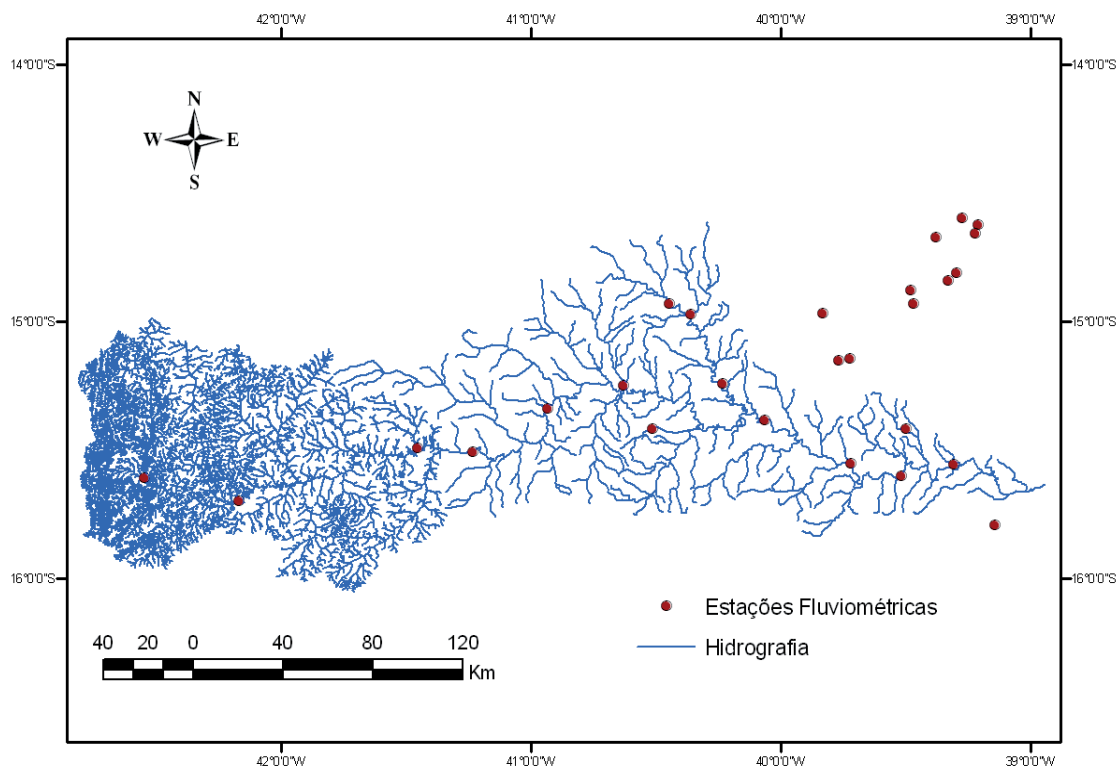


Figura 16 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 11 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
53050000	ITAJUÍPE	-14,671278	-39,378731	640
53070000	URUÇUCA	-14,596748	-39,275661	100
53090000	PROVISÃO	-14,623196	-39,209454	1300
53091000	PROVISÃO II	-14,659231	-39,222628	1307
53125000	FAZENDA MANAUS	-15,150761	-39,768437	790
53130000	ITAJU DO COLÔNIA	-15,143018	-39,723177	1245
53140000	ESTIVA DE BAIXO	-14,930127	-39,467891	2070
53150000	SANTA CRUZ DA VITÓRIA	-14,969771	-39,831030	275
53160000	CAJUEIRO DO IBICARAÍ	-14,878105	-39,480574	935
53170000	FERRADAS	-14,841609	-39,331763	3580
53180000	CONTORNO DA BR-101	-14,812455	-39,297887	3695
53460000	RIO PARDO	-15,609770	-42,550287	13620
53490000	FAZENDA BENFICA	-15,698052	-42,171913	5190
53540001	VEREDA DO PARAÍSO (SUDENE)	-15,492115	-41,453946	10390
53620000	CÂNDIDO SALES	-15,508277	-41,236387	12890
53630000	INHOBIM	-15,339187	-40,934482	16040
53650000	ITAMBÉ	-15,250289	-40,633003	19180
53670000	MACARANI	-15,419825	-40,514248	160
53690000	COURO DANTAS	-15,385054	-40,063537	22340
53730000	CATOLÉ	-14,932837	-40,446435	1310
53732000	CAATIBA - (Fazenda São Paulo)	-14,973885	-40,362952	1600
53780000	ITAPETINGA	-15,241709	-40,233136	2810

Continua...

Tabela 11 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
53860000	TOMBÓ DE AREIA	-15,553340	-39,719417	27475
53880000	FAZENDA NANCY	-15,602589	-39,519236	28950
53920000	CAMACAN	-15,417381	-39,500464	165
53950000	MASCOTE	-15,558440	-39,307921	30360
53980000	BARRACÃO	-15,791626	-39,141516	860

O período-base foi selecionado para que as estações pluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1970 a 2005. O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 17 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações é apresentado na Tabela 12.

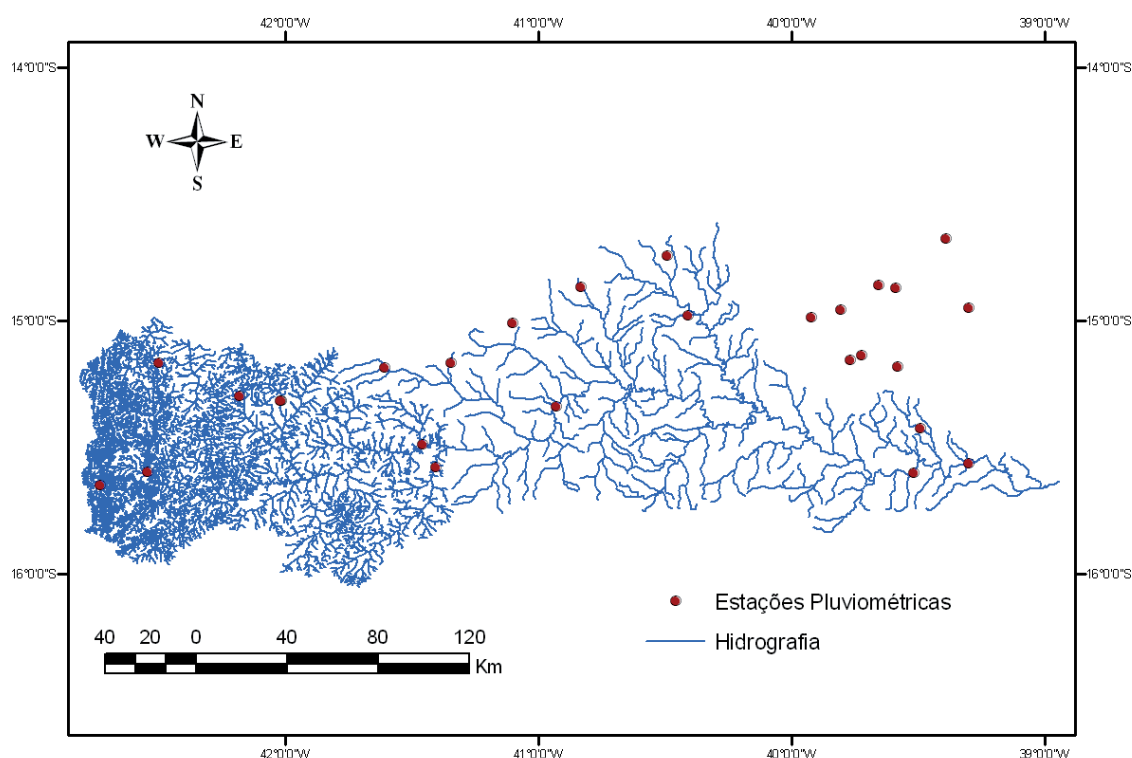


Figura 17 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 12 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1439002	Floresta Azul	-14,8597	-39,6583	1059,24
1439023	ITAJUÍPE (PIRANJI)	-14,6778	-39,3894	1581,63
1439026	BUERAREMA (MACUCO)	-14,95	-39,3	1154,84
1439045	SANTA CRUZ DA VITÓRIA	-14,958	-39,8075	1017,83
1439089	IBICARAÍ	-14,8694	-39,5883	1050,08

Continua...

Tabela 12 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1440009	LUCAIA (CAMPOS SALES)	-14,7444	-40,4917	952,28
1440023	CAATIBA (SÃO PAULO)	-14,9789	-40,4092	1124,25
1440026	VITÓRIA DA CONQUISTA	-14,8667	-40,8333	744,56
1539008	ITAJU DO COLÔNIA	-15,1389	-39,7242	845,58
1539009	FIRMINO ALVES	-14,9886	-39,9222	907,81
1539010	MASCOTE	-15,5642	-39,3017	1433,81
1539014	FAZENDA NANCY	-15,6033	-39,5169	1139,81
1539016	FAZENDA MANAUS	-15,1544	-39,7692	780
1539017	PALHIRA	-15,1833	-39,5833	1023,41
1539022	CAMACAN (VARGITO)	-15,4253	-39,4928	1355,26
1540003	INHOBIM	-15,3408	-40,9328	731,24
1541006	LAGOA PRETA	-15,1847	-41,6081	663,84
1541007	CAMPO FORMOSO	-15,0108	-41,1019	825,66
1541009	QUARAÇU	-15,1661	-41,3467	676,03
1541010	ITAMARATI	-15,5808	-41,4086	746,78
1541013	VEREDA DO PARAÍSO	-15,4897	-41,4578	734,2
1542003	MONTEZUMA	-15,1667	-42,5	489,71
1542007	SERRA NOVA	-15,65	-42,7333	681,33
1542008	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	-15,3167	-42,0167	550,61
1542009	TABOLEIRO ALTO	-15,3	-42,1833	646,82
1542014	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	-15,3167	-42,0228	765,75
1542015	RIO PARDO DE MINAS	-15,5983	-42,5475	856,82

Na Figura 18 é apresentado o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual, obtido utilizando o período de 1970 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 27 estações pluviométricas e interpolados por krigagem. O mapa de precipitação não foi feito para toda bacia, pois nas regiões externas ao território do Estado de Minas Gerais as bacias de contribuição dos trechos da hidrografia não foram disponibilizadas na escala adequada. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações fluviométricas estudadas.

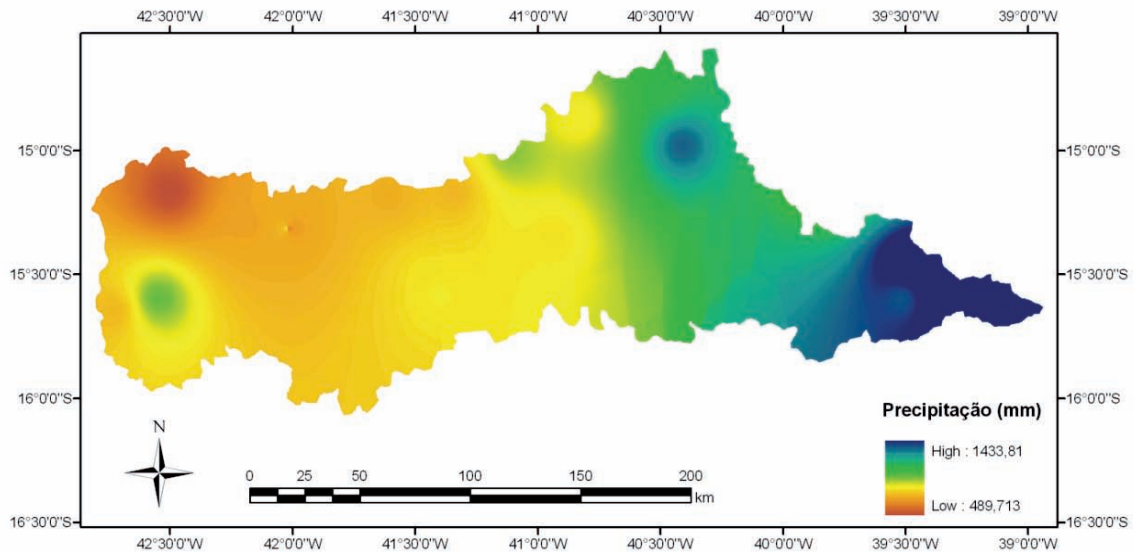


Figura 18 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do Pardo.

Tendo em vista: a) a pequena disponibilidade de estações fluviométricas existentes na bacia; b) o detalhamento da hidrografia apenas em uma pequena parte da bacia; c) a grande variação da precipitação, associada ao fato de existirem valores menores que 750 mm; e d) a grande variação nas vazões específicas existentes nas estações fluviométricas situadas na bacia; testou-se diferentes alternativas para a regionalização das vazões de referência (Q_{mld} , Q_{95} e Q_{90}) na bacia. A $Q_{7,10}$ não foi regionalizada pois as equações encontradas levaram a uma pequena disponibilidade para essa vazão na parte mineira da bacia, e, como foi estabelecido em reunião com as equipes do IGAM, da UFV e de Validação, optou-se pela consideração de um valor nulo para a $Q_{7,10}$ em toda a bacia.

- A primeira tentativa de regionalização foi realizada usando todas as estações da bacia do Pardo e considerando a área de drenagem como variável explicativa.

Tendo em vista a falta do detalhamento da hidrografia para as áreas situadas fora do Estado de Minas Gerais, a única variável explicativa que pode ser usada nesta condição foi a área de drenagem. Sendo assim, na análise de imposição de restrição utilizou-se, no caso da Q_{mld} , a vazão média de longa duração específica (em substituição ao CE), sendo o procedimento usado semelhante ao realizado para as vazões mínimas.

- A segunda tentativa foi feita considerando as cinco estações situadas na região Oeste da bacia e usando como variáveis independentes a área de drenagem, a precipitação equivalente e a precipitação equivalente menos a inércia hídrica. A seleção das cinco estações foi feita com base na análise do mapa de precipitações,

que permitiu evidenciar uma amplitude de variação da precipitação média anual bem menor nas áreas de drenagem correspondentes às cinco estações do que a existente na bacia.

- A terceira tentativa foi realizada usando todas as estações em que foi possível o acúmulo da Peq. Sendo assim foram consideradas as seguintes variáveis independentes: área de drenagem, precipitação equivalente e precipitação equivalente menos a inércia hídrica. Foram utilizadas nessa tentativa 10 estações fluviométricas.
- Como nenhuma das tentativas anteriores propiciou resultados satisfatórios, a quarta alternativa apresentada, e aprovada em reunião realizada com a participação das equipes do IGAM, da UFV e de Validação, é a descrita na sequência.

A regionalização da Q_{mld} foi feita pelo produto do coeficiente de escoamento médio das quatro estações utilizadas na segunda tentativa, uma vez que uma das estações constituiu outlier, pela precipitação equivalente. Portanto, a estimativa da Q_{mld} foi feita pela equação:

$$Q_{mld} = CE_{médio} P_{eq} \quad (18)$$

em que $CE_{médio}$ é a média dos coeficientes de escoamento correspondentes às quatro estações fluviométricas utilizadas na segunda tentativa.

A estimativa das vazões mínimas foi feita pelo produto da vazão específica mínima média nas quatro estações fluviométricas utilizadas na segunda tentativa pela área de drenagem. Logo, a estimativa das vazões mínimas foi feita pela equação:

$$Q_{min} = q_{min_média} A \quad (19)$$

em que $q_{min_média}$ é a vazão específica mínima média (q_{95} ou q_{90}) das quatro estações pluviométricas utilizadas na segunda tentativa de regionalização, $m^3 s^{-1} km^{-2}$.

3.6.7. BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL

No estudo foram analisados os dados consistidos de 167 estações pluviométricas e 70 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 25 de janeiro de 2010.

Na Figura 19 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 13 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1968 a 2005.

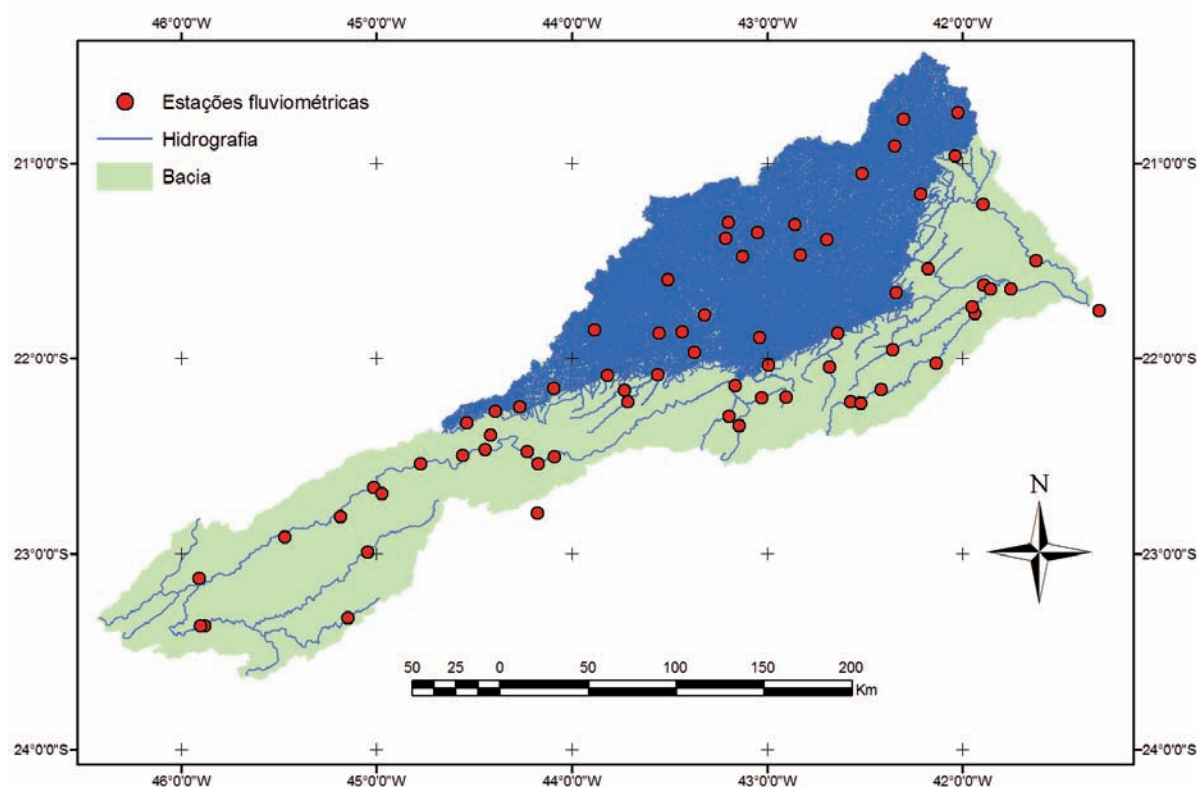


Figura 19 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 13 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
58910000	FAZENDA UMBAUÍBAS	-21,05	-42,51388889	150
58916000	BICUIBA	-20,7725	-42,30055556	395
58917000	JUSSARA	-20,91305556	-42,34944444	743
58920000	PATROCÍNIO DO MURIAÉ	-21,14861111	-42,21555556	2659
58930000	CARANGOLA	-20,74	-42,02388889	768
58934000	PORCIUNCULA	-20,96333333	-42,03722222	1313
58940000	ITAPERUNA	-21,20777778	-41,89333333	5812
58960000	CARDOSO MOREIRA - RV	-21,48722222	-41,61666667	7283
58974000	CAMPOS - PONTE MUNICIPAL	-21,75333333	-41,30027778	55500
58405000	PEDRO DO RIO	-22,33222222	-43,13361111	413
58420000	FAZENDA SOBRADINHO	-22,20027778	-42,90111111	720
58425000	MORELI (PARADA MORELI)	-22,20083333	-43,02694444	926
58434000	FAGUNDES	-22,29972222	-43,17805556	276
58440000	MOURA BRASIL	-22,14166667	-43,1575	2049
58442000	FAZENDA DA BARREIRA	-22,14222222	-43,15916667	2052
58470000	CHAPEU D'UVAS	-21,59416667	-43,50527778	367
58480500	JUIZ DE FORA - JUSANTE	-21,77833333	-43,32527778	981
58500000	USINA BRUMADO	-21,85555556	-43,88638889	142
58512000	TORREÕES	-21,86916667	-43,55555556	1711
58516500	FAZENDA SANTO ANTÔNIO	-21,85833333	-43,44416667	2238
58520000	SOBRAJI	-21,96638889	-43,3725	3645
58560000	VALENÇA	-22,22416667	-43,71055556	177
58573000	PENTAGNA	-22,17388889	-43,73138889	251
58585000	MANUEL DUARTE	-22,08583333	-43,55666667	3125
58610000	ESTEVÃO PINTO	-21,89638889	-43,04138889	782
58630002	ANTA (ANTA G)	-22,03527778	-42,99083333	30579
58645000	SUMIDOURO	-22,04611111	-42,67888889	290
58648001	PAQUEQUER	-21,87777778	-42,64222222	755
58670002	FAZENDA DA BARRA (PIRAPETINGA)	-21,65805556	-42,34277778	531
58710000	USINA ITUERÉ	-21,305	-43,19916667	784
58720000	TABULEIRO	-21,38361111	-43,23527778	317
58730001	GUARANI	-21,35555556	-43,05027778	1642
58735000	ASTOLFO DUTRA	-21,30694444	-42,86194444	2342
58755000	RIO NOVO	-21,47388889	-43,12888889	968
58765001	USINA MAURÍCIO	-21,47138889	-42,82972222	1889
58770000	CATAGUASES	-21,38944444	-42,69638889	5858
58790000	SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA	-21,54222222	-42,18055556	8245
58795000	TRÊS IRMÃOS	-21,62666667	-41,88583333	43118
58880001	SÃO FIDELIS	-21,64527778	-41,75222222	46731
58030000	ESTRADA DO CUNHA	-22,99333333	-45,04305556	830,5
58060000	PONTE ALTA 1	-23,33	-45,14444444	276
58096000	SANTA BRANCA - JUS. BARRAGEM	-23,36666667	-45,88333333	5031
58099000	SANTA BRANCA	-23,36888889	-45,90222222	4935
58142200	BUQUIRINHA 2	-23,12444444	-45,90694444	406
58183000	PINDAMONHANGABA	-22,91111111	-45,47027778	9576
58204000	GUARATINGUETÁ	-22,81194444	-45,1825	10810

Tabela 13 – Cont.

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
58218000	CACHOEIRA PAULISTA	-22,66166667	-45,0125	11481
58220000	FAZENDA SANTA CLARA	-22,69222222	-44,97444444	202
58235000	QUELUZ	-22,54	-44,77277778	12749
58235100	QUELUZ	-22,54	-44,77277778	12749
58242000	ITATIAIA	-22,500278	-44,554167	13494
58250000	RESENDE	-22,466667	-44,445278	13882
58270000	GLICÉRIO	-22,476944	-44,23	410
58300000	BARRA MANSA	-22,538333	-44,175556	15742
58305001	VOLTA REDONDA	-22,501389	-44,090556	15980
58258000	PONTE NOVA	-22,389444	-44,416111	175
58335000	LÍDICE	-22,832222	-44,198889	107
58525000	VISCONDE DE MAUÁ	-22,33	-44,538333	103
58530000	PONTE DO SOUZA	-22,270556	-44,391667	299
58535000	ZELINDA	-22,243056	-44,263611	412
58542000	SANTA RITA DO JACUTINGA	-22,150556	-44,09	356
58550001	RIO PRETO	-22,086389	-43,817778	1804
58825000	PONTE ESTRADA DONA MARIANA	-22,219722	-42,570833	235
58832000	CONSELHEIRO PAULINO	-22,226944	-42,521111	175
58827000	BOM JARDIM	-22,156667	-42,416111	556
58846000	MANUEL DE MORAIS	-22,024167	-42,134444	1378
58850000	PIMENTEL	-21,77	-41,938333	1816
58857000	ALDEIA - RV	-21,951111	-42,359167	310
58870000	BARRA DO RIO NEGRO	-21,727778	-41,955278	1123
58874000	DOIS RIOS	-21,643333	-41,858611	3118

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 20 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação total das estações é apresentado na Tabela 14.

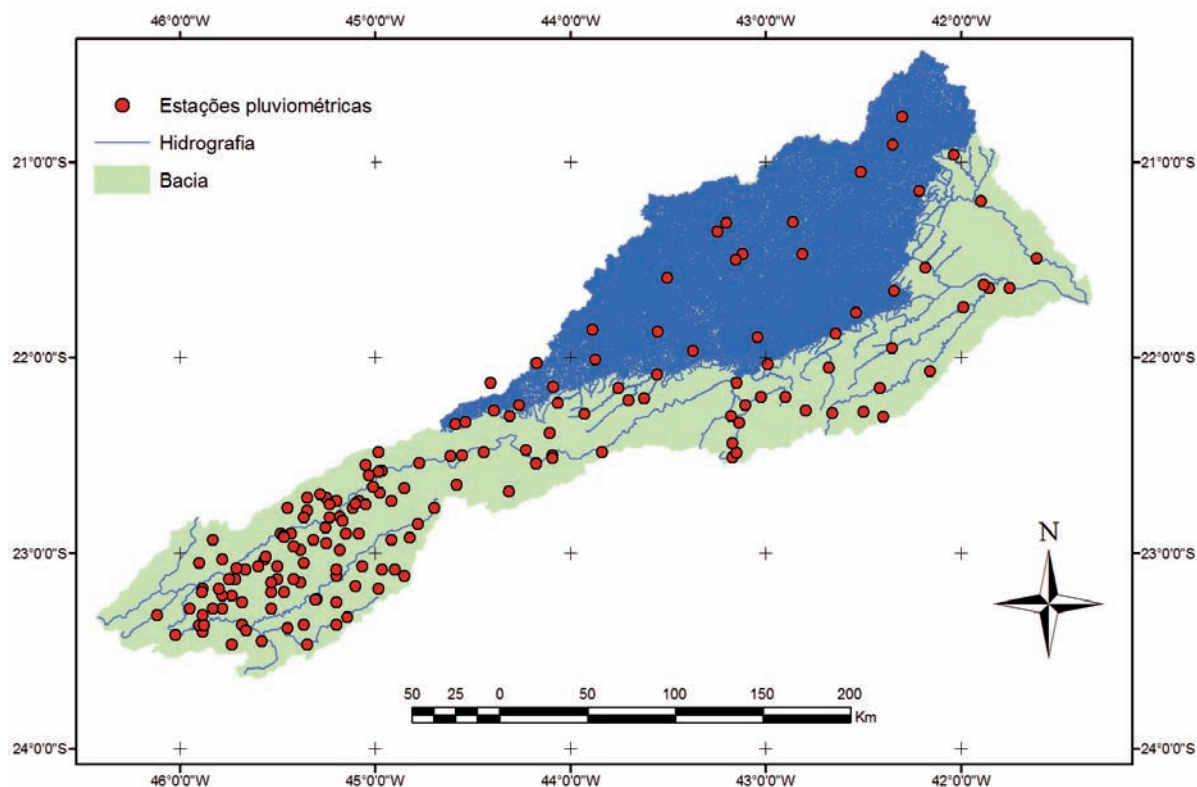


Figura 20 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 14 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
2042014	ESTEVAO PINTO	-43,0414	-21,8964	941,50260
2042027	TORREOES	-43,5556	-21,8692	1130,03950
2141003	USINA BRUMADO	-43,8864	-21,8556	1169,85260
2141005	CHAPEU D'UVAS	-43,5053	-21,5942	1132,42890
2141006	SOBRAJI	-43,3725	-21,9664	936,97370
2141007	BOM SUCESSO	-42,7947	-22,2714	979,58680
2141045	FAZENDA SOBRADINHO	-42,9000	-22,2011	1039,54210
2142000	ANTA	-42,9908	-22,0353	972,80790
2142002	CONSERVATORIA	-43,9294	-22,2875	1170,41050
2142004	VALENCA	-43,7036	-22,2189	1046,22630
2142006	PENTAGNA	-43,7550	-22,1550	1129,01840
2142007	TABOAS	-43,6233	-22,2086	1059,86840
2142008	MANUEL DUARTE (PCD)	-43,5567	-22,0858	976,20530
2142009	PETROPOLIS	-43,1708	-22,5117	1438,40000
2142014	ITAMARATI-SE	-43,1492	-22,4853	1167,0842
2142015	RIO DA CIDADE	-43,1703	-22,4381	1103,2737
2142022	PEDRO DO RIO	-43,1361	-22,3325	977,0026
2142058	AREAL (GRANJA GABI)	-43,1044	-22,2419	978,6026
2143000	FAGUNDES	-43,1781	-22,2997	866,6684

Continua...

Tabela 14 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
2143013	MOURA BRASIL	-43,1522	-22,1272	842,2789
2143016	MORELI (PARADA MORELI)	-43,0269	-22,2008	931,0842
2143017	FAZENDA SAO GABRIEL	-43,875	-22,0117	1476,6605
2143018	USINA SANTA CECILIA P1-273	-43,8392	-22,4819	1407,0762
2143019	QUELUZ (CENTRO SAUDE)	-44,7731	-22,5403	997,5316
2143020	CRUZEIRO P1-264	-44,965	-22,5814	1354,7703
2143021	CRUZEIRO	-44,9833	-22,5833	1474,9606
2143022	SAO JOSE DO BARREIRO	-44,5833	-22,65	1614,6828
2242017	SILVEIRAS	-44,85	-22,6667	1392,9917
2242019	BOCAINA (FAZENDA SANTA CLARA)	-44,975	-22,6919	1077,65
2242020	USINA BOCAINA	-44,9167	-22,7333	1577,0515
2242021	CAPETINGA	-44,7833	-22,85	1247,25
2242022	FAZENDA SANTA ISABEL	-44,7	-22,7667	1492,2194
2242026	VARGEM DO TANQUE	-44,9167	-22,9333	1207,831
2242027	NHANGAPI	-44,6156	-22,5033	1099,8895
2242028	ITATIAIA	-44,5542	-22,5003	1141,9971
2242029	SANTA ISABEL DO RIO PRETO	-44,0647	-22,2311	1267,35
2243004	RIBEIRAO DE SAO JOAQUIM	-44,2289	-22,4742	1351,7684
2243005	SANTA RITA DO JACUTINGA	-44,09	-22,1506	1307,0263
2243006	ZELINDA	-44,2636	-22,2431	1399,7842
2243007	FUMACA	-44,3106	-22,2975	1646,4447
2243008	PONTE DO SOUZA	-44,3917	-22,2706	1594,4316
2243009	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	-44,5906	-22,3392	1791,4079
2243010	VOLTA REDONDA	-44,0919	-22,5011	1045,1816
2243011	BARRA MANSA	-44,1753	-22,5381	1023,1395
2243012	NOSSA SENHORA DO AMPARO	-44,1075	-22,3856	1296,8868
2243013	VISCONDE DE MAUA (ESC.AGROT)	-44,5383	-22,33	1654,6842
2243014	CAMPOS DE CUNHA	-44,8222	-22,9211	1081,2184
2243015	PONTE DO COSTA	-44,4083	-22,1278	1854,4031
2243016	MIRANTAO(CAPELINHA DAS FLORES)	-44,5908	-22,3389	1508,8829
2243202	PEDREIRA (PACAU)	-44,1736	-22,0264	1873,325
2243205	RESENDE 83738	-44,4453	-22,4833	1383,1355
2244001	VOLTA REDONDA (SE) P1-343	-44,0942	-22,5128	1376,7694
2244004	BARRA MANSA (SE) P1-344	-44,1781	-22,5414	1283,2568
2244005	PEREQUE D1-005	-44,9833	-22,4833	1349,8879
2244006	BANANAL	-44,3167	-22,6833	1284,0351
2244007	CACHOEIRA PAULISTA	-45,0125	-22,6617	1031,3676
2244010	BAIRRO DOS LEMES	-45,25	-22,7167	1255,0212
2244012	FAZENDA SANTO ANTONIO	-45,2833	-22,7	1465,6483
2244014	LORENA	-45,0833	-22,7333	1252,3919
2244025	COLONIA DO PIAGUI	-45,2	-22,7333	2089,6429
2244026	FAZENDA CAPITIVA	-45,2333	-22,75	1251,7784
2244030	FAZENDA MONTE VERDE	-45,35	-22,7167	1511,9914
2244031	HARAS MONDESIR	-45,1167	-22,7667	1224,9207
2244033	FAZENDA NATAL	-45,35	-22,7833	1374,9941

Continua...

Tabela 14 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
---------------	----------------	------------------	-----------------	--------------------------

2244034	FAZENDA VERA CRUZ	-45,45	-22,7667	1476,525
2244035	GUARATINGUETA	-45,1825	-22,8122	1096,8895
2244036	FAZENDA SAPUCAIA	-45,3667	-22,8167	1033,9108
2244037	FAZENDA PALMEIRAS	-45,1667	-22,8333	1280,075
2244038	APARECIDA	-45,2333	-22,8167	1277,2833
2244039	SANTA RITA DO MASSAIM	-45,4833	-22,9	1236,8562
2244041	BRUMADO	-45,15	-22,9	1403,1806
2244042	CAMPO DE PESQUISAS	-45,4333	-22,9	1306,0607
2244045	PINDAMONHANGABA (PCD)	-45,4703	-22,9111	1012,9947
2244047	PINDAMONHANGABA	-45,4667	-22,9167	1220,1758
2244048	HORTO FLORESTAL	-45,3833	-22,9833	1135,4111
2244057	BONFIM	-45,25	-22,95	1235,7649
2244058	MONTEIRO LOBATO	-45,8333	-22,9333	1586,8324
2244064	FAZENDA BELA VISTA	-45,4167	-22,9667	1160,46
2244092	ROCINHA	-45,0833	-22,9	1283,6111
2244101	FAZENDA SANTO ANTONIO	-45,05	-22,75	1271,8242
2244106	FAZENDA SAO JOAO	-45,3167	-22,9333	1453,9406
2244127	APARECIDA P1-248	-45,2533	-22,8681	1266,2973
2244133	LORENA P1-259	-45,1022	-22,7481	1334,1333
2245007	BREJETUBA	-45,05	-22,55	1484,0115
2245014	EMBAU	-45,0333	-22,6	1525,0063
2245015	FAZENDINHA	-45,1833	-22,9833	1147,1192
2245020	FAZENDA DO CUME	-44,9	-23,0833	1280,2611
2245021	SERTAO DO RIO MANSO	-44,85	-23,1167	1466,3
2245025	CUNHA (EC)	-44,9667	-23,0833	1246,3429
2245027	TAUBATE	-45,5667	-23,0333	1211,3135
2245030	PEDREGULHO	-45,7833	-23,0333	1515,0167
2245031	CAPIVARA	-45,0667	-23,0667	1234,0281
2245032	FAXINAL	-45,2	-23,1167	1363,7139
2245035	LAGOINHA	-45,2	-23,0833	1189,8031
2245039	CERAMICA QUIRINO	-45,6667	-23,0833	1292,5162
2245041	FAZENDA SANTA LEONOR	-45,3833	-23,15	1323,7833
2245042	RIBEIRAO DAS ALMAS	-45,4167	-23,1333	1289,5345
2245046	SAPE	-45,7167	-23,1333	1238,0513
2245047	SANTA LUZIA	-45,75	-23,1333	1234,8656
2245048	FAZENDA IPIRANGA	-45,5333	-23,2	1288,2697
2245049	SAO LUIS DO PARAITINGA	-45,3	-23,2333	2232,9235
2245052	FAZENDA N.S. DA PIEDADE	-45,7333	-23,2167	1219,0382
2245053	SAO JOSE DOS CAMPOS	-45,8833	-23,1833	1198,675
2245054	BAIRRO CAJURU	-45,7833	-23,2167	1246,2676
2245057	CATUCABA	-45,2	-23,25	1221,8788
2245059	JAMBEIRO	-45,6833	-23,25	1167,7568
2245060	REDENCAO DA SERRA	-45,5333	-23,2833	1266,7595
2245061	JACAREI	-45,95	-23,2833	1225,6649
2245123	VARADOURO	-45,7833	-23,2833	1286,8667

Continua...

Tabela 14 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
2245128	JARDIM	-45,8833	-23,3167	1423,1566

2245157	LARANJAL	-45,3667	-23,3667	1441,9844
2245158	NATIVIDADE DA SERRA	-45,45	-23,3833	1191,973
2245165	GRANJA PILOTO	-45,6	-23,0667	1211,9967
2344001	ALFERES	-45,6833	-23,3667	1079,6703
2344003	SANTA BRANCA	-45,8833	-23,4	1148,2108
2344012	BAIRRO ALTO	-45,35	-23,4667	1276,0219
2344018	CACAPAVA	-45,7103	-23,0778	1031,7816
2345001	SAO LUIZ DO PARAÍTINGA	-45,3053	-23,2394	962,1237
2345004	PONTE ALTA 1	-45,1439	-23,3289	1515,3763
2345005	SANTA BRANCA (PCD)	-45,9	-23,3689	917,2053
2345006	PARAIBUNA P1-228	-45,6608	-23,3933	969,4333
2345007	TAUBATE (SE) P1-247	-45,56	-23,0203	1198,9306
2345008	BARRAGEM SANTA BRANCA P1-014	-45,8756	-23,3711	1368,0162
2345009	SAO JOSE DOS CAMPOS P1-240	-45,8878	-23,1997	1373,7278
2345010	AGUA SOCA	-45,9	-23,05	1484,3848
2345012	COMERCIO	-45,5833	-23,45	1115,3296
2345013	CAPUAVA	-45,8333	-23,2833	1177,9
2345015	FAZENDA SAO JOAO	-45,4667	-23,2	1351,5811
2345017	REMEDIOS	-45,5	-23,0667	923,6919
2345018	BAIRRO REGISTRO	-45,5	-23,1333	1147,5031
2345019	PARARANGABA	-45,8	-23,1833	1250,0108
2345020	FAZENDA CONCEICAO	-45,5333	-23,15	1289,6679
2345021	MACUCO	-45,3667	-23,05	1316,1069
2345022	FERRAZ	-45,1	-23,1667	1254,412
2345023	BRIET	-45,2	-23,3667	1697,1242
2345024	FAZENDA SAO JOAO	-45,7333	-23,4667	1167,0565
2345025	PARATEI	-46,1167	-23,3167	1288,8028
2345029	GUARAREMA	-46,0244	-23,4192	1109,4786
2345031	BICUIBA	-42,3011	-20,7694	1046,9
2345032	PORCIUNCULA	-42,0372	-20,9633	994,4421
2345033	CARDOSO MOREIRA	-41,6136	-21,4919	729,6474
2345034	SAO FIDELIS (PCD)	-41,7522	-21,6453	546,6921
2345037	DOIS RIOS	-41,8586	-21,6433	760,8684
2345041	TRES IRMAOS	-41,8858	-21,6267	799,6737
2345063	ITAPERUNA 83695	-41,9	-21,2	1057,2774
2345065	ASTOLFO DUTRA	-42,8606	-21,3069	1079,3368
2345067	PATROCINIO DO MURIAE	-42,2156	-21,1486	1163,1737
2345071	FAZENDA UMBAS	-42,5156	-21,0503	1061,4342
2345102	USINA MAURICIO	-42,8131	-21,4714	1143,7158
2345103	FAZENDA DA BARRA (PIRAPETINGA)	-42,3428	-21,6581	906,0658
2345106	VOLTA GRANDE	-42,5397	-21,7692	900,8622
2345111	JUSSARA	-42,3494	-20,9114	968,18
2345152	PAQUEQUER	-42,6422	-21,8778	924,8026
2345154	PONTO DE PERGUNTA	-41,9881	-21,7419	801,5079
2345156	ALDEIA	-42,3558	-21,9525	925,3895

Continua...

Tabela 14 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
2345159	SANTO ANTONIO DE PADUA (PCD)	-42,1825	-21,5419	866,2263

2345161	USINA ITUERE	-43,2022	-21,3094	1134,3816
2345163	TABULEIRO	-43,2469	-21,355	1190,0816
2345164	RIO NOVO	-43,1211	-21,4725	1089,5816
2345166	PIAU	-43,1536	-21,4994	1198,2579
2345170	VISCONDE DE IMBE	-42,16	-22,0678	929,7605
2345174	VARGEM ALTA	-42,4	-22,3008	1090,1105
2345175	VARGEM GRANDE	-42,5022	-22,2767	1077,8763
2345181	BOM JARDIM	-42,4161	-22,1567	1041,0237
2346018	FAZENDA MENDES	-42,66	-22,2858	1122,9026
2346099	SUMIDOURO	-42,6783	-22,0503	1028,1632

Na Figura 21 apresenta-se o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual obtido utilizando o período de 1968 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 167 estações pluviométricas e interpolados por krigagem. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem das estações pluviométricas estudadas.

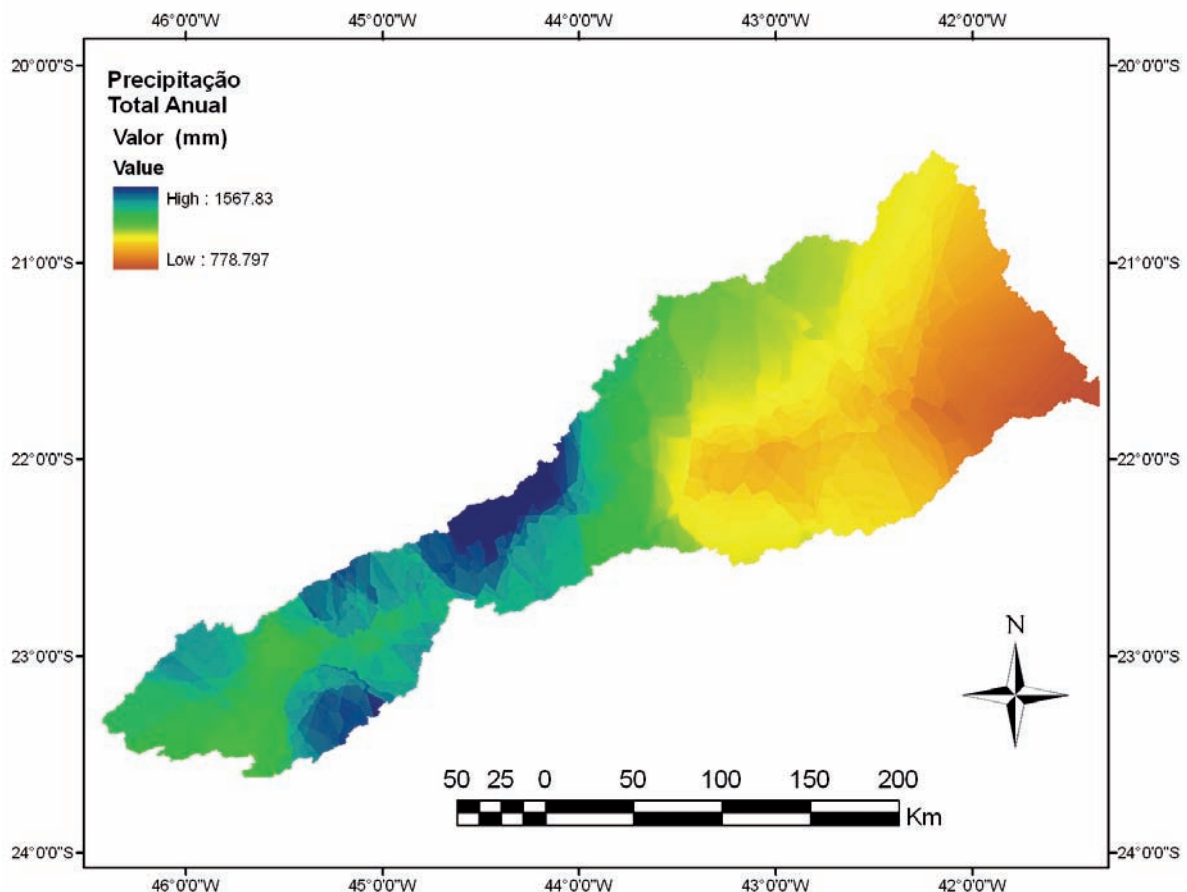


Figura 21 – Distribuição espacial da precipitação na bacia do Paraíba do Sul.

3.6.8. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA-JAGUARI

No estudo foram analisados os dados consistidos de nove estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 10 de fevereiro de 2010.

Na Figura 22 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 15 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1968 a 2003.

Tendo em vista a falta do detalhamento da hidrografia para as áreas situadas fora do Estado de Minas Gerais, a única variável explicativa que pode ser usada nesta bacia foi a de área de drenagem.

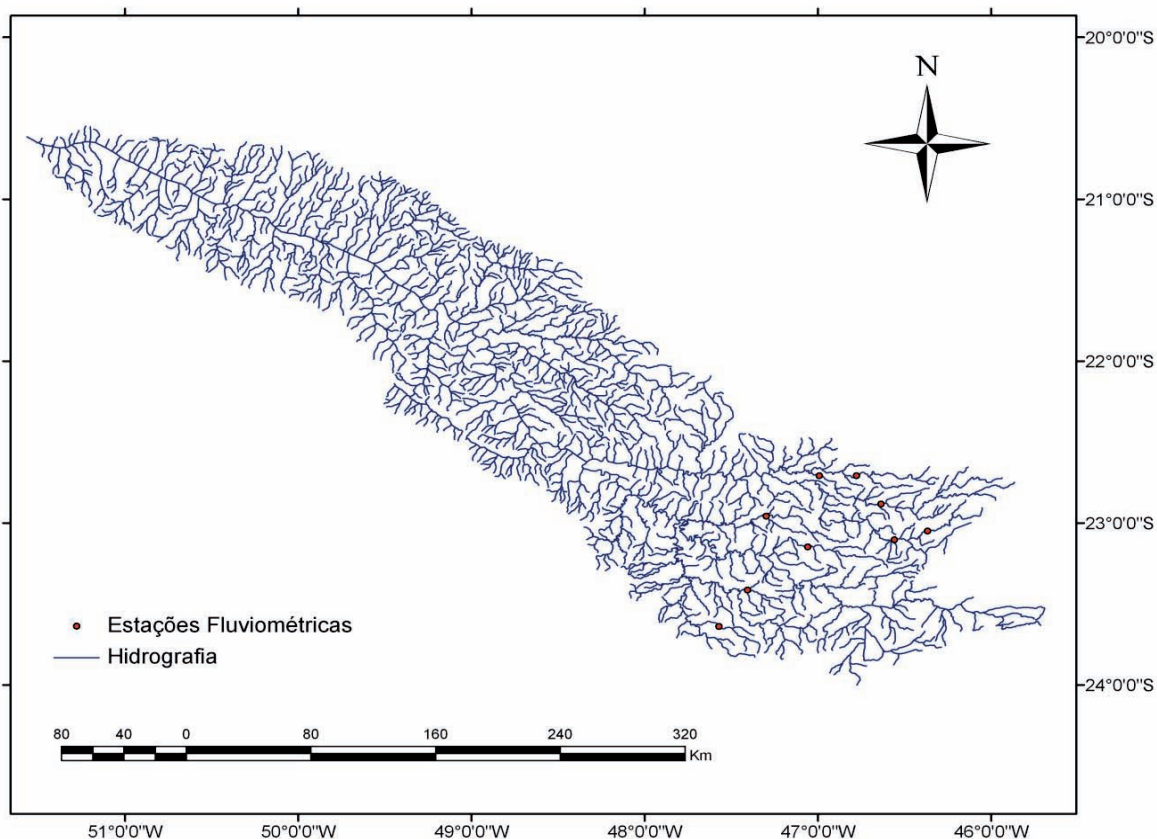


Figura 22 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 15 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km²)
62395000	ITUPEVA	-23,14810371	-47,05859375	700
62420000	MONTE MOR	-22,95841268	-47,29672122	699
62478000	EDEN (PIRAJIBU)	-23,41359877	-47,40522214	307
62490000	SALTO DE PIRAPORA	-23,63817439	-47,57030252	353
62600000	RIO ABAIXO (FAZ. CACHOEIRA)	-22,88250327	-46,63516851	1726
62615000	JAGUARIUNA	-22,70696449	-46,99069977	2180
62625000	AMPARO	-22,70668513	-46,77746083	664
62665000	PIRACAIA	-23,04980219	-46,3654246	410
62670000	ATIBAIA	-23,10338416	-46,5575607	1143

3.6.9. BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS DO LESTE

3.6.9.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

A baixa densidade de informações fluviométricas e pluviométricas existente nas bacias hidrográficas do Leste exigiu a busca de diferentes alternativas visando otimizar os resultados do estudo de regionalização nestas bacias. Na sequência se descreve as diferentes opções de regionalização utilizadas correspondentes a cada uma das bacias hidrográficas.

As regionalizações aplicadas nas bacias foram divididas em quatro grupos. As bacias do Itabapoana e Itapemirim; a bacia do São Mateus; a bacia do Mucuri; e as demais bacias do Leste: Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas.

3.6.9.1.1. BACIAS DO ITABAPOANA E ITAPEMIRIM

O fato de existirem duas estações fluviométricas na parte mineira da bacia, ambas situadas na bacia do Itabapoana e desta abranger apenas uma pequena área de drenagem; além da grande distância das demais bacias do Leste em relação a estas duas bacias, fez com que a análise das bacias do Itabapoana e Itapemirim fosse individualizada da relativa às outras bacias.

Tendo em vista a falta de detalhamento da hidrografia para as áreas situadas fora do Estado de Minas Gerais, a única variável explicativa que pode ser usada nesta condição foi a área de drenagem. Sendo assim, na análise de imposição de restrição utilizou-se, no caso da Q_{mid} , a vazão média de longa duração específica (em substituição ao CE), sendo o procedimento usado semelhante ao realizado para as vazões mínimas.

3.6.9.1.2. BACIA DO SÃO MATEUS

Devido a escassez de dados encontrados na bacia, a condição imposta em outros estudos de que as estações deveriam ter pelo menos 20 anos de dados não foi atendida, sendo que uma estação na bacia do São Mateus e uma estação na bacia do Mucuri foram utilizadas no estudo mesmo apresentando menos de 20 anos de dados, no caso com 18 anos, devido à sua localização em uma região com baixa disponibilidade de dados e o pequeno número de estações na bacia como um todo.

- Como a bacia do São Mateus possui somente três estações (incluindo uma das estações citadas anteriormente com menos de 20 anos) com séries históricas que possibilitassem a realização do estudo de regionalização, a opção de regionalização da bacia utilizando somente as estações da própria bacia foi previamente descartada.
- A primeira tentativa de regionalização realizada foi a junção das estações das bacias do São Mateus e Mucuri, e a obtenção de uma única equação de regionalização para as duas bacias. Esta tentativa de regionalização foi denominada '**São Mateus + Mucuri**'.
- A segunda opção foi a regionalização para a bacia do São Mateus, considerando também estações da bacia do Rio Doce situadas nas proximidades da bacia do Mucuri. Esta tentativa de regionalização foi denominada '**São Mateus + Doce**'.

3.6.9.1.3. BACIA DO MUCURI

A fim de obter a melhor representatividade da disponibilidade hídrica na bacia; e para auxiliar na regionalização das demais bacias, devido às dificuldades encontradas na regionalização das bacias do São Mateus e demais bacias do Leste, diversos modelos de regionalização foram também aplicados na bacia do Mucuri.

Foram realizadas três tentativas de regionalização diferentes:

- A primeira tentativa de regionalização foi a utilização de estações da própria bacia, pois esta possui estações suficientes e com séries históricas que possibilitam a realização do estudo de regionalização. Denominada '**Mucuri**'.
- A segunda tentativa de regionalização realizada foi a junção das estações das bacias do São Mateus e Mucuri e a obtenção de uma única equação de regionalização para as duas bacias. Esta tentativa de regionalização foi denominada '**São Mateus + Mucuri**'.

- A terceira opção foi a regionalização para a bacia do Mucuri quando consideradas também algumas estações da bacia do Jequitinhonha situadas nas proximidades da bacia do Mucuri. Esta tentativa de regionalização foi denominada '**Mucuri + Jequitinhonha**'.

3.6.9.1.4. PARTE MINEIRA DAS BACIAS DOS RIOS BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, PERUÍPE E ITAÚNAS

Para estas bacias, tendo em vista a ausência de estações fluviométricas na parte mineira das bacias e o detalhamento da hidrografia apenas em uma pequena parte das bacias, testou-se também diferentes alternativas para a regionalização das vazões de referência (Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$).

- A primeira tentativa de regionalização foi realizada usando estações próximas à parte mineira das bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas e considerando a área de drenagem como variável explicativa.
- A segunda tentativa foi feita considerando o uso das equações de regionalização encontradas para a bacia do rio Mucuri, quando consideradas apenas estações da bacia do **Mucuri**.
- A terceira tentativa foi feita usando as equações de regionalização encontradas para a bacia do rio Mucuri, quando consideradas também as estações da bacia do rio Jequitinhonha, situadas nas proximidades da bacia do Mucuri. Denominada '**Mucuri + Jequitinhonha**'.

3.6.9.2. DADOS UTILIZADOS NO ESTUDO E SELEÇÃO DO PERÍODO BASE

3.6.9.2.1. BACIAS DO ITABAPOANA E ITAPEMIRIM

No estudo foram analisados os dados consistidos de 20 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 30 de abril de 2010.

Na Figura 23 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 16 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e uma série histórica com mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1970 a 2005.

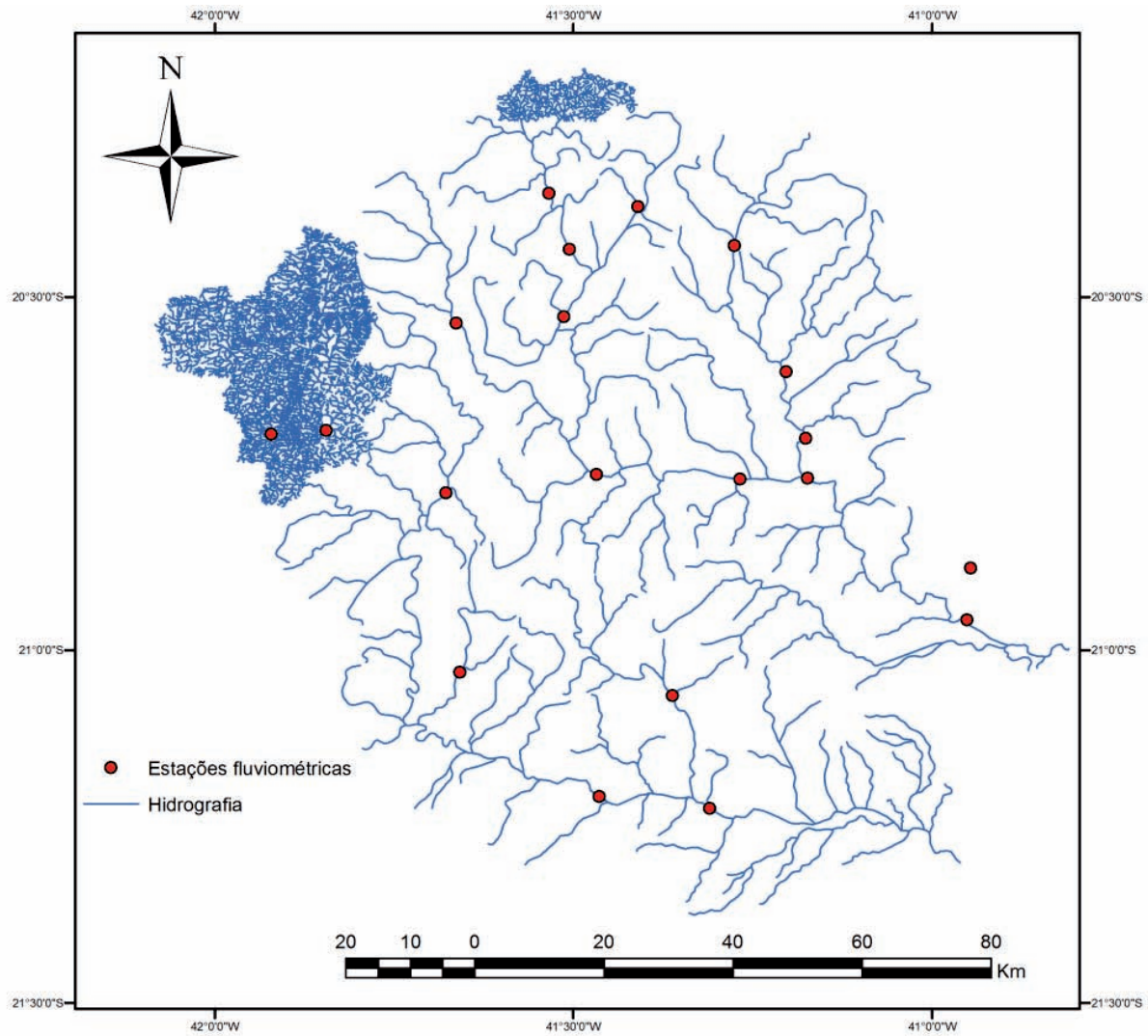


Figura 23 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 16 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
57300000	PAU D'ALHO	-20,88383075	-40,94583014	304
57350000	USINA FORTALEZA	-20,37141044	-41,40956596	223
57360000	IÚNA	-20,35257229	-41,53431469	426
57370000	TERRA CORRIDA – MONTANTE	-20,43174908	-41,50559754	602
57400000	ITAICI	-20,52754779	-41,51293309	1045
57450000	RIVE	-20,7509083	-41,46799007	2217
57460000	PACOTUBA	-20,75771904	-41,26728439	2757
57476500	FAZENDA LAJINHA	-20,42704363	-41,27506758	436
57490000	CASTELO	-20,60565565	-41,20346009	975
57550000	USINA SÃO MIGUEL	-20,70009597	-41,17589821	1458
57555000	COUTINHO	-20,75663201	-41,17310146	4601
57580000	USINA PAINEIRAS	-20,95719541	-40,95109871	5166
57700000	CAIANA	-20,69372984	-41,92146646	447
57720000	DORES DO RIO PRETO	-20,68872663	-41,84496677	234
57740000	GUAÇUÍ	-20,77716828	-41,67733154	413
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	-21,03136892	-41,65810652	146
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	-21,20741	-41,4635202	2854
57880000	MIMOSO DO SUL	-21,06417337	-41,3617812	369
57930000	SANTA CRUZ	-21,22418065	-41,30990732	3781
57420000	IBITIRAMA	-20,53684851	-41,66316091	342

3.6.9.2.2. BACIA DO SÃO MATEUS

3.6.9.2.2.1. PRIMEIRA TENTATIVA – ‘SÃO MATEUS + MUCURI’

No estudo foram analisados os dados consistidos de 27 estações pluviométricas e nove estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 22 de janeiro de 2011.

Na Figura 24 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 17 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e que, em cada ano, a série apresentasse mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1972 a 2005.

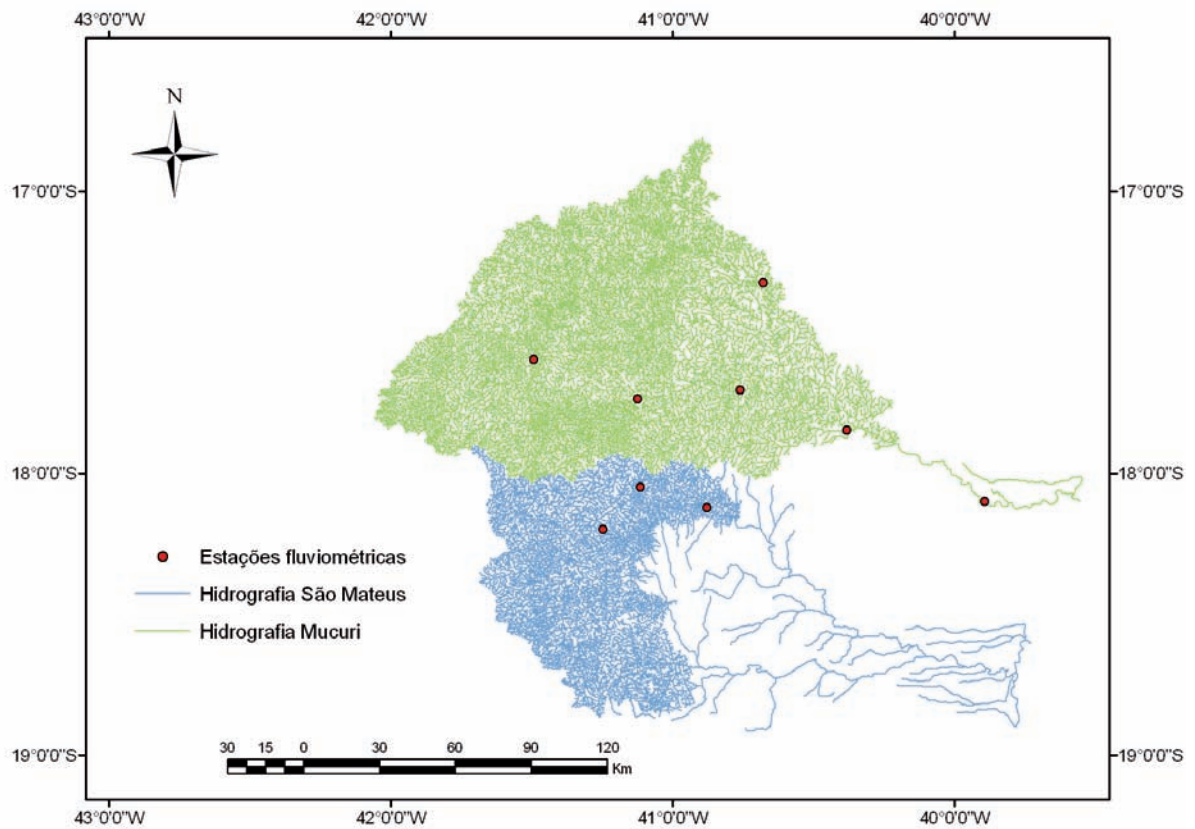


Figura 24 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 17 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
55520001	MUCURI	-17,5946	-41,4941	2016
55610000	FRANCISCO SÁ	-17,7350	-41,1255	1785
55630000	CARLOS CHAGAS	-17,7037	-40,7619	9607
55660000	SÃO PEDRO DO PAMPA	-17,3222	-40,6779	1827
55699998	NANUQUE – MONTANTE	-17,8453	-40,3828	12799
55740000	FAZENDA MARTINICA	-18,0975	-39,8931	14656
55780000	FIDELÂNDIA	-18,1966	-41,2466	839
55790000	ATALÉIA	-18,0467	-41,1158	351
55800005	FAZENDA SÃO MATEUS	-18,1198	-40,8797	4266

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 25 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações é apresentado na Tabela 18.

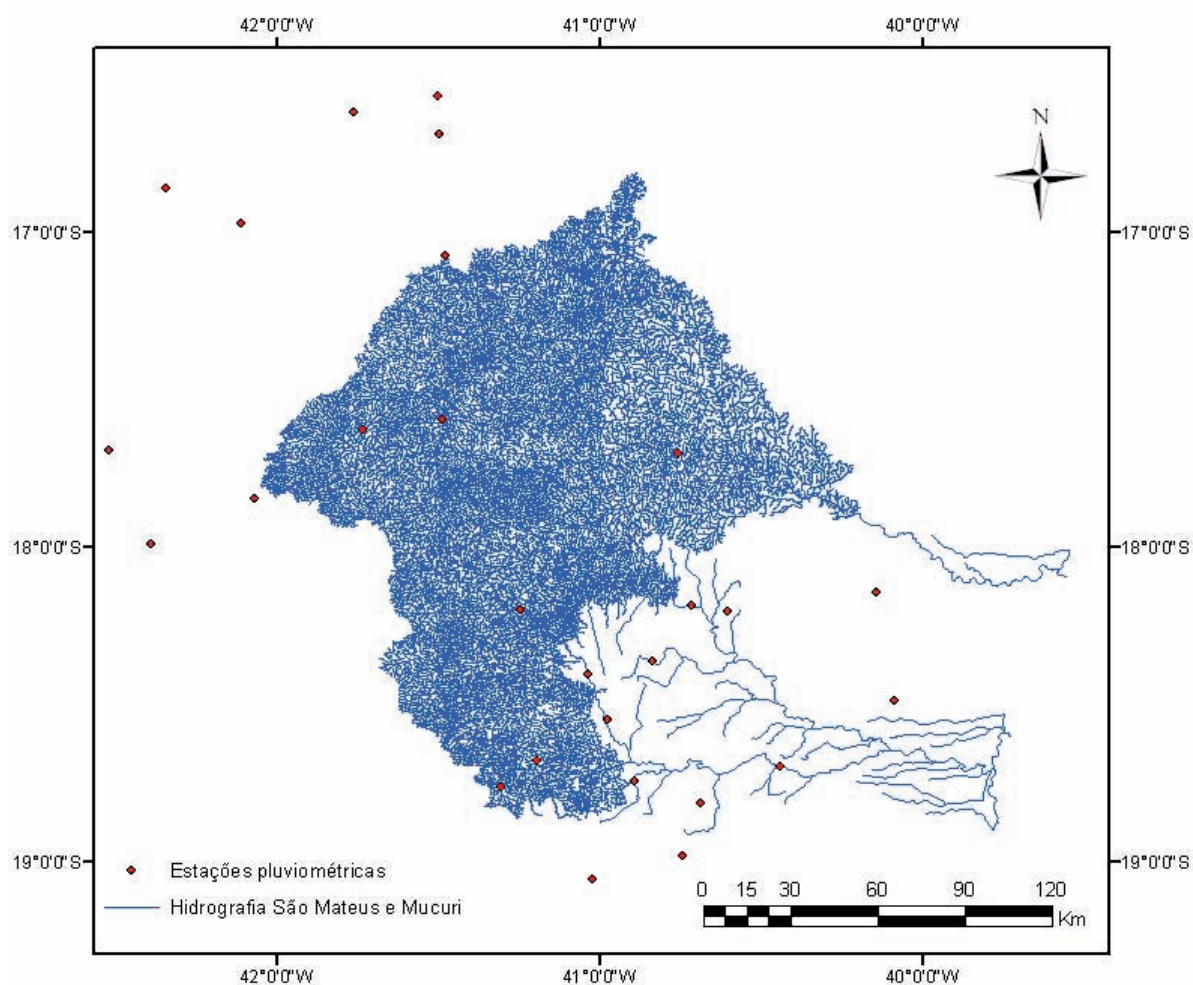


Figura 25 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 18 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
1740000	CARLOS CHAGAS	-40,7619	-17,7042	1012,13
1741001	MUCURI	-41,4928	-17,5964	1030,78
1741006	LADAINHA (EFBM)	-41,7381	-17,6294	1133,19
1742017	MALACACHETA	-42,0756	-17,8456	1191,28
1840000	AGUIA BRANCA	-40,7467	-18,9850	1226,54
1840003	ITAUNINHAS	-40,0906	-18,4894	1097,41
1840004	BARRA DE SAO FRANCISCO	-40,8947	-18,7486	1051,81
1840007	AGUA DOCE	-40,9781	-18,5494	1179,91
1840010	CEDROLANDIA	-40,6908	-18,8147	1159,61
1840011	COTAXE	-40,7178	-18,1864	1075,46
1840012	FAZENDA LIMOEIRO	-40,1439	-18,1456	1103,38
1840013	ECOPORANGA	-40,8406	-18,3658	1298,67
1840015	PATRIMONIO STA LUZIA DO NORTE	-40,6042	-18,2058	1087,90
1840019	CORREGO DA BOA ESPERANCA	-40,4417	-18,7000	1020,53
1841006	VARGEM GRANDE	-41,1961	-18,6811	931,70

Continua...

Tabela 18 – Cont.

Código	Estação	Longitude	Latitude	Precipitação (mm)
1841007	FIDELANDIA	-41,2483	-18,2031	1004,86
1841010	SANTO AGOSTINHO	-41,0400	-18,4061	1178,15
1841018	CENTRAL DE MINAS	-41,3083	-18,7631	932,63
1941012	ALTO RIO NOVO	-41,0275	-19,0592	832,00
1641001	ITAOBIM	-41,5031	-16,5683	700,77
1641007	SÃO JOÃO GRANDE	-41,4983	-16,6894	712,82
1641010	ITINGA	-41,7675	-16,6181	702,32
1642013	PEGA	-42,3475	-16,8600	823,92
1741013	PADRE PARAÍSO	-41,4831	-17,0728	1031,69
1742014	CAPELINHA	-42,5261	-17,6917	1106,83
1742019	ÁGUA BOA	-42,3939	-17,9922	1007,65
1742020	FAZENDA FACÃO	-42,1156	-16,9711	738,85

3.6.9.2.2.2. SEGUNDA TENTATIVA – ‘SÃO MATEUS + DOCE’

No estudo foram analisados os dados consistidos de sete estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 22 de janeiro de 2011.

Na Figura 26 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 19 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

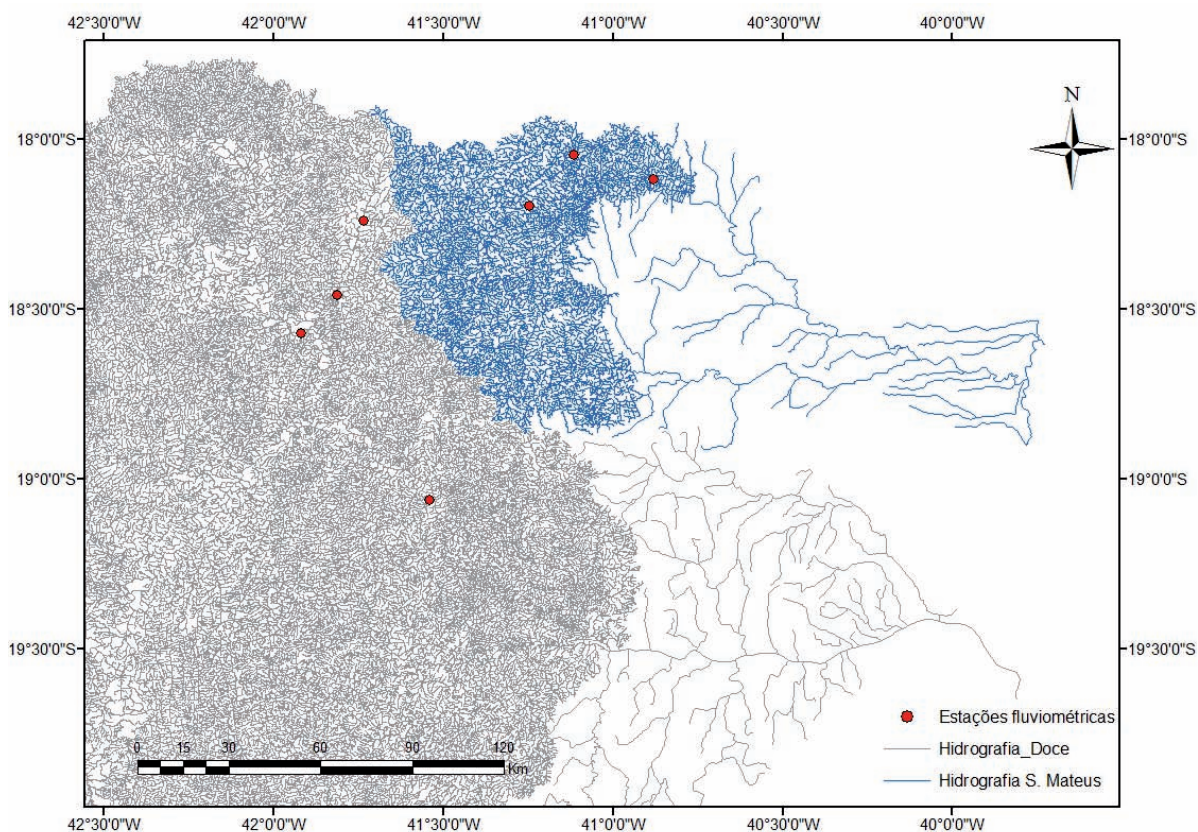


Figura 26 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 19 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
56891900	VILA MATIAS – MONTANTE	-18,5747	-41,9178	10200
56900000	CAMPANÁRIO	-18,2392	-41,7311	732
56915500	JAMPRUCA	-18,4594	-41,8075	1390
56940002	BARRA DO CUIETÉ – JUSANTE	-19,0694	-41,5369	3250
55780000	FIDELÂNDIA	-18,1966	-41,2466	839
55790000	ATALÉIA	-18,0467	-41,1158	351
55800005	FAZENDA SÃO MATEUS	-18,1198	-40,8797	4266

3.6.9.2.3. BACIA DO MUCURI

3.6.9.2.3.1. PRIMEIRA TENTATIVA – ‘MUCURI’

Os dados utilizados na regionalização da Bacia do Mucuri utilizando apenas as próprias estações da bacia são apresentados no item 3.6.9.2.2.1 deste relatório na regionalização ‘São Mateus + Mucuri’. As estações utilizadas foram apenas as estações do Mucuri e a precipitação também se baseia no mesmo mapa de isoietas considerando apenas a área da bacia do Rio Mucuri.

3.6.9.2.3.2. SEGUNDA TENTATIVA – ‘SÃO MATEUS + MUCURI’

Os dados referentes à bacia do rio Mucuri, quando consideradas estações das bacias do Mucuri e São Mateus estão descritos no item 3.6.9.2.2.1.

3.6.9.2.3.3. TERCEIRA TENTATIVA – ‘MUCURI + JEQUITINHONHA’

No estudo foram analisados os dados consistidos de 10 estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 22 de janeiro de 2011.

Na Figura 27 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 20 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

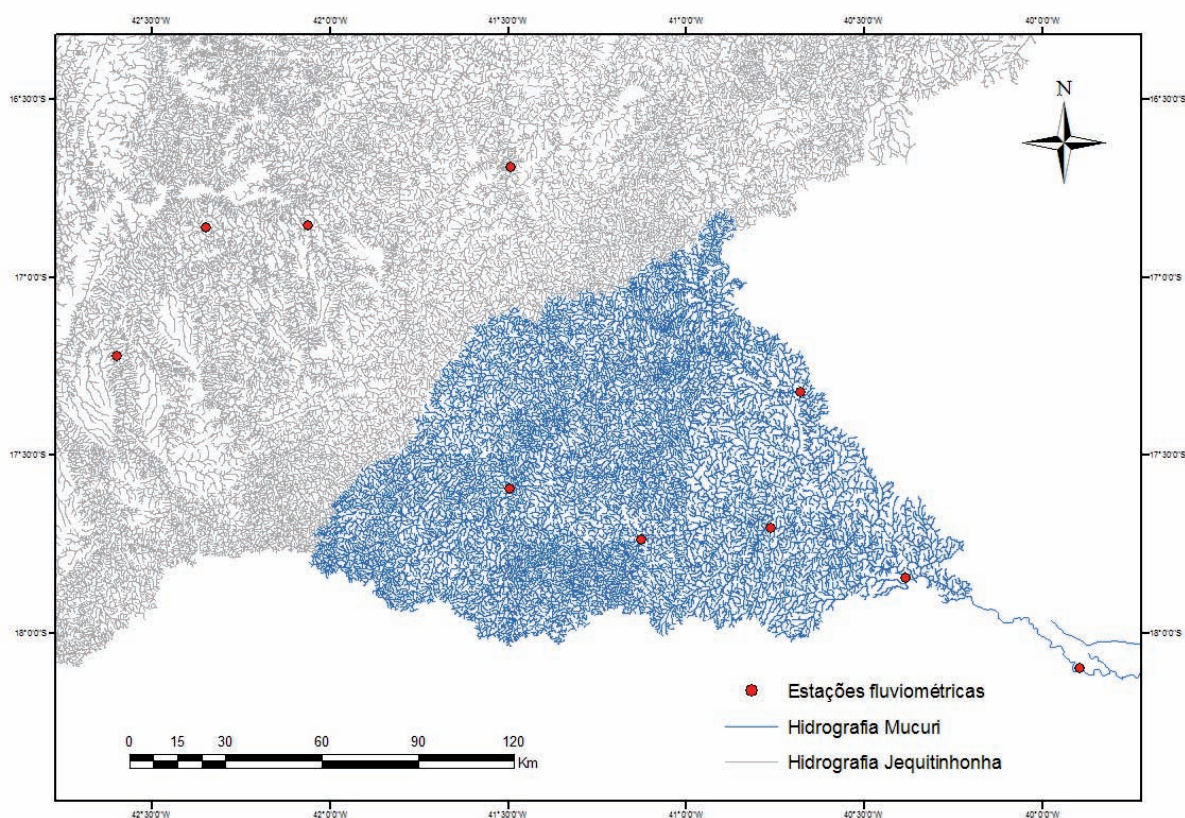


Figura 27 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 20 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
54300000	MINAS NOVAS	-17,2203	-42,5979	1252

54390000	PEGA	-16,8601	-42,3483	11000
54500000	ARAÇUAÍ	-16,8541	-42,0619	16230
54590000	SÃO JOÃO GRANDE	-16,6896	-41,4923	1283
55520001	MUCURI	-17,5946	-41,4941	2016
55610000	FRANCISCO SÁ	-17,7350	-41,1255	1785
55630000	CARLOS CHAGAS	-17,7037	-40,7619	9607
55660000	SÃO PEDRO DO PAMPA	-17,3222	-40,6779	1827
55699998	NANUQUE - MONTANTE	-17,8453	-40,3828	12799
55740000	FAZENDA MARTINICA	-18,0975	-39,8931	14656

3.6.9.2.4. BACIAS DO BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, PERUIPE E ITAÚNAS

3.6.9.2.4.1. PRIMEIRA TENTATIVA – REGIONALIZAÇÃO COM AS ESTAÇÕES DA PRÓPRIA BACIA TENDO COMO VARIÁVEL EXPLICATIVA A ÁREA DE DRENAGEM

No estudo foram analisados os dados consistidos de nove estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 30 de abril de 2010.

Na Figura 28 é apresentado o mapa com a localização das estações fluviométricas e na Tabela 21 as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e área de drenagem das estações.

O período-base foi selecionado para que as estações fluviométricas tivessem no mínimo 20 anos de dados e que, em cada ano, a série apresentasse mais de 95% dos dados, sendo definido o período de 1973 a 2005.

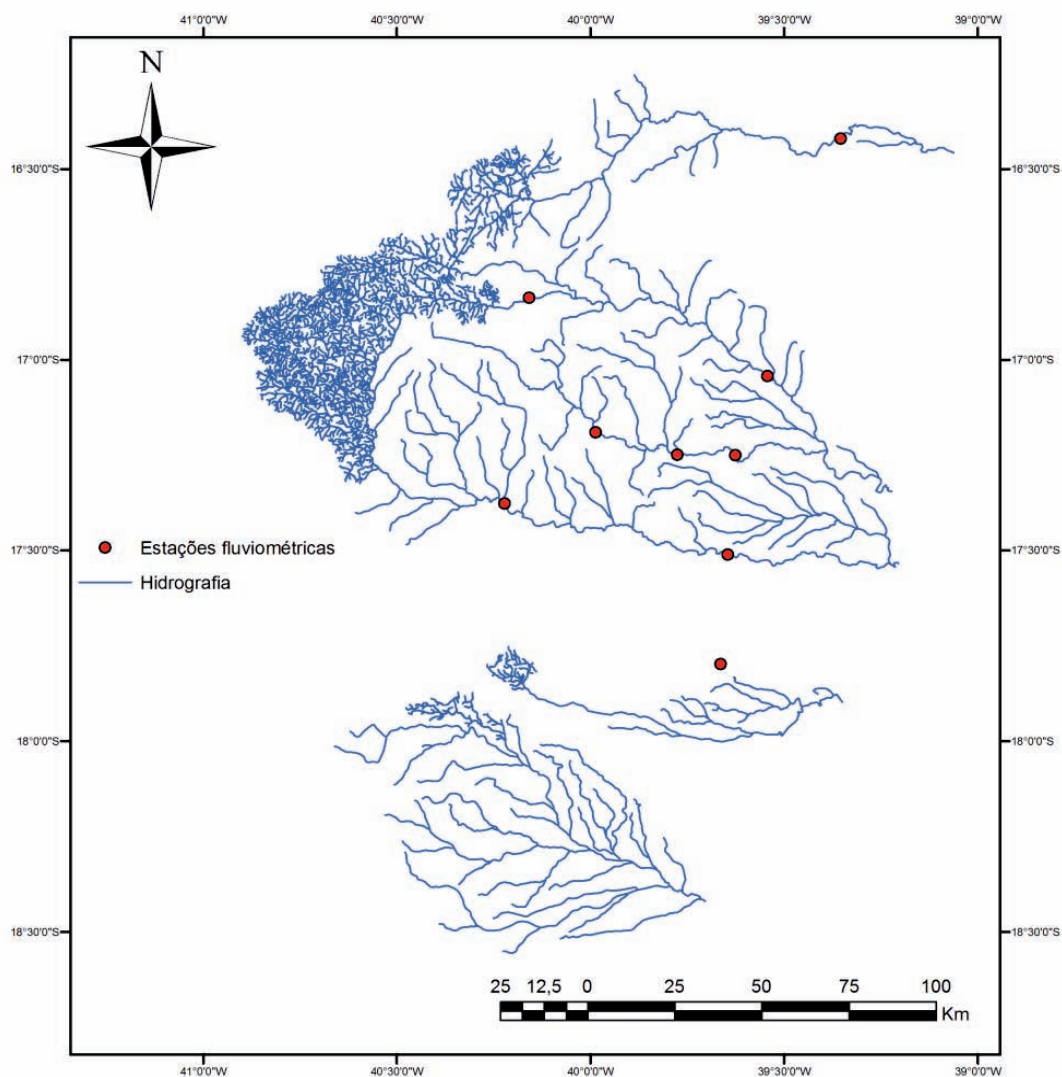


Figura 28 – Localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 21 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Nome da estação	Latitude	Longitude	Área (km ²)
55170000	FAZENDA LIMOEIRO	-16,42032725	-39,35318392	2324
55330000	JUCURUÇU	-16,83747882	-40,15763318	901
55340000	ITAMARAJU	-17,04245819	-39,54218979	2675
55360000	SÃO JOSÉ DO PRADO	-17,19044798	-39,98626236	868
55370000	CACHOEIRA GRANDE	-17,2496809	-39,77531511	1763
55380000	FAZENDA RIO DO SUL	-17,25084712	-39,62573023	1962
55460000	MEDEIROS NETO	-17,37664313	-40,22194979	3638
55490000	FAZENDA CASCATA	-17,51059151	-39,64543152	5084
55510000	HELVÉCIA	-17,79808725	-39,66360563	2841

3.6.9.2.4.2. SEGUNDA TENTATIVA

Os dados utilizados que se referem à bacia do rio Mucuri quando consideradas apenas as estações da bacia do **'Mucuri'** estão descritas no item 3.6.9.2.3.1.

3.6.9.2.4.3. TERCEIRA TENTATIVA

Os dados das estações fluviométricas utilizadas no estudo referentes à bacia do rio Mucuri, quando consideradas também estações da bacia do rio Jequitinhonha estão descritas no item 3.6.9.2.3.3, **'Mucuri + Jequitinhonha'**.

No estudo foram analisados os dados consistidos de 17 estações pluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), tendo sido estes dados adquiridos em 4 de março de 2011.

O mapa com a localização das estações pluviométricas é apresentado na Figura 29 e as informações relativas ao código, nome, latitude, longitude e precipitação média anual das estações é apresentado na Tabela 22.

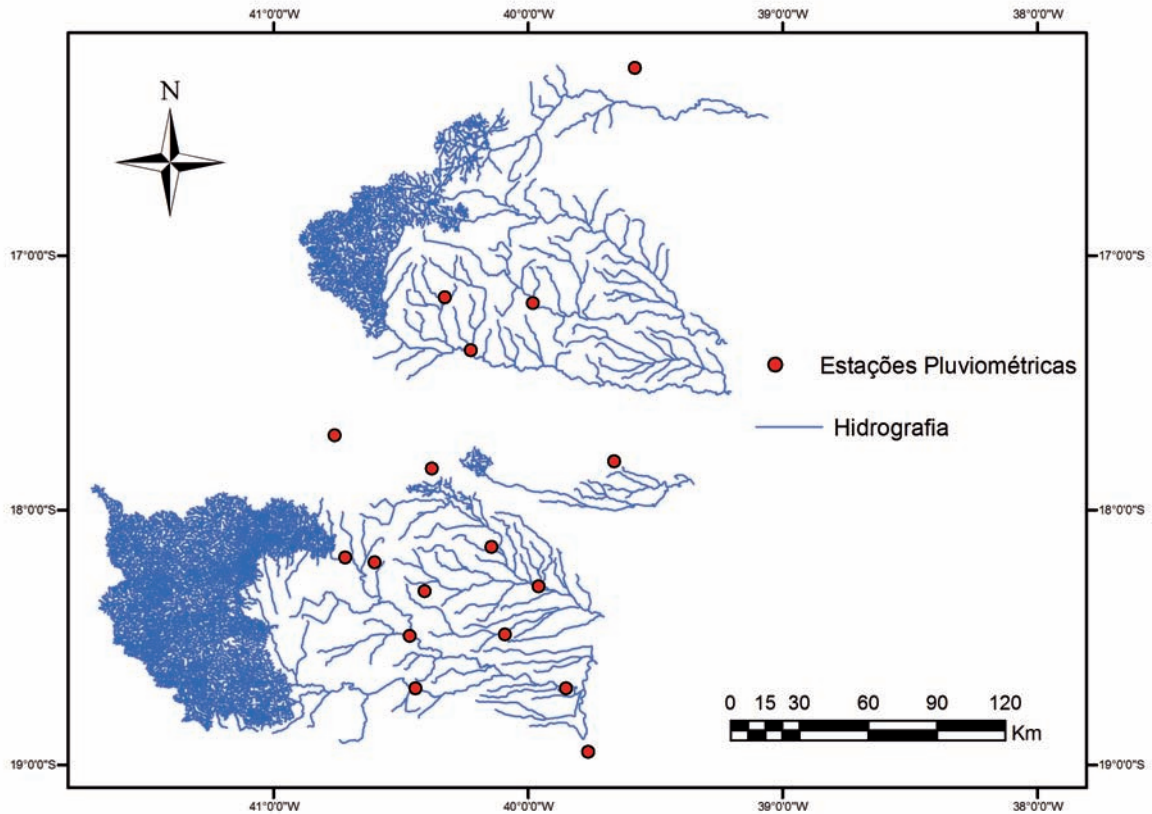


Figura 29 – Localização das estações pluviométricas utilizadas no estudo.

Tabela 22 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo e a precipitação na sua área de drenagem

Código	Estação	Latitude	Longitude	Precipitação (mm)
1639000	MUNDO NOVO	-16,2636	-39,5808	1126,6639
1739006	HELVÉCIA (EFBM)	-17,8081	-39,6625	1348,8861
1740000	CARLOS CHAGAS	-17,7056	-40,7597	1007,3694
1740001	NANUQUE – MONTANTE	-17,8375	-40,3772	941,5139
1740005	MEDEIROS NETO	-17,3722	-40,2258	1011,5917
1740006	SÃO JOSÉ DO PRADO	-17,1875	-39,9822	1151,1556
1740008	ITANHÉM	-17,1633	-40,3267	1119,7028
1839000	MORRO D'ANTA (PEDRO CANÁRIO)	-18,2994	-39,9586	1071,9861
1839006	BARRA NOVA	-18,9503	-39,7644	1142,0257
1839015	SÃO MATEUS	-18,70	-39,85	1533,1800
1840003	ITAUNINHAS	-18,4894	-40,0906	1062,5750
1840011	COTAXE	-18,1864	-40,7183	1052,7472
1840012	FAZENDA LIMOEIRO	-18,1456	-40,1439	1087,4139
1840015	PATRIMÊNIO SANTA LUZIA DO NORTE	-18,2056	-40,6033	1074,9583
1840016	PATRIMÊNIO XV	-18,4942	-40,4642	1097,6472
1840017	SÃO JOÃO DO SOBRADO	-18,3186	-40,4067	1065,8139
1840019	CÈRREGO DA BOA ESPERANÃA	-18,7006	-40,4419	995,1333

Na Figura 30 é apresentado o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual nas bacias do São Mateus e Mucuri, obtido utilizando o período de

1976 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 27 estações pluviométricas e interpolados por IDW. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações fluviométricas estudadas nestas bacias.

Na Figura 31 é apresentado o mapa resultante da interpolação dos dados relativos à precipitação média anual nas bacias do Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas, obtido utilizando o período de 1972 a 2005. Para tanto foram utilizados os dados das 17 estações pluviométricas e interpolados por IDW. Com base neste mapa foi calculada a precipitação média nas áreas de drenagem a montante das estações fluviométricas estudadas nestas bacias.

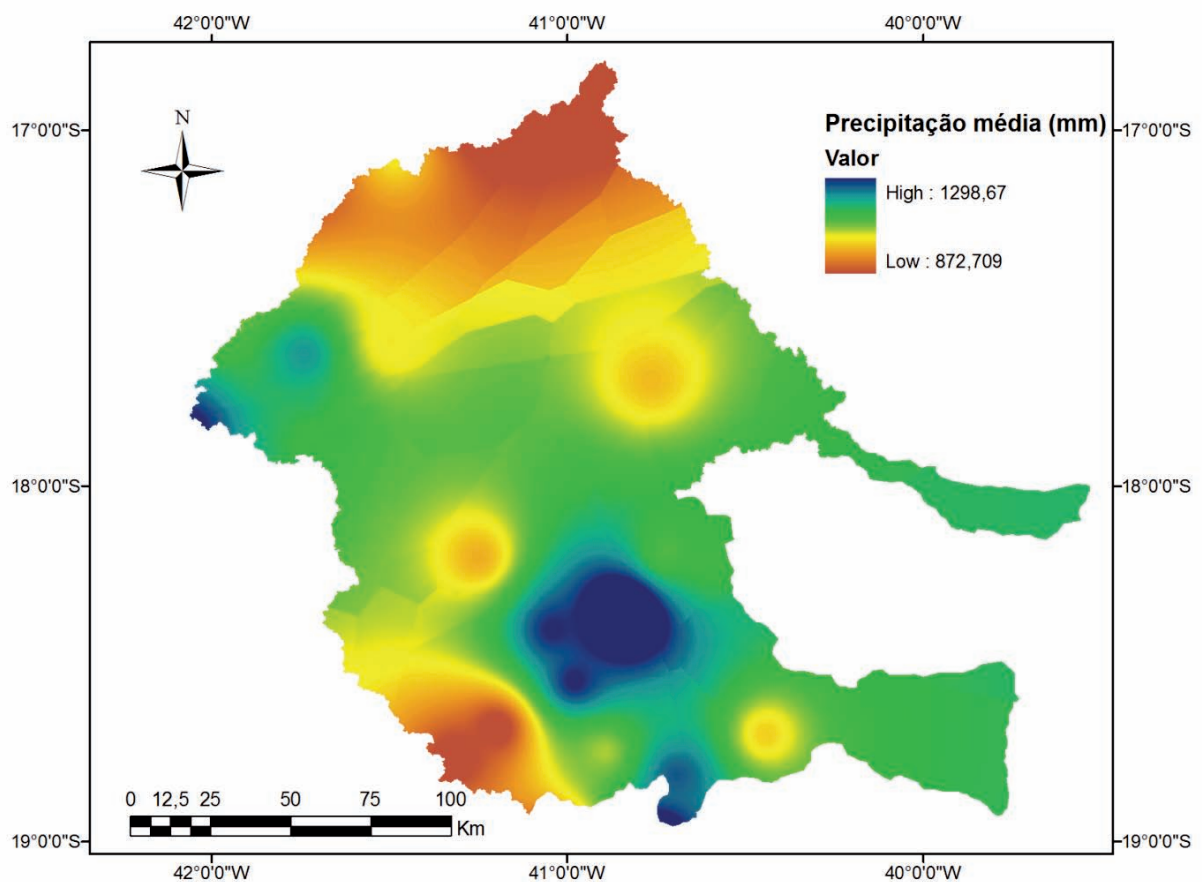


Figura 30 – Distribuição espacial da precipitação nas bacias do São Mateus e Mucuri.

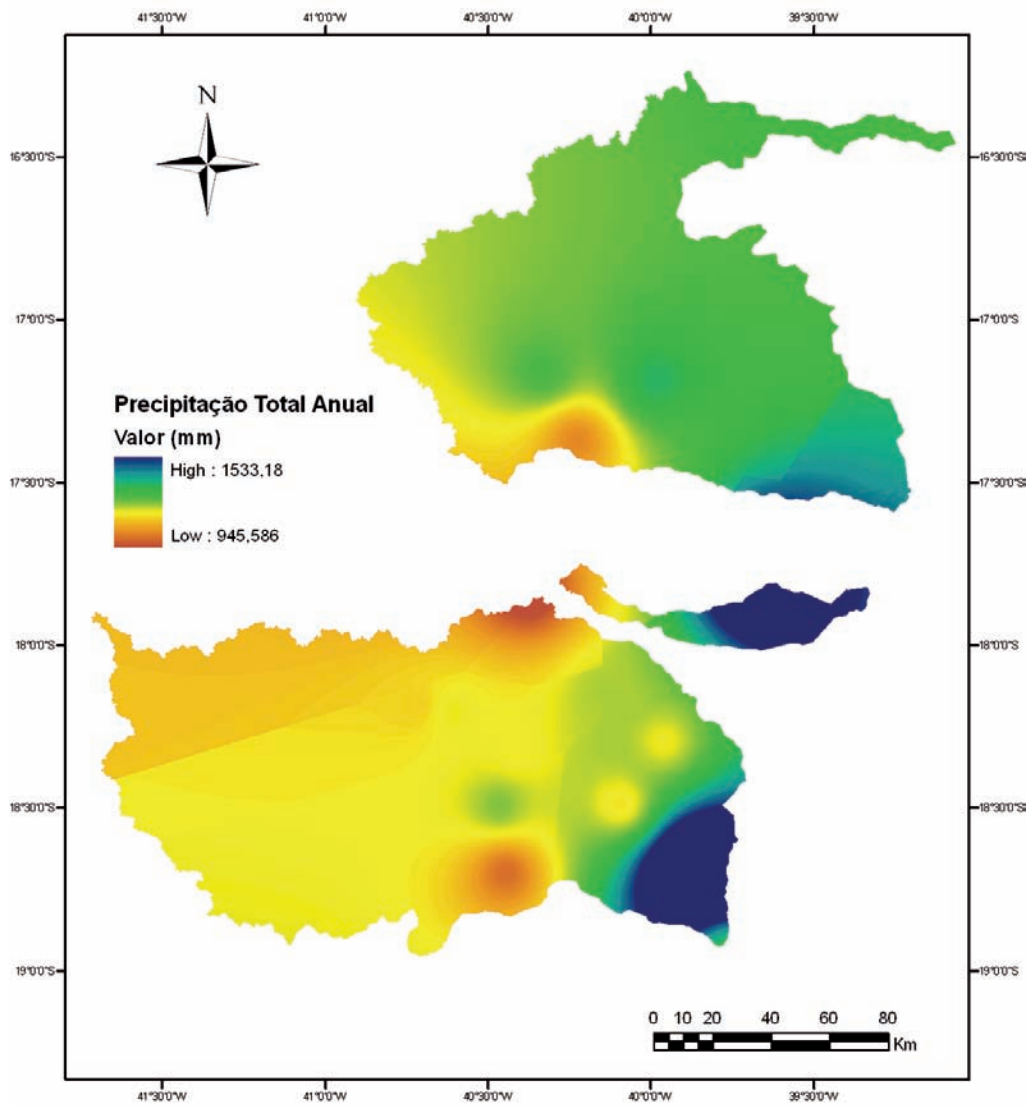


Figura 31 – Distribuição espacial da precipitação nas bacias do Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas.

4. RESULTADOS

O estudo de regionalização envolveu, para cada UPGRH, a identificação de regiões hidrologicamente homogêneas, a seleção da melhor variável explicativa e a identificação do melhor modelo representativo.

No escopo do presente relatório são apresentados apenas os resultados correspondentes à variável explicativa (A , P_{eq} , P_{eq750}) que apresentou os melhores ajustes estatísticos para cada região hidrologicamente homogênea no estudo e que foi, portanto, o modelo selecionado para representar a variável de interesse (Q_{mid} , $Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{90}).

4.1. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO

A Bacia do São Francisco foi subdividida em 11 regiões hidrologicamente homogêneas, sendo estas correspondentes a: UPGRH - SF1 e SF4, UPGRH - SF2, UPGRH - SF3, UPGRH - SF5, UPGRH - SF6, UPGRH - SF7, que apresenta as regiões homogêneas 1, 2 e 3, UPGRH - SF8, UPGRH - SF9 e UPGRH - SF10. A Figura 32 apresenta o mapa com as regiões hidrologicamente homogêneas.

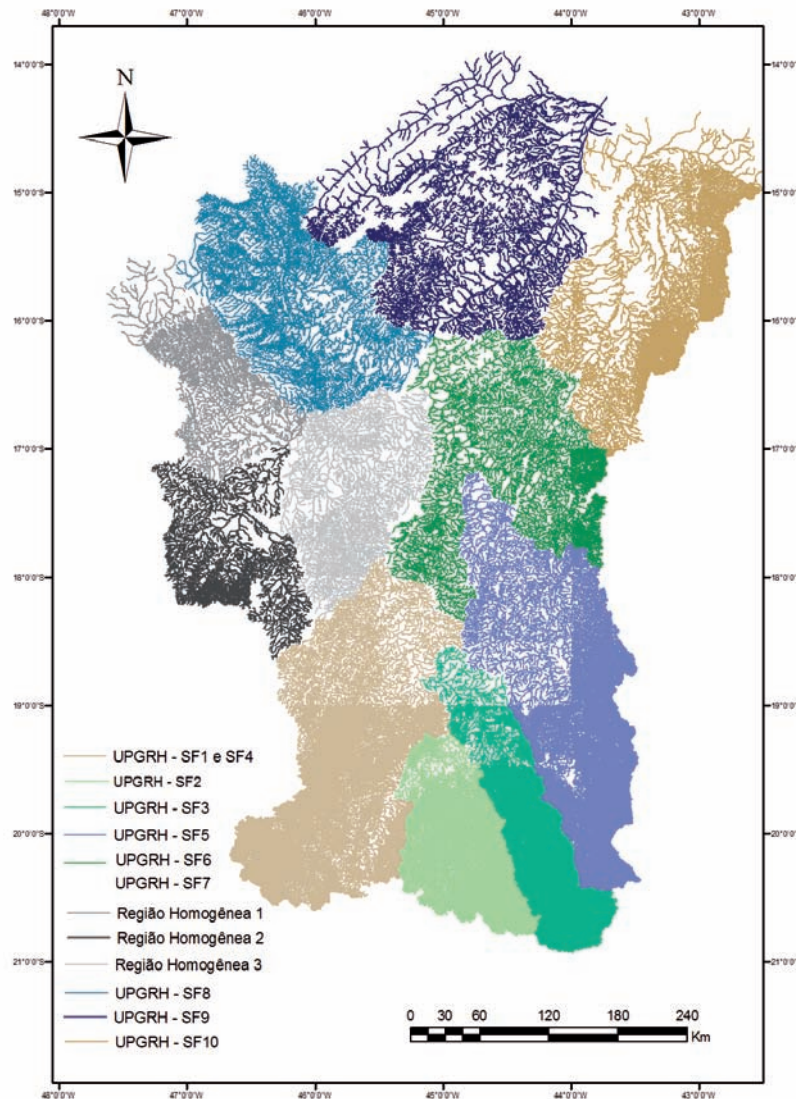


Figura 32 – Mapa com as regiões hidrologicamente homogêneas.

Na sequência se apresenta a descrição relativa a cada uma destas unidades de análise.

4.1.1. UPGRHs SF1 E SF4

As UPGRH's SF1 e SF4 não apresentaram estações suficientes para constituir regiões hidrologicamente homogêneas individualmente, o que fez com que as duas unidades fossem analisadas em conjunto, sendo que a junção das duas unidades possibilitou os melhores ajustes estatísticos.

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas nas UPGRH's SF1 e SF4 consistiram em uma única região hidrologicamente homogênea, apresentando 15 estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento, constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outlier*” para as estações das UPGRH’s SF1 e SF4.

Na Tabela 23 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{90} , Q_{95} , $Q_{7,10}$, precipitação equivalente (P_{eq}) e precipitação equivalente menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações fluviométricas das UPGRH’s – SF1 e SF4.

Tabela 23 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas nas UPGRH’s – SF1 e SF4

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{mld} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq 750 (m ³ /s)
40025000	VARGEM BONITA	301	8,437	3,128	2,759	2,094	14,966	7,798
40032000	FAZENDA SAMBURÁ	754	18,931	8,103	7,304	5,90	37,546	19,641
40037000	FAZENDA DA BARRA	757	20,750	5,51	5,033	3,952	37,259	19,252
40040000	FAZENDA AJUDAS	244	5,194	1,467	1,253	0,934	11,687	5,872
40050000	IGUATAMA	5560	108,054	34,206	30,722	24,889	257,483	128,718
40053000	CALCIOLÂNDIA	295	3,732	0,489	0,364	0,188	12,569	5,557
40060001	TAPIRAÍ - JUSANTE	569	12,090	5,136	4,620	3,806	28,700	15,171
40070000	PONTE DO CHUMBO	10000	176,174	56,098	50,543	40,475	461,654	227,269
40080000	TAQUARAL	650	9,826	1,287	1,036	0,585	30,159	14,697
40100000	PORTO DAS ANDORINHAS	14000	221,120	65,143	57,619	44,899	637,168	308,009
40530000	ABAETÉ	471	7,298	0,733	0,506	0,193	20,743	9,505
40930000	BARRA DO FUNCHAL	897	17,396	3,24	2,733	1,449	42,995	21,636
40960000	FAZENDA BOM JARDIM	1730	33,985	5,731	4,629	2,885	81,484	40,324
40975000	FAZENDA SÃO FÉLIX	970	18,819	2,860	2,454	1,626	44,171	21,040
41050000	MAJOR PORTO	1190	19,413	3,941	3,353	2,306	52,748	24,484

4.1.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 24 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 25 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 24 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99564	0,98613	0,79263	0,85745	0,30421
R ² ajustado	0,99531	0,98506	0,77668	0,84649	0,25069

Erro padrão	4,63279	0,149	0,57611	26,50244	0,06368
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00001	0	0,03305
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,08167	0,31441	0	0,00005	0,00012
Teste T (Valor-P): Peq750 (m³/s)	0	0	0,00001	0	0,03305
Erro padrão: Intercepto	1,43	0,11022	0,17783	19,60525	0,01966
Erro padrão: Peq750 (m³/s)	0,0135265	0,0321694	0,0016821	5,7219062	0,0001859

Tabela 25 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial (%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40025000	0,1391757	-21,28462	34,673826	-255,57052	15,006815
40032000	-9,2437237	-13,424075	-30,931188	77,556468	-45,993766
40037000	-18,581353	-22,543074	-37,275791	57,11564	-50,81477
40040000	35,316556	-3,1177221	113,82063	-629,09506	85,278942
40050000	-9,6663706	-4,6312753	-55,89346	19,142494	-81,287804
40053000	82,10362	27,758537	196,47497	-911,11116	157,51543
40060001	14,84755	5,3092338	2,5677497	69,949801	-17,11407
40070000	-3,3480264	1,9913455	-12,966557	-10,597516	-1,6553708
40080000	37,752561	25,612983	25,49301	92,762476	1,7693246
40100000	3,929784	9,3932862	80,621338	-21,813656	-115,06518
40530000	33,012371	10,434534	58,875316	-142,62833	33,939234
40930000	7,2210854	3,5644698	-23,037355	121,36317	-40,692058
40960000	-4,5711177	-2,5475159	-50,833045	106,00129	-66,80478
40975000	-3,2228692	-6,8476847	-29,358136	97,110514	-45,325741
41050000	6,897595	4,7334795	-28,665186	130,59277	-46,152792

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 24 e 25 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,891056649798535 P_{eq750}^{0,977958658544449} \quad (20)$$

Na Figura 33 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

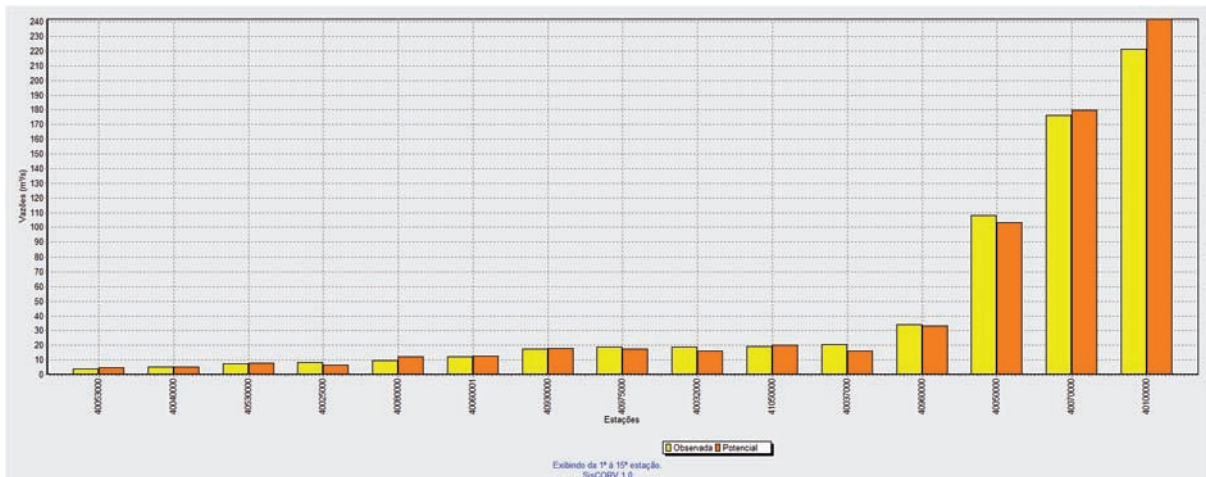


Figura 33 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea, foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,56371 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,56371 P_{eq} \quad (21)$$

Na Figura 34 é mostrado o mapa de imposição, destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

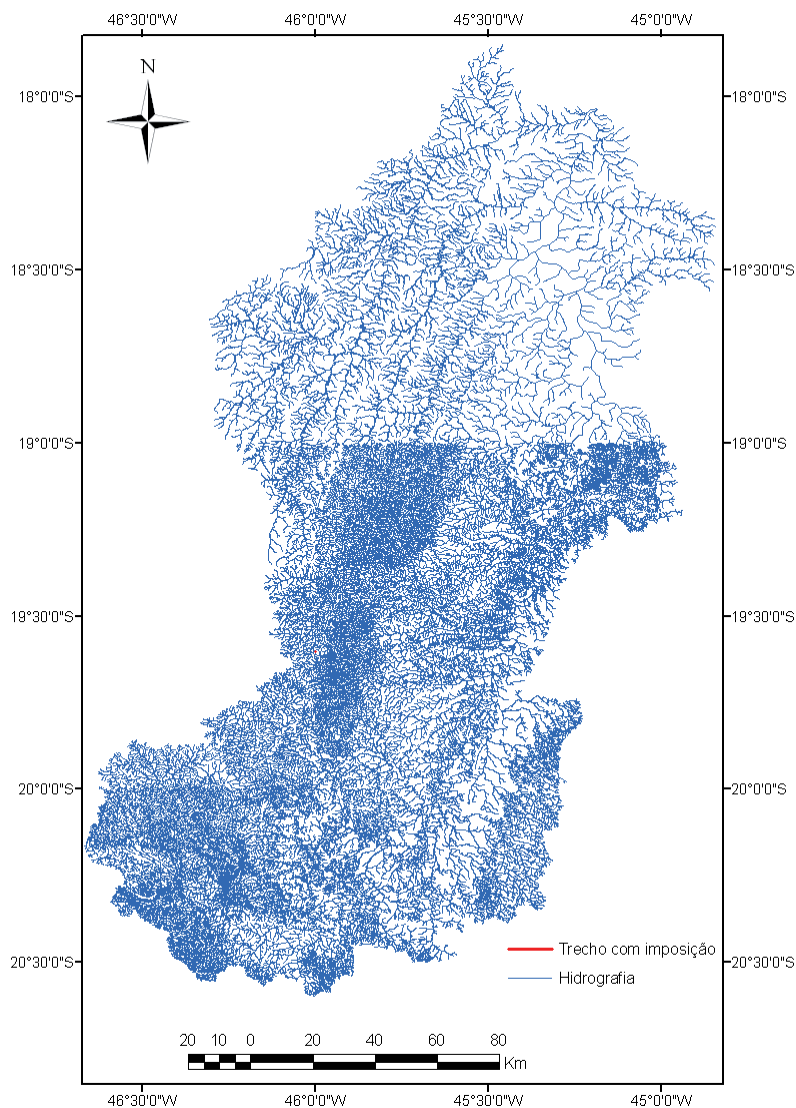


Figura 34 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 26 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 27 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 26 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97035	0,77917	0,63142	0,82961	0,1182
R ² ajustado	0,96807	0,76219	0,60306	0,81651	0,05037
Erro padrão	2,67017	0,8171	1,05564	6,4011	1,69503
Teste F(Valor-P)	0	0,00001	0,0004	0	0,20959
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,77786	0,0004	0,66926	0,0001	0,01391
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0,00001	0,0004	0	0,20959
Erro padrão: Intercepto	0,8242	0,60445	0,32585	4,73523	0,52321
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,00779619	0,17641253	0,0030822	1,38200516	0,00494905

Tabela 27 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40025000	-51,4481539	-67,9013641	-38,3218996	-273,935251	-66,7267778
40032000	-50,4889795	-65,6504648	-73,9944395	10,4111299	-87,5179611
40037000	-27,6664432	-49,9296456	-61,3948628	59,2714311	-81,4001721
40040000	-24,3154316	-48,7259952	34,4596903	-823,95545	-26,0508529
40050000	-17,7866641	-23,0371528	-69,8738106	9,22580358	-93,7734909
40053000	249,066322	138,495391	564,953933	-4019,09805	266,864277
40060001	-42,1358468	-60,8881678	-62,2243164	-3,44420288	-81,0579181
40070000	-10,2896449	-6,65380891	-22,3207581	-17,3907742	1611,39038
40080000	263,433352	144,991197	144,079349	468,530843	22,9623507
40100000	9,78928756	21,0006323	126,61404	-18,0859785	-104,233979
40530000	568,988579	341,16926	586,012508	-859,600834	263,832459
40930000	123,739914	57,0017227	9,00664093	422,980095	-48,683378
40960000	116,540356	65,9108043	-28,1504388	399,940651	-71,6526714
40975000	93,4868953	35,3164007	-3,69830607	347,151983	-54,4015933
41050000	60,4491561	14,3604584	-28,6076587	287,57883	-67,3022985

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 26 e 27 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,057777016498682 P_{eq750}^{1,19479341687528} \quad (22)$$

Na Figura 35 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

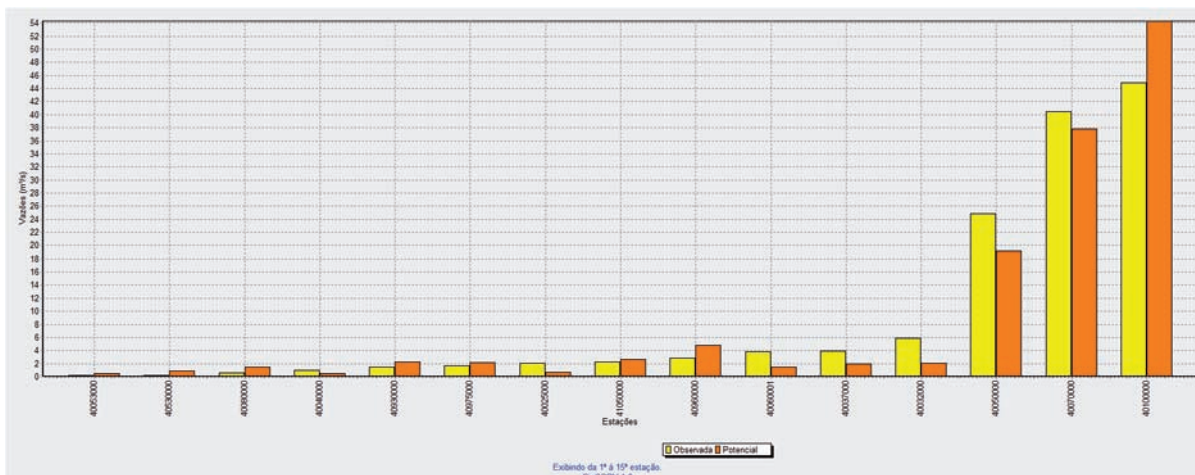


Figura 35 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,007825, e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 28 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 29 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 28 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97808	0,84213	0,68491	0,83498	0,15526
R ² ajustado	0,97639	0,82998	0,66068	0,82229	0,09028
Erro padrão	2,88488	0,6225	0,87942	7,915	0,74673
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00014	0	0,14616
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,92118	0,00035	0,04762	0,00009	0,00492
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00014	0	0,14616
Erro padrão: Intercepto	0,89048	0,46049	0,27145	5,85514	0,23049
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,00842309	0,13439755	0,00256767	1,70885722	0,00218025

Tabela 29 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40025000	-45,9190257	-60,3591862	-27,0047961	-258,495154	-51,8574813
40032000	-46,6803464	-57,8977338	-67,5893172	15,4072092	-80,7967175
40037000	-24,1885088	-40,2523636	-53,2138725	61,9754004	-72,1829016
40040000	-12,1050221	-36,4607317	56,5581752	-762,81426	5,09948051
40050000	-15,3009885	-17,9293818	-65,8496824	12,2488436	-90,5750194
40053000	185,009163	105,634623	436,609557	-2591,51874	261,279752
40060001	-35,3312572	-50,1449069	-51,7931224	4,98591528	-70,2687341
40070000	-8,96323519	-5,74605967	-20,3142545	-16,1816289	49,5104402
40080000	179,106514	114,567356	113,590251	325,716628	32,2950957
40100000	8,28239708	16,1853956	110,423538	-19,1628932	-106,704324
40530000	263,305023	169,738381	307,392598	-422,097274	164,521393
40930000	57,3065566	25,3860309	-10,9905351	257,488779	-48,190216
40960000	74,7689361	48,5943027	-32,178635	297,465547	-66,4162158
40975000	70,2617546	35,341283	-1,6744479	282,348359	-42,4635846
41050000	45,448356	17,3698357	-24,5735165	242,497091	-57,1885221

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 28 e 29 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,109797209677335 P_{eq750}^{1,11916960548154} \quad (23)$$

Na Figura 36 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

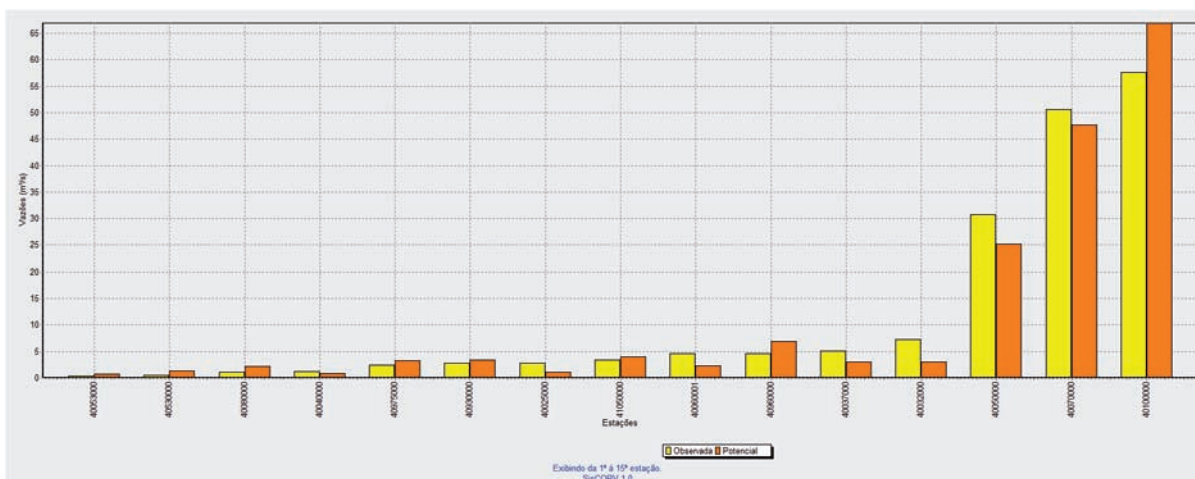


Figura 36 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,009687 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 30 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 31 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 30 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98139	0,86338	0,70802	0,83646	0,1764
R ² ajustado	0,97996	0,85287	0,68556	0,82388	0,11305
Erro padrão	2,97302	0,55735	0,81477	8,81397	0,53383
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00008	0	0,11908
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,97475	0,00039	0,00861	0,00008	0,00277
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00008	0	0,11908
Erro padrão: Intercepto	0,91768	0,4123	0,2515	6,52016	0,16478
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,00868043	0,12033197	0,00237892	1,9029463	0,00155863

Tabela 31 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40025000	-44,2794757	-57,3117752	-22,8197965	-253,908273	-45,4569892
40032000	-45,2697867	-54,8702282	-65,1000725	17,475299	-77,7769529
40037000	-21,1177885	-35,0638724	-48,9420622	67,1281534	-67,378216
40040000	-11,0373861	-33,2030157	60,3866378	-728,26801	15,3132668
40050000	-14,55373	-16,919566	-64,5105123	13,1112772	-89,2377425
40053000	152,247896	88,6970406	379,140006	-2159,74106	245,461092
40060001	-33,4354608	-46,2761911	-48,1300865	7,32105374	-65,6579385
40070000	-7,96795276	-5,82459342	-19,2901927	-15,3046987	16,2958716
40080000	157,266221	107,099096	105,68965	290,013408	36,7506919
40100000	7,42553461	12,9821043	104,344179	-19,8233851	-107,88589
40530000	190,70761	126,057613	236,953042	-337,807792	134,532755
40930000	50,8727572	25,4262929	-10,36066	240,129692	-43,8975888
40960000	59,4124854	39,8282121	-34,9546953	260,855339	-65,2090467
40975000	66,179607	37,8255339	0,74385114	270,158723	-36,6220906
41050000	40,4613755	18,0041574	-23,4479438	228,315502	-53,2472855

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 30 e 31 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,142136057517739 P_{eq750}^{1,09065806812389} \quad (24)$$

Na Figura 37 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

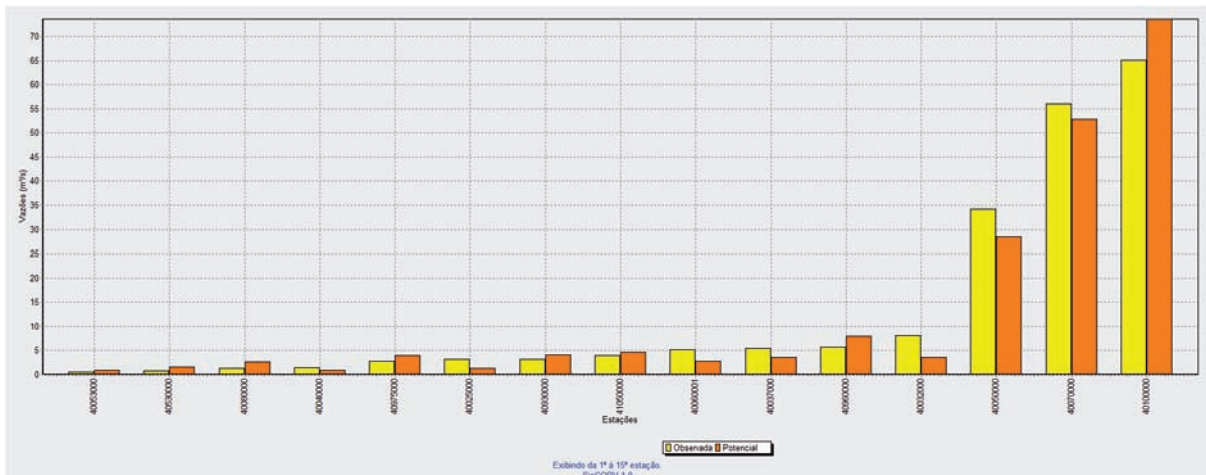


Figura 37 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,010747 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.2. UPGRH – SF2

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPGRH – SF2 consistiu em uma única região hidrologicamente homogênea apresentando oito estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento, constatou-se que as estações 40185000 e 40500000 consistiram em “outlier” para a UPGRH – SF2 e, portanto, foram retiradas do estudo.

Na Tabela 32 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{90} , Q_{95} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações localizadas na UPGRH – SF2.

Tabela 32 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na UPGRH – SF2

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
40150000	CARMO DO CAJURU	2500	35,555	17,129	15,794	12,235	115,902	56,521
40170000	MARILÂNDIA (PONTE BR-494)	1040	14,483	4,577	3,902	1,998	46,557	21,848
40269900	ITAÚNA – MONTANTE	338	4,451	2,646	2,282	1,827	15,813	7,756
40300001	JAGUARUNA – JUSANTE	1560	21,312	7,616	6,416	3,976	69,963	32,986
40330000	VELHO DA TAIPA	7330	102,138	34,152	27,53	22,127	331,163	156,639
40400000	ESTAÇÃO ALVARO DA SILVEIRA	1820	23,356	7,766	6,522	4,537	77,148	33,797

4.1.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 33 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 34 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 33 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99997	0,99942	0,78387	0,79815	0,34938
R ² ajustado	0,99996	0,99928	0,72983	0,74769	0,18672
Erro padrão	0,22867	0,02773	0,53614	17,64857	0,07051
Teste F(Valor-P)	0	0	0,01896	0,01644	0,21663
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,09667	0,00002	0,00223	0,04341	0,05181
Teste T (Valor-P): Peqtotal (m ³ /s)	0	0	0,01896	0,01644	0,21663
Erro padrão: Intercepto	0,13571	0,05417	0,3182	34,47602	0,04185
Erro padrão: Peqtotal (m ³ /s)	0,000900202	0,012342453	0,002110665	7,855683353	0,000277593

Tabela 34 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40150000	-0,00723666	-0,232670456	-34,51755692	34,86384295	-58,38835276
40170000	-2,605781434	-3,952949596	-7,943583512	34,34135819	-27,92966692
40269900	3,278353325	3,163890845	133,9355121	-420,7981883	107,417106
40300001	0,152649653	-0,856598324	-24,48893462	50,99840084	-45,61712675
40330000	-0,008714386	2,017888318	28,64615974	-20,9389273	-148,9846723
40400000	0,900889248	0,013761487	-27,00090388	50,85850308	-48,63669355

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 33 e 34 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,270022011909257 P_{eq}^{1,02635805546351} \quad (25)$$

Na Figura 38 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

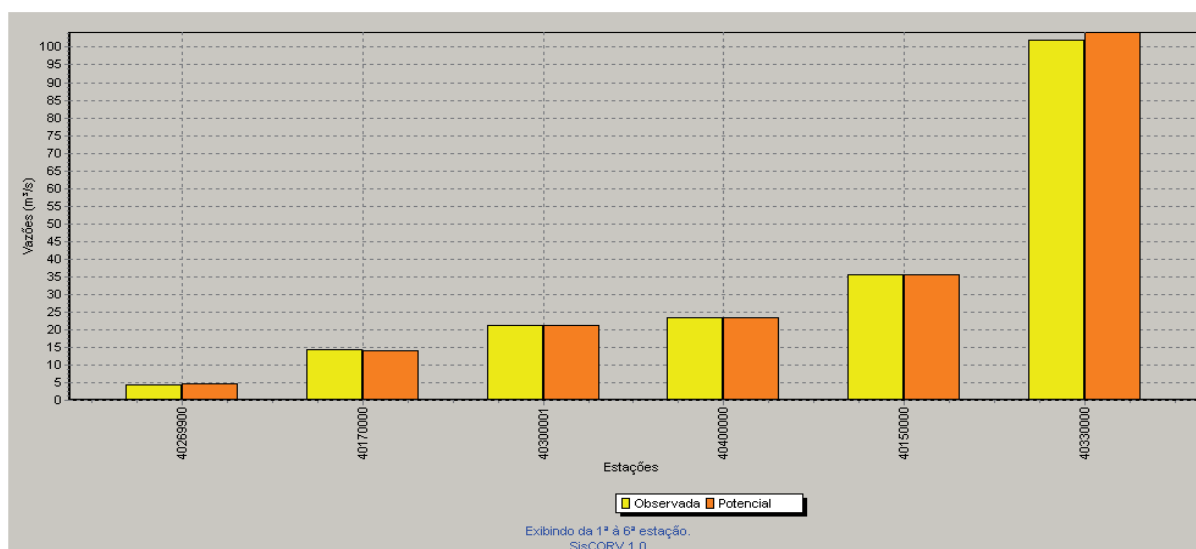


Figura 38 – Gráfico de vazões médias observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{mld} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao

produto da precipitação equivalente pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor do CE de imposição foi de 0,311086 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,311086 P_{eq} \quad (26)$$

Na Figura 39 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

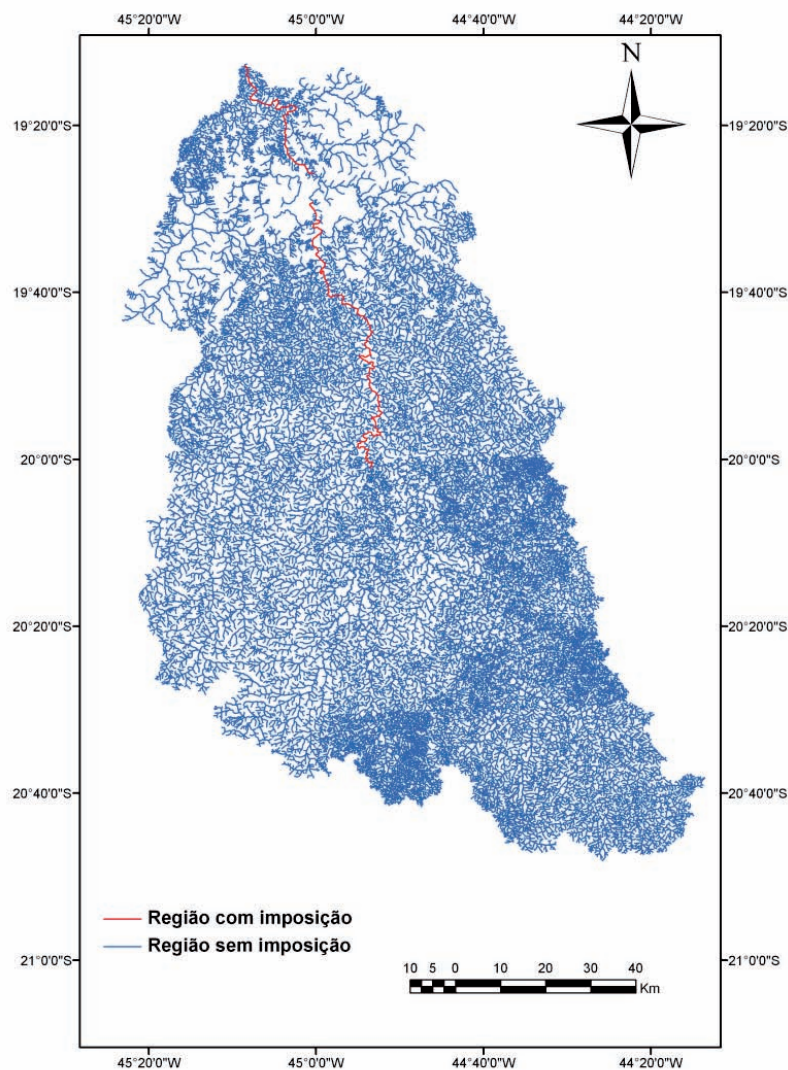


Figura 39 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 35 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 36 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 35 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,94136	0,87372	0,79173	0,80092	0,56391
R ² ajustado	0,9267	0,84215	0,73966	0,75115	0,45488
Erro padrão	2,16443	0,39439	0,5065	3,98795	0,15442
Teste F(Valor-P)	0,00132	0,00625	0,01755	0,01598	0,08532
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,79262	0,06188	0,05858	0,05441	0,00966
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00132	0,00625	0,01755	0,01598	0,08532
Erro padrão: Intercepto	1,28026	0,64647	0,29959	6,53689	0,09134
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,017957043	0,176884067	0,004202124	1,788584863	0,001281125

Tabela 36 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40150000	-30,58731446	-33,78507568	-54,71139869	-7,356499985	-68,57469904
40170000	75,35822863	67,436665	57,12934494	125,998609	38,60146804
40269900	-19,22071007	-30,15136866	36,40315041	-259,5727395	36,09836972
40300001	28,4267508	23,44723943	-5,231136088	87,9058168	-23,47365423
40330000	3,487779817	-5,466619826	29,16725951	-15,72028549	-242,9132356
40400000	15,1173515	10,65449938	-15,83892559	68,51006859	-32,45075945

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 35 e 36 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,189685810901548 P_{eq750}^{0,930553078067156} \quad (27)$$

Na Figura 40 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

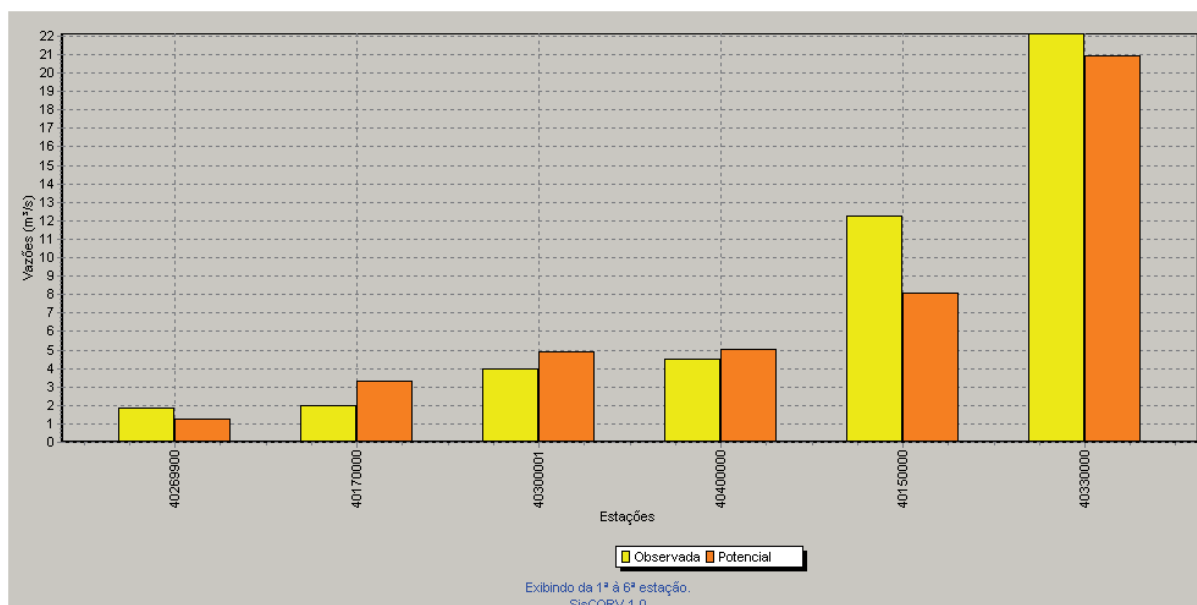


Figura 40 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,005405 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,005405 \text{ Area} \quad (28)$$

Na Figura 41 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

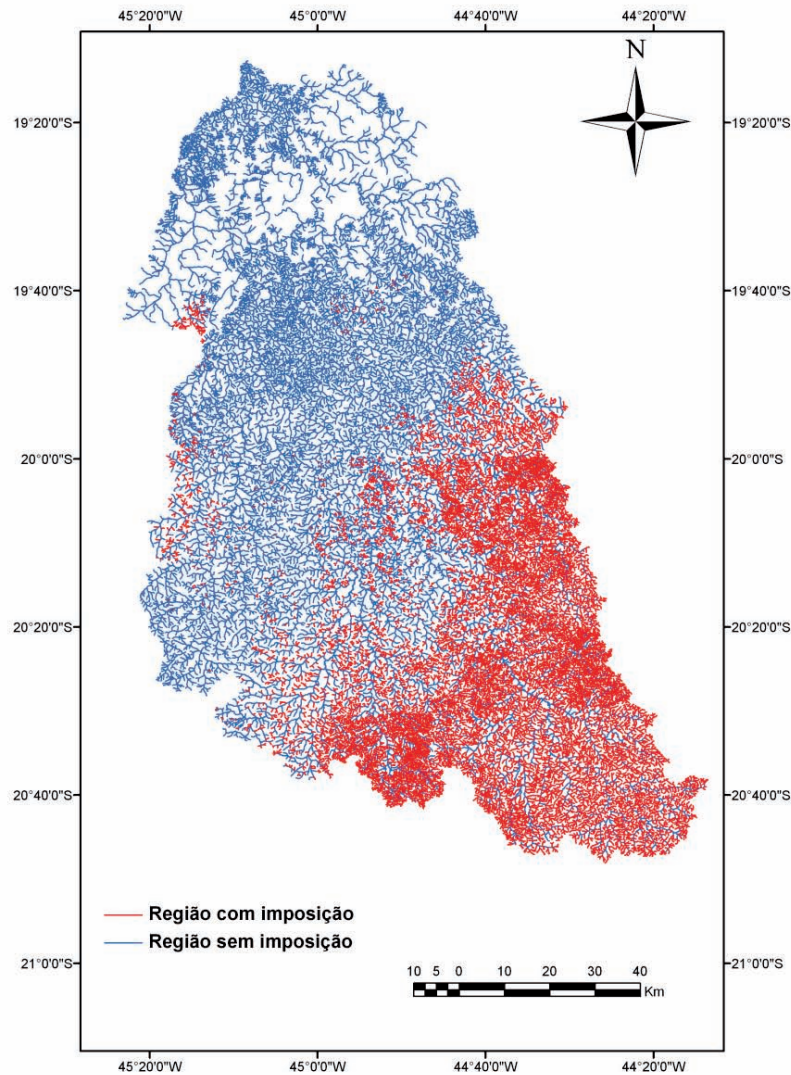


Figura 41 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.1.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 37 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 38 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 37 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,94573	0,95098	0,7865	0,84076	0,5118
R ² ajustado	0,93216	0,93873	0,73313	0,80095	0,38975
Erro padrão	2,50245	0,22498	0,46955	4,28666	0,11479
Teste F(Valor-P)	0,00113	0,00092	0,01848	0,01006	0,10997
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,37836	0,03585	0,01151	0,04116	0,0138
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00113	0,00092	0,01848	0,01006	0,10997
Erro padrão: Intercepto	1,4802	0,36878	0,27774	7,02652	0,0679
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,020761372	0,100904204	0,00389555	1,922554618	0,000952314

Tabela 38 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40150000	-28,69356949	-27,4126554	-49,67546832	-6,413325044	-63,66900613
40170000	34,60127731	26,22364446	21,28591209	63,59871512	5,94952529
40269900	23,10790869	-14,04078132	67,98008206	-221,2387154	62,68024143
40300001	11,94992333	10,71218626	-12,87053846	56,2223858	-29,20849605
40330000	3,946564698	3,052942219	29,02522647	-13,59592358	-273,2264436
40400000	12,28460144	11,28844991	-13,241417	56,97172134	-29,85547257

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 37 e 38 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,317535702295593 P_{eq750}^{0,888911660872141} \quad (29)$$

Na Figura 42 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

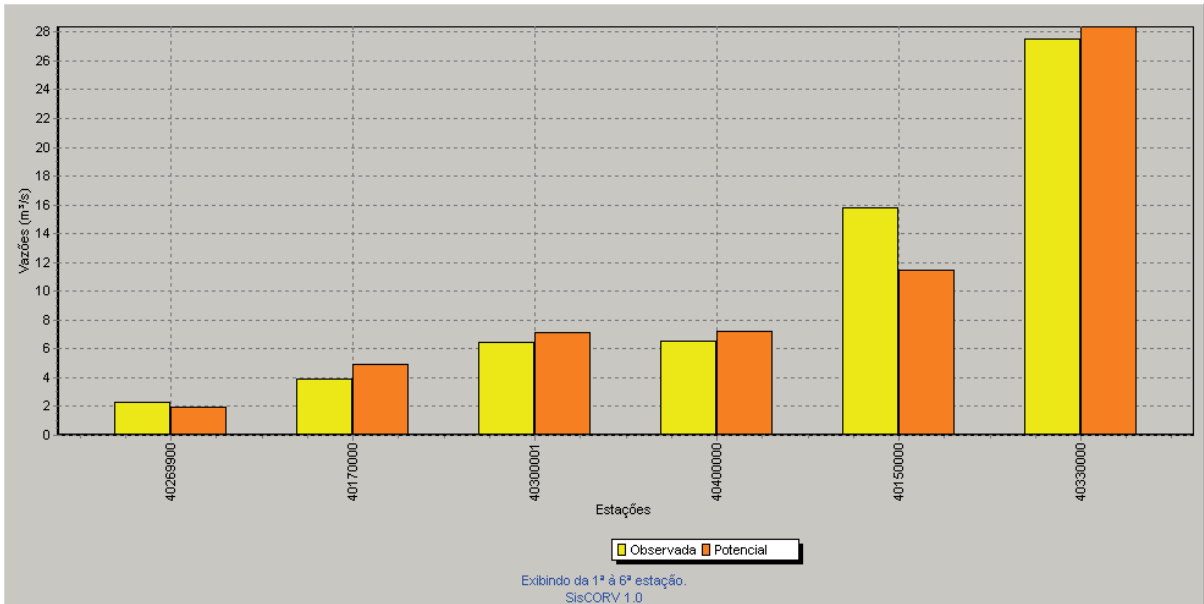


Figura 42 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,006751 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,006751 \text{ Area} \quad (30)$$

Na Figura 43 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

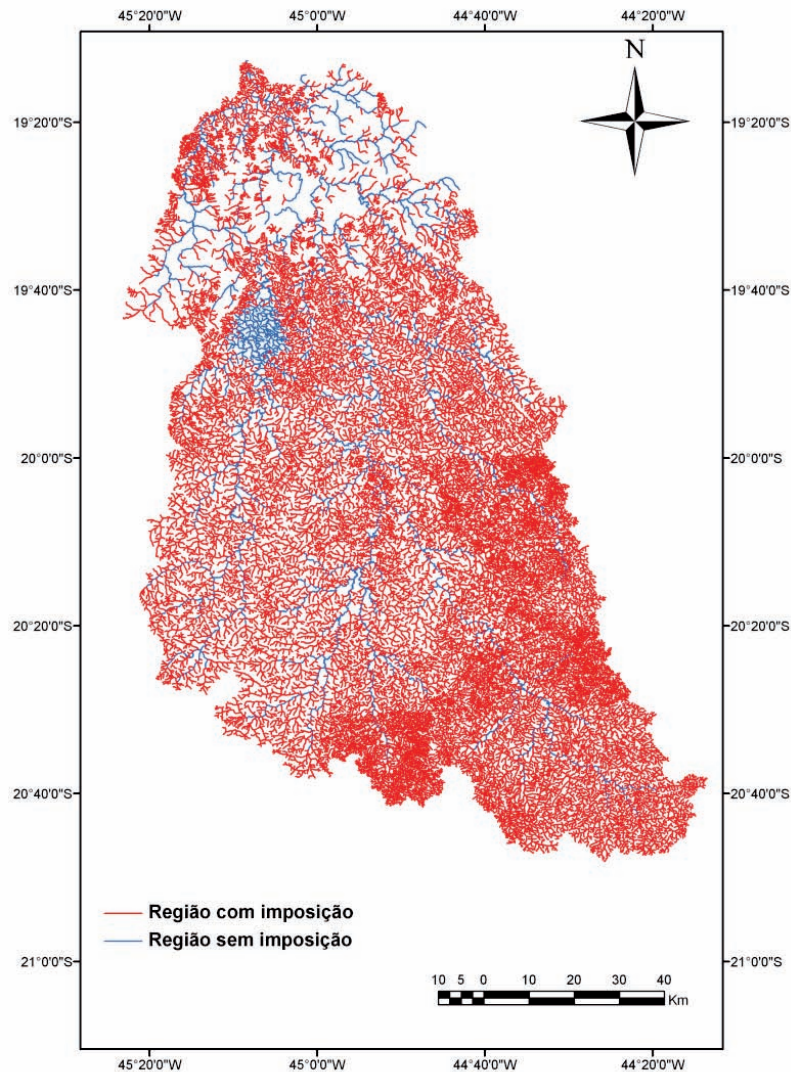


Figura 43 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.1.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 39 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 40 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 39 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97485	0,9645	0,81548	0,83276	0,51319
R ² ajustado	0,96856	0,95562	0,76935	0,79095	0,39149
Erro padrão	2,0923	0,19282	0,43957	5,39507	0,09872
Teste F(Valor-P)	0,00024	0,00048	0,01365	0,01114	0,10926
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,40027	0,03082	0,00627	0,04282	0,01391
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00024	0,00048	0,01365	0,01114	0,10926
Erro padrão: Intercepto	1,2376	0,31606	0,26001	8,84338	0,0584
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,017358611	0,086479361	0,003646861	2,419675231	0,000819061

Tabela 40 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40150000	-21,88829726	-21,095416	-45,53279848	3,098757444	-60,83582581
40170000	28,60012703	25,35655127	19,78374298	61,58836418	5,353389146
40269900	7,336827029	-14,75429706	66,93301515	-243,1649426	63,54563558
40300001	8,89187606	9,214034928	-14,60762138	55,52060391	-30,39861402
40330000	2,537175268	-0,805327599	26,81178449	-16,05930773	-251,5182908
40400000	9,044357489	9,474112641	-15,20971493	55,89215002	-31,24612685

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 39 e 40 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,355860628756218 P_{eq750}^{0,901463702874739} \quad (31)$$

Na Figura 44 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

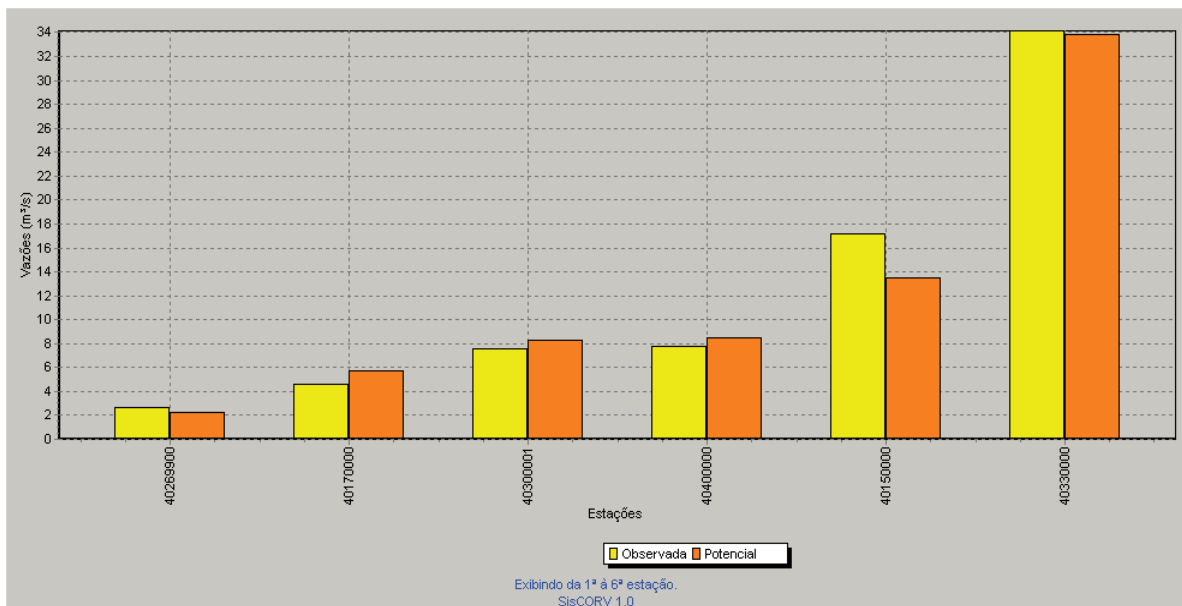


Figura 44 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,007828 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,007828 \text{ Area} \quad (32)$$

Na Figura 45 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

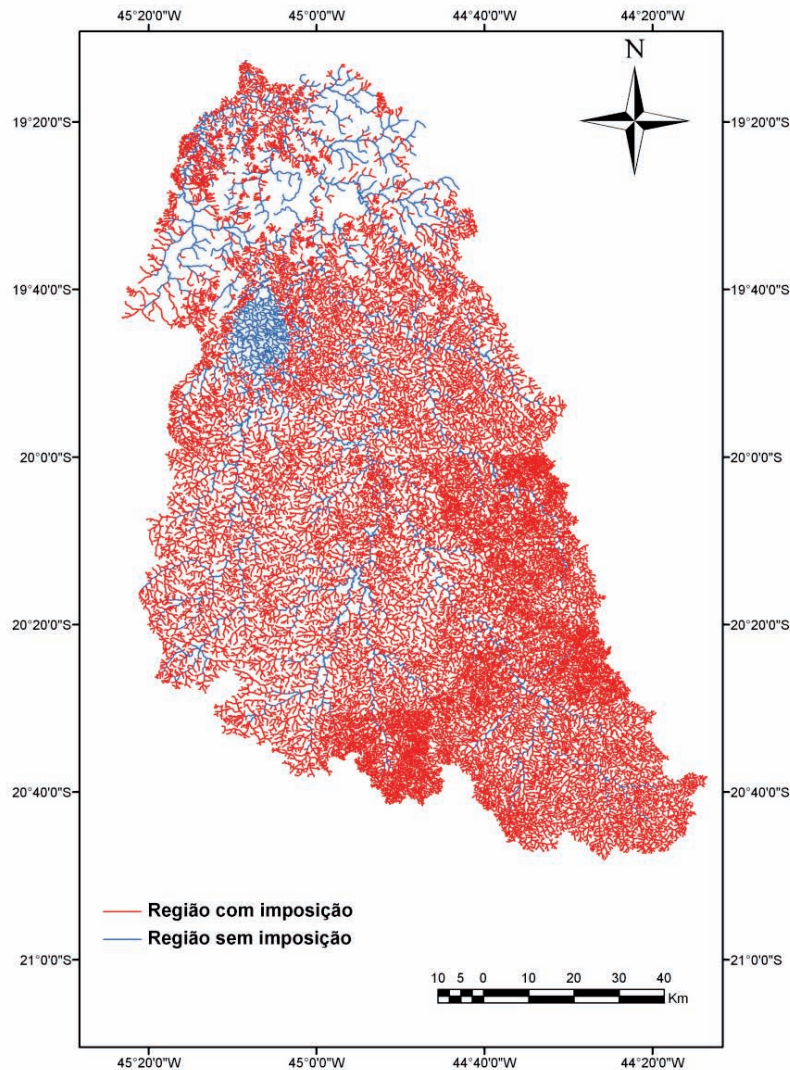


Figura 45 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.1.3. UPGRH – SF3

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPGRH – SF3 consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, apresentando seis estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outlier*”.

Na Tabela 41 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mid} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da UPGRH – SF3.

Tabela 41 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na UPGRH – SF3

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
40549998	SÃO BRÁS DO SUAÇUI - MONTANTE	462	7,677	2,609	2,209	1,384	20,767	9,749
40680000	ENTRE RIOS DE MINAS	487	9,731	2,812	2,235	1,343	22,003	10,459
40710000	BELO VALE	2770	52,209	18,358	15,203	11,362	124,741	58,944
40740000	ALBERTO FLORES	4120	59,818	21,84	18,93	13,743	188,667	90,924
40800001	PONTE NOVA DO PARAOPÉBA	5690	83,615	28,699	24,08	17,098	261,372	126,369
40850000	PONTE DA TAQUARA	8750	125,25	40,682	33,805	24,119	393,508	185,876

4.1.3.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 42 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 43 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 42 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98989	0,99259	0,838	0,89983	0,66427
R ² ajustado	0,98736	0,99073	0,79751	0,87479	0,58033
Erro padrão	5,04259	0,1119	0,52313	15,87384	0,03485
Teste F(Valor-P)	0,00004	0,00002	0,01043	0,0039	0,04816
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,23481	0,00036	0,00236	0,00971	0,01261
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00004	0,00002	0,01043	0,0039	0,04816
Erro padrão: Intercepto	3,32725	0,30938	0,34518	43,88733	0,023
Erro padrão: Área (km ²)	0,000704	0,0396558	7,303E-05	5,6253242	4,866E-06

Tabela 43 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40549998	44,4025067	12,0548965	62,3289469	-59,832172	40,5973977
40680000	17,4983187	-7,219173	29,1293797	-50,051778	11,3286053
40710000	-17,173326	-14,731662	-48,6126	21,5842435	-68,624744
40740000	3,73347837	7,13644733	-29,767821	28,4966378	-60,72799
40800001	0,3718906	3,08012414	-15,355448	4,94710212	-43,25629
40850000	1,04576817	2,14355104	56,1662418	-18,352997	-138,36439

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 42 e 43 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{\text{mid}} = 0,0308390135398044 \text{ Area}^{0,91777825986436} \quad (33)$$

Na Figura 46 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mid} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

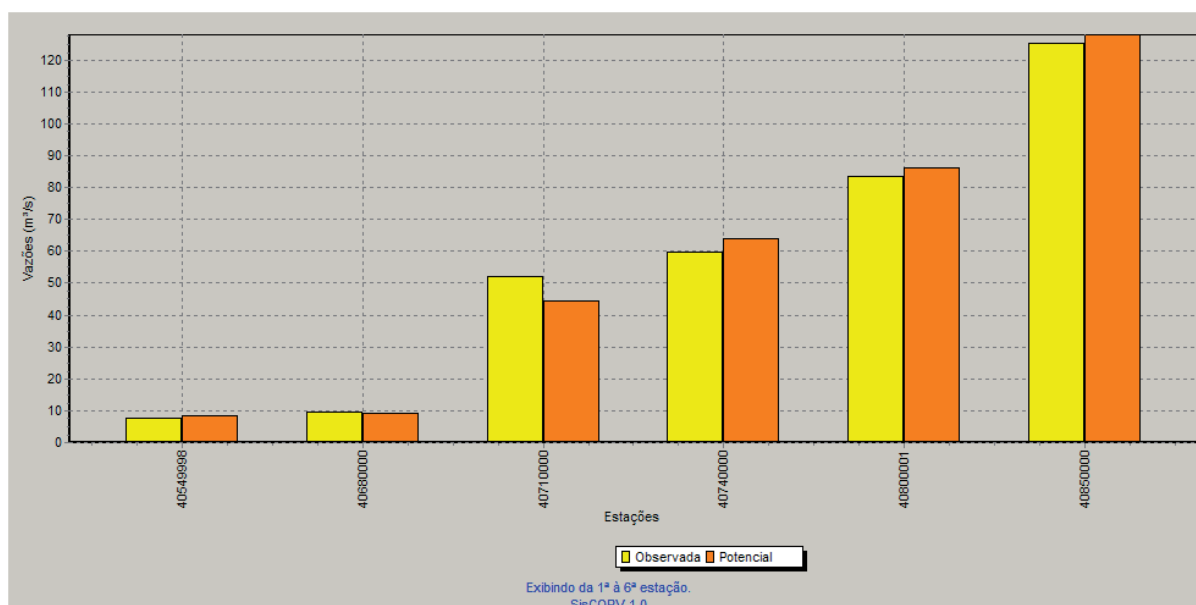


Figura 46 – Gráfico de vazões médias observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{mid} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o

ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da precipitação equivalente pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor do coeficiente de escoamento de imposição foi de 0,4422579 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,4422579P_{eq} \quad (34)$$

Na Figura 47 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

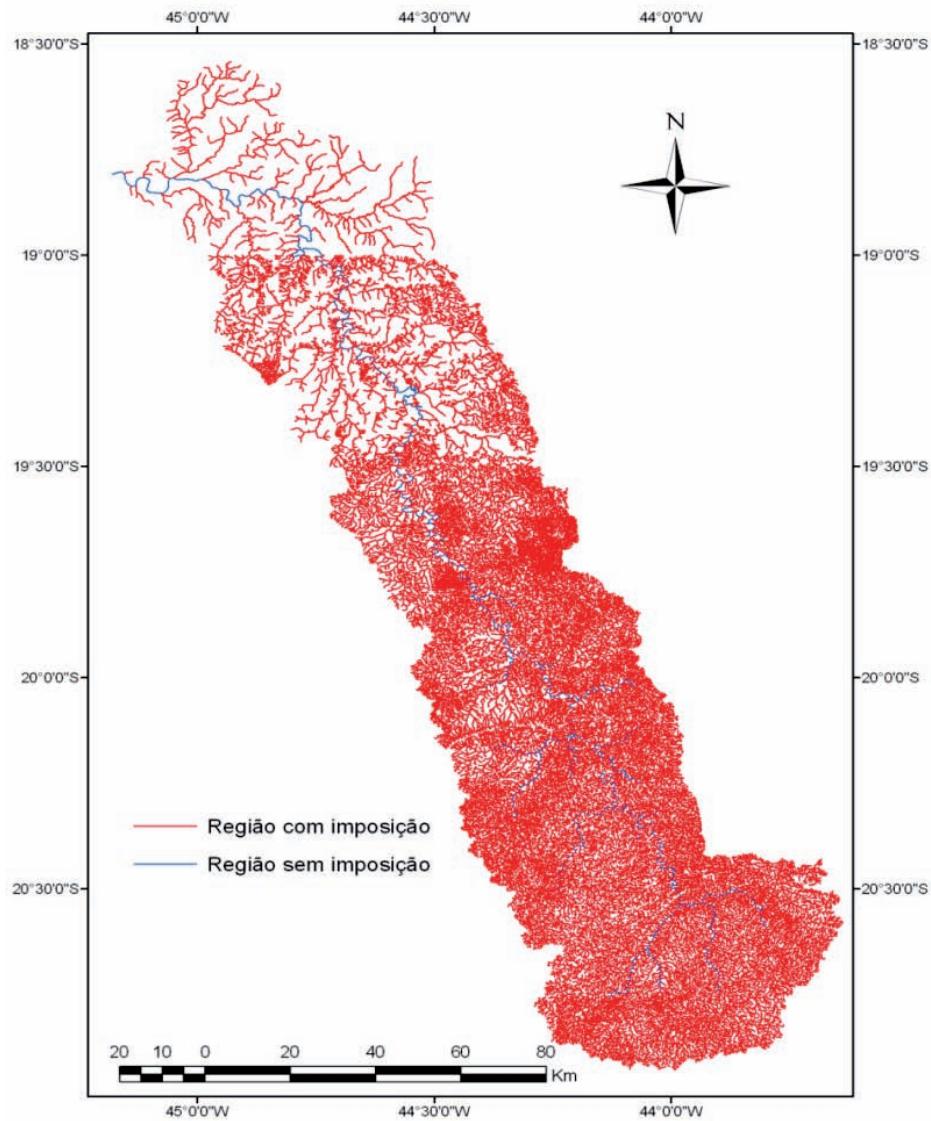


Figura 47 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.3.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 44 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 45 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 44 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97041	0,98683	0,78913	0,95463	0,65518
R ² ajustado	0,96301	0,98354	0,73641	0,94329	0,56897
Erro padrão	1,72267	0,16598	0,6643	2,13295	0,22688
Teste F(Valor-P)	0,00033	0,00007	0,01801	0,00078	0,05101
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,32279	0,00021	0,23232	0,00205	0,01498
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,00033	0,00007	0,01801	0,00078	0,05101
Erro padrão: Intercepto	1,13667	0,4589	0,43832	5,8971	0,1497
Erro padrão: Área (km ²)	0,0002405	0,0588208	9,27E-05	0,7558694	3,17E-05

Tabela 45 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40549998	84,498794	1,3955744	57,976418	-60,482913	26,350122
40680000	95,258446	10,252913	64,266109	-32,065071	30,706358
40710000	-21,577202	-23,449418	-55,952809	14,126898	-76,23412
40740000	-8,108058	-5,1726911	-40,890739	14,386861	-71,177319
40800001	-0,8482405	5,8966851	-16,547877	5,0361469	-49,304724
40850000	5,2329697	16,366143	77,357122	-13,16658	-127,30949

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 44 e 45 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,00271111137535627 \text{ Area}^{1,01852622440283} \quad (35)$$

Na Figura 48 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra

amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial, nas seções correspondentes a cada estação.

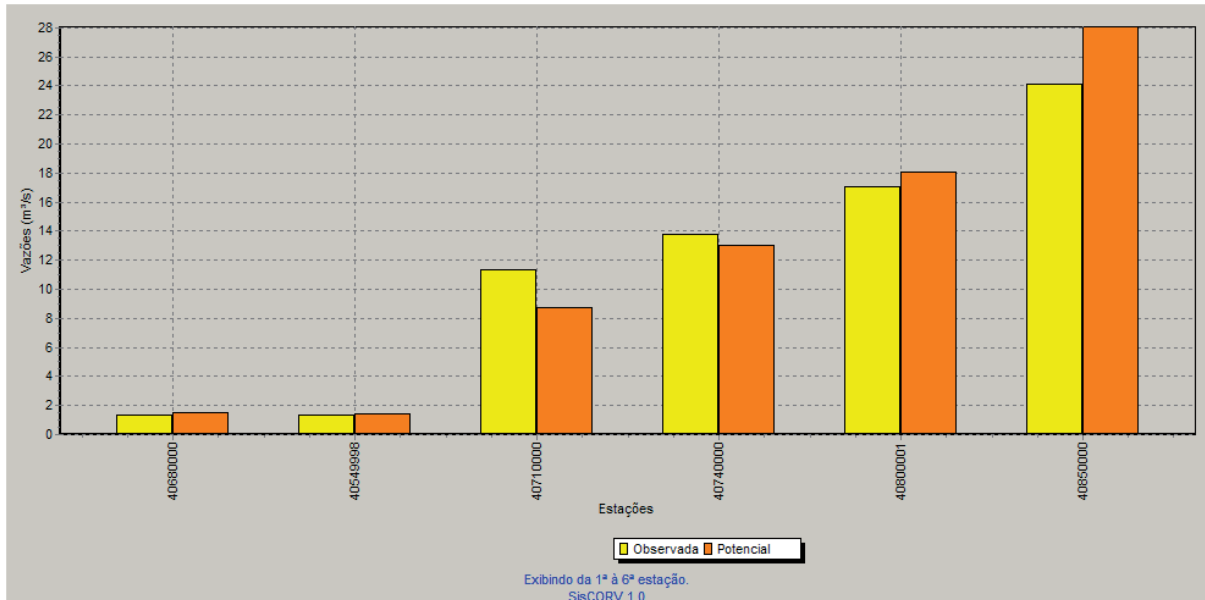


Figura 48 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,004102 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

$$Q_{7,10} = 0,004102 \text{ Area} \quad (36)$$

4.1.3.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA MÉDIA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q₉₅)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 46 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 47 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 46 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97923	0,99245	0,80906	0,9452	0,66712
R ² ajustado	0,97404	0,99057	0,76132	0,9315	0,5839
Erro padrão	2,00095	0,11784	0,59275	3,25027	0,13435
Teste F(Valor-P)	0,00016	0,00002	0,01465	0,00115	0,04728
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,2375	0,0001	0,05326	0,00301	0,01292
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,00016	0,00002	0,01465	0,00115	0,04728
Erro padrão: Intercepto	1,32029	0,3258	0,39111	8,98621	0,08865
Erro padrão: Área (km ²)	0,00027934	0,041760529	8,275E-05	1,151821318	1,87551E-05

Tabela 47 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial (%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40549998	63,1799782	2,05722501	53,2226001	-56,809862	27,7775611
40680000	65,5728178	6,09204693	52,7354294	-34,752987	26,766123
40710000	-18,050663	-17,564545	-51,128006	18,9886664	-71,614166
40740000	-6,8266104	-3,1650535	-37,831194	15,6270764	-66,990881
40800001	-1,7414157	3,71046209	-16,564732	3,72568509	-45,83152
40850000	4,71721451	11,5590202	68,560237	-13,934443	-134,4662

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 46 e 47 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,00632232506055118 \text{ Area}^{0,957788203263311} \quad (37)$$

Na Figura 49 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra

amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

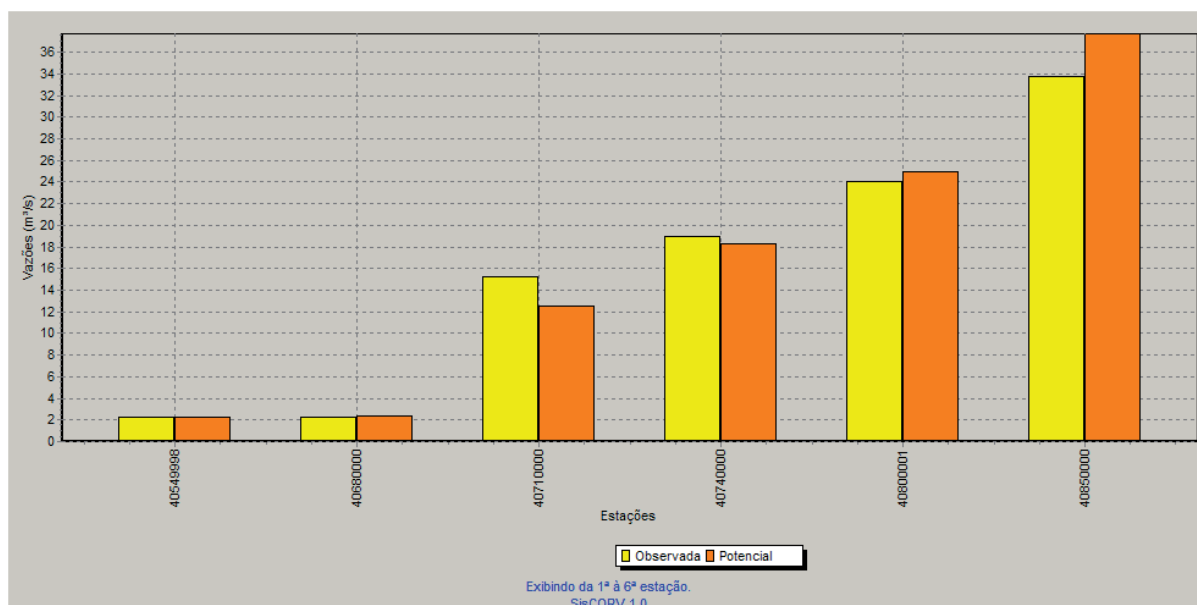


Figura 49 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,005488 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi

$$Q_{95} = 0,005488 \text{ Area} \quad (38)$$

Na Figura 50 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

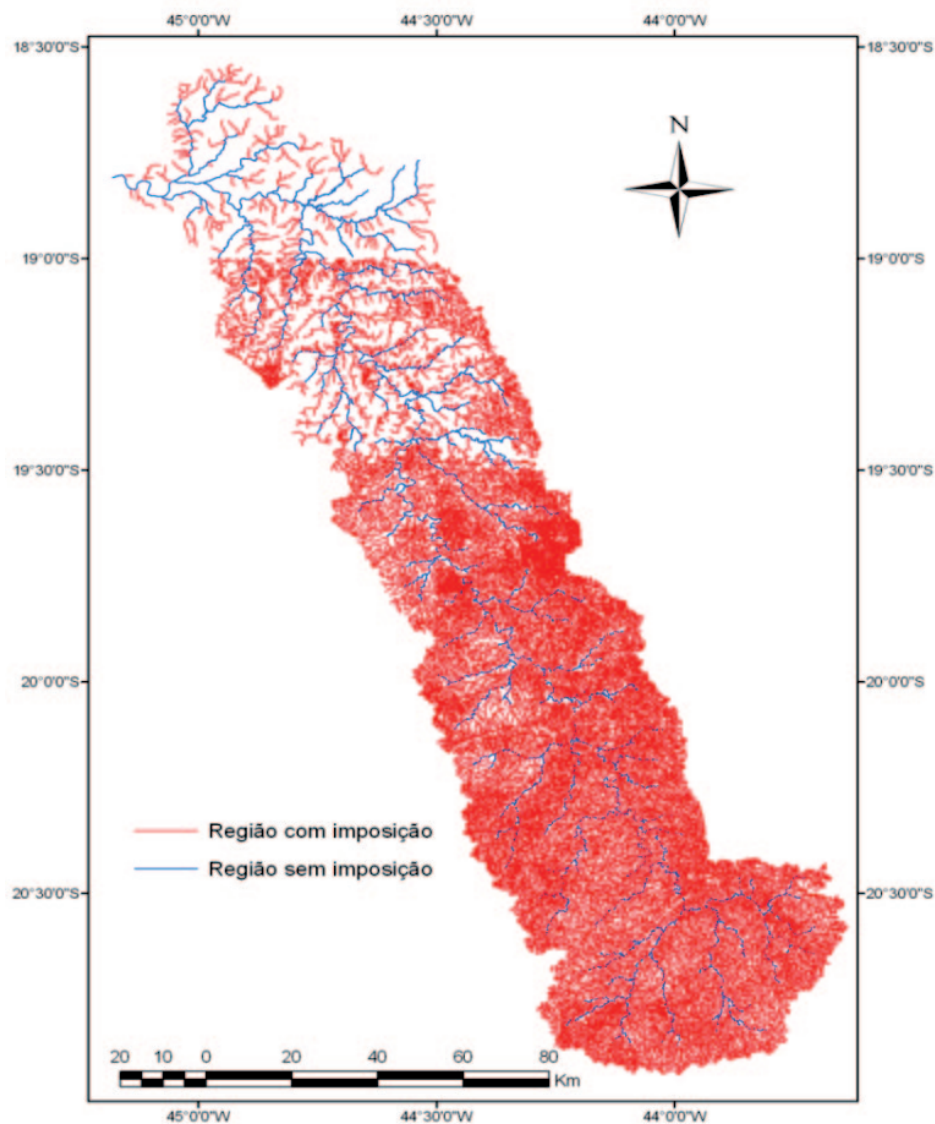


Figura 50 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.1.3.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 48 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 49 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 48 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98106	0,99255	0,8132	0,93761	0,66736
R ² ajustado	0,97633	0,99068	0,7665	0,92201	0,58419
Erro padrão	2,28526	0,116	0,5807	4,14818	0,11007
Teste F(Valor-P)	0,00014	0,00002	0,014	0,00149	0,04721
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,23373	0,00011	0,03085	0,00389	0,01277
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,00014	0,00002	0,014	0,00149	0,04721
Erro padrão: Intercepto	1,50788	0,32072	0,38316	11,46872	0,07263
Erro padrão: Área (km ²)	0,000319	0,0411092	8,107E-05	1,4700209	1,537E-05

Tabela 49 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
40549998	62,3180401	5,09165477	56,7392431	-55,869924	31,5861881
40680000	54,68337	2,50385958	46,6592477	-37,696062	22,5447169
40710000	-19,190871	-18,311058	-51,369052	17,4664285	-71,453623
40740000	-3,6852124	0,07163802	-35,460663	19,456559	-65,327338
40800001	-1,579275	3,44773589	-16,464454	3,72848055	-45,313875
40850000	3,97613826	9,77318917	65,9221048	-14,768636	-135,37856

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 48 e 49 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,00812936618827924 \text{ Area}^{0,948714929036166} \quad (39)$$

Na Figura 51 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

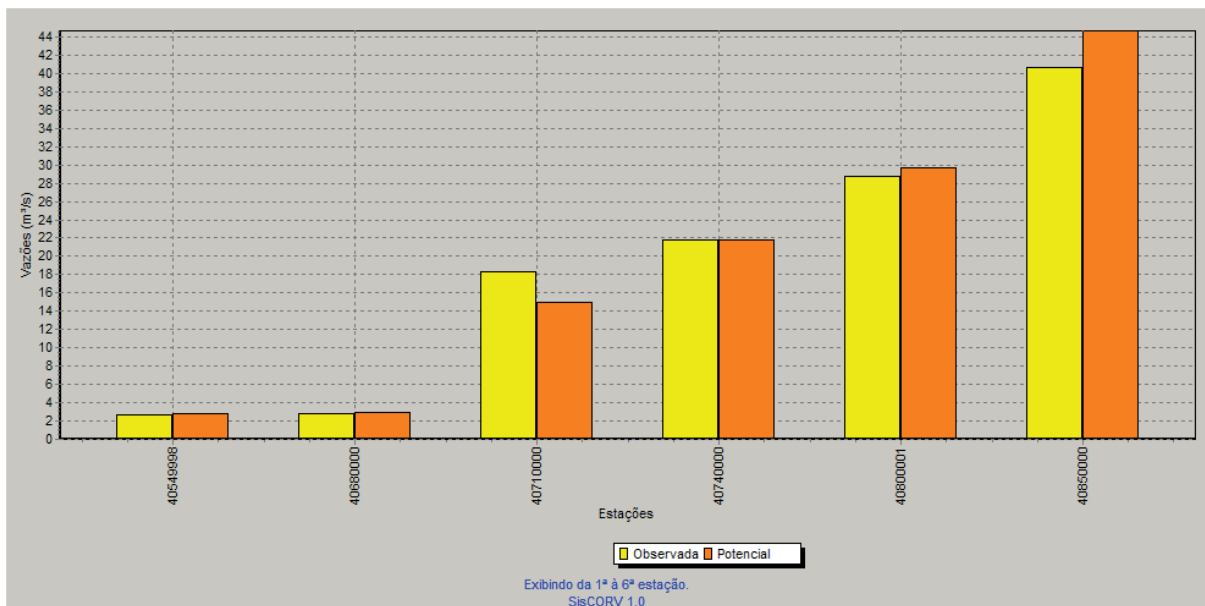


Figura 51 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,006627 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,006627 \text{ Area} \quad (40)$$

Na Figura 52 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

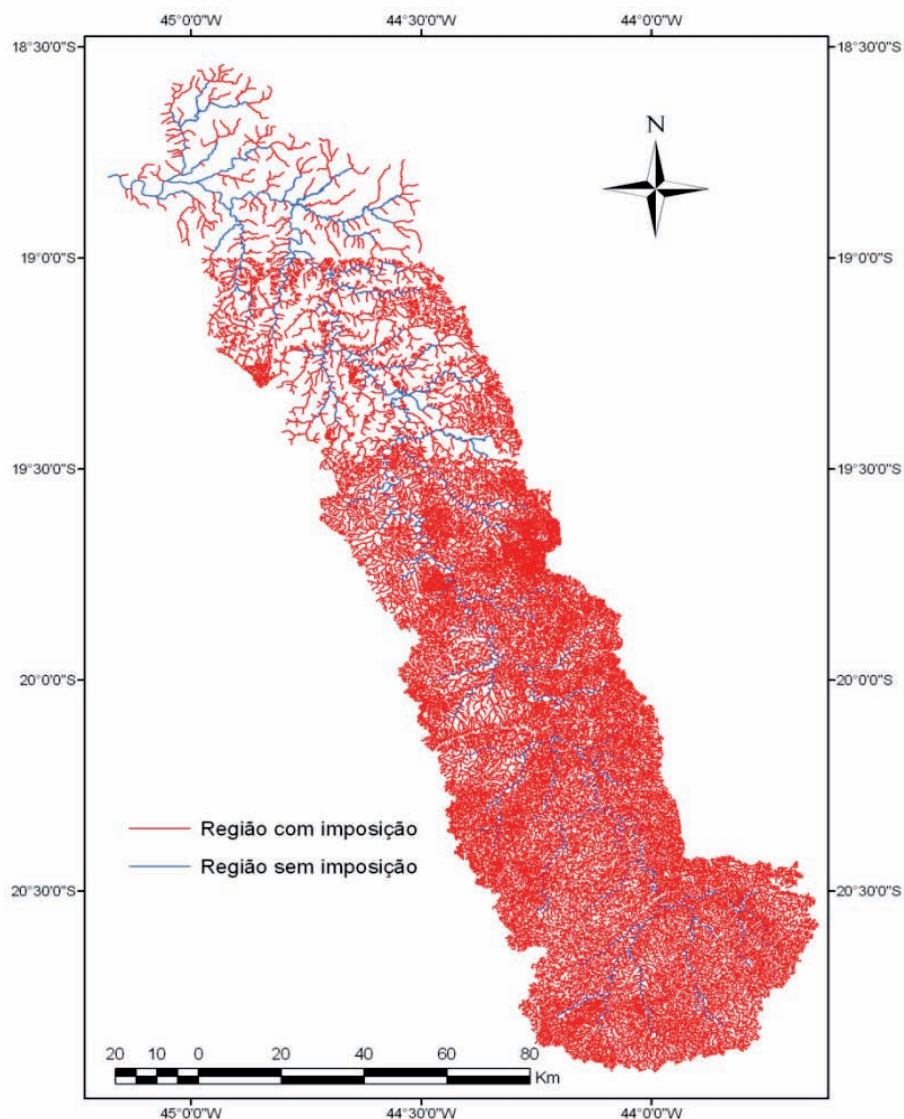


Figura 52 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.1.4. UPGRH – SF5

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPGRH – SF5 consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, apresentando 18 estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que as estações 41180000, 41685000, 41700001 e 41780002 consistiram “*outliers*”.

Na Tabela 50 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da UPGRH – SF5.

Tabela 50 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na UPGRH – SF5

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
41410000	JEQUITIBA	7080	92,886	33,060	28,946	23,307	316,318	147,642
41440005	REPRESA - JUSANTE	238	3,010	1,138	0,976	0,705	10,053	4,388
41600000	PIRAPAMA	8050	107,720	38,675	33,142	26,816	353,919	162,222
41650002	PONTE DO LICÍNIO - JUSANTE	10700	134,714	47,485	42,294	32,334	452,032	198,198
41818000	SANTO HIPÓLITO (ANA/CEMIG)	16600	194,142	55,709	49,692	37,841	682,847	286,775
41890000	ESTAÇÃO DE CURIMATAI	1420	17,500	1,495	1,238	0,869	50,913	16,978
41940000	PONTE DO BICUDO	2080	18,674	1,011	0,657	0,163	76,994	27,502
41990000	VÁRZEA DA PALMA	26500	298,647	66,337	57,875	41,379	1040,731	409,392
41199998	HONÓRIO BICALHO - MONTANTE	1550	30,428	14,038	12,748	10,866	76,988	40,189
41250000	VESPASIANO	708	7,648	2,161	1,790	1,264	31,010	13,638
41260000	PINHÕES	3730	62,282	24,964	21,622	17,311	176,676	87,379
41300000	TAQUARAÇU	618	9,097	2,432	1,966	1,366	27,678	12,912
41340000	PONTE RAUL SOARES	4860	70,961	27,307	24,127	19,970	225,918	109,691
41380000	PONTE PRETA	563	6,814	1,522	1,310	0,875	23,323	9,909

4.1.4.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 51 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 52 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 51 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99757	0,99162	0,71488	0,7653	0,28152
R ² ajustado	0,99737	0,99093	0,69112	0,74575	0,22165
Erro padrão	4,41852	0,13501	0,78768	43,44876	0,08016
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00014	0,00004	0,05094
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,08046	0	0	0,00117	0,00272
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0	0	0,00014	0,00004	0,05094
Erro padrão: Intercepto	1,56695	0,131	0,27934	42,15774	0,02843
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,004067096	0,026456721	0,000725034	8,514346869	7,37809E-05

Tabela 52 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
41199998	-17,90348526	-23,1221992	-42,24096579	74,69329306	-65,24966856
41250000	54,90776873	23,50633574	91,38050075	-38,21423232	28,26757583
41260000	-14,17394007	-14,00806579	-58,05132302	56,38325251	-79,57825894
41300000	19,7803843	-7,288063246	58,79098243	-114,6149799	7,284065332
41340000	-4,851071434	-3,557025399	-55,21749629	55,70891913	-80,08001142
41380000	41,66047374	4,351861183	108,355364	-253,314141	42,26309803
41410000	0,487555387	3,0623187	-50,98685984	38,25403524	-80,87136545
41440005	94,7181872	2,038760733	347,3020028	-1935,617736	215,4716651
41600000	-3,3806305	-0,597974409	-50,91954489	24,76844229	-81,53157691
41650002	-1,938860192	1,448452398	-42,02374038	9,441511735	-78,52663918
41818000	2,002032631	6,215534986	0,73910488	-12,74199826	-318,4291845
41890000	0,186362779	-11,50018665	-9,465282632	77,88989938	-42,13134346
41940000	33,77747621	25,27457055	-5,884735582	184,6678049	-43,37691371
41990000	0,536248766	5,110615904	171,818982	-35,76078436	-105,616813

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 51 e 52 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,307604860305774 P_{eq}^{0,997174342939632} \quad (41)$$

Na Figura 53 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

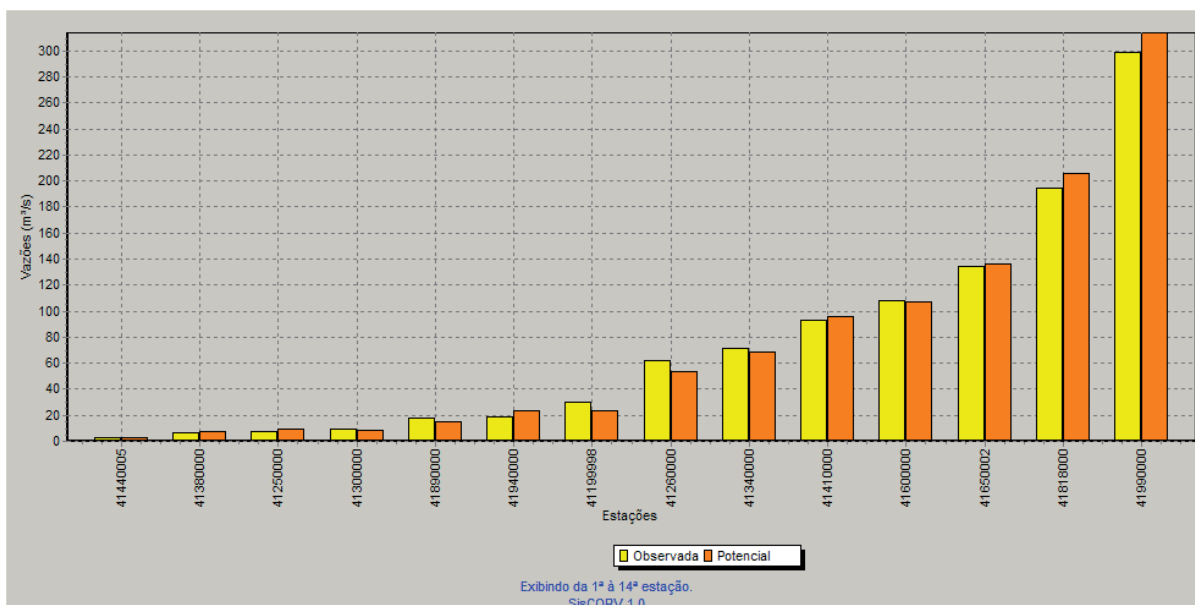


Figura 53 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,39524 e não houve necessidade de imposição deste, pois o CE ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.1.4.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 53 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 54 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 53 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,89985	0,77388	0,59061	0,90104	0,15463
R ² ajustado	0,8915	0,75504	0,5565	0,8928	0,08418
Erro padrão	4,97884	0,93555	1,25882	4,9491	1,53922
Teste F(Valor-P)	0	0,00003	0,00132	0	0,16424
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,18612	0,00244	0,41441	0,00006	0,02786
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0,00003	0,00132	0	0,16424
Erro padrão: Intercepto	1,81497	0,75665	0,45889	4,00269	0,5611
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,011317776	0,18179039	0,002861527	0,961676353	0,003498924

Tabela 54 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
41199998	-33,10932318	-62,19580102	-78,1111133	19,65441786	-92,29863628
41250000	228,1698074	-7,733264447	37,1689554	69,10226055	-40,6327384
41260000	-25,97707441	-41,35265763	-75,90193729	20,20687455	-93,92163013
41300000	197,4226816	-19,89146626	25,83465375	16,24068736	-45,22034114
41340000	-22,70301797	-33,73967199	-72,75434785	15,64873584	-94,00087314
41380000	323,981723	-8,131149096	89,54534449	-222,690251	-15,46593086
41410000	-14,63392359	-19,74367654	-63,3199928	11,90584573	-93,27474062
41440005	334,1870503	-55,86069282	120,2846589	-1413,813932	2,743225459
41600000	-19,41519183	-22,15729761	-62,07650646	0,79256311	-93,36929943
41650002	-20,09171165	-18,47383663	-51,73088206	-10,18107306	-91,77273142
41818000	-4,212142279	7,129774705	18,40783824	-13,4385588	-131,7446885
41890000	422,5174135	73,23435697	107,6145393	399,4310307	-12,51067127
41940000	3444,42952	1519,947185	1154,602139	5537,145923	386,6130403
41990000	22,42201333	48,32045922	366,2213644	-12,19189828	-103,3618381

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 53 e 54 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,0555669210531267 P_{eq750}^{1,16500862320019} \quad (42)$$

Na Figura 54 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial, nas seções correspondentes a cada estação.

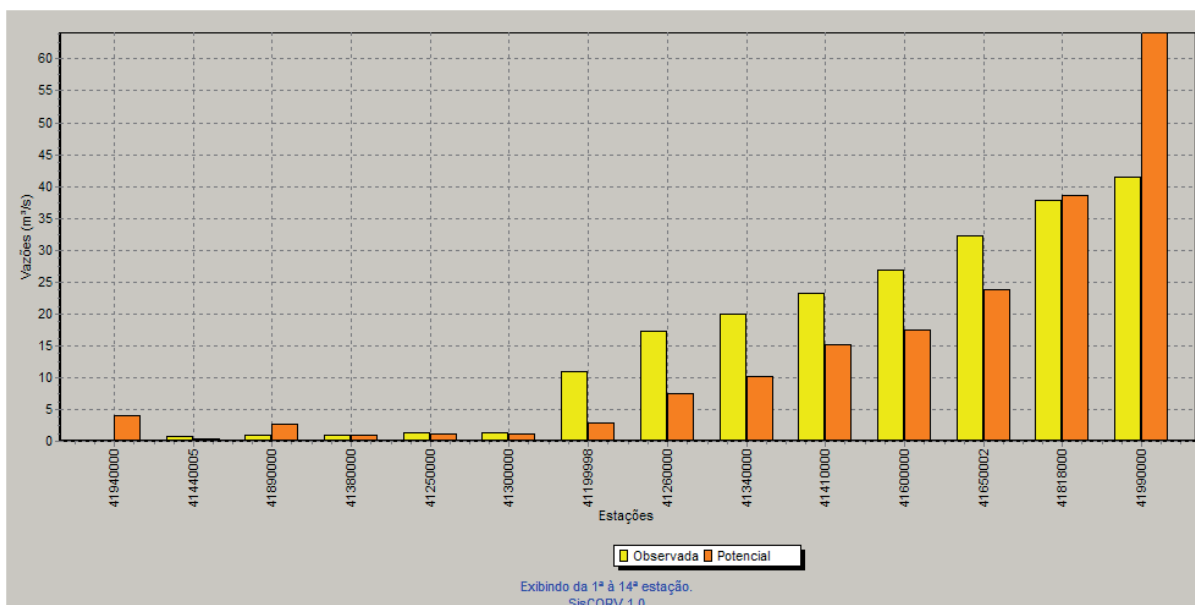


Figura 54 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,00701 e não houve necessidade de imposição deste, pois a $Q_{7,10}$ específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.1.4.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 55 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 56 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 55 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,93511	0,86689	0,6581	0,88179	0,38508
R ² ajustado	0,9297	0,8558	0,6296	0,87194	0,33384
Erro padrão	5,31903	0,6471	1,03709	7,17917	0,3949
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00043	0	0,01789
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,21407	0,00082	0,05271	0,00014	0,00063
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00043	0	0,01789
Erro padrão: Intercepto	1,93898	0,52336	0,37806	5,8063	0,14395
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,01209109	0,125740323	0,002357484	1,395009067	0,000897666

Tabela 56 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
41199998	-29,91818178	-53,14735691	-72,12583746	31,67231797	-86,00936634
41250000	163,2581504	0,365491935	46,94132235	40,84261215	-10,76072353
41260000	-23,97828869	-34,50342422	-71,94882149	25,04172229	-89,59667869
41300000	133,8223682	-14,00763556	32,69149054	-8,470952866	-18,98067578
41340000	-17,16709392	-24,42203173	-67,63081446	24,49974483	-89,36310756
41380000	214,4583084	-3,847078218	92,47618509	-229,3813151	20,17610407
41410000	-10,11010068	-12,35055518	-58,5245727	17,32096714	-88,33913431
41440005	232,1263467	-47,8174477	142,6789566	-1375,278015	57,92418574
41600000	-14,49616318	-14,99977646	-57,2693731	6,217630225	-88,41224401
41650002	-19,47313472	-16,78213475	-49,66573207	-10,51600253	-86,24213688
41818000	-3,119089067	6,79541981	16,87099518	-14,0257222	-143,6417138
41890000	323,5476066	85,13729369	120,6556419	337,2425664	30,74630459
41940000	952,7891814	496,3368227	368,4391401	1692,85394	157,1471855
41990000	16,87012302	36,20592876	302,578249	-18,06355862	-104,9672959

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 55 e 56 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0984218716224848 P_{eq750}^{1,11157758041233} \quad (43)$$

Na Figura 55 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

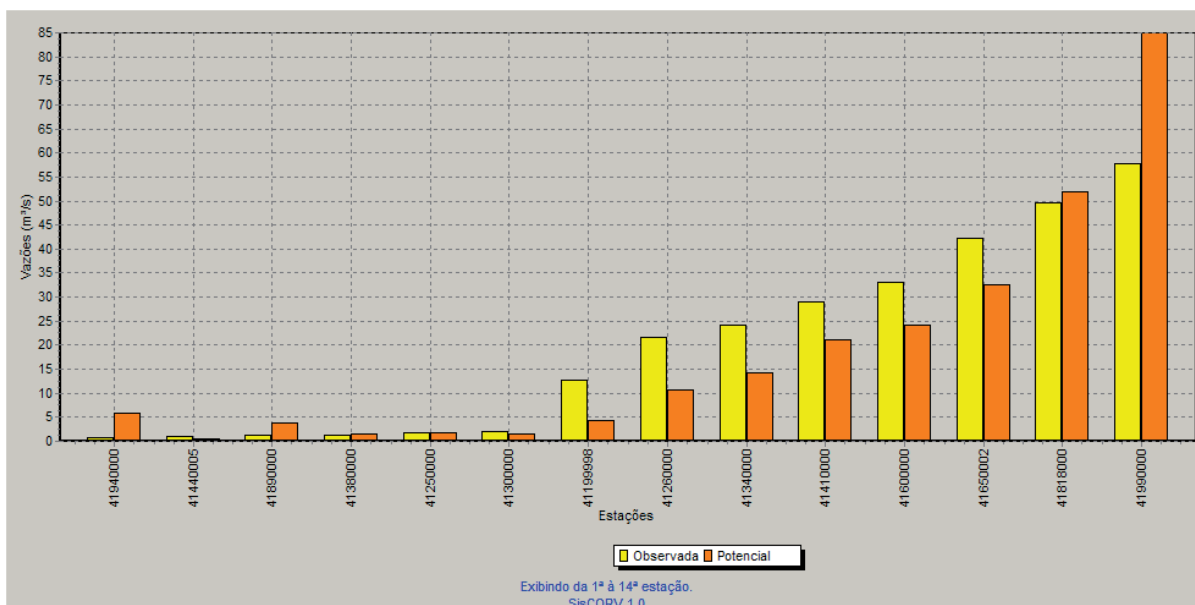


Figura 55 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,00822 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{95} específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.1.4.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 57 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 58 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 57 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,93767	0,88829	0,66945	0,88355	0,43466
R ² ajustado	0,93248	0,87898	0,6419	0,87385	0,38755
Erro padrão	5,91581	0,57526	0,98955	8,08615	0,2819
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00035	0	0,01032
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,19481	0,00078	0,01637	0,00013	0,00027
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00035	0	0,01032
Erro padrão: Intercepto	2,15653	0,46526	0,36073	6,53985	0,10276
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,013447673	0,111781365	0,002249418	1,57124865	0,000640812

Tabela 58 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
41199998	-27,1770744	-49,47252912	-69,57750887	36,39045868	-83,92121162
41250000	151,0615704	0,848252783	47,22306476	36,17193775	-6,462324681
41260000	-24,89370704	-33,65248832	-71,12962972	23,34193094	-88,59356059
41300000	117,6946332	-15,58251391	29,76948088	-12,70778297	-17,12191958
41340000	-16,57440166	-22,24883079	-66,19767346	25,2451066	-88,10073035
41380000	212,1987427	1,025855764	100,5660307	-221,3193413	30,88841963
41410000	-10,34965296	-11,16584806	-57,47033807	16,92535139	-87,06708357
41440005	229,8855827	-44,48598434	152,3137733	-1335,505135	71,38561421
41600000	-16,55412479	-15,83929218	-57,26557493	3,600311909	-87,41813902
41650002	-18,34652706	-14,69601051	-48,13041281	-9,296496935	-84,4557674
41818000	-1,671398551	8,840234046	18,06699336	-12,74400572	-148,604267
41890000	303,2829975	85,17739309	120,8404646	316,577345	37,00817842
41940000	684,429492	363,6621965	266,9869856	1231,285707	111,4712977
41990000	15,97332655	34,82396428	286,2060859	-18,67799095	-105,4696985

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 57 e 58 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,125686691205892 P_{eq750}^{1,09191485748321} \quad (44)$$

Na Figura 56 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

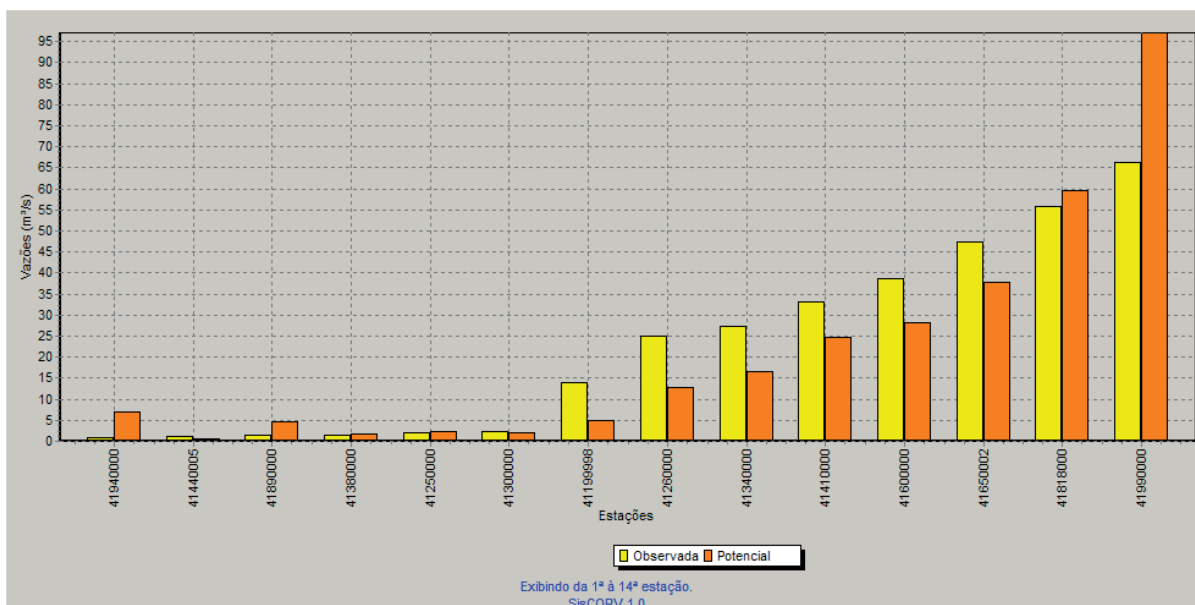


Figura 56 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,00905 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{90} específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.1.5. UPGRH – SF6

A Bacia hidrográfica dos rios Jequitá e Pacuí, SF6, é uma região que apresenta baixa disponibilidade hídrica, devido à baixa precipitação na região; além disso possui pequena densidade de estações fluviométricas, o que dificultou o estudo.

A regionalização foi feita utilizando estações com menos de 20 anos de dados, uma vez que não havia estações com uma série histórica grande o suficiente para a realização do estudo.

Tentou-se unir essa unidade com outras adjacentes, no entanto não foram obtidos bons ajustes estatísticos, sendo assim optou-se por utilizar estações com menos de 20 anos de dados. Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPGRH – SF6 consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, apresentando seis estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outlier*” para a UPGRH – SF6.

Na Tabela 59 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação equivalente (P_{eq}) e precipitação equivalente menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da UPGRH – SF6.

Tabela 59 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na UPGRH – SF6

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mld} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	P_{eq} (m ³ /s)	P_{eq750} (m ³ /s)
42089998	FAZENDA ESPÍRITO SANTO	4300	22,000	1,197	1,592	0,678	142,059	38,667
42090000	PORTO ALIANÇA	4374	32,861	1,901	2,484	0,917	143,013	38,900
42100000	CLARO DOS POÇÕES	543	3,645	0,270	0,317	0,168	17,010	4,343
42145498	FAZENDA UMBURANA - MONTANTE	6853	38,652	2,239	3,189	1,135	223,399	58,999
42187000	PONTE DOS CIGANOS	1324	6,234	1,285	1,574	1,017	40,087	8,780
43010001	BRASÍLIA DE MINAS - JUSANTE	162	0,283	0,033	0,046	0,018	4,456	0,909

4.1.5.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 60 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 61 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 60 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,95318	0,97407	0,72574	0,82191	0,30597
R ² ajustado	0,94148	0,96759	0,65718	0,77738	0,13247
Erro padrão	3,92861	0,33519	1,09009	7,66221	1,30743
Teste F(Valor-P)	0,00084	0,00025	0,03127	0,01268	0,2549
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,85437	0,03885	0,64806	0,42943	0,14019
Teste T(Valor-P): Peq750 (m³/s)	0,00084	0,00025	0,03127	0,01268	0,2549
Erro padrão: Intercepto	2,45711	0,26829	0,68179	6,13294	0,81772
Erro padrão: Peq750 (m³/s)	0,074163	0,092685	0,020578	2,118726	0,024681

Tabela 61 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42089998	19,81655	28,28815	-15,325	26,75622	-80,6004
42090000	-19,311	-13,5257	-42,4204	-14,9733	-86,5746
42100000	-7,07163	-35,4255	-48,6651	118,988	-79,8195
42145498	3,402472	18,01079	88,01695	-17,9023	-105,987
42187000	1,964618	-15,9961	-59,6008	130,8203	-86,786
43010001	285,2598	40,81327	426,0092	-2313,39	140,3378

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 60 e 61 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,443785430938652 P_{eq750}^{1,13613380693439} \quad (45)$$

Na Figura 57 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

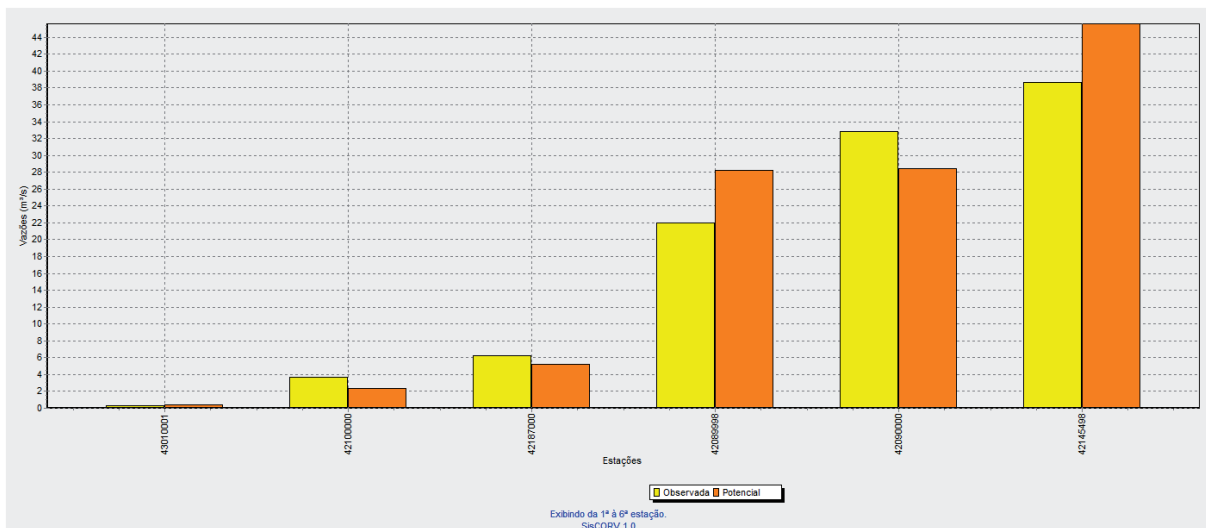


Figura 57 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,229775 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,229775 P_{eq} \quad (46)$$

Na Figura 58 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

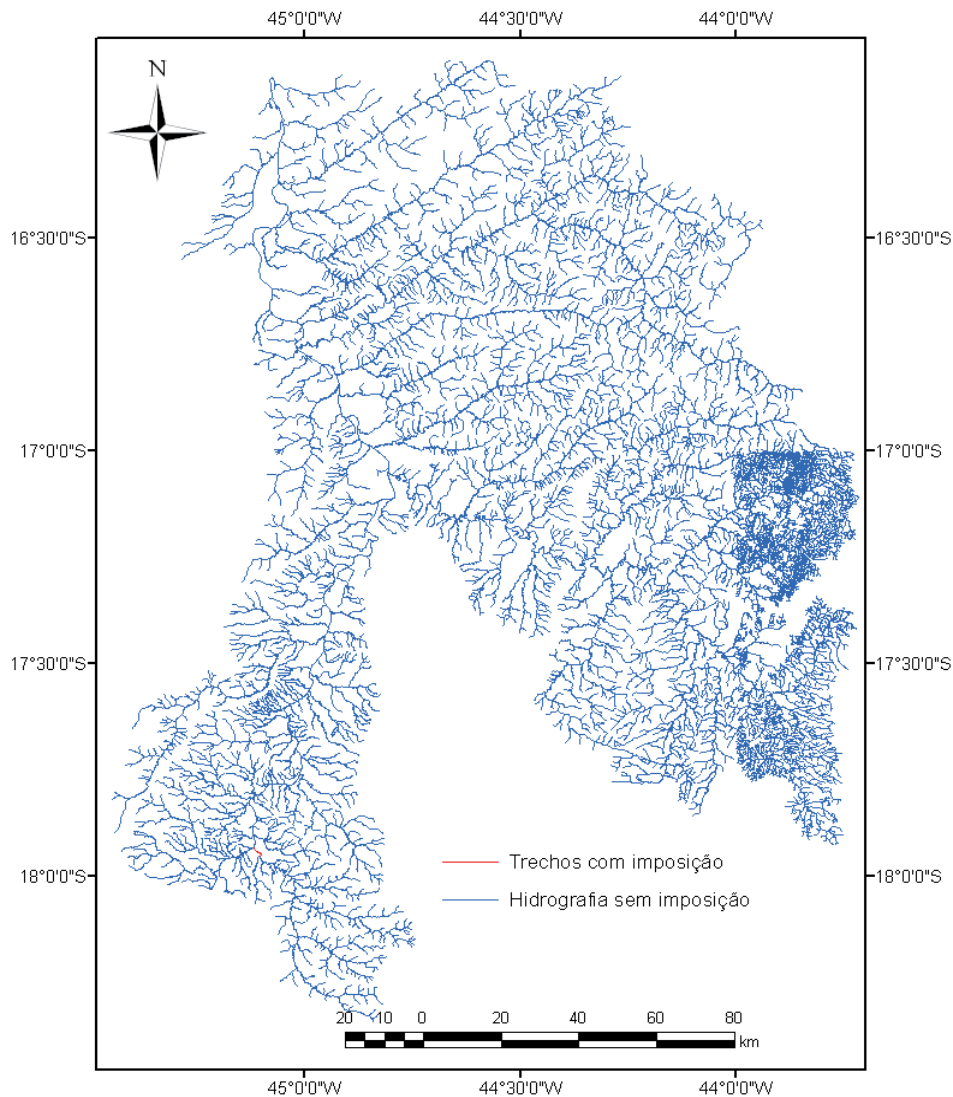


Figura 58 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.5.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a de precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 62 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 63 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 62 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,5553	0,82555	0,4862	0,73105	0,30795
R ² ajustado	0,44412	0,78193	0,35774	0,66382	0,13494
Erro padrão	0,34548	0,75643	1,29816	0,26867	20,00205
Teste F(Valor-P)	0,08913	0,01215	0,12359	0,03001	0,25304
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,26946	0,00649	0,0526	0,3314	0,1342
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,08913	0,01215	0,12359	0,03001	0,25304
Erro padrão: Intercepto	0,21913	0,92163	0,8234	0,32734	12,68693
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,001765	0,223157	0,006633	0,079261	0,102203

Tabela 63 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42089998	24,08994	49,69845	-2,30723	37,76761	-66,5164
42090000	-7,85031	11,39308	-26,8812	2,041703	-74,4923
42100000	107,403	-22,9265	-21,3584	126,0914	-72,2067
42145498	2,348354	38,7062	66,61831	-7,32863	-113,175
42187000	-56,8432	-70,7835	-82,5322	-40,6804	-94,6289
43010001	1526,654	91,99752	511,6373	58,33863	135,3993

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 62 e 63 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,00825132678686868 P_{eq}^{0,970893083722647} \quad (47)$$

Na Figura 59 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

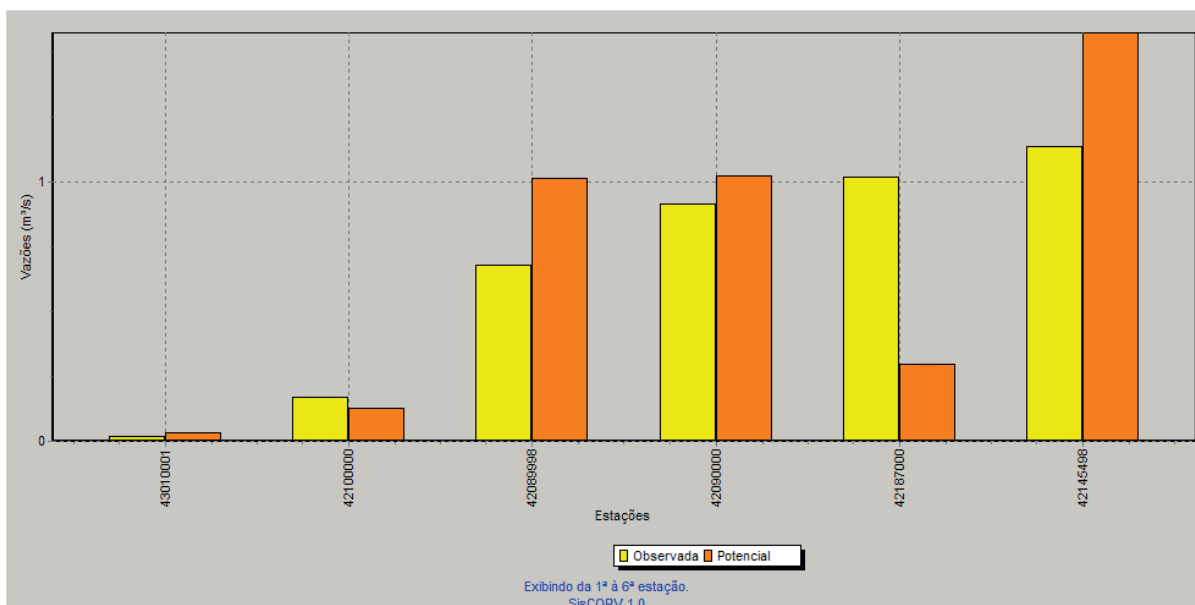


Figura 59 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,000767991 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.5.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a de precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 64 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 65 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 64 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,79807	0,89145	0,57746	0,85097	0,3195
R ² ajustado	0,74758	0,86431	0,47183	0,81371	0,14938
Erro padrão	0,43762	0,59948	1,18274	0,37595	11,15421
Teste F(Valor-P)	0,01646	0,00459	0,07954	0,00878	0,24243
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,32717	0,00376	0,07249	0,1184	0,12716
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,01646	0,00459	0,07954	0,00878	0,24243
Erro padrão: Intercepto	0,27757	0,73039	0,75019	0,45805	7,07491
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,002236053	0,176852715	0,006043373	0,110909085	0,056993771

Tabela 65 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42089998	31,34991097	52,78987566	0,927127903	43,5594713	-66,50173984
42090000	-16,84517071	-3,135885008	-35,58521563	-9,416663299	-78,25669702
42100000	70,42578565	-21,3065461	-23,64876548	119,5829403	-69,8359939
42145498	2,526539893	29,26594251	70,31460016	-12,52430405	-111,5707983
42187000	-48,16028467	-60,50735408	-77,7348678	-18,41486253	-92,55712769
43010001	973,073036	68,19130954	431,2675711	-457,2245914	132,064572

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 64 e 65 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0120358545635735 P_{eq}^{1,01362697192377} \quad (48)$$

Na Figura 60 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

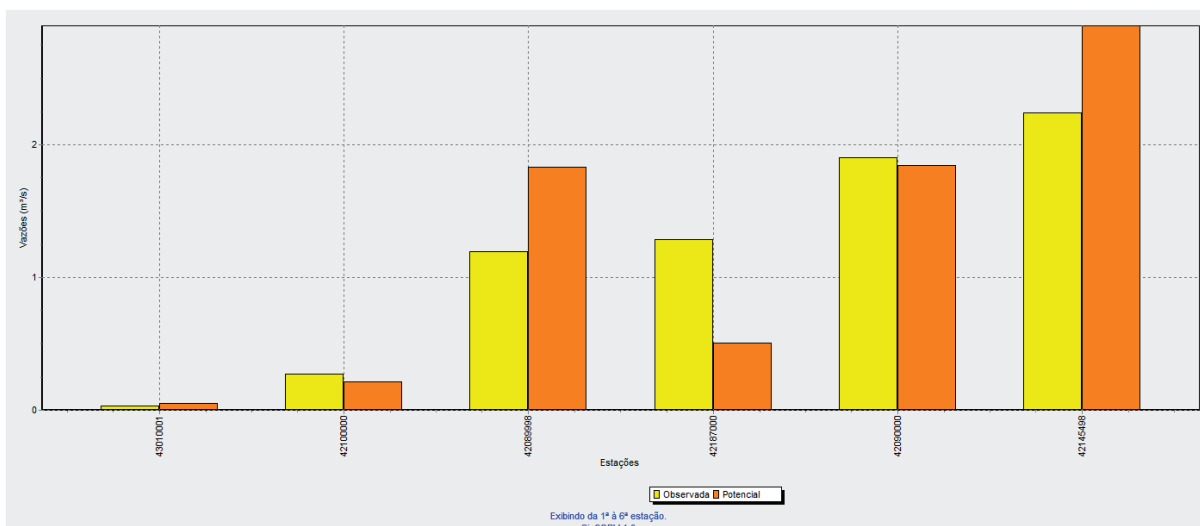


Figura 60 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,000970 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.5.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 66 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 67 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 66 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,84794	0,91231	0,61895	0,84394	0,33578
R ² ajustado	0,80993	0,89039	0,52368	0,80493	0,16973
Erro padrão	0,52833	0,5363	1,11794	0,53523	7,73573
Teste F(Valor-P)	0,00915	0,00297	0,06337	0,00965	0,22809
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,39033	0,00307	0,08849	0,1122	0,11633
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00915	0,00297	0,06337	0,00965	0,22809
Erro padrão: Intercepto	0,33511	0,65342	0,70909	0,65212	4,90663
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,002699544	0,158214245	0,005712256	0,157898995	0,039526638

Tabela 67 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42089998	33,99261717	51,54479203	1,393885391	45,43504038	-65,50588731
42090000	-13,62466852	-2,197894983	-34,09986325	-6,582275814	-77,21891497
42100000	70,26552712	-12,69602241	-17,48226901	139,0301191	-64,32892741
42145498	-0,573140168	20,11697351	65,48479618	-16,9533994	-111,3967372
42187000	-47,03518785	-57,84777322	-76,75805993	-11,88825848	-91,58704984
43010001	721,4995304	52,63419754	371,546108	-590,4796504	126,6508881

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 66 e 67 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,0153366013012875 P_{eq}^{1,02062917520224} \quad (49)$$

Na Figura 61 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

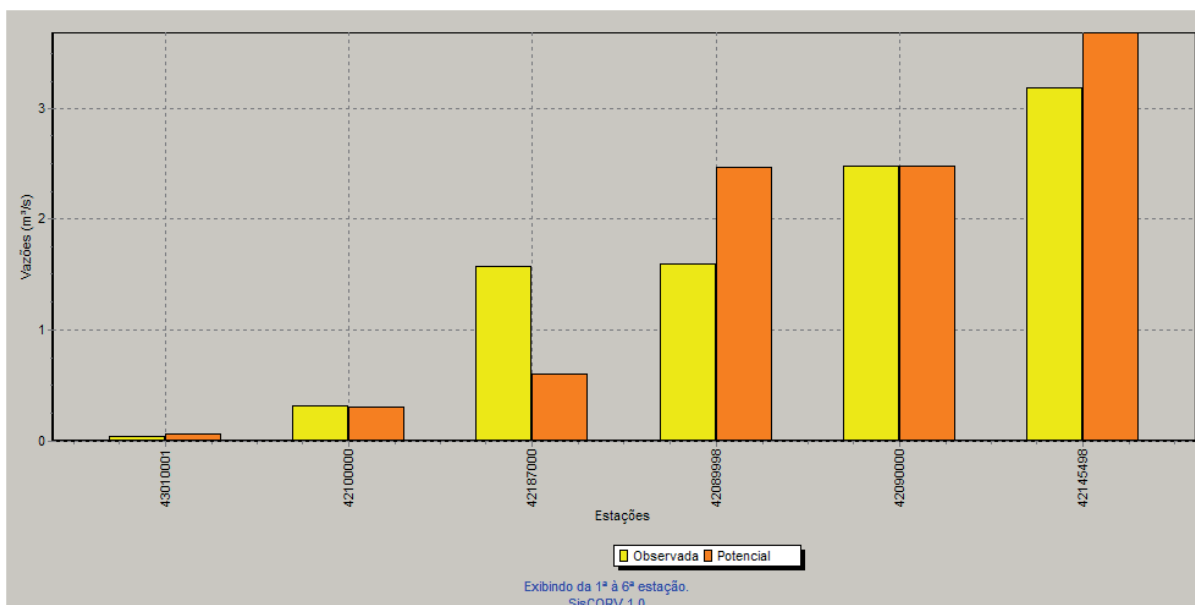


Figura 61 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,001188765 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.6. UPGRH – SF7

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPGRH – SF7 consistiram em três regiões hidrologicamente homogêneas, sendo oito estações pertencentes à região 1, seis estações pertencentes à região 2 e sete estações pertencentes à região 3.

Nas Tabelas 68, 69 e 70 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações das regiões hidrologicamente homogêneas 1, 2 e 3, respectivamente. Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento para as regiões homogêneas 1, 2 e 3 constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outlier*”.

Tabela 68 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea 1

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
42435000	FAZENDA BARRA DA ÉGUA	1590	17,455	2,516	1,877	1,273	59,181	21,002
42440000	FAZENDA POÇÕES	552	8,926	1,860	1,481	1,033	21,556	8,425
42460000	FAZENDA LIMEIRA	3890	60,936	20,85	16,020	8,602	153,576	62,703
42490000	UNAÍ	5360	72,484	19,58	14,421	10,063	209,183	84,362
42540000	SANTO ANTÔNIO DO BOQUEIRÃO	5910	81,106	20,061	15,663	10,692	228,739	90,741
42545500	FAZENDA O RESFRIADO	679	8,374	1,593	1,292	1,058	25,515	9,345
42546000	FAZENDA SANTA CRUZ	552	7,300	1,603	1,334	1,232	21,579	8,405
42600000	PORTO DOS POÇÕES	9400	109,702	26,334	19,512	13,704	356,29	135,05

Tabela 69 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea 2

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
42250000	FAZENDA LIMOEIRO	464	8,304	2,299	1,825	1,25	21,422	10,415
42251000	FAZENDA CÓRREGO DO OURO	1870	29,788	6,9	5,39	3,4	86,913	42,082
42255000	FAZENDA NOLASCO	257	3,126	0,71	0,587	0,385	10,059	4,068
42257000	BARRA DO ESCURINHO	2000	26,153	6,48	4,79	3,041	83,111	35,542
42290000	PONTE DA BR-040 - PARACATU	7760	96,688	19,367	15,156	9,802	341,994	157,647
42395000	SANTA ROSA	12800	159,921	37,608	30,511	21,753	561,220	257,325

Tabela 70 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea 3

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
42690001	PORTO DA EXTREMA	30100	316,715	71,094	56,371	34,407	1221,141	507,33416
42750000	CAATINGA	33500	346,784	78,043	60,315	41,788	1348,171	555,04439
42840000	VEREDAS	209	3,367	1,2876	1,0922	0,7854	9,755	4,545711
42850000	CACHOEIRA DAS ALMAS	4390	55,547	8,222	6,341	3,191	180,604	75,880874
42860000	CACHOEIRA DO PAREDÃO	5710	56,931	9,17	7,163	4,837	228,476	91,74004
42930000	PORTO DO CAVALO	40900	464,025	103,601	82,383	52,716	1639,798	668,863774
42980000	PORTO ALEGRE	41300	420,636	98,205	76,386	56,174	1656,848	674,770195

4.1.6.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 1

4.1.6.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 71 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 72 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 71 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9921	0,99519	0,90374	0,9431	0,7631
R ² ajustado	0,99079	0,99439	0,8877	0,93362	0,72362
Erro padrão	3,85946	0,08632	0,38626	10,35983	0,02884
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00029	0,00006	0,00459
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,3797	0,91134	0,00005	0,0013	0,00038
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00029	0,00006	0,00459
Erro padrão: Intercepto	2,09917	0,09964	0,21009	11,95765	0,01569
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,030381	0,027566	0,003041	3,308135	0,000227

Tabela 72 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42435000	11,76758	9,037347	-21,9242	87,42147	-37,1219
42440000	1,021642	-12,2109	14,57485	-71,0854	8,061445
42460000	-10,9021	-9,61968	-42,075	12,90107	-66,8415
42490000	-0,17245	1,364044	-20,1704	8,417889	-50,5048
42540000	-4,22481	-2,76488	-17,4777	-0,1429	-42,6729
42545500	16,85902	3,501756	24,72989	-28,3245	16,2236
42546000	23,31098	7,11137	40,0439	-65,6838	32,11642
42600000	4,49962	5,78394	67,7096	-14,215	-140,127

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 71 e 72 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,988451488087525 P_{eq750}^{0,9714556249151045} \quad (50)$$

Na Figura 62 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

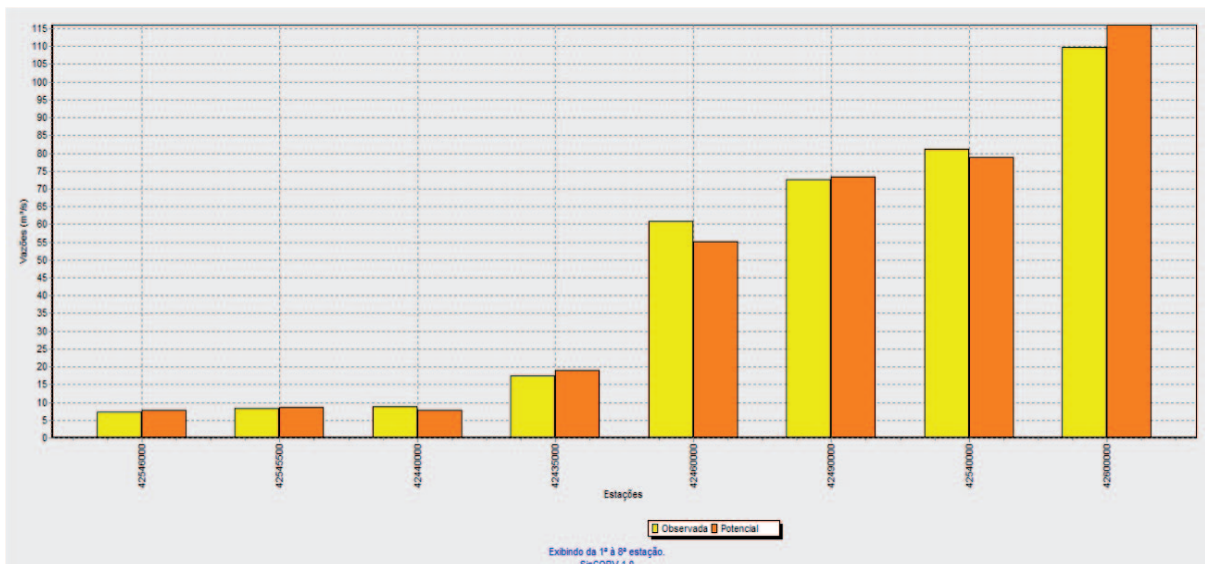


Figura 62 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,41409 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,414099274 P_{eq} \quad (51)$$

Na Figura 63 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

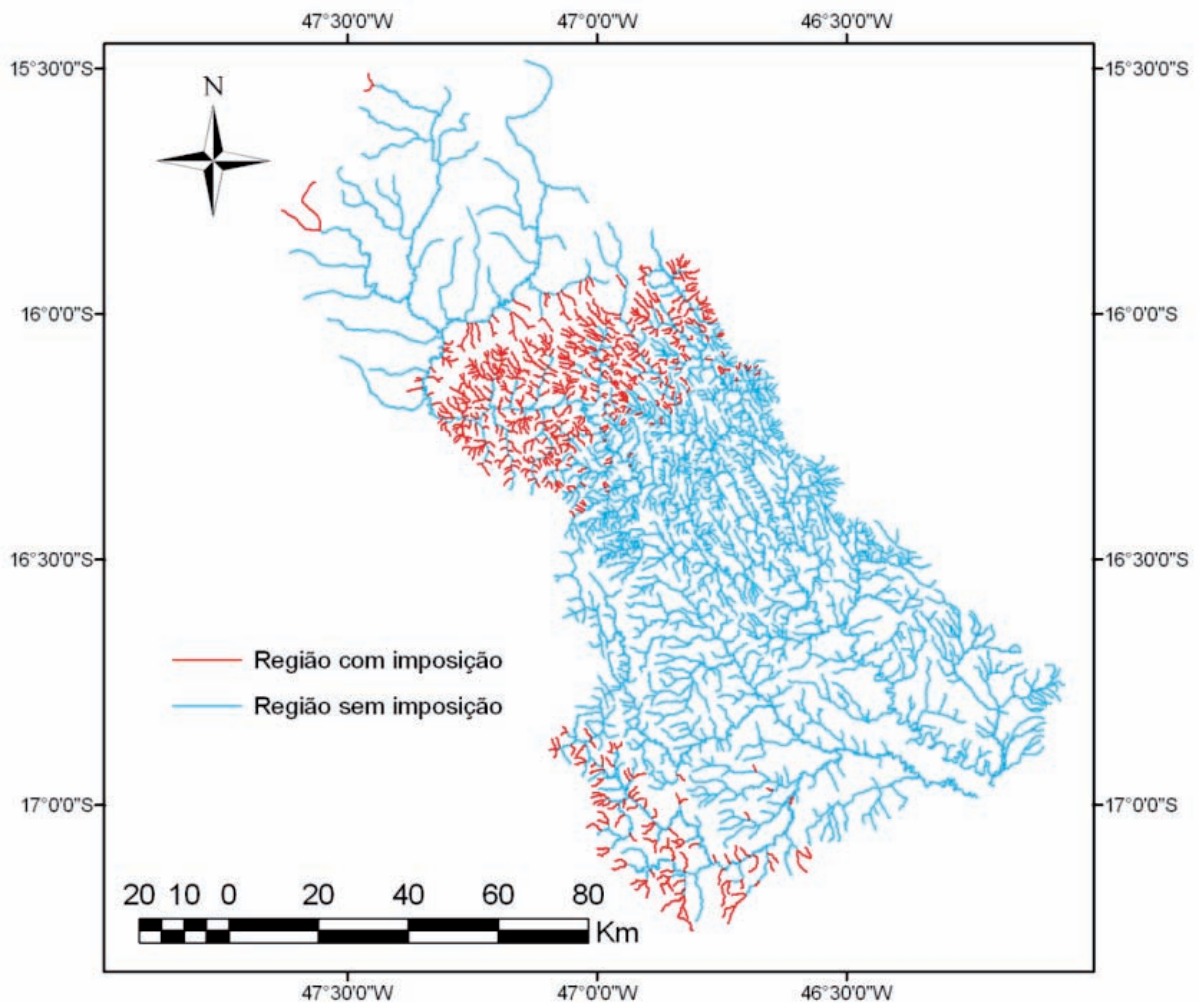


Figura 63 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.6.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 73 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 74 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 73 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,96852	0,94901	0,89591	0,9369	0,8386
R ² ajustado	0,96327	0,94051	0,87857	0,92638	0,8117
Erro padrão	1,02134	0,2925	0,41791	1,44597	0,18336
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00004	0,00037	0,00008	0,0014
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,70331	0,00071	0,97619	0,00164	0,0001
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00001	0,00004	0,00037	0,00008	0,0014
Erro padrão: Intercepto	0,55551	0,33762	0,2273	1,66899	0,09973
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,0080399	0,0934035	0,0032898	0,4617324	0,0014434

Tabela 74 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42435000	97,6531898	85,1346793	29,9829367	232,318208	6,09009359
42440000	10,5777514	-7,3867936	18,9806799	-75,824512	14,9960534
42460000	-17,796098	-19,356776	-48,444467	4,59258076	-71,251714
42490000	-6,2204797	-7,6099797	-26,458988	2,25678913	-56,761211
42540000	-5,2210681	-6,5591817	-19,51991	-0,7880877	-47,580244
42545500	17,4694722	0,17030361	18,7253058	-33,681045	13,2771113
42546000	-7,4553782	-22,522664	-0,2835211	-80,544672	-3,5966951
42600000	9,2648411	7,94338962	78,9920109	-9,9487734	-140,84214

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 73 e 74 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,116735018415759P_{eq750}^{0,987020545595461} \quad (52)$$

Na Figura 64 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

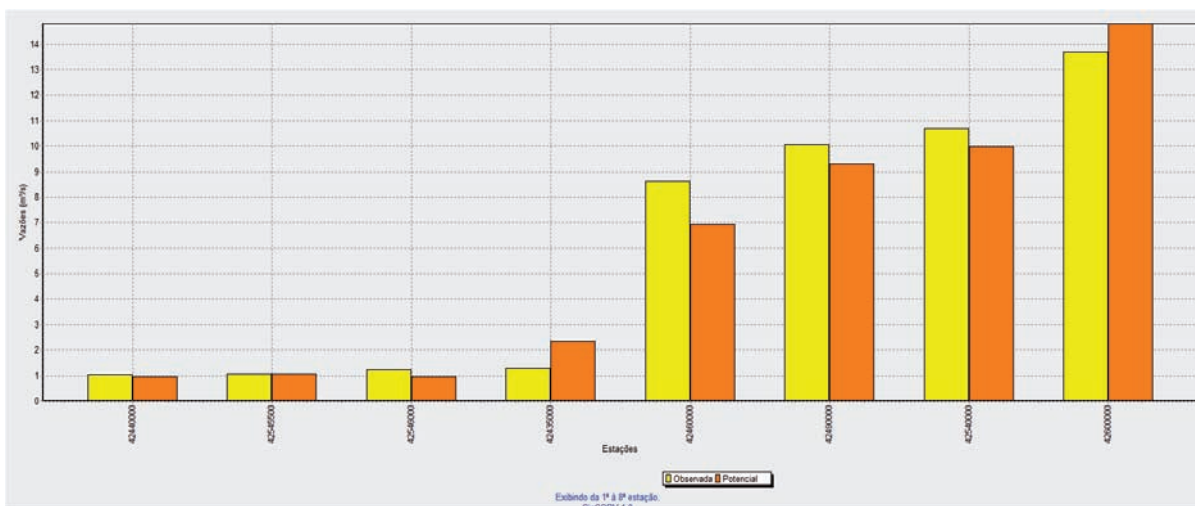


Figura 64 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,0022 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.6.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 75 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na tabela 76 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 75 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,90797	0,95126	0,86317	0,93331	0,82216
R ² ajustado	0,89263	0,94314	0,84036	0,92219	0,79252
Erro padrão	2,65336	0,30762	0,51545	2,25876	0,15469
Teste F(Valor-P)	0,00025	0,00004	0,00085	0,0001	0,00189
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,73473	0,00113	0,35526	0,00185	0,00015
Teste T (Valor-P): Peq750 (m³/s)	0,00025	0,00004	0,00085	0,0001	0,00189
Erro padrão: Intercepto	1,44317	0,35507	0,28036	2,60714	0,08413
Erro padrão: Peq750 (m³/s)	0,020887	0,098231	0,004058	0,721275	0,001218

Tabela 76 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42435000	107,1151	71,70066	19,17105	237,3111	-7,2376
42440000	26,01696	-17,5899	10,3374	-80,123	3,087933
42460000	-33,9013	-35,6517	-60,4571	-15,3543	-79,6605
42490000	-2,43608	-2,00909	-24,5691	7,629374	-58,7239
42540000	-3,62809	-2,51098	-18,5631	2,170393	-49,7653
42545500	55,90207	5,474656	29,41836	-24,1682	19,24296
42546000	39,66975	-8,7326	22,43673	-79,0744	14,42597
42600000	13,8543	19,42772	97,58786	-4,5153	-132,631

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 75 e 76 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,126647654021847 P_{eq750}^{1,06304396879611} \quad (53)$$

Na Figura 65 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

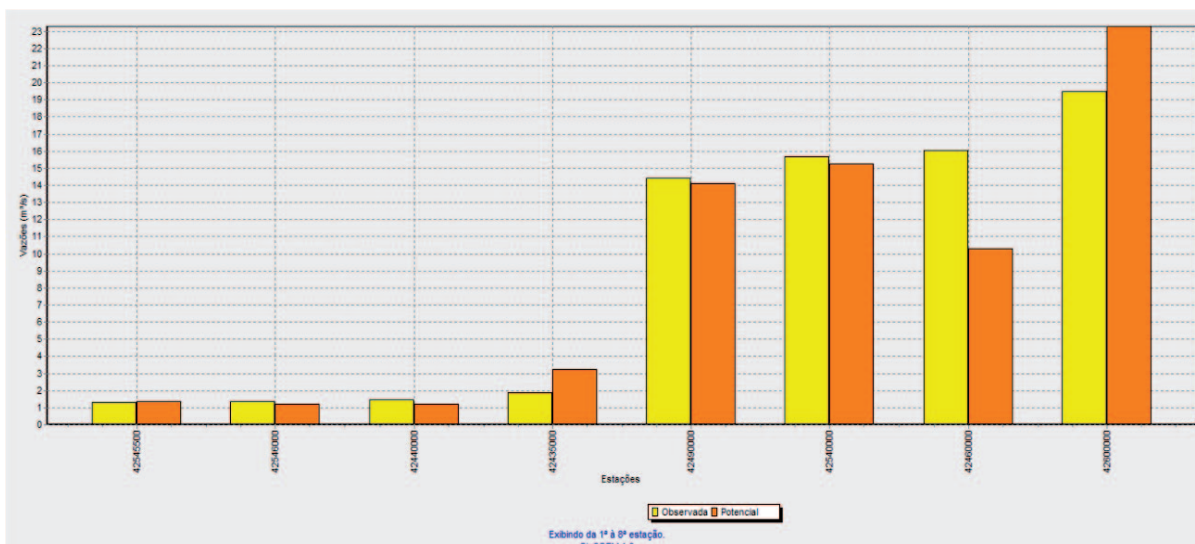


Figura 65 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,0041 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.6.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 77 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 78 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 77 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9189	0,95843	0,86669	0,93682	0,81095
R ² ajustado	0,90538	0,9515	0,84447	0,9263	0,77944
Erro padrão	3,31923	0,29074	0,52064	2,92951	0,12982
Teste F(Valor-P)	0,00017	0,00002	0,00078	0,00008	0,00228
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,79584	0,00126	0,12707	0,00153	0,0002
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00017	0,00002	0,00078	0,00008	0,00228
Erro padrão: Intercepto	1,80533	0,33558	0,28318	3,38134	0,07061
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,0261287	0,0928402	0,0040985	0,9354623	0,0010219

Tabela 78 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42435000	99,2467988	63,2278711	12,3279725	230,026947	-13,59901
42440000	23,8405788	-18,559642	10,1198958	-86,901036	2,36324212
42460000	-32,868874	-34,975803	-60,584381	-13,886379	-80,328523
42490000	-4,6836669	-4,265253	-26,930056	5,07034434	-61,167634
42540000	-0,1192505	1,17960041	-16,033444	5,75696947	-49,367736
42545500	57,0473196	6,49080888	31,6427692	-27,265242	20,6162598
42546000	43,4346008	-5,7402542	27,7113857	-86,069498	18,7518327
42600000	12,3362967	18,9844122	98,8411166	-6,1117122	-128,92819

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 77 e 78 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,147806977139165 P_{eq750}^{1,09191153563745} \quad (54)$$

Na Figura 66 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial, nas seções correspondentes a cada estação.

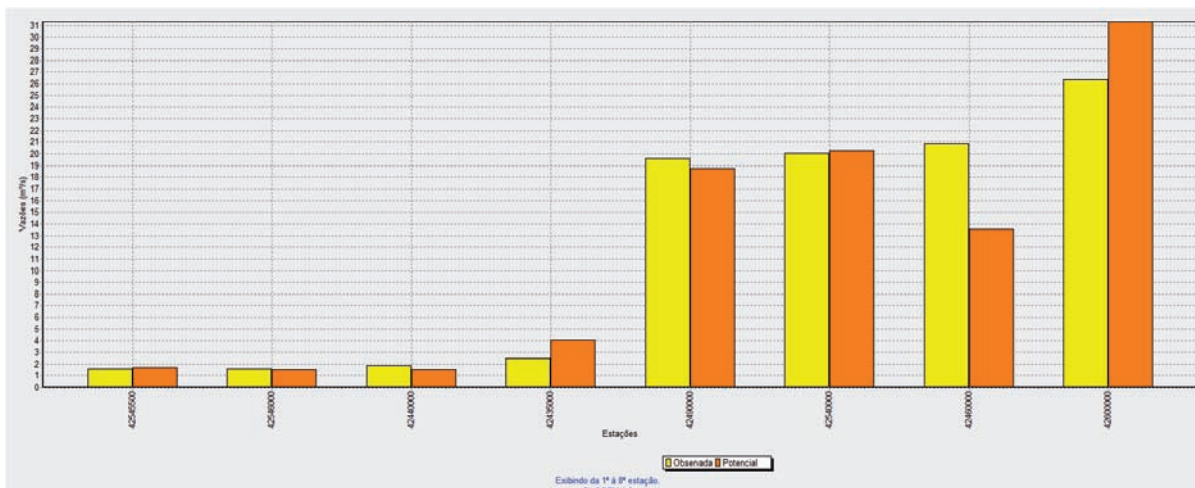


Figura 66 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,0054 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.6.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 2

4.1.6.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 79 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 80 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 79 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99925	0,99919	0,78008	0,80435	0,34793
R ² ajustado	0,99906	0,99899	0,72509	0,75543	0,18491
Erro padrão	1,89184	0,04674	0,77178	30,54904	0,10907
Teste F(Valor-P)	0	0	0,01966	0,01541	0,21783
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,07423	0,08196	0,00698	0,09588	0,07072
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,01966	0,01541	0,21783
Erro padrão: Intercepto	1,046	0,05167	0,42672	33,76689	0,06031
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,008346773	0,013295896	0,003405068	8,689223026	0,000481226

Tabela 80 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42250000	6,661696319	-4,228566251	21,29112174	12,2162794	-14,11389015
42251000	-5,508004117	-1,381244139	-49,24821952	96,44564508	-71,53929188
42255000	59,65280804	5,565548837	197,0100263	-861,3846096	121,1121942
42257000	-7,605945534	-4,094693594	-46,84432315	100,9975414	-68,7992979
42290000	1,924600253	4,572079079	-31,15816254	8,654493137	-71,82217781
42395000	-0,405725964	0,005503742	49,46740287	-23,51129188	-118,7372592

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 79 e 80 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,887455195072196 P_{eq750}^{0,9358222598493979} \quad (55)$$

Na Figura 67 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

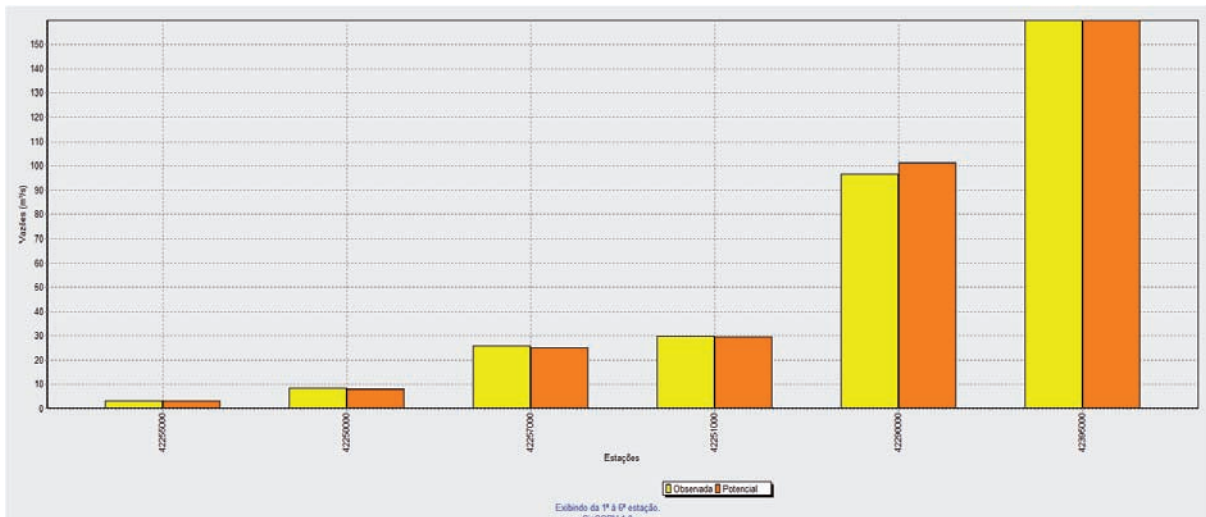


Figura 67 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,3876 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,387638861 P_{eq} \quad (56)$$

Na Figura 68 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

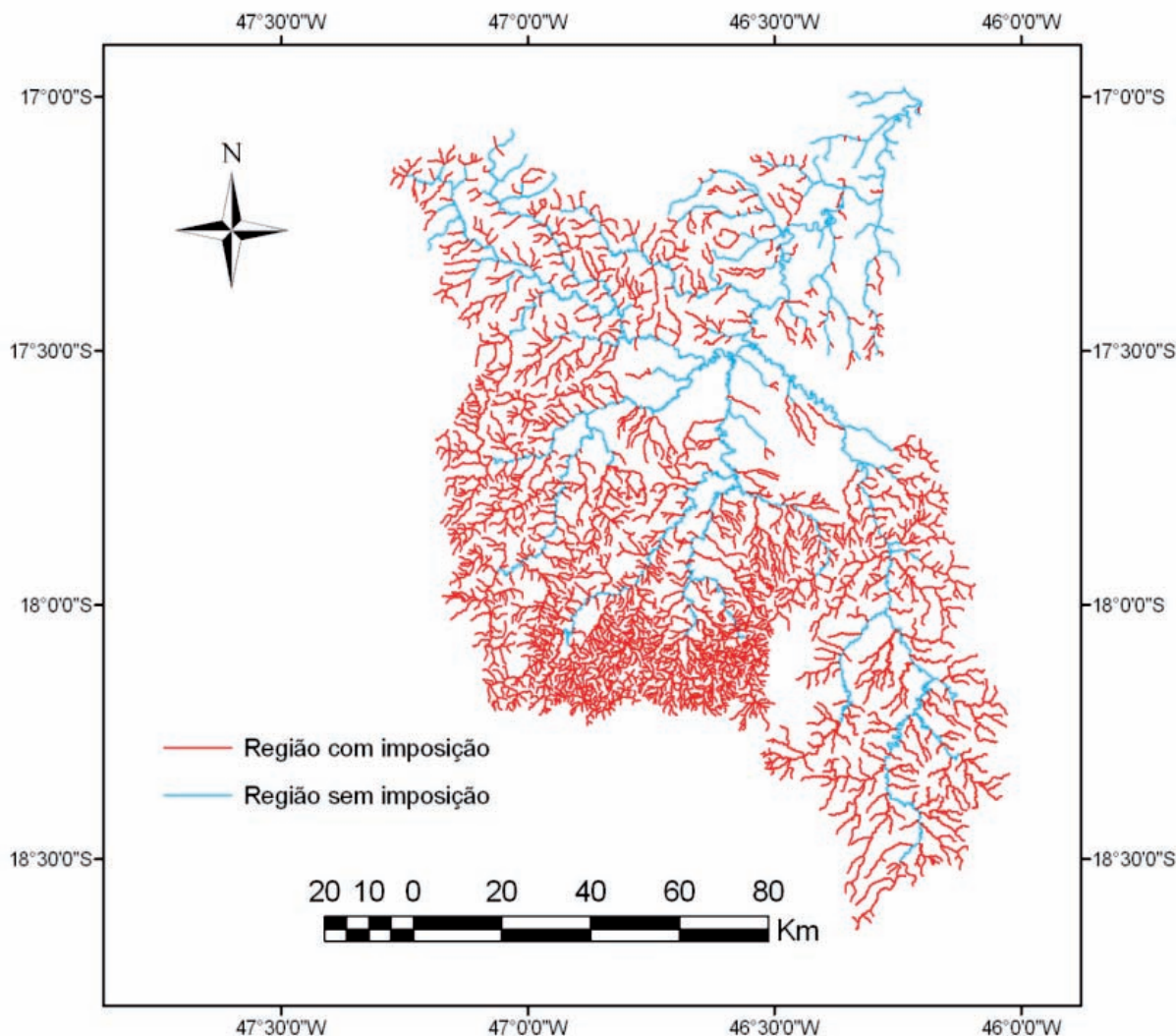


Figura 68 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mid} .

4.1.6.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 81 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 82 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 81 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97188	0,98801	0,80581	0,72179	0,32812
R ² ajustado	0,96486	0,98501	0,75726	0,65224	0,16015
Erro padrão	1,52304	0,17575	0,70716	4,79098	0,88831
Teste F(Valor-P)	0,0003	0,00005	0,01517	0,03224	0,23475
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,93534	0,0004	0,83503	0,15567	0,07791
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,0003	0,00005	0,01517	0,03224	0,23475
Erro padrão: Intercepto	0,84209	0,19426	0,39099	5,29563	0,49115
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,006719616	0,049989625	0,003119987	1,362722132	0,003919196

Tabela 82 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42250000	-39,97655678	-19,14807932	-0,385354493	-16,89580868	-27,31298709
42251000	-4,340666241	5,529991146	-45,22720093	110,8389001	-68,27728563
42255000	-35,37658193	11,87485028	198,3566562	-901,9366894	128,7704903
42257000	-10,03984194	1,223391628	-43,6458089	111,3477722	-65,85168361
42290000	26,34028343	21,34371509	-17,45373417	32,28453294	-65,3135843
42395000	-6,863759188	-14,7090174	32,05428181	-30,5037669	-118,2510309

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 81 e 82 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,120544272151284 P_{eq750}^{0,907401757665045} \quad (57)$$

Na Figura 69 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial, nas seções correspondentes a cada estação.

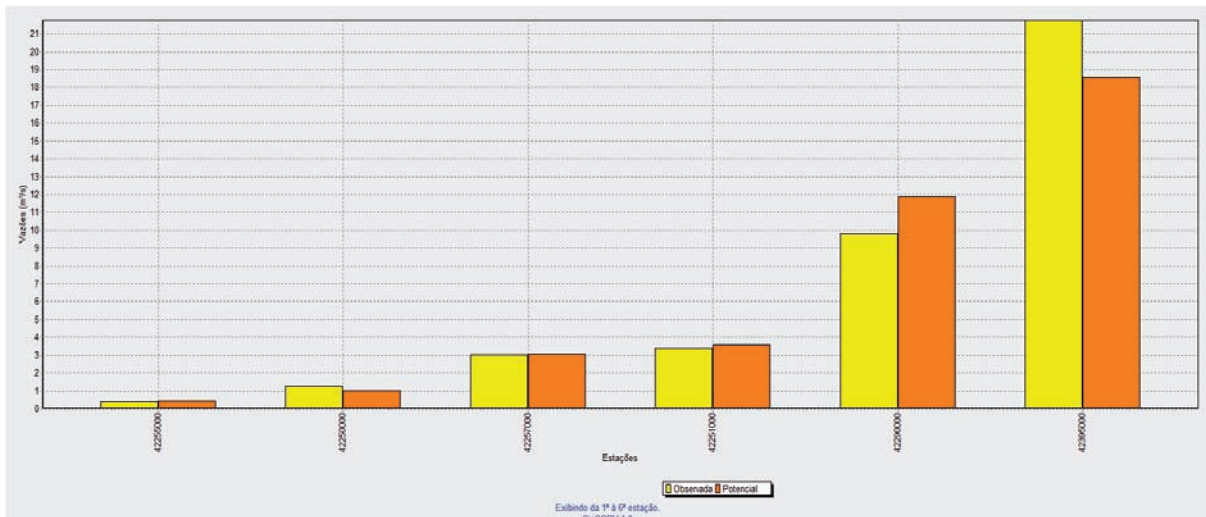


Figura 69 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,0027 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,0027 \text{ Area} \quad (58)$$

Na Figura 70 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a $Q_{7,10}$ ajustada em todos estes trechos.

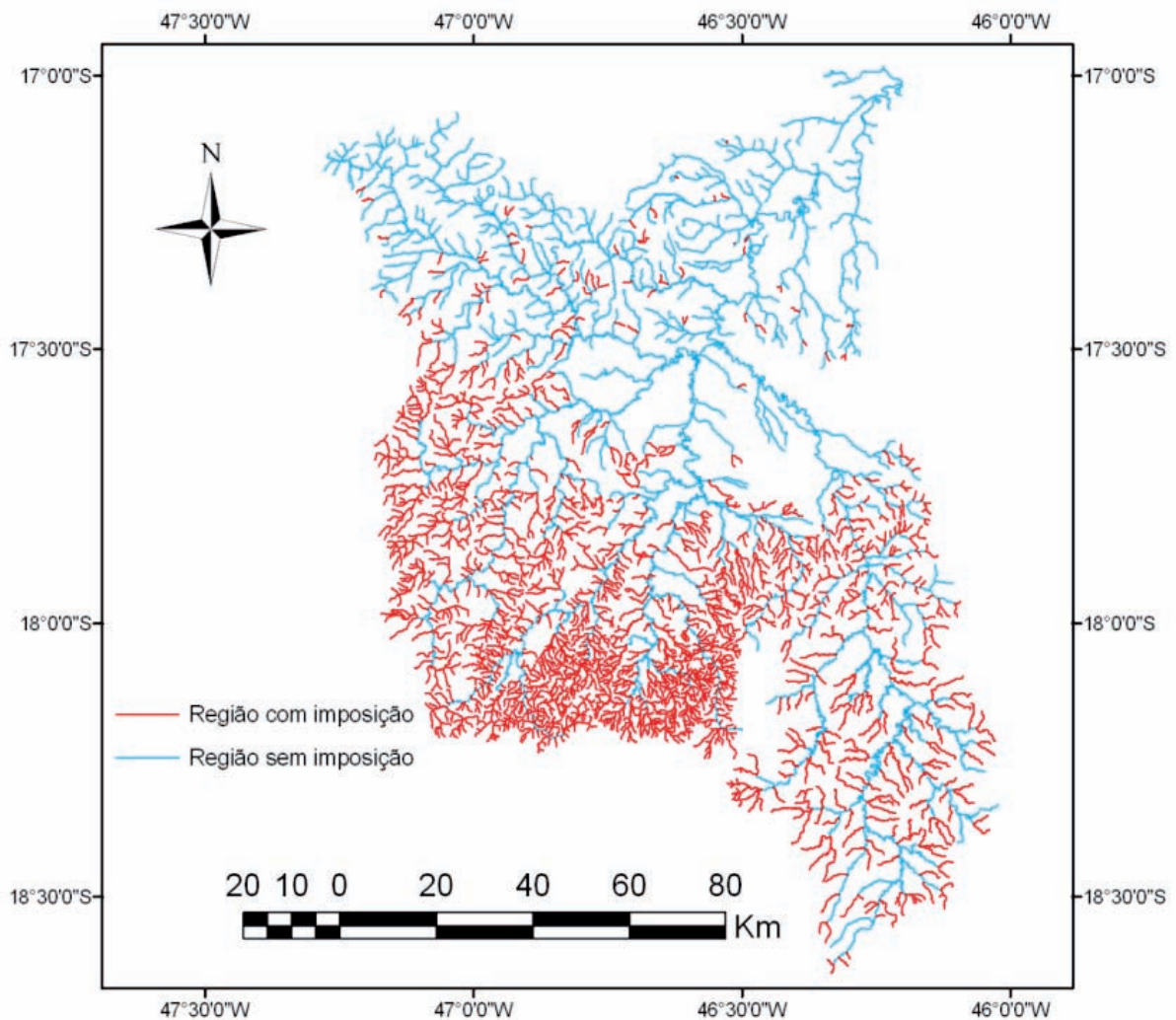


Figura 70 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.1.6.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 83 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 84 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 83 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
----------	--------	-----------	-------------	-------------	-----------

R ²	0,98415	0,99219	0,78787	0,75677	0,32901
R ² ajustado	0,98019	0,99024	0,73484	0,69596	0,16126
Erro padrão	1,60544	0,14048	0,7321	6,28984	0,58361
Teste F(Valor-P)	0,00009	0,00002	0,01823	0,02428	0,23397
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,77249	0,00042	0,26524	0,13301	0,07749
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00009	0,00002	0,01823	0,02428	0,23397
Erro padrão: Intercepto	0,88765	0,15528	0,40478	6,95237	0,32268
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,007083174	0,039957414	0,003230009	1,789052167	0,002574853

Tabela 84 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42250000	-21,23655935	-15,42884444	5,336382453	-6,458679085	-24,38259477
42251000	-7,74201446	0,713328999	-47,09855883	95,1718799	-69,60731375
42255000	24,16852686	12,7653056	202,6126541	-819,7870838	127,8987501
42257000	-11,42766759	-2,66383142	-45,12657073	97,36551671	-67,07233221
42290000	17,93757387	17,68587059	-20,69187033	24,4094705	-65,93782663
42395000	-4,94326926	-9,109872849	36,26590428	-28,06545459	-119,7757226

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 83 e 84 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,187004254626696 P_{eq750}^{0,900700179934096} \quad (59)$$

Na Figura 71 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

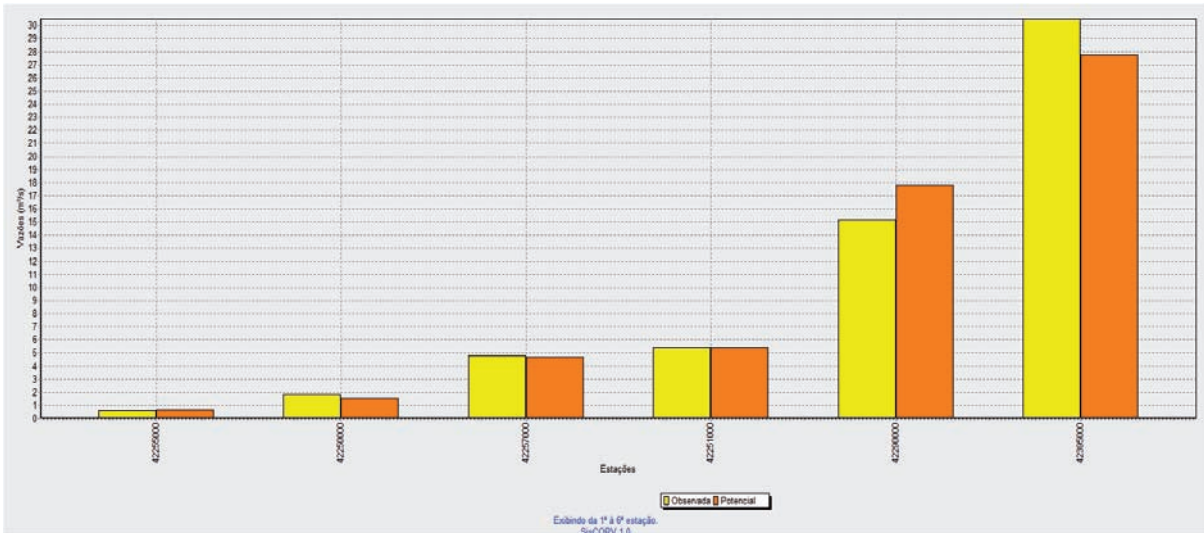


Figura 71 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,0039 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi

$$Q_{95} = 0,0039 \text{ Area} \quad (60)$$

Na Figura 72 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

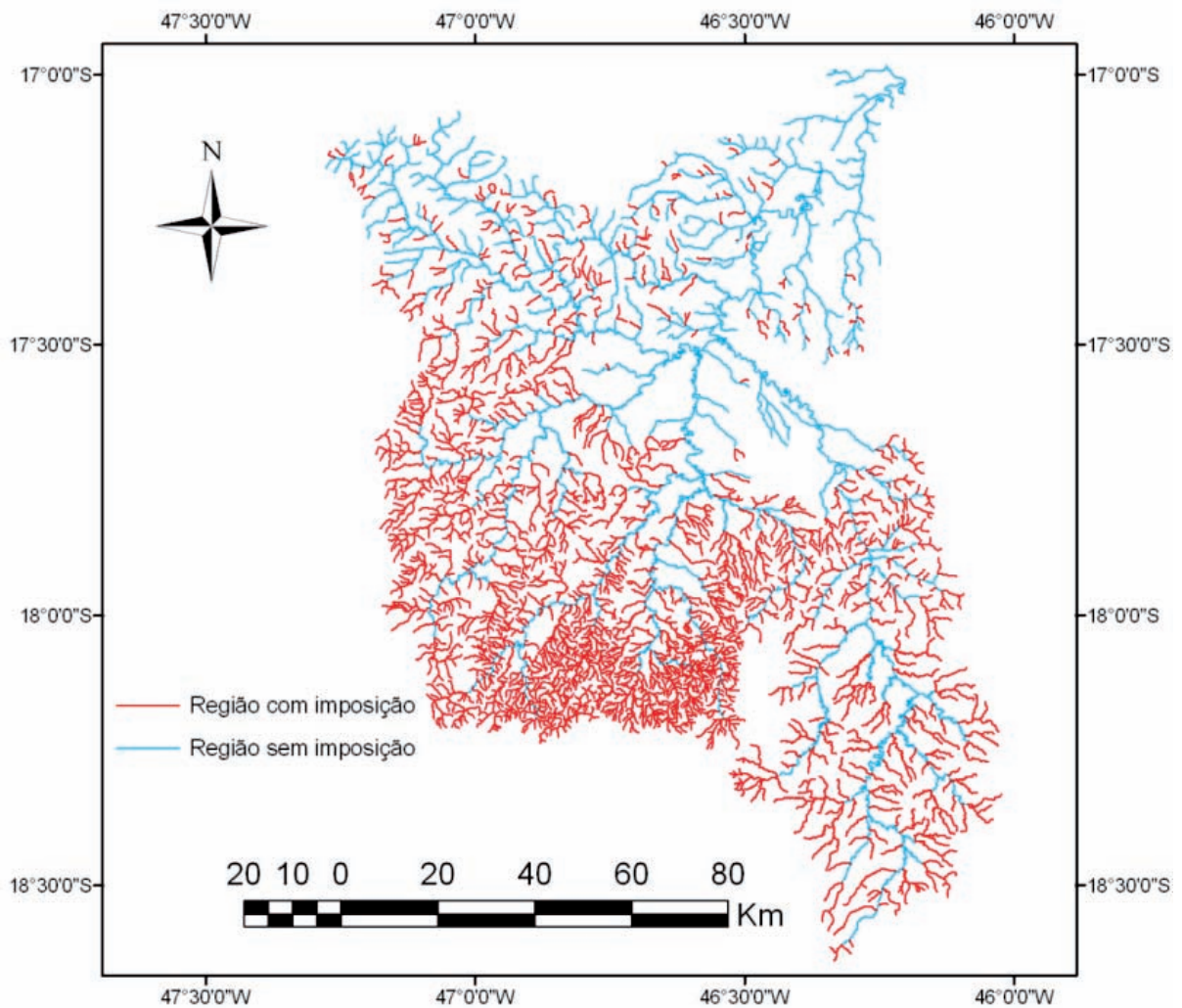


Figura 72 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.1.6.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 85 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 86 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 85 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98722	0,99116	0,76882	0,77266	0,31668
R ² ajustado	0,98402	0,98894	0,71103	0,71583	0,14585
Erro padrão	1,77676	0,15047	0,76929	7,49267	0,48888
Teste F(Valor-P)	0,00006	0,00003	0,02182	0,02107	0,24499
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,58452	0,00093	0,14557	0,12295	0,08408
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00006	0,00003	0,02182	0,02107	0,24499
Erro padrão: Intercepto	0,98238	0,16632	0,42534	8,2819	0,2703
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,007839042	0,042799423	0,003394084	2,131177829	0,002156914

Tabela 86 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42250000	-12,20165024	-15,46068576	6,582608392	-1,538232907	-25,99438983
42251000	-7,517208284	-0,173254792	-47,444027	91,82218657	-70,70748192
42255000	61,13466139	16,79955694	219,0399932	-821,4502419	132,2666475
42257000	-15,42718658	-8,787376935	-48,38954874	83,77425201	-69,9743958
42290000	15,1617508	17,70518163	-21,70789335	21,92939163	-66,76782097
42395000	-4,178758171	-5,506345475	38,48119799	-26,97220535	-119,3590755

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 85 e 86 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,232494625333571 P_{eq750}^{0,906154815232971} \quad (61)$$

Na Figura 73 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

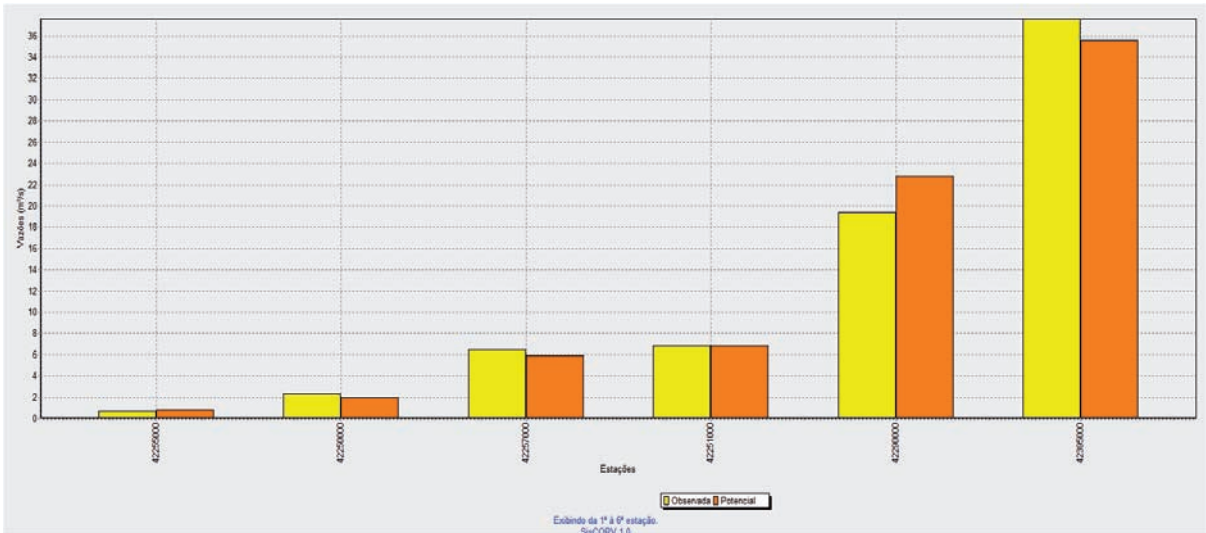


Figura 73 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,0050 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,0050 \text{ Area} \quad (62)$$

Na Figura 74 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

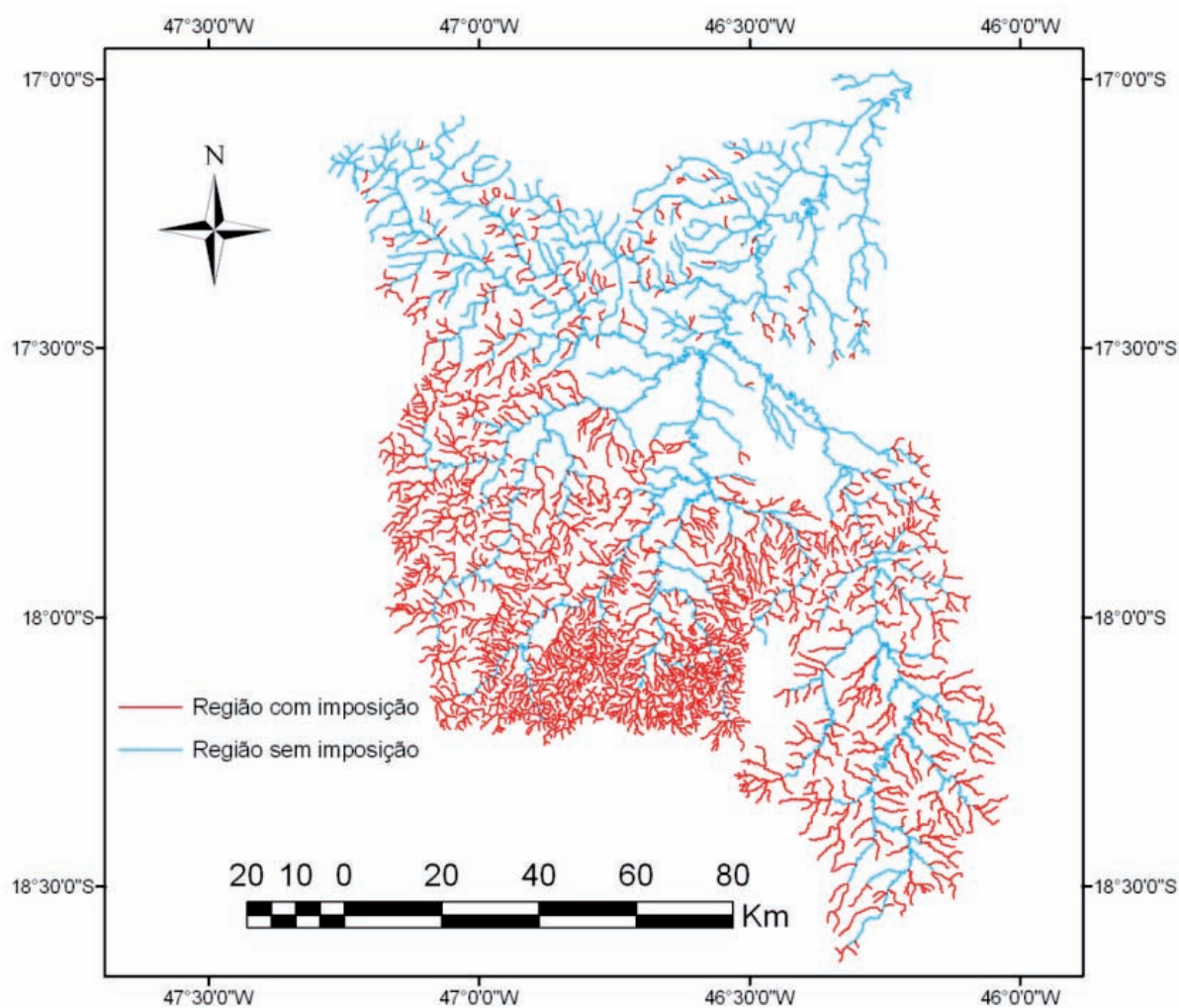


Figura 74 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.1.6.3. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 3

4.1.6.3.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 87 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 88 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 87 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99302	0,99887	0,79041	0,77425	0,34938
R ² ajustado	0,99162	0,99864	0,7485	0,7291	0,21925
Erro padrão	17,66969	0,06626	0,90085	100,4773	0,09682
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00741	0,00899	0,16223
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,99629	0,02186	0,00471	0,109	0,08812
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00741	0,00899	0,16223
Erro padrão: Intercepto	11,13992	0,07915	0,56794	120,0211	0,06104
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,024208	0,014628	0,001234	22,18119	0,000133

Tabela 88 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42690001	3,393904	2,973116	-25,1631	6,84955	-83,2063
42750000	3,310245	2,618552	-11,7386	-0,03478	-65,7967
42840000	-14,4608	-0,39891	375,6474	-2911,83	131,8679
42850000	-11,9105	-7,17441	-57,7425	195,0387	-84,0095
42860000	3,93194	8,893335	-55,1119	218,4896	-83,9053
42930000	-6,95712	-8,08467	21,39636	-21,5996	-113,214
42980000	3,546717	2,265505	38,22527	-13,3206	-113,513

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 87 e 88 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,771124244971235 P_{eq750}^{0,970788502351821} \quad (63)$$

Na Figura 75 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

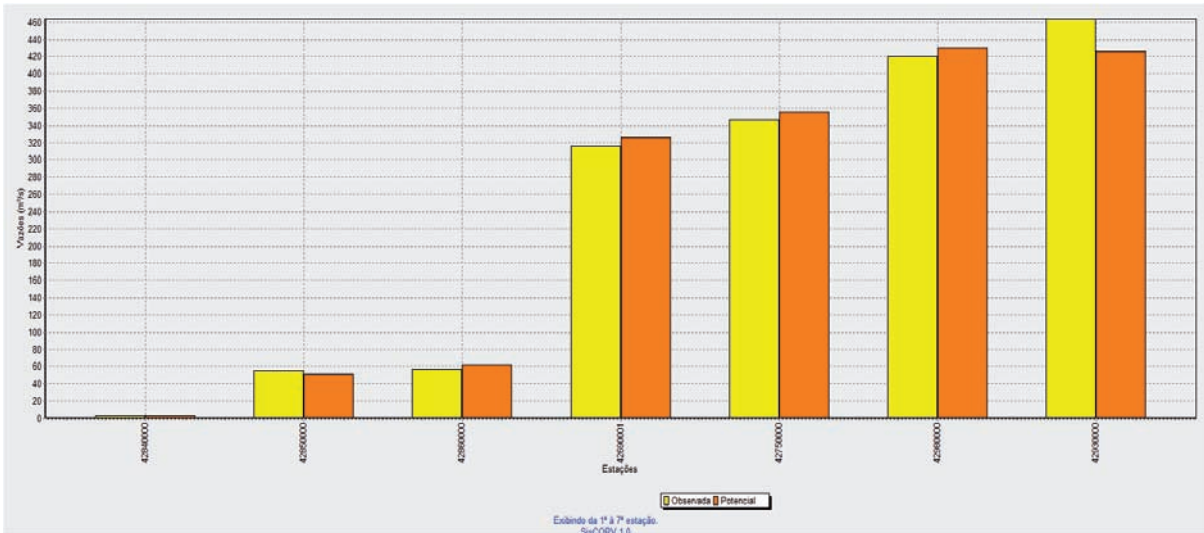


Figura 75 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,3452 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,345157916 P_{eq} \quad (64)$$

Na Figura 76 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

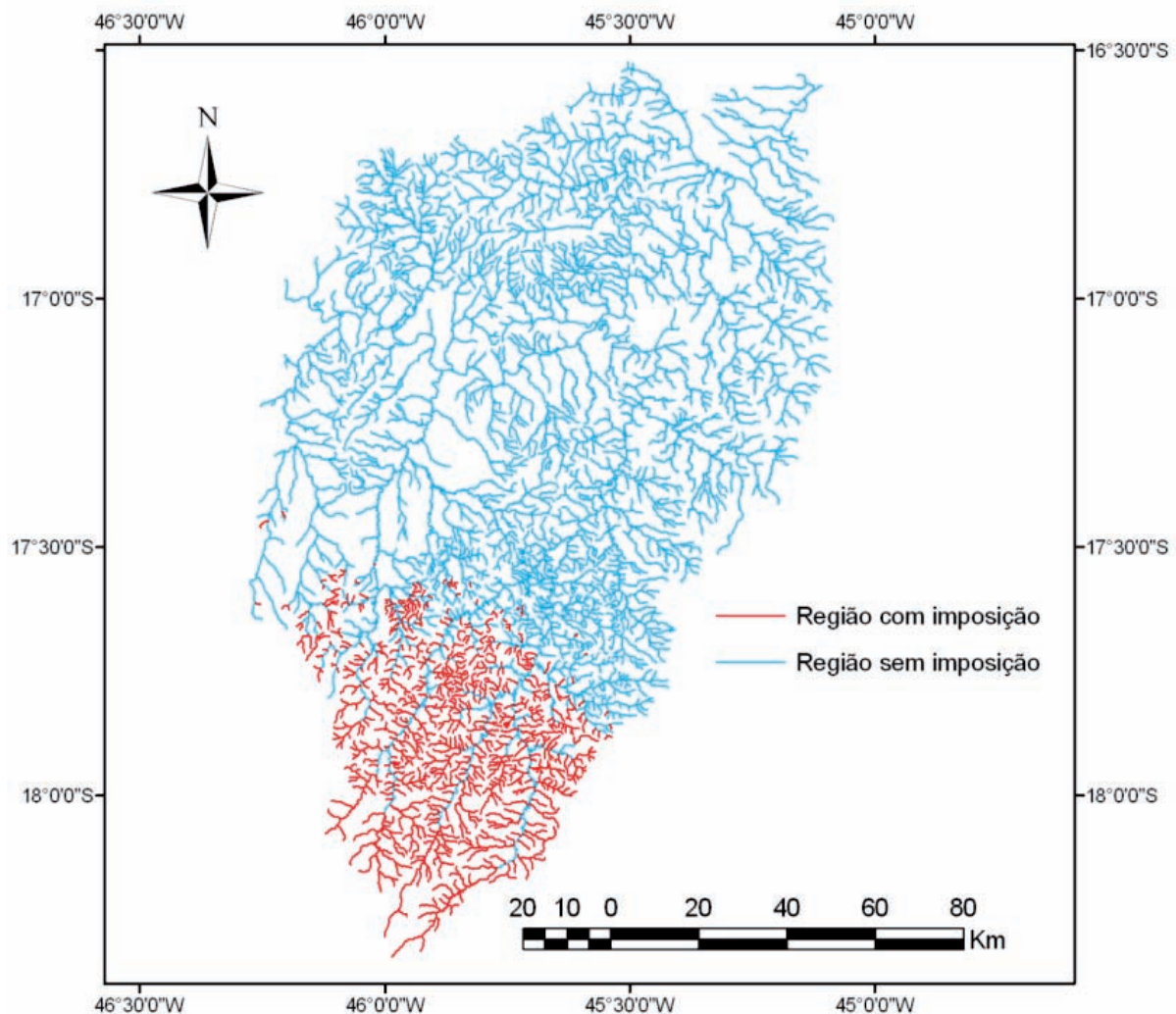


Figura 76 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.6.3.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 89 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 90 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 89 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98782	0,9457	0,93353	0,72361	0,52363
R ² ajustado	0,98538	0,93484	0,92023	0,66833	0,42835
Erro padrão	2,93181	0,43262	0,47866	13,96472	0,34614
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00024	0,0004	0,01525	0,06602
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,30994	0,01093	0,14982	0,13667	0,02658
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00001	0,00024	0,0004	0,01525	0,06602
Erro padrão: Intercepto	1,84837	0,51677	0,30177	16,68099	0,21823
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,004017	0,095505	0,000656	3,082826	0,000474

Tabela 90 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42690001	13,18442	-2,3928	-21,1212	16,04334	-74,6077
42750000	2,426463	-12,9308	-15,5854	-2,05439	-61,0368
42840000	-319,007	-36,0133	118,0694	-1712,28	89,06662
42850000	26,89466	93,5529	-20,5667	487,114	-47,2534
42860000	10,23015	51,22054	-42,8256	331,088	-64,1385
42930000	-1,34454	-18,4974	25,07203	-18,4118	-129,13
42980000	-6,56728	-22,9129	21,24481	-23,2597	-124,833

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 89 e 90 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,130350144909908 P_{eq750}^{0,891221822898633} \quad (65)$$

Na Figura 77 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

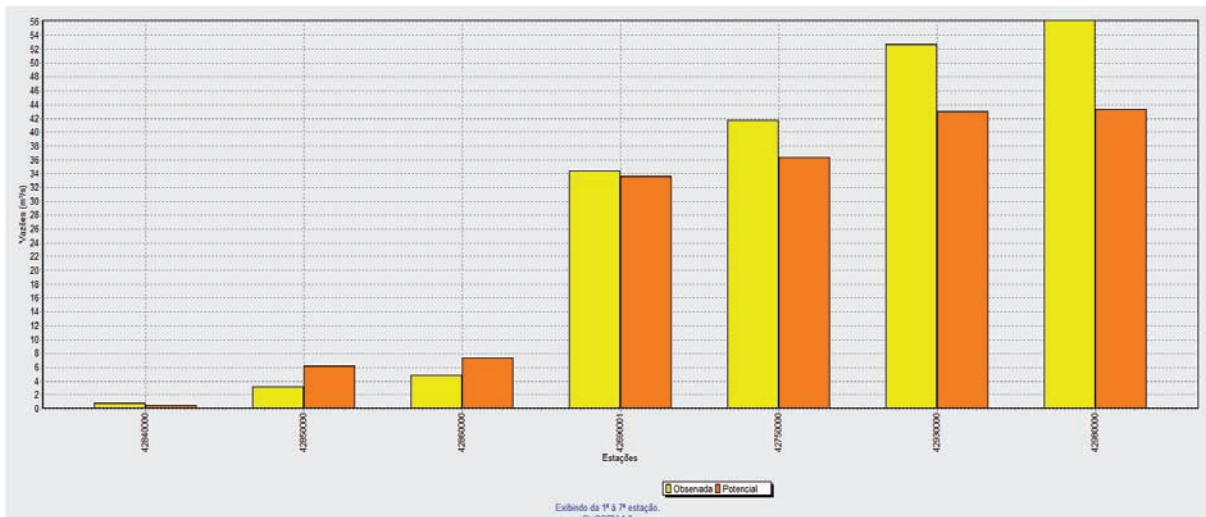


Figura 77 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,0037 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,003757895 \text{ Area} \quad (66)$$

Na Figura 78 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a $Q_{7,10}$ ajustada em todos estes trechos.

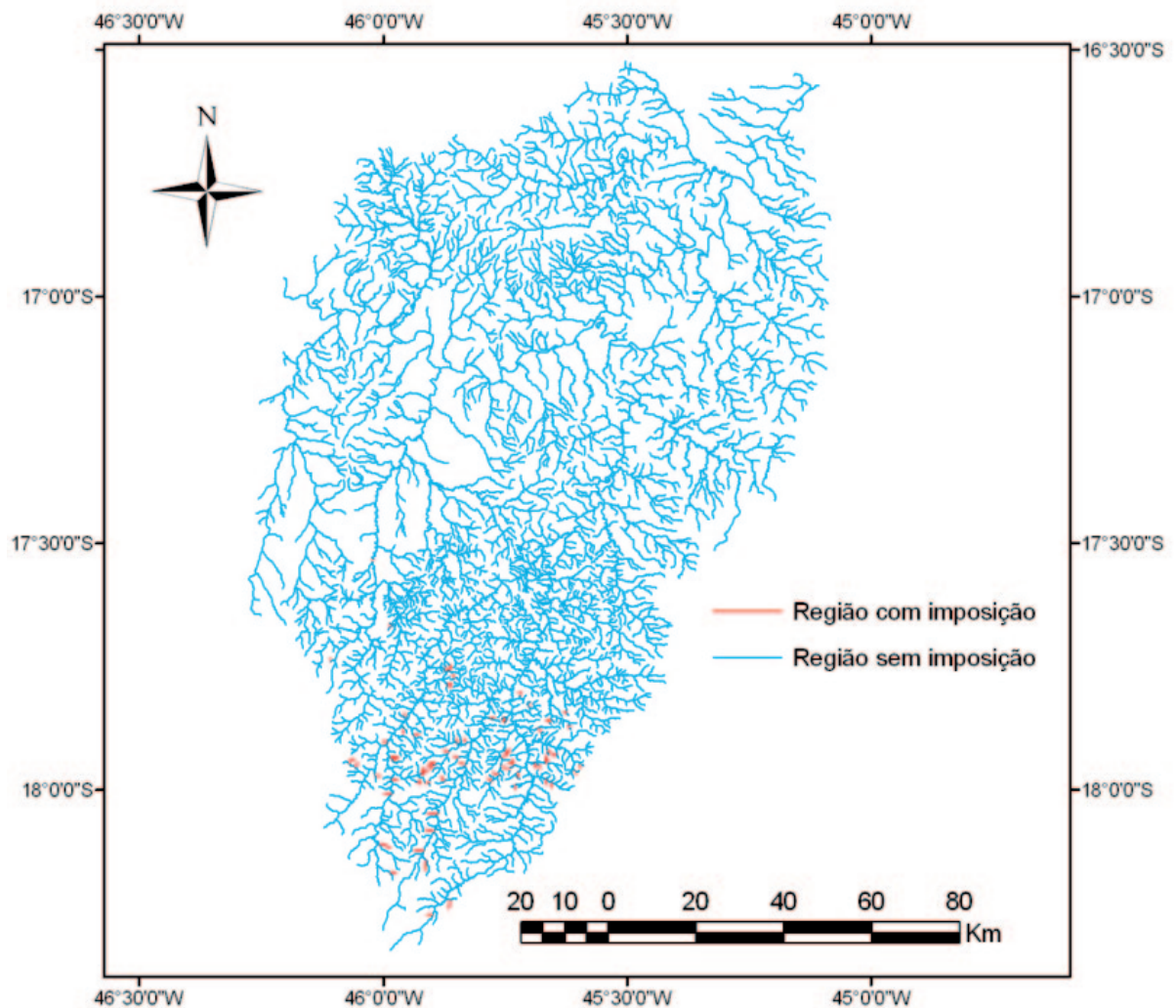


Figura 78 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.1.6.3.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 91 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 92 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 91 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99291	0,96646	0,91013	0,74339	0,47098
R ² ajustado	0,99149	0,95975	0,89216	0,69206	0,36518
Erro padrão	3,26405	0,33684	0,55138	19,63454	0,2627
Teste F(Valor-P)	0	0,00007	0,00085	0,01255	0,08864
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,34571	0,01025	0,03601	0,12457	0,03862
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0,00007	0,00085	0,01255	0,08864
Erro padrão: Intercepto	2,05783	0,40236	0,34762	23,45364	0,16562
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,004472	0,074361	0,000755	4,334485	0,00036

Tabela 92 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42690001	2,685096	-8,10302	-27,0699	5,586099	-76,723
42750000	5,329576	-6,93814	-11,912	1,140022	-58,5324
42840000	-246,829	-29,4733	152,2882	-1771,87	99,90811
42850000	7,813793	49,86064	-36,2362	344,3581	-60,9483
42860000	21,63727	57,1526	-38,5305	337,0748	-64,3672
42930000	-6,53864	-19,524	18,90953	-22,2173	-126,134
42980000	1,713796	-12,5222	32,38205	-15,9208	-125,704

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 91 e 92 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,199389556925355 P_{eq750}^{0,89256638575687} \quad (67)$$

Na Figura 79 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

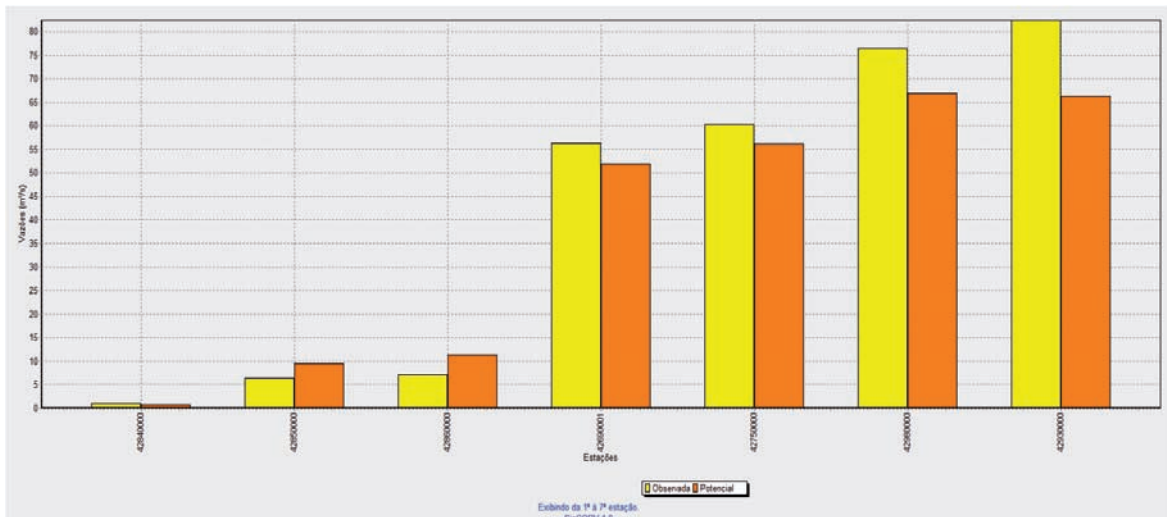


Figura 79 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,0052 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,005225837 \text{ Area} \quad (68)$$

Na Figura 80 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

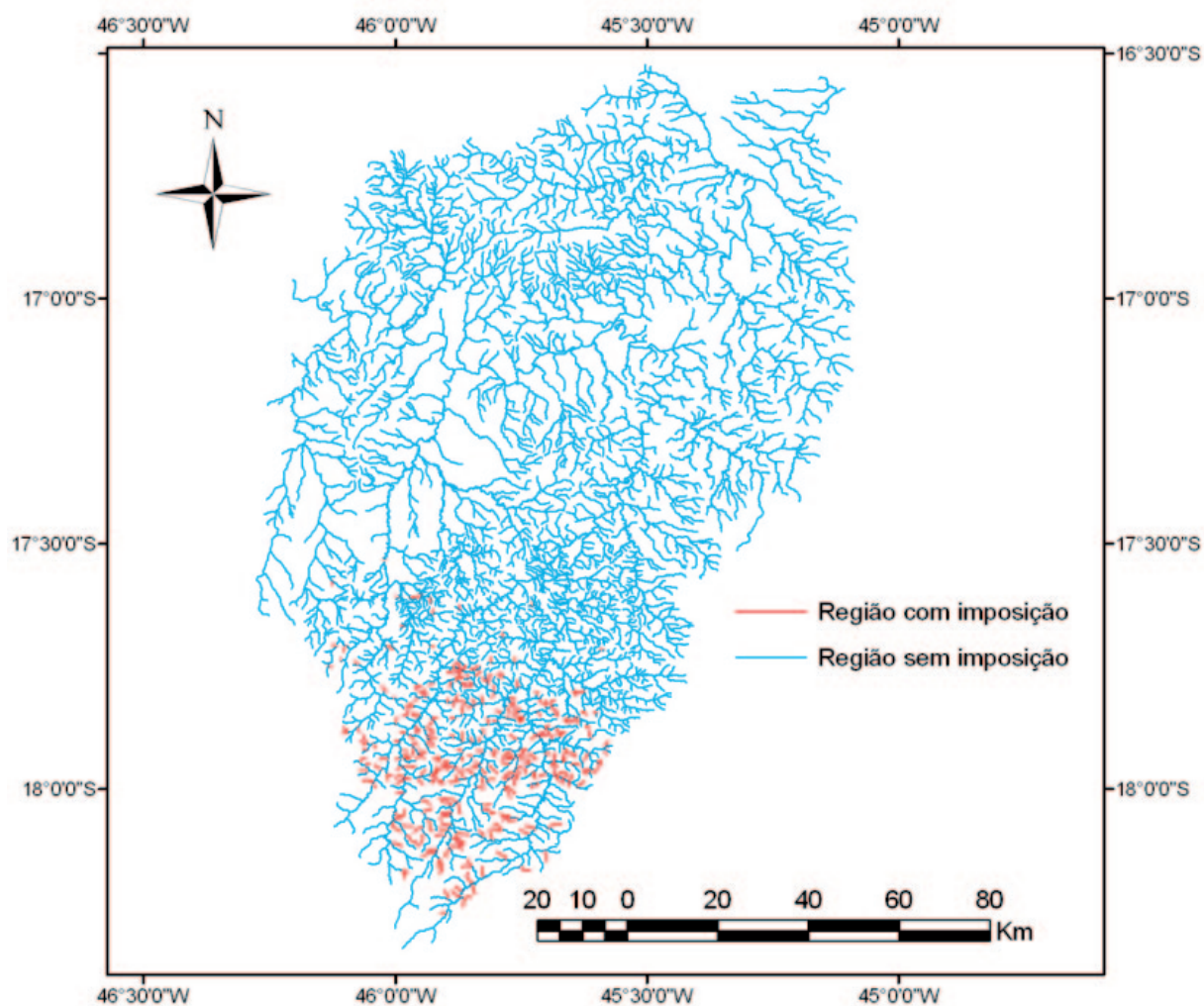


Figura 80 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.1.6.3.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 93 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 94 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 93 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99495	0,97143	0,90261	0,74623	0,45425
R ² ajustado	0,99394	0,96571	0,88313	0,69548	0,3451
Erro padrão	3,50418	0,31461	0,58083	24,84128	0,22691
Teste F(Valor-P)	0	0,00005	0,00104	0,01219	0,09687
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,27682	0,01208	0,02148	0,12229	0,04354
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0,00005	0,00104	0,01219	0,09687
Erro padrão: Intercepto	2,20923	0,37581	0,36618	29,67313	0,14305
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,004801	0,069454	0,000796	5,483914	0,000311

Tabela 94 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
42690001	3,73843	-6,5604	-26,4678	6,696579	-77,4627
42750000	3,713319	-7,66308	-13,2607	-0,38209	-60,1511
42840000	-256,148	-27,8273	166,5067	-1908,87	103,7006
42850000	6,282337	44,60804	-38,5772	336,6564	-63,8049
42860000	21,35509	53,97098	-39,9868	335,0365	-66,5455
42930000	-5,31772	-17,6429	21,0455	-21,1714	-124,116
42980000	0,790991	-12,4233	31,84814	-16,6519	-123,264

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 93 e 94 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,23587790824657 P_{eq750}^{0,905512143585716} \quad (69)$$

Na Figura 81 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

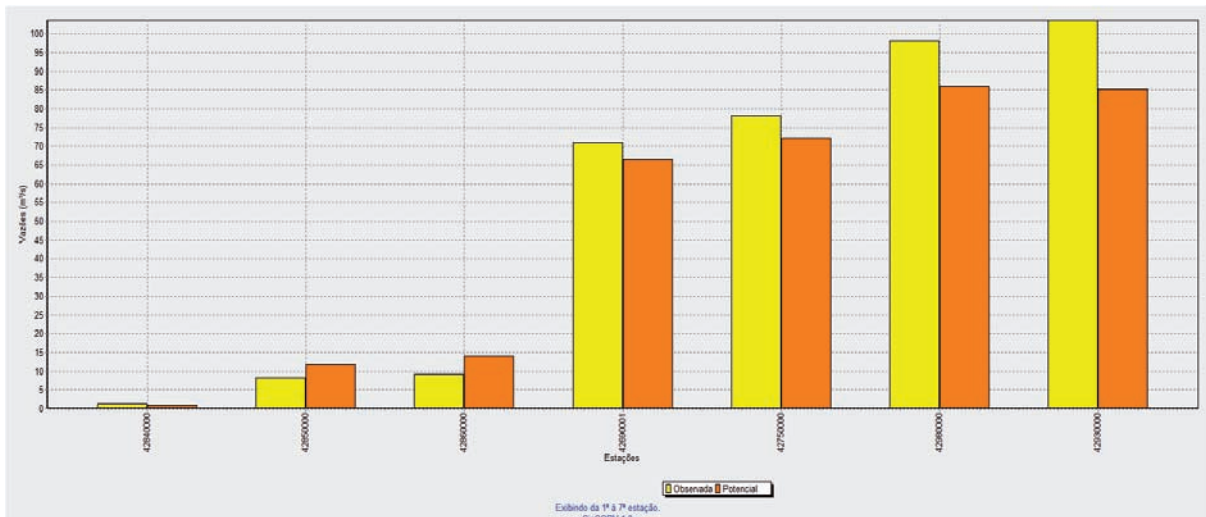


Figura 81 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,0061 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,006160766 \text{ Area} \quad (70)$$

Na Figura 82 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

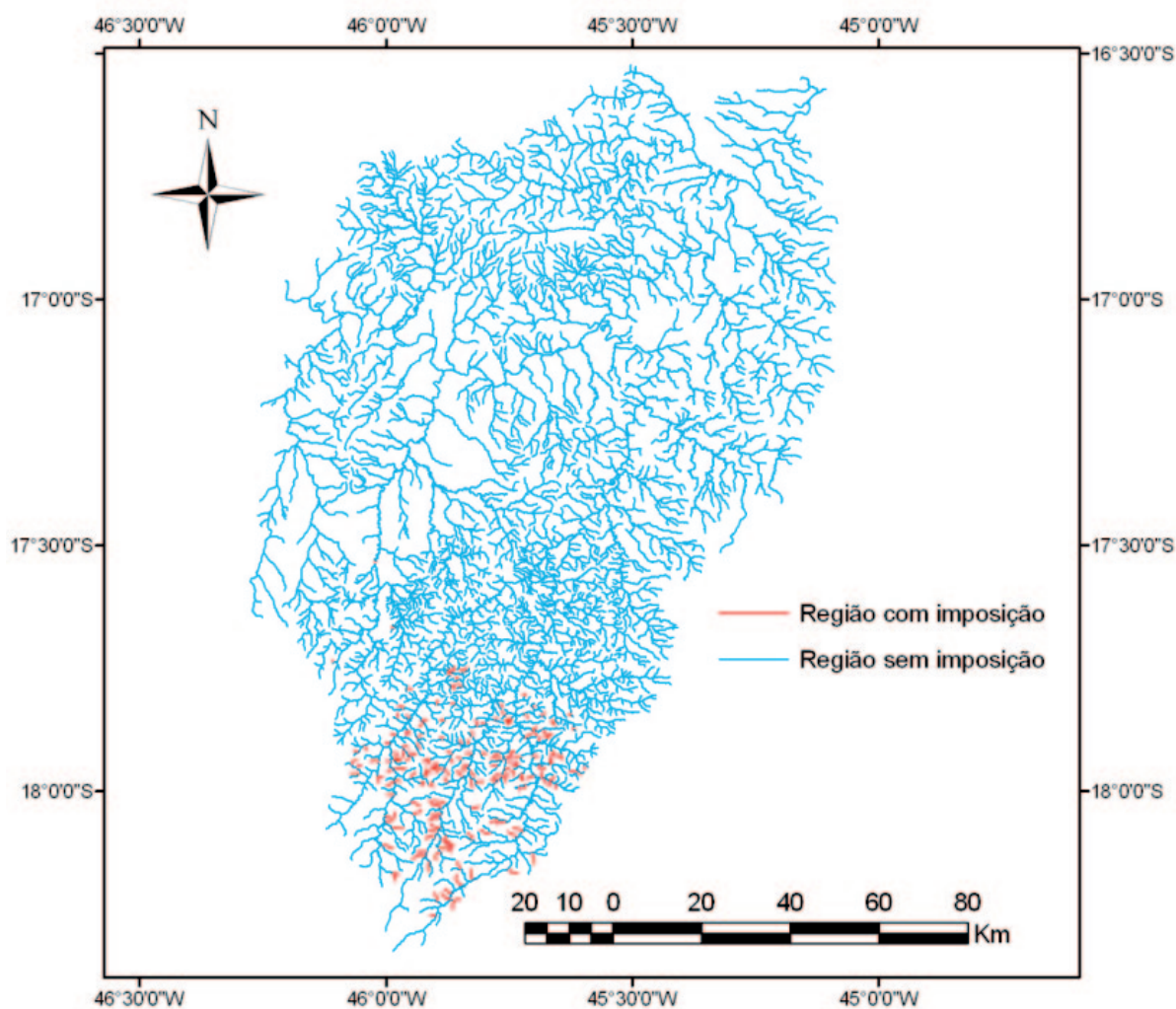


Figura 82 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.1.7. UPGRH – SF8

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na parte na UPGRH – SF8 consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, apresentando seis estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outlier*”.

Na Tabela 95 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da região hidrologicamente homogênea.

Tabela 95 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mld} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	P_{eq} (m ³ /s)	P_{eq750} (m ³ /s)
---------	-----------------	-------------------------	-------------------------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------------	------------------------------	---------------------------------

43250002	BURITIS - JUSANTE	3020	39,705	4,288	5,876	2,414	117,638	47,769
43300000	FAZENDA CARVALHO	3170	44,599	6,011	8,179	3,880	126,237	50,984
43429998	ARINOS - MONTANTE	11800	138,909	19,111	25,014	11,202	448,296	171,029
43670000	VILA URUCUIA	18600	204,647	27,779	36,074	19,442	696,582	254,736
43675000	FAZENDA CONCEIÇÃO	2300	26,516	3,774	4,350	2,745	81,998	27,274
43880000	SANTO INÁCIO	23800	241,189	35,264	45,854	23,486	878,658	312,072

4.1.7.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 96 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 97 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 96 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99598	0,99774	0,93236	0,97242	0,79133
R ² ajustado	0,99498	0,99717	0,91544	0,96552	0,73916
Erro padrão	6,57044	0,05015	0,2743	17,21573	0,00698
Teste F(Valor-P)	0,00001	0	0,00176	0,00029	0,01762
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,10416	0,00442	0,00005	0,00085	0,00253
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00001	0	0,00176	0,00029	0,01762
Erro padrão: Intercepto	4,32563	0,12391	0,18058	42,53345	0,00459
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,008666	0,021925	0,000362	7,526127	9,2E-06

Tabela 97 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
43250002	3,687	-0,770	-0,111	10,511	-5,833
43300000	-2,427	-5,726	-8,993	12,525	-15,187
43429998	-5,399	-2,743	-30,591	17,666	-51,658
43670000	-2,677	-0,929	-8,205	-0,884	-18,439
43675000	18,583	6,566	35,919	-56,169	34,580
43880000	3,180	4,107	27,027	-7,296	-873,559

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 96 e 97 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,487952084284885 P_{eq}^{0,921068873626336} \quad (71)$$

Na Figura 83 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

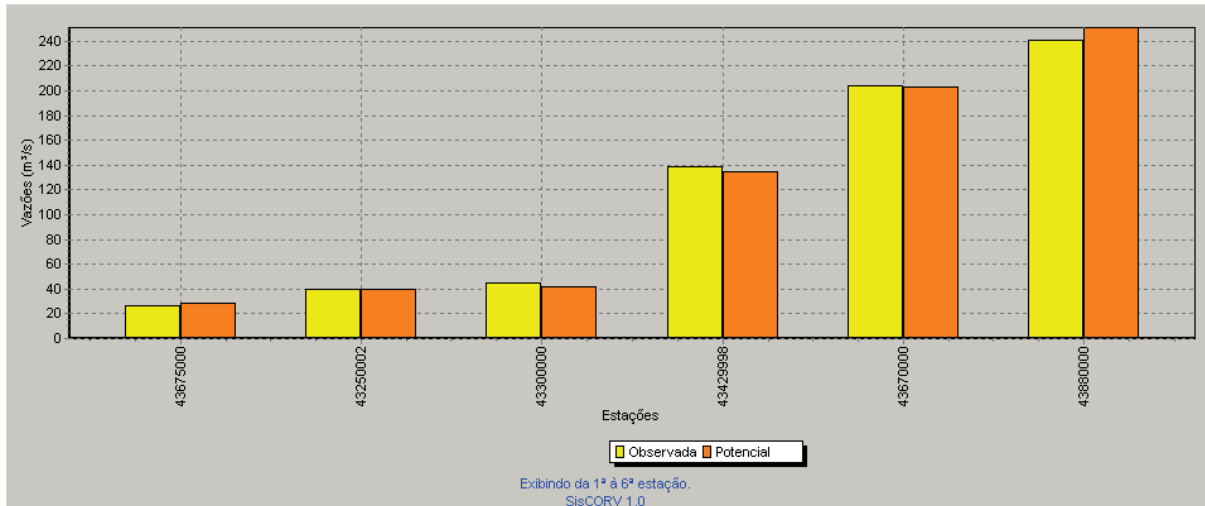


Figura 83 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,353292999 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,353292999 P_{eq} \quad (72)$$

Na Figura 84 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

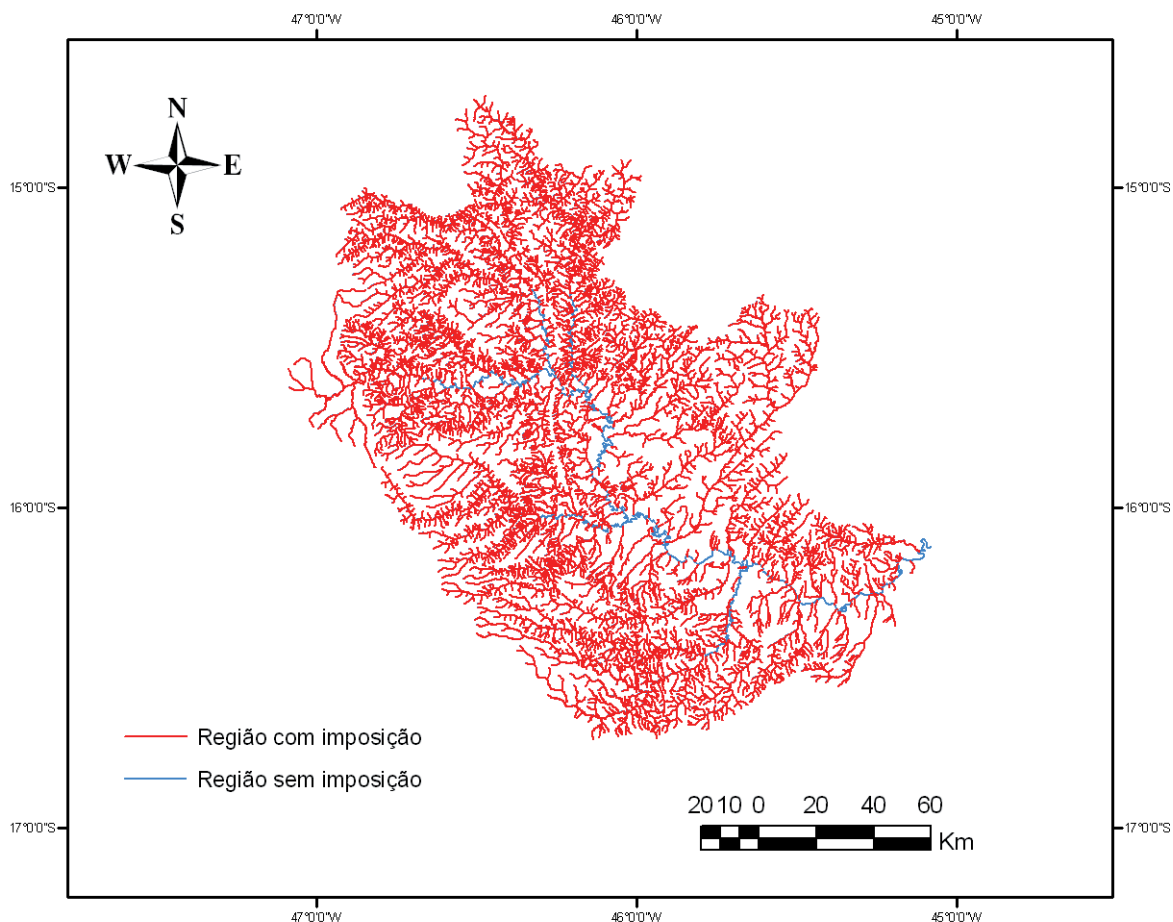


Figura 84 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.7.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 98 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 99 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 98 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,99441	0,97223	0,94936	0,93111	0,8242

R ² ajustado	0,99301	0,96529	0,9367	0,91389	0,78025
Erro padrão	0,76496	0,1879	0,25374	2,68443	0,0771
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00029	0,00098	0,00182	0,01235
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,98926	0,00174	0,00767	0,00479	0,00178
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00001	0,00029	0,00098	0,00182	0,01235
Erro padrão: Intercepto	0,50361	0,46423	0,16705	6,6322	0,05076
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,001009	0,082144	0,000335	1,173542	0,000102

Tabela 99 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
43250002	30,790	34,900	33,519	47,941	27,870
43300000	-12,649	-10,096	-14,817	7,750	-19,488
43429998	7,613	6,745	-24,962	34,945	-49,924
43670000	-3,639	-5,605	-11,216	-2,690	-25,377
43675000	-19,878	-16,441	5,934	-83,324	7,292
43880000	0,629	-2,069	24,581	-10,912	-478,062

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 98 e 99 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,0316295659146859 P_{eq}^{0,972080224263118} \quad (73)$$

Na Figura 85 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

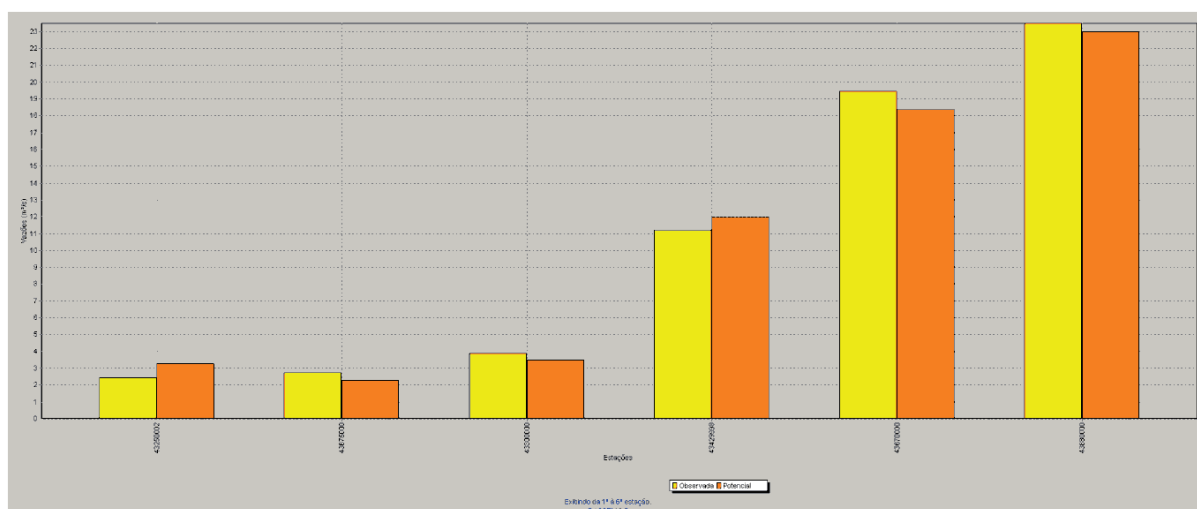


Figura 85 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,001223987 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,001223987 \text{ Area} \quad (74)$$

Na Figura 86 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a $Q_{7,10}$ ajustada em todos estes trechos.

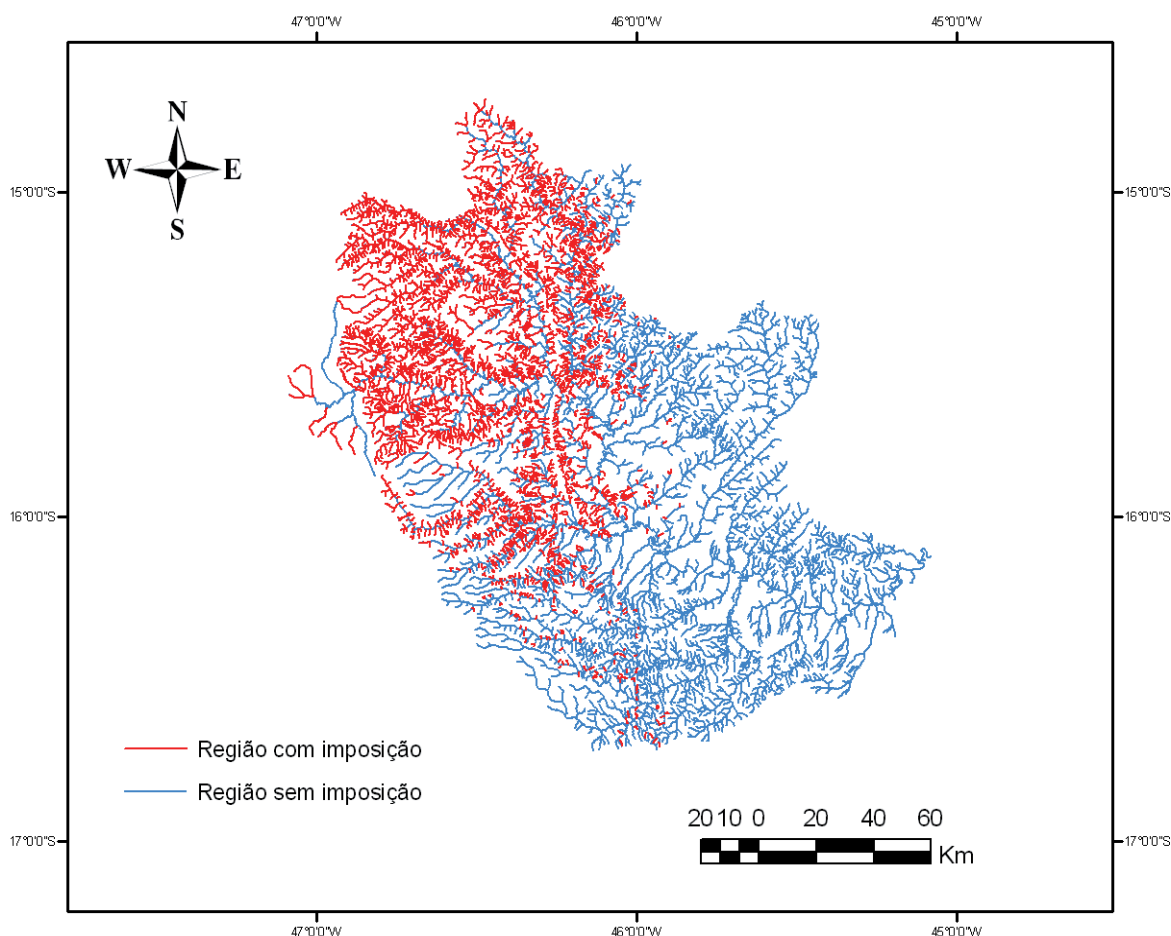


Figura 86 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.1.7.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 100 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 101 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 100 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99796	0,99129	0,94106	0,95754	0,82723
R ² ajustado	0,99745	0,98911	0,92633	0,94693	0,78403
Erro padrão	0,67916	0,1035	0,26918	3,10103	0,04892
Teste F(Valor-P)	0	0,00003	0,00133	0,00069	0,01191
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,31942	0,00031	0,00188	0,0019	0,00171
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0	0,00003	0,00133	0,00069	0,01191
Erro padrão: Intercepto	0,44712	0,2557	0,17722	7,66146	0,0322
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,000896	0,045245	0,000355	1,355665	6,45E-05

Tabela 101 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
43250002	20,657	18,365	18,462	31,956	12,364
43300000	-8,258	-9,617	-13,411	9,240	-18,899
43429998	-4,310	-3,401	-32,080	19,740	-54,178
43670000	1,283	1,696	-5,475	2,809	-18,338
43675000	-0,363	-5,072	21,653	-73,214	21,766
43880000	0,260	0,235	24,823	-10,536	-486,893

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 100 e 101 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0509241115382599 P_{eq}^{0,96521908716451} \quad (75)$$

Na Figura 87 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o

valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

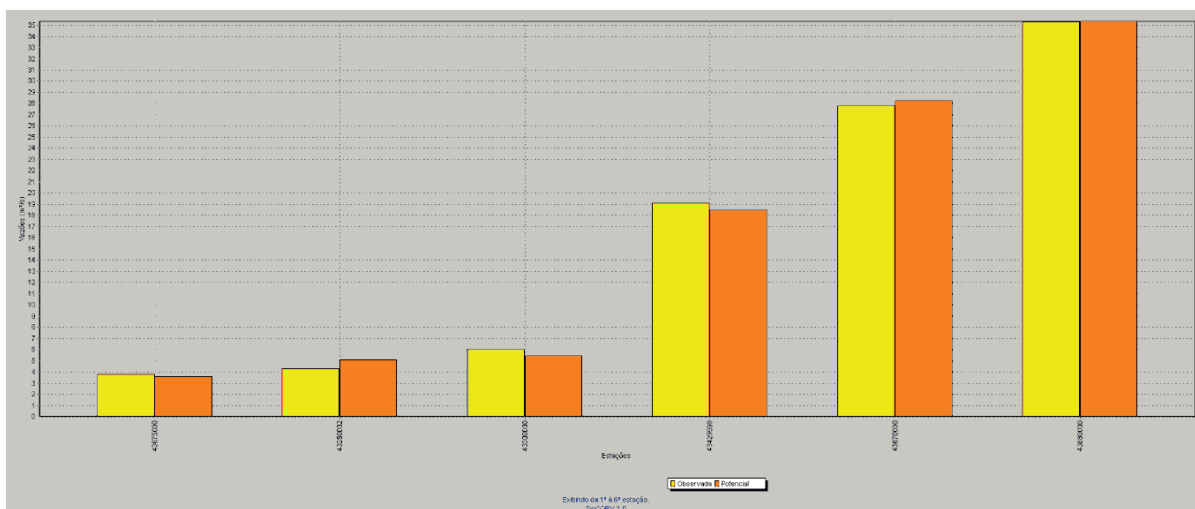


Figura 87 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,001896203 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,001896203 \text{ Area} \quad (76)$$

Na Figura 88 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

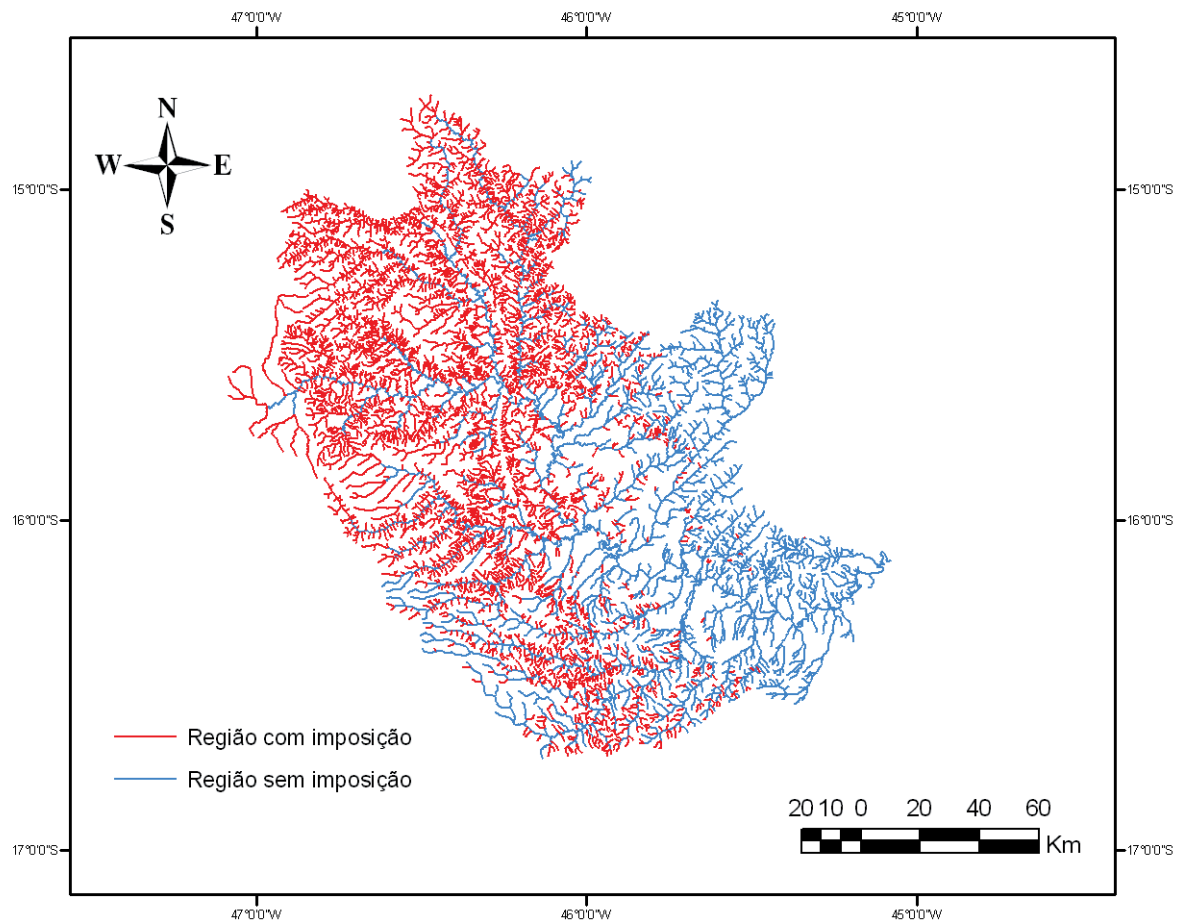


Figura 88 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.1.7.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 102 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 103 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 102 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9975	0,99192	0,92937	0,96181	0,77665
R ² ajustado	0,99688	0,9899	0,91171	0,95226	0,72081
Erro padrão	0,97766	0,10094	0,29849	3,82358	0,04558
Teste F(Valor-P)	0	0,00002	0,00192	0,00055	0,02031
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,33468	0,00036	0,00142	0,00154	0,0032
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0	0,00002	0,00192	0,00055	0,02031
Erro padrão: Intercepto	0,64364	0,24939	0,19651	9,4466	0,03001
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,00129	0,044129	0,000394	1,671538	6,01E-05

Tabela 103 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
43250002	15,218	10,843	11,509	25,370	4,164
43300000	-11,813	-14,687	-17,905	4,532	-24,280
43429998	-4,792	-3,655	-32,647	19,180	-55,209
43670000	1,500	2,809	-5,081	3,139	-17,454
43675000	13,383	5,182	36,029	-69,863	34,126
43880000	0,321	1,502	25,612	-10,364	-401,112

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 102 e 103 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,0614735470850579 P_{eq}^{0,978038444205929} \quad (77)$$

Na Figura 89 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

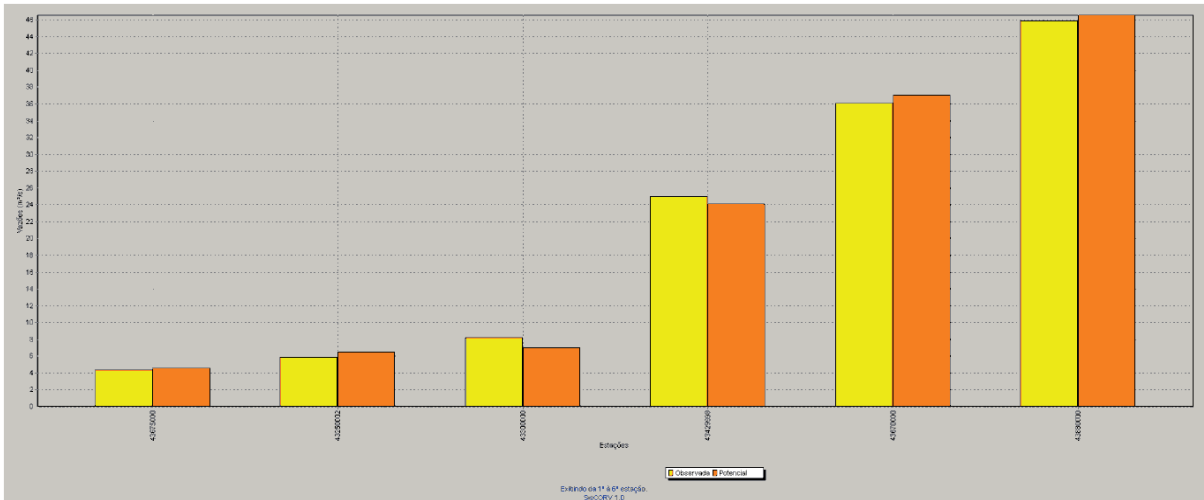


Figura 89 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,002580224 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,002580224 \text{ Area} \quad (78)$$

Na Figura 90 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

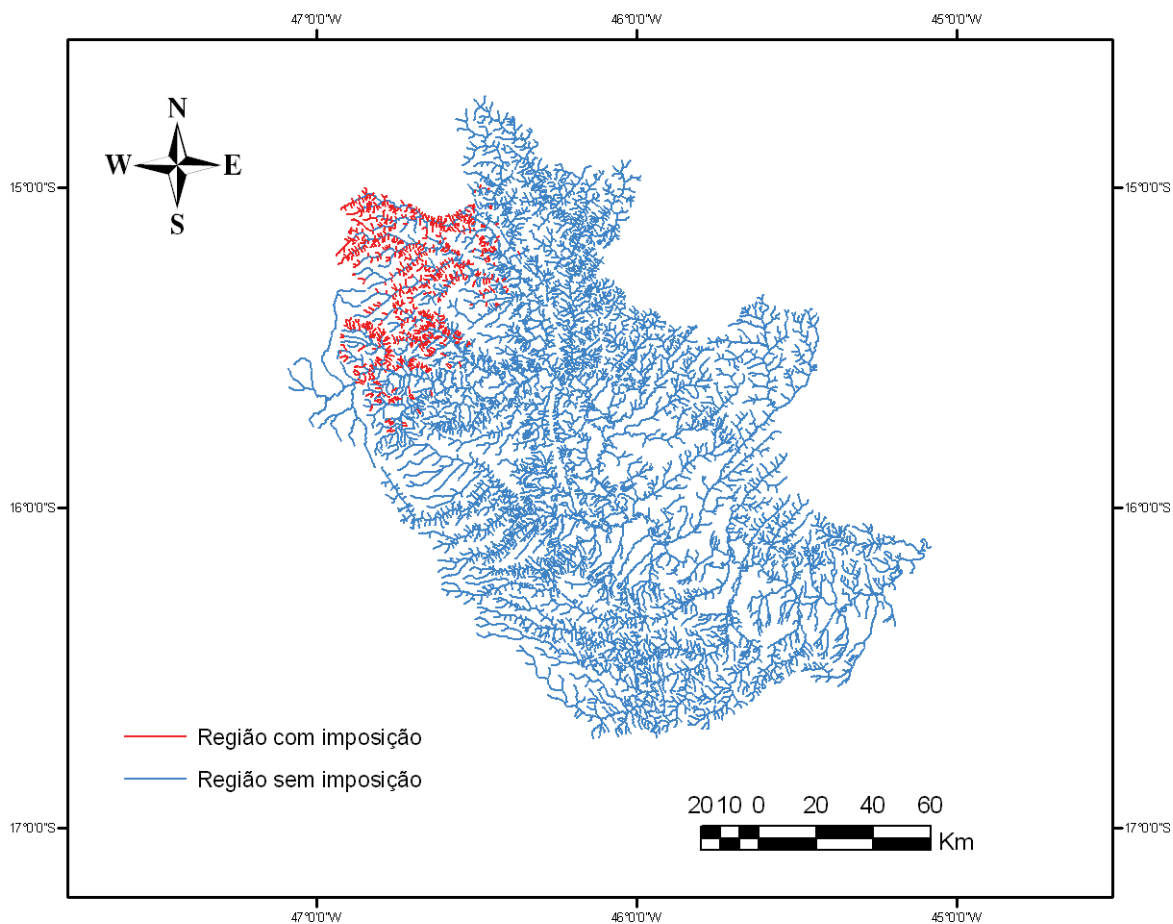


Figura 90 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.1.8. UPGRH – SF9

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPGRH – SF9 consistiram em uma região hidrológicamente homogênea, apresentando sete estações fluviométricas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outliers*”.

Na Tabela 104 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da região hidrológicamente homogênea.

Tabela 104 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
44250000	USINA DO PANDEIROS - MONTANTE	3230	23,900	10,700	12,208	9,777	89,315	12,472
44540000	FAZENDA BOM RETIRO	625	1,839	0,649	0,754	0,546	16,515	1,603
45131000	SÃO GONÇALO	6030	67,920	40,272	42,656	36,755	185,706	43,197
45170001	FAZENDA PORTO ALEGRE	5850	62,713	43,309	45,679	40,618	177,805	37,709
45210000	LAGOA DAS PEDRAS	12600	132,589	84,275	90,961	79,242	383,809	84,577
45220000	CAPITÃNEA	2380	12,776	5,867	6,924	5,650	67,212	10,198
45260000	JUVENÍLIA	16300	146,099	89,753	96,711	83,663	491,362	102,222

4.1.8.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 105 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 106 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 105 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9926	0,99074	0,71078	0,7993	0,29509
R ² ajustado	0,99112	0,98889	0,65293	0,75915	0,1541
Erro padrão	5,38022	0,16343	0,91333	28,01898	0,18098
Teste F(Valor-P)	0	0	0,01719	0,00663	0,20761
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,4383	0,23983	0,01074	0,1507	0,09418
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,01719	0,00663	0,20761
Erro padrão: Intercepto	3,12205	0,15552	0,52999	26,66288	0,10502
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,056795	0,045877	0,009641	7,865235	0,00191

Tabela 106 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44250000	-12,252	-25,094	-47,983	81,391	-77,022
44540000	171,076	10,360	368,181	-1658,542	156,328
45131000	-2,587	-1,513	-48,297	28,024	-84,848
45170001	-7,371	-7,657	-53,484	31,048	-85,806
45210000	-4,198	2,915	7,240	-16,634	-143,837
45220000	37,971	13,178	-9,890	184,030	-58,449
45260000	4,707	14,197	76,686	-19,790	-110,375

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 105 e 106 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 1,23050132645393 P_{eq750}^{1,06104699702214} \quad (79)$$

Na Figura 91 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

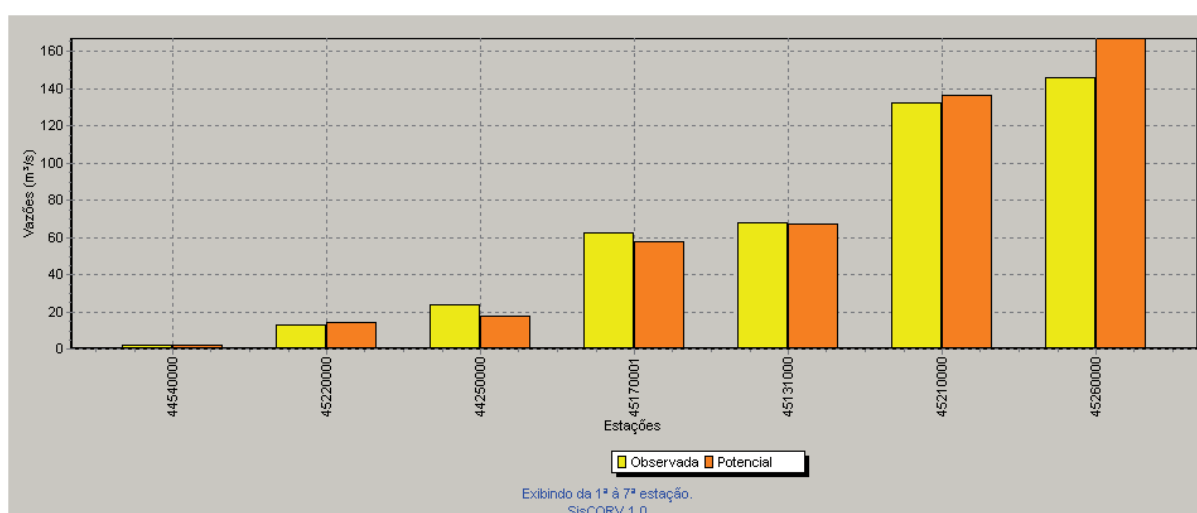


Figura 91 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea

foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,36573768 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,36573768 P_{eq} \quad (80)$$

Na Figura 92 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

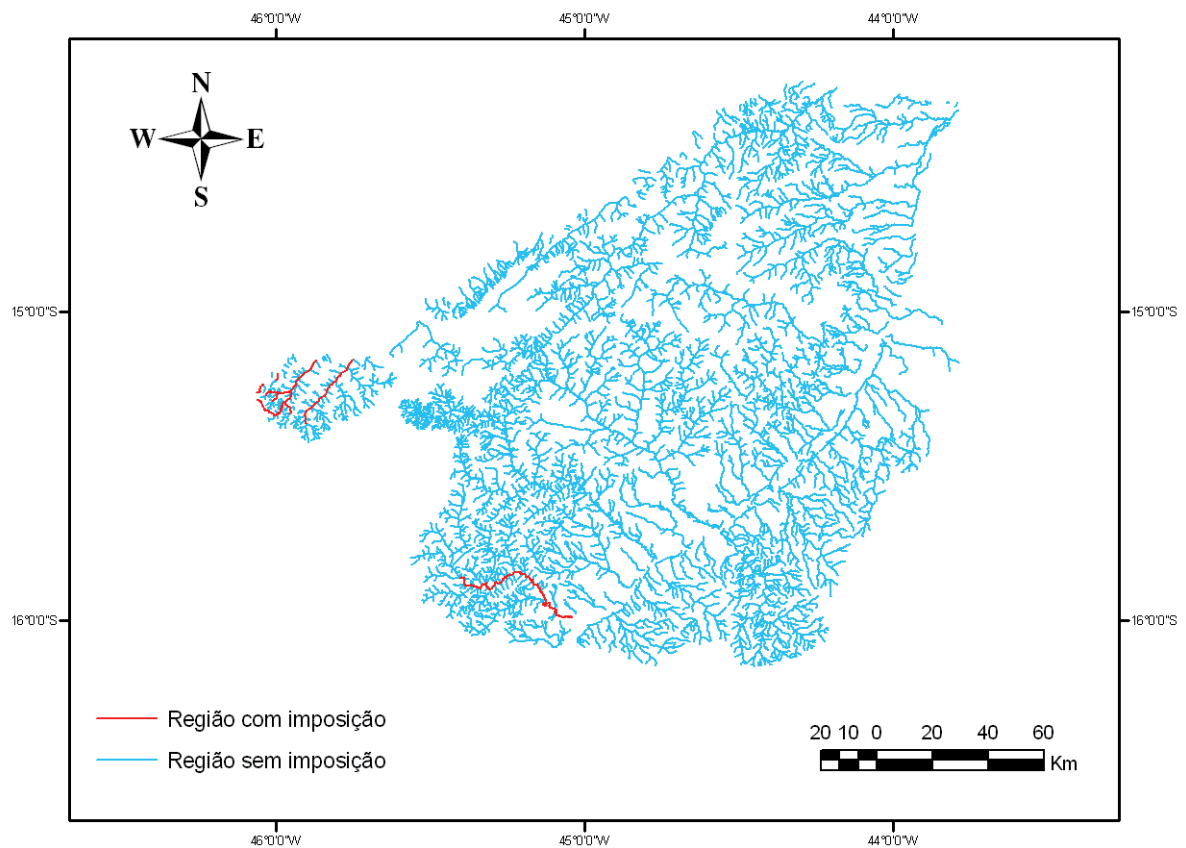


Figura 92 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.8.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 107 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 108 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 107 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98112	0,98952	0,69235	0,79017	0,26816
R ² ajustado	0,97734	0,98743	0,63081	0,74821	0,12179
Erro padrão	5,15107	0,20262	1,09785	17,17203	0,63023
Teste F(Valor-P)	0,00002	0	0,02023	0,00743	0,23385
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,98772	0,00275	0,12665	0,14196	0,11868
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00002	0	0,02023	0,00743	0,23385
Erro padrão: Intercepto	2,98908	0,19281	0,63707	16,34092	0,36571
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,054376	0,056876	0,011589	4,820377	0,006653

Tabela 108 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44250000	12,298	-19,628	-46,684	148,700	-82,234
44540000	166,072	13,966	525,622	-3506,560	171,863
45131000	3,142	-0,738	-53,173	36,855	-90,902
45170001	-18,509	-24,062	-65,767	16,843	-92,935
45210000	-6,390	5,625	8,511	-18,787	-117,149
45220000	59,049	8,447	-15,545	255,838	-70,313
45260000	7,149	26,442	104,078	-18,341	-105,141

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 107 e 108 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,347462707953899 P_{eq750}^{1,23586226806189} \quad (81)$$

Na Figura 93 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

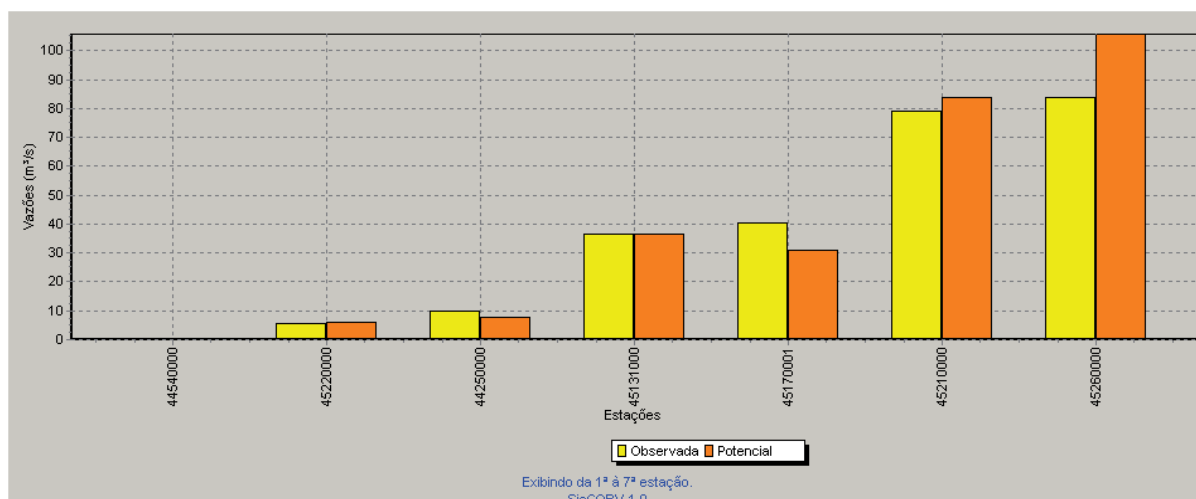


Figura 93 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,00694324 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.8.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 109 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 110 são exibidos os

resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 109 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98249	0,98964	0,69948	0,79336	0,27587
R ² ajustado	0,97899	0,98756	0,63937	0,75203	0,13104
Erro padrão	5,29801	0,19818	1,06719	18,20007	0,52601
Teste F(Valor-P)	0,00001	0	0,01901	0,00715	0,22606
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,95354	0,00478	0,09579	0,13979	0,1122
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00001	0	0,01901	0,00715	0,22606
Erro padrão: Intercepto	3,07435	0,18859	0,61928	17,3192	0,30524
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,055927	0,055631	0,011266	5,10896	0,005553

Tabela 110 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44250000	10,941	-19,169	-46,323	143,982	-81,006
44540000	160,301	10,021	482,774	-3154,102	167,807
45131000	0,945	-2,768	-53,549	33,877	-90,321
45170001	-18,003	-23,350	-65,019	17,467	-92,267
45210000	-5,767	5,153	8,880	-18,179	-119,591
45220000	66,036	15,426	-10,291	268,192	-66,541
45260000	6,898	24,309	101,419	-18,447	-105,691

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 109 e 110 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,402515115619659 P_{eq750}^{1,21558611072245} \quad (82)$$

Na Figura 94 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

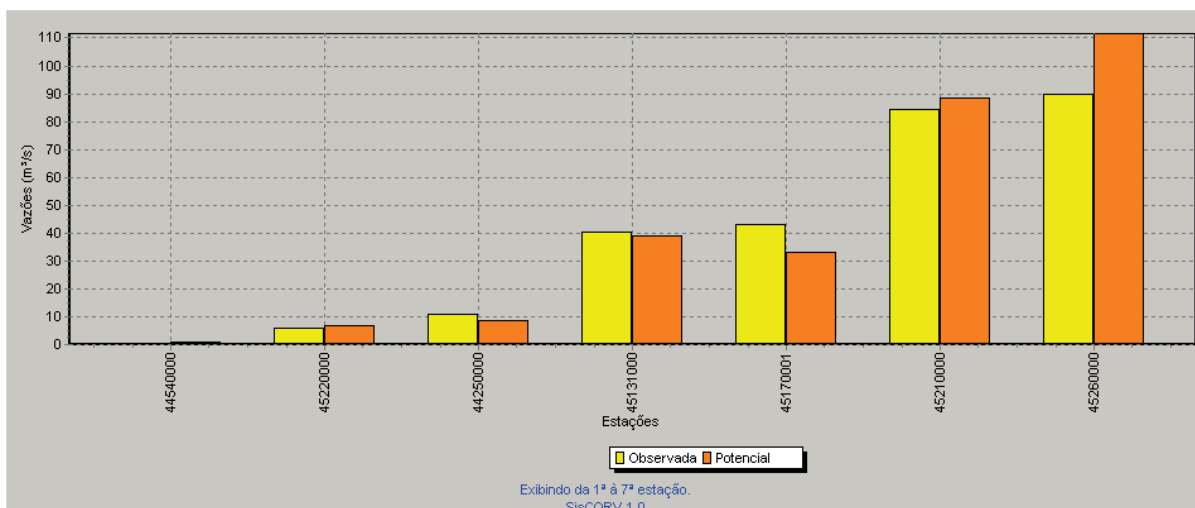


Figura 94 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,007403227 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.8.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 111 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 112 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 111 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98439	0,9905	0,69933	0,79103	0,27537
R ² ajustado	0,98127	0,9886	0,6392	0,74923	0,13045
Erro padrão	5,36547	0,1857	1,04459	19,6335	0,4526
Teste F(Valor-P)	0,00001	0	0,01904	0,00736	0,22655
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,92318	0,00911	0,06829	0,14417	0,11195
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00001	0	0,01904	0,00736	0,22655
Erro padrão: Intercepto	3,11349	0,17672	0,60616	18,68326	0,26264
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,056639	0,052129	0,011027	5,511339	0,004778

Tabela 112 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44250000	5,346	-20,413	-46,661	130,843	-80,676
44540000	155,677	12,115	473,908	-2887,606	167,691
45131000	2,600	-0,098	-51,529	35,895	-89,419
45170001	-16,274	-20,637	-63,177	19,771	-91,505
45210000	-6,128	4,222	7,744	-18,562	-121,570
45220000	52,697	10,426	-13,667	237,284	-67,093
45260000	6,642	22,820	96,759	-18,706	-106,185

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 111 e 112 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,482226200901065 P_{eq750}^{1,19007003196173} \quad (83)$$

Na Figura 95 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

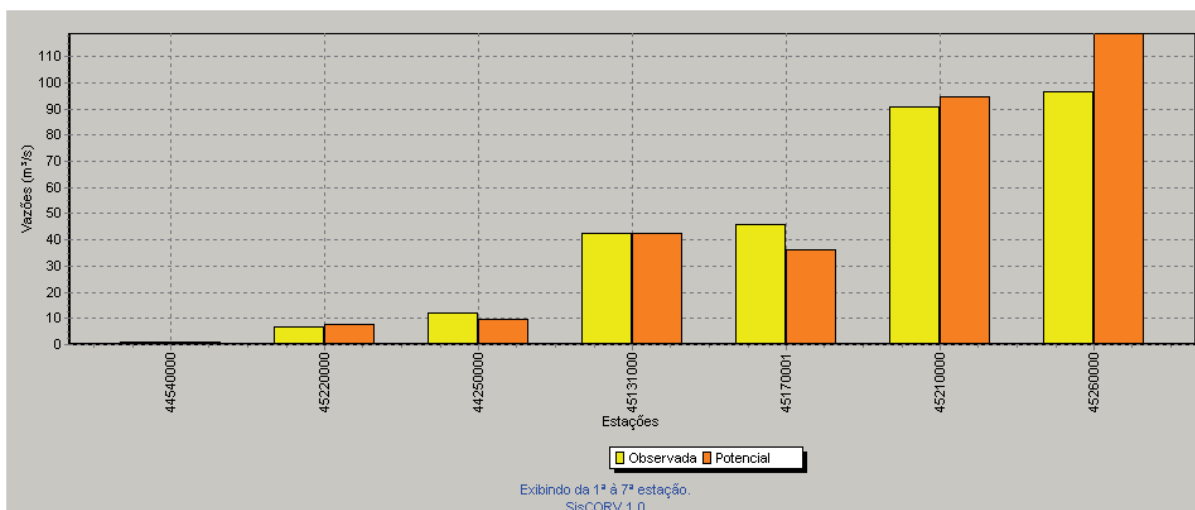


Figura 95 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,007808322 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.9. UPRGH – SF10

A UPRGH – SF10 apresentou poucas estações e estas apresentaram escassez de informações. Conforme decidido em reunião ficou estabelecido que a regionalização seria feita para o período anterior a 1979. Dessa forma, o período-base utilizado foi de 1970 a 1979, utilizando-se dados de quatro estações fluviométricas.

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na UPRGH – SF10 consistiram em uma região hidrologicamente homogênea.

Como a precipitação é inferior a 750 mm em diversas partes da bacia tentou-se diversos valores de inércia hídrica, tendo-se evidenciado que o valor correspondente a 600 mm foi o que apresentou o melhor comportamento.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que nenhuma estação consistiu “outliers”.

Na Tabela 113 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq600}) das estações da região hidrologicamente homogênea.

Tabela 113 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mld} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	P_{eq} (m ³ /s)	P_{eq600} (m ³ /s)
44600000	PONTE DE RODAGEM	720	2,243	0,156	0,171	0,099	20,809	8,428
44670000	COLÔNIA DO JAIBA	12401	15,813	2,966	3,321	2,170	355,080	117,382
44750000	JANAÚBA	1661	5,618	0,218	0,286	0,109	44,129	12,628
44950000	BOCA DA CAATINGA	30474	25,696	2,714	3,207	1,986	751,636	193,937

4.1.9.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 114 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 115 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 114 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,98638	0,93691	0,8705	0,93318	0,61905
R^2 ajustado	0,97958	0,90537	0,80574	0,89977	0,42858
Erro padrão	1,51598	0,33491	0,47984	3,35839	0,1409
Teste F(Valor-P)	0,00683	0,03206	0,067	0,03399	0,2132
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,14828	0,56462	0,07722	0,13805	0,09145
Teste T(Valor-P): P_{eq600} (m ³ /s)	0,00683	0,03206	0,067	0,03399	0,2132
Erro padrão: Intercepto	1,1116	0,48231	0,35184	4,83659	0,10331
Erro padrão: P_{eq600} (m ³ /s)	0,009785139	0,123074109	0,003097201	1,234171761	0,000909455

Tabela 115 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44600000	58,19942744	33,93532211	61,54474425	1,423671482	46,70673165
44670000	3,591036072	11,14785716	-21,04241681	23,02414541	-49,52741118
44750000	-28,03980144	-29,87327007	-32,35961439	-12,56486456	-40,07577518
44950000	-1,159135274	-4,209995993	15,90635423	-11,5461576	-17448,00009

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 114 e 115 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,719012017317076 P_{eq600}^{0,670750245647448} \quad (84)$$

Na Figura 96 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

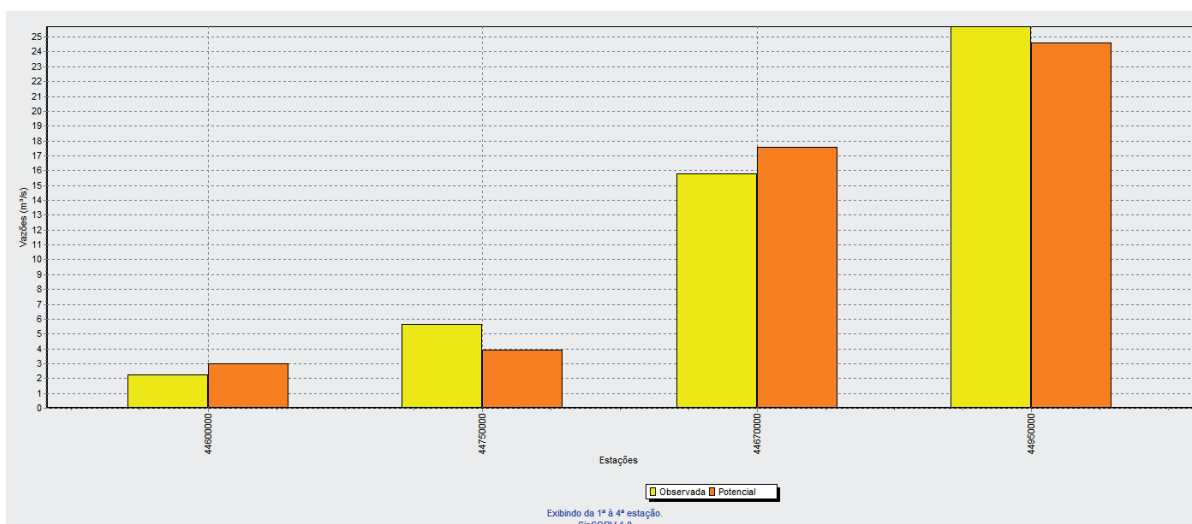


Figura 96 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor

igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,127309 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,127309 P_{eq} \quad (85)$$

Na Figura 97 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

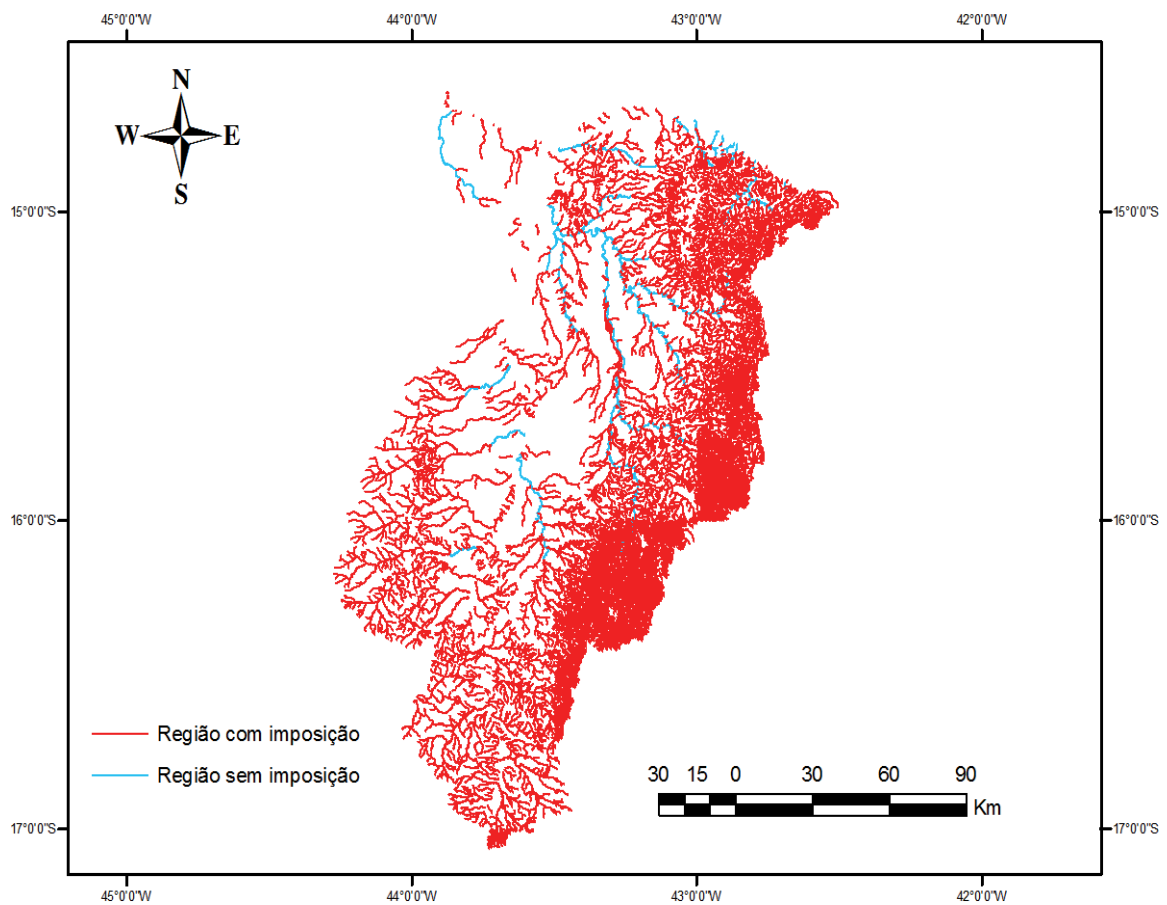


Figura 97 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.1.9.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 116 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 117 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 116 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,83142	0,97037	0,8639	0,95164	0,87342
R ² ajustado	0,74713	0,95556	0,79585	0,92746	0,81014
Erro padrão	0,57456	0,3652	0,7827	0,30773	2,31883
Teste F(Valor-P)	0,08818	0,01493	0,07054	0,02448	0,06543
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,79763	0,01199	0,05863	0,07583	0,02938
Teste T (Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	0,08818	0,01493	0,07054	0,02448	0,06543
Erro padrão: Intercepto	0,4213	0,52594	0,57392	0,44318	1,7003
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,003708588	0,134206349	0,005052059	0,113087505	0,014967302

Tabela 117 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44600000	124,4931282	-12,05727791	22,63177126	-104,1843963	9,90793447
44670000	-31,3331863	-30,20183094	-60,41061712	-14,09361062	-85,47575393
44750000	148,7529831	23,81223012	20,02217319	160,2983852	2,325127285
44950000	19,92438325	31,58079898	71,61560702	11,80395274	-146,4296664

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 116 e 117 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,00855942153066492 P_{eq600}^{1,086165584301} \quad (86)$$

Na Figura 98 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa

o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

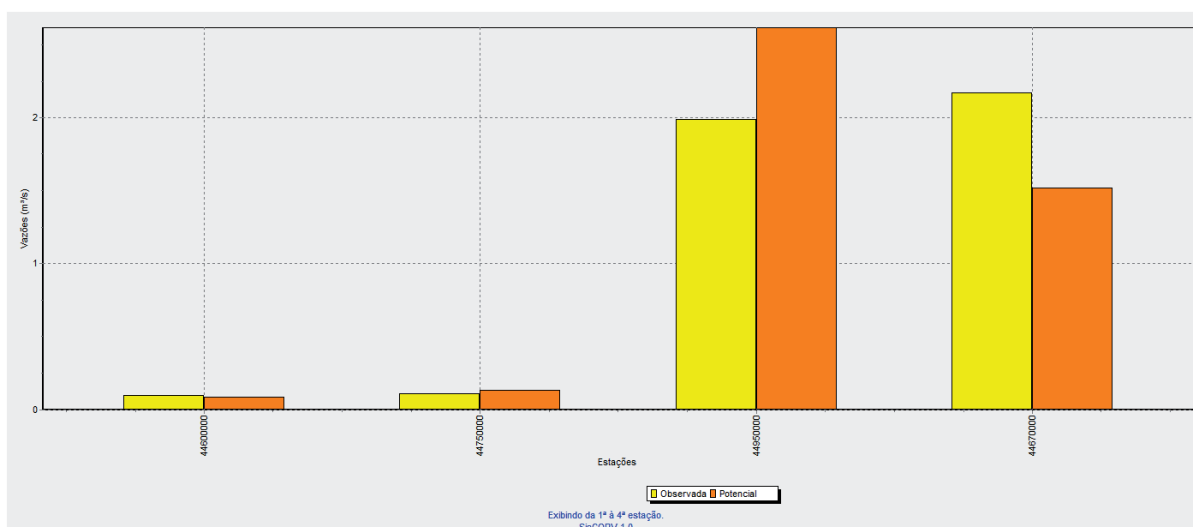


Figura 98 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da P_{eq600} .

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,00017501 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.1.9.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 118 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 119 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 118 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,83084	0,97621	0,85873	0,95365	0,83085
R ² ajustado	0,74627	0,96432	0,78809	0,93047	0,74627
Erro padrão	0,77341	0,29932	0,72941	0,40485	1,54375
Teste F(Valor-P)	0,08849	0,01197	0,07332	0,02345	0,08849
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,74279	0,01149	0,08744	0,0759	0,03956
Teste T(Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	0,08849	0,01197	0,07332	0,02345	0,08849
Erro padrão: Intercepto	0,5671	0,43106	0,53484	0,58305	1,13196
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,004992085	0,109996109	0,004708101	0,148778726	0,009964387

Tabela 119 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44600000	121,6464173	-0,279313207	36,29255183	-74,0215899	22,06580051
44670000	-30,87725019	-27,71085461	-57,17799353	-13,88111902	-81,82655197
44750000	88,29394131	6,487519879	4,216496789	95,31473436	-10,6516192
44950000	19,65405845	30,26955701	64,40854804	11,75015081	-168,7849585

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 118 e 119 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0185727236107346 P_{eq600}^{0,996493720701898} \quad (87)$$

Na Figura 99 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

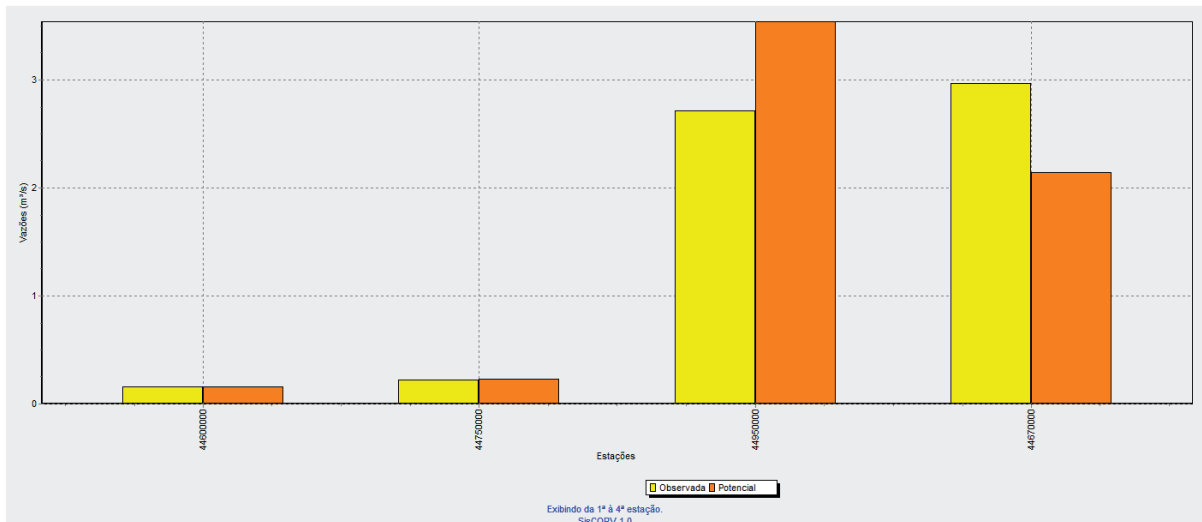


Figura 99 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da P_{eq600} .

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,0002391 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,0002391 \text{ Área} \quad (88)$$

Na Figura 100 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

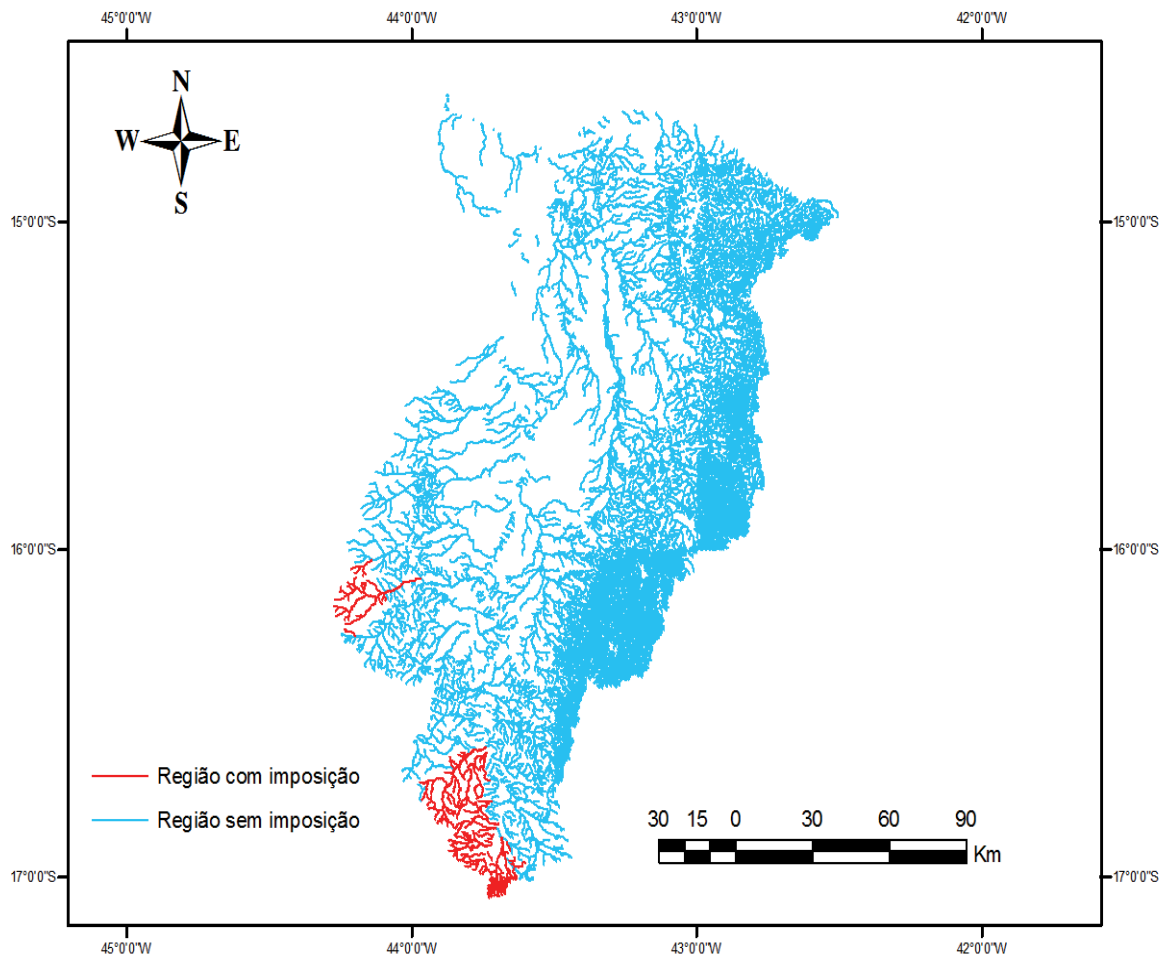


Figura 100 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.1.9.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 120 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 121 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 120 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,86002	0,97973	0,86048	0,96931	0,77635
R ² ajustado	0,79002	0,9696	0,79072	0,95397	0,66452
Erro padrão	0,80369	0,27357	0,7178	0,37629	1,56587
Teste F(Valor-P)	0,07263	0,01018	0,07238	0,01546	0,11889
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,72842	0,0106	0,10239	0,05156	0,0547
Teste T (Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	0,07263	0,01018	0,07238	0,01546	0,11889
Erro padrão: Intercepto	0,58931	0,39398	0,52633	0,54191	1,14819
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,005187581	0,100534162	0,004633198	0,138281507	0,010107219

Tabela 121 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
44600000	127,7609572	8,247217918	47,71883431	-70,88675491	30,84358105
44670000	-28,64357324	-24,87584791	-55,33214395	-11,33276998	-80,93871368
44750000	62,45829688	-3,767472321	-5,719043066	72,68769138	-20,00990561
44950000	17,29359995	27,78555989	60,7478002	9,019749564	-167,9362137

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 120 e 121 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,0224448240487907 P_{eq600}^{0,988556788713011} \quad (89)$$

Na Figura 101 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

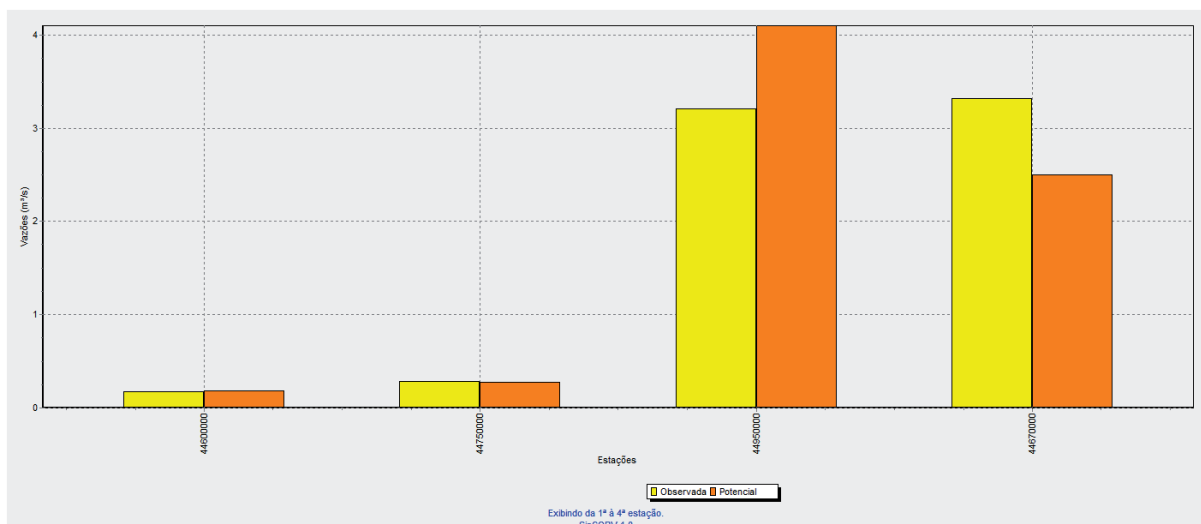


Figura 101 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,0002677 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,0002677 \text{ Área} \quad (90)$$

Na Figura 102 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

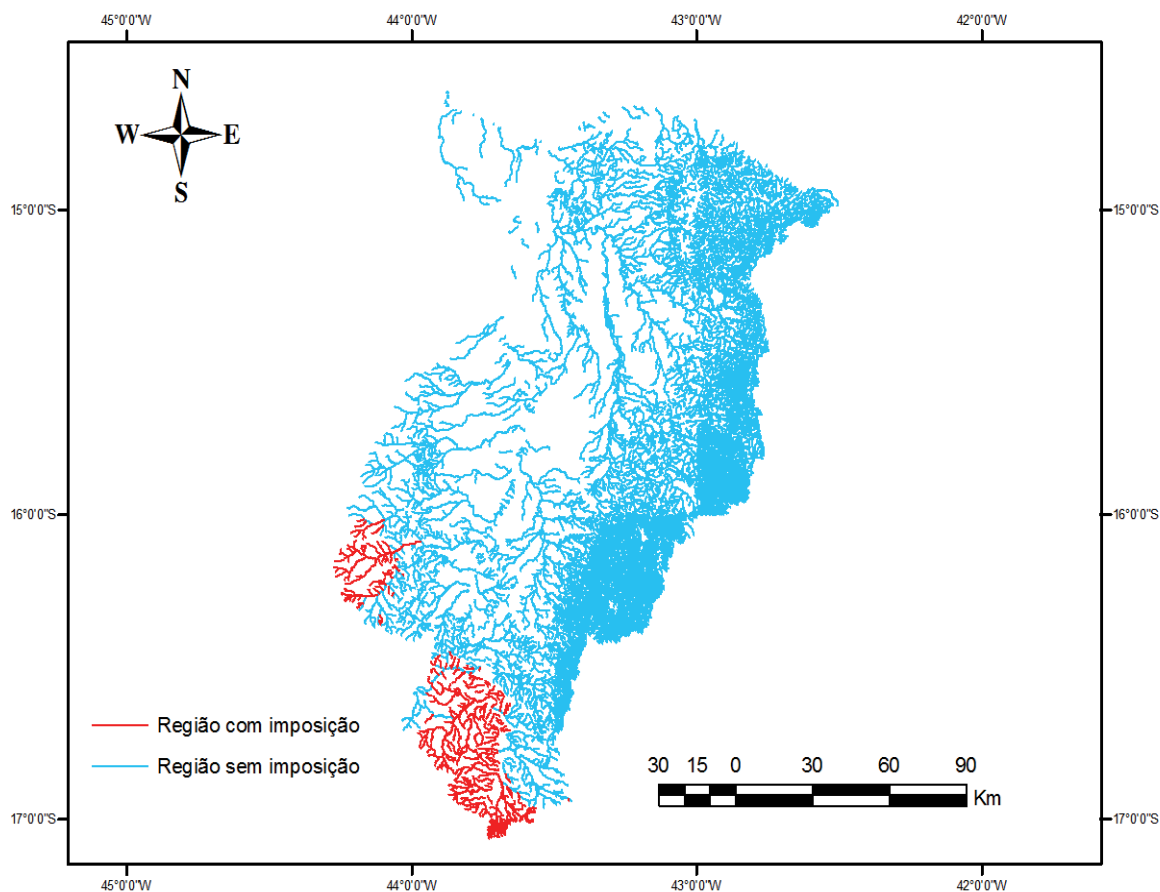


Figura 102 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.2. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na parte mineira da bacia do Grande consistiram em duas regiões hidrológicamente homogêneas. Na Figura 103 pode-se observar a divisão das regiões homogêneas.

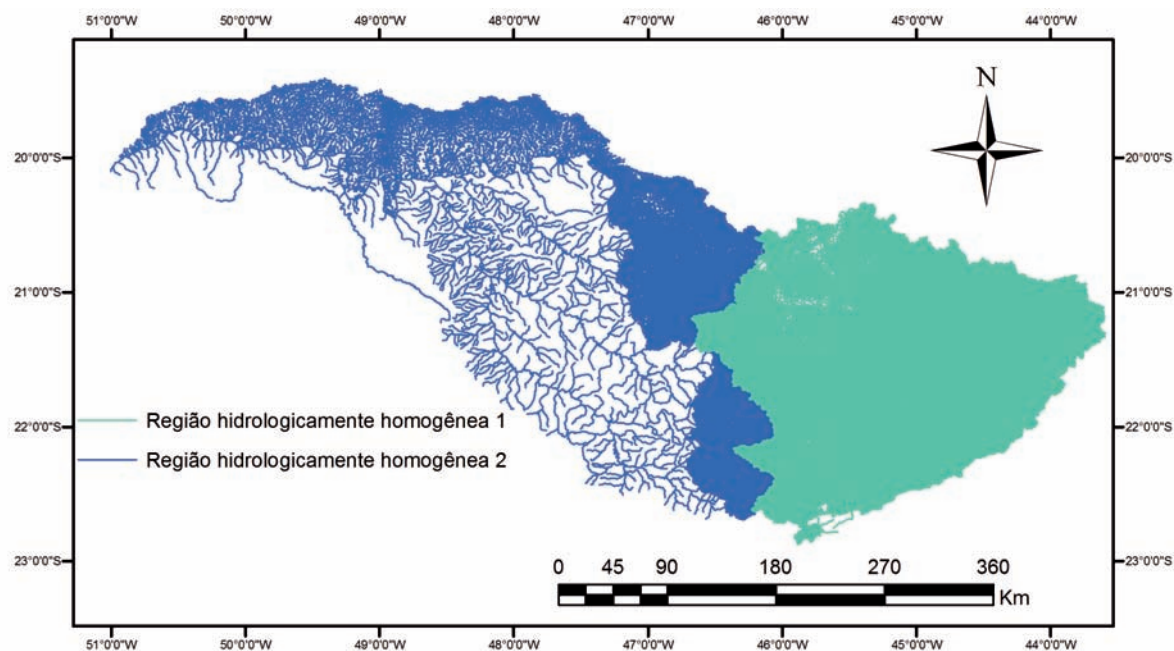


Figura 103 – Regiões hidrológicamente homogêneas.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento, constatou-se que as estações 61014000, 61024000, 61031000, 61173000, 61429000 e 61861000 consistiram *outliers* e, portanto, foram retiradas do estudo.

Na Tabela 122 e 123 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações das regiões hidrológicamente homogêneas 1 e 2 situadas na parte mineira da bacia.

Tabela 122 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea 1

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mld} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	P_{eq} (m ³ /s)	P_{eq750} (m ³ /s)
61045000	FAZENDA PARAÍBA	381	7,821	2,891	3,422	2,189	19,637	10,532
61052000	ANDRELÂNDIA	274	5,579	2,174	2,442	1,764	13,708	7,201
61060000	FAZENDA LARANJEIRAS	2083	51,966	20,957	23,251	16,902	100,260	53,838
61075000	LUMINARIAS	1010	20,549	6,969	8,063	5,410	49,592	25,576
61078000	ITUMIRIM	1829	36,020	12,471	13,885	9,485	88,510	45,086
61085000	CAMPOLIDE	567	12,630	4,097	4,788	2,717	25,382	12,265

61090000	BARROSO	1030	21,668	8,176	9,035	5,975	47,181	23,094
61100000	IBERTIOGA	186	3,314	1,129	1,296	0,833	7,873	3,969
61105000	PORTO DO ELVAS	828	16,601	6,098	7,196	5,342	39,067	19,413
61107000	PORTO TIRADENTES	2714	50,106	18,392	20,933	13,880	126,266	62,277
61115000	USINA SÃO JOÃO DEL REI	638	13,016	2,573	3,805	2,067	30,037	14,841
61122000	VILA RIO DAS MORTES	271	5,649	1,455	1,721	1,080	12,107	5,642

Continua...

Tabela 122 – Cont.

Estação	Nome da estação	Área (km²)	Qmld (m³/s)	Q95 (m³/s)	Q90 (m³/s)	Q7,10 (m³/s)	Peq (m³/s)	Peq750 (m³/s)
61135000	IBITURUNA	6155	125,457	44,208	51,925	34,817	280,470	137,247
61140000	BOM SUCESSO	331	6,227	1,248	1,720	0,680	16,327	7,924
61175000	USINA NEPOMUCENO	1002	16,665	6,049	6,982	4,851	44,821	20,483
61202000	SANTANA DO JACARÉ	1506	28,818	7,603	8,997	3,923	69,150	33,743
61267000	DELFIN MOREIRA	76	1,510	0,618	0,682	0,375	3,832	1,997
61271000	ITAJUBÁ	869	21,082	9,046	10,090	7,251	42,393	22,628
61280000	BAIRRO SANTA CRUZ	270	7,131	2,817	3,373	2,098	13,482	7,048
61285000	SÃO JOÃO DE ITAJUBÁ	556	13,315	5,355	6,016	3,959	27,804	14,583
61295000	BRASÓPOLIS	158	2,996	0,780	0,958	0,377	7,529	3,791
61305000	SANTA RITA DO SAPUCAÍ	2811	57,325	21,597	24,548	15,833	137,477	71,169
61343000	BAIRRO DO ANALDINO	221	6,336	2,060	2,409	1,347	10,557	5,343
61350000	CONCEIÇÃO DOS OUROS	1307	26,076	7,377	9,063	4,232	63,627	32,458
61360000	CAMBUÍ	117	3,059	0,552	0,792	0,178	5,695	2,852
61370000	PONTE DO RODRIGUES	745	13,591	4,384	5,263	3,062	33,182	16,606
61410000	CAREAÇU	7346	160,540	51,653	64,971	41,146	353,892	179,605
61425000	PARAGUAÇU (PONTE BAGUARI)	9424	167,437	58,764	68,540	40,631	450,517	226,829
61460000	CONCEIÇÃO DO RIO VERDE	1837	40,961	14,590	16,704	11,646	91,024	47,291
61473000	BAEPENDI	599	17,898	6,700	7,634	5,039	30,492	16,015
61500000	FAZENDA JUCA CASIMIRO	707	16,594	6,022	6,859	4,739	36,270	18,842
61510000	TRÊS CORAÇÕES	4172	94,628	33,899	38,569	26,823	205,244	105,928
61520000	CHACARA SANTANA	851	14,989	5,755	6,421	4,796	39,175	18,828
61530000	PALMELA DOS COELHOS	358	7,276	2,149	2,811	1,502	16,931	8,381
61537000	PORTO DOS BUENOS	6271	120,988	45,355	52,651	33,214	302,193	152,392
61565000	CACHOEIRA POÇO FUNDO	339	7,709	1,462	1,956	1,269	16,418	8,200
61568000	MACHADO	732	14,939	4,576	5,541	3,323	35,158	17,744
61610000	JURÉIA	882	18,245	7,719	8,774	6,533	42,767	21,779

Tabela 123 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região homogênea 2

Estação	Nome da estação	Área (km²)	Qmld (m³/s)	Q95 (m³/s)	Q90 (m³/s)	Q7,10 (m³/s)	Peq (m³/s)	Peq750 (m³/s)
61695000	ITAÚ DE MINAS	1283	23,147	6,502	8,176	4,606	61,605	30,999
61700000	USINA SANTANA	473	8,806	2,640	3,002	1,984	22,547	11,284
61770000	FAZENDA CARVALHAIS	227	4,261	1,069	1,326	0,661	11,201	5,774
61795000	CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS	1973	34,113	7,552	9,602	4,993	94,239	47,240

61815000	GUAXUPÉ	73	1,383	0,351	0,454	0,204	3,706	1,886
61826000	PONTE DO CANOAS	662	10,077	3,107	3,687	1,990	31,720	16,014
61865000	JACUTINGA	918	19,354	6,756	7,928	4,506	44,640	22,826
61879000	LINDÓIA	1115	22,919	7,725	8,865	5,606	56,248	29,428
61886000	PÁDUA SALES	4650	82,895	25,657	29,236	15,672	232,144	120,929
61902000	PORTO FERREIRA	10123	154,077	44,821	53,512	27,167	499,083	257,692
61912000	PONTE GUATAPARA	13845	222,583	80,844	99,077	63,135	680,568	349,894

4.2.1. REGIÃO HIDROLOGIAMENTE HOMOGÊNEA 1

4.2.1.1. REGIAIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 124 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 125 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 124 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98776	0,99079	0,71215	0,73899	0,19743
R ² ajustado	0,98742	0,99053	0,70416	0,73174	0,17513
Erro padrão	4,84015	0,11178	0,62487	22,35326	0,11462
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00519
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,18173	0,15731	0	0	0
Teste T (Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,00519
Erro padrão: Intercepto	0,98137	0,05034	0,1267	10,06717	0,02324
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,015080696	0,015723911	0,001946932	3,144488844	0,000357116

Tabela 125 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61045000	26,56536873	19,04271189	30,88458082	66,24526871	-4,321750073
61052000	28,88070571	15,03056928	72,58591	-83,33237789	30,66484942
61060000	-13,20813708	-11,57926577	-56,35057421	24,6898534	-78,03786286
61075000	7,682634231	7,939834765	-34,3267074	100,3372283	-58,63785743
61078000	5,464010483	7,237299565	-46,38069793	64,25572691	-71,35558552
61085000	-10,47243017	-14,43670986	-16,33126812	41,23586106	-39,92627288

61090000	-7,191565539	-7,366615246	-40,49610652	75,03207993	-61,63502081
61100000	37,65340944	8,083319502	173,7405886	-642,5868104	114,5577434
61105000	3,109353211	2,014454412	-27,41409179	95,25057234	-51,50270904
61107000	3,705508615	5,746006554	-47,13714046	38,54471479	-74,62530291
61115000	2,960156048	0,050654648	-14,87695539	83,54053768	-40,47080179

Continua...

Tabela 125 – Cont.

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61122000	4,847582045	-10,52126884	65,62203237	-220,5942869	27,49572413
61135000	-10,00217654	-8,492407347	-16,28639542	-24,67137009	-880,1435881
61140000	24,9227187	13,1898489	56,70290357	-36,23788673	17,73271473
61175000	7,932955423	7,100394398	-26,25655248	104,7214541	-51,24201878
61202000	-0,17662828	0,942756707	-45,58902256	73,38110411	-68,15738449
61267000	96,04048616	21,18134841	479,5477748	-2734,9001	364,0903893
61271000	-6,405340975	-6,668622615	-39,36143341	76,83408602	-60,72894448
61280000	-0,910853048	-11,87325905	34,64267301	-96,49395931	2,103492692
61285000	-0,926603675	-3,859406743	-17,18267672	75,24022003	-41,93160164
61295000	47,46131063	14,32887783	201,8447213	-748,7832473	137,0410815
61305000	3,25565729	5,323925093	-45,59321002	28,48899099	-74,7920849
61343000	-10,36721384	-24,37316675	46,85084177	-234,8617939	13,40973655
61350000	6,312916629	7,397349419	-41,27118635	86,88414457	-65,24480041
61360000	19,45719035	-15,2541457	190,5340066	-1030,652638	130,4956509
61370000	9,164101947	6,956998218	-15,79003837	102,029402	-42,14792961
61410000	-8,220758346	-6,959724837	42,46686114	-35,81415893	-113,5304731
61425000	10,92663443	12,09923094	225,2957983	-34,03191442	-106,2069063
61460000	-2,880382596	-1,186679632	-50,89844584	48,14432322	-74,18648479
61473000	-19,7951147	-21,61613346	-36,74838257	46,97397466	-56,28751411
61500000	0,359511066	-0,876830433	-28,13925055	89,62914529	-51,71687115
61510000	-7,58735616	-5,841619853	-37,57626799	-8,819720465	-67,2444348
61520000	11,03159231	9,65886246	-20,46287527	109,7796943	-46,55155222
61530000	12,00093126	2,317064329	35,22541938	-20,99896448	1,1073775
61537000	3,497861301	5,121093387	14,65705358	-19,14259352	-148,2877715
61565000	3,802849453	-5,469765404	27,20767557	-34,42472419	-4,705493054
61568000	5,503640215	3,822847892	-21,7705153	97,87875297	-46,86303263
61610000	4,36390283	3,881648035	-31,01759611	97,67422689	-54,95925897

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 124 e 125 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{\text{mid}} = 0,929874174648254 P_{\text{eq750}}^{0,978490845524702} \quad (91)$$

Na Figura 104 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mid} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa

o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

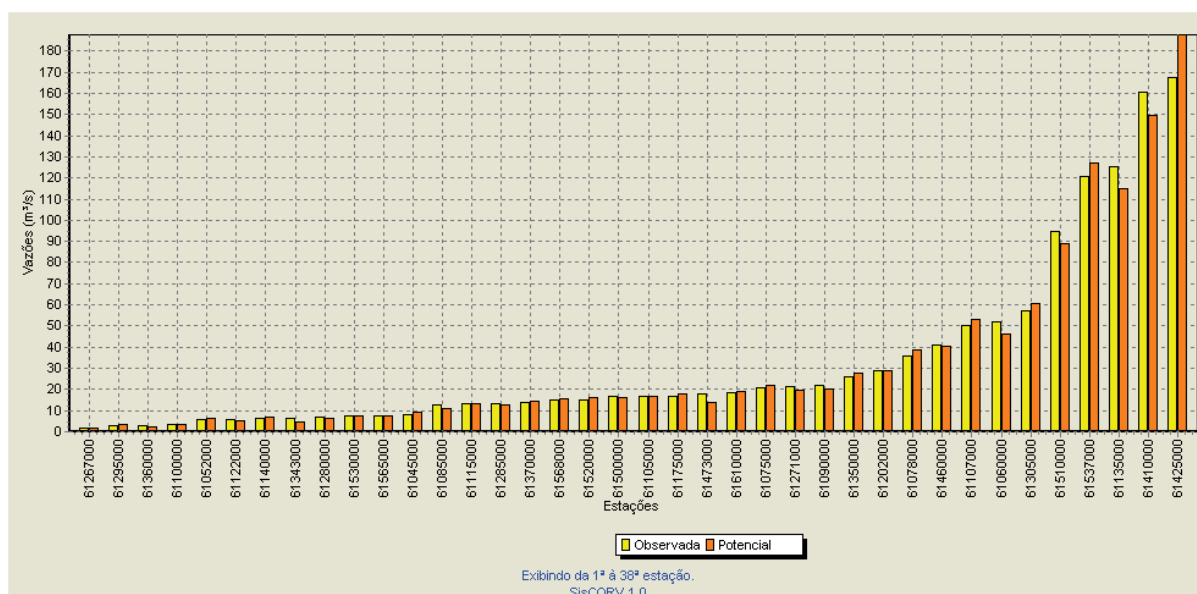


Figura 104 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,600233 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,600233 P_{eq} \quad (92)$$

Na Figura 105 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

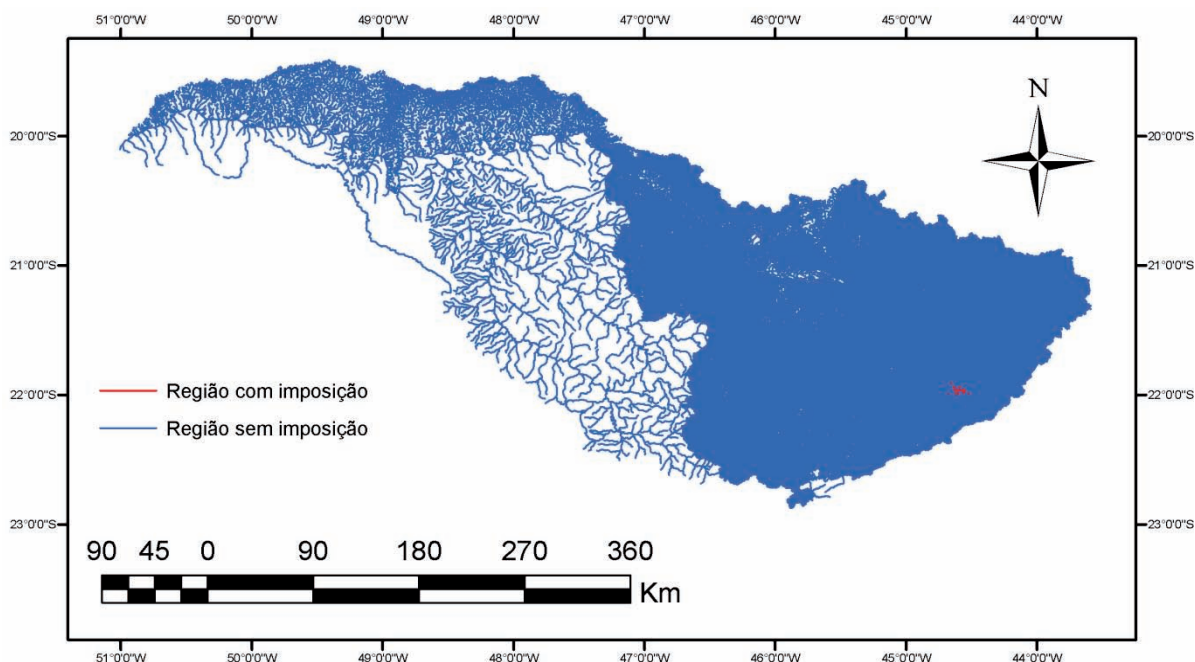


Figura 105 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para Q_{mld} .

4.2.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 126 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 127 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 126 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,96223	0,9332	0,61367	0,75267	0,11251
R^2 ajustado	0,96118	0,93134	0,60294	0,7458	0,08786
Erro padrão	2,25099	0,34962	0,84077	5,76055	0,99608
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,03952
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,35685	0	0,0008	0	0,00015
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m^3/s)	0	0	0	0	0,03952
Erro padrão: Intercepto	0,4564	0,15746	0,17047	2,59436	0,20196
Erro padrão: Peq 750 (m^3/s)	0,007013537	0,049181391	0,00261964	0,810351079	0,003103542

Tabela 127 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações pluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61045000	21,6714512	-7,966494069	5,080621831	53,3235304	-41,79826519
61052000	10,87823651	-24,90708856	22,08278396	-92,58829719	-29,74495536
61060000	-29,81996441	-27,9360902	-67,91042432	1,730041669	-88,11600244
61075000	8,292191639	-0,933431852	-42,7258255	101,1298658	-73,02475256
61078000	5,462279568	5,597750199	-51,91808442	65,41979864	-81,03318521
61085000	11,57113139	-12,29010187	-12,38814549	71,08037934	-52,41505728
61090000	-10,76812949	-19,84929987	-50,62826912	67,62594844	-76,1477048
61100000	52,41278545	-17,54651183	142,5687714	-691,2449946	44,97194554
61105000	-14,83304955	-25,97712182	-48,66210227	59,91715695	-74,21835674
61107000	-1,629496492	3,037849921	-53,81531827	32,77182916	-83,69692144
61115000	73,08695929	42,23448367	21,16456048	203,0310848	-36,05313646
61122000	50,41240844	-6,295848946	93,29877692	-279,4325377	13,27521265
61135000	-15,04425009	-1,79984312	-18,69667174	-27,81779475	-152,0607617
61140000	210,1665767	116,4491965	221,1919512	38,67141064	83,29526031
61175000	-1,525273022	-13,51387545	-42,25312066	85,48850665	-71,32781318
61202000	93,56122663	85,4591876	-7,146119862	237,2826412	-59,60829672
61267000	126,6554205	-14,18585739	417,7707838	-2964,941764	216,7734947
61271000	-27,835063	-35,42141948	-59,68989814	35,74489237	-80,43109512
61280000	-8,317100286	-38,33473141	2,339015319	-102,4275851	-41,00259711
61285000	-10,99586687	-27,14571063	-37,04953604	54,49143635	-66,68193988
61295000	226,3392926	72,99327939	433,4169403	-1507,727393	219,4680338
61305000	-1,834387645	4,653444669	-51,71349604	23,54419372	-83,50756018
61343000	15,84073243	-29,27799657	54,02448724	-278,1846501	-9,422677054
61350000	72,96945158	64,70238609	-16,09359662	204,8587396	-63,05807825
61360000	480,7354048	168,3887207	1011,854013	-4448,047808	573,3484508
61370000	29,12090048	8,715619494	-15,27398543	135,7507107	-56,14231607
61410000	-6,246550445	11,79121335	59,21472289	-33,37710483	-107,2329112
61425000	19,63022419	46,45206866	310,8979989	-27,65903431	-103,7915984
61460000	-10,08633432	-9,347220251	-59,092113	38,20048002	-84,13560706
61473000	-24,04029682	-36,5351911	-49,1208975	37,13618254	-73,49208055
61500000	-6,554328966	-19,25970659	-42,78036592	74,92466612	-71,08853248
61510000	-14,52813426	-4,210347634	-43,25387796	-14,49728854	-75,55098015
61520000	-7,736285254	-20,29307238	-43,48123173	72,6963235	-71,43825714
61530000	46,85229455	4,219706827	46,70905511	-5,607439552	-16,71677587
61537000	-1,259432261	15,53565312	15,0457983	-21,66184426	-119,3513639
61565000	70,821887	20,44536604	73,05985493	-2,843457606	-1,55302751
61568000	26,25724686	7,776333836	-20,14530409	134,1578392	-59,17143256
61610000	-22,66307201	-31,28320137	-56,00491326	45,70116281	-78,45200221

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 126 e 127 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,150103063583995 P_{eq750}^{1,10292676943561} \quad (93)$$

Na Figura 106 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

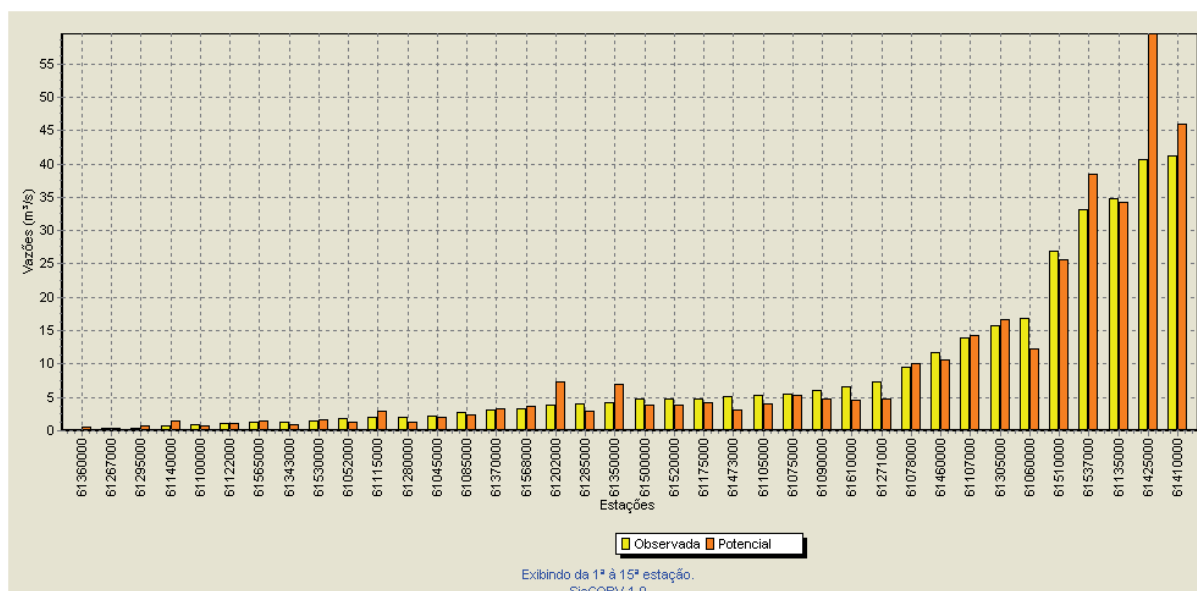


Figura 106 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,008413 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.2.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 128 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 129 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 128 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98371	0,96512	0,67039	0,75228	0,20015
R ² ajustado	0,98326	0,96415	0,66123	0,7454	0,17793
Erro padrão	1,96021	0,23438	0,72052	7,64486	0,39082
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00486
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,26131	0	0	0	0
Teste T (Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,00486
Erro padrão: Intercepto	0,39744	0,10556	0,14609	3,44299	0,07924
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,006107519	0,032970325	0,002244951	1,075420588	0,001217685

Tabela 129 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61045000	19,4299129	1,509391548	13,34622771	54,34934205	-23,16846374
61052000	15,19782362	-9,111959017	41,40547571	-91,39994562	-0,504991855
61060000	-24,6724814	-23,50580414	-64,07007244	8,834915646	-83,65230831
61075000	11,03254711	6,027362593	-37,2146907	107,1989153	-63,68714143
61078000	6,596888804	6,87449389	-48,9654885	66,89388253	-75,24194811
61085000	-3,660709999	-16,04987146	-17,29531499	50,75123896	-45,0006486
61090000	-14,00734064	-18,73545805	-48,97703675	62,56574228	-69,74365029
61100000	40,23090436	-5,889558266	155,7938577	-676,6092165	86,73815281
61105000	-1,89743323	-9,055600828	-36,26132868	85,94221798	-60,74039805
61107000	-1,099007518	1,423548805	-51,85379597	32,9164341	-79,17145512
61115000	81,8926647	62,98422727	38,35562689	223,3144251	-10,53624759
61122000	41,64545131	5,381007612	105,0897342	-275,6731714	46,88004903
61135000	-10,55571605	-3,973963416	-15,44331656	-24,60315727	-274,575285
61140000	117,1882974	74,91707372	149,7741371	1,272320833	74,31573601
61175000	3,942359169	-3,047796359	-34,40553082	97,43587502	-60,04513004

Continua...

Tabela 129 – Cont.

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61202000	32,37089214	29,6749957	-32,6734972	130,9124606	-63,9952465
61267000	65,4137942	-15,83526428	350,0595336	-2402,962454	236,1318765
61271000	-23,74568443	-28,09352829	-54,29571773	44,39539997	-72,76864114
61280000	-12,64186895	-31,40559764	8,806196635	-101,9113458	-23,3101257
61285000	-13,9652089	-23,09538952	-33,8438902	51,68487762	-57,10274101
61295000	96,44386693	29,84754251	268,8966652	-1000,400462	169,8581847
61305000	-4,04800215	-0,756472195	-51,36038116	20,14310492	-79,73976573
61343000	-4,140834714	-29,70889818	43,96212034	-253,8110688	3,455174531
61350000	31,46380969	28,35430524	-32,30321454	132,0665984	-63,36335872
61360000	129,4903789	36,63870932	412,6665121	-1954,299103	279,115471
61370000	18,2334264	7,535256345	-15,98883603	118,6028345	-46,69616042
61410000	-0,092324488	8,73203305	63,28031285	-29,614641	-111,5399815
61425000	10,70447976	21,85347365	255,5374964	-33,66532235	-104,9998643
61460000	-4,575050831	-3,987998598	-54,48741175	46,34312972	-78,29644977
61473000	-25,15571404	-32,24704705	-45,65382584	36,942285	-65,29944677
61500000	-3,363459659	-10,7281924	-36,16403557	82,7076206	-60,44456135
61510000	-9,668310305	-4,360805989	-39,58140437	-10,26702705	-70,93895207
61520000	1,063433245	-6,647124266	-33,21118133	91,06278377	-58,60860058
61530000	32,18118795	7,678903964	46,33249904	-11,87770578	1,601585031
61537000	-3,307856281	4,368587881	10,2483902	-23,91494532	-132,2774795
61565000	90,72381652	54,68669492	114,298351	12,71503954	49,09448747
61568000	20,35519866	10,3792613	-17,73371425	125,7170689	-48,43043941
61610000	-13,7710197	-19,02146776	-47,30601154	63,64432124	-68,32983695

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 128 e 129 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,253248749484951 P_{eq750}^{1,04062643078803} \quad (94)$$

Na Figura 107 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

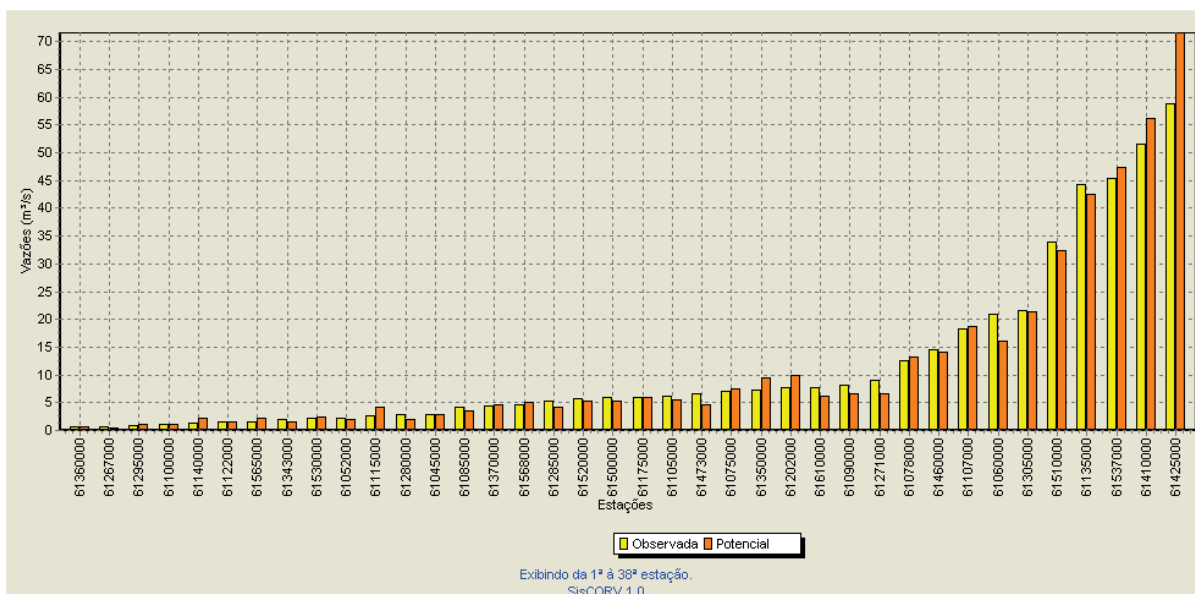


Figura 107 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,011185 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.2.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 130 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 131 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 130 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98495	0,97715	0,68851	0,74055	0,20666
R ² ajustado	0,98453	0,97652	0,67986	0,73334	0,18462
Erro padrão	2,23007	0,18564	0,68542	9,25965	0,31046
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00414
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,42879	0	0	0	0
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,00414
Erro padrão: Intercepto	0,45216	0,0836	0,13897	4,17024	0,06295
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,006948358	0,02611391	0,002135585	1,302577344	0,000967304

Tabela 131 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61045000	14,39337472	2,739616007	14,08400876	51,41773442	-20,36250998
61052000	14,29070809	-2,481046215	50,04633713	-93,44346131	8,681689648
61060000	-20,34566268	-19,54256953	-61,69049218	14,93796354	-81,9821642
61075000	11,47330983	8,214421389	-35,51950263	109,5483485	-61,53348709
61078000	12,1263989	12,33684743	-45,70004794	75,59896885	-72,78398789
61085000	-6,038861783	-14,17244223	-15,73269961	50,22577271	-42,27937982
61090000	-9,784889035	-13,01858925	-45,11451185	72,08514582	-66,43761092
61100000	31,20967796	-0,215254261	165,8159459	-694,6903869	99,69036935
61105000	-3,979014385	-8,585630535	-35,75229921	84,2103305	-59,20750393
61107000	2,072553405	3,746952615	-50,02677527	36,85114593	-77,64589841
61115000	41,06699551	31,29524247	11,37012175	155,1842819	-25,80297661
61122000	31,58694131	7,745167333	106,6193616	-277,7968473	52,30274179
61135000	-10,15413533	-6,01531289	-15,96767633	-24,73714795	-330,0424338
61140000	76,45868472	52,72847497	115,9866451	-17,15956229	55,1843642
61175000	4,121468683	-0,470426457	-32,42655902	99,98101397	-57,56670093
61202000	30,51708329	28,82505904	-32,48636919	128,4632222	-62,73091013
61267000	51,72519769	-6,244327937	386,1510943	-2557,8119	273,545402
61271000	-20,77532331	-23,72316126	-51,287673	51,4245935	-70,07216748
61280000	-18,79223018	-30,93958548	8,301110615	-103,6372451	-21,4211602
61285000	-12,22989064	-18,44216347	-29,91130331	57,54148451	-53,17660835
61295000	71,30899861	28,84803325	258,5152818	-967,9588327	169,8749936
61305000	-0,741542657	1,433665164	-49,51999765	23,87701007	-78,25809639
61343000	-10,16510662	-27,19337208	46,80886639	-256,9731456	8,582287292
61350000	24,77866739	22,89328975	-34,60168958	121,1329945	-63,47014019
61360000	67,14460209	16,38472278	325,7995936	-1623,955648	223,9798568
61370000	13,29112983	6,499080838	-16,7357858	112,6703859	-45,55847031
61410000	-6,205403615	-1,051228483	50,50454954	-34,38290737	-111,4995794
61425000	12,1479311	19,14041832	250,7665953	-33,30320244	-105,3300696
61460000	-2,345493523	-1,940734769	-52,92821098	49,73626422	-76,80490979
61473000	-24,5069726	-29,25486971	-43,23862318	40,34852545	-62,65408275

Continua...

Tabela 131 – Cont.

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61500000	-2,072645694	-6,986784199	-33,32788748	87,50717903	-57,41675497
61510000	-6,428914312	-2,963771968	-37,70249342	-7,5412735	-69,28097416

61520000	4,538724792	-0,713132328	-28,79474772	100,1539901	-54,51465676
61530000	13,43505203	-1,041336483	33,29468545	-23,00749805	-4,714437933
61537000	-1,691433325	3,182351268	10,58992694	-23,15004496	-135,6780646
61565000	59,86380809	39,03903181	90,85891133	-4,110056177	36,71016466
61568000	14,54396623	8,273934408	-19,17125047	117,8127923	-47,77954564
61610000	-12,15278884	-15,65001859	-44,87777708	68,38805609	-65,8412256

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 130 e 131 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,314963212167802 P_{eq750}^{1,02464066939948} \quad (95)$$

Na Figura 108 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

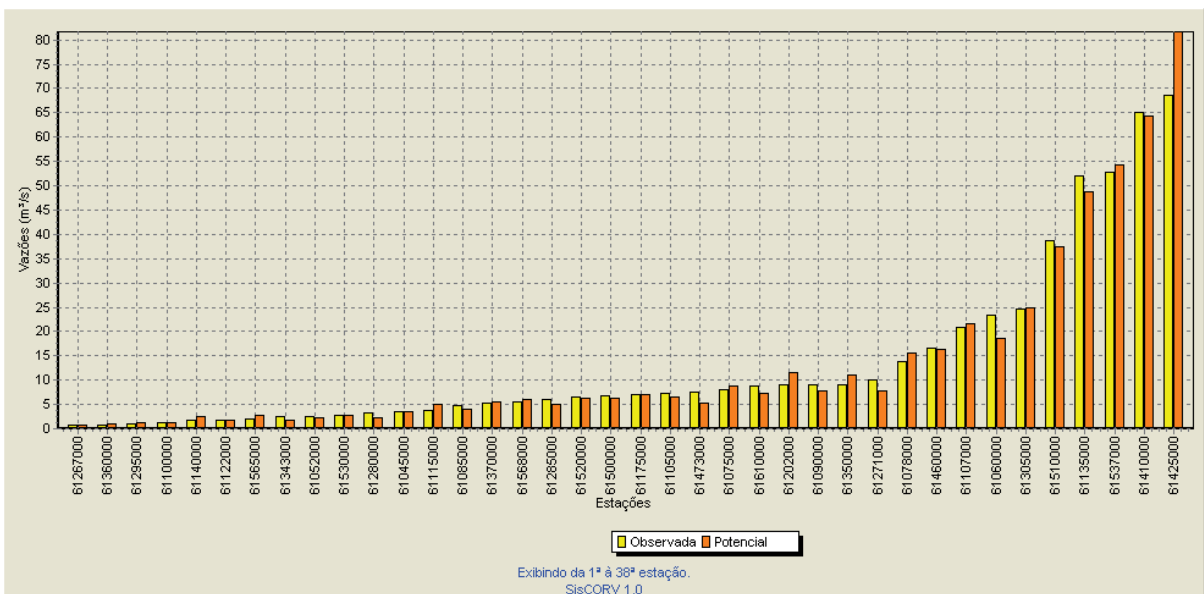


Figura 108 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,012745 e não houve necessidade de imposição do valor limite de

vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.2.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGENÊA 2

4.2.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 132 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 133 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 132 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,9969	0,99651	0,68713	0,73427	0,14937
R^2 ajustado	0,99656	0,99612	0,65237	0,70474	0,05486
Erro padrão	4,22212	0,09452	0,89453	39,11873	0,20812
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00161	0,00075	0,24035
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,10501	0,01218	0,0001	0,02183	0,0431
Teste T (Valor-P): Peq 750 (m^3/s)	0	0	0,00161	0,00075	0,24035
Erro padrão: Intercepto	1,5772	0,07108	0,33416	29,41804	0,07774
Erro padrão: Peq 750 (m^3/s)	0,011457153	0,019056217	0,002427391	7,886760492	0,000564757

Tabela 133 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61695000	-5,11197783	-4,719797341	-45,50845844	131,7105909	-73,15204875
61700000	11,32139952	-5,606534532	15,78115967	57,71436078	-35,07696538
61770000	50,30292136	2,153083892	125,472088	-392,5137309	31,24202558
61795000	-6,251267611	-2,898264832	-55,94340554	105,7903725	-80,37699804
61815000	195,8353073	9,110145384	580,328838	-4270,526171	306,695858
61826000	26,23855665	15,66709353	6,480618054	174,4665755	-42,15296374
61865000	-12,14432531	-14,7955101	-40,04509857	115,9571105	-68,85933696
61879000	-7,584936193	-7,674547544	-45,41267437	127,0837287	-72,83332771
61886000	-7,060995625	-1,464253954	-60,04421772	28,63093911	-87,63507541
61902000	5,713590981	11,36878293	-4,833848033	-10,53277924	-21486,1057
61912000	-1,760899034	2,887060384	76,99508189	-33,07819089	-106,8598793

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 132 e 133 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,80069580542187 P_{eq750}^{0,965584366588658} \quad (96)$$

Na Figura 109 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

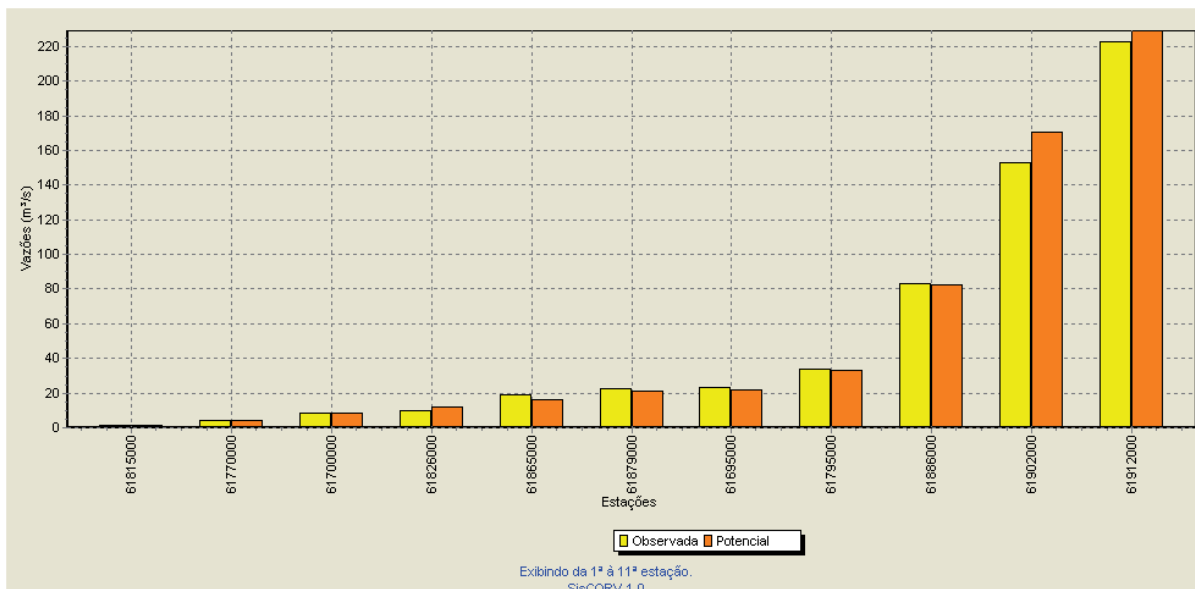


Figura 109 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,43148 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,43148 P_{eq} \quad (97)$$

Na Figura 110 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição do coeficiente de escoamento, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

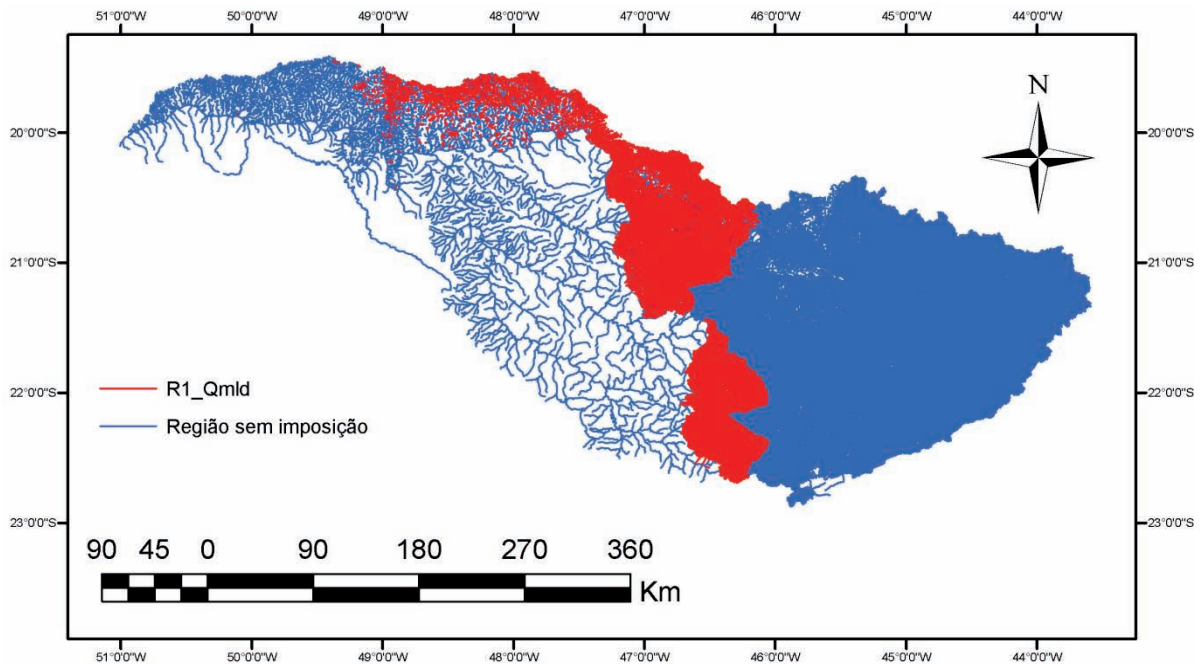


Figura 110 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.2.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 134 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 135 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 134 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,92803	0,97704	0,68019	0,60705	0,1275
R^2 ajustado	0,92003	0,97449	0,64466	0,56338	0,03056
Erro padrão	5,3109	0,25942	0,96814	12,40968	1,41527
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00178	0,00471	0,28102
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,7136	0	0,18866	0,06058	0,06366
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m^3/s)	0	0	0,00178	0,00471	0,28102
Erro padrão: Intercepto	1,98392	0,19509	0,36165	9,33232	0,52868
Erro padrão: Peq 750 (m^3/s)	0,014411679	0,052302874	0,002627148	2,501926052	0,003840474

Tabela 135 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61695000	-11,82306302	-5,969448051	-48,1386569	161,044199	-77,86816268
61700000	-49,57471772	-22,39798006	-4,011446123	30,82697276	-52,79647695
61770000	-78,09272898	17,25008963	170,2555236	-652,6806465	38,44455075
61795000	31,83574866	33,49260866	-42,3436417	219,5073136	-77,97937784
61815000	-324,9458061	20,9660285	738,0919454	-7010,698745	342,0234216
61826000	-12,83060543	10,69310253	1,034615104	194,5288148	-52,00793153
61865000	-38,03459313	-29,73872164	-51,74623826	103,4472201	-78,18008365
61879000	-31,90755272	-26,7523592	-58,15523659	105,8096585	-81,94473228
61886000	15,00278159	11,30397087	-57,15175273	57,74784927	-89,09178333
61902000	44,49942674	39,27716739	19,0448135	16,98101377	-311,6444408
61912000	-15,14943806	-18,03973941	47,82140078	-45,14403357	-103,740147

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 134 e 135 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,128877773924834 P_{eq750}^{1,0234902377591} \quad (98)$$

Na Figura 111 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

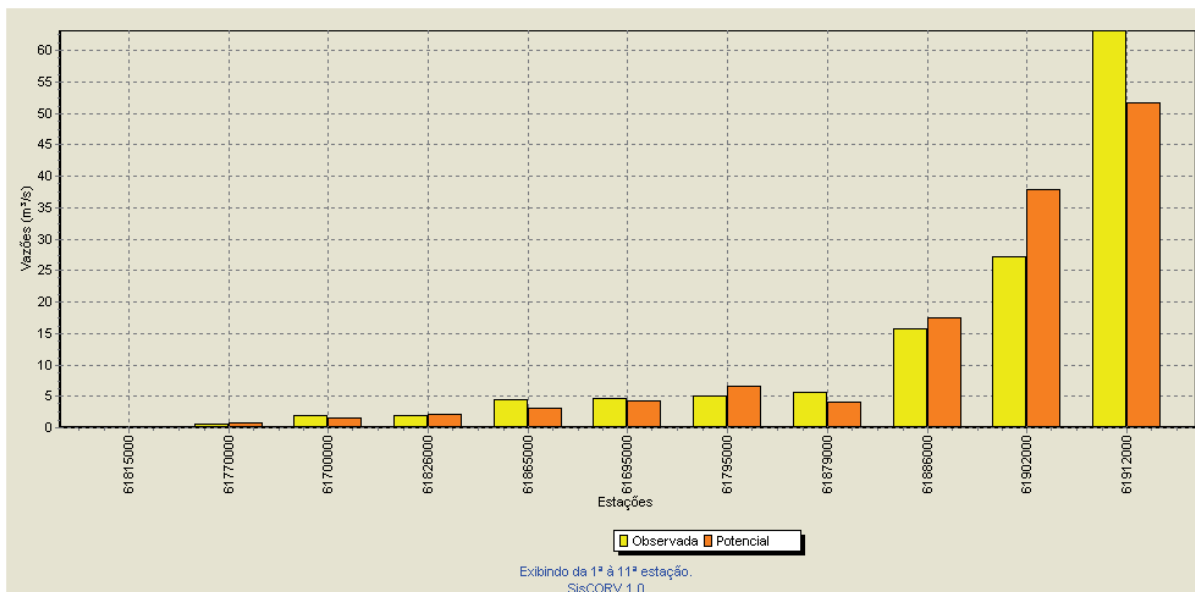


Figura 111 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,005028 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.2.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 136 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 137 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 136 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97563	0,9867	0,68987	0,6754	0,13992
R ² ajustado	0,97292	0,98522	0,65541	0,63933	0,04436
Erro padrão	4,11263	0,19283	0,931	15,00875	0,81443
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00154	0,00191	0,25709
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,89289	0	0,02462	0,03628	0,0514
Teste T (Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0	0	0,00154	0,00191	0,25709
Erro padrão: Intercepto	1,5363	0,14501	0,34778	11,28687	0,30424
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,011160037	0,038876066	0,002526371	3,025925557	0,002210047

Tabela 137 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61695000	-2,284723263	0,049026483	-44,2714556	164,874893	-74,37559377
61700000	-17,5173197	-10,69705211	9,838089251	51,14438892	-41,98383414
61770000	-5,522276226	12,47712987	154,7810541	-547,2955525	40,06237433
61795000	29,69128664	31,52095831	-42,34641352	201,1140558	-76,21547625
61815000	-46,78565526	11,42179734	643,164863	-5639,462636	320,3550655
61826000	2,333328285	7,85291751	-1,545911339	175,9661527	-49,73047805
61865000	-31,57766617	-29,18874276	-51,0959031	95,61511872	-76,20363022
61879000	-22,06198046	-20,07597242	-53,91988805	114,1259457	-78,58234133
61886000	-0,990248431	-0,494424939	-60,96815233	36,59845016	-89,16435086
61902000	21,31059316	21,78348469	4,845123151	0,296152351	-469,7866285
61912000	-8,584943179	-8,199591653	64,82794139	-39,44017639	-104,8968305

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 136 e 137 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,206707850165777 P_{eq750}^{1,00440275480142} \quad (99)$$

Na Figura 112 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

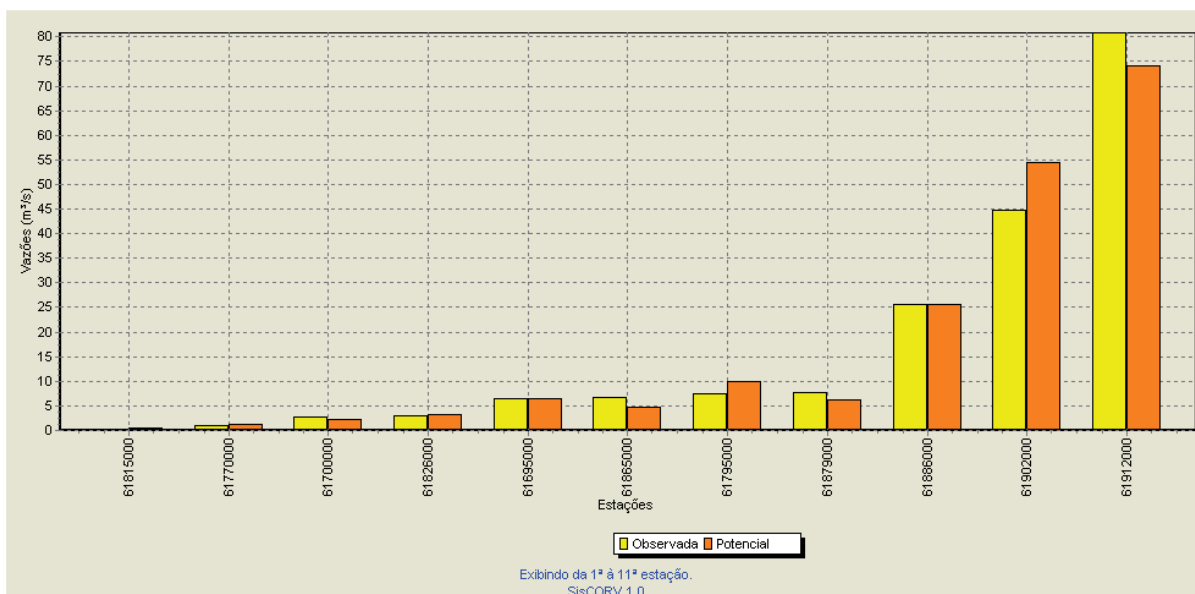


Figura 112 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,007359 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.2.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 138 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 139 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 138 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,972	0,98958	0,70146	0,66481	0,14789
R ² ajustado	0,96889	0,98842	0,66828	0,62757	0,05321
Erro padrão	5,36773	0,16906	0,90471	18,57353	0,626
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00129	0,00222	0,24289
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,8149	0	0,00883	0,03944	0,04493
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0	0	0,00129	0,00222	0,24289
Erro padrão: Intercepto	2,00515	0,12714	0,33796	13,96765	0,23385
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,014565894	0,034084442	0,002455029	3,744625003	0,001698728

Tabela 139 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
61695000	-8,292946459	-4,145545173	-46,56153475	153,2710021	-74,43888061
61700000	-19,32085302	-4,607381441	16,49919038	57,24497819	-35,98393829
61770000	-24,31919871	10,81252457	147,8983708	-543,4831125	41,77497845
61795000	21,64551519	24,19336662	-45,33659676	185,0900112	-76,54273343
61815000	-99,51575642	6,11498003	592,6817836	-5293,362378	307,6022831
61826000	-1,273787051	10,08803512	0,06297092	178,2552548	-46,84896803
61865000	-31,96484407	-27,12405374	-49,74592898	100,1276882	-74,56112844
61879000	-19,97869329	-16,05458698	-51,57878763	124,3176048	-76,58757276
61886000	4,850551559	4,04548688	-58,74970103	44,49659625	-88,10444655
61902000	23,09063006	20,78808974	5,544005008	1,312606868	-763,295692
61912000	-9,556137881	-11,52097573	61,4276923	-40,39630705	-105,0829007

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 138 e 139 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,256110419534423 P_{eq750}^{0,996244913962986} \quad (100)$$

Na Figura 113 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

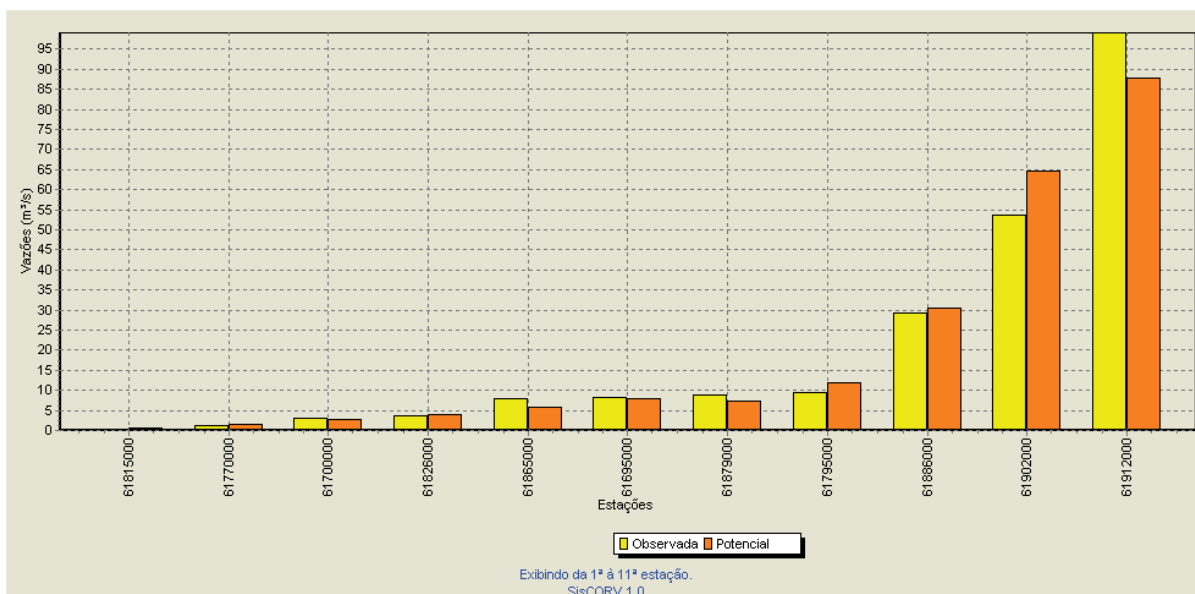


Figura 113 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,008636 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.3. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na parte de maior detalhamento da hidrografia da bacia do Paranaíba consistiram em duas regiões hidrologicamente homogêneas (regiões Med1 e Med2) considerando a regionalização da vazão média de longa duração (Q_{mld}) e em duas regiões hidrologicamente homogêneas distintas (regiões Min1 e Min2) considerando a regionalização das vazões mínimas (Q_{95} , Q_{95} e $Q_{7,10}$). Nas Figuras 114 e 115 pode-se observar as divisões das regiões homogêneas.

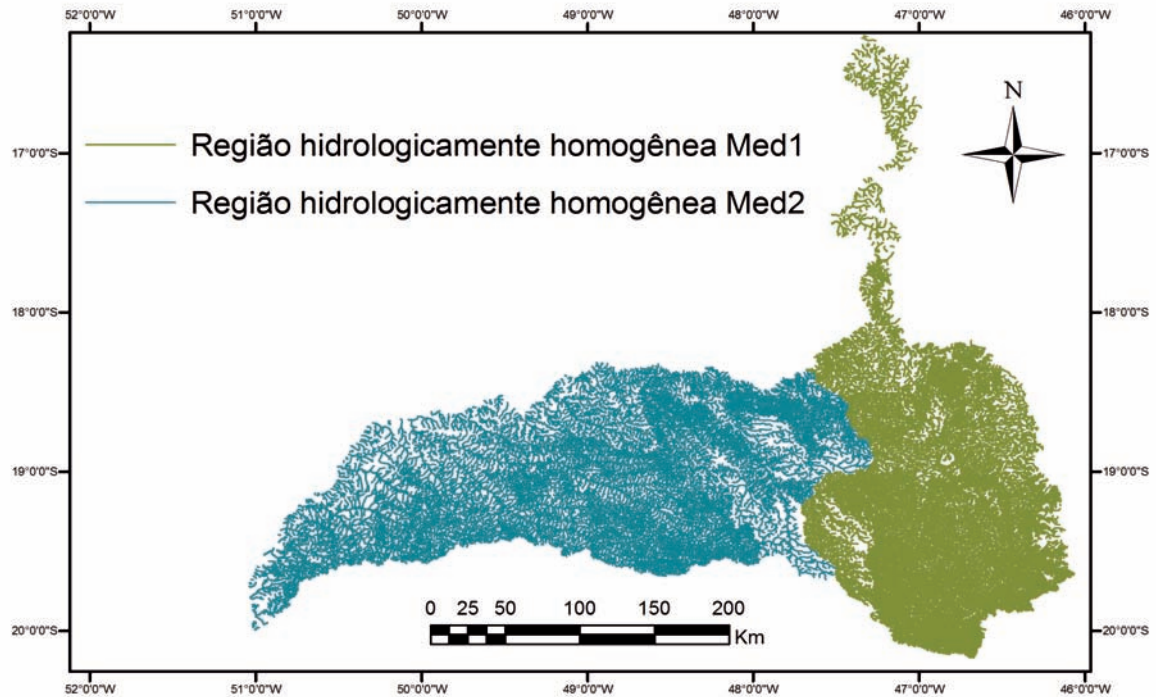


Figura 114 – Regiões hidrológicamente homogêneas considerando a regionalização da Q_{mld} .

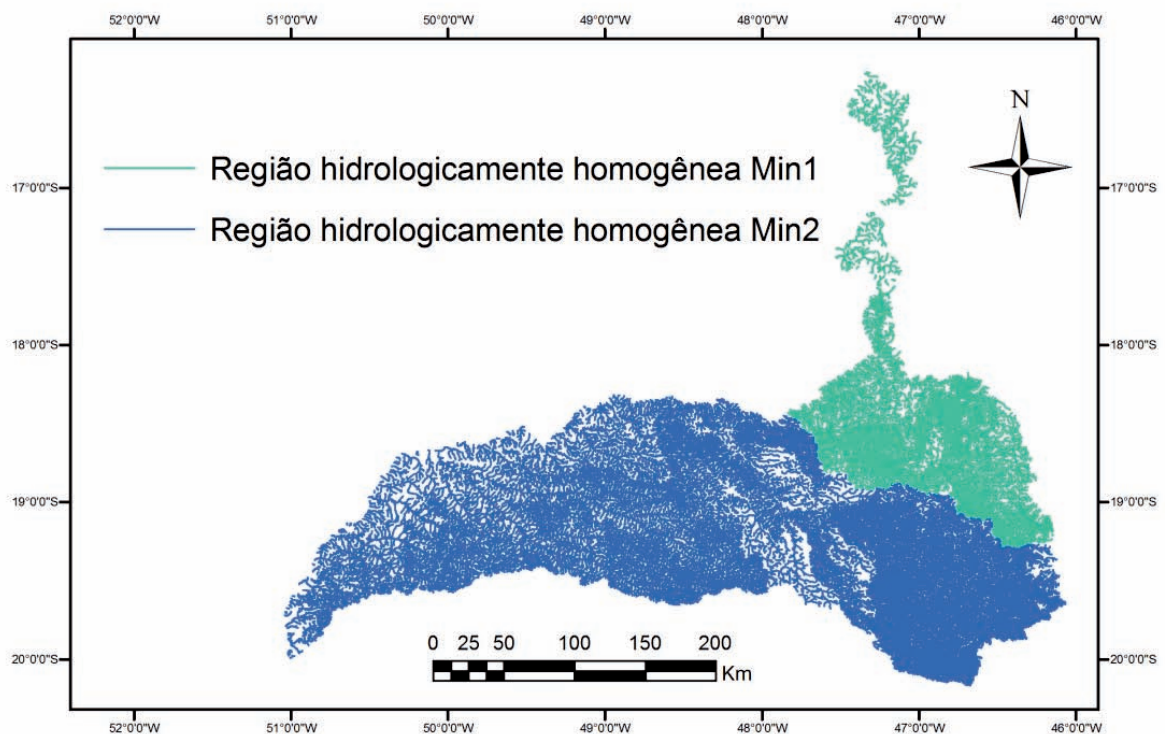


Figura 115 – Regiões hidrológicamente homogêneas considerando a regionalização das $Q_{minimas}$.

Nas Tabelas 140, 141, 142 e 143 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações das regiões hidrológicamente homogêneas

Med1, Med2, Min1 e Min2, respectivamente. Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que a estação 60100000 consistiu “*outlier*” para a região Med1, a estação 60925001 consistiu “*outlier*” para a região Med2, as estações 60100000 e 60110000 para a região Min1 e as estações 60925001 e 60220000 para a região Min2 e, portanto, foram retiradas das análises subsequentes.

Tabela 140 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região Med1’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Código	Nome da estação	Área (km²)	Qmld (m³/s)	Peq (m³/s)	Peq750 (m³/s)
60010000	SANTANA DE PATOS	2714	47,548	128,568	63,505
60011000	PATOS DE MINAS	3632	63,774	178,614	88,008
60020000	PONTE SÃO MARCOS	4445	73,807	199,482	93,515
60030000	CAMPO ALEGRE DE GOIÁS	8386	141,781	379,815	179,23
60040000	FAZENDA SÃO DOMINGOS	10659	186,197	501,109	237,511
60050000	DAVINÓPOLIS	902	16,135	43,771	21,165
60110000	ABADIA DOS DOURADOS	1906	27,757	88,953	43,311
60220000	DESEMBOQUE	1073	27,55	53,199	27,654
60250000	FAZENDA SÃO MATEUS	1231	30,13	63,262	32,385
60265000	IBIÁ	1307	28,617	66,173	33,581

Tabela 141 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região Med2’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Código	Nome da estação	Área (km²)	Qmld (m³/s)	Peq (m³/s)	Peq750 (m³/s)
60130000	FAZENDA CACHOEIRA	125	2,2	6,15	3,028
60145000	IRAÍ DE MINAS	82	1,716	4,33	2,14
60150000	ESTRELA DO SUL	787	14,629	41,011	20,125
60381000	FAZENDA LETREIRO	924	13,811	37,313	18,587
60615000	FAZENDA CACHOEIRA	199	3,341	9,225	4,543
60835000	FAZENDA PARAÍSO	1469	26,799	71,9	35,823
60845000	ITUIUTABA	6154	103,23	295,738	145,123
60850000	FAZENDA BURITI DO PRATA	2526	37,881	114,622	56,283
60855000	PONTE DO PRATA	5174	71,506	241,257	116,852

Tabela 142 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da 'Região Min1' utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q7,10 (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
60010000	SANTANA DE PATOS	2714	10,844	12,882	7,277	128,568	63,505
60011000	PATOS DE MINAS	3632	13,575	16,487	8,421	178,614	88,008
60020000	PONTE SÃO MARCOS	4445	15,114	20,263	9,278	199,482	93,515
60030000	CAMPO ALEGRE DE GOIÁS	8386	33,517	42,022	21,68	379,815	179,23
60040000	FAZENDA SÃO DOMINGOS	10659	46,0192	55,435	28,868	501,109	237,511
60050000	DAVINÓPOLIS	902	3,424	4,238	2,167	43,771	21,165
60130000	FAZENDA CACHOEIRA	125	0,478	0,628	0,219	6,15	3,028

Tabela 143 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da 'Região Min2' utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q7,10 (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
60145000	IRAÍ DE MINAS	82	0,524	0,653	0,295	4,33	2,14
60150000	ESTRELA DO SUL	787	5,367	6,263	3,253	41,011	20,125
60250000	FAZENDA SÃO MATEUS	1231	12,363	13,417	9,906	63,262	32,385
60265000	IBIÁ	1307	10,089	11,439	6,432	66,173	33,581
60381000	FAZENDA LETREIRO	924	4,229	4,936	2,686	37,313	18,587
60615000	FAZENDA CACHOEIRA	199	1,412	1,575	1,067	9,225	4,543
60835000	FAZENDA PARAÍSO	1469	6,885	8,436	3,85	71,9	35,823
60845000	ITUIUTABA	6154	34,749	40,152	24,706	295,738	145,123
60850000	FAZENDA BURITI DO PRATA	2526	10,928	12,56	7,939	114,622	56,283
60855000	PONTE DO PRATA	5174	19,178	23,131	13,135	241,257	116,852

4.3.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA Med1

4.3.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 144 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 145 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 144 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99535	0,97673	0,91259	0,88232	0,64943
R ² ajustado	0,99476	0,97383	0,90166	0,86761	0,60561
Erro padrão	4,08482	0,12713	0,24643	20,53957	0,01088
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00002	0,00006	0,00488
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,80797	0,84	0	0,00042	0,00005
Teste T (Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0	0	0,00002	0,00006	0,00488
Erro padrão: Intercepto	2,01236	0,21728	0,1214	35,10423	0,00536
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,018820776	0,052134948	0,001135426	8,422857024	5,01253E-05

Tabela 145 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 10 estações fluviométricas situadas na região homogênea Med1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial (%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60010000	5,035758819	6,088666158	-16,93511587	42,8875024	-30,07792408
60011000	8,221317763	8,032948276	-20,14054971	39,91007083	-38,14483038
60020000	-0,681160826	-1,079116968	-26,93818704	26,25598493	-44,21452286
60030000	-1,234337164	-4,124221063	-7,436220463	-4,342949045	-8,959882696
60040000	-0,427580807	-4,461378754	29,04073758	-17,29749862	-253,4908777
60050000	5,251429776	9,42444904	57,75666585	-123,1603111	62,04173041
60110000	23,29076064	26,07319109	15,39028536	54,82399891	6,037968471
60220000	-20,02498461	-17,26093142	-1,175493815	-50,24562954	-1,888989746
60250000	-14,65014701	-12,0245774	-5,091721465	-20,31391039	-8,021125827
60265000	-6,883022167	-4,106356592	1,174750919	-7,831865406	-2,534144908

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 144 e 145 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,955692494424379 P_{eq750}^{0,955444532015032} \quad (101)$$

Na Figura 116 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

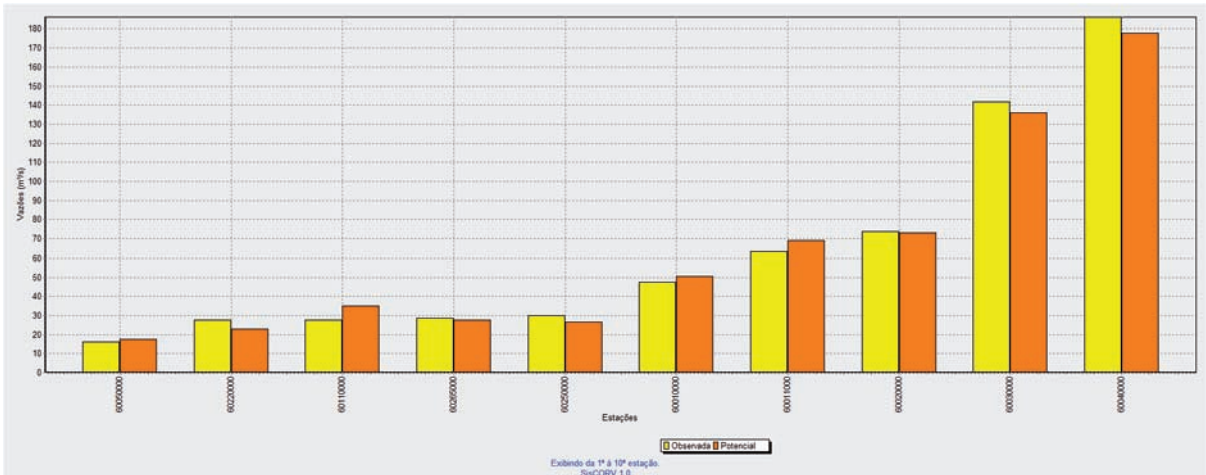


Figura 116 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Med1 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,517868 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,517868 P_{eq} \quad (102)$$

Na Figura 117 é mostrado o mapa correspondente à imposição de um limite de imposição para o CE, sendo os trechos em vermelho aqueles onde a imposição da restrição foi aplicada.

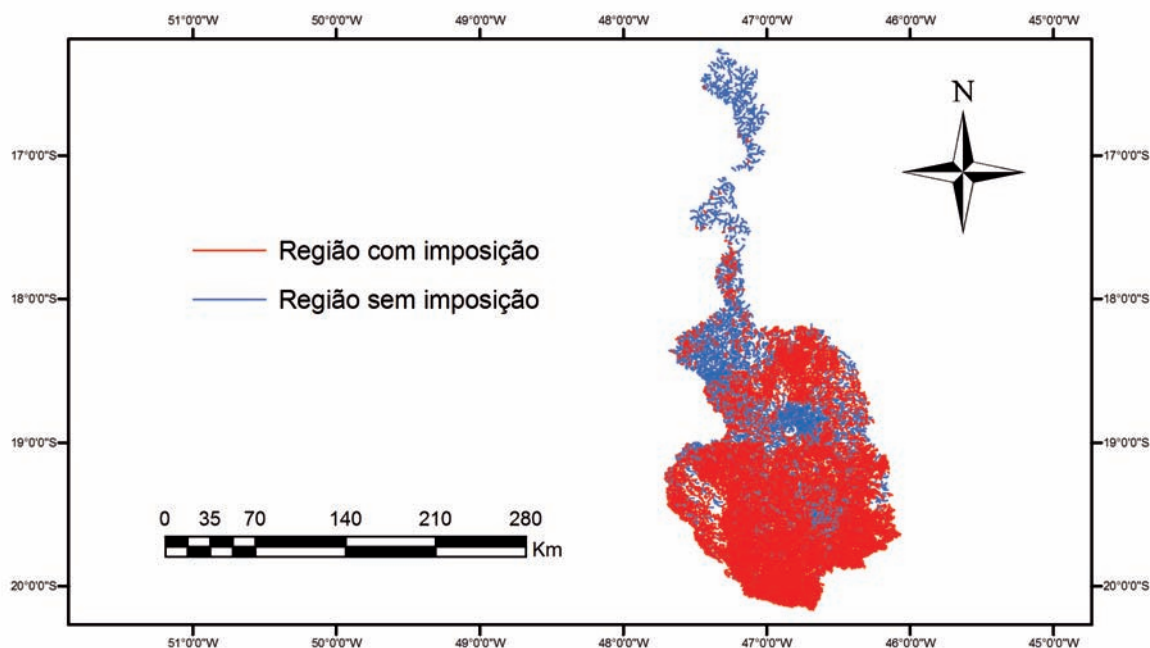


Figura 117 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.3.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 146 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 147 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 146 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,99155	0,99728	0,71422	0,65977	0,30639
R^2 ajustado	0,98986	0,99674	0,65707	0,59173	0,16766
Erro padrão	1,04863	0,09443	0,96827	6,6552	1,52401
Teste F(Valor-P)	0	0	0,01665	0,02644	0,19738
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,18676	0	0,88583	0,19467	0,10117
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m^3/s)	0	0	0,01665	0,02644	0,19738
Erro padrão: Intercepto	0,63778	0,10921	0,5889	7,6974	0,9269
Erro padrão: Peq 750 (m^3/s)	0,005098944	0,025817623	0,004708182	1,819621165	0,007410427

Tabela 147 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 7 estações fluviométricas situadas na região homogênea Min1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial (%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60010000	-5,602702573	-9,106333338	-56,77960229	64,86691881	-88,15296033
60011000	17,51444542	12,67546652	-43,84606719	64,42150027	-86,65873608
60020000	13,99737295	9,372937384	-44,13797992	52,94815091	-87,00495924
60030000	-2,373679515	-3,895118458	-0,442487006	-17,54255708	-140,2602815
60040000	-1,742613576	-1,462167876	97,23183614	-32,54813627	-104,579599
60050000	-24,3436226	-9,425657867	-28,24999554	166,4040666	-71,61879128
60130000	-373,8204	4,081488959	423,5298358	-2488,759137	149,4211112

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 146 e 147 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,0671227242177454 P_{eq750}^{1,10584819643037} \quad (103)$$

Na Figura 118 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

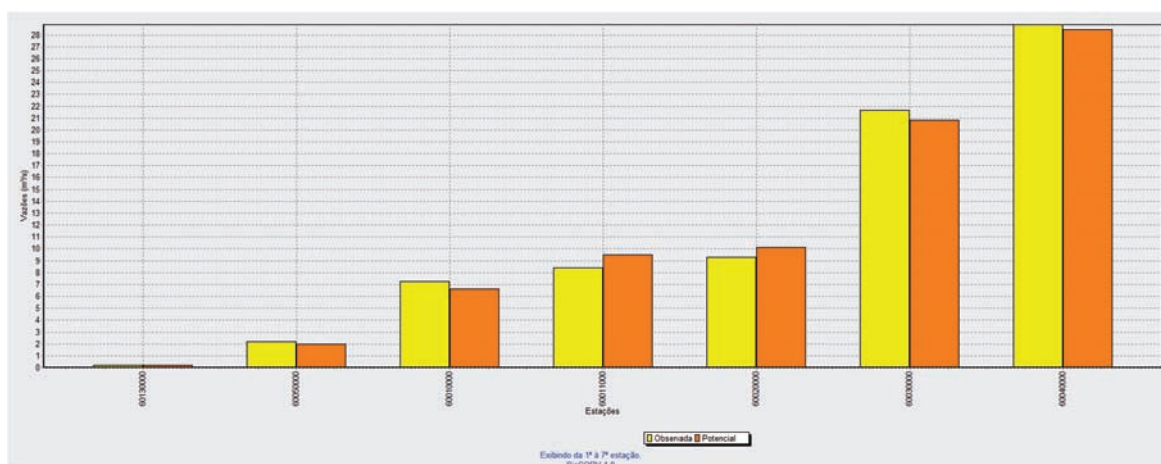


Figura 118 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Min1 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de

$Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,002708 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.3.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 148 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 149 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 148 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,994	0,99825	0,73995	0,66035	0,32339
R ² ajustado	0,99281	0,9979	0,68794	0,59242	0,18807
Erro padrão	1,39508	0,07104	0,86554	10,50035	0,68394
Teste F(Valor-P)	0	0	0,013	0,02632	0,1828
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,17266	0	0,24765	0,14269	0,08667
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0	0	0,013	0,02632	0,1828
Erro padrão: Intercepto	0,84216	0,09491	0,5225	14,02736	0,41287
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,003197627	0,019256732	0,001983893	2,846218711	0,001567641

Tabela 149 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas sete estações fluviométricas situadas na região homogênea Min1 considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial (%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60010000	-3,197102687	-2,983964656	-52,18954726	72,58675215	-83,73223792
60011000	11,27005808	8,656649136	-44,45852665	59,35945541	-83,46764787
60020000	12,65382463	9,332857342	-41,6817594	49,62356394	-83,24962699
60030000	0,334636884	-4,430472286	1,383074435	-15,47949502	-171,0129142
60040000	-2,658273847	-7,455077177	83,00774478	-33,09782222	-106,4680851
60050000	-21,41017868	1,526777285	-19,70999837	167,3748713	-62,18209604
60130000	-261,5270821	-3,373370013	333,4698958	-1826,423135	141,9900801

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 148 e 149 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0714801708748193 P_{eq}^{1,02784298310043} \quad (104)$$

Na Figura 119 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

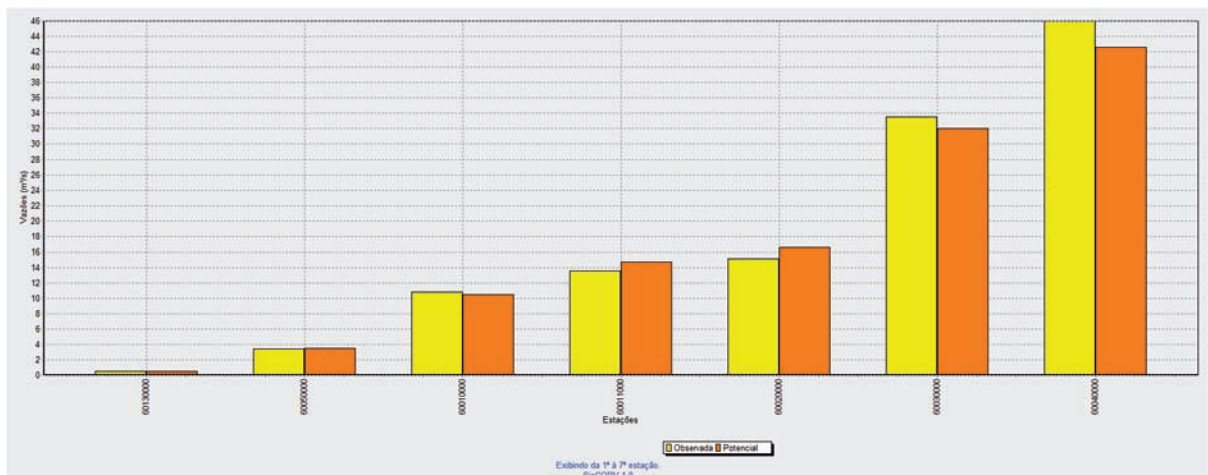


Figura 119 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Min1 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,004317 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.3.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q₉₀)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 150 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 151 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 150 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9968	0,99881	0,74251	0,67404	0,32625
R ² ajustado	0,99616	0,99858	0,69101	0,60885	0,1915
Erro padrão	1,24191	0,05776	0,85098	12,52657	0,51857
Teste F(Valor-P)	0	0	0,01267	0,02358	0,18043
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,17389	0	0,12778	0,06621	0,084
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0	0	0,01267	0,02358	0,18043
Erro padrão: Intercepto	0,74644	0,12185	0,51147	26,4261	0,31169
Erro padrão: Área (km ²)	0,000131636	0,015413156	9,01988E-05	3,342651787	5,4966E-05

Tabela 151 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 7 estações fluviométricas situadas na região homogênea Min1 considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60010000	0,198849289	1,555885999	-50,0163144	79,22233355	-82,3067689
60011000	7,201022064	6,194939431	-46,51501713	59,03332849	-83,16180724
60020000	8,050754691	5,743486654	-42,51155347	40,10625219	-83,02316746
60030000	0,794546953	-3,796742635	6,911078901	-16,20292355	-151,3159833
60040000	-2,305405064	-7,306240567	76,52804804	-31,82805511	-107,4920595
60050000	-17,40552389	2,595178065	-18,31270992	165,4192006	-60,25451197
60130000	-184,9415007	-4,154830518	322,054339	-1689,97244	140,9899865

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 150 e 151 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,00481824602333987 \text{ Area}^{1,00005720627225} \quad (105)$$

Na Figura 120 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra

amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

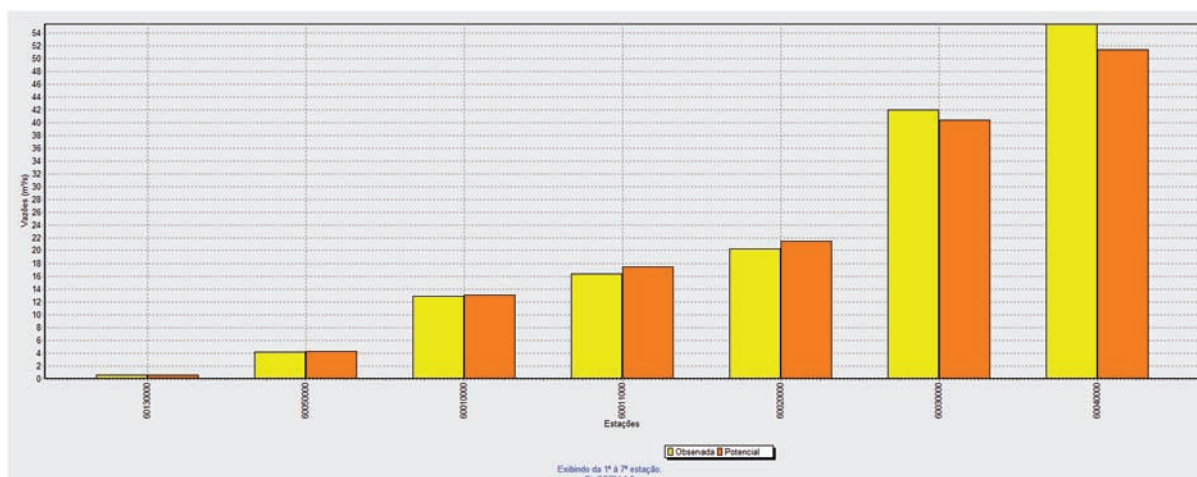


Figura 120 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Min1 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,005201 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.3.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA Med2

4.3.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 152 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 153 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 152 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99095	0,99868	0,76038	0,76132	0,3993
R ² ajustado	0,98966	0,99849	0,72615	0,72722	0,31349
Erro padrão	3,58425	0,05815	0,78385	18,40689	0,17966
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00218	0,00214	0,0679
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,71459	0,00116	0,00357	0,08144	0,00874
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m³/s)	0	0	0,00218	0,00214	0,0679
Erro padrão: Intercepto	1,61185	0,04382	0,3525	13,87041	0,08079
Erro padrão: Peq 750 (m³/s)	0,024192528	0,013269066	0,00529073	4,200312726	0,001212646

Tabela 153 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 9 estações fluviométricas situadas na região homogênea Med2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60130000	20,08823923	5,225249571	123,0308996	-382,842357	60,64918837
60145000	19,32961907	-3,50685764	179,744097	-864,2544116	104,3337028
60150000	-3,666338767	-1,363613891	-48,62929241	114,4268373	-71,30533344
60381000	-5,412960656	-3,239596844	-47,63060332	115,7164663	-70,10866173
60615000	9,438221106	2,529579135	52,50426246	-45,2566187	7,279059173
60835000	-8,177979494	-6,007466952	-58,52105872	59,76101329	-81,07298308
60845000	-5,246531022	-5,724528389	64,35657441	-31,62766418	-110,9143209
60850000	1,135090579	2,886520343	-51,12435643	36,69497972	-81,62078031
60855000	10,31049977	10,39490831	17,24428953	-7,307989841	-194,4675426

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 152 e 153 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{\text{mld}} = 0,793769892664913 P_{\text{eq750}}^{0,96612605554484} \quad (106)$$

Na Figura 121 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

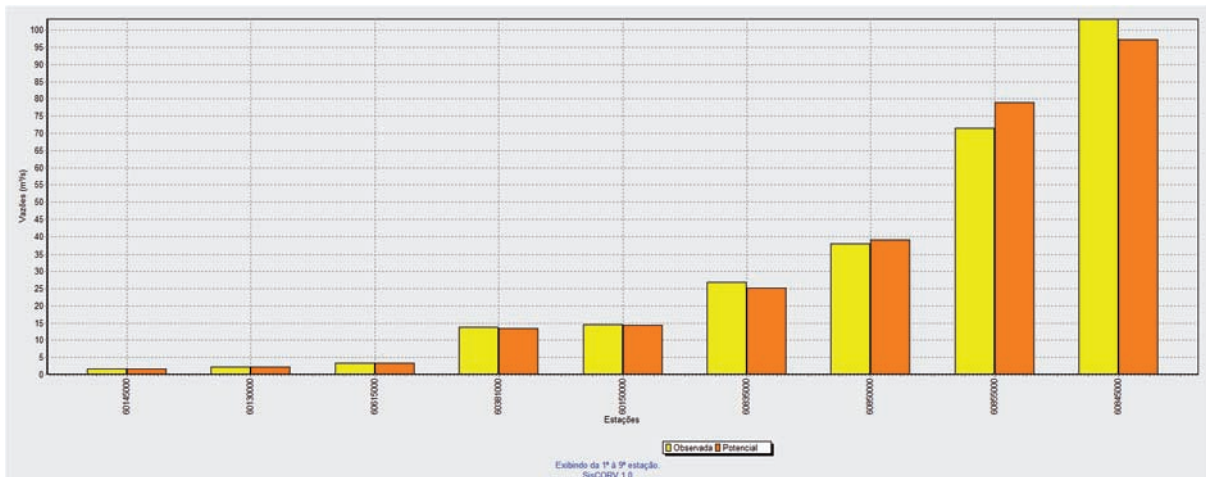


Figura 121 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Med2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,396216 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,396216 P_{eq} \quad (107)$$

Na Figura 122 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição para o CE, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

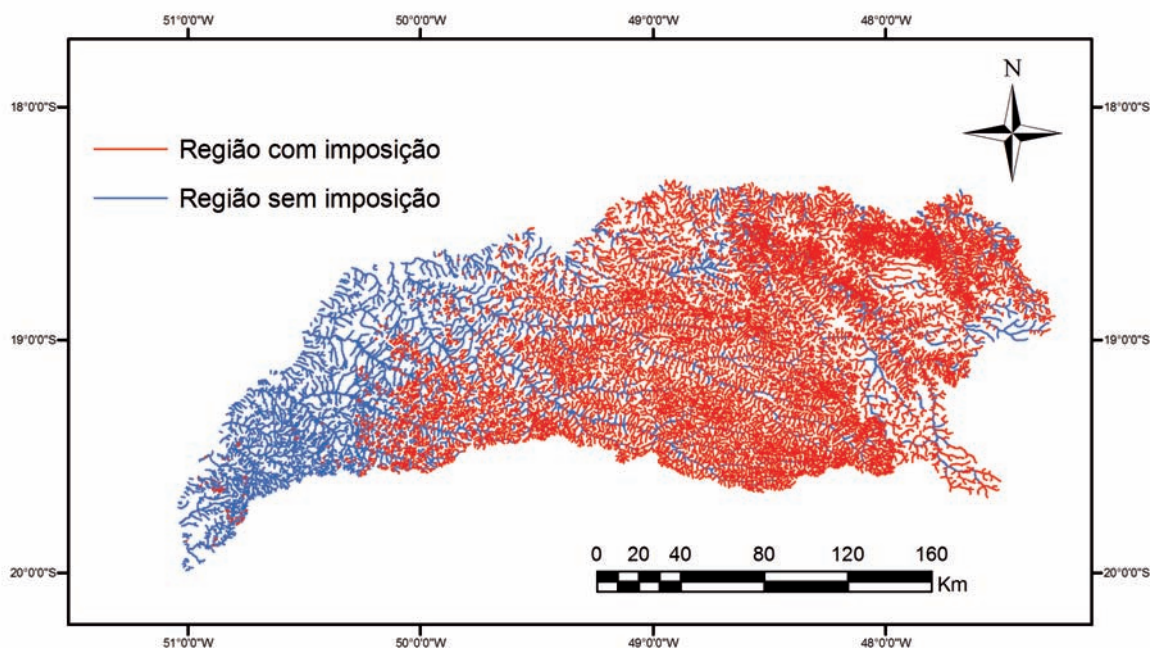


Figura 122 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mid} .

4.3.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 154 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 155 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 154 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,88332	0,93997	0,62963	0,64446	0,21654
R^2 ajustado	0,86874	0,93246	0,58334	0,60002	0,11861
Erro padrão	2,65268	0,33513	0,83239	4,63053	0,95949
Teste F(Valor-P)	0,00005	0	0,00615	0,00518	0,17533
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,62681	0,0005	0,27983	0,11479	0,04382
Teste T(Valor-P): Peq 750 (m^3/s)	0,00005	0	0,00615	0,00518	0,17533
Erro padrão: Intercepto	1,20372	0,29667	0,37772	4,09919	0,43539
Erro padrão: Peq 750 (m^3/s)	0,01854764	0,085161883	0,005820123	1,17669763	0,006708758

Tabela 155 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 10 estações fluviométricas situadas na região homogênea Min2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60145000	210,9421433	32,49143281	449,7991519	-1402,855389	232,4572664
60150000	8,008535386	1,740189486	-26,63880612	90,54956784	-63,40534821
60250000	-46,66629941	-47,42224696	-68,65724357	-15,90540937	-85,93494594
60265000	-15,17271585	-16,17318016	-50,47157681	32,04643933	-77,97127942
60381000	22,54347597	14,22559205	-14,0375819	117,5109463	-56,47528813
60615000	18,48924078	-24,92166219	60,07696026	-144,1290146	-5,85548879
60835000	50,1218145	48,9421524	-13,17682225	128,1243141	-61,99363995
60845000	-12,75065682	-11,94900979	41,2889044	-39,08021302	-109,9468976
60850000	9,993887902	11,09460025	-34,68488662	36,11923796	-73,72303287
60855000	33,04058224	34,71369893	44,85816602	7,192772541	-160,9612083

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 154 e 155 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,189301075764785 P_{eq750}^{0,953117685716721} \quad (108)$$

Na Figura 123 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

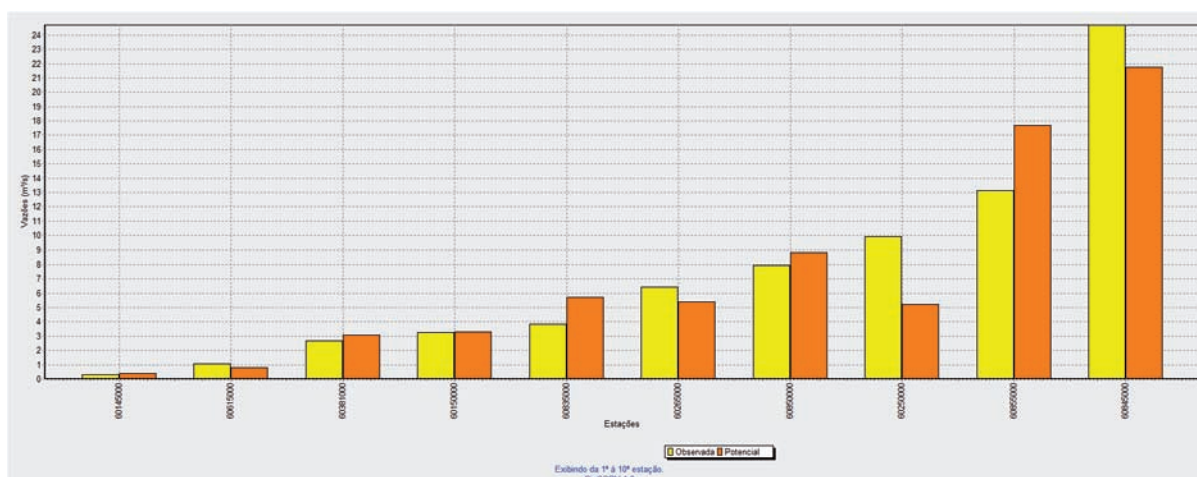


Figura 123 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Min2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,008047 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.3.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 156 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 157 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 156 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,91089	0,96402	0,63926	0,67385	0,24239
R^2 ajustado	0,89976	0,95952	0,59417	0,63308	0,14768
Erro padrão	3,21488	0,24866	0,78731	6,15066	0,53581
Teste F(Valor-P)	0,00002	0	0,0055	0,00361	0,1483
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,4682	0,00074	0,03874	0,10061	0,03152
Teste T (Valor-P): $Peq\ 750\ (m^3/s)$	0,00002	0	0,0055	0,00361	0,1483
Erro padrão: Intercepto	1,45883	0,22013	0,35726	5,44489	0,24314
Erro padrão: $Peq\ 750\ (m^3/s)$	0,022478588	0,063189665	0,005504935	1,562987413	0,003746407

Tabela 157 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 10 estações fluviométricas situadas na região homogênea Min2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60145000	194,9859756	20,55479019	381,9850241	-1105,377353	207,8528868
60150000	-3,074185918	-6,407212046	-31,67212334	67,17561214	-63,60956439
60250000	-37,76449482	-36,90832479	-61,75602017	-2,974659924	-81,55528976
60265000	-21,32450852	-20,0474237	-51,95821836	21,18219541	-77,02165696
60381000	15,60932153	10,35077177	-16,01036078	100,2060825	-54,63610233
60615000	44,06907701	-10,22861718	88,01238192	-134,3799685	16,97036452
60835000	21,89871613	24,36837712	-26,25825609	83,52715772	-65,24836308
60845000	-11,90602901	-10,10436665	40,79373379	-38,05237328	-112,1336855
60850000	14,85722823	19,00982321	-29,00151701	41,89744842	-69,01331121
60855000	29,65134765	33,29809996	41,98039443	5,063928844	-176,9904563

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 156 e 157 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,312554008630718 P_{eq750}^{0,925068527701041} \quad (109)$$

Na Figura 124 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

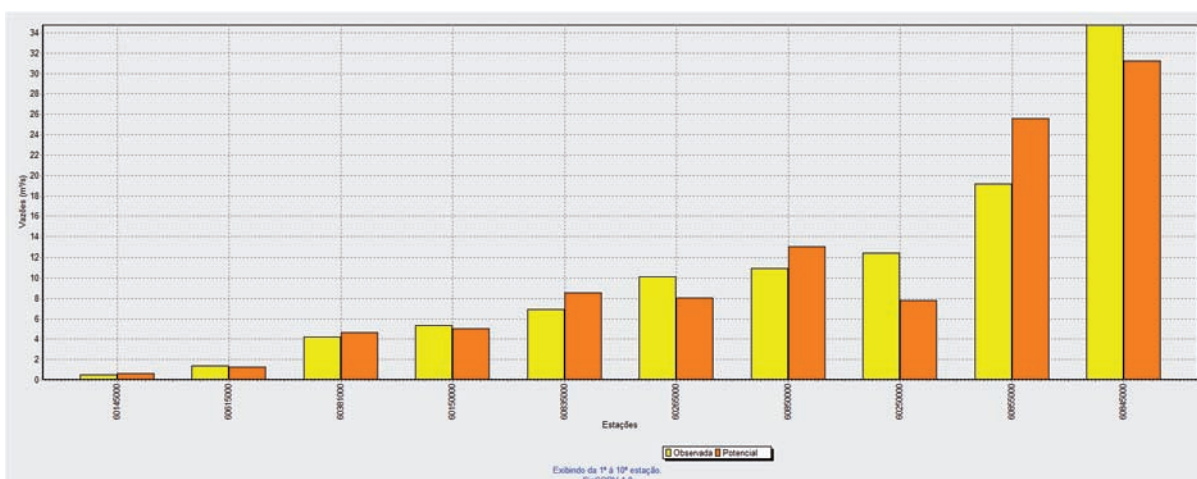


Figura 124 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Min2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,010043 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,010043 \text{ Area} \quad (110)$$

Na Figura 125 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

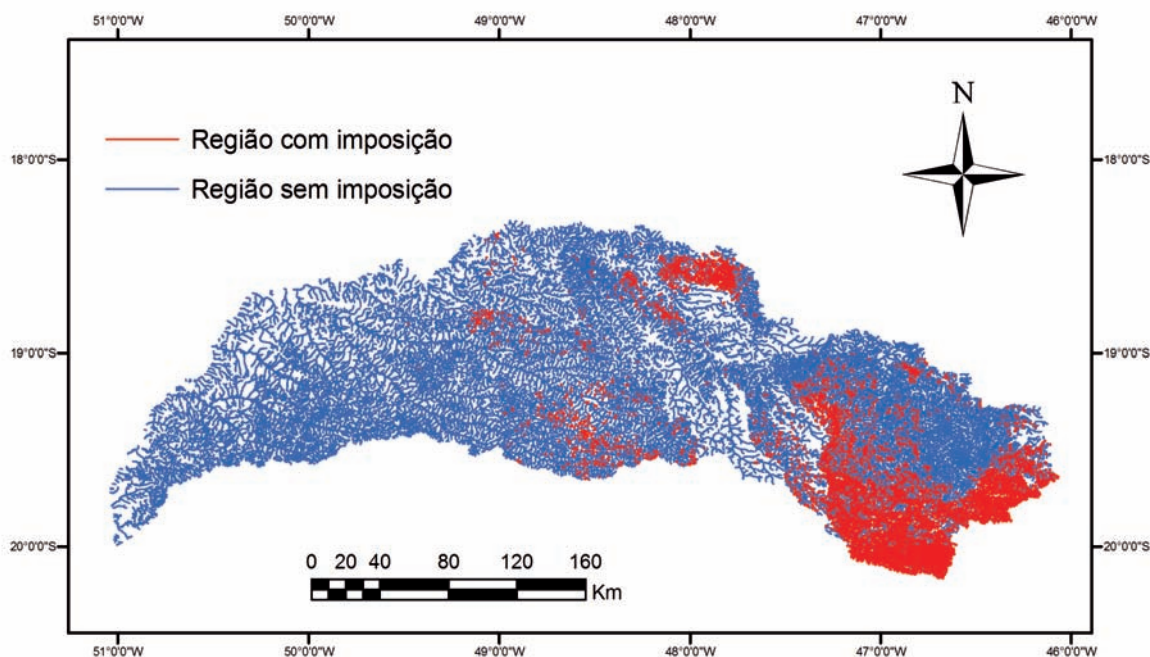


Figura 125 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.3.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 158 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 159 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 158 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,93016	0,97334	0,65527	0,68207	0,2561
R ² ajustado	0,92143	0,97	0,61218	0,64233	0,16311
Erro padrão	3,3051	0,21194	0,76206	7,05192	0,42851
Teste F(Valor-P)	0,00001	0	0,00455	0,00324	0,13559
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,46399	0,00072	0,01749	0,09308	0,02664
Teste T (Valor-P): Peq 750 (m ³ /s)	0,00001	0	0,00455	0,00324	0,13559
Erro padrão: Intercepto	1,49977	0,18762	0,3458	6,24273	0,19445
Erro padrão: Peq 750 (m ³ /s)	0,023109386	0,053856644	0,005328354	1,792014446	0,002996157

Tabela 159 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 10 estações fluviométricas situadas na região homogênea Min2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
60145000	154,6595185	13,9067419	349,0778389	-1056,859434	196,3942055
60150000	-4,941300678	-6,527741745	-31,9325112	65,82651618	-62,6079001
60250000	-33,82622693	-32,39199959	-59,00472	3,736747622	-79,6367581
60265000	-19,89008978	-18,01050166	-50,70643907	24,0270749	-75,72136924
60381000	13,18942837	10,24034251	-16,34423732	98,4639295	-53,38722557
60615000	42,05618201	-5,512544652	95,85631994	-142,10233	25,88331546
60835000	14,96872846	17,99151082	-29,97047762	73,8683177	-66,02633599
60845000	-10,90897939	-10,16026676	42,56567416	-37,60306386	-112,8013234
60850000	16,08096417	20,11506012	-28,04411984	43,48842965	-67,78919475
60855000	25,49492719	27,75565375	37,53673765	1,358964376	-180,0890604

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 158 e 159 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,369482456956834 \text{ Peq750}^{0,920362068436489} \quad (111)$$

Na Figura 126 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes à cada estação.

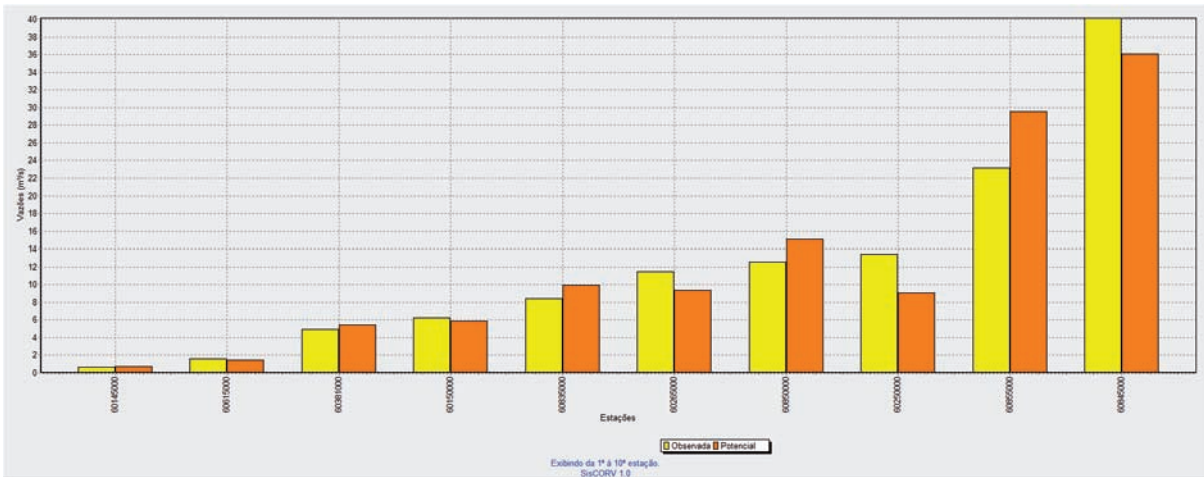


Figura 126 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Min2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,010899 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,010899 \text{ Area} \quad (112)$$

Na Figura 127 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

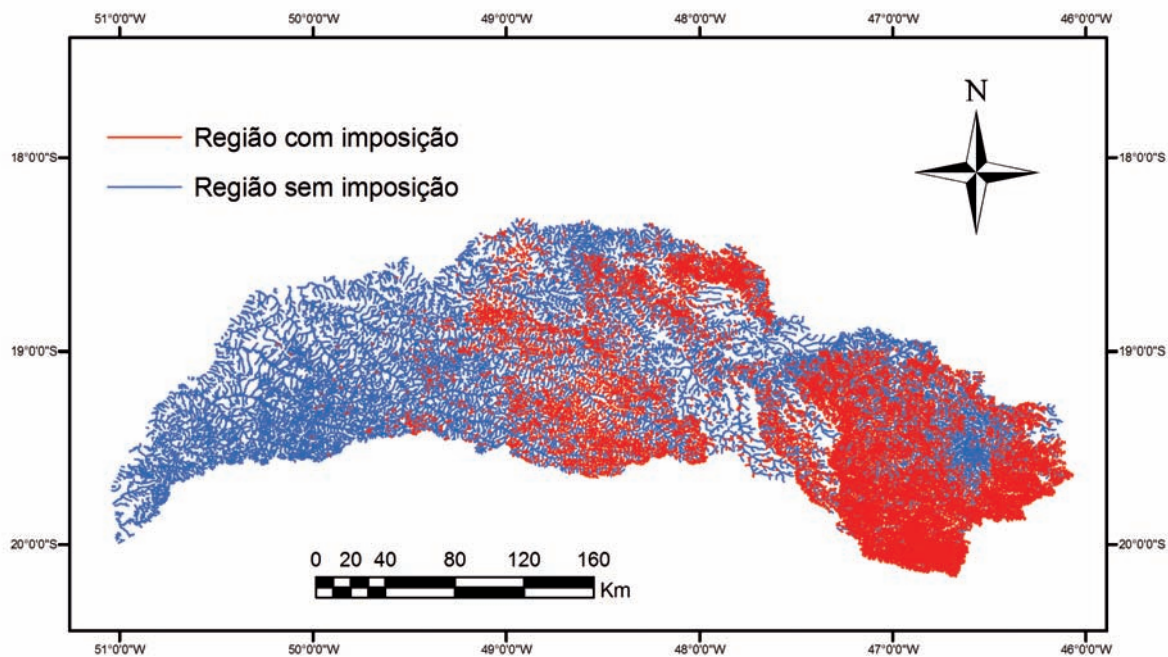


Figura 127 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.4. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na parte mineira da bacia do Doce consistiram em três regiões hidrológicamente homogêneas. Na Figura 128 pode-se observar a divisão das regiões homogêneas.

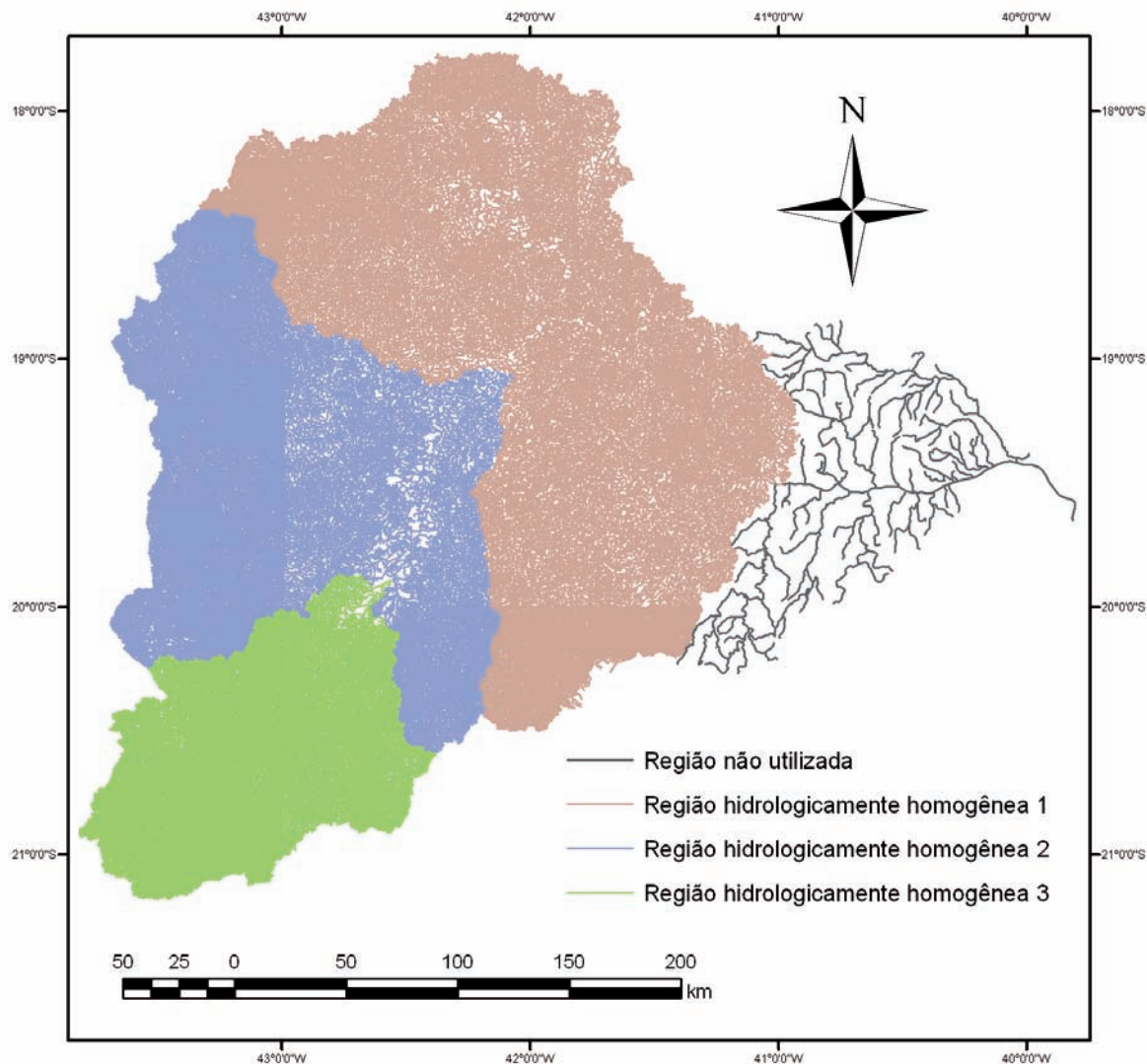


Figura 128 – Regiões hidrologicamente homogêneas.

Nas Tabelas 160, 161 e 162 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações das regiões hidrologicamente homogêneas 1, 2 e 3, respectivamente. Foi feita a análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento para as regiões homogêneas 1, 2 e 3 e constatou-se que as estações 56983000 e 56640000 consistiram “*outliers*” para a região 1 e 2, respectivamente, e, portanto, foram retiradas das análises subsequentes.

Tabela 160 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região 1’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Qmld (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q7,10 (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
56845000	FAZENDA CORRENTE	1064	12,525	3,6	4,106	2,379	39,8	14,448
56846000	PORTO SANTA RITA	1965	26,882	9,22	10,733	6,863	73,2	26,47
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	2610	28,809	9,413	10,505	6,428	93,4	32,039
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	670	6,15	1,604	2,022	1,114	24,4	8,2219
56891900	VILA MATIAS - MONTANTE	10200	86,112	21,967	25,591	15,891	349	116,84
56900000	CAMPANÁRIO	732	4,838	0,373	0,77	0,272	26,8	8,6395
56915500	JAMPRUCA	1390	8,252	0,96	1,267	0,575	48,3	15,274
56940002	BARRA DO CUIETÉ - JUSANTE	3250	32,218	7,564	9,095	5,875	114	37,553
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	2290	39,128	11,362	12,887	8,325	82,47	28,147
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	2287	43,21	12,908	14,73	8,651	85,68	29,214
56988500	IPANEMA	1420	20,414	6,462	7,412	5,166	50,7	16,947
56989001	MUTUM	1187	14,181	3,416	4,147	2,404	42	13,691
56989400	ASSARAI - MONTANTE	3190	38,878	10,579	12,587	7,456	111	36,744
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	8810	99,138	29,653	34,905	20,758	311	102,59

Tabela 161 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região 2’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Qmld (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q7,10 (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
56460000	MATIPÓ	615	10,083	2,53	3,003	1,649	24,2391	9,605
56484998	RAUL SOARES - MONTANTE	1347	19,963	4,628	6,189	3,006	53,678	21,47
56500000	ABRE CAMPO	272	4,627	1,241	1,498	0,958	10,8319	4,369
56510000	INSTITUTO FLORESTAL RAUL SOARES	1800	23,817	6,046	7,799	3,675	74,3845	29,904
56520000	VERMELHO VELHO	162	2,061	0,779	0,898	0,662	6,52353	2,644
56570000	PINGO D'ÁGUA	814	10,215	2,684	3,113	2	32,1717	12,487
56610000	RIO PIRACICABA	1163	29,47	8,989	10,238	5,961	48,953	21,36
56750000	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO	301	7,366	1,636	2,052	1,071	13,182	6,0235
56765000	DOM JOAQUIM	972	16,544	3,244	3,857	2,052	39,9522	16,827
56787000	FAZENDA BARRACA	1280	25,58	6,784	8,218	4,698	54,7332	24,669
56800000	SENHORA DO PORTO	1521	19,122	5,151	5,94	3,454	60,9258	24,79
56825000	NAQUE VELHO	10170	171,649	58,696	66,544	35,957	419,463	177,31

Tabela 162 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região 3’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{mid} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
56028000	PIRANGA	1395	24,072	7,901	8,958	5,686	59,596	29,326
56055000	BRÁZ PIRES	1089	19,016	7,28	8,313	5,597	47,713	21,77
56065000	SENADOR FIRMINO	291	5,547	2,22	2,584	1,717	12,019	4,993
56075000	PORTO FIRME	4251	73,387	27,711	31,34	19,043	180,89	83,429
56090000	FAZENDA VARGINHA	324	4,113	2,017	2,149	1,703	12,734	5,203
56110005	PONTE NOVA - JUSANTE	6132	101,955	37,526	42,582	27,563	260,68	115,92
56240000	FAZENDA PARAÍSO	857	19,34	7,688	8,739	4,809	36,297	16,961
56335001	ACAIACA - JUSANTE	1371	31,39	14,143	15,618	11,398	56,375	26,466
56337000	FAZENDA OCIDENTE	531	13,431	5,581	6,138	4,857	22,249	10,65
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	534	8,357	3,071	3,496	2,242	21,158	5,849
56415000	RIO CASCA	2036	25,751	9,256	10,616	5,785	83,433	28,631
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	10079	166,438	66,825	76,7	50,755	421,69	188,4

4.4.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 1

4.4.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 163 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 164 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 163 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,91536	0,89778	0,65372	0,89385	0,33071
R ² ajustado	0,90831	0,88926	0,62486	0,885	0,27493
Erro padrão	8,59952	0,30415	0,5598	9,63088	0,05109
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00046	0	0,03144
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,19671	0,30687	0	0,00002	0,00034
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	46	0	3144
Erro padrão: Intercepto	3,38329	0,35204	0,22024	11,14723	0,0201
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,071537665	0,106207601	0,00465687	3,363034598	0,000424993

Tabela 164 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 14 estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56845000	30,93344931	0,837898554	17,8123808	13,08651516	-5,466690093
56846000	-2,547416378	-9,083628155	-28,34731399	28,82991167	-48,34536945
56860000	6,686837869	4,46806251	-24,35706845	42,61648628	-47,60814065
56870000	84,15215272	11,06518044	109,0075367	-179,5715303	78,87885077
56891900	15,94720209	43,2560301	65,7699719	-1,494358232	-154,0082893
56900000	141,1265824	49,02117565	168,1582492	-166,5307401	128,4746244
56915500	106,8906515	62,61840262	82,12136267	94,42106471	44,95109508
56940002	9,348273107	11,07571084	-23,5665969	44,19087598	-48,7358684
56976000	-29,39086889	-33,00789347	-48,81939911	-5,942321437	-63,59342874
56978000	-36,08349544	-39,36422061	-53,66649571	-14,86056649	-67,03845174
56988500	-9,688235584	-26,37517144	-23,59912832	-4,194455102	-40,16682953
56989001	11,2928303	-16,01359445	2,323278512	-12,94946016	-17,27329911
56989400	-11,0800014	-10,11271653	-37,7859976	17,59602193	-58,09725664
56990000	-11,0030945	7,978879449	4,988988256	-18,87302659	-249,3608447

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 163 e 164 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,686805 P_{eq750}^{1,09032} \quad (113)$$

Na Figura 129 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

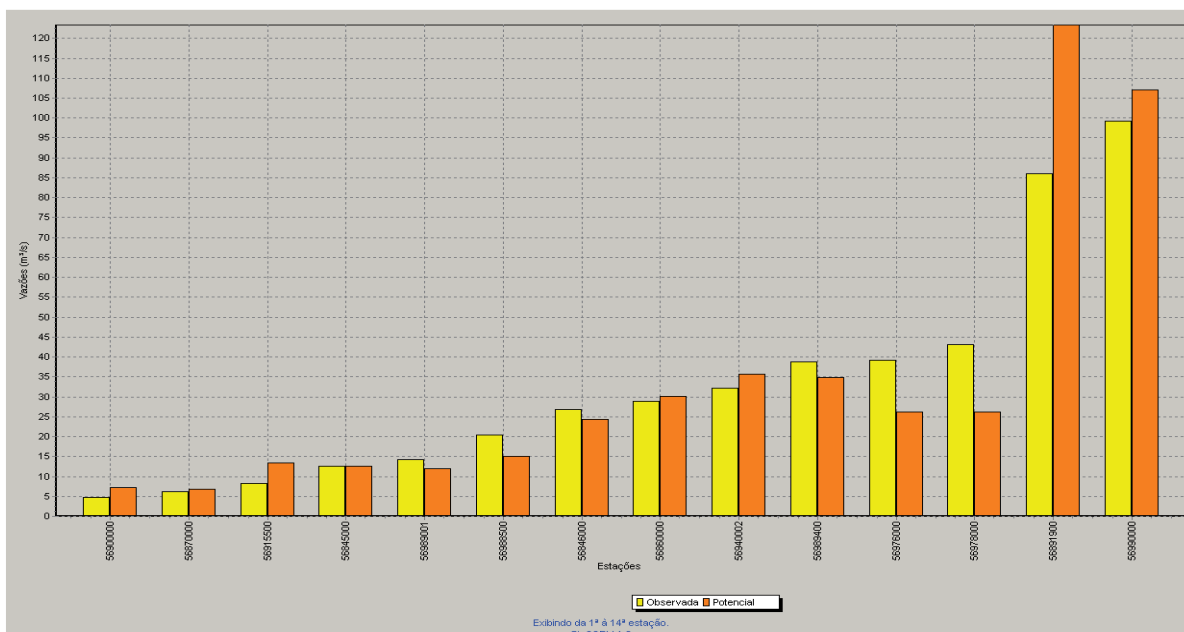


Figura 129 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor do CE de imposição foi de 0,52, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois o CE regionalizado foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na tabela 165 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0. Enquanto na tabela 166 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 165 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,851	0,7245	0,47401	0,86973	0,15097
R ² ajustado	0,83859	0,70155	0,43018	0,85888	0,08021
Erro padrão	2,3353	0,67787	0,93665	2,18359	0,95702
Teste F(Valor-P)	0	0,00011	0,00648	0	0,16978
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,29743	0,00298	0,21017	0,00005	0,02135
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	11	648	0	16978
Erro padrão: Intercepto	0,91877	0,7846	0,3685	2,52739	0,37652
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,019426904	0,236708155	0,007791805	0,762494258	0,007961285

Tabela 166 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 14 estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56845000	39,74146343	-20,29583187	-0,854286305	17,61596803	-49,24184053
56846000	-23,38651231	-38,19594574	-53,23315826	0,98182602	-78,83135604
56860000	-4,269268687	-14,94208771	-42,41053942	28,08732273	-75,0516879
56870000	108,5381516	-19,56854389	80,50931292	-194,2101512	-0,318666885
56891900	24,54736687	92,23463243	104,6045522	7,381043075	-117,3560548
56900000	778,7795437	251,8475165	647,2452355	-361,5277588	310,4673176
56915500	501,2698704	255,0715873	318,9794868	452,6167154	112,4709867
56940002	19,83858817	14,9482079	-27,42619597	58,59425459	-69,57413015
56976000	-33,44947761	-44,50790009	-59,67227119	-11,48763895	-82,01547932
56978000	-35,97927756	-46,62872866	-61,20369641	-14,85609212	-82,69675503
56988500	-27,86671934	-54,6203405	-51,32277487	-24,75774679	-75,77510734
56989001	33,22348156	-26,57241177	-3,770238723	1,11287564	-50,29807338
56989400	-7,31804131	-12,01196561	-43,98857743	22,97120258	-76,42237474
56990000	-15,69644972	23,78678492	8,714721705	-22,07292594	-124,4737137

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 165 e 166 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,054404 P_{eq750}^{1,32974} \quad (114)$$

Na Figura 130 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

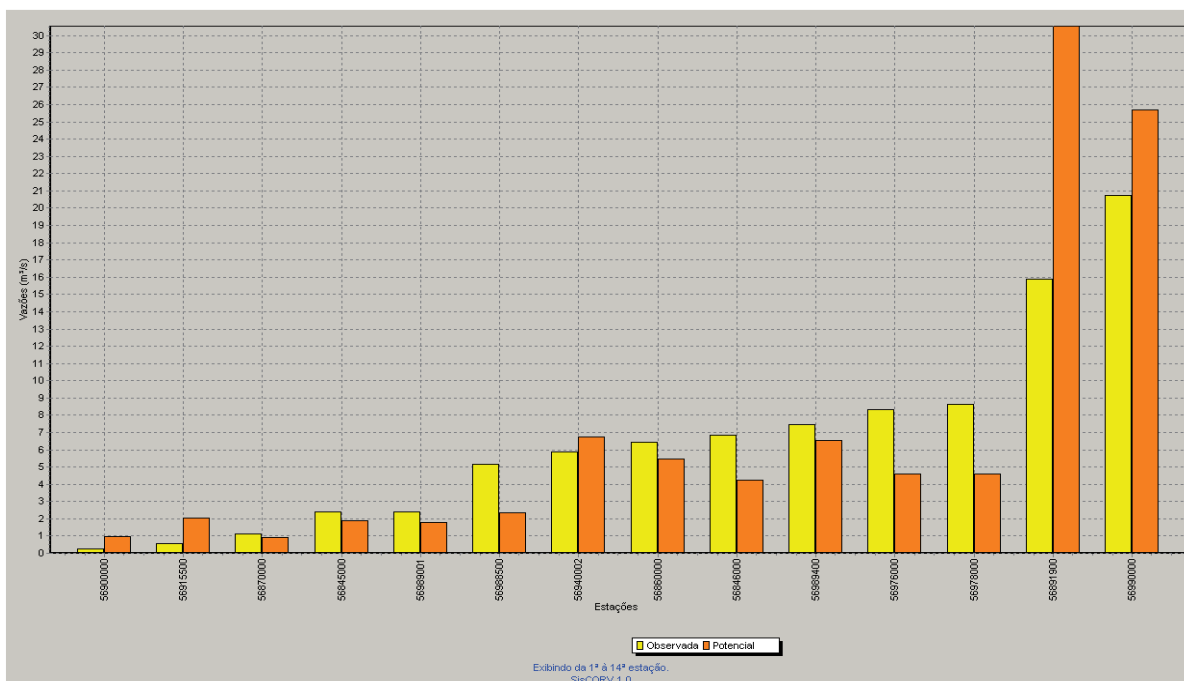


Figura 130 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de $0,00378 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 167 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 168 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 167 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,84134	0,73498	0,48179	0,85791	0,14425
R ² ajustado	0,82812	0,71289	0,43861	0,84607	0,07294
Erro padrão	3,41137	0,65337	0,91363	3,22835	0,68328
Teste F(Valor-P)	0	0,00009	0,00589	0	0,18042
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,32977	0,00596	0,03707	0,00008	0,02439
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	9	589	0	18042
Erro padrão: Intercepto	1,34213	0,75624	0,35945	3,73664	0,26882
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,028378488	0,228151269	0,007600294	1,127314899	0,005684035

Tabela 168 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56845000	28,7222593	-24,94314876	-6,888928121	8,309960383	-51,69268934
56846000	-20,22182851	-34,97976082	-50,66918435	5,303442578	-77,30175144
56860000	-8,465612209	-18,11852535	-44,34368502	22,60738767	-75,45475005
56870000	101,0332368	-19,78657162	78,42559416	-194,1624607	-0,305850236
56891900	26,61105878	92,62330523	105,2982519	9,055669372	-118,014156
56900000	789,84228	268,1822476	675,4555787	-377,4662207	331,0385849
56915500	402,1872544	202,8322883	256,565839	361,7359084	83,28087304
56940002	30,41449291	25,58724248	-20,33054379	72,72646133	-65,94713158
56976000	-31,76407864	-42,58430518	-58,14478492	-9,125449733	-81,01708613
56978000	-39,95744153	-49,48883598	-63,16885021	-20,04064932	-83,29412078
56988500	-19,53305013	-48,41474334	-44,72976844	-15,96805167	-72,1078187
56989001	30,63882867	-26,30967445	-3,741425408	-0,974552422	-49,6267886
56989400	-8,485118519	-12,74300069	-44,19451977	21,52370719	-76,05562612
56990000	-17,08623576	20,24156972	5,916251153	-23,42081347	-124,527087

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 167 e 168 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,080388 P_{eq750}^{1,31616} \quad (115)$$

Na Figura 131 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

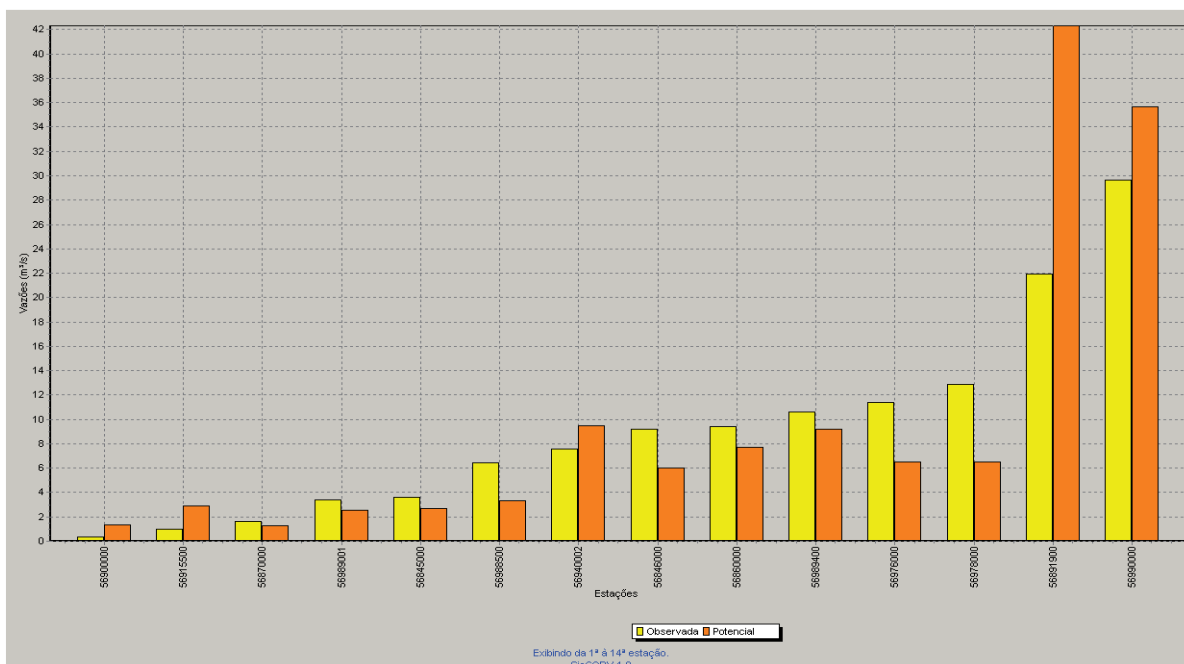


Figura 131 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de $0,00564 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 169 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 170 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 169 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,84817	0,7765	0,53057	0,85618	0,20398
R ² ajustado	0,83552	0,75787	0,49145	0,8442	0,13765
Erro padrão	3,88818	0,54321	0,78724	3,78424	0,33692
Teste F(Valor-P)	0	0,00003	0,00313	0	0,10498
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,32288	0,00746	0,00415	0,00009	0,00599
Teste T(Valor-P): Peq750 (m³/s)	0	3	313	0	10498
Erro padrão: Intercepto	1,52971	0,62873	0,30972	4,38006	0,13255
Erro padrão: Peq750 (m³/s)	0,03234496	0,189683557	0,006548867	1,321430545	0,002802776

Tabela 170 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 14 estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56845000	31,59574454	-14,89767388	2,96580552	11,42296454	-34,2663
56846000	-19,99315318	-31,65802578	-47,36001264	5,631456156	-70,08167487
56860000	-4,218604048	-11,78008904	-38,48689745	28,22336273	-66,48707138
56870000	85,68224431	-13,35969768	79,93559664	-185,1356898	23,29958872
56891900	27,07191964	76,63337498	95,2056329	9,103556975	-129,4407453
56900000	401,9599213	141,7483739	377,2893898	-251,6983621	225,4468943
56915500	343,7316329	195,2275799	240,3984722	310,1031404	115,38505
56940002	26,68835716	23,77635845	-18,84319597	67,60566175	-57,20826951
56976000	-29,75823564	-38,42374963	-54,26239061	-6,458884227	-74,37231766
56978000	-38,56802177	-46,15568571	-59,996415	-18,19435075	-77,58311746
56988500	-18,17062249	-42,68211529	-39,4164576	-14,23322388	-62,33707062
56989001	25,46015904	-21,11423048	0,103275881	-4,174088088	-35,56329742
56989400	-10,16130163	-12,91749443	-42,49188434	19,17394719	-69,55126612
56990000	-17,64861416	10,42837738	1,488153847	-24,17190028	-145,7044644

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 169 e 170 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,132705 P_{eq750}^{1,22475} \quad (116)$$

Na Figura 132 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

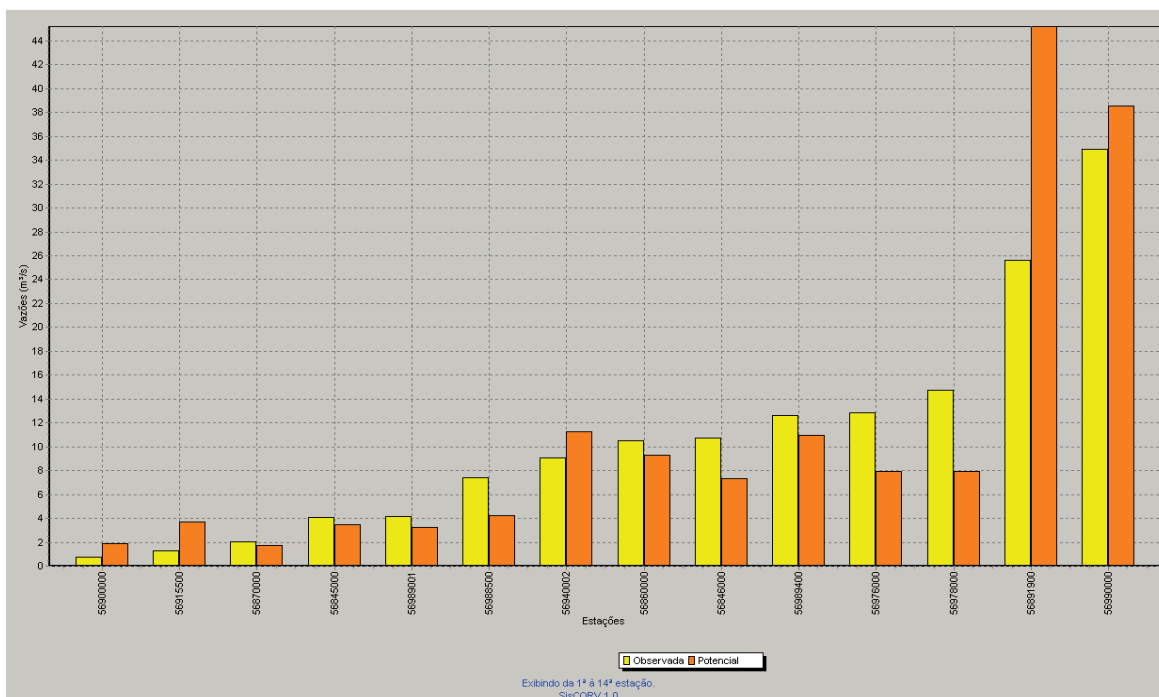


Figura 132 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de $0,00644 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.2. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 2

4.4.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 171 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 172 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 171 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99407	0,97222	0,65293	0,66395	0,14477
R ² ajustado	0,99347	0,96944	0,61823	0,63035	0,05925
Erro padrão	3,71108	0,19135	0,67633	27,93132	0,12701
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00147	0,00124	0,22241
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,93524	0,89454	0	0,01543	0,00914
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	147	124	22241
Erro padrão: Intercepto	1,27458	0,15635	0,23229	22,82181	0,04362
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,023577751	0,053230325	0,004296923	7,769979303	0,000806956

Tabela 172 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56460000	-7,000571182	-7,627286136	3,787537315	15,14339797	-23,99343978
56484998	4,337602175	3,932967136	-34,60466983	97,31432813	-57,55839888
56500000	-6,562500806	-8,129336717	105,141343	-437,0638434	58,93473108
56510000	21,63093837	21,16378218	-35,85704385	113,4301964	-61,54090514
56520000	28,99284941	25,09507517	345,9777352	-1698,195799	252,1231987
56570000	19,02881094	18,40503332	8,09965743	102,3725149	-23,19451378
56610000	-29,68273012	-29,95574781	-55,79209083	33,05749967	-71,2781977
56750000	-19,6323179	-20,55127242	32,89538197	-161,1946742	1,127427456
56765000	-1,188087779	-1,608213263	-27,63155342	87,22152835	-50,81873955
56787000	-6,502597909	-6,858310668	-45,82905534	72,73988884	-65,90776445
56800000	25,68495579	25,20690719	-27,37042541	131,9628142	-54,34331721
56825000	-0,237412178	-1,064483388	38,84472031	-34,57241172	-112,7782425

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 171 e 172 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,978965 P_{eq750}^{0,995769} \quad (117)$$

Na Figura 133 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

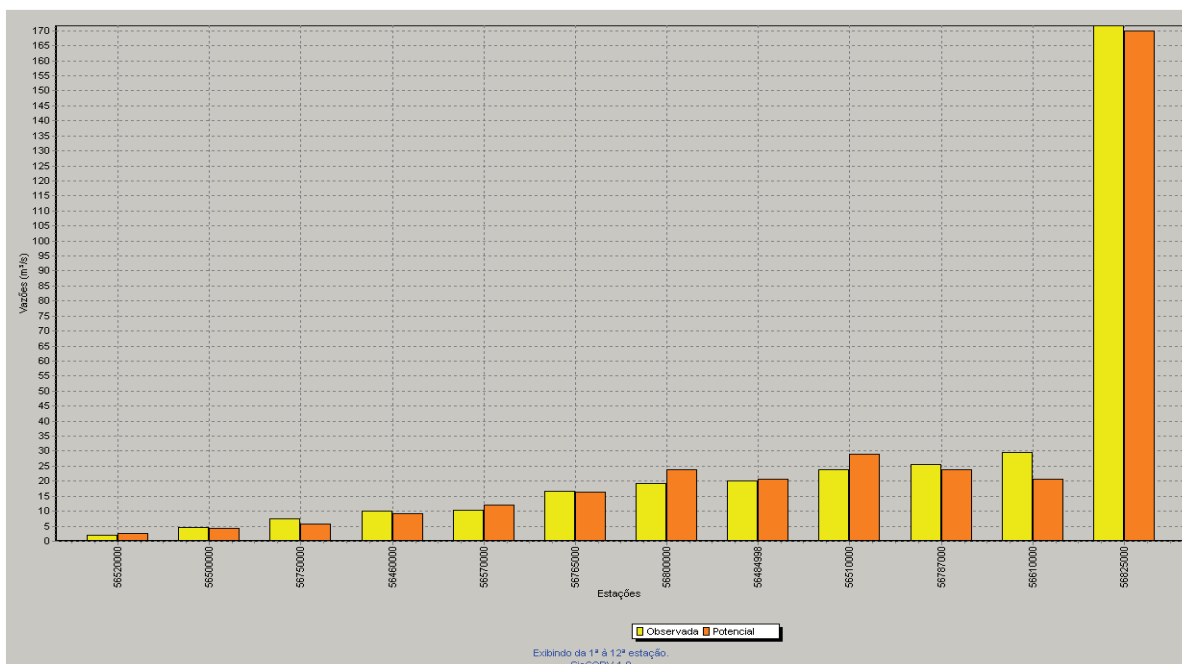


Figura 133 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor do CE de imposição foi de 0,60, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois o CE regionalizado foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 173 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 174 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 173 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98867	0,93877	0,75362	0,62477	0,26718
R ² ajustado	0,98754	0,93265	0,72898	0,58725	0,1939
Erro padrão	1,0879	0,27237	0,54636	6,26127	0,38706
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00025	0,00221	0,08529
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,17037	0,00003	0,03935	0,02026	0,00051
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	25	221	8529
Erro padrão: Intercepto	0,37364	0,22254	0,18765	5,11589	0,13294
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,006911767	0,07576793	0,003471211	1,741769274	0,002459094

Tabela 174 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56460000	-14,53053801	5,257849827	13,74251971	19,99029535	-2,889508764
56484998	27,48384487	22,80322227	-21,64271949	155,9987151	-41,50996042
56500000	-64,48862241	-13,47158384	77,06043858	-477,8602374	60,82388387
56510000	51,1366228	37,06724338	-24,64245582	173,4713926	-48,57719245
56520000	-101,8146835	-21,82457926	147,8835992	-1185,920552	129,8647124
56570000	-0,105613004	11,00842656	-0,884279882	92,17748986	-18,15886363
56610000	-36,09040974	-38,37145412	-60,56971221	28,48062386	-70,53159449
56750000	-36,69788387	4,603301714	63,48917664	-224,9386	45,59784863
56765000	40,54828488	43,13228212	4,997345418	190,616669	-17,48041913
56787000	-4,52508523	-10,48896229	-46,68760288	84,81205156	-61,56009907
56800000	30,57703791	22,30994236	-27,3177751	152,3816238	-47,66177576
56825000	-0,842978435	-25,59298653	30,49849331	-36,86823927	-117,0632122

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 173 e 174 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,20782 P_{eq750}^{0,93816} \quad (118)$$

Na Figura 134 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

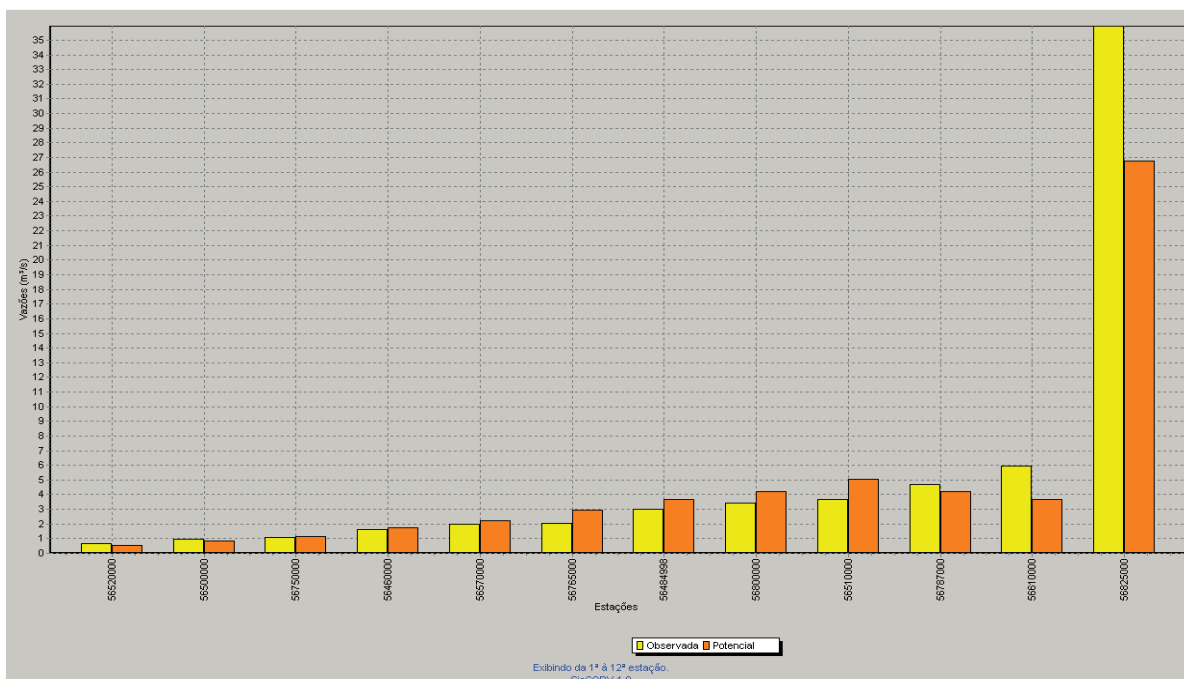


Figura 134 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de $0,00513 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$, e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,00513 \text{ Area} \tag{119}$$

Na Figura 135 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a $Q_{7,10}$ ajustada em todos estes trechos.

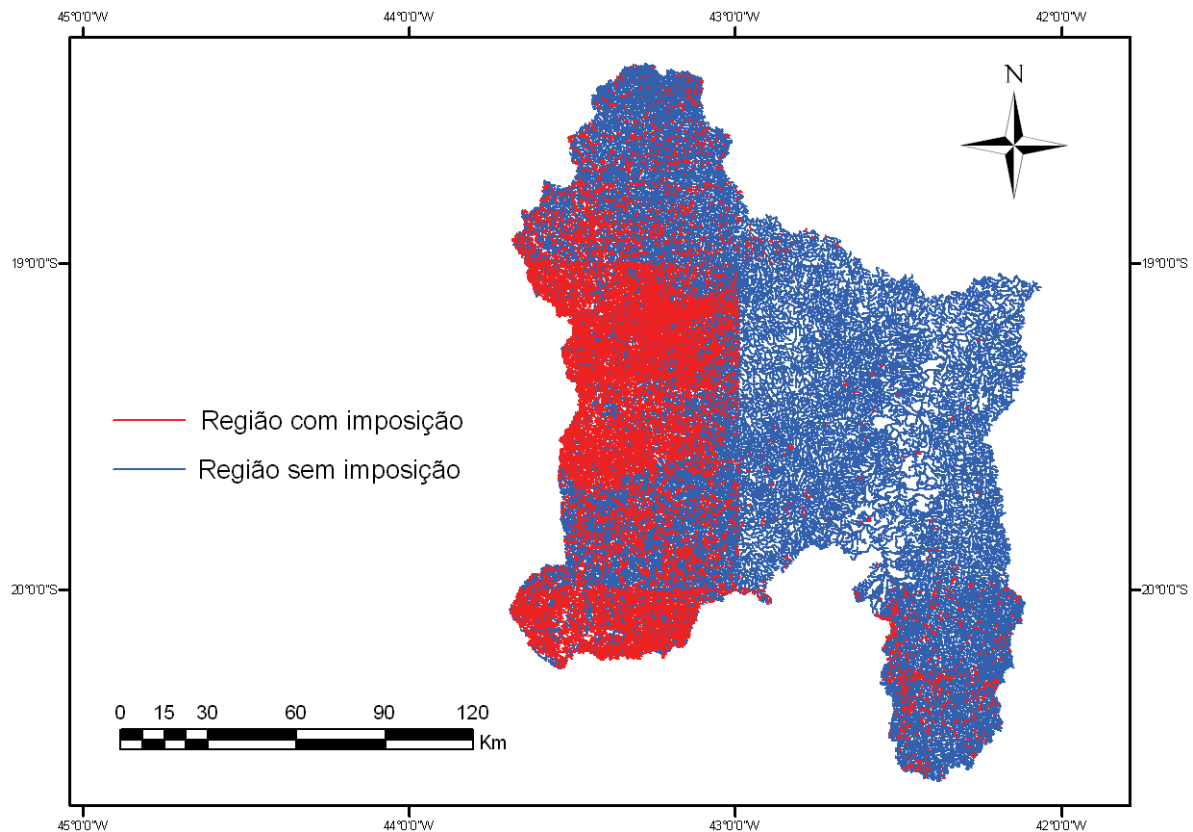


Figura 135 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.4.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 175 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 176 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 175 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99025	0,95668	0,73442	0,6214	0,21925
R ² ajustado	0,98928	0,95235	0,70787	0,58354	0,14118
Erro padrão	1,65562	0,24329	0,60239	10,3173	0,3332
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00037	0,00232	0,12472
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,04744	0,00004	0,00306	0,01953	0,00162
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	37	232	12472
Erro padrão: Intercepto	0,56863	0,19879	0,20689	8,42994	0,11444
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,010518708	0,067679489	0,003827213	2,870082023	0,002116961

Tabela 176 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56460000	-23,49825483	-2,410215557	7,000758282	14,22417606	-13,22691131
56484998	27,76750555	19,80355631	-25,72831766	164,5288946	-47,73375133
56500000	-85,48363137	-9,910196974	96,32144264	-605,1873957	69,97096251
56510000	44,56413275	27,97179527	-32,63024444	166,20553	-56,87072607
56520000	-151,1034702	-13,38931887	202,0822885	-1654,314021	167,3248303
56570000	8,109449031	19,77240528	6,884822939	121,3440941	-16,3275871
56610000	-34,62989986	-38,63753023	-61,845874	35,52712766	-73,11607991
56750000	-55,0931325	-5,615546721	53,96239601	-255,0319502	30,54867924
56765000	34,29455248	33,76558498	-3,494778867	190,0447517	-28,2923311
56787000	2,970934757	-6,017753401	-45,96269605	104,2656058	-63,33784427
56800000	36,40324719	24,38795216	-28,6578652	170,1280752	-51,6633637
56825000	-0,919348682	-21,03475687	34,82459226	-37,32006834	-112,217877

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 175 e 176 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,25370 P_{eq750}^{1,00576} \quad (120)$$

Na Figura 136 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

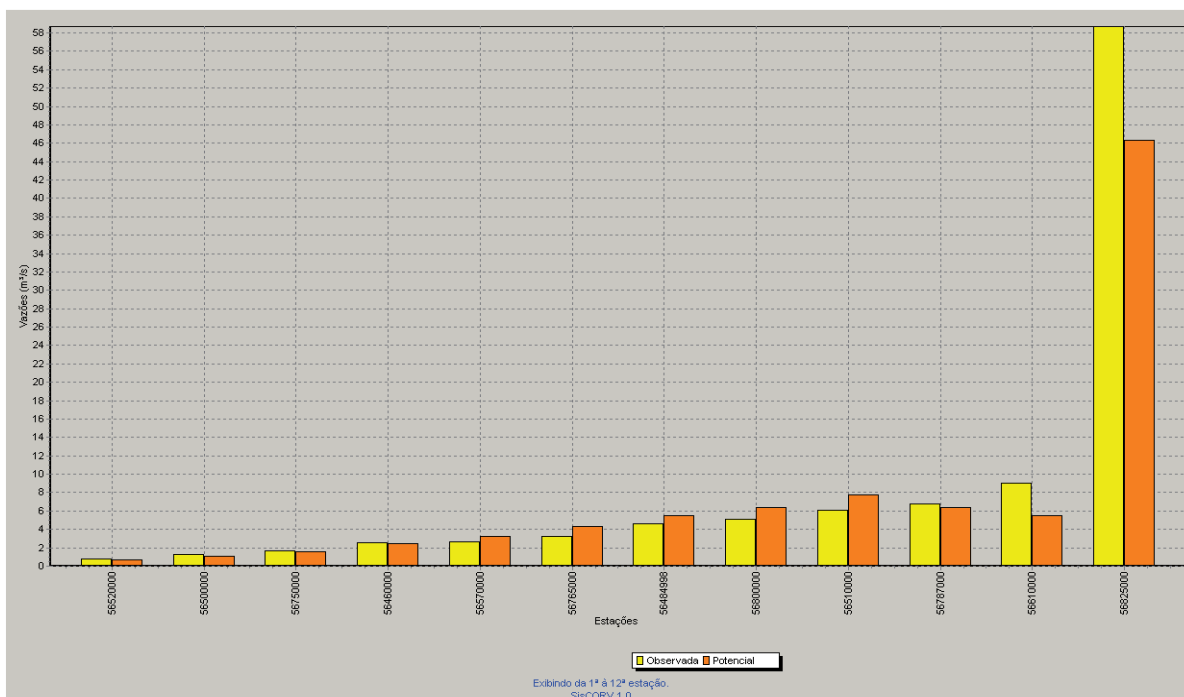


Figura 136 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de $0,00773 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 177 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 178 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 177 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9922	0,96293	0,72197	0,63175	0,21004
R ² ajustado	0,99142	0,95923	0,69417	0,59493	0,13104
Erro padrão	1,67355	0,2234	0,61184	11,49578	0,28786
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00047	0,00201	0,13403
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,07161	0,00007	0,0008	0,01829	0,00198
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	47	201	13403
Erro padrão: Intercepto	0,57479	0,18253	0,21014	9,39285	0,09887
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,010632633	0,062145697	0,003887224	3,19791486	0,001828891

Tabela 178 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56460000	-17,29782463	-1,165716495	8,827359051	17,08905026	-12,72995163
56484998	12,80934326	7,335569153	-33,2047679	128,9579605	-53,32720464
56500000	-66,72644137	-9,992030585	96,66906213	-561,79338	68,06999048
56510000	30,5181035	18,70053162	-37,35590286	137,9625098	-60,06059523
56520000	-117,3156278	-9,202260741	217,0535816	-1611,014903	176,7816566
56570000	14,87869453	24,00221871	11,14960363	124,5989725	-13,87375256
56610000	-32,21361249	-35,4480494	-59,70953235	37,74188122	-71,81247895
56750000	-45,14863771	-9,368703072	48,35451447	-229,8791394	24,23735128
56765000	35,3762517	34,93108725	-2,237600564	183,7068715	-27,98842738
56787000	-0,284536286	-7,099409604	-46,40535402	94,8154127	-63,85447275
56800000	38,72915642	29,15987819	-25,67369592	170,6190211	-49,93891773
56825000	-0,722306803	-17,26964011	36,11964017	-36,68166057	-112,6759048

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 177 e 178 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,30783 \text{ Peq750}^{1,00165} \quad (121)$$

Na Figura 137 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial, nas seções correspondentes a cada estação.

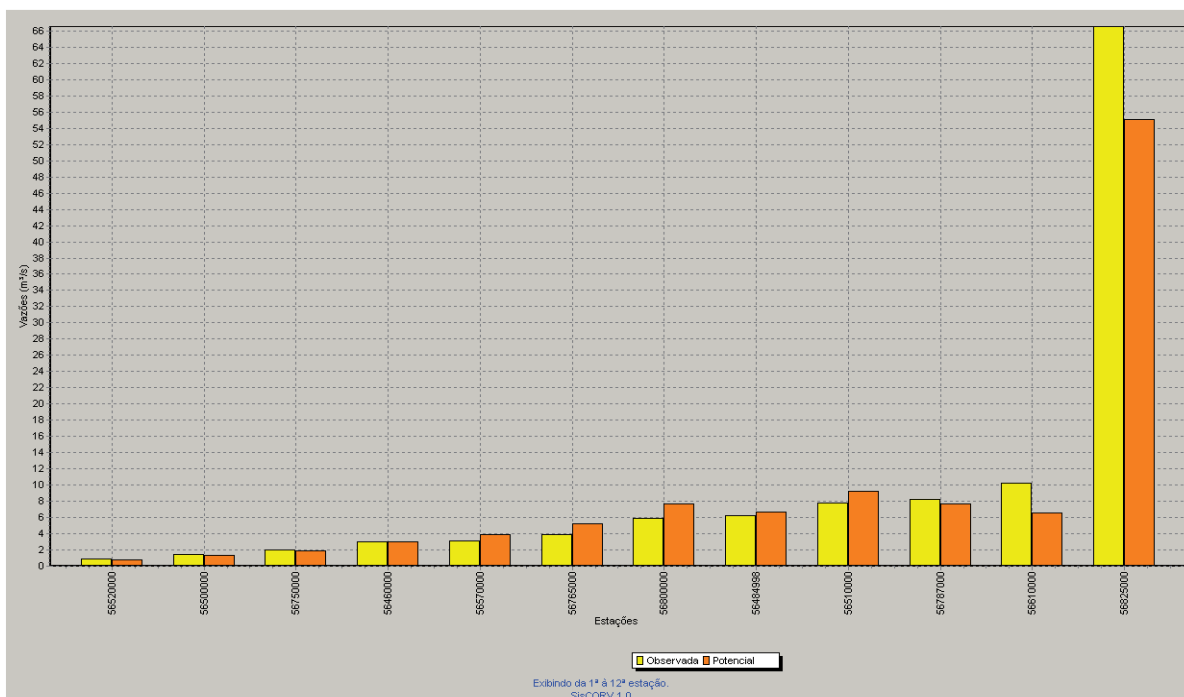


Figura 137 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de $0,00880 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.4.3. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 3

4.4.3.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 179 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 180 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 179 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99702	0,97698	0,77964	0,79125	0,33476
R ² ajustado	0,99672	0,97468	0,75761	0,77037	0,26824
Erro padrão	2,80977	0,17923	0,5546	23,52276	0,06283
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00014	0,00011	0,04873
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,06109	0,15667	0	0,00411	0,00117
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	14	11	4873
Erro padrão: Intercepto	1,05294	0,15035	0,20783	19,73271	0,02355
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,014986492	0,044905746	0,002958063	5,893468609	0,000335129

Tabela 180 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 3 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56028000	14,04262219	18,46998147	-27,28222014	104,9772252	-50,41520141
56055000	10,40427704	14,10734934	-19,25943149	103,2878802	-41,16935608
56065000	15,52602182	-2,254020398	105,8445807	-380,5627738	76,6495676
56075000	1,303263616	2,602557709	-38,19936056	18,9609764	-68,35567149
56090000	59,05433524	35,70964298	178,3668901	-450,7752707	138,5098399
56110005	0,990468545	0,588818024	-20,46265444	-2,524088048	-46,12978033
56240000	-12,22563751	-10,20127263	-26,83254377	54,86673442	-44,32848046
56335001	-17,46776489	-14,30538792	-45,95763215	49,91292297	-62,57448879
56337000	-15,0899021	-16,57966249	-5,910405795	-4,584602944	-23,80462976
56385000	-9,542058916	-18,79127699	39,8617917	-181,1979302	18,41206681
56415000	3,602741169	7,603118183	-33,08283521	87,24190529	-54,01690145
56425000	-0,523454029	-3,675363428	73,66646653	-29,79408651	-116,6183265

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 179 e 180 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 1,257877 P_{eq750}^{0,9244} \quad (122)$$

Na Figura 138 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

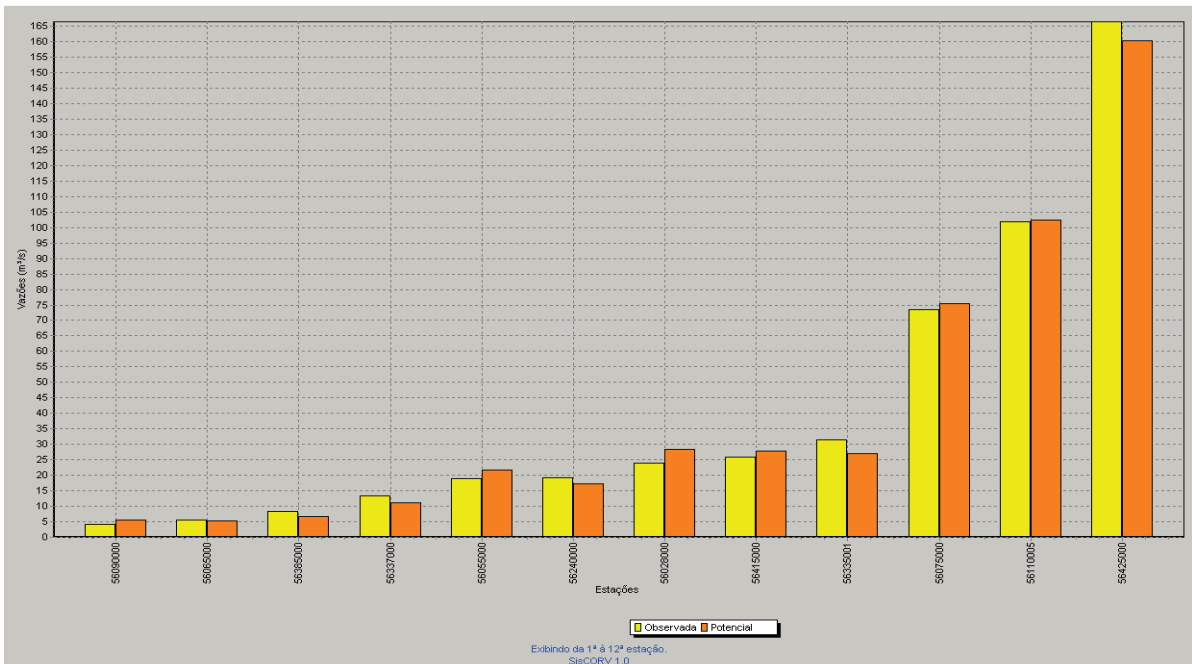


Figura 138 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 3 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,6036 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,6036 P_{eq} \quad (123)$$

Na Figura 139 é mostrado o mapa correspondente à imposição de um limite para o CE, sendo os trechos em vermelho aqueles onde a imposição da restrição foi aplicada.

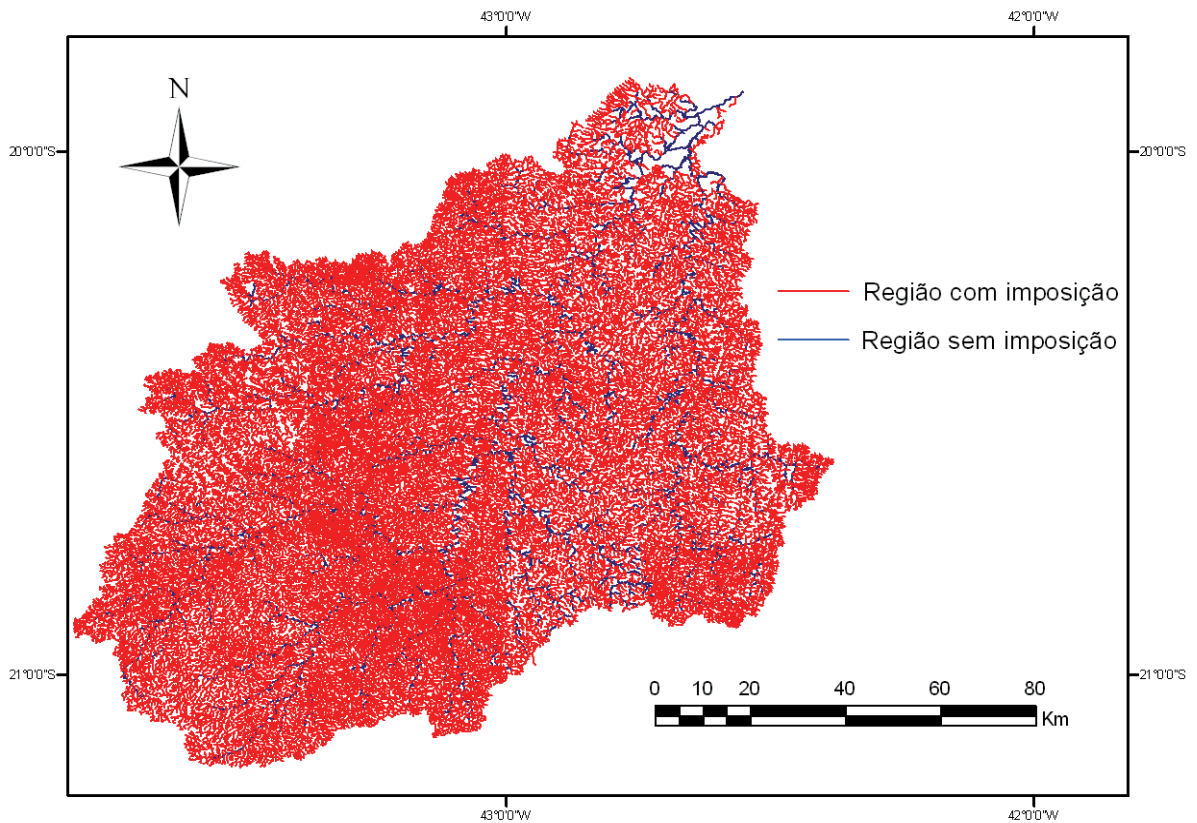


Figura 139 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.4.3.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 181 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 182 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 181 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97943	0,95074	0,81293	0,73765	0,41653
R ² ajustado	0,97737	0,94581	0,79422	0,71142	0,35818
Erro padrão	2,1859	0,25009	0,48735	7,80606	0,16056
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00006	0,00035	0,02342
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,66463	0,00269	0,0001	0,00978	0,00026
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	6	35	2342
Erro padrão: Intercepto	0,81915	0,2098	0,18263	6,54833	0,06017
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,011658976	0,062659043	0,002599407	1,955755551	0,000856392

Tabela 182 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56028000	36,60650533	44,32866086	-9,646062755	148,4917186	-33,73423735
56055000	4,91668515	13,39224283	-19,21663263	97,85672824	-36,74771201
56065000	-7,314958633	0,312128851	97,3344319	-357,975014	81,42899673
56075000	13,05509445	7,3926432	-31,79135649	31,19420531	-62,88508312
56090000	-4,249347203	3,937071461	99,48345079	-341,0317325	83,12200006
56110005	8,583667261	-0,785556032	-16,99155164	3,172109806	-44,9056178
56240000	-2,418130575	7,037469872	-13,16441525	78,51281885	-29,05083152
56335001	-35,83190358	-31,84997106	-56,2831547	18,23154814	-67,44368439
56337000	-37,04660857	-29,82057835	-22,99411475	-24,13252516	-33,11199719
56385000	-13,94741742	-5,119050193	54,6066715	-185,6261678	40,27401935
56415000	30,34415999	38,069866	-12,54091481	138,6764202	-35,36611589
56425000	-4,834228927	-17,98352045	55,50912887	-34,13064476	-119,7853724

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 181 e 182 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,43589 P_{eq750}^{0,86941} \quad (124)$$

Na Figura 140 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

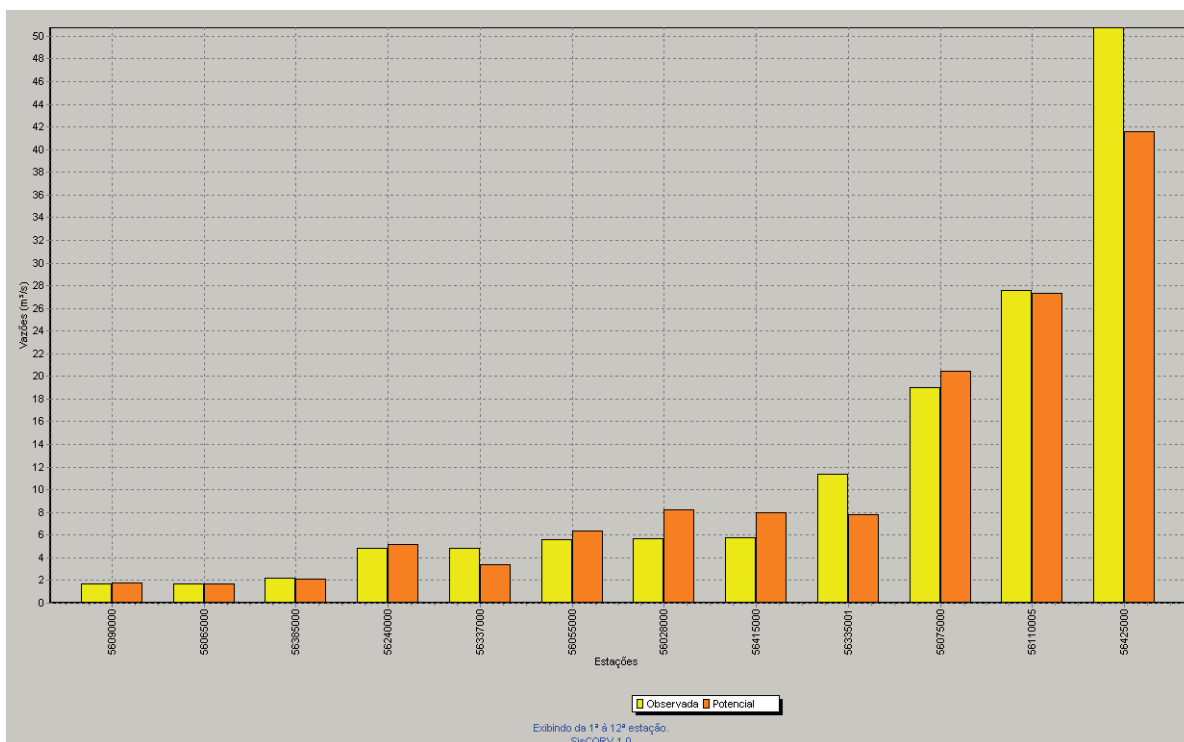


Figura 140 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 3 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de $0,00915 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,00915 \text{ Area} \quad (125)$$

Na Figura 141 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a $Q_{7,10}$ ajustada em todos estes trechos.

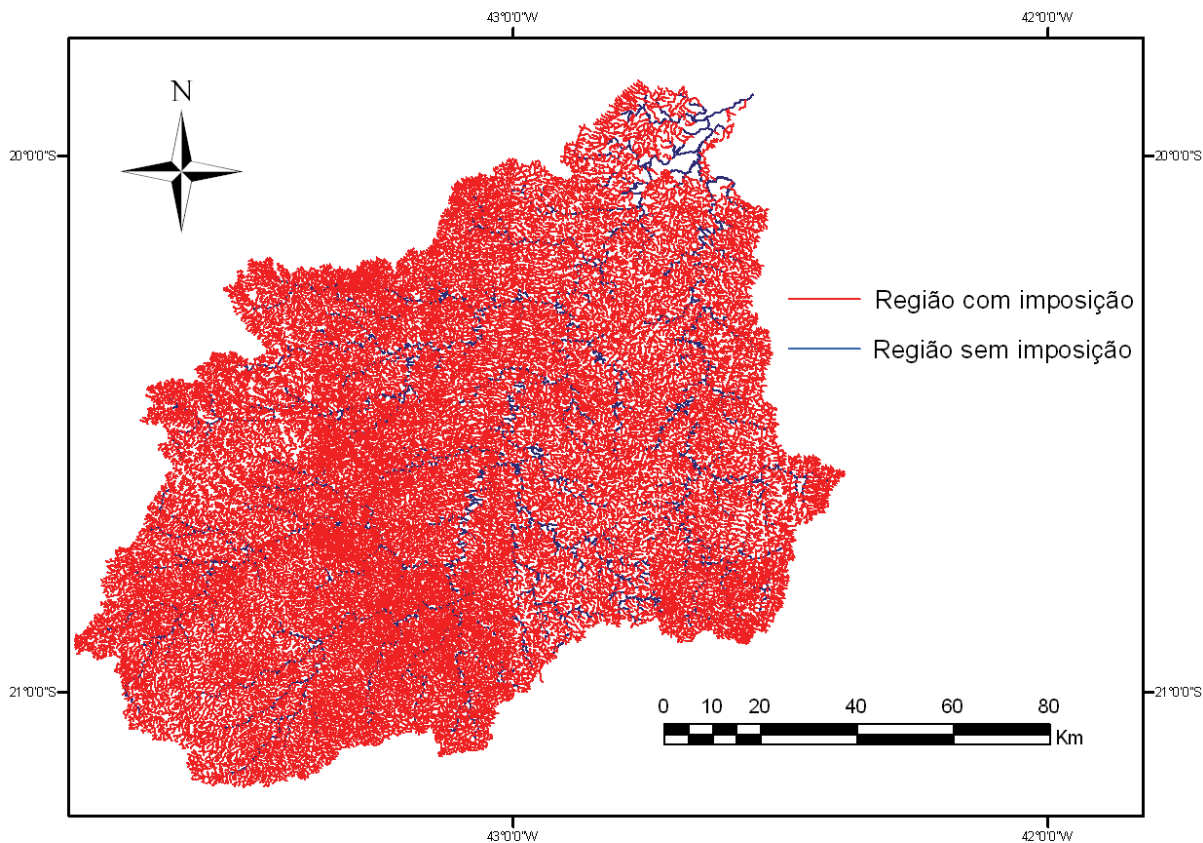


Figura 141 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.4.3.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 183 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 184 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 183 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98885	0,96914	0,79856	0,76507	0,38644
R ² ajustado	0,98774	0,96605	0,77842	0,74158	0,32508
Erro padrão	2,13914	0,2018	0,51555	9,81953	0,13329
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00009	0,0002	0,03093
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,39544	0,00473	0,00002	0,00651	0,00046
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	9	20	3093
Erro padrão: Intercepto	0,80163	0,16929	0,1932	8,23738	0,04995
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,011409581	0,050559547	0,002749791	2,460217482	0,000710908

Tabela 184 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 3 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56028000	34,14642534	40,85524033	-12,57448193	142,2213925	-37,70615493
56055000	10,82093259	17,33447054	-16,60360343	106,0779081	-36,54801066
56065000	5,888085906	0,498285489	104,336332	-369,4884999	82,71023134
56075000	4,571353615	2,800782021	-36,38039814	22,08046465	-66,13346652
56090000	19,14277002	13,76675519	125,503205	-374,8236071	101,3239436
56110005	7,114708213	2,379482275	-16,76831844	2,608826811	-43,99356067
56240000	-15,54944463	-10,43769454	-27,12325493	51,31290432	-42,12911723
56335001	-29,34197185	-25,63850739	-52,64486627	29,06559446	-65,73651556
56337000	-22,79331406	-19,28431893	-10,18632751	-10,39795016	-24,15485319
56385000	-8,759968307	-9,715160866	51,15069354	-184,1936584	33,36300232
56415000	11,23270275	16,93091624	-26,51755261	102,0561861	-47,23938012
56425000	-3,131224007	-11,39820068	63,2842611	-32,26241651	-118,3810417

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 183 e 184 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,542316 P_{eq750}^{0,89494} \quad (126)$$

Na Figura 142 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

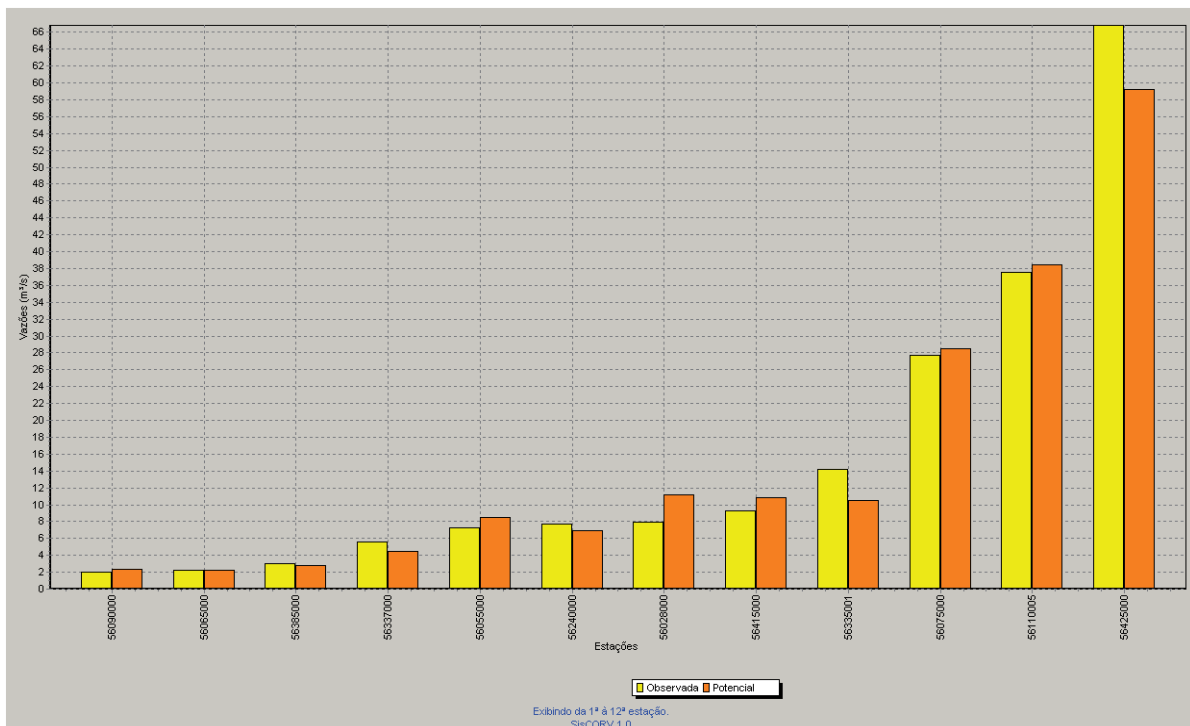


Figura 142 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 3 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de $0,01051 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,01051 \text{ Area} \quad (127)$$

Na Figura 143 é mostrado o mapa correspondente à imposição de um limite para o CE, sendo os trechos em vermelho aqueles onde a imposição da restrição foi aplicada.

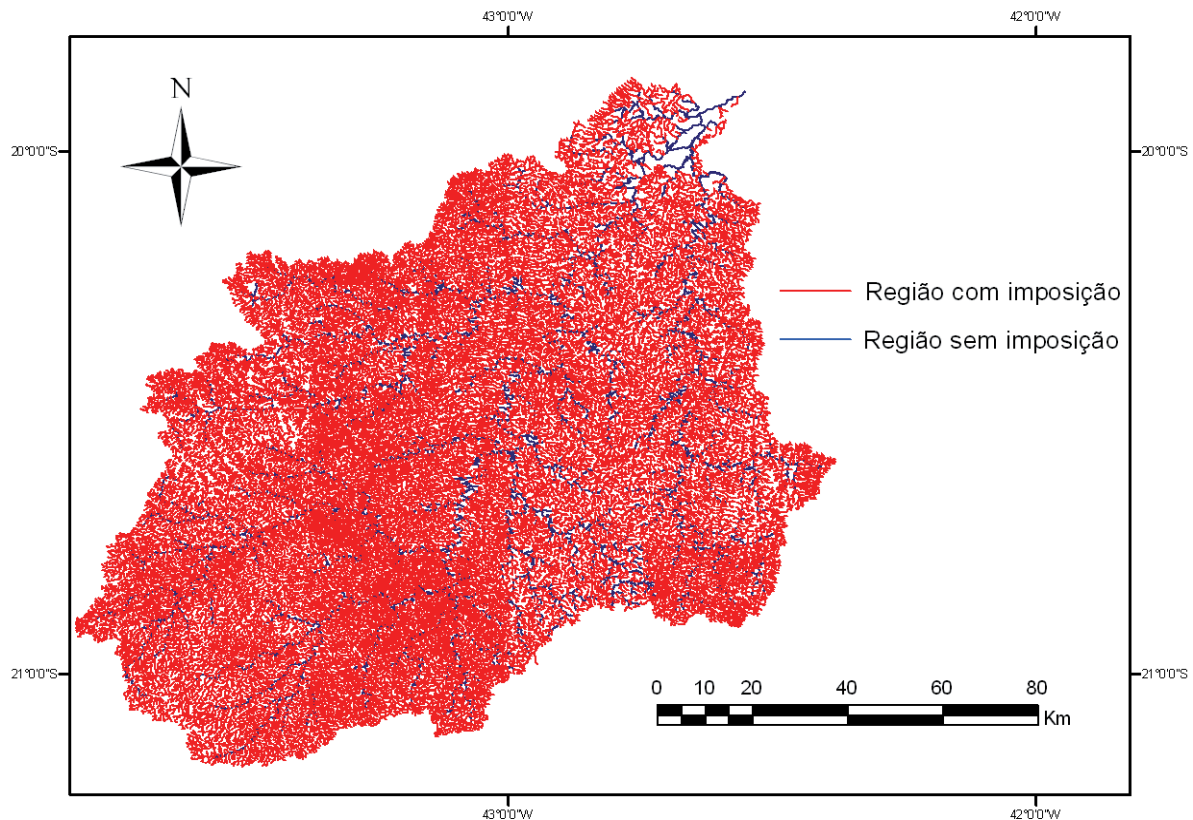


Figura 143 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.4.3.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 185 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 186 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 185 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98909	0,97002	0,79968	0,7615	0,37891
R ² ajustado	0,98799	0,96702	0,77965	0,73765	0,3168
Erro padrão	2,42527	0,20008	0,5172	11,33746	0,12124
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00009	0,00021	0,03311
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,4865	0,01259	0,00001	0,00675	0,00053
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	9	21	3311
Erro padrão: Intercepto	0,90885	0,16784	0,19381	9,51074	0,04543
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,012935715	0,050129213	0,002758569	2,840524017	0,000646641

Tabela 186 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 12 estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
56028000	33,82197449	40,37740685	-13,14487504	142,9584648	-38,42862327
56055000	9,312179274	15,90595564	-17,80734422	104,9420878	-37,74197109
56065000	-1,877808655	-3,45345871	97,18469782	-369,0429604	75,80833264
56075000	5,455150897	3,336912649	-36,24022533	23,03444654	-66,3441755
56090000	20,77804935	19,42130181	137,7371742	-400,1263257	111,6324824
56110005	7,804708214	2,770658909	-16,54438938	3,103377288	-44,09926054
56240000	-16,67282245	-11,24863238	-27,88594504	50,87524933	-42,96521816
56335001	-27,68856715	-23,93974356	-51,7074773	32,88190238	-65,23127779
56337000	-22,13211549	-17,55890828	-8,212368335	-8,709529743	-22,75339591
56385000	-12,68247329	-11,19157389	49,16000339	-187,7792077	31,21125899
56415000	9,648630894	15,17715431	-27,84150521	100,3228849	-48,45053877
56425000	-3,488850789	-11,82269996	63,22064721	-32,6833831	-117,746038

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 185 e 186 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,600867 P_{eq750}^{0,900756} \quad (128)$$

Na Figura 144 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

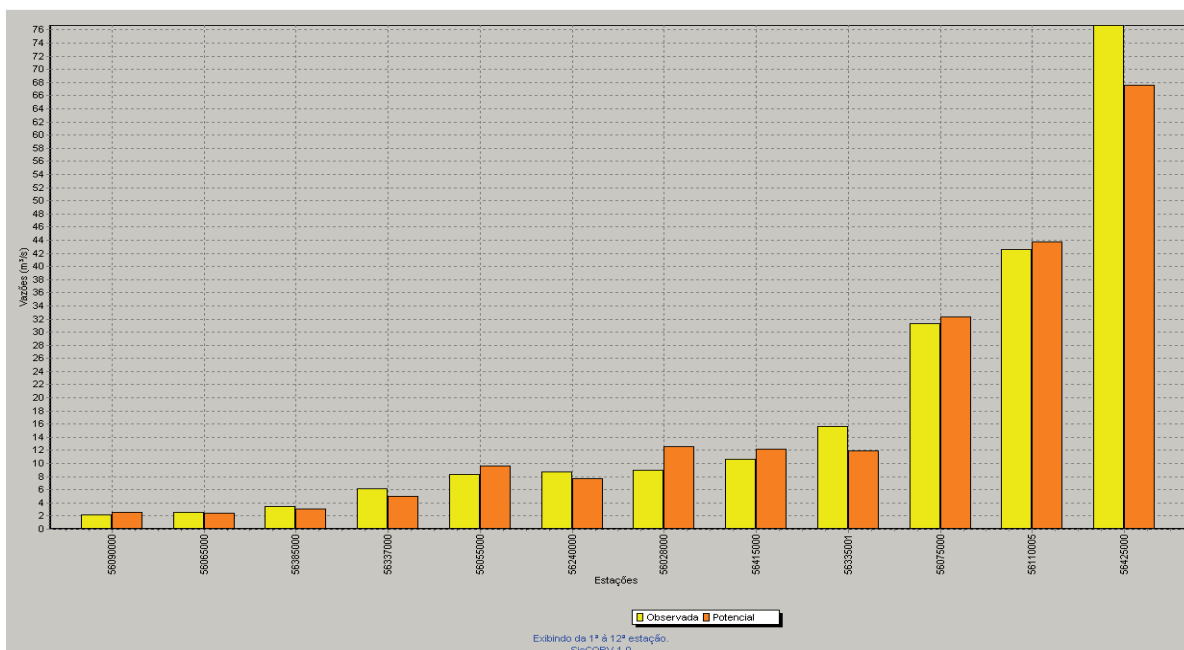


Figura 144 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 3 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de $0,01156 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,01156 \text{ Area} \quad (129)$$

Na Figura 145 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

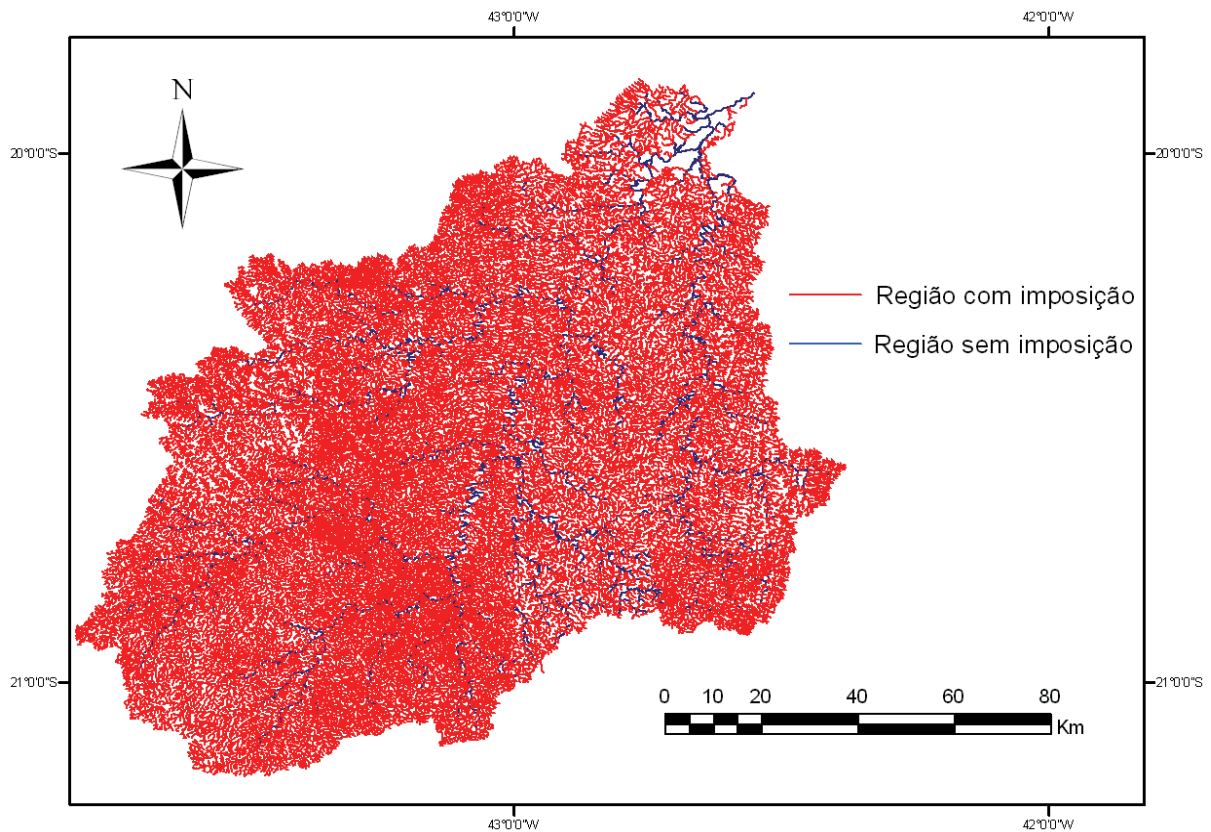


Figura 145 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.4.4. PROPOSIÇÃO PRA MINIMIZAR O IMPACTO DA EXTRAPOLAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE VAZÃO EM CONDIÇÕES EM QUE ESTAS APRESENTAM TENDÊNCIA DE SUBESTIMATIVA

Como os expoentes das equações de regionalização obtidas para a região hidrologicamente homogênea 1 foram, para todas as variáveis (Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$), superiores à unidade, houve uma nítida tendência de subestimativa dos coeficientes de escoamento e das vazões específicas mínimas nas pequenas áreas de drenagem, fazendo que nas regiões de cabeceira as produções específicas fossem muito pequenas.

Tendo em vista esta constatação apresentou-se a proposição, baseado no procedimento descrito no item 3.5, do Capítulo 3, relativo à minimização do uso da extrapolação das equações de regionalização para evitar o risco de superestimativa das vazões em áreas de cabeceira, da utilização também de um limite de imposição mínimo, neste caso correspondente ao menor coeficiente de escoamento (para as vazões médias) e às menores vazões específicas (no caso das vazões mínimas) correspondentes às diversas estações fluviométricas utilizadas no estudo.

Tendo em vista a aprovação do procedimento proposto a estimativa das vazões médias e mínimas foi submetida a uma nova análise de imposição, conforme descrito na sequência.

4.4.4.1 IMPOSIÇÃO DE RESTRIÇÃO PARA A Q_{mld} UTILIZANDO O CE MÍNIMO

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento foi inferior ao mínimo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 foi realizado o ajuste da Q_{mld} para um valor igual ao produto do coeficiente de escoamento de escoamento mínimo pela precipitação equivalente. O valor do coeficiente de escoamento de imposição foi de $0,170737 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,170737 \text{ Peq} \quad (130)$$

Na Figura 146 é mostrado o mapa representativo da região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} , sendo neste destacados em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica.

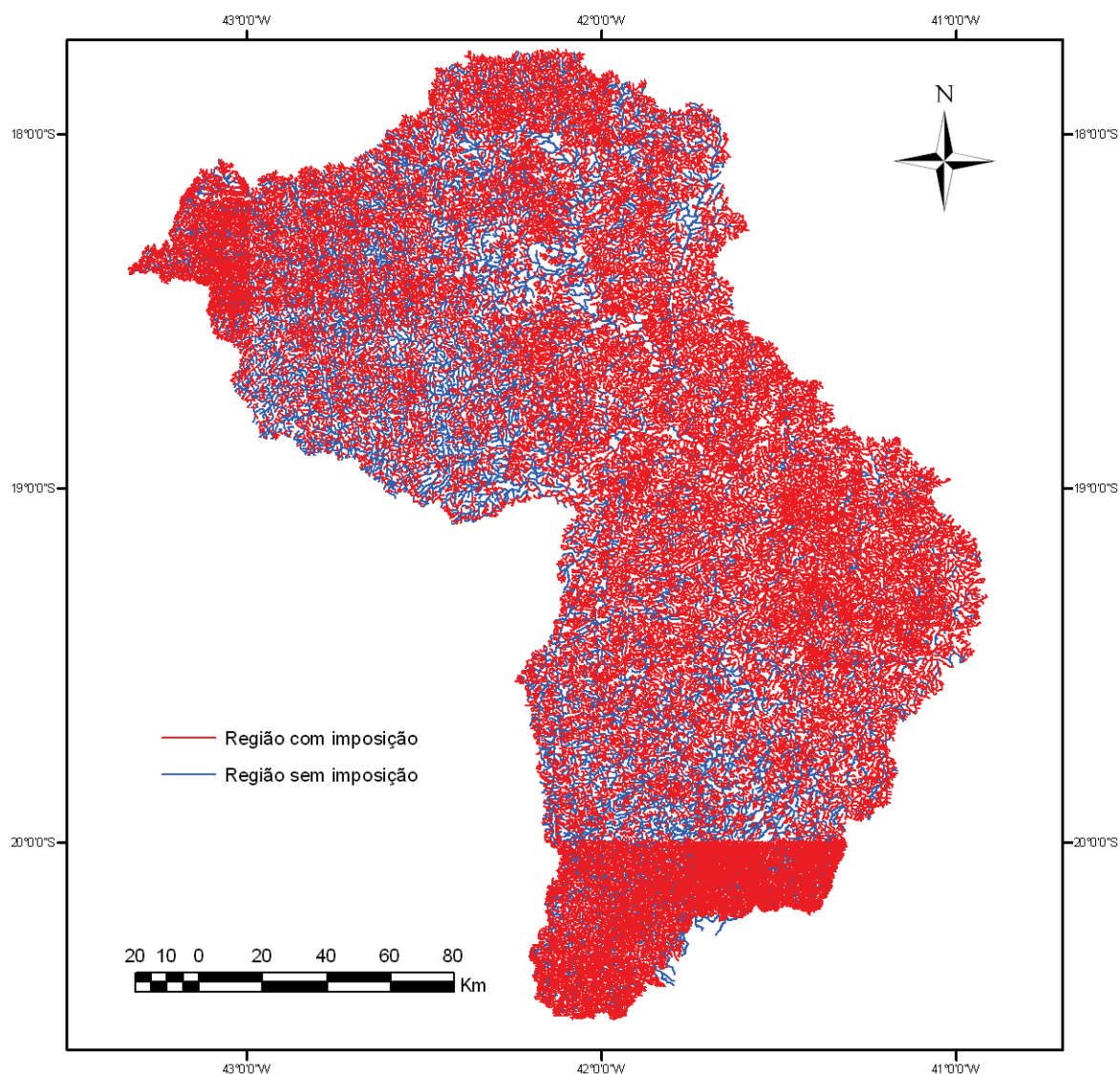


Figura 146 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.4.4.2 IMPOSIÇÃO DE RESTRIÇÃO PARA $Q_{7,10}$ ESPECÍFICA MÍNIMA

Nas regiões onde a $q_{7,10}$ foi inferior à mínima $q_{7,10}$ evidenciada nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 foi realizado o ajuste da $Q_{7,10}$ para um valor igual ao produto da $q_{7,10}$ mínima pela área de drenagem. O valor da $q_{7,10}$ de imposição foi de $0,00037 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,00037 \text{ Área} \quad (131)$$

Na Figura 147 é mostrado o mapa representativo da região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$, sendo neste destacados em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica.

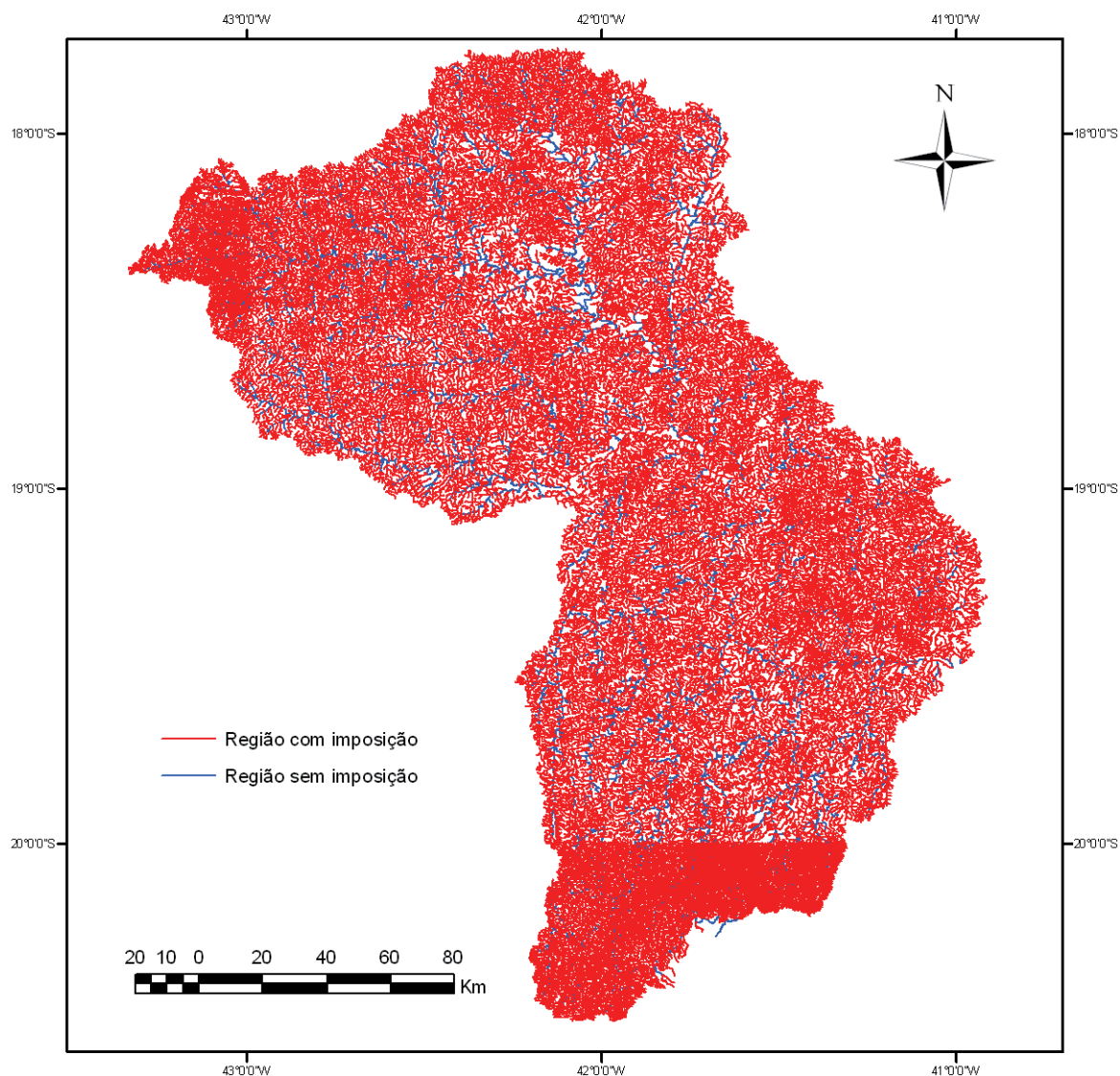


Figura 147 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.4.4.3. IMPOSIÇÃO DE RESTRIÇÃO PARA Q_{95} ESPECÍFICA MÍNIMA

Nas regiões onde a q_{95} foi inferior à mínima q_{95} evidenciada nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 foi realizado o ajuste da Q_{95} para um valor igual ao produto da q_{95} mínima pela área de drenagem. O valor da q_{95} de imposição foi de $0,00051 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,00051 \text{ Área}$$

(132)

Na Figura 148 é mostrado o mapa representativo da região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} , sendo neste destacados em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica.

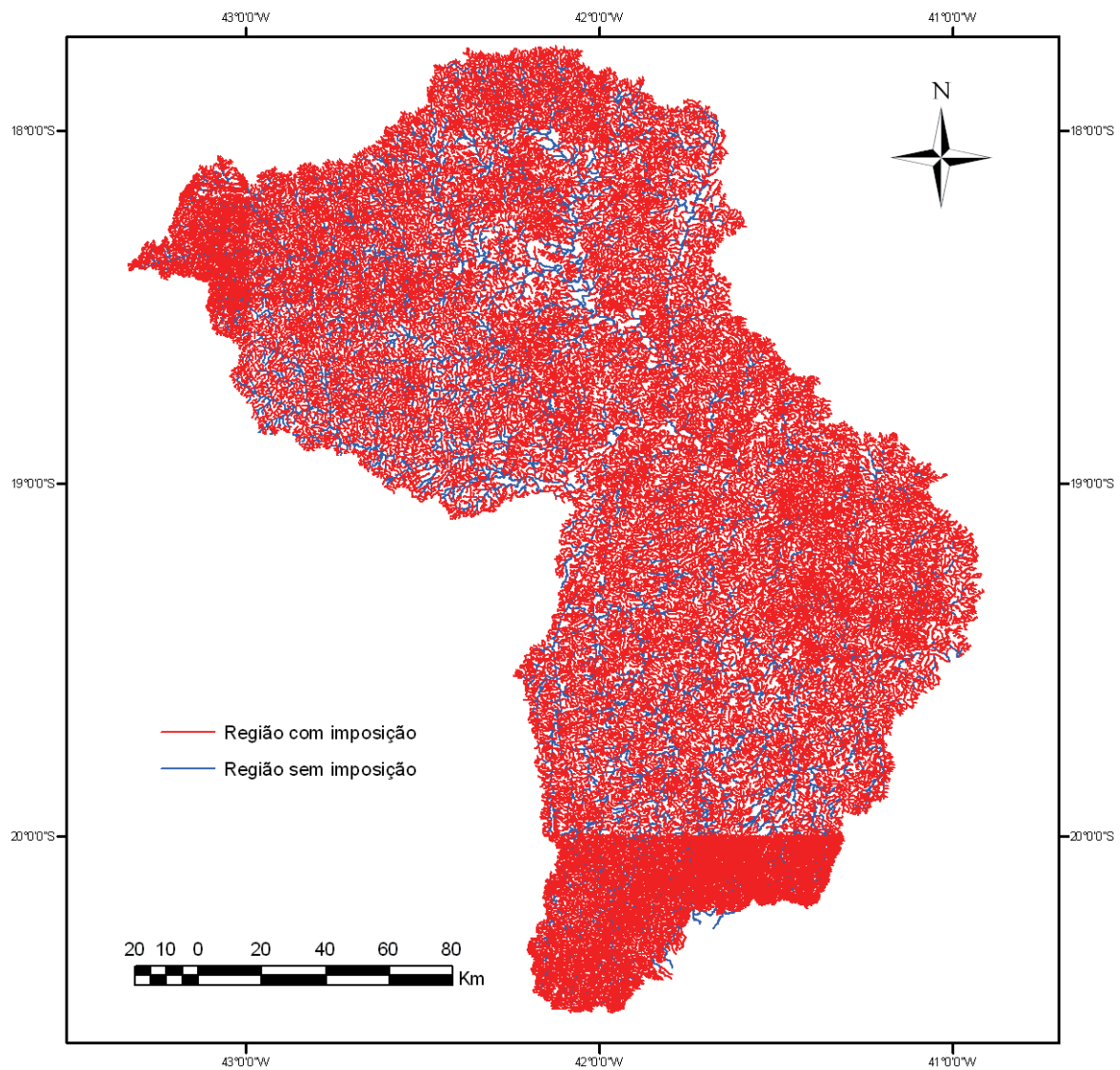


Figura 148 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.4.4.5. IMPOSIÇÃO DE RESTRIÇÃO PARA Q_{90} ESPECÍFICA MÍNIMA

Nas regiões onde a q_{90} foi inferior à mínima q_{90} evidenciada nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 foi realizado o ajuste da Q_{90} para um valor igual ao produto da q_{90} mínima pela área de drenagem. O valor da q_{90} de imposição foi de $0,00091 \text{ m}^3 \text{ km}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,00091 \text{ Área} \quad (133)$$

Na Figura 149 é mostrado o mapa representativo da região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} , sendo neste destacados em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica.

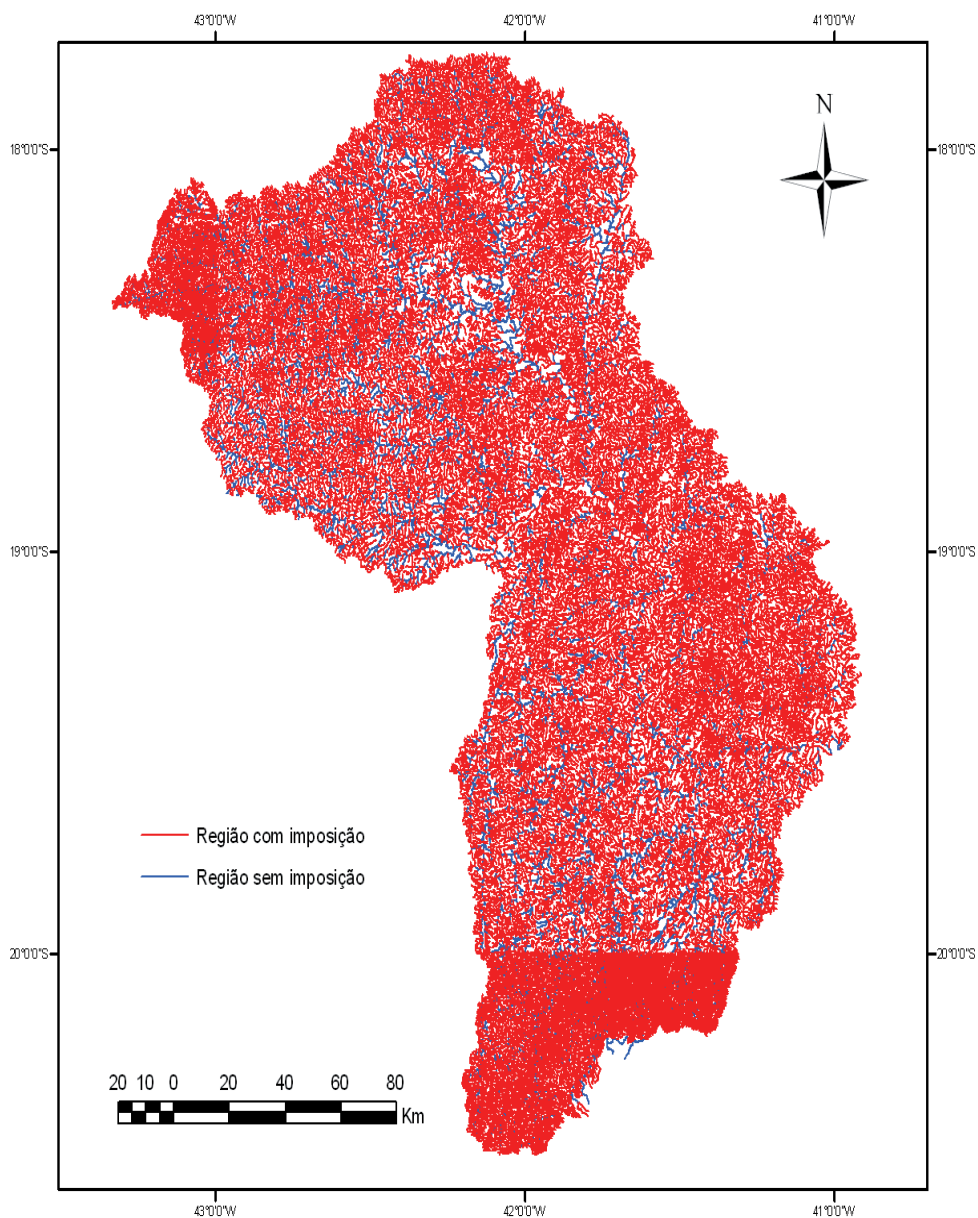


Figura 149 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.5. BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUITINHONHA

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que as estações 54010005, 54150000, 54165000, 54230000 e 54770000 consistiram *outliers* e, portanto, foram retiradas do estudo.

Na Tabela 187 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq600}) das estações da bacia.

Tabela 187 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq600 (m ³ /s)
54010005	VILA TERRA BRANCA - JUSANTE	7780	88,84	13,903	15,534	9,92	240,797	92,775691
54110002	GRÃO MOGOL (FAZ. JAMBEIRO)	4100	32,36	1,006	1,736	0,029	114,598	36,591912
54150000	PORTO MANDACARU	16343	150,717	19,258	23,148	10,615	475,686	164,74612
54165000	PONTE VACARIA	2556	7,581	0,406	0,604	0,1	61,626	12,995863
54195000	BARRA DO SALINAS	23815	154,083	20,297	24,078	10,753	667,561	214,45978
54230000	CARBONITA	2535	27,784	5,923	7,499	4,053	87,904	39,673406
54300000	MINAS NOVAS	1252	6,483	1,276	1,663	0,853	31,466	7,6456043
54390000	PEGA	11000	71,661	16,217	19,173	10,373	323,757	114,47237
54500000	ARAÇUAÍ	16230	99,815	20,153	24,398	13,559	470,45	161,66005
54530000	ITIRA	39394	228,434	41,222	47,536	20,786	1166,7	417,19467
54580000	ITAOBIM	45819	275,048	44,848	54,006	27,808	1296,31	424,56342
54590000	SÃO JOÃO GRANDE	1283	4,884	0,861	1,077	0,461	36,705	12,294802
54710000	JEQUITINHONHA	53298	299,538	47,309	56,329	32,221	1423,561	409,5199
54770000	FAZENDA CAJUEIRO	2660	6,458	0,285	0,567	0,055	68,475	17,866172
54780000	JACINTO	63300	339,584	53,082	65,595	35,422	1725,116	520,7781
54950000	ITAPEBI	67769	398,644	53,904	67,44	27,287	1861,965	572,60046

4.5.1 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 188 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 189 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 188 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98085	0,98075	0,79004	0,78656	0,42983
R ² ajustado	0,97872	0,97861	0,76671	0,76285	0,36647
Erro padrão	20,62347	0,22823	0,75367	68,85484	0,05611
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00025	0,00027	0,02852
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,97684	0,10005	0,00004	0,01225	0,00676
Teste T(Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	0	0	25	27	2852
Erro padrão: Intercepto	10,2142	0,24043	0,37327	72,53576	0,02779
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,0308241	0,0468908	0,0011264	14,146627	8,387E-05

Tabela 189 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54110002	-26,104947	-26,169049	-37,404152	106,127368	-65,348708
54195000	-8,0802138	-8,4763114	-57,812777	36,79032	-87,103613
54300000	-26,646987	-23,474631	158,457617	-1038,7003	61,5172042
54390000	5,29823762	4,77877423	-52,902237	122,749373	-80,663234
54500000	6,88540672	6,3794724	-53,929493	88,0920132	-83,804105
54530000	20,7394608	20,4133314	7,48323924	16,0003303	-27,48715
54580000	2,04997345	1,77949497	-6,3147086	-3,140567	-17,878122
54590000	60,3834425	63,6704062	253,718624	-553,61107	116,717911
54710000	-9,6173847	-9,8663379	-22,052884	-12,04082	-56,719474
54780000	1,40801781	1,20152192	42,5763688	-16,647398	-117,74947
54950000	-5,0122126	-5,1772904	70,5859424	-27,05759	-108,98736

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 188 e 189 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,64361401016557 P_{eq600}^{1,00399594772011} \quad (134)$$

Na Figura 150 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

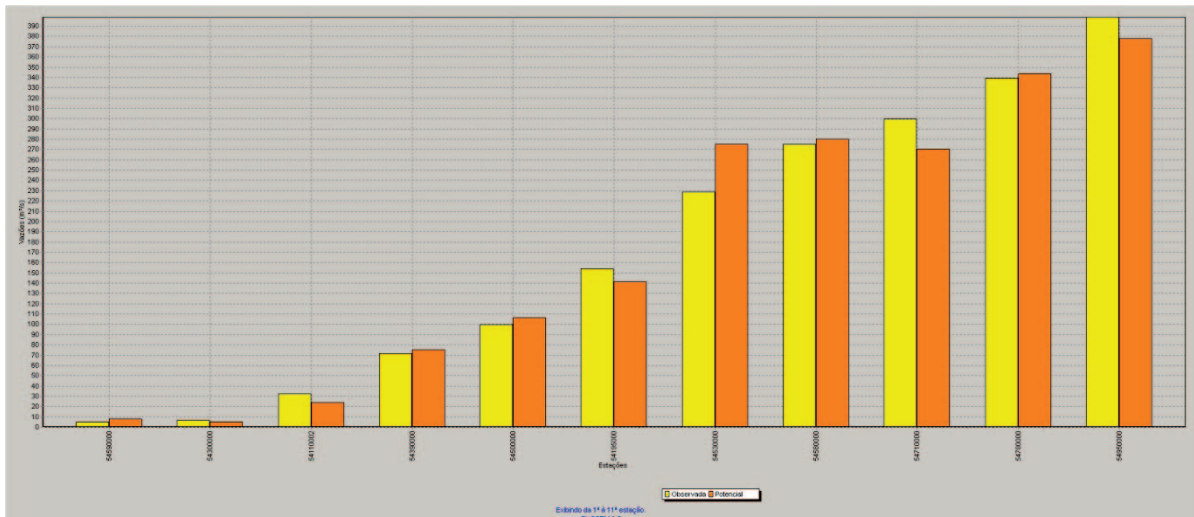


Figura 150 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mid} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,282383486 e não houve necessidade de imposição deste, pois o CE ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.5.2 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 190 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 191 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 190 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,89431	0,66284	0,60697	0,78689	0,15701
R ² ajustado	0,88256	0,62538	0,5633	0,76321	0,06334
Erro padrão	4,4944	1,39906	1,51055	6,3819	9,93201
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00228	0,00471	0,00027	0,22765
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,69145	0,01991	0,57543	0,01281	0,11737
Teste T(Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	1	228	471	27	22765
Erro padrão: Intercepto	2,22594	1,47385	0,74813	6,72307	4,91903
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,0067174	0,2874444	0,0022577	1,311198	0,0148445

Tabela 191 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54110002	10398,9335	4053,57817	2925,08582	21868,4682	339,397706
54195000	25,3952706	-4,5782471	-63,390666	83,7927231	-97,884812
54300000	59,5823993	-78,63382	-19,018809	-737,67919	-85,989662
54390000	-26,510259	-53,693494	-83,641306	44,788751	-98,474131
54500000	-23,378233	-46,227741	-81,383079	30,0074673	-98,637054
54530000	22,0418802	10,3637281	4,33371698	19,2764194	-90,381949
54580000	-7,2212707	-15,738878	-17,020878	-10,365931	-89,970718
54590000	254,176417	-29,835093	55,7127656	-500,39747	-73,814883
54710000	-22,66524	-30,383302	-36,903162	-23,48861	-95,208283
54780000	-11,240411	-15,31805	46,4117065	-25,272952	-101,89394
54950000	26,355008	23,2892544	193,987373	-0,3662786	-101,47382

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 190 e 191 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,0155718390647347 P_{eq600}^{1,20910597118774} \quad (135)$$

Na Figura 151 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

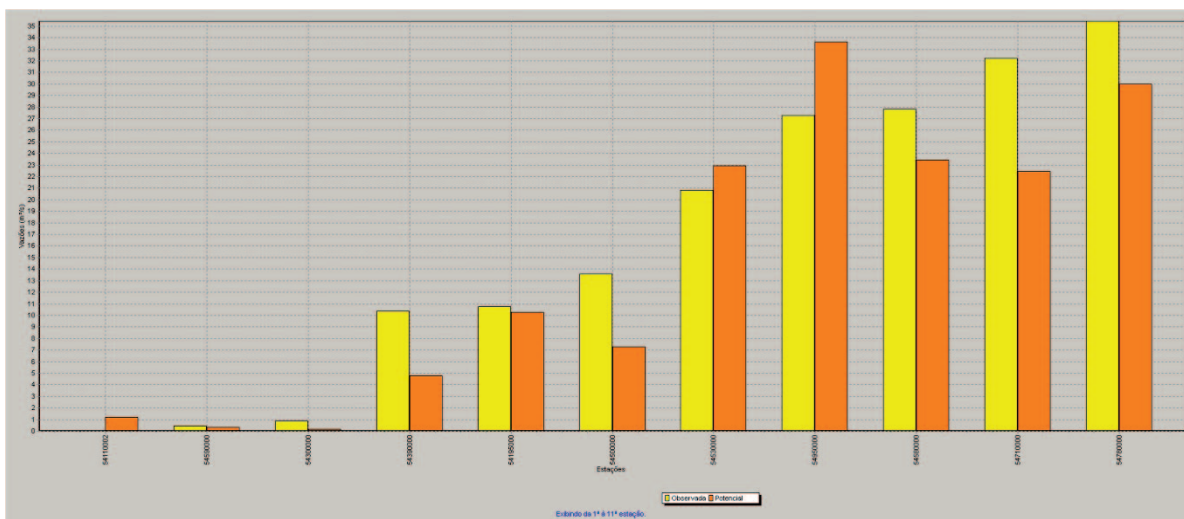


Figura 151 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,000942961 e não houve necessidade de imposição deste, pois a $Q_{7,10}$ específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.5.3 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q95)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 192 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 193 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 192 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97918	0,92302	0,7709	0,83753	0,55757
R ² ajustado	0,97686	0,91447	0,74545	0,81947	0,50841
Erro padrão	3,24996	0,49183	0,84849	9,0782	0,31581
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00038	0,00008	0,00829
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,54262	0,00074	0,11534	0,00513	0,00142
Teste T(Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	0	0	38	8	829
Erro padrão: Intercepto	1,60961	0,51812	0,42023	9,56352	0,15641
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,0048574	0,1010494	0,0012682	1,8651694	0,000472

Tabela 193 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54110002	364,509043	226,154945	166,798165	953,860703	52,5997502
54195000	10,6038944	3,50304036	-54,223081	62,9388052	-86,624767
54300000	39,7428898	-50,258693	72,0018318	-827,82842	12,4553424
54390000	-23,181323	-32,979274	-71,486006	54,7522025	-88,305755
54500000	-14,788464	-22,520415	-68,106736	46,2832953	-89,02928
54530000	3,60447932	2,47516694	-7,2291877	0,73512188	-47,352277
54580000	-3,1303656	-4,0630659	-10,229943	-6,9137081	-35,111933
54590000	161,094211	21,385551	163,332424	-477,51246	68,4569838
54710000	-11,346277	-12,432708	-23,380672	-12,723986	-63,729387
54780000	-0,0427423	0,44083609	48,4395452	-16,463354	-115,88624
54950000	8,04013715	9,26614414	109,86758	-15,501337	-109,23119

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 192 e 193 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0750014926777506 P_{eq600}^{1,04974219033955} \quad (136)$$

Na Figura 152 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

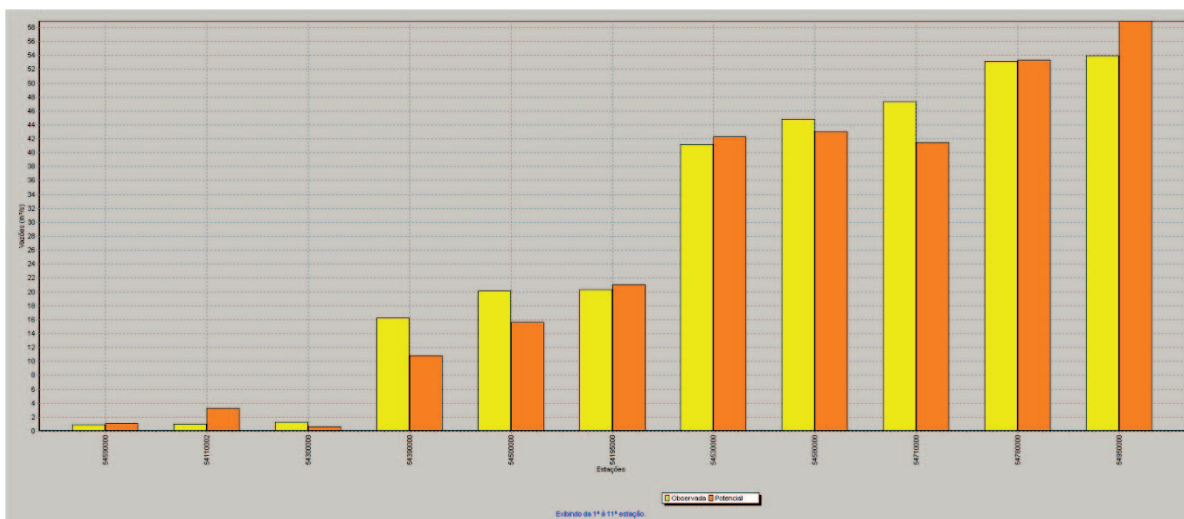


Figura 152 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,001474261 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{95} específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.5.4 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q90)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm (P_{eq600}).

Na Tabela 194 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 195 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 194 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98245	0,94225	0,78604	0,82631	0,54925
R ² ajustado	0,9805	0,93584	0,76227	0,80701	0,49917
Erro padrão	3,63268	0,40861	0,78653	11,42915	0,23155
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00028	0,00011	0,00906
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,60592	0,00063	0,02817	0,00643	0,00155
Teste T(Valor-P): Peq600 (m ³ /s)	0	0	28	11	906
Erro padrão: Intercepto	1,79916	0,43046	0,38954	12,04014	0,11468
Erro padrão: Peq600 (m ³ /s)	0,0054294	0,0839521	0,0011756	2,348185	0,0003461

Tabela 195 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região considerando a variável precipitação equivalente menos inércia hídrica de 600 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54110002	212,338705	147,738151	104,095008	638,946746	22,3207824
54195000	12,5501228	7,93422213	-51,037348	66,1119874	-84,45297
54300000	13,850474	-47,426103	75,1479829	-775,24153	19,2581689
54390000	-22,216719	-28,433689	-68,720371	58,2967714	-86,336885
54500000	-15,298877	-20,096348	-66,182355	46,1394875	-87,490163
54530000	8,99057754	7,59058543	-2,3585712	5,64980292	-39,518803
54580000	-2,4035027	-3,5967836	-9,666486	-6,5089847	-29,6925
54590000	128,429585	31,6392692	179,112667	-465,03929	86,1351722
54710000	-9,6832242	-10,90308	-21,765942	-11,348391	-59,26169
54780000	-1,7694758	-2,2964379	42,5190874	-18,242244	-118,16332
54950000	4,90879284	4,65938128	96,7710119	-18,317566	-110,34563

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 194 e 195 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,110398854557492 P_{eq600}^{1,01736183227236} \quad (137)$$

Na Figura 153 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

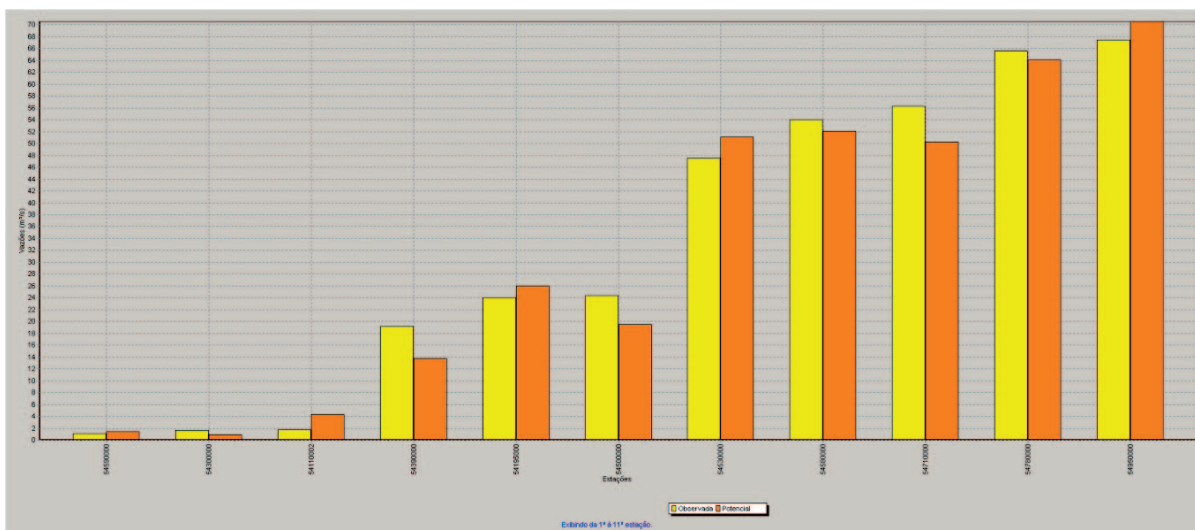


Figura 153 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 600 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,001743042 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{90} específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.6 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO

Tendo em vista: a) a pequena disponibilidade de estações fluviométricas existentes na bacia; b) o detalhamento da hidrografia apenas em uma pequena parte da bacia; c) a grande variação da precipitação associada ao fato de existirem valores menores que 750 mm; e d) a grande variação nas vazões específicas existentes nas estações fluviométricas situadas na bacia, testou-se diferentes alternativas para a regionalização.

Na Tabela 196 são apresentadas as informações relativas ao código, nome da estação, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ para as estações situadas na bacia.

Tabela 196 – Códigos, nomes das estações, valores das variáveis explicativas e das variáveis dependentes associadas às estações fluviométricas utilizadas no estudo

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{mid} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq750 (m ³ /s)
53050000	ITAJUÍPE	640	8,596	0,59	0,844	0,208	**	**
53091000	PROVISÃO II	1307	17,673	0,206	0,498	0	**	**
53125000	FAZENDA MANAUS	790	3,933	0,119	0,227	0,027	**	**
53130000	ITAJU DO COLÔNIA	1245	7,177	0,069	0,195	0,001	**	**
53140000	ESTIVA DE BAIXO	2070	10,32	0,072	0,13	0,004	**	**
53160000	CAJUEIRO DO IBICARAÍ	935	6,284	0,266	0,455	0,031	**	**
53170000	FERRADAS	3580	19,859	0,131	0,257	0,001	**	**
53180000	CONTORNO DA BR-101	3695	25,156	0	0,004	-0,461*	**	**
53490000	FAZENDA BENFICA	5190	17,928	0,665	1,207	0	120,201	0
53540001	VEREDA DO PARAÍSO (SUDENE)	10390	14,471	0,322	1,261	0,506	234,722	0
53620000	CÂNDIDO SALES	12890	19,89	0,825	2,293	0,652	285,348	0
53630000	INHOBIM	16040	18,316	0,947	2,086	0,568	364,447	0
53650000	ITAMBÉ	19180	21,751	1,979	2,994	0,983	416,785	0
53690000	COURO DANTAS	22340	50,009	8,992	12,213	6,034	644,356	113,058
53730000	CATOLÉ	1310	3,363	1,241	1,481	0,996	33,0199	1,865
53780000	ITAPETINGA	2810	12,965	1,852	2,692	0,688	89,691	22,863
53880000	FAZENDA NANCY	28950	59,816	9,808	12,957	6,338	751,662	63,163
53950000	MASCOTE	30360	69,93	12,55	16,144	7,318	801,049	79,017
53980000	BARRAÇÃO	860	4,96	2,334	2,712	1,946	**	**

* Os valores negativos foram encontrados a partir de funções probabilísticas e estes valores não representam a condição física da estação.

** Estações em que não foi possível o acúmulo da P_{eq} devido à falta de detalhamento da hidrografia fora do Estado de Minas Gerais.

4.6.1. PRIMEIRA TENTATIVA

Esta tentativa refere-se à condição em que foram consideradas todas as estações fluviométricas e utilizada como variável explicativa a área de drenagem. As vazões específicas das estações possuem uma grande discrepância entre si, sendo que os *outliers* encontrados foram: para Q_{mid} , estações 53050000, 53091000 e 53180000; para Q_{95} estações 53180000, 53730000 e 53980000; para Q_{90} , estações 53050000, 53180000, 53730000 e 53980000 e para $Q_{7,10}$, estações 53180000, 53730000 e 53980000. Os *outliers* foram desconsiderados para o estudo específico de cada vazão em análise.

4.6.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 197 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 198 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 197 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,85146	0,84267	0,79404	0,64948	0,48754
R ² ajustado	0,84085	0,83143	0,77933	0,62444	0,45094
Erro padrão	8,14275	0,37911	0,43375	12,50833	0,06408
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0,00016	0,00263
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,25323	0,00078	0	0,00133	0,00001
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0	0	0	0,00016	0,00263
Erro padrão: Intercepto	2,85334	0,62151	0,15199	20,50602	0,02245
Erro padrão: Área (km ²)	0,000201	0,072394	1,07E-05	2,388583	1,58E-06

Tabela 198 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53125000	22,6654	17,4528	78,0512	-118,82	66,1499
53130000	-21,3464	-14,3962	1,1355	-33,2092	-7,3549
53140000	-30,8866	-18,1209	-24,9434	6,3847	-33,4606
53160000	-19,0714	-18,3037	12,7109	-79,1564	4,5553
53170000	-50,3769	-40,0184	-56,0717	-11,1602	-63,2193
53490000	-28,8384	-16,1383	-44,7592	23,6124	-56,2848
53540001	52,9454	60,5283	3,0765	111,487	-29,1558
53620000	33,9436	33,7013	-8,6801	67,0627	-39,4903
53630000	76,4603	66,5162	27,0924	95,9381	-15,8519
53650000	74,6184	56,8461	37,0497	74,9912	-1,6226
53690000	-12,6562	-24,9351	-23,5427	-20,1771	-29,7554
53730000	71,3535	88,6247	116,9586	60,9617	98,225
53780000	-34,6959	-21,0622	-36,6706	13,3595	-45,4334
53880000	-7,0531	-26,1708	7,5881	-27,9935	-271,641
53950000	-16,8603	-34,9375	2,838	-37,5803	-179,932
53980000	-0,1957	-1,7825	41,9551	-94,0997	32,0874

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 197 e 198 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{\text{mld}} = 0,0704870289156605 \text{ Area}^{0,626884558352987} \quad (138)$$

Na Figura 154 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

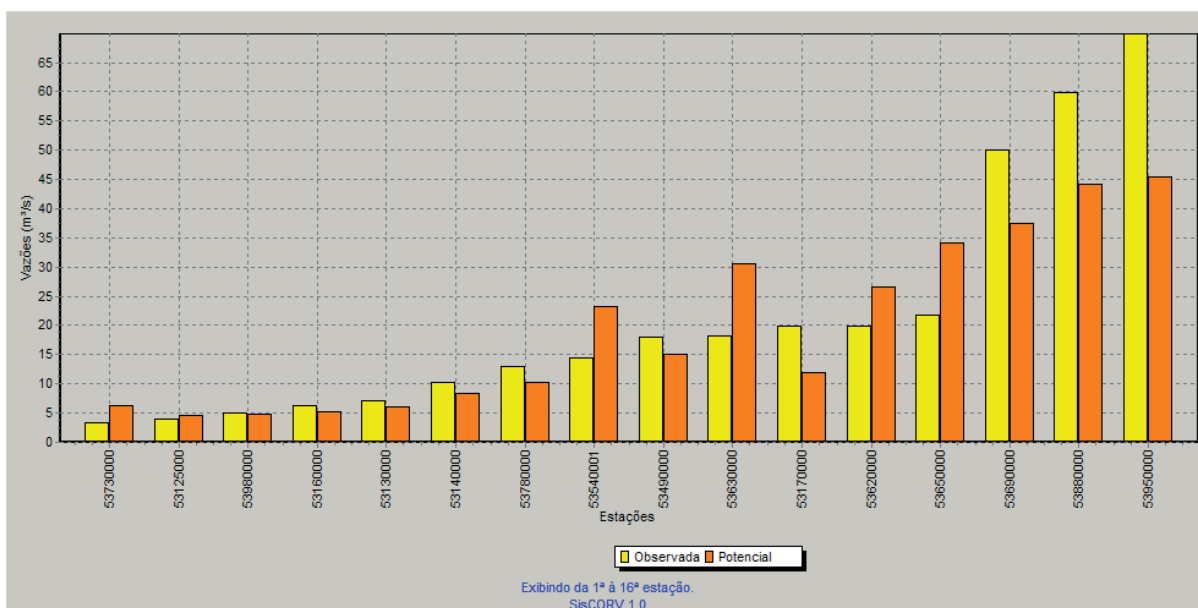


Figura 154 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área.

Nas regiões onde a Q_{mld} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{mld} específica imposta. O valor de Q_{mld} específica de imposição foi de 0,00672127 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{\text{mld}} = 0,00672126626726182 \text{ Area} \quad (139)$$

Na Figura 155 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

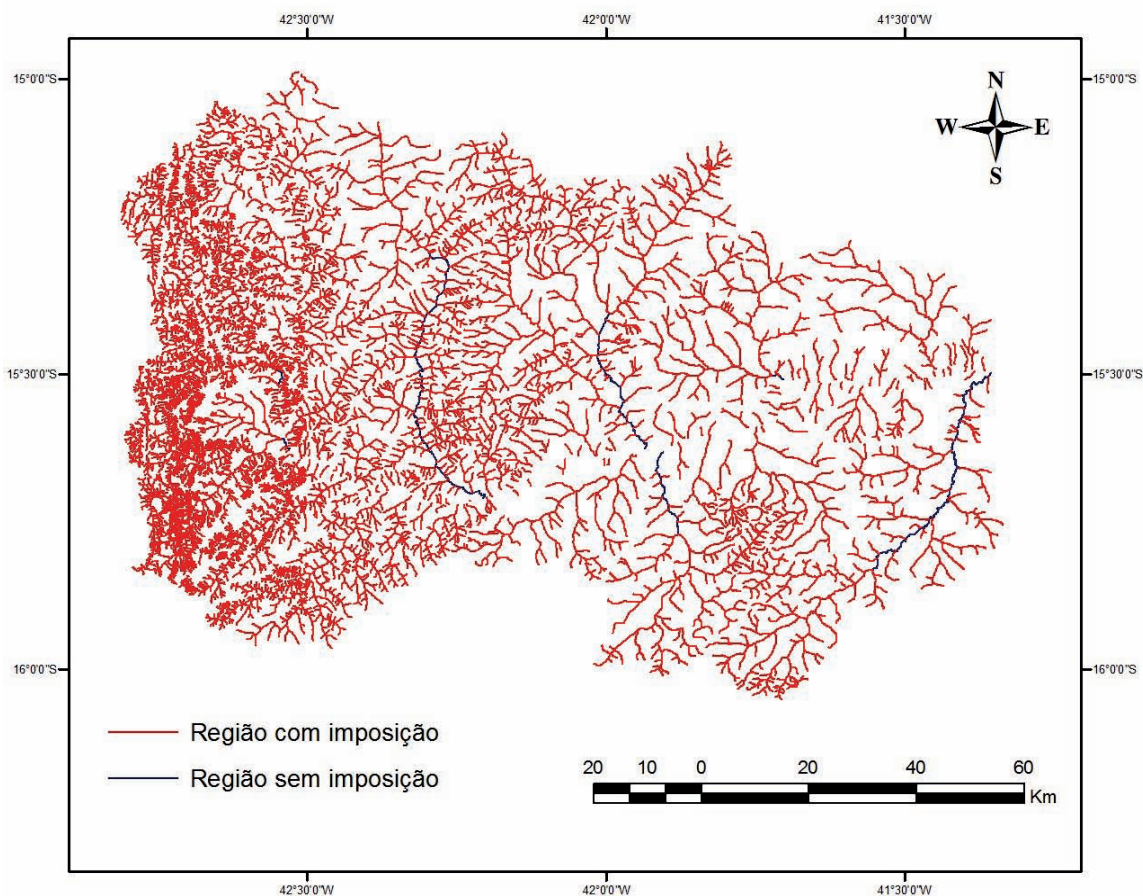


Figura 155 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mid} .

4.6.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 199 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 200 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 199 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,76871	0,38129	0,46537	0,47658	0,04832
R ² ajustado	0,75219	0,3371	0,42718	0,43919	-0,01965
Erro padrão	1,27573	3,71073	3,4494	1,91915	853767,6
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,01081	0,0036	0,00307	0,41332
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,15498	0,00434	0,00024	0,00861	0,21511
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00001	0,01081	0,0036	0,00307	0,41332
Erro padrão: Intercepto	0,44645	5,954	1,20715	3,07935	298784
Erro padrão: Área (km ²)	3,15E-05	0,694696	8,52E-05	0,359289	21,077

Tabela 200 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53050000	-356,771	-99,5785	-98,4035	-634,75	-99,9987
53091000	-1,3E+08	1271999	1368339	-6,6E+07	827,3282
53125000	-1968,83	-94,9824	-87,0696	-3235,47	-99,99
53130000	-41775,9	251,6172	310,0516	-26717,6	-99,7178
53140000	-6097,23	154,5377	34,4239	10343,23	-99,9246
53160000	-1634,05	-93,8063	-88,1844	-2139,16	-99,9912
53170000	8968,042	2621,674	636,2661	101479,3	-99,7145
53490000	98686,06	13859,32	2756,344	350124,5	-99,2473
53540001	208,3138	-48,9384	-88,108	386,6515	-99,999
53620000	221,9541	-38,4054	-80,5738	320,5327	-99,999
53630000	388,2442	10,338	-43,1814	431,5527	-99,9983
53650000	250,7223	-8,1715	-16,4998	230,4772	-99,9978
53690000	-31,5819	-79,5679	-65,1797	-42,8906	-100,002
53780000	-109,808	-97,3936	-99,0807	14,2967	-99,9996
53880000	-12,4586	-66,9893	136,5077	-40,3845	-100
53950000	-20,0437	-68,4971	211,4813	-47,5352	-100

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 199 e 200 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 1,64598144225465 E^{-9} \text{ Area}^{2,04053952300982} \quad (140)$$

Usando essa equação de regionalização para a maior área de drenagem da parte mineira da bacia, que é de 1845 km², tem-se uma Q_{7,10} de 0,0076 m³ s⁻¹, valor que representa uma produção específica (q_{7,10}) igual a 0,0000041 m³ s⁻¹ km⁻². Portanto, e considerando as discussões realizadas em reuniões com a participação das equipes do IGAM, da UFV e de Validação, optou-se por considerar a Q_{7,10} nula nesta região.

4.6.1.3 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q₉₅)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 201 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 202 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 201 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,75171	0,59103	0,75082	0,45552	0,34959
R ² ajustado	0,73398	0,56182	0,73302	0,41663	0,30313
Erro padrão	2,09527	1,12688	0,87961	3,10279	3,96351
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,0005	0,00001	0,00413	0,01586
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,25081	0,00037	0,00004	0,01197	0,00031
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,00001	0,0005	0,00001	0,00413	0,01586
Erro padrão: Intercepto	0,73326	1,80812	0,30783	4,97854	1,38707
Erro padrão: Área (km ²)	5,17E-05	0,210966	2,17E-05	0,580881	9,78E-05

Tabela 202 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53050000	-212,29	-83,0247	-69,2734	-357,949	-73,6155
53091000	-312,689	-4,24212	-3,29155	-150,157	-22,2454
53125000	-615,214	2,959373	55,8735	-1028,99	31,87132
53130000	-764,304	172,6202	185,8109	-389,31	131,1967
53140000	-350,667	321,9681	206,7658	1020,652	128,994
53160000	-312,245	-45,9183	-28,7819	-389,696	-40,6057
53170000	149,9701	292,2716	109,8168	1351,563	35,69167
53490000	30,7673	9,853901	-48,1635	296,8226	-71,0658
53540001	712,6579	337,6102	122,516	1146,038	-18,4545
53620000	319,5998	109,8349	23,71572	438,8733	-61,3061
53630000	377,4674	124,9163	68,03825	415,2635	-53,8327
53650000	181,9242	27,54154	25,22468	164,5481	-65,0066
53690000	-26,1069	-67,5528	-56,9554	-38,3942	-81,3251
53780000	-96,3352	-77,9643	-86,6948	-23,3948	-90,7478
53880000	-9,55896	-61,9569	0,247601	-38,2655	-108,65
53950000	-25,532	-68,8948	-4,41341	-50,998	-105,117

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 201 e 202 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,000217796015640078 \text{ Area}^{0,948936875970837} \quad (141)$$

Na Figura 156 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

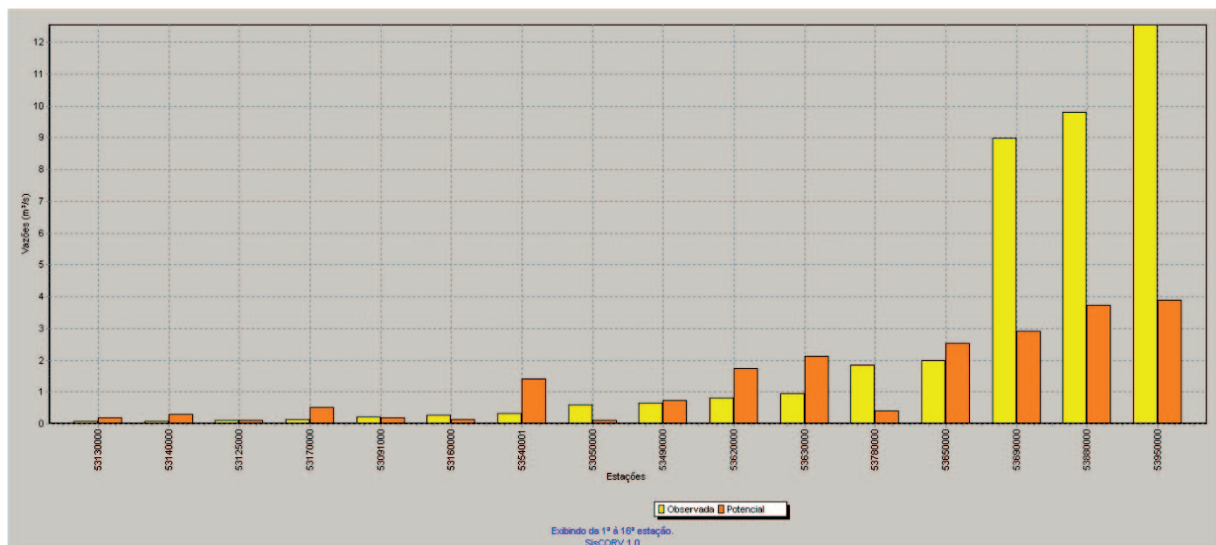


Figura 156 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{95} específica imposta. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,0009224423 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{95} ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.6.1.4 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q₉₀)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 203 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 204 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 203 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,79361	0,74686	0,80514	0,52279	0,41289
R ² ajustado	0,77774	0,72739	0,79016	0,48608	0,36772
Erro padrão	2,52311	0,82578	0,7245	3,83664	1,84566
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00003	0,00001	0,00232	0,00978
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,27506	0,00005	0,00085	0,00716	0,00026
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,00001	0,00003	0,00001	0,00232	0,00978
Erro padrão: Intercepto	0,93854	1,45787	0,2695	6,7734	0,68654
Erro padrão: Área (km ²)	6,41E-05	0,167704	1,84E-05	0,779169	4,69E-05

Tabela 204 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53091000	-195,82	-40,5777	-24,9379	-196,485	-37,7579
53125000	-413,982	-22,5966	53,82657	-965,417	33,73135
53130000	-359,455	44,46953	90,34256	-420,121	58,72699
53140000	-200,601	265,7058	217,6163	568,417	145,8487
53160000	-241,898	-54,0862	-21,8913	-422,021	-32,9932
53170000	114,9256	227,2952	97,28152	864,442	33,73951
53490000	6,295458	2,651262	-47,7201	196,1496	-69,046
53540001	188,6404	102,0335	0,923798	345,2978	-59,1086
53620000	108,1368	38,98355	-22,2383	172,5161	-72,4838
53630000	197,3228	91,78249	30,78719	230,4782	-57,8696
53650000	154,6063	60,82607	39,14136	147,7248	-51,8018
53690000	-25,844	-53,7982	-47,7454	-35,5874	-66,5508
53780000	-92,4146	-75,6666	-82,9991	-34,2403	-87,6764
53880000	-6,97831	-42,998	20,15792	-33,4038	-111,146
53950000	-21,3838	-51,9349	16,64311	-45,685	-106,941

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 203 e 204 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,000171557966314641 \text{ Area}^{1,03862396227846} \quad (142)$$

Na Figura 157 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

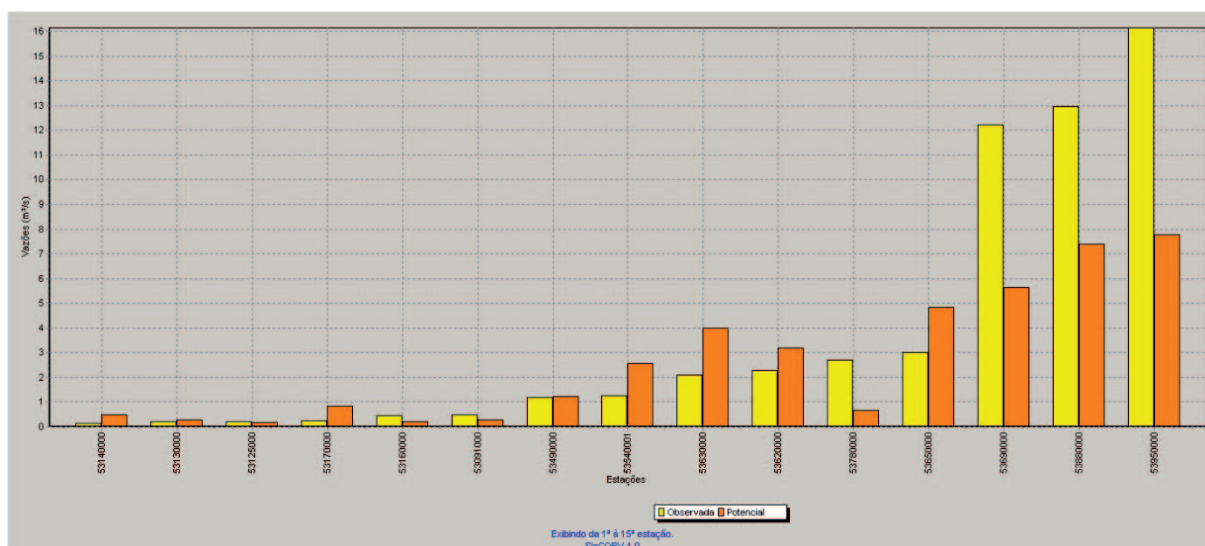


Figura 157 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor da Q_{90} específica imposta. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,00095809816 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{90} ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.6.1.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA REGIONALIZAÇÃO CONSIDERANDO TODA A BACIA DO PARDO COM O USO DA ÁREA DE DRENAGEM

O uso do modelo potencial foi o que permitiu o melhor ajuste para todas as condições analisadas e as equações com os melhores ajustes foram:

$$Q_{\text{mld}} = 0,0704870289156605 \text{ Area}^{0,626884558352987}$$

$$Q_{95} = 0,000217796015640078 \text{ Area}^{0,948936875970837}$$

$$Q_{90} = 0,000171557966314641 \text{ Area}^{1,03862396227846}$$

$$Q_{7,10} = 1,64598144225465 \text{ E}^{-9} \text{ Area}^{2,04053952300982}$$

Conforme mencionado anteriormente, dada a pequena magnitude dos valores de $Q_{7,10}$, esta foi considerada nula em toda a bacia.

4.6.2. SEGUNDA TENTATIVA

A segunda tentativa foi feita considerando as cinco estações situadas na região Oeste da bacia e utilizando como variáveis independentes, além da área de drenagem, também usada na primeira tentativa, a precipitação equivalente e a precipitação equivalente menos a inércia hídrica. As estações utilizadas nesse estudo foram: 53490000, 53540001, 53620000, 53630000 e 53650000. A utilização da $P_{\text{eq}750}$, entretanto, não foi possível visto que na maioria das estações o valor da mesma é nulo. A análise do *Box-plot* para o coeficiente de escoamento considerou como *outlier* a estação 53490000. Na Figura 158 encontra-se o mapa com a localização das estações fluviométricas utilizadas nessa regionalização.

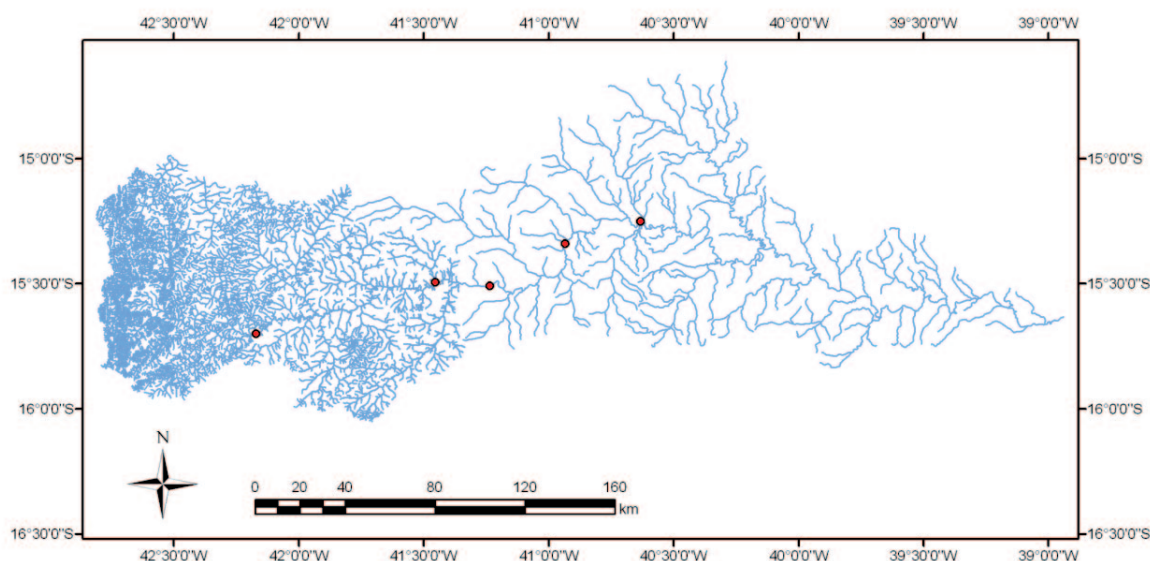


Figura 158 – Localização das cinco estações fluviométricas utilizadas na regionalização da bacia do Pardo com o incremento da precipitação.

4.6.2.2 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente (P_{eq}).

Na Tabela 205 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 206 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 205 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R^2	0,63533	0,6632	0,63082	0,66113	0,62441
R^2 ajustado	0,45299	0,4948	0,44623	0,49169	0,43662
Erro padrão	2,28846	0,12432	0,13016	2,20603	0,00754
Teste F(Valor-P)	0,20292	0,18563	0,20576	0,1869	0,2098
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,24979	0,87008	0,01674	0,31584	0,03986
Teste T(Valor-P): Peq (m^3/s)	0,20292	0,18563	0,20576	0,1869	0,2098
Erro padrão: Intercepto	5,42597	1,62008	0,3086	28,74842	0,01788
Erro padrão: Peq (m^3/s)	0,0163035	0,281019852	0,0009273	4,9867064	5,373E-05

Tabela 206 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53540001	9,527	7,431	8,871	7,999	8,204
53620000	-12,567	-12,844	-13,610	-11,752	-14,647
53630000	8,089	8,483	7,437	8,990	6,728
53650000	-1,658	-1,551	-1,038	-2,145	-0,115

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 205 e 206 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mid} = 0,74065853527265 Peq^{0,557680173008066} \quad (143)$$

Na Figura 159 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mid} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

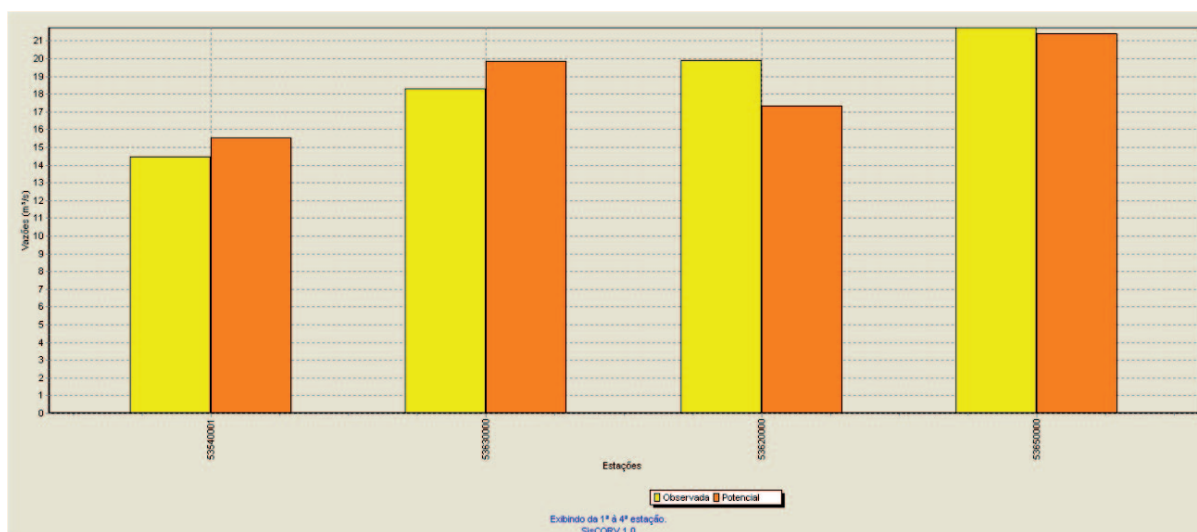


Figura 159 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

4.6.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q₉₅)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente (P_{eq}).

Na Tabela 207 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 208 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 207 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável P_{eq}

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,85051	0,89727	0,88601	0,82042	0,77529
R ² ajustado	0,77577	0,84591	0,82901	0,73064	0,66294
Erro padrão	0,32923	0,29274	0,30837	0,36085	0,65716
Teste F(Valor-P)	0,07777	0,05275	0,05872	0,09423	0,11949
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,18446	0,05178	0,05484	0,10713	0,07242
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,07777	0,05275	0,05872	0,09423	0,11949
Erro padrão: Intercepto	0,78062	3,8149	0,73116	4,70251	1,55813
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,0023455	0,6617339	0,0021969	0,8156988	0,0046817

Tabela 208 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas considerando a variável P_{eq}

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53540001	-6,405	13,039	19,011	-15,308	20,184
53620000	-14,916	-24,277	-27,983	-8,572	-38,201
53630000	40,210	29,786	24,479	43,355	6,813
53650000	-11,981	-9,985	-6,269	-14,682	46,488

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 207 e 208 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,00000010106 Peq^{2,7658103780984} \quad (144)$$

Na Figura 160 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

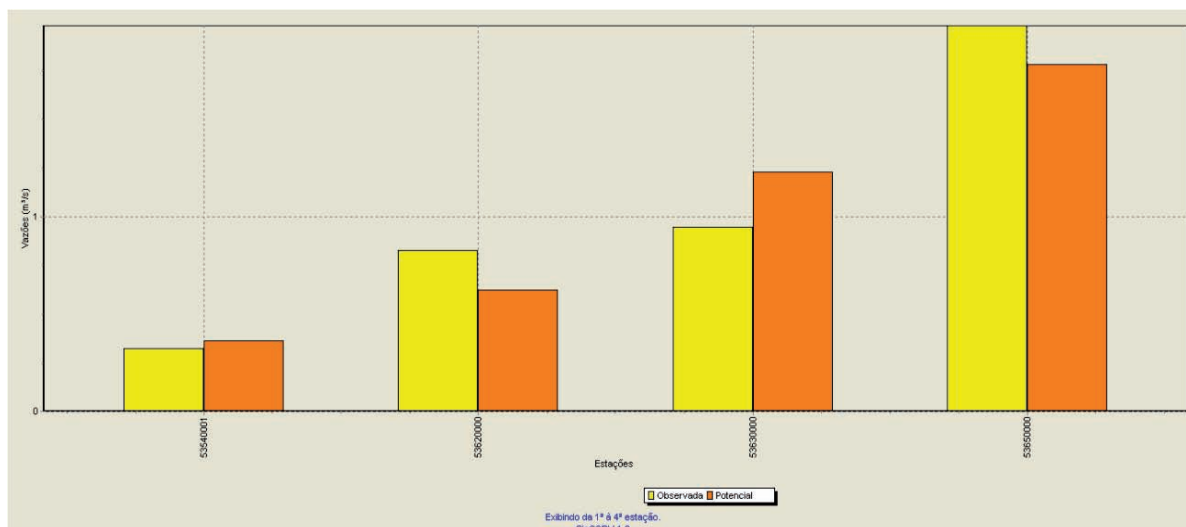


Figura 160 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

4.6.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação do erro, padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente (P_{eq}).

Na Tabela 209 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 210 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 209 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,7431	0,75198	0,72522	0,75216	0,69071
R ² ajustado	0,61465	0,62797	0,58783	0,62824	0,53607
Erro padrão	0,44287	0,22057	0,23217	0,43499	0,13478
Teste F(Valor-P)	0,13797	0,13283	0,1484	0,13273	0,16891
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,79545	0,1578	0,44985	0,1729	0,06709
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,13797	0,13283	0,1484	0,13273	0,16891
Erro padrão: Intercepto	1,05004	2,87445	0,55047	5,66866	0,31957
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,0031551	0,4986027	0,001654	0,9832873	0,0009602

Tabela 210 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
53540001	16,648	12,778	15,858	13,086	14,187
53620000	-19,096	-21,172	-22,769	-17,176	-26,303
53630000	17,708	17,014	14,663	19,457	11,165
53650000	-4,724	-3,871	-2,532	-5,914	2,761

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 209 e 210 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,00174723343901907 \text{ Peq}^{1,22781021481011} \quad (145)$$

Na Figura 161 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

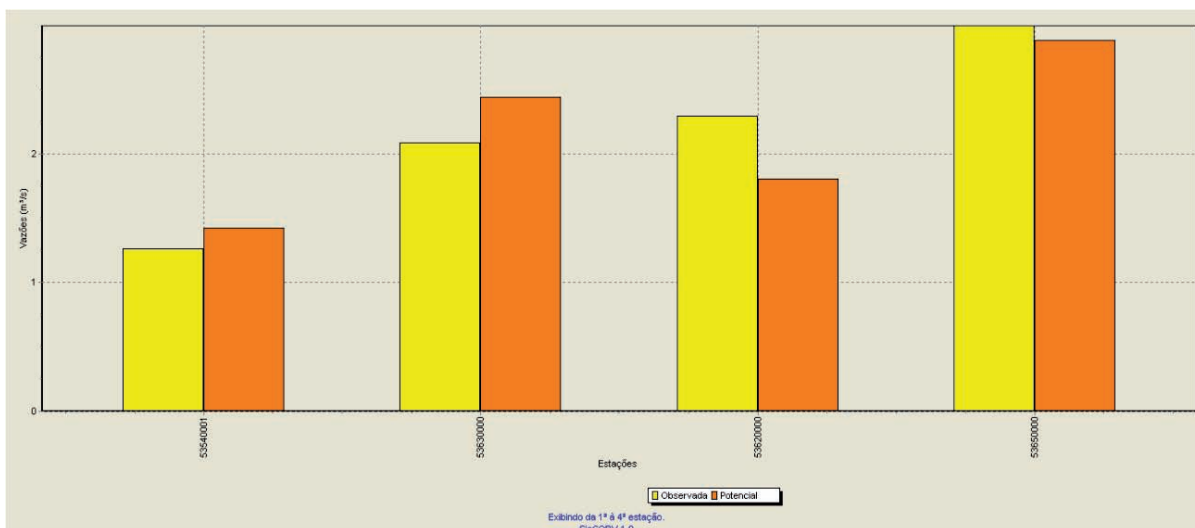


Figura 161 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

4.6.2.5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como o expoente da equação de regionalização para a estimativa da vazão média é muito menor do que 1, a equação leva a uma superestimativa dessa vazão para pequenas áreas de drenagem. Já para as vazões associadas às permanências de 95% e 90% do tempo, o expoente é muito maior do que 1. Sendo assim, a equação tende a subestimar essas vazões em pequenas áreas de drenagem. Tentou-se a utilização de inércias hídricas de 350, 400, 450, 500, 550 e 600 mm, mas não se obteve equações que resolvessem esse problema de ajuste estatístico.

Se fossem aplicadas essas equações ocorreria a imposição de restrição para a vazão média em toda a parte mineira da bacia, enquanto para as vazões mínimas a tendência seria de subestimativa em toda a parte mineira da bacia. Logo, o uso das cinco estações localizadas na parte Oeste da bacia não conduziu a um resultado satisfatório.

4.6.3. TERCEIRA TENTATIVA

A terceira tentativa utilizada para a regionalização foi feita considerando as 10 estações da bacia nas quais é possível estimar a precipitação média anual. A análise de *Box-plot* não identificou nenhum *outlier*. Na Figura 162 encontra-se o mapa com a localização das estações fluviométricas utilizadas nessa regionalização.

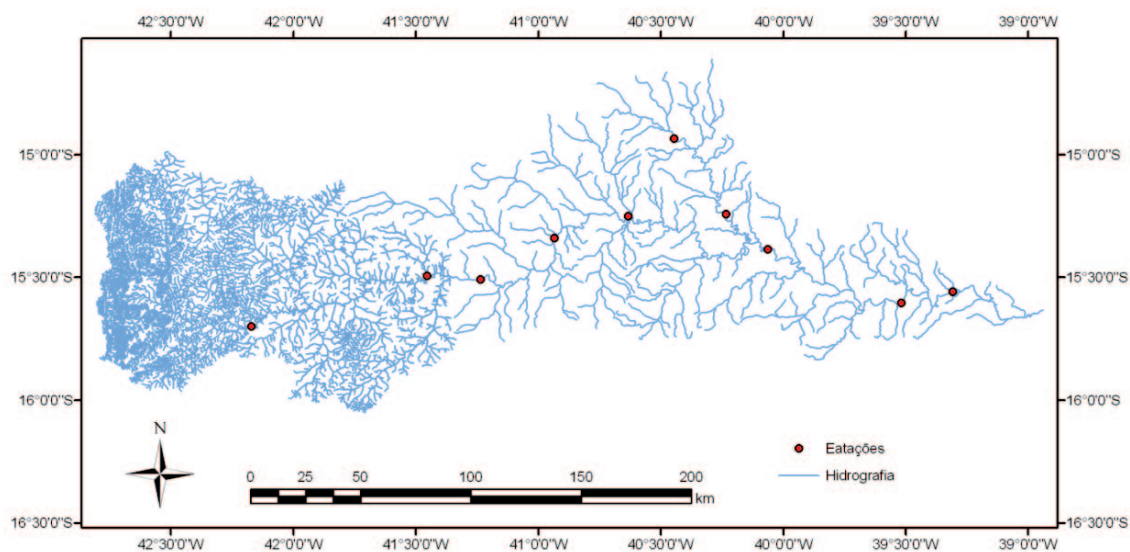


Figura 162 – Localização das 10 estações fluviométricas utilizadas na regionalização da bacia do Pardo.

Nesta tentativa evidenciou-se que o expoente da equação de regionalização para a estimativa da vazão média aumentou, aproximando-se de 1, e os expoentes das equações de regionalização das vazões mínimas diminuíram, reduzindo os problemas relativos à segunda tentativa, entretanto os resultados ainda não puderam ser considerados satisfatórios.

4.6.4. QUARTA TENTATIVA

Como não foi possível se obter, mesmo considerando as três alternativas descritas, valores de vazão representativos para a bacia do rio Pardo, sugeriu-se, para a estimativa da Q_{mld} , o uso do produto do coeficiente de escoamento médio das quatro estações utilizadas na segunda tentativa pela precipitação equivalente. Para as vazões mínimas a regionalização foi feita pelo produto da vazão específica mínima média nas quatro estações fluviométricas utilizadas na segunda tentativa pela área de drenagem. As estações utilizadas junto com a hidrografia detalhada para a parte mineira da bacia do Pardo encontram-se na Figura 163. Na Tabela 211 encontram-se essas estações com as médias do coeficiente de escoamento e das vazões específicas mínimas.

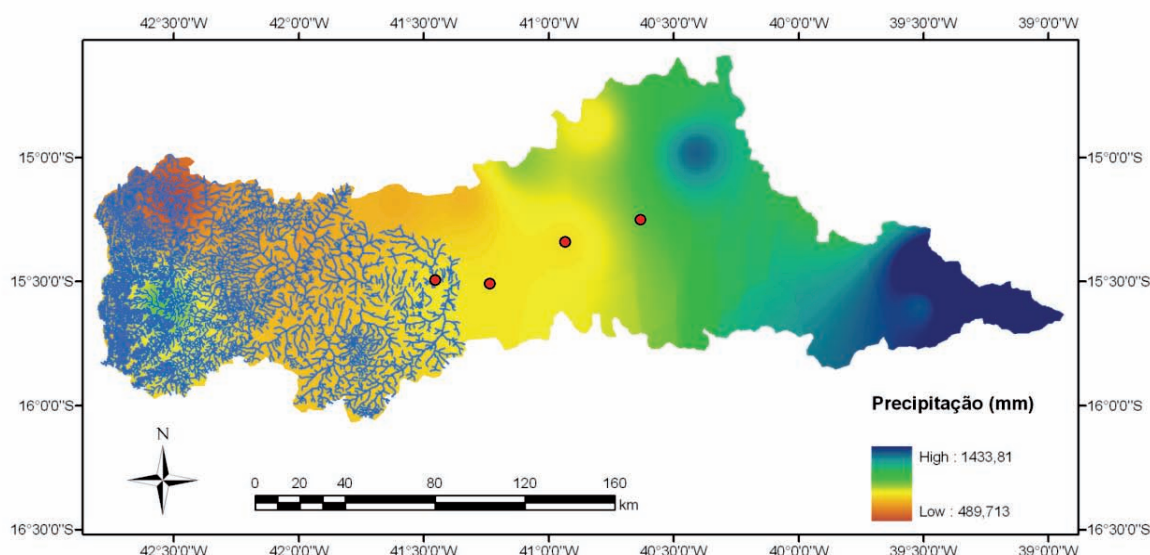


Figura 163 – Estações utilizadas junto com a hidrografia detalhada para a parte mineira da bacia do Pardo.

Tabela 211 – Estações com os valores de coeficiente de escoamento e vazões específicas mínimas e as médias desses valores

Código	CE	q ₉₅ (m ³ /s.km ²)	q ₉₀ (m ³ /s.km ²)
53540001	0,061652	0,000031	0,000121
53620000	0,069704	0,000064	0,000178
53630000	0,050257	0,000059	0,000130
53650000	0,052188	0,000103	0,000156
Média	0,058450	0,000064	0,000146

Logo, as equações utilizadas para a regionalização são:

$$Q_{mld} = 0,05845 Peq \quad (146)$$

$$Q_{95} = 0,000064 \text{ Área} \quad (147)$$

$$Q_{90} = 0,000146 \text{ Área} \quad (148)$$

4.7 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na parte mineira da bacia do Paraíba do Sul consistiram em duas regiões hidrologicamente homogêneas. Na figura 164 pode-se observar a divisão das regiões homogêneas.

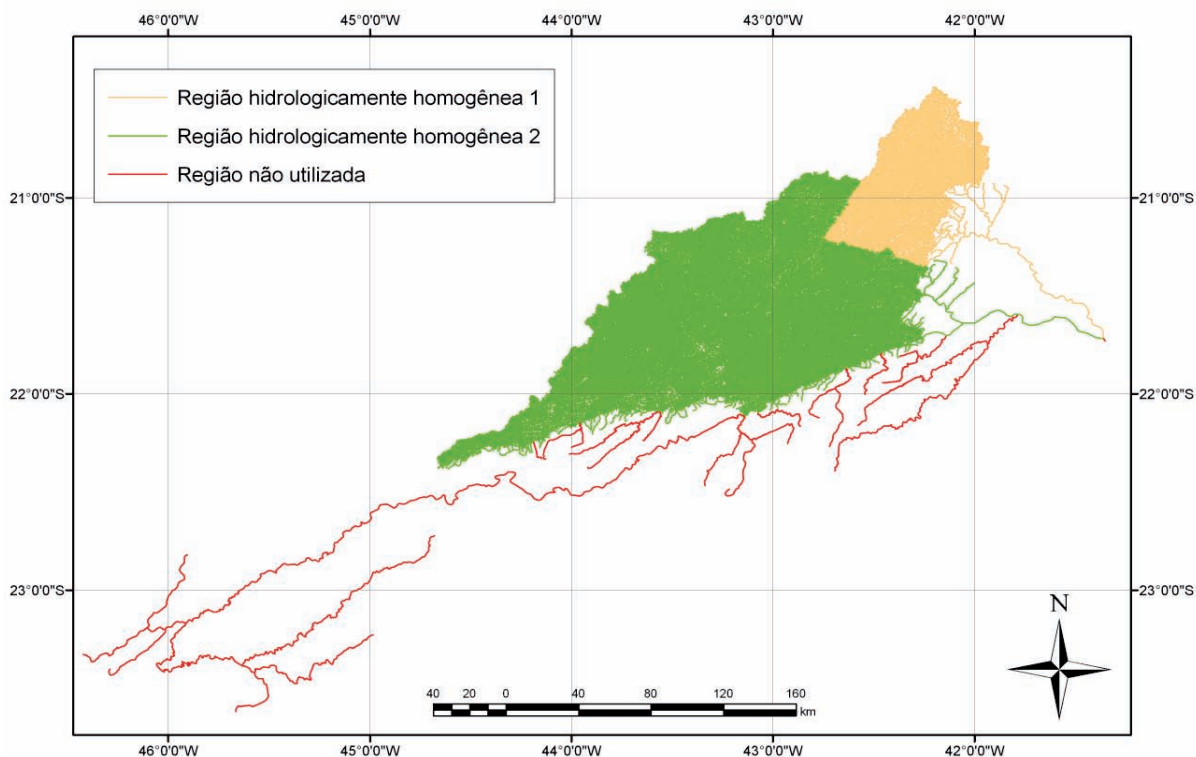


Figura 164 – Regiões hidrologicamente homogêneas.

Nas Tabelas 212 e 213 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações das regiões hidrologicamente homogêneas 1 e 2, respectivamente. Foi feita na análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento para as regiões homogêneas 1 e 2 e constatou-se que as estações 58525000, 58530000 e 58535000 consistiram “*outliers*” para a região 2, e, portanto, foram retiradas das análises subsequentes.

Tabela 212 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região 1’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mld} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	P_{eq} (m ³ /s)	P_{eq750} (m ³ /s)
58910000	FAZENDA UMBÁUBAS	150	3,314	0,722	0,996	1,146	5,019	1,446
58916000	BICUIBA	395	10,029	2,425	3,042	3,364	13,099	3,681
58917000	JUSSARA	743	17,690	3,384	4,828	5,732	24,545	6,860
58920000	PATROCÍNIO DO MURIAÉ	2659	46,966	9,185	13,993	15,933	86,849	23,591
58930000	CARANGOLA	768	13,286	2,181	3,323	3,979	24,846	6,538
58934000	PORCIUNCULA	1313	18,435	3,205	4,805	5,899	41,666	10,500
58940000	ITAPERUNA	5812	81,892	13,163	21,712	24,957	183,240	45,315
58960000	CARDOSO MOREIRA - RV	7283	87,931	14,628	22,289	26,581	224,266	50,677

Tabela 213 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da 'Região 2' utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
58470000	CHAPEU D'UVAS	367	7,959	2,04	3,434	3,844	13,507	4,845
58480500	JUIZ DE FORA - JUSANTE	981	21,437	8,144	9,687	10,726	35,296	11,822
58500000	USINA BRUMADO	142	2,962	1,104	1,332	1,502	6,01	2,537
58512000	TORREÕES	1711	35,31	12,565	15,449	17,443	66,865	26,351
58516500	FAZENDA SANTO ANTÔNIO	2238	47,825	15,491	19,452	21,947	86,54	32,922
58520000	SOBRAJI	3645	74,188	24,289	31,216	35,491	135,725	48,568
58525000	VISCONDE DE MAUÁ	103	4,881	1,101	1,368	1,528	5,251	2,579
58530000	PONTE DO SOUZA	299	12,459	2,946	3,995	4,411	12,447	6,187
58535000	ZELINDA	412	16,39	2,856	4,564	5,484	17,778	8,915
58542000	SANTA RITA DO JACUTINGA	356	11,653	3,167	3,929	4,521	17,183	8,457
58550001	RIO PRETO	1804	53,904	15,575	19,244	21,527	78,475	36,665
58585000	MANUEL DUARTE	3125	78,106	22,28	29,474	33,227	125,522	53,528
58610000	ESTEVÃO PINTO	782	14,128	3,926	5,048	5,949	25,406	6,922
58670002	FAZENDA DA BARRA (PIRAPETINGA)	531	7,034	2,105	2,686	2,908	19,342	4,488
58710000	USINA ITUERÉ	784	17,437	5,585	7,177	7,987	28,359	9,563
58730001	GUARANI	1642	32,926	11,381	14,283	15,816	58,916	19,516
58735000	ASTOLFO DUTRA	2342	39,703	12,738	16,397	18,551	82,778	26,948
58755000	RIO NOVO	968	16,987	4,345	6,867	8,47	34,353	11,284
58765001	USINA MAURÍCIO	1889	32,276	4,18	7,523	10,824	65,384	20,417
58770000	CATAGUASES	5858	90,071	25,53	33,382	37,974	204,628	64,698
58790000	SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA	8245	116,305	28,436	40,471	49,082	279,993	82,572

4.7.1. REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 1

4.7.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 214 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 215 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 214 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99504	0,98825	0,82142	0,8597	0,36943
R ² ajustado	0,99422	0,98629	0,79165	0,83632	0,26433
Erro padrão	2,54137	0,13095	0,51044	13,51966	0,08172
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00191	0,00091	0,10993
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,05734	0,00009	0,00018	0,07037	0,0174
Teste T(Valor-P): Peq750 (m³/s)	0	0	0,00191	0,00091	0,10993
Erro padrão: Intercepto	1,28594	0,1045	0,25828	10,78908	0,04135
Erro padrão: Peq750 (m³/s)	0,0495242	0,0400224	0,009947	4,1320565	0,0015925

Tabela 215 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas oito estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58910000	66,039298	11,095761	167,20134	-536,5042	131,77255
58916000	-6,8331182	-14,968305	-0,767246	-10,809572	-19,275099
58917000	-16,295825	-15,637957	-33,575284	38,733805	-50,425125
58920000	-7,2480875	-3,5496355	-40,024946	18,146043	-66,769621
58930000	7,284856	7,5750315	-13,032745	75,654666	-34,544083
58934000	14,256167	18,690203	-22,905874	90,978968	-47,416866
58940000	-1,2142383	-0,5299979	7,0339544	-12,270463	-1650,4603
58960000	2,4814831	2,4359107	31,918998	-15,109078	-167,70609

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 214 e 215 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 2,64282235392862 P_{eq750}^{0,898942091302637} \quad (149)$$

Na Figura 165 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

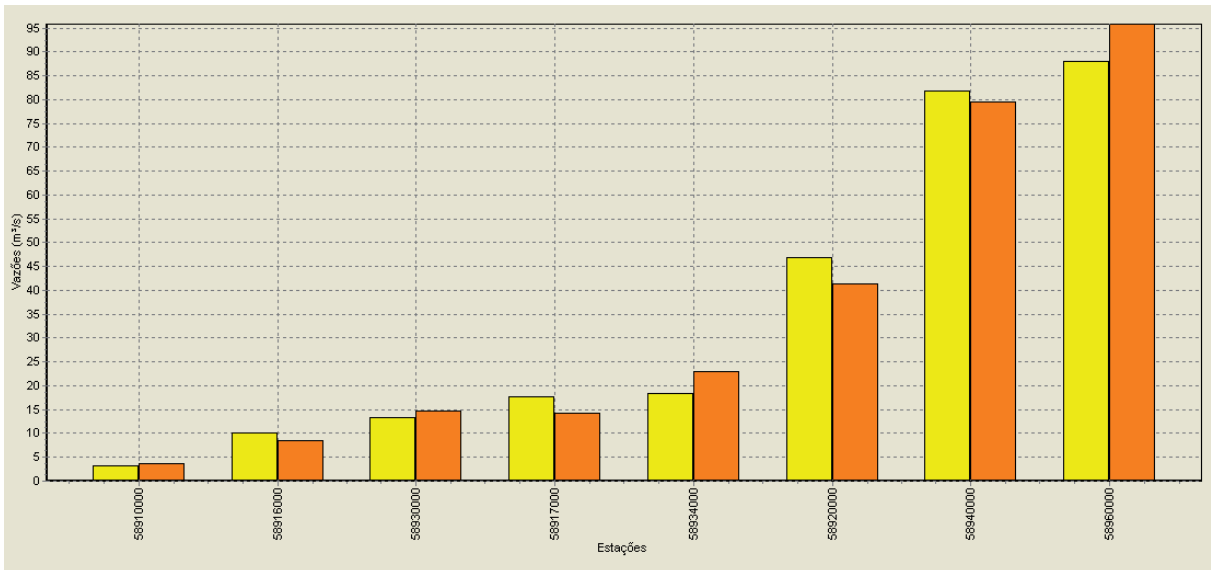


Figura 165 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,765630 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,765630 P_{eq} \quad (150)$$

Na Figura 166 é mostrado o mapa correspondente à imposição de um limite para o CE, sendo os trechos em vermelho aqueles onde a imposição da restrição foi aplicada.

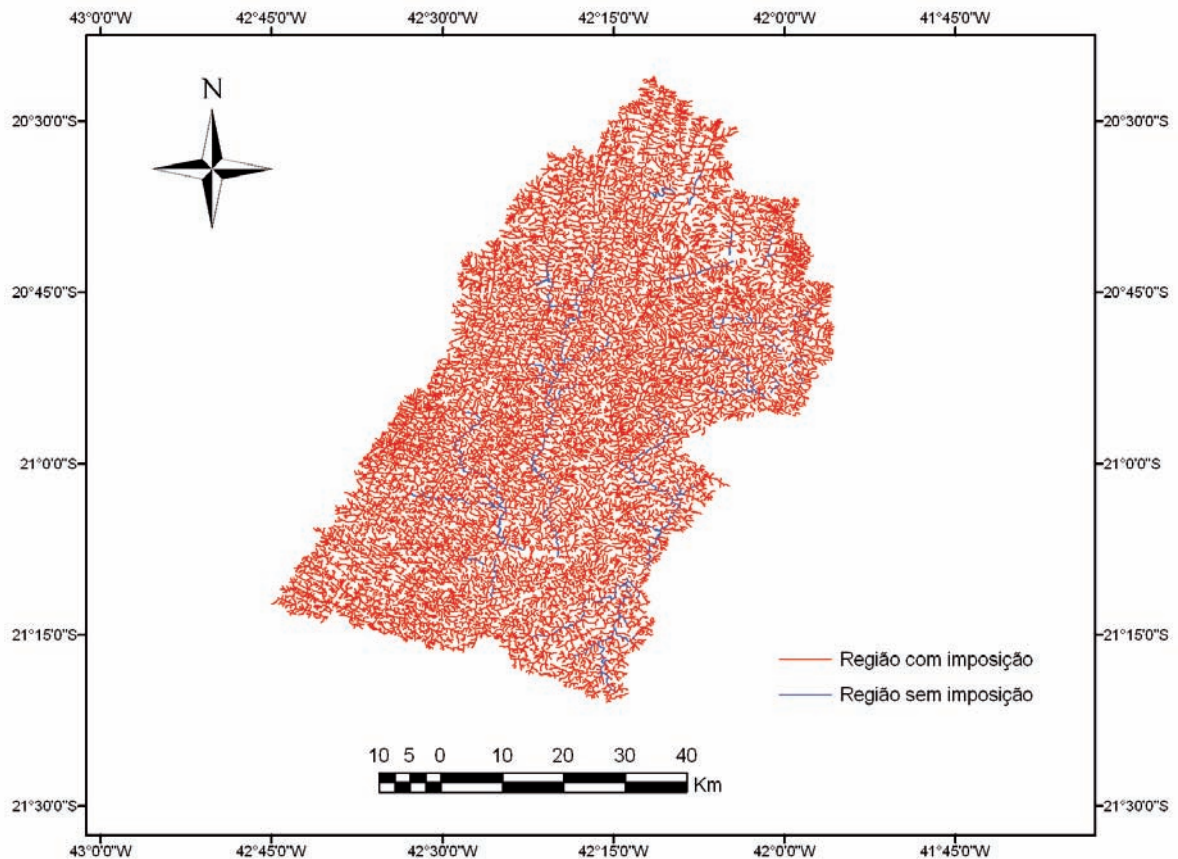


Figura 166 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.7.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 216 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 217 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 216 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97675	0,9609	0,80619	0,8704	0,39386
R ² ajustado	0,97287	0,95438	0,77388	0,8488	0,29284
Erro padrão	0,89279	0,21984	0,48944	2,10774	0,3612
Teste F(Valor-P)	0	0,00002	0,00246	0,00072	0,09575
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,07294	0,02716	0,08276	0,08535	0,01216
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0,00002	0,00246	0,00072	0,09575
Erro padrão: Intercepto	0,45176	0,17544	0,24766	1,68204	0,18277
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,017398	0,0671894	0,0095378	0,644196	0,0070387

Tabela 217 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas oito estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58910000	91,169491	12,411957	148,35911	-370,44461	120,66965
58916000	-17,626369	-28,267359	-17,746265	-22,954087	-30,878841
58917000	-15,023218	-14,57677	-31,416159	30,438726	-46,505617
58920000	-18,380076	-13,785742	-43,921457	3,0481992	-65,964578
58930000	27,770587	27,442981	4,7932162	93,372249	-17,666087
58934000	21,091991	27,645246	-13,871153	92,03525	-37,823958
58940000	2,537828	2,4706606	10,17108	-7,8146258	322,97364
58960000	2,3930972	1,0172367	27,995981	-13,920674	-220,86599

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 216 e 217 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,600721078994346 P_{eq750}^{0,815872051785795} \quad (151)$$

Na Figura 167 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

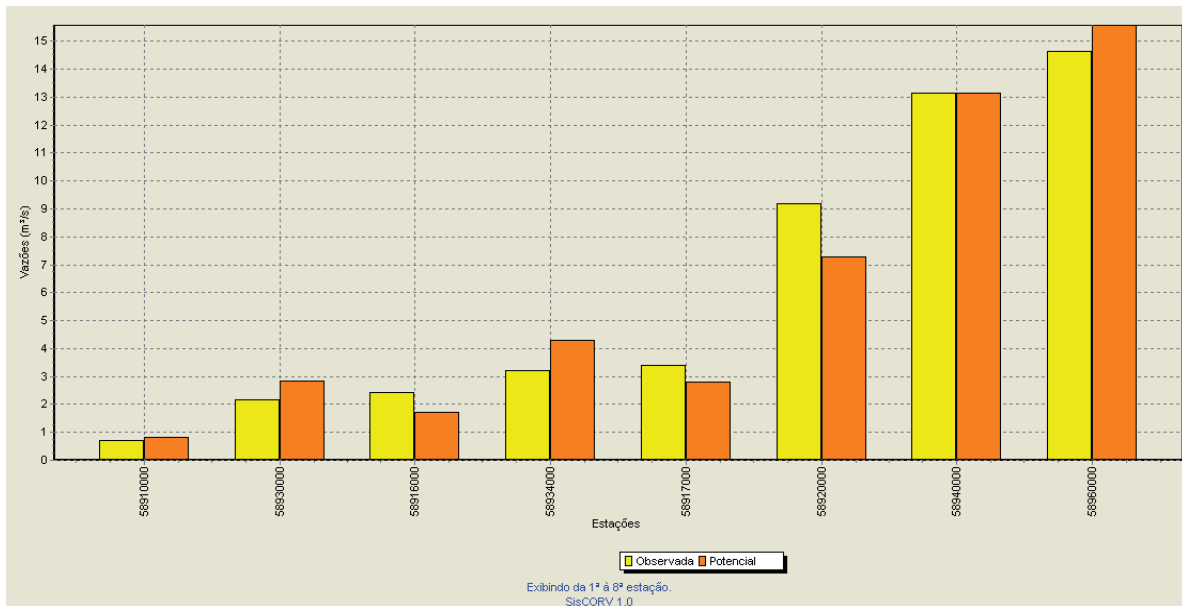


Figura 167 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,006139 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,006139 \text{ Area} \quad (152)$$

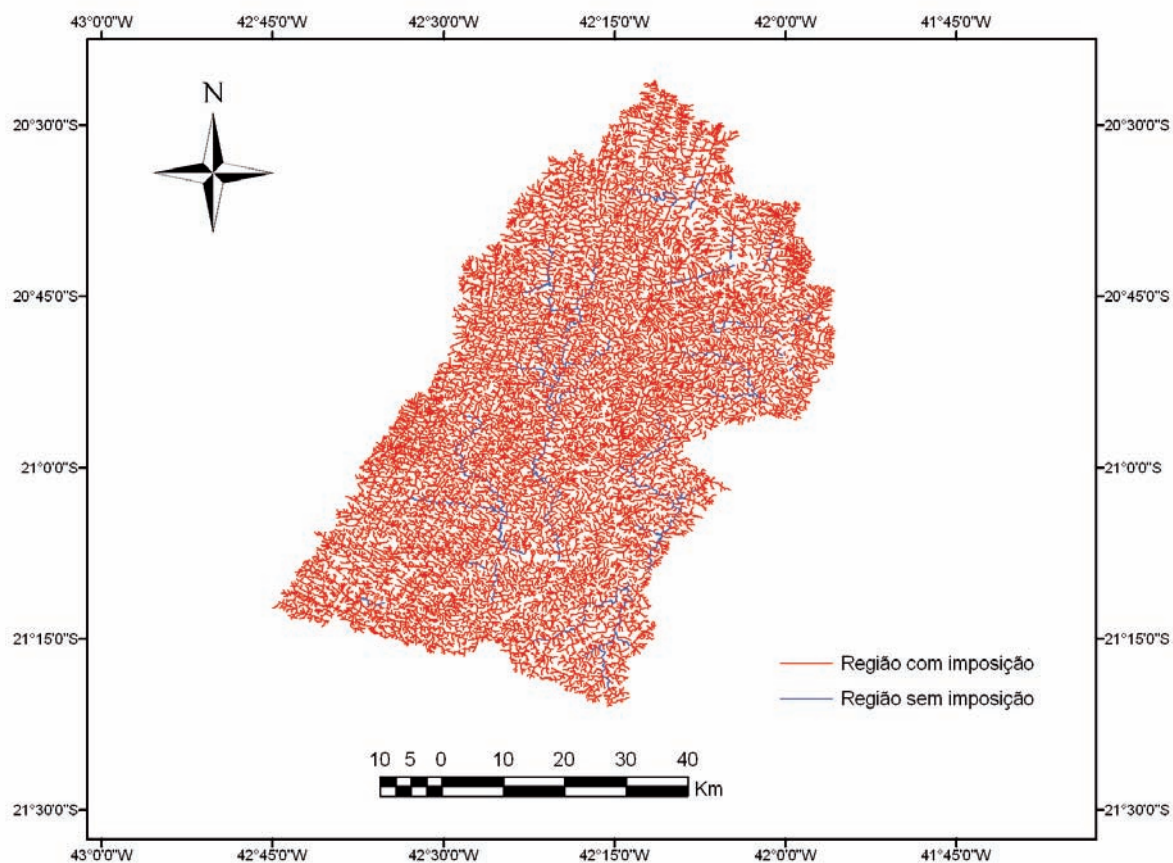


Figura 168 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.7.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 218 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 219 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 218 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98052	0,97721	0,8179	0,86951	0,39464
R ² ajustado	0,97727	0,97341	0,78755	0,84776	0,29375
Erro padrão	1,31029	0,17677	0,49962	3,3913	0,26402
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00203	0,00073	0,09532
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,13901	0,13438	0,01554	0,06962	0,01308
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00203	0,00073	0,09532
Erro padrão: Intercepto	0,66301	0,14106	0,25281	2,70635	0,13359
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,025534	0,0540257	0,0097363	1,0364933	0,005145

Tabela 219 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas oito estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58910000	77,942985	8,279008	151,54508	-456,47494	122,75815
58916000	-9,1367255	-20,336906	-7,7905293	-15,413581	-23,189713
58917000	-13,531571	-13,918982	-31,774234	37,798439	-47,646762
58920000	-17,109747	-13,391716	-45,164697	5,393303	-68,29211
58930000	21,330512	19,964582	-2,4747108	90,726304	-24,560544
58934000	20,497246	25,072558	-17,600903	96,515734	-41,962711
58940000	-2,1806301	-1,732056	5,9561023	-12,372324	963,59801
58960000	5,9619137	5,4641333	35,342536	-11,352502	-189,31808

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 218 e 219 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,783469397388597 P_{eq750}^{0,8664734235683529} \quad (153)$$

Na Figura 169 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

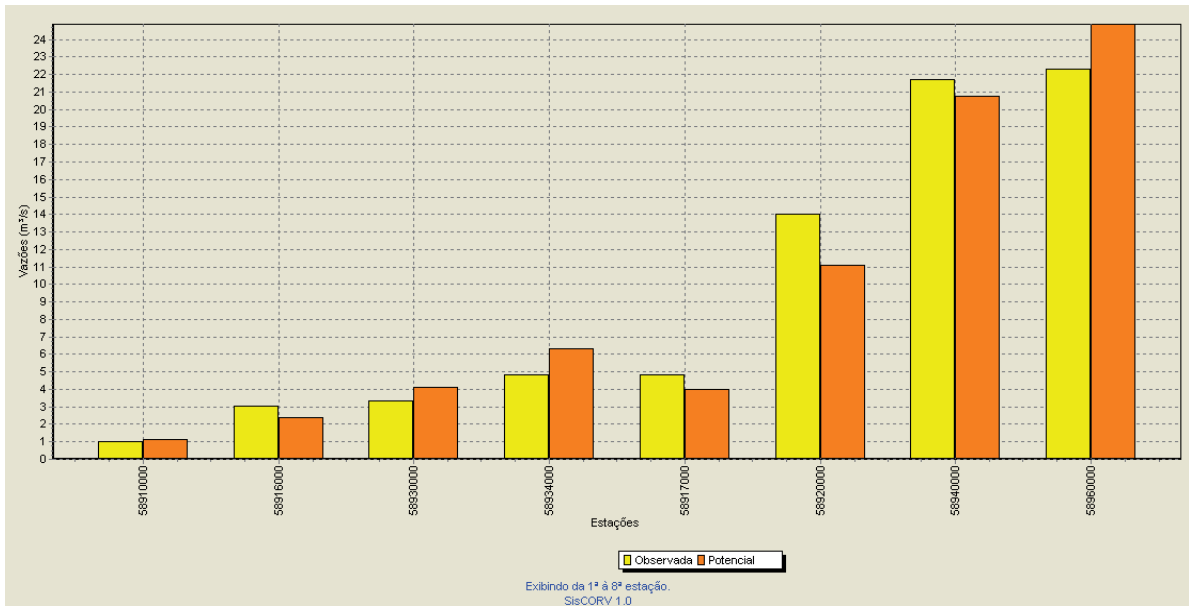


Figura 169 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrológica homogênea 1 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,007701 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,007701 \text{ Area} \quad (154)$$

Na Figura 170 é mostrado o mapa correspondente à imposição de um limite para o CE, sendo os trechos em vermelho aqueles onde a imposição da restrição foi aplicada.

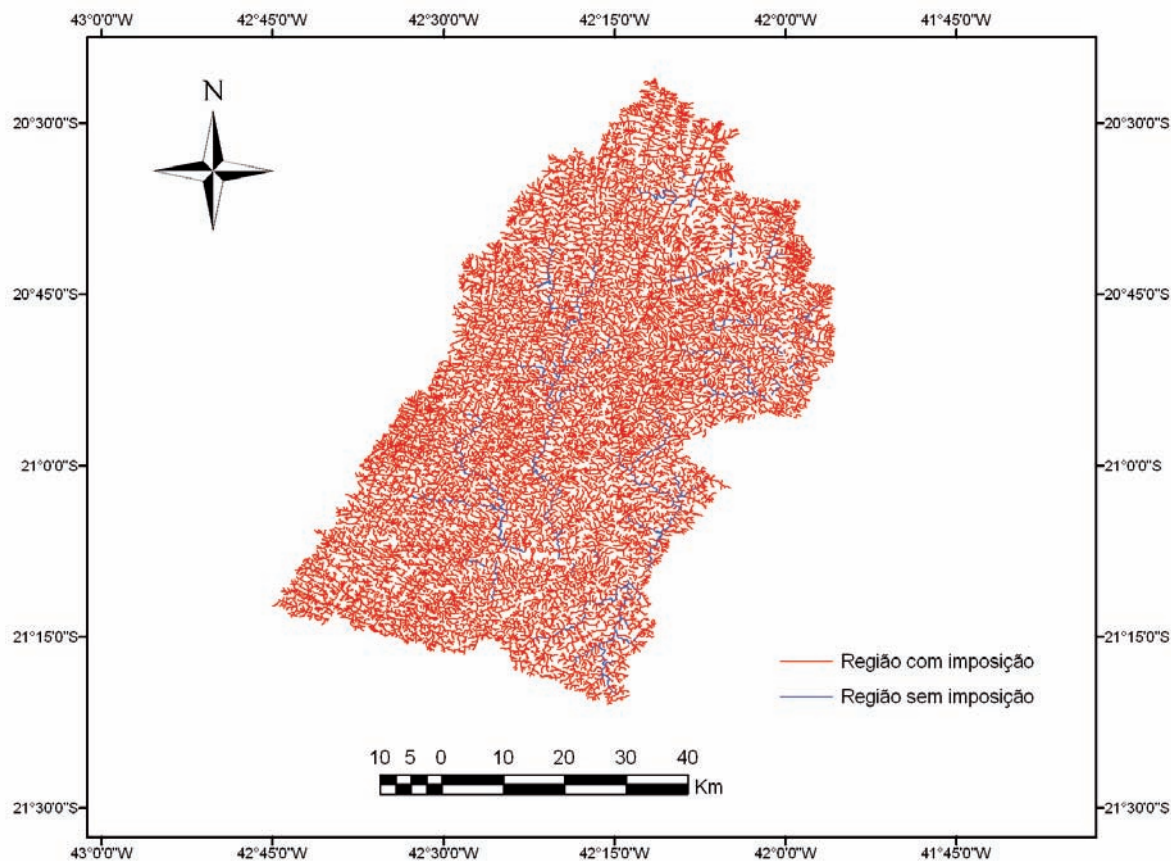


Figura 170 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.7.1.4 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 220 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 221 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 220 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98667	0,98355	0,81673	0,87262	0,38987
R ² ajustado	0,98445	0,98081	0,78618	0,85139	0,28819
Erro padrão	1,26508	0,15059	0,50268	3,9106	0,23109
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00207	0,00068	0,09796
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,08893	0,43235	0,00775	0,06641	0,01384
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0,00207	0,00068	0,09796
Erro padrão: Intercepto	0,64014	0,12018	0,25436	3,12077	0,11693
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,024653	0,0460265	0,0097959	1,1952098	0,0045033

Tabela 221 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas oito estações fluviométricas situadas na região homogênea 1 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58910000	78,82651	8,7760665	154,88867	-463,21158	124,17383
58916000	-4,5630798	-16,316739	-2,7597898	-10,892393	-19,558881
58917000	-15,176568	-15,493849	-32,960767	35,517162	-48,915636
58920000	-14,929326	-10,761361	-43,71468	8,1566606	-67,644808
58930000	17,989216	16,739535	-4,9881554	85,962462	-27,016545
58934000	14,47979	19,009776	-21,669394	86,974868	-45,212651
58940000	-0,4666124	0,6494112	7,9932174	-10,908111	1554,3726
58960000	3,9323553	4,1777468	33,037381	-13,127332	-183,86424

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 220 e 221 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,903820793175649 P_{eq750}^{0,871805752415979} \quad (155)$$

Na Figura 171 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

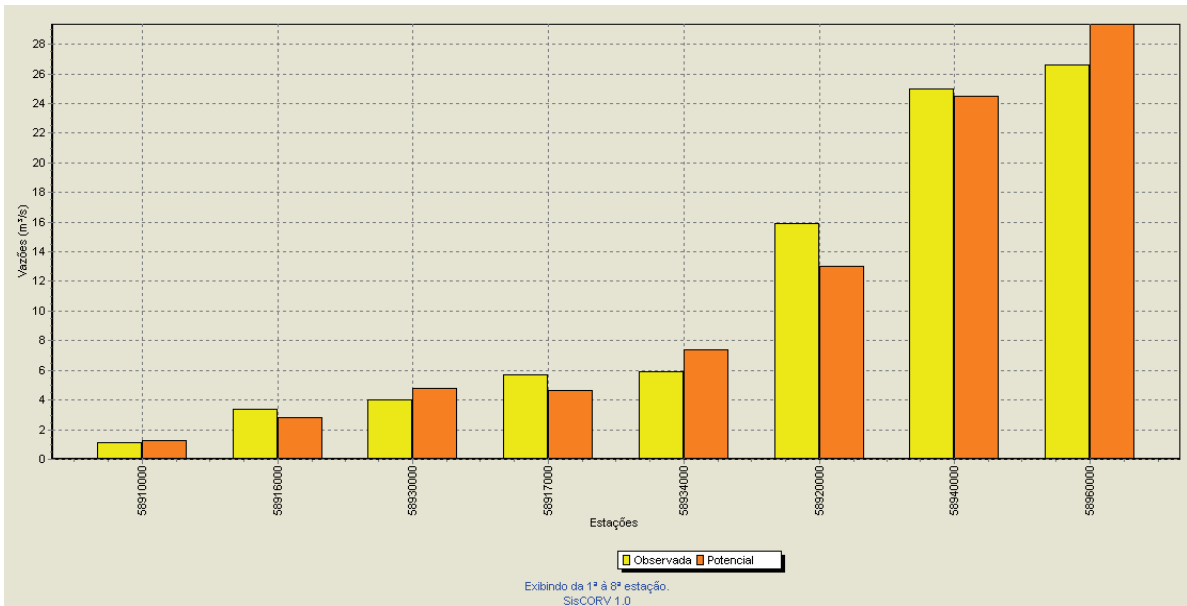


Figura 171 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 1 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,008516 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,008516 \text{ Area} \quad (156)$$

Na Figura 172 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

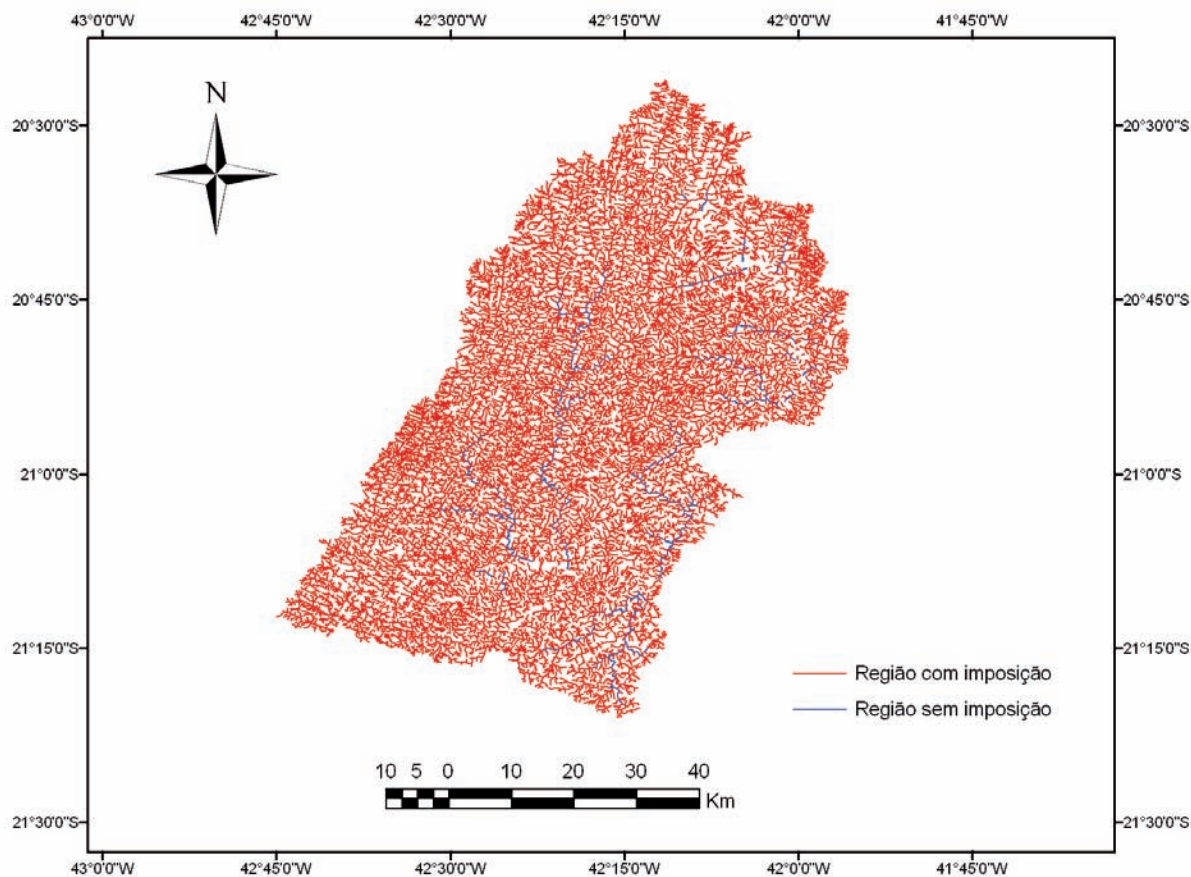


Figura 172 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.7.2 REGIÃO HIDROLOGICAMENTE HOMOGÊNEA 2

4.7.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 222 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 223 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 222 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99501	0,98337	0,78091	0,84771	0,32674
R ² ajustado	0,9947	0,98233	0,76721	0,8382	0,28467
Erro padrão	2,34602	0,13134	0,47668	12,96343	0,06666
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,0132
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,01586	0,00011	0	0,00019	0,00024
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,0132
Erro padrão: Intercepto	0,85176	0,09577	0,17307	9,45338	0,0242
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,0247014	0,0317847	0,005019	3,1372913	0,0007018

Tabela 223 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 18 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58470000	13,8201971	-4,2760287	47,8262699	-85,006051	20,4301116
58480500	-12,320156	-14,996605	-28,502411	28,7692267	-48,559668
58500000	97,0947074	36,6512133	263,943621	-706,41632	210,180151
58512000	10,6551835	12,9828594	-24,714201	45,3879215	-54,519535
58516500	0,87342906	3,70005138	-28,69531	21,1255142	-57,689049
58520000	-5,5399793	-2,235218	-16,827218	-6,3991218	-28,376954
58542000	20,9971101	12,7057165	15,7784937	51,77631	-11,772425
58550001	-0,8118461	2,21887121	-27,093889	13,3803138	-55,933191
58585000	-1,4159104	2,12138661	-4,6600675	-7,408248	40,3941589
58610000	-15,362584	-23,569558	-9,9014076	-16,787308	-29,407277
58670002	21,7049554	0,50331247	65,0180086	-115,2522	35,3613076
58710000	-10,286704	-15,063511	-19,313803	22,3005036	-39,697223
58730001	-10,303288	-9,6588574	-37,689114	28,9133098	-59,846234
58735000	0,51005716	2,70663345	-31,512012	30,9719208	-58,778895
58755000	6,228909	2,4964298	-11,593756	54,3840522	-35,828653
58765001	-4,6010685	-3,6821053	-34,226015	35,649731	-58,060533
58770000	2,79528908	6,58167769	26,2521065	-13,478028	-187,24221
58790000	1,05617577	4,77035968	92,5046217	-26,78404	-118,03203

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 222 e 223 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 1,62904543262011 P_{eq750}^{0,977604108265542} \quad (157)$$

Na Figura 173 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja

representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

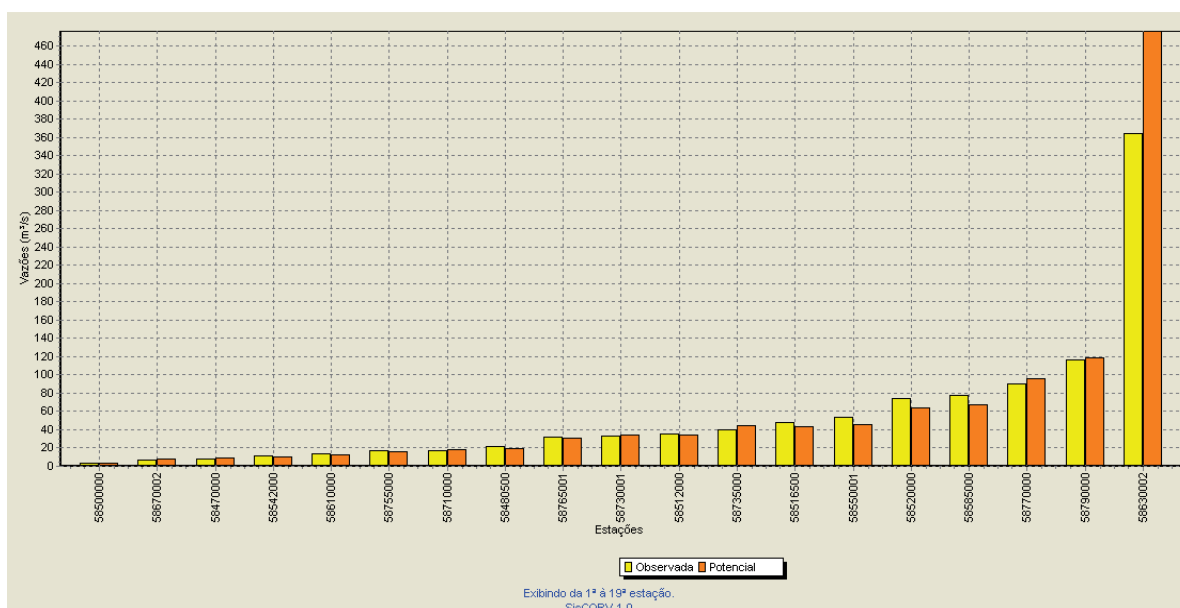


Figura 173 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,686894 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,686894 P_{eq} \quad (158)$$

Na Figura 174 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição para o CE, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

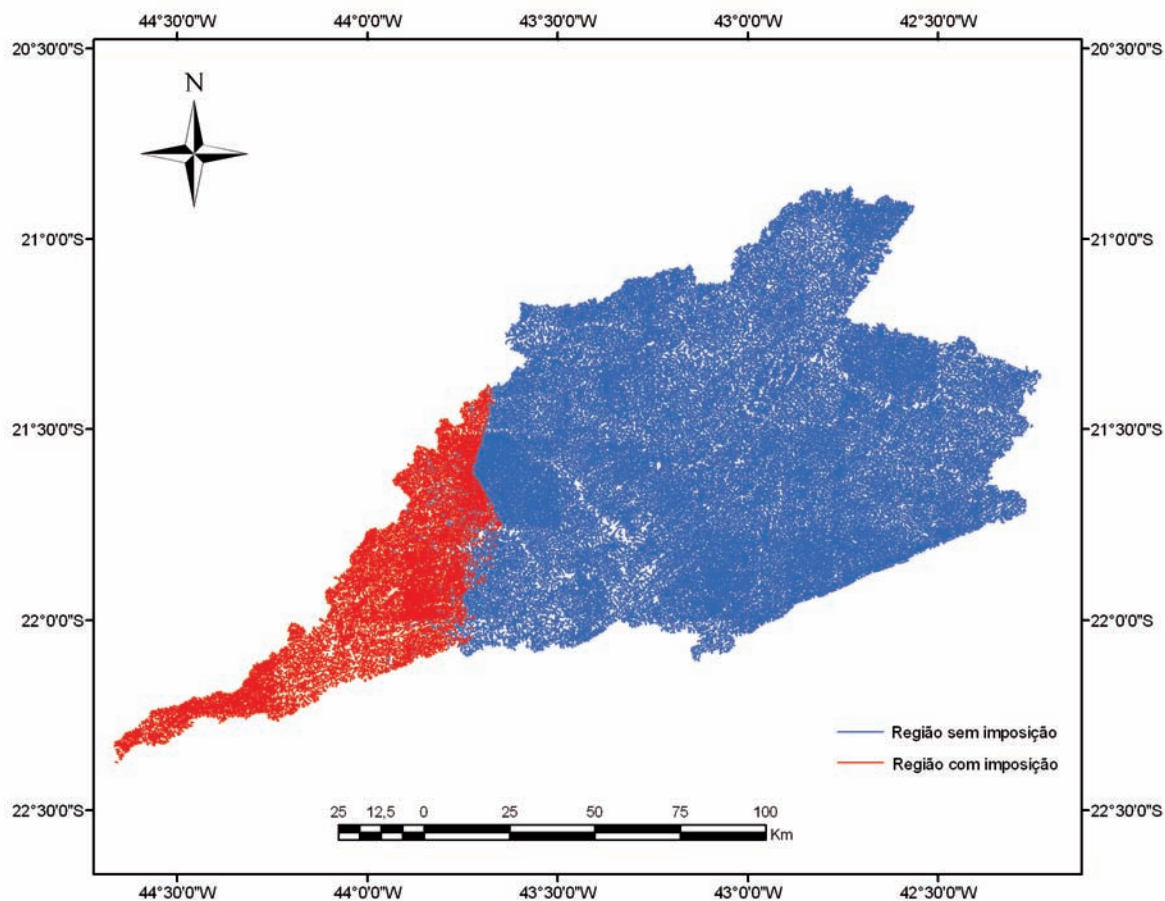


Figura 174 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.7.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 224 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 225 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 224 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,93504	0,93189	0,74219	0,85743	0,40527
R ² ajustado	0,93098	0,92763	0,72608	0,84852	0,3681
Erro padrão	2,35092	0,26496	0,51548	3,4829	0,1791
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,0045
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,11602	0,00324	0,00003	0,00018	0,00003
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,0045
Erro padrão: Intercepto	0,85354	0,19322	0,18715	2,53985	0,06503
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,024753	0,0641239	0,0054276	0,8428989	0,0018858

Tabela 225 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 18 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58470000	58,7477035	12,2893307	70,9996326	-63,678565	43,6001586
58480500	-28,052163	-34,435943	-44,613518	-0,3374017	-58,783932
58500000	114,803463	12,3135268	190,224117	-517,4301	154,628147
58512000	-9,9292185	-9,0925505	-38,692989	17,3420931	-61,635574
58516500	-11,00733	-8,9218352	-36,654714	7,0613613	-61,23636
58520000	-19,043895	-15,997876	-28,107318	-18,482284	-40,423989
58542000	45,1006156	22,6985775	25,8233086	68,8305795	-0,9766603
58550001	-2,4593945	0,33060575	-27,682197	12,2005301	-55,171411
58585000	-3,3810538	0,42695537	-5,9133722	-7,5230681	17,4295391
58610000	2,36114725	-18,151192	-4,0815073	-5,9912814	-22,445211
58670002	47,4747072	1,19986296	63,5543326	-94,865041	38,2655532
58710000	-10,280819	-21,818229	-25,684487	13,9321837	-42,608843
58730001	-23,119597	-24,514886	-47,380381	7,73446032	-64,854843
58735000	-9,3918777	-8,4008759	-38,18099	17,202626	-61,466099
58755000	30,20315	17,5771766	1,77590697	77,9380472	-23,606179
58765001	117,421727	114,516947	48,1036617	202,259332	-2,112659
58770000	0,7552747	4,90698278	23,9044708	-13,157312	-225,01425
58790000	14,0714785	18,712623	114,888318	-14,939012	-124,65583

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 224 e 225 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,512637767608134 P_{eq750}^{0,948728967924199} \quad (159)$$

Na Figura 175 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa

o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

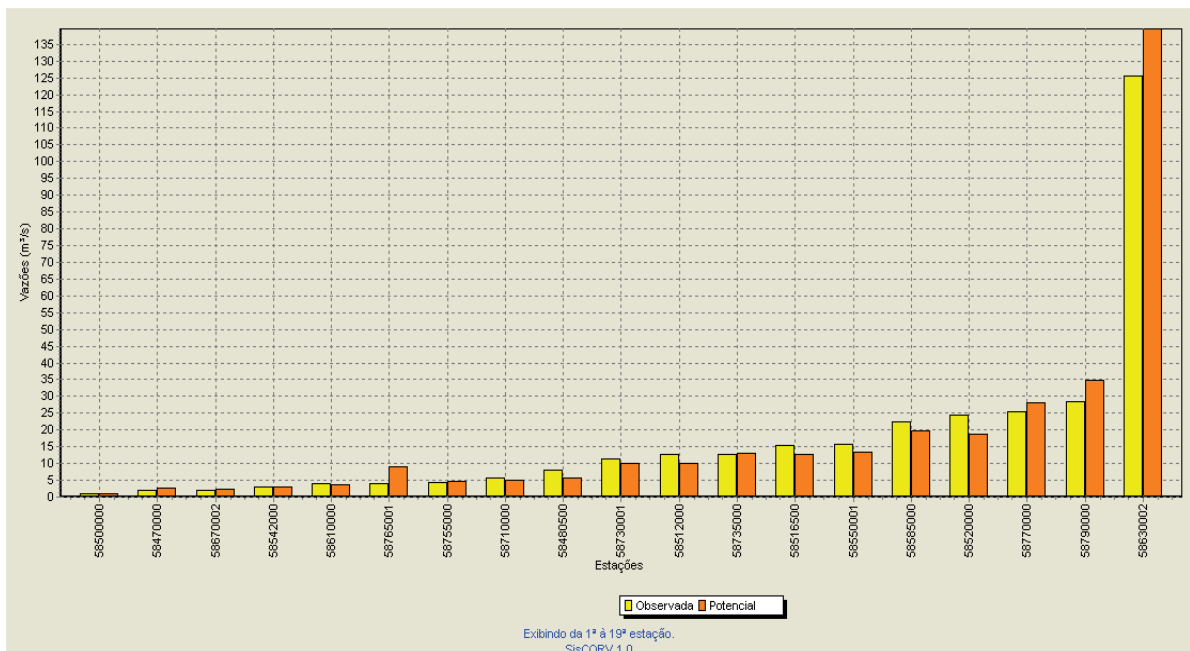


Figura 175 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,008896 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,008896 \text{ Area} \quad (160)$$

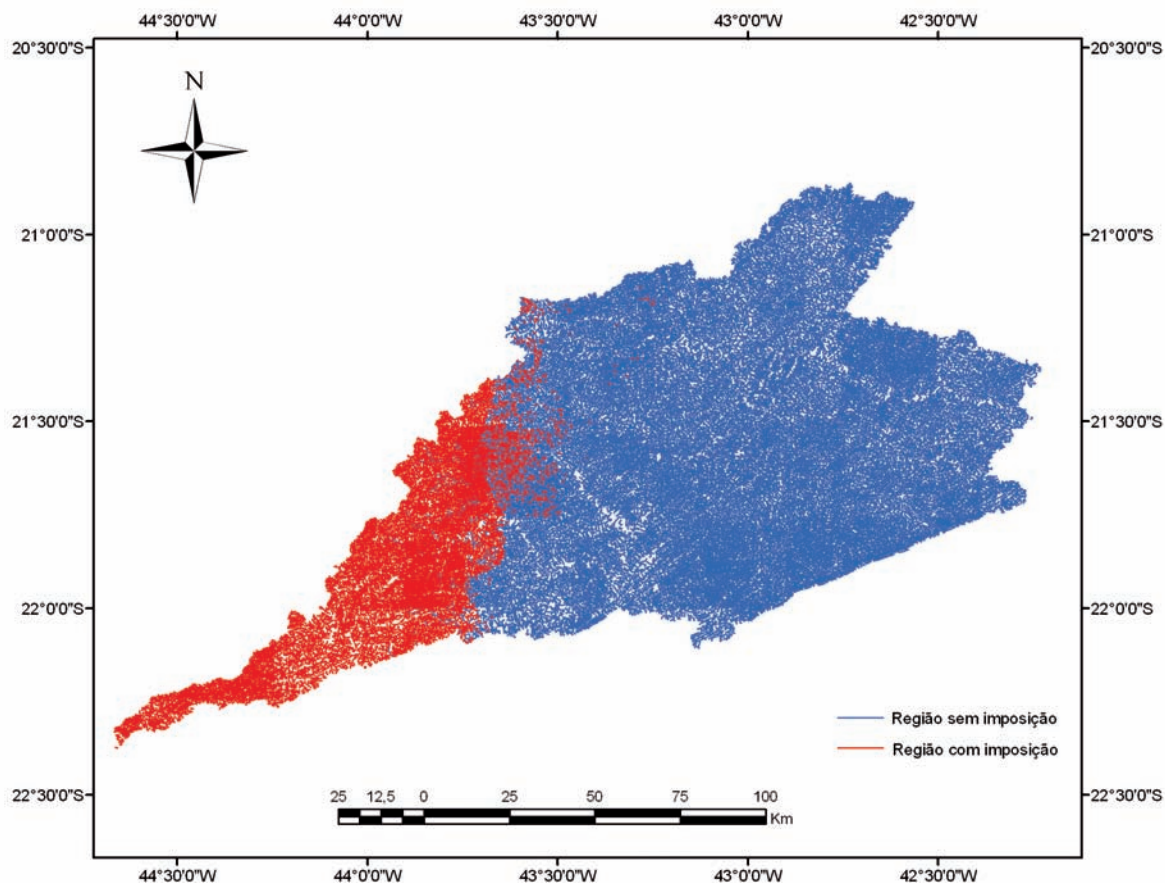


Figura 176 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.7.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 226 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 227 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 226 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,96685	0,96138	0,76668	0,85574	0,36916
R ² ajustado	0,96477	0,95897	0,7521	0,84672	0,32973
Erro padrão	2,2321	0,19592	0,48157	4,6561	0,14644
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00748
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,07887	0,0186	0	0,00018	0,00008
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,00748
Erro padrão: Intercepto	0,8104	0,14287	0,17484	3,39539	0,05317
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,0235019	0,0474146	0,0050705	1,1268277	0,0015419

Tabela 227 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 18 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58470000	15,923352	-10,840906	35,559674	-75,086735	13,368117
58480500	-22,341467	-26,486719	-37,89267	9,9188499	-53,904461
58500000	110,89479	24,617815	221,05163	-568,97134	180,38592
58512000	-3,5624468	-1,5845498	-33,562163	25,878627	-58,347791
58516500	-6,2589961	-3,5071559	-32,815301	12,538657	-58,675547
58520000	-16,141028	-13,128755	-25,582315	-16,19865	-36,672314
58542000	47,989095	32,011642	35,307345	77,415302	6,1259063
58550001	4,6283921	7,9984732	-22,070202	19,897734	-51,318449
58585000	-2,6415422	0,8734095	-5,4175937	-7,6239873	24,80489
58610000	-0,2530354	-14,991504	-0,465234	-5,4691703	-19,820403
58670002	41,458366	6,0240636	71,0506	-99,430987	43,994802
58710000	-11,161093	-18,817561	-22,852849	15,924333	-40,609913
58730001	-19,983535	-19,879739	-44,106362	13,076263	-62,689567
58735000	-7,2896676	-5,2877603	-36,014182	20,100763	-60,03153
58755000	5,572429	-0,7691602	-14,103613	47,612273	-35,703612
58765001	57,997571	58,751935	9,6925075	121,27003	-27,52139
58770000	2,9478244	6,5595092	25,918002	-12,205774	-217,41055
58790000	7,3362049	10,716459	100,37769	-20,96715	-122,49506

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 226 e 227 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,687829640911198 P_{eq750}^{0,946287663892907} \quad (161)$$

Na Figura 177 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o

valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

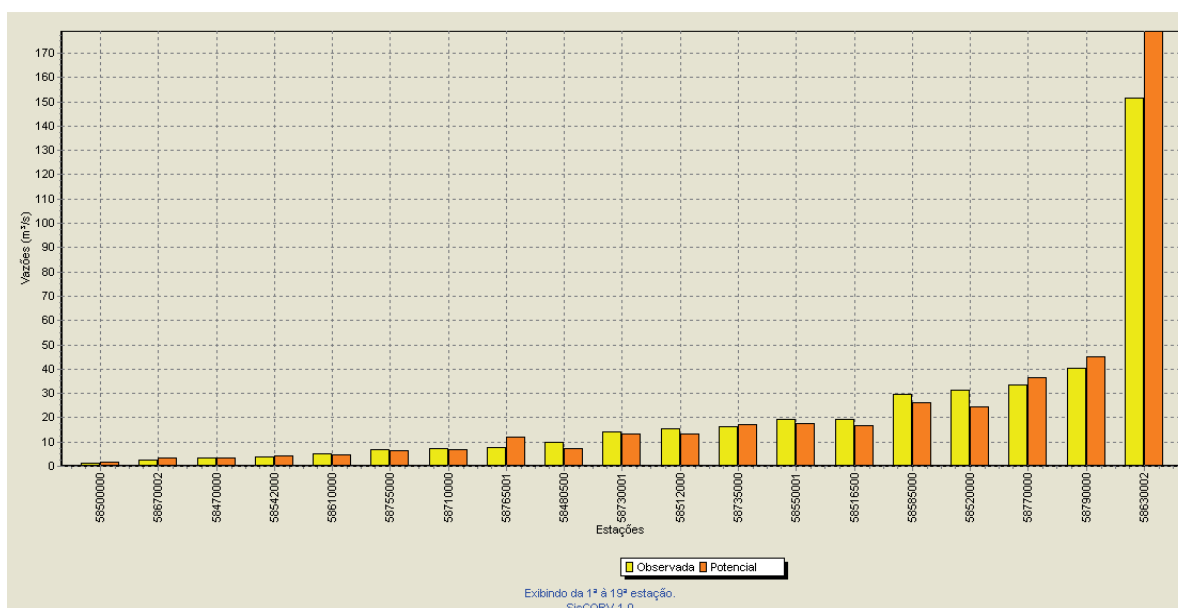


Figura 177 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,011037 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,011037 \text{ Area} \quad (162)$$

Na Figura 178 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

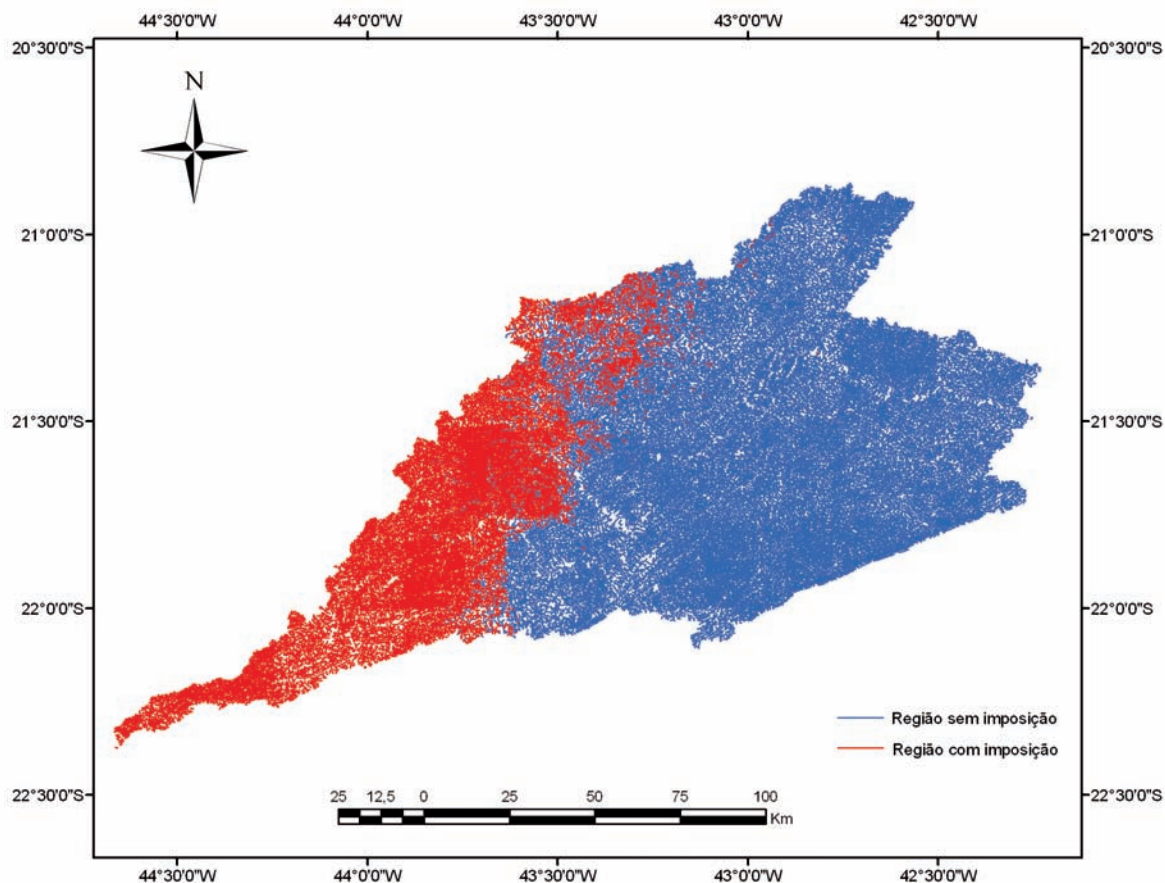


Figura 178 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.7.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 228 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 229 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 228 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97948	0,97327	0,77183	0,85365	0,36262
R ² ajustado	0,9782	0,9716	0,75757	0,8445	0,32279
Erro padrão	2,0396	0,16354	0,4778	5,44766	0,13155
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00818
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,05514	0,0458	0	0,00018	0,0001
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0	0	0	0	0,00818
Erro padrão: Intercepto	0,74051	0,11926	0,17347	3,97262	0,04776
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,0214751	0,0395776	0,0050308	1,3183936	0,0013851

Tabela 229 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas 18 estações fluviométricas situadas na região homogênea 2 considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
58470000	14,661612	-9,2793616	38,79169	-77,126227	15,112513
58480500	-20,29858	-23,770165	-35,604585	14,116707	-52,635062
58500000	102,24263	25,144272	226,12111	-590,0542	182,54379
58512000	-1,5511768	0,8047289	-32,203746	28,697996	-57,883371
58516500	-3,9840075	-0,895762	-31,281811	15,206253	-58,067637
58520000	-14,459225	-11,149108	-24,174192	-14,805282	-34,895453
58542000	44,912331	31,328526	34,887088	76,375556	4,8799211
58550001	8,2095914	11,98454	-19,531288	23,824827	-50,060865
58585000	0,2295508	4,1432657	-2,6873088	-5,2730411	33,457747
58610000	-5,1875806	-17,575805	-3,1526245	-8,8417142	-22,648199
58670002	44,28115	11,465542	81,05651	-103,2862	51,165951
58710000	-9,7539729	-16,401067	-20,457605	19,435434	-39,303082
58730001	-17,074292	-16,549156	-41,94137	17,75714	-61,606971
58735000	-5,5211246	-3,1657236	-34,828829	22,549291	-59,659527
58755000	-2,8400744	-7,6671906	-20,06045	37,508277	-40,696682
58765001	26,111571	27,310489	-12,2882	77,377086	-42,587579
58770000	5,15932	9,2106601	28,741036	-10,757987	-209,14486
58790000	2,975166	6,6678387	93,010802	-24,624836	-120,61712

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 228 e 229 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,772397932128018 \text{ Peq750}^{0,955281358056848} \quad (163)$$

Na Figura 179 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o

valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

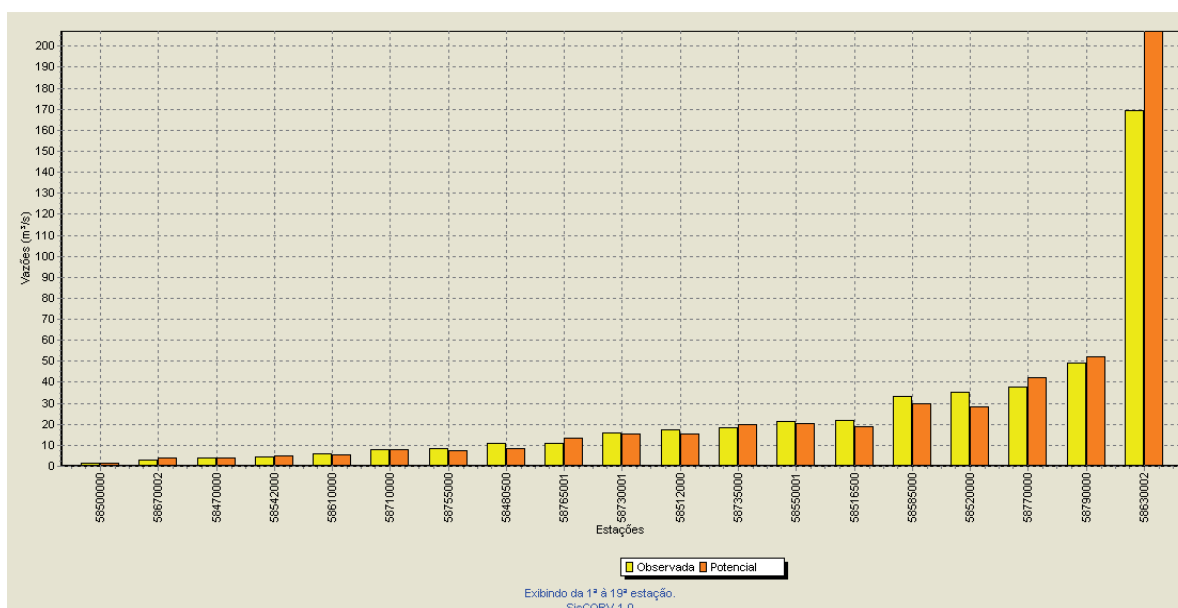


Figura 179 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea 2 foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,012699 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,012699 \text{ Area} \quad (164)$$

Na Figura 180 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

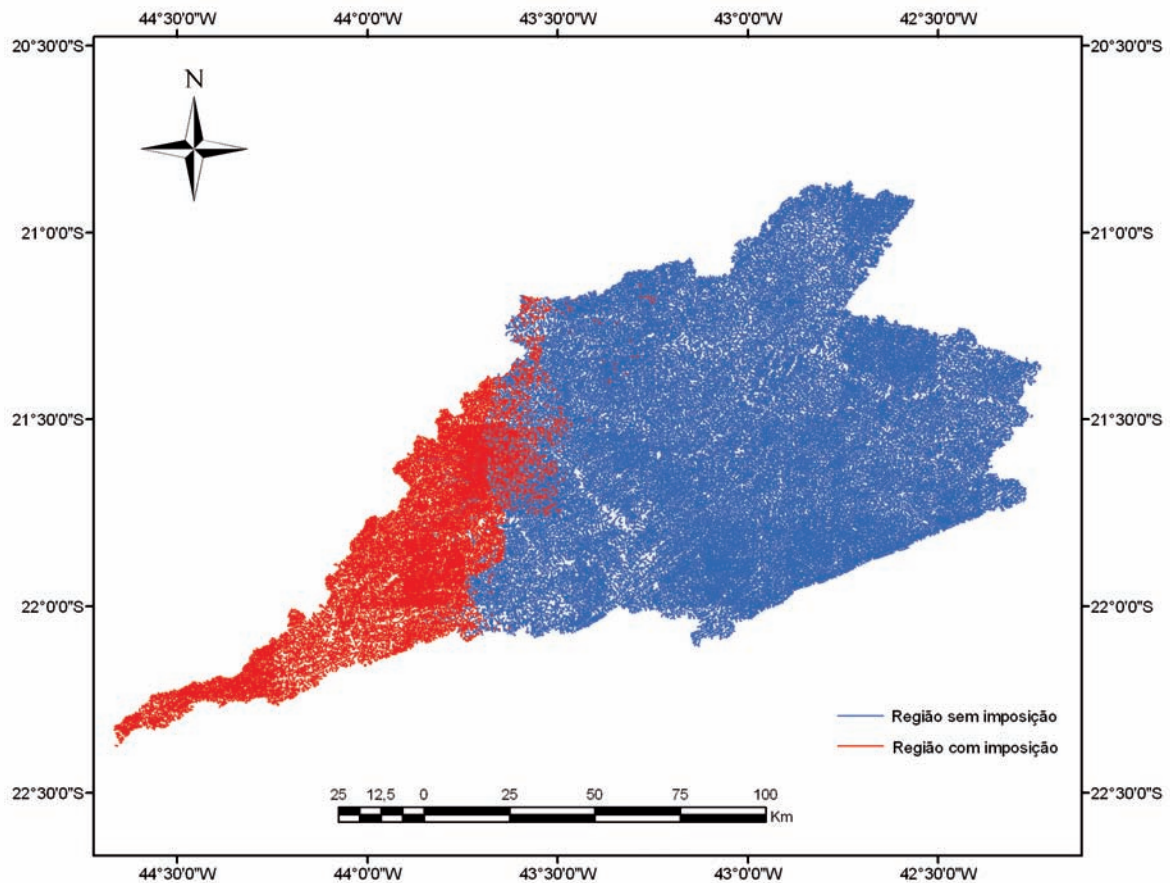


Figura 180 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.8 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRACICABA-JAQUARI

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações situadas na parte mineira da bacia consistiram em uma região hidrológicamente homogênea, caracterizada pela cor azul na Figura 181.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que as estações 62478000 e 62625000 consistiram “*outliers*” e, portanto, foram retiradas do estudo.

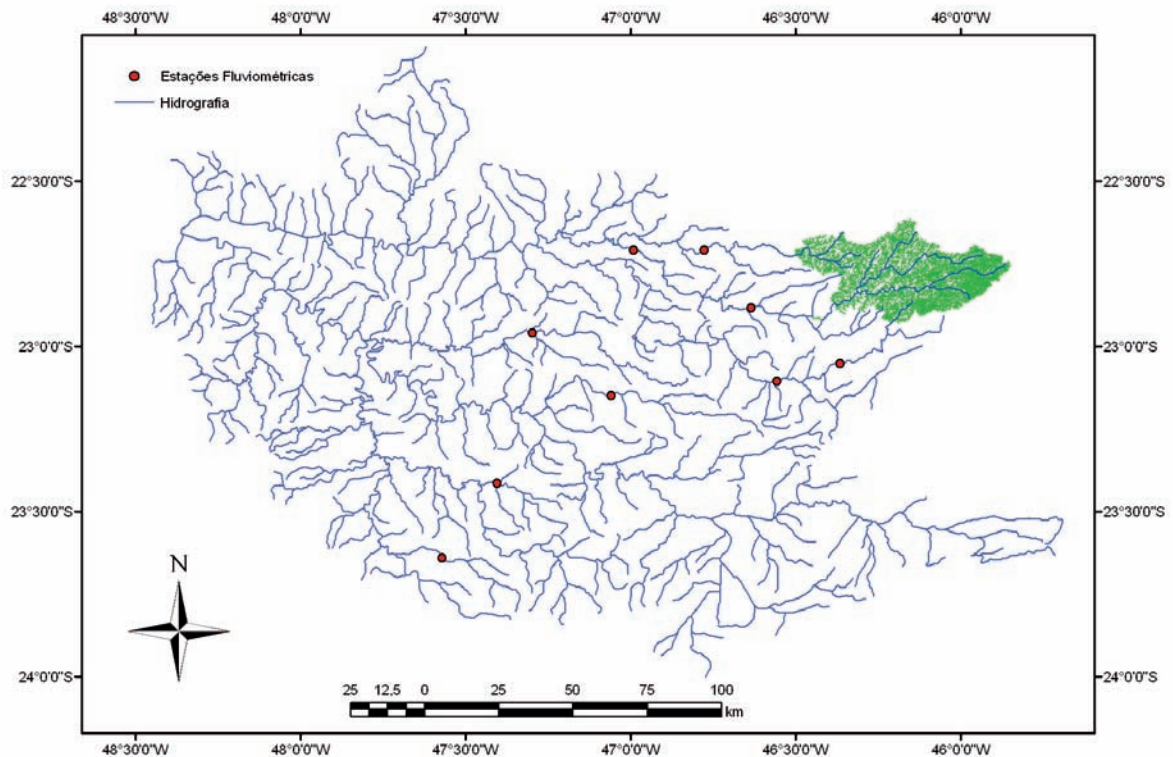


Figura 181 – Região hidrologicamente homogênea utilizada para a espacialização da vazão na parte mineira da bacia do Piracicaba-Jaguari (em verde).

Na Tabela 230 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mid} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ das estações situadas na região hidrologicamente homogênea utilizadas para a regionalização da parte mineira da bacia (em verde).

Tabela 230 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mid} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)
62395000	ITUPEVA	700	7,944921705	2,218989987	2,802895961	1,626878394
62420000	MONTE MOR	699	6,42399589	1,276064606	1,706310562	0,876742054
62490000	SALTO DE PIRAPORA	353	4,537223345	0,926316675	1,255884794	0,402525931
62600000	RIO ABAIXO (FAZ. CACHOEIRA)	1726	20,06849888	4,165243458	5,355472691	2,560837428
62615000	JAGUARIUNA	2180	27,40524389	6,383355251	7,712846196	3,744207413
62665000	PIRACAIA	410	5,615022944	1,377502565	1,621361717	0,868612888
62670000	ATIBAIA	1143	14,30868756	4,834371714	5,837642117	3,595418411
62478000	EDEN (PIRAJIBU)	307	6,06546299	1,14639731	1,453042416	0,431680562
62625000	AMPARO	664	11,17189905	3,941281897	4,682796279	2,303679138

4.8.1 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Neste caso a única variável explicativa disponível para a análise foi a área de drenagem (A), tendo, conseqüentemente, sido esta a variável explicativa utilizada.

Na Tabela 231 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 232 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 231 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98574	0,96491	0,95944	0,89839	0,85644
R ² ajustado	0,98288	0,95789	0,95133	0,87807	0,82773
Erro padrão	1,13428	0,14109	0,15168	3,0274	0,02894
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00008	0,00011	0,00116	0,0028
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,58917	0,00063	0,00007	0,0025	0,00014
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00001	0,00008	0,00011	0,00116	0,0028
Erro padrão: Intercepto	0,81101	0,56505	0,10845	12,12461	0,02069
Erro padrão: Área (km ²)	0,000668282	0,083487598	8,93666E-05	1,791429326	1,70499E-05

Tabela 232 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
62395000	3,562417099	5,173447118	-8,380590156	27,17180631	-16,20332359
62420000	27,88816804	29,8920893	13,20087123	57,01555268	3,571913749
62490000	-13,66048521	-5,778209215	14,50447261	-57,03701506	20,75507759
62600000	4,508202899	0,730133274	-1,683951891	3,909622149	-8,843126042
62615000	-2,891032359	-7,291840457	11,92665878	-13,75912188	194,586058
62665000	-17,62300035	-11,84876554	-2,204226932	-33,53074201	0,498872423
62670000	-4,037113522	-5,625629356	-21,75398062	11,4288508	-35,85492645

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 231 e 232 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q_{mld} na região homogênea é:

$$Q_{mld} = 0,0137052543696619 \text{Área}^{0,978914817862879} \quad (165)$$

Na Figura 182 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra

amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

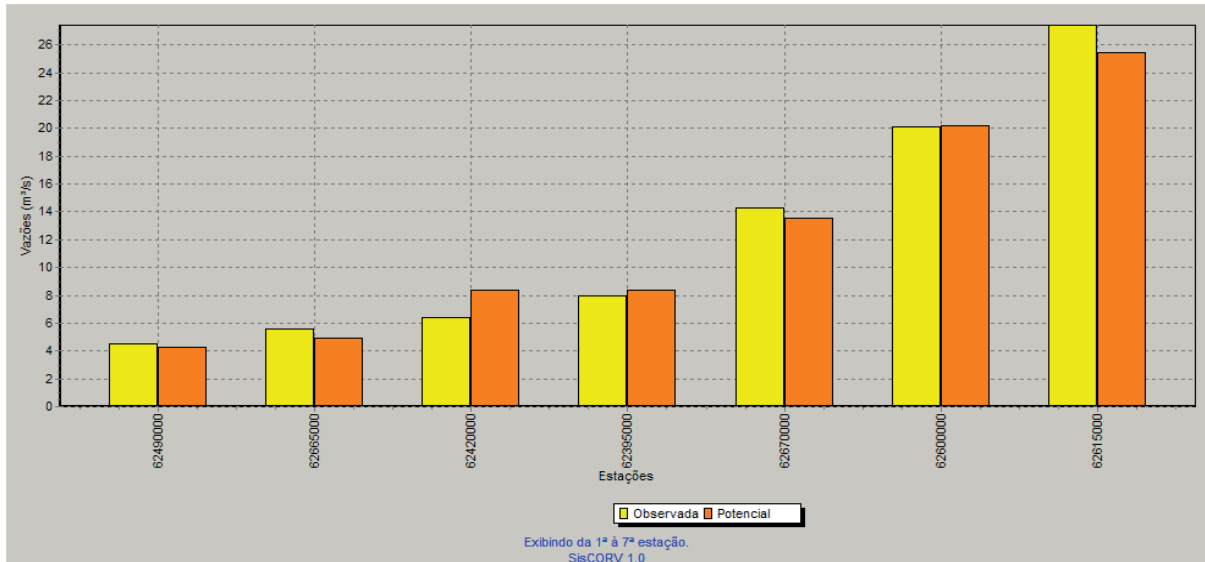


Figura 182 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial.

Nas regiões onde a Q_{mld} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{mld} específica imposto. O valor de Q_{mld} específica de imposição foi de 0,01370 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,013695178 \text{ Area} \quad (166)$$

Na Figura 183 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição restrição associada à vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

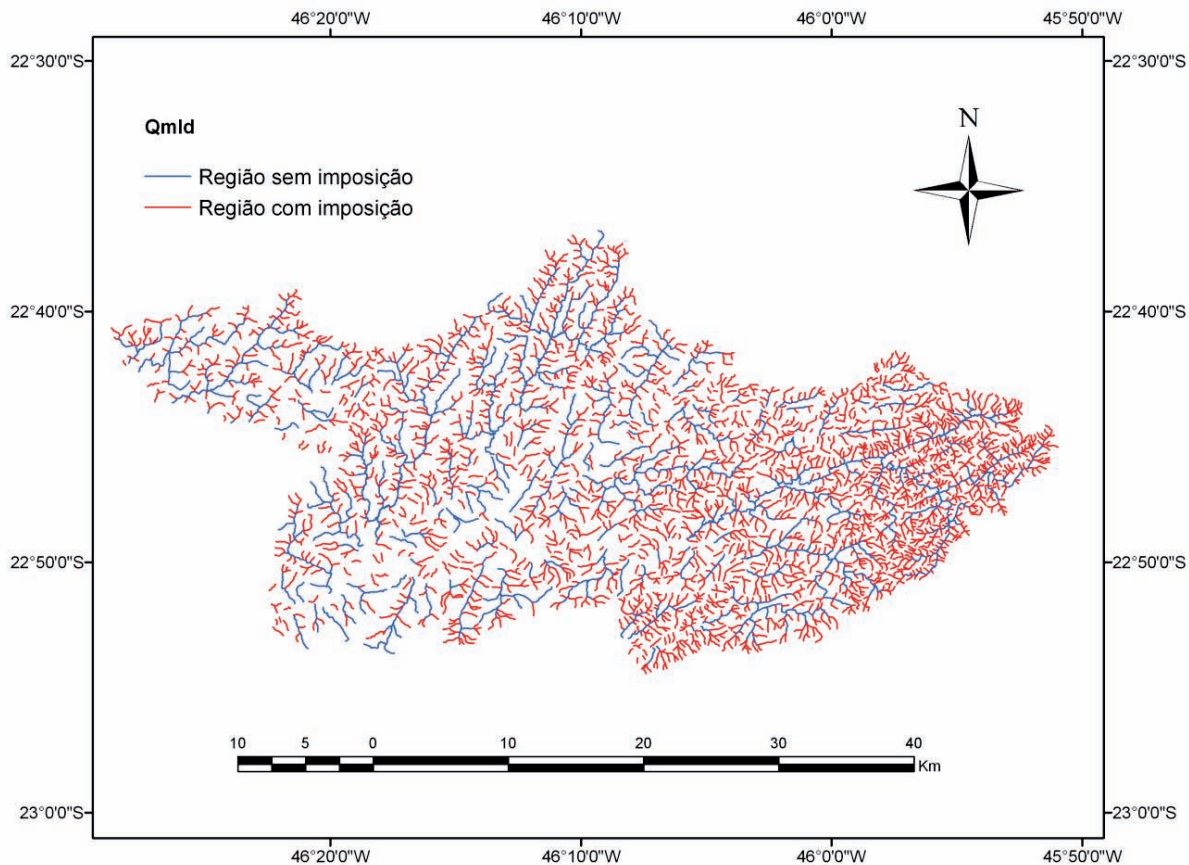


Figura 183 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição da vazão específica.

4.8.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

A variável explicativa utilizada para a regionalização foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 233 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 234 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 233 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,7356	0,82139	0,69481	0,79701	0,51715
R ² ajustado	0,68272	0,78567	0,63377	0,75641	0,42058
Erro padrão	0,76683	0,38784	0,50698	0,6719	0,60252
Teste F(Valor-P)	0,01358	0,0049	0,01981	0,00682	0,06855
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,70761	0,00633	0,14181	0,01422	0,00971
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,01358	0,0049	0,01981	0,00682	0,06855
Erro padrão: Intercepto	0,54828	1,55328	0,36249	2,69094	0,4308
Erro padrão: Área (km ²)	0,00045179	0,229499062	0,000298694	0,397590368	0,000354986

Tabela 234 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
62395000	-14,1116263	-24,86808161	-33,83489533	-0,148078504	-47,6872162
62420000	59,1818652	39,1952649	22,65198723	84,99750553	-2,996465222
62490000	101,8728621	42,94782444	88,50357349	3,953352607	70,15230548
62600000	22,07530618	28,86518551	18,20858187	25,51766783	17,56373417
62615000	3,924749018	13,96382015	27,75331877	-3,165752453	-754,6919432
62665000	4,607920671	-21,89325273	-7,480296347	-21,46843749	-18,53676383
62670000	-40,37489553	-41,68472126	-53,21341054	-30,79388815	-65,70853686

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 233 e 234 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nas menores amplitudes dos resíduos. A equação selecionada para representar a Q_{7,10} na região homogênea é:

$$Q_{7,10} = 0,000903883710440749 \text{ Area}^{1,10051287017873} \quad (167)$$

Na Figura 184 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{7,10} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

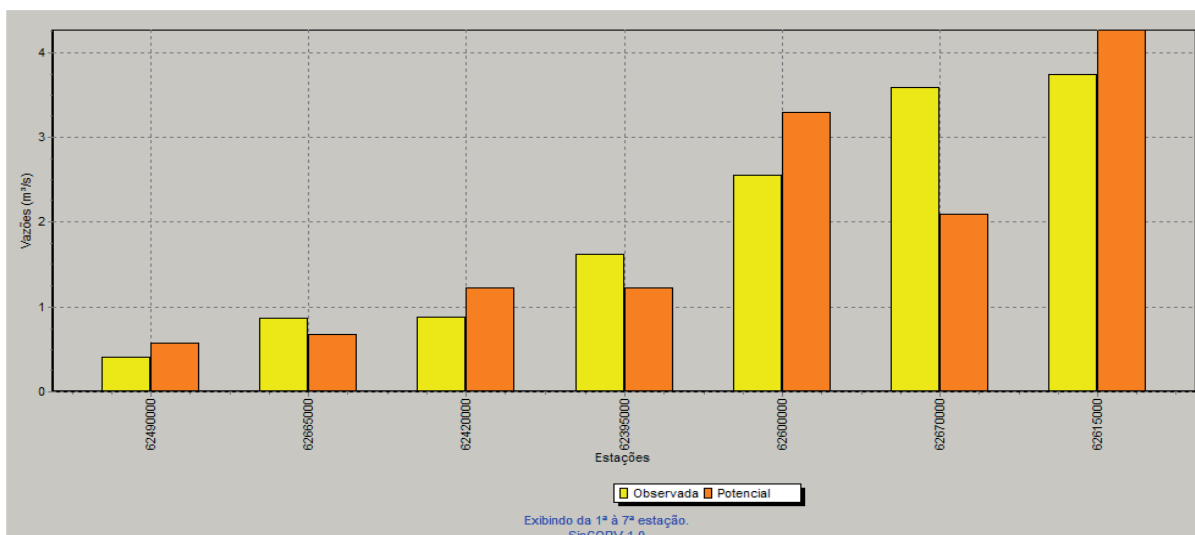


Figura 184 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea, seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,003146, no entanto, não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.8.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

A variável explicativa utilizada para a regionalização foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 235 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 236 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 235 – Indicadores estatísticos para os modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,86362	0,87327	0,81394	0,85063	0,6986
R ² ajustado	0,83635	0,84792	0,77673	0,82075	0,63832
Erro padrão	0,85305	0,29231	0,35417	0,89278	0,21095
Teste F(Valor-P)	0,00246	0,00204	0,00545	0,0031	0,01916
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,86071	0,00379	0,63451	0,0066	0,00144
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,00246	0,00204	0,00545	0,0031	0,01916
Erro padrão: Intercepto	0,60993	1,17068	0,25323	3,57554	0,15083
Erro padrão: Área (km ²)	0,00050259	0,172968976	0,000208666	0,528291252	0,000124287

Tabela 236 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
62395000	-5,70886485	-10,37046644	-21,49352892	12,63212679	-31,7369173
62420000	63,74427822	55,63363874	36,38427527	95,54383331	18,62884994
62490000	19,93423038	7,147899006	34,03876265	-38,53090303	33,77328563
62600000	19,89479306	19,36957305	13,83494307	21,08195608	6,203596511
62615000	-1,652762949	-1,269964277	15,68798906	-10,67960997	361,2464309
62665000	-7,646579965	-16,12113612	-4,708075584	-28,03159435	-7,271438508
62670000	-30,80495713	-32,31907923	-44,47611202	-19,70990165	-56,24348783

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 235 e 236 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q₉₅ na região homogênea é:

$$Q_{95} = 0,00257078043609339 \text{ Area}^{1,01526958017455} \quad (168)$$

Na Figura 185 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

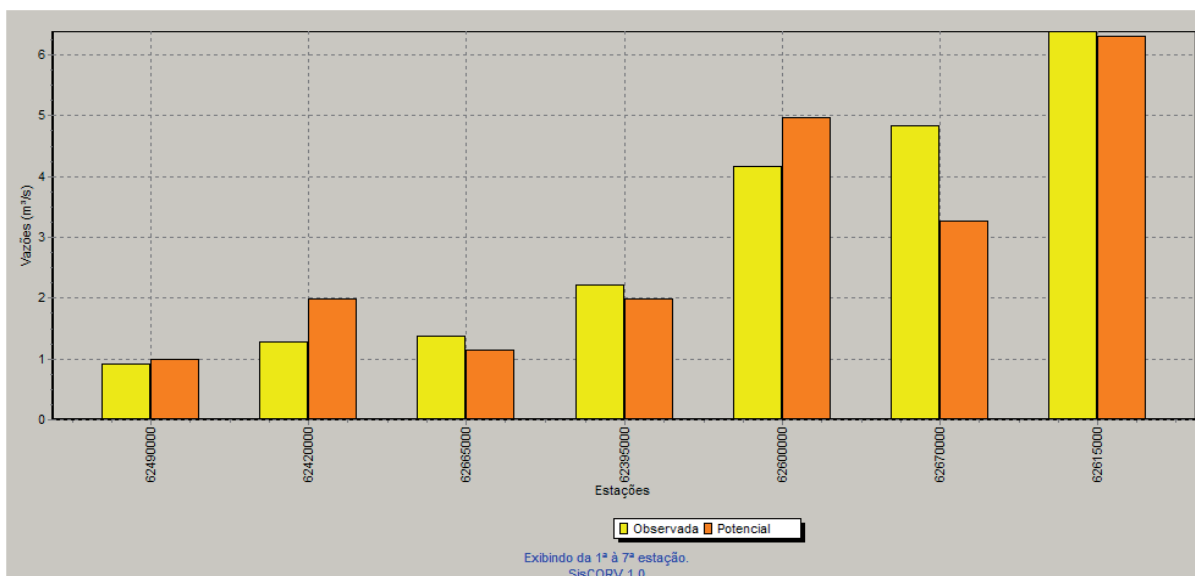


Figura 185 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,004230, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.8.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

A variável explicativa utilizada para a regionalização foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 237 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 238 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 237 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,88587	0,89912	0,83549	0,87704	0,73843
R ² ajustado	0,86304	0,87895	0,80259	0,85244	0,68612
Erro padrão	0,93703	0,25129	0,32091	0,9726	0,14665
Teste F(Valor-P)	0,00156	0,00114	0,00397	0,00189	0,0132
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,76317	0,00262	0,60285	0,00417	0,00088
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00156	0,00114	0,00397	0,00189	0,0132
Erro padrão: Intercepto	0,66997	1,00639	0,22945	3,89523	0,10485
Erro padrão: Área (km ²)	0,000552067	0,148696235	0,000189067	0,575526427	8,64006E-05

Tabela 238 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
62395000	-6,502511601	-10,17822424	-21,05471913	11,09640623	-30,50584706
62420000	53,38345792	47,33781521	29,55712654	82,20617771	14,08345086
62490000	13,64423753	1,600663378	26,5921085	-39,4097621	27,19121951
62600000	14,8216005	15,14852896	9,814327398	16,06247055	3,54297365
62615000	-0,028750604	0,812244096	17,51459171	-9,005279327	293,3422484
62665000	0,11795227	-8,694130435	3,528797357	-21,33671197	1,521151274
62670000	-29,00908494	-29,83230331	-42,19120535	-17,78945651	-53,65004496

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 237 e 238 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q₉₀ na região homogênea é:

$$Q_{90} = 0,00377364701077851 \text{ Área}^{0,992664330413998} \quad (169)$$

Na Figura 186 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

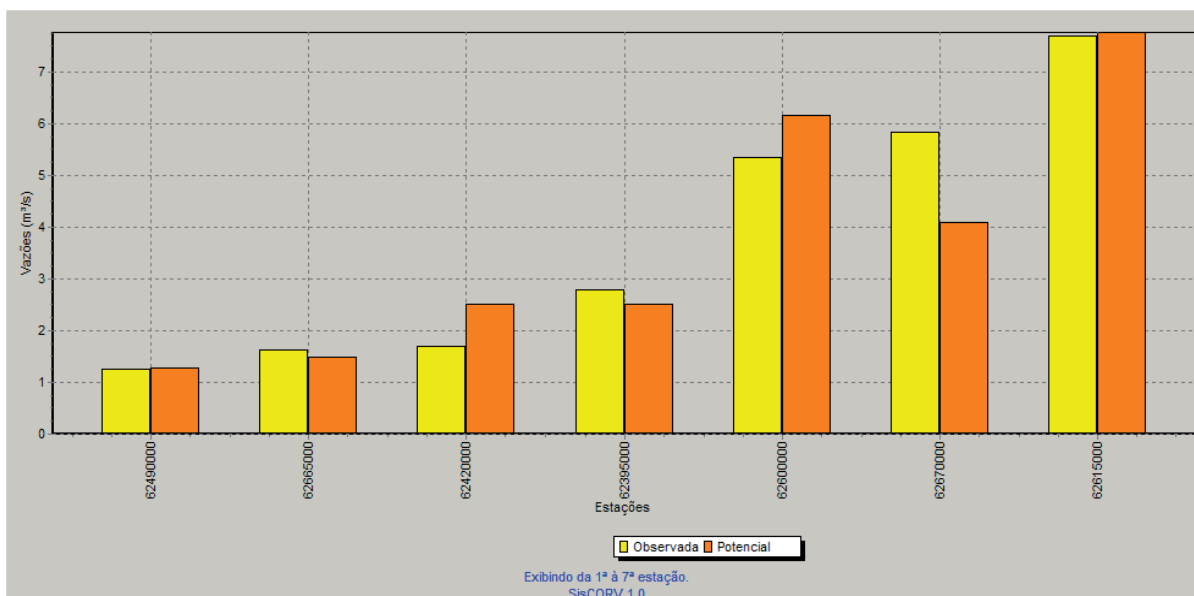


Figura 186 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superasse o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea seria realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,005107, no entanto não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9 BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS DO LESTE

4.9.1 BACIAS DO ITABAPOANA E ITAPEMIRIM

Para a estimativa das equações de regionalização foi identificado que as estações consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, caracterizada pela cor verde na Figura 187.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que a estação 57420000 consistiu “*outlier*” e, portanto, foi retirada do estudo.

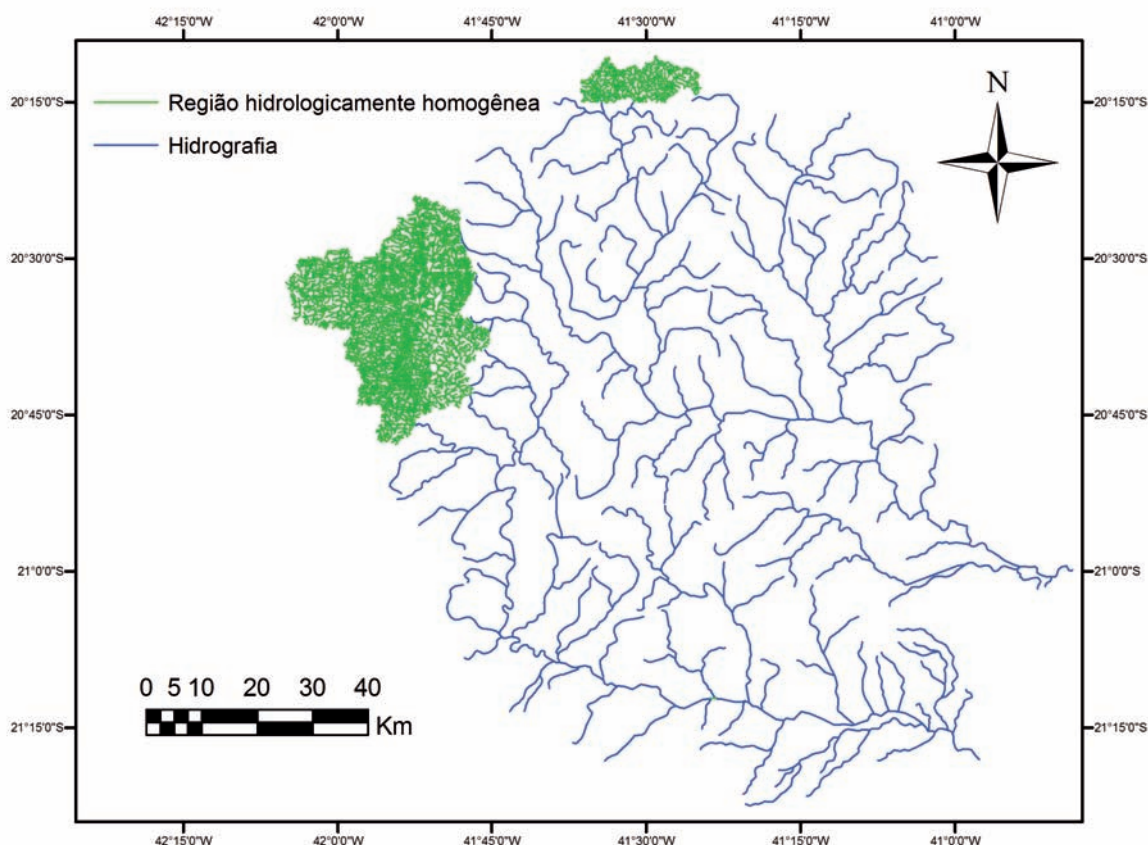


Figura 187 – Região hidrologicamente homogênea utilizada para a espacialização da vazão nas bacias dos Rios Itapemirim e Itabapoana.

Na Tabela 239 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mid} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ das estações situadas na região hidrologicamente homogênea situadas nas bacias dos Rios Itapemirim e Itabapoana.

Tabela 239 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente às bacias dos Rios Itapemirim e Itabapoana.

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q_{mid} (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	Q_{90} (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)
57300000	PAU D'ALHO	304	7,145337014	2,133260114	2,658183039	1,336626333
57350000	USINA FORTALEZA	223	4,86602896	1,259344494	1,532492795	0,827596012
57360000	IÚNA	426	8,183379918	3,049249506	3,456408552	2,046784585
57370000	TERRA CORRIDA – MONTANTE	602	10,20247814	3,754429218	4,208087386	2,903188087
57400000	ITAIICI	1045	18,05405661	5,458327836	6,451391877	3,774787784
57450000	RIVE	2217	43,30273546	12,59089775	14,38641564	9,17605557
57460000	PACOTUBA	2757	51,01017481	12,14079812	14,21433444	8,454016113
57476500	FAZENDA LAJINHA	436	7,050822355	1,637964235	2,08668493	0,942175686
57490000	CASTELO	975	14,5931278	4,043244952	4,741678704	2,479695495
57550000	USINA SÃO MIGUEL	1458	22,64895015	6,662381929	7,977998784	5,042715279

Continua...

Tabela 239 – Cont.

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{md} (m ³ /s)	Q95 (m ³ /s)	Q90 (m ³ /s)	Q7,10 (m ³ /s)
57555000	COUTINHO	4601	75,15325652	19,17058315	22,37028357	12,40880653
57580000	USINA PAINEIRAS	5166	81,41894057	23,47212927	26,84743485	17,67562704
57700000	CAIANA	447	6,825660512	2,500336447	2,787818255	1,918865085
57720000	DORES DO RIO PRETO	234	4,868271652	1,125798766	1,384051167	0,783394887
57740000	GUAÇUÍ	413	10,44091044	4,222162728	4,596398227	3,470944116
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	146	2,020446353	0,627782527	0,713076326	0,440749331
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	2854	46,26119226	13,92871121	16,50951034	10,07360446
57880000	MIMOSO DO SUL	369	7,298500676	2,747618888	3,069174546	2,306225813
57930000	SANTA CRUZ	3781	58,4984346	18,95873091	21,77028952	14,96987535

4.9.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{md})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 240 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 241 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 240 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,99018	0,9794	0,84	0,8731	0,38014
R ² ajustado	0,9896	0,97819	0,83059	0,86564	0,34368
Erro padrão	2,6089	0,15901	0,44314	9,3781	0,09176
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00493
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,12002	0	0	0	0,00002
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0	0	0	0	0,00493
Erro padrão: Intercepto	0,83145	0,22764	0,14123	13,42624	0,02924
Erro padrão: Área (km ²)	0,000385377	0,033339905	6,54588E-05	1,966355623	1,35548E-05

Tabela 241 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
57300000	-13,07131089	-20,24099505	0,510342228	-50,93998598	-12,95306377
57350000	1,088469551	-12,68668702	40,37988263	-163,3772503	25,06315147
57360000	-0,311903349	-4,112964411	-5,361925496	30,52024385	-21,38383506
57370000	7,48302992	6,742526789	-15,36291827	76,77278612	-33,6542947
57400000	-0,111147694	1,739747326	-37,09768733	64,85950351	-56,84367754
57450000	-15,17111049	-13,47216418	-45,86398498	5,672186669	-70,02845128
57460000	-11,09828496	-9,68793896	-35,82426726	-1,206516768	-63,29970127
57476500	17,9636231	13,76376035	10,52092322	58,48371083	-8,498254276
57490000	15,92539578	17,86274187	-25,47648062	93,85386676	-47,85343176
57550000	8,717612143	11,20175034	-35,26913734	62,68528867	-59,9598567
57555000	-0,510088686	-0,398658034	36,24384339	-18,4522366	-148,7578731
57580000	2,90538402	2,604187145	78,35259952	-21,70254528	-123,6110581
57700000	24,42620465	20,3248833	14,94599047	71,47470259	-5,185335694
57720000	4,646974884	-8,651742472	41,27294355	-142,3148469	25,37286086
57740000	-23,85299198	-27,02115741	-26,4184602	-4,013250484	-38,6069255
57770000	82,65570541	40,75179586	222,3685032	-698,4606929	195,1480614
57830000	1,373421808	2,900951255	-24,86162493	10,5247767	-56,03821441
57880000	-0,686154692	-6,172378008	2,436953432	4,490402752	-13,24471107
57930000	5,450381554	6,235844936	5,413377986	-2,370788712	98,80137849

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 240 e 241 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R^2), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q_{mld} na região homogênea é:

$$Q_{mld} = 0,0252626265046673 \text{Área}^{0,947822699785538} \quad (170)$$

Na Figura 188 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

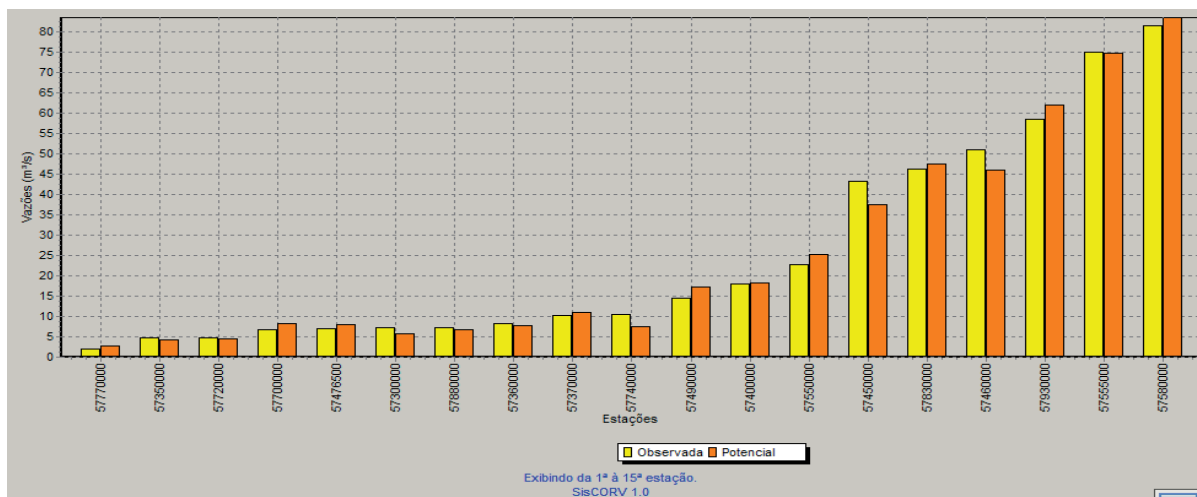


Figura 188 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial.

Nas regiões onde a Q_{mld} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{mld} específica imposto. O valor de Q_{mld} específica de imposição foi de 0,0252806548112729 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,0252806548112729 \text{ Area} \quad (171)$$

Na Figura 189 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

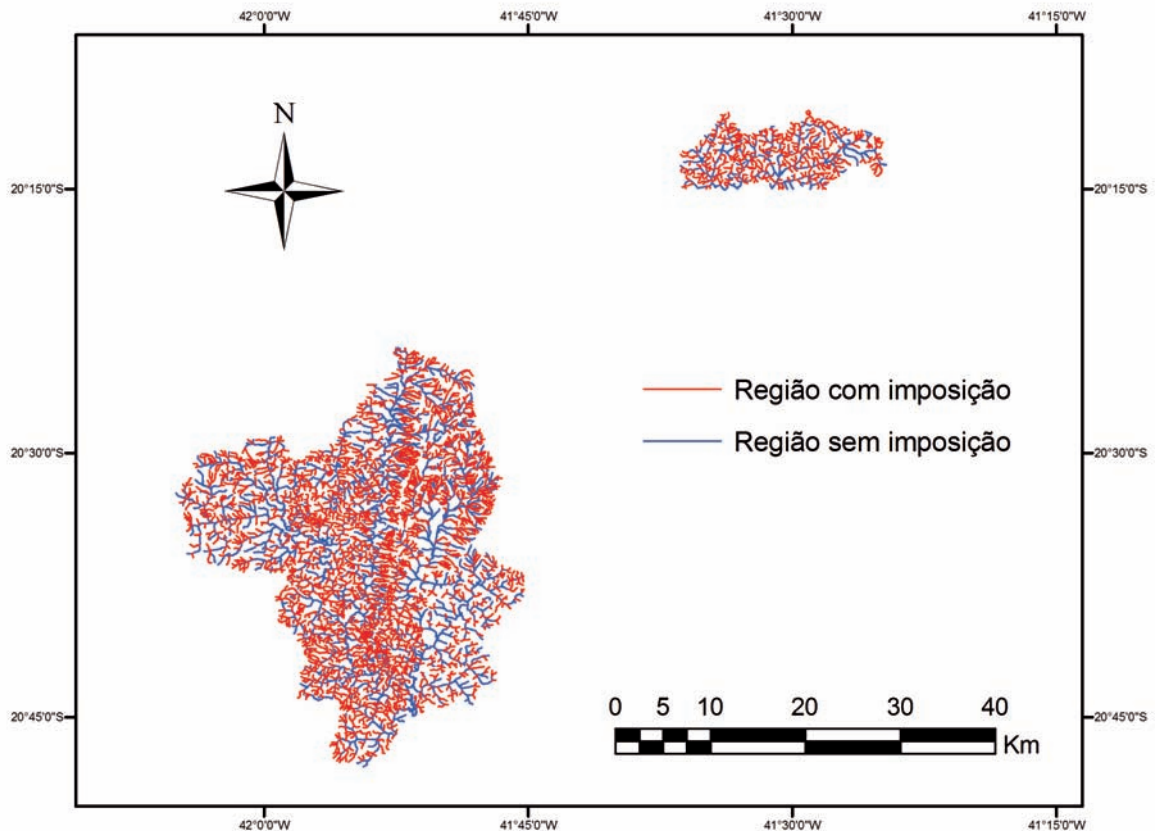


Figura 189 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição da vazão específica.

4.9.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a de área de drenagem (A).

Na Tabela 242 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 243 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 242 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,95212	0,92205	0,77056	0,84694	0,35762
R ² ajustado	0,9493	0,91746	0,75706	0,83794	0,31984
Erro padrão	1,17963	0,31316	0,53726	2,10911	0,46993
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00684
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,18496	0	0,13965	0	0,00003
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0	0	0	0	0,00684
Erro padrão: Intercepto	0,37595	0,44834	0,17122	3,01952	0,14977
Erro padrão: Área (km ²)	0,00017425	0,065662087	7,93624E-05	0,442227618	6,94166E-05

Tabela 243 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
57300000	11,72922306	-7,599462014	17,05547341	-30,35871754	-4,46355513
57350000	49,09324143	11,83267842	80,08956508	-148,1127808	50,96356036
57360000	-7,939853318	-17,38620708	-17,75641814	16,18506005	-35,46408686
57370000	-15,67367241	-19,630909	-35,56310631	33,00305148	-52,1244918
57400000	2,455057247	3,297401061	-35,36205272	64,95937439	-57,60428732
57450000	-16,93181794	-14,40068686	-46,3033005	3,01714429	-70,90628204
57460000	10,62749036	13,8182239	-19,43014944	22,875301	-54,375439
57476500	103,3921591	83,38990833	79,74075327	162,9635838	40,59455831
57490000	46,92089949	47,4166369	-5,647878537	139,1212305	-36,96978636
57550000	2,933718178	5,437096173	-38,01692931	51,81042128	-63,0486003
57555000	22,98023948	24,92134923	65,85854834	1,415958405	-159,9034242
57580000	-3,423172971	-2,314889502	63,39388047	-25,99242638	-122,1700401
57700000	1,703549851	-7,840865576	-11,16200765	34,68634709	-30,7516441
57720000	62,00414093	23,55965332	91,5097685	-124,4651813	59,95074109
57740000	-46,9129241	-52,6690908	-51,87830155	-35,31647056	-62,08279739
57770000	123,9805227	41,55235834	222,8956506	-602,5351302	177,7583305
57830000	-4,073659821	-1,355574001	-28,33412472	4,592255815	-58,38583829
57880000	-26,21481488	-35,85871915	-29,46123758	-23,60025397	-43,63047485
57930000	-15,60907391	-13,74663121	-15,91909259	-21,55839349	64,60074639

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 242 e 243 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nas menores amplitudes dos resíduos. A equação selecionada para representar a Q_{7,10} na região homogênea é:

$$Q_{7,10} = 0,00602382580661823 \text{ Area}^{0,931103429185686} \quad (172)$$

Na Figura 190 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

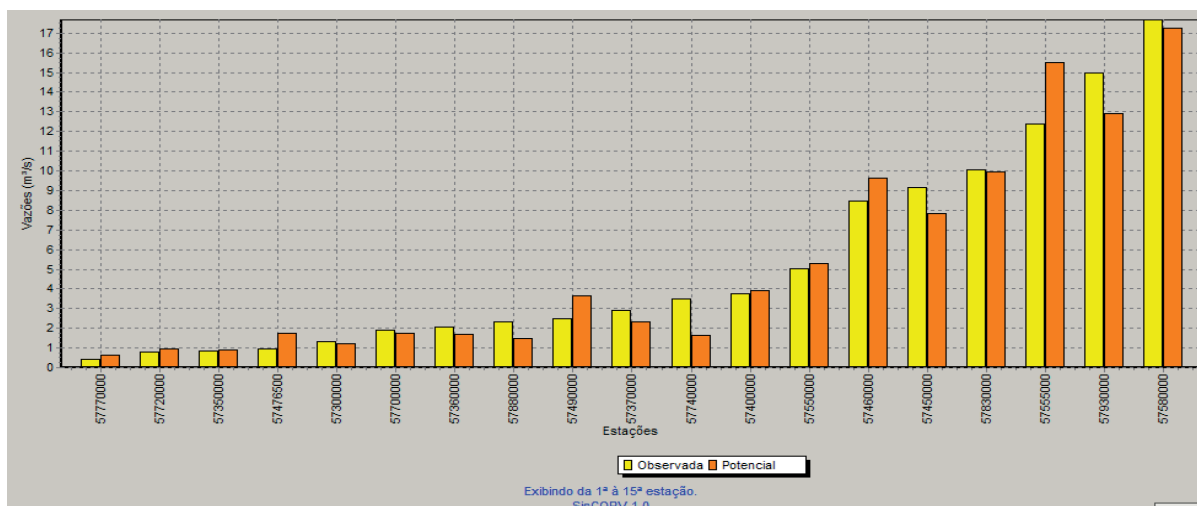


Figura 190 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,008404 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 244 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 245 são exibidos os

resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 244 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98036	0,95128	0,79575	0,87306	0,36144
R ² ajustado	0,97921	0,94842	0,78373	0,86559	0,32387
Erro padrão	1,02519	0,24058	0,4926	2,60654	0,31877
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00648
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,03818	0	0,00102	0	0,00002
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0	0	0	0	0,00648
Erro padrão: Intercepto	0,32673	0,34443	0,15699	3,73168	0,10159
Erro padrão: Área (km ²)	0,000151437	0,050443287	7,27653E-05	0,546526782	4,70876E-05

Tabela 245 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
57300000	-2,709262271	-17,29758781	4,414214231	-39,18363325	-12,88358594
57350000	36,42905753	5,376038141	68,58821507	-142,3836882	44,39551315
57360000	-14,28384602	-21,10614745	-21,47886241	7,939438106	-36,96571017
57370000	-9,7021352	-11,95155619	-29,22179959	42,09864758	-46,14409069
57400000	-2,08393654	0,539565768	-36,71291469	57,45170904	-57,37976196
57450000	-16,4859854	-12,99433548	-45,07951204	3,559522204	-69,29577508
57460000	6,232846059	10,24643982	-21,58092815	18,00953143	-54,18828708
57476500	62,26343405	50,03510686	47,04387615	109,312438	17,67559329
57490000	24,54739956	27,34807682	-18,0324463	102,4237836	-43,80000247
57550000	7,568694043	11,86644325	-33,78429251	58,53817813	-59,38208847
57555000	9,713947437	11,78608404	48,00478444	-9,476978423	-158,2509378
57580000	0,227160794	1,554894335	68,9141264	-23,15025315	-124,7586834
57700000	8,239288983	0,56432474	-3,042390632	43,00910645	-22,67152958
57720000	56,92335547	23,20942333	89,81913284	-122,1365284	61,99746418
57740000	-39,45409812	-44,62278099	-43,7268506	-26,3838515	-54,64212571
57770000	119,5674669	43,22401141	223,1168332	-583,74424	183,8549431
57830000	-4,331017899	-0,802104447	-27,60566584	4,328703188	-56,65288524
57880000	-14,02632265	-23,27335067	-15,75120013	-11,10592761	-31,14769011
57930000	-8,141746424	-5,622438244	-7,909840026	-14,58382747	74,51746928

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 244 e 245 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R^2), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q_{95} na região homogênea é:

$$Q_{95} = 0,00921877997082583 \text{ Area}^{0,919051439302095} \quad (173)$$

Na Figura 191 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

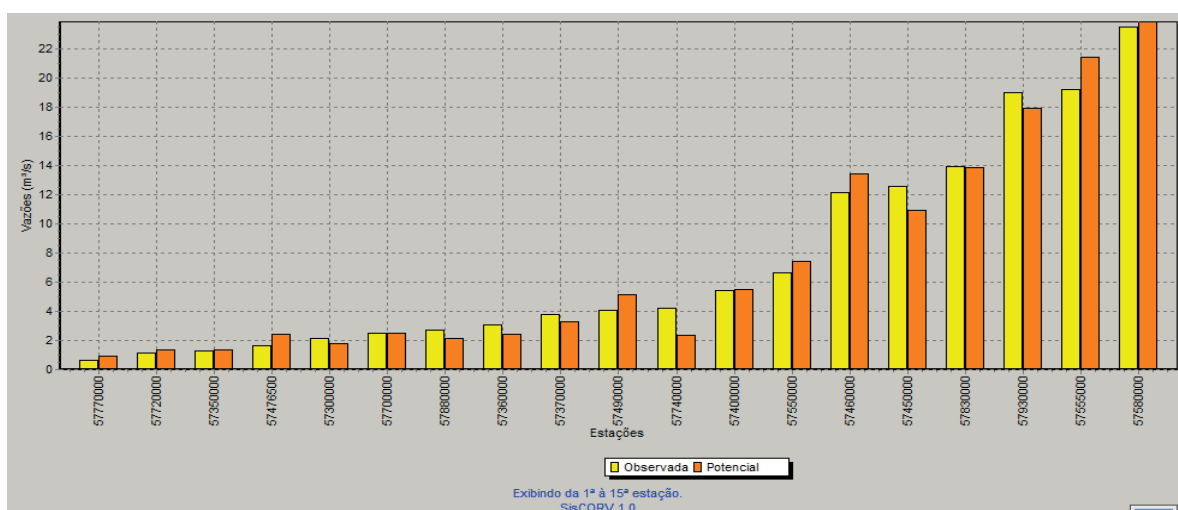


Figura 191 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,0102231543047368 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,0102231543047368 \text{ Area} \quad (174)$$

Na Figura 192 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

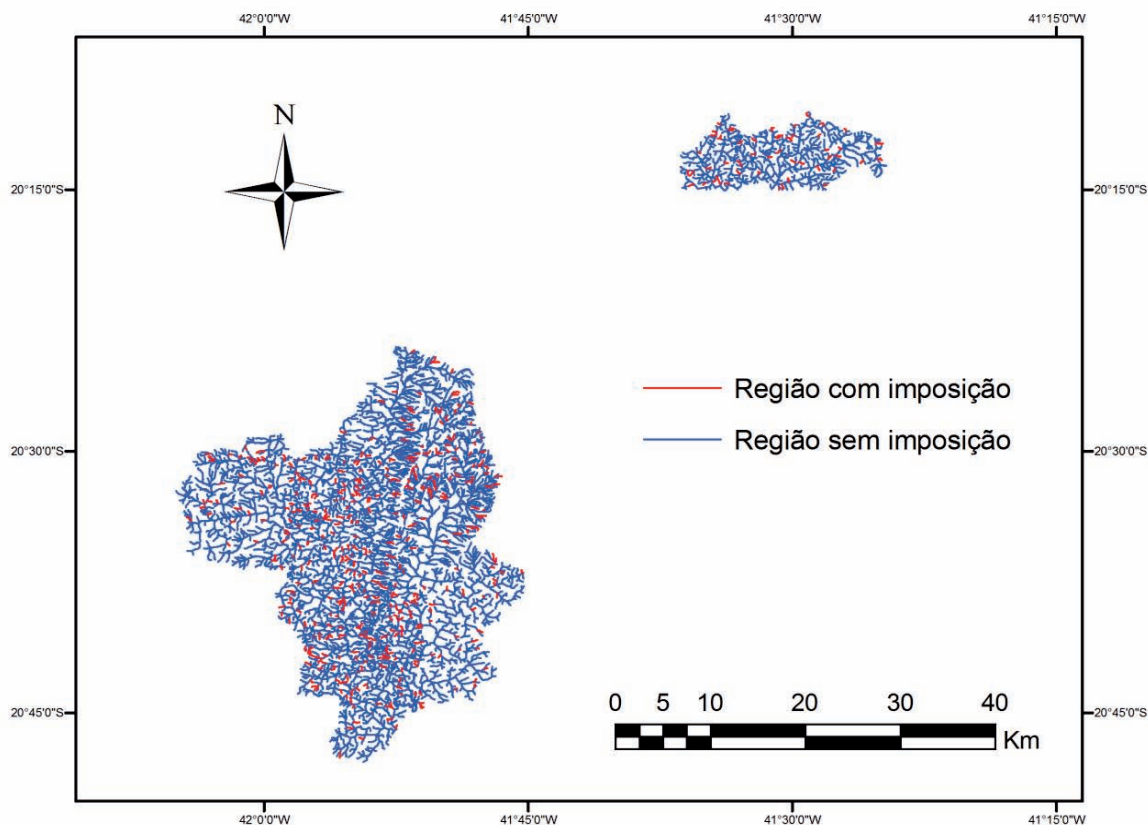


Figura 192 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição da vazão específica.

4.9.1.4 REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 246 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 247 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 246 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9833	0,95888	0,80186	0,87956	0,35434
R ² ajustado	0,98231	0,95646	0,7902	0,87248	0,31636
Erro padrão	1,091	0,21917	0,48112	2,92964	0,27496
Teste F(Valor-P)	0	0	0	0	0,00717
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,02171	0	0,00009	0	0,00003
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0	0	0	0	0,00717
Erro padrão: Intercepto	0,3477	0,31378	0,15333	4,19425	0,08763
Erro padrão: Área (km ²)	0,000161158	0,045954585	7,10687E-05	0,614273256	4,06157E-05

Tabela 247 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
57300000	-8,638508771	-22,23693077	-1,912321075	-43,04772757	-17,793452
57350000	31,52386098	1,585292432	62,20509012	-139,6004338	39,52742408
57360000	-11,74226879	-18,56480197	-18,93994335	10,61385281	-34,61581794
57370000	-6,184271081	-8,214950951	-26,14087849	47,10185475	-43,50763078
57400000	-3,79761337	-0,834311475	-37,44734256	54,46196764	-57,61366641
57450000	-15,32570655	-11,50003368	-44,0262158	5,049515091	-68,4475168
57460000	5,067709395	9,343316012	-22,11504979	16,81765623	-54,11099121
57476500	48,63435703	37,7845745	35,06261259	90,83264005	8,607598169
57490000	23,36374111	26,62832382	-18,33298136	100,1484063	-43,66807271
57550000	4,186393165	8,759232592	-35,47390753	53,47779431	-60,13972015
57555000	8,786878994	11,00822352	46,75136877	-10,10366713	-159,2425312
57580000	1,374565857	2,83709816	70,6057979	-22,14222954	-125,590982
57700000	13,26462829	5,51012958	1,752157214	48,95564751	-18,45490323
57720000	49,68196247	17,54670941	80,77019694	-120,0369575	54,94407511
57740000	-35,07373003	-40,47433835	-39,50962763	-21,43527645	-51,01082805
57770000	127,6088614	48,17640635	233,1305809	-591,660062	193,8601077
57830000	-6,543501335	-2,831574882	-28,99672397	2,011018879	-57,12514718
57880000	-10,07533592	-19,58526752	-11,72899114	-7,462985634	-27,52459375
57930000	-7,418178194	-4,684478642	-7,003803176	-13,79712297	74,84132492

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 246 e 247 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q₉₀ na região homogênea é:

$$Q_{90} = 0,0110548894562375 \text{ Area}^{0,914989746896577} \quad (175)$$

Na Figura 193 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

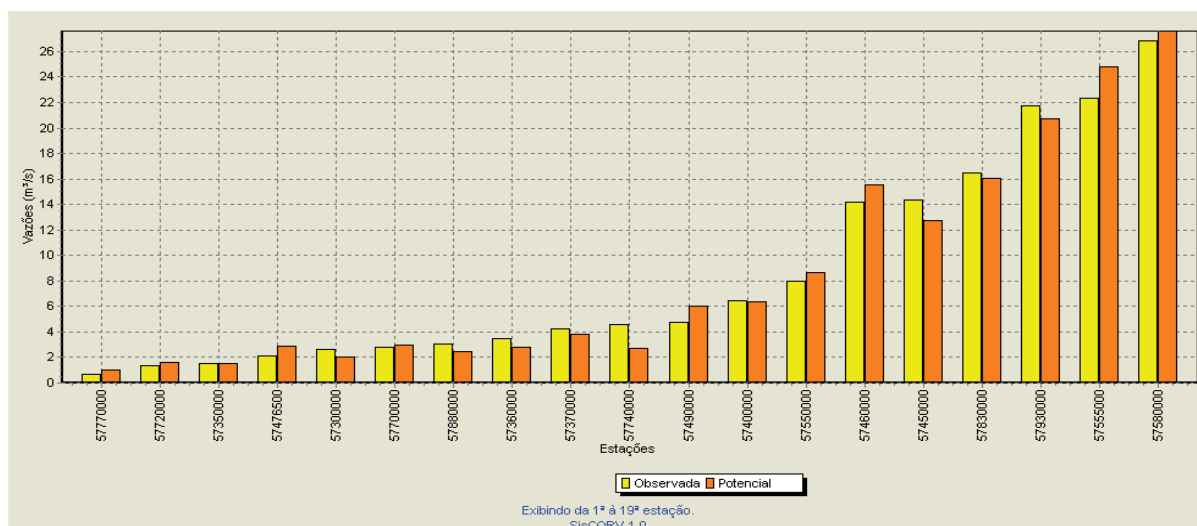


Figura 193 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,0111292935272951 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,0111292935272951 \text{ Area} \quad (176)$$

Na Figura 194 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

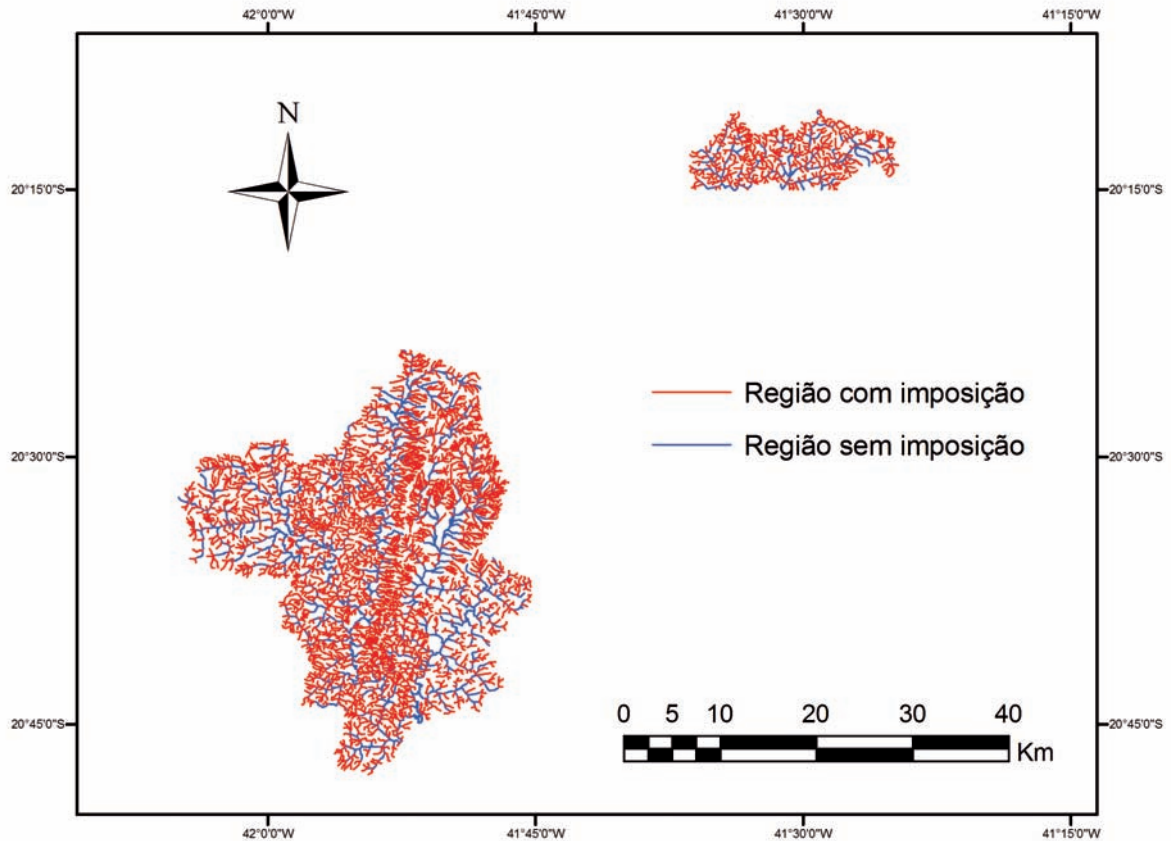


Figura 194 – Mapa representando a região onde foi necessária a imposição da vazão específica.

4.9.1.5 SELEÇÃO DA OPÇÃO DE REGIONALIZAÇÃO

As vazões Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ foram regionalizadas em função da área de drenagem para toda a hidrografia sob a jurisdição de Minas Gerais das bacias dos Rios Itapemirim e Itabapoana. As equações com os melhores ajustes foram:

$$Q_{mld} = 0,0252626265046673 \text{ Área}^{0,947822699785538}$$

$$Q_{95} = 0,00921877997082583 \text{ Área}^{0,919051439302095}$$

$$Q_{90} = 0,0110548894562375 \text{ Área}^{0,914989746896577}$$

$$Q_{7,10} = 0,00602382580661823 \text{ Área}^{0,931103429185686}$$

4.9.2 BACIA DO SÃO MATEUS

4.9.2.1. PRIMEIRA TENTATIVA – ‘SÃO MATEUS + MUCURI’

Para a estimativa das equações de regionalização foi considerado que as estações do São Mateus e Mucuri consistiram em uma região hidrológicamente homogênea, caracterizada pela cor verde na Figura 195.

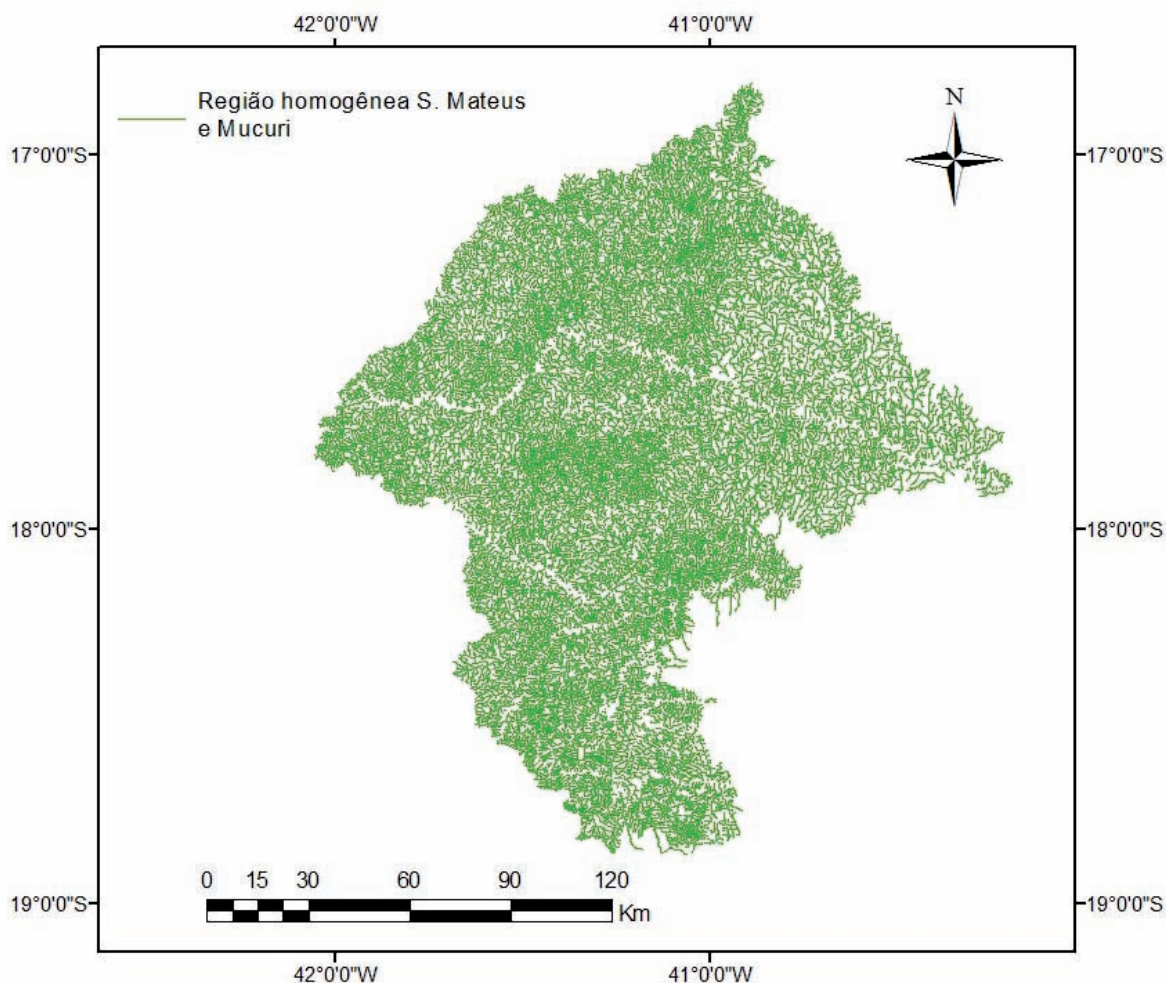


Figura 195 – Região hidrológicamente homogênea.

Na Tabela 248 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da região hidrológicamente homogêneas ‘São Mateus + Mucuri’. Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento, constatou-se que não houve “*outlier*”.

Tabela 248 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região São Mateus + Mucuri’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e

independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)	Q _{mid} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
55520001	MUCURI	2016	70,859	21,438	15,054	4,771	4,178	3,032
55610000	FRANCISCO SÁ	1785	63,220	18,990	12,036	1,981	1,463	0,564
55630000	CARLOS CHAGAS	9607	328,862	94,446	99,891	20,039	15,059	2,134
55660000	SÃO PEDRO DO PAMPA	1827	57,062	13,791	18,558	4,241	3,106	1,529
55699998	NANUQUE - MONTANTE	12799	454,114	127,585	129,166	22,107	17,824	1,451
55740000	FAZENDA MARTINICA	14656	493,343	139,857	98,936	22,863	17,664	11,443
55780000	FIDELÂNDIA	839	25,385	6,922	4,419	0,674	0,451	0,170
55790000	ATALÉIA	351	13,101	3,542	5,223	0,849	0,633	0,250
55800005	FAZENDA SÃO MATEUS	4266	141,729	39,719	24,166	2,814	1,855	0,849

4.9.2.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 249 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 250 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 249 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,93157	0,9425	0,87046	0,79715	0,51727
R ² ajustado	0,92179	0,93428	0,85195	0,76818	0,44831
Erro padrão	13,75397	0,32452	0,48709	23,68022	0,05937
Teste F(Valor-P)	0,00003	0,00001	0,00024	0,00119	0,02897
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,94967	0,02169	0,00005	0,00851	0,00229
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00003	0,00001	0,00024	0,00119	0,02897
Erro padrão: Intercepto	6,55258	0,42678	0,23206	31,14224	0,02828
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,025572	0,089907	0,000906	6,560483	0,00011

Tabela 250 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas nove estações fluviométricas situadas na região homogênea ‘São Mateus + Mucuri’ considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55520001	14,65368	14,62359	-21,4546	125,0222	-39,9566
55610000	27,55244	28,44328	-6,31667	148,8211	-26,4402
55630000	-18,2458	-24,2516	-41,2266	-13,2146	-69,3304
55660000	-25,5561	-24,5242	-41,5196	42,37728	-53,0647
55699998	-12,569	-20,0682	-1,05079	-24,2878	-248,266
55740000	24,04422	13,02374	64,82589	1,728287	-159,176
55780000	33,70796	45,30806	101,7511	-132,768	81,95261
55790000	-45,5931	-34,9863	58,14135	-563,483	49,4673
55800005	44,62817	39,20328	-24,0153	138,8786	-53,615

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 249 e 250 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,28505261 P_{eq}^{0,96303549} \quad (177)$$

Na Figura 196 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

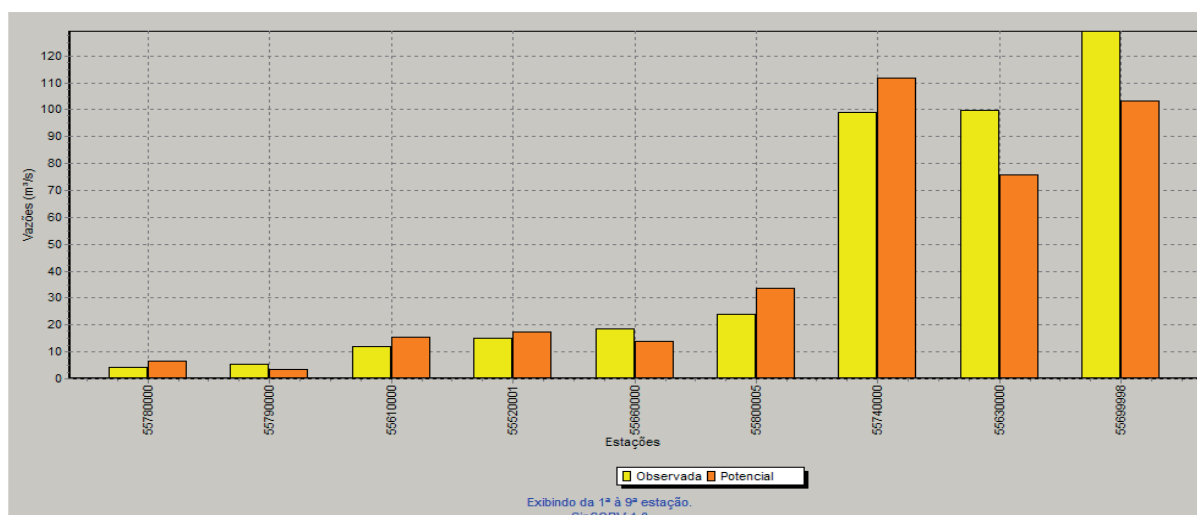


Figura 196 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea ‘São Mateus + Mucuri’, foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mid} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,39867534 e não houve necessidade de imposição do valor limite de coeficiente de escoamento, pois o CE regionalizado foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.2.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

A análise conjunta das equações de regionalização da $Q_{7,10}$ e Q_{95} conduziu, em boa parte da hidrografia, a valores de $Q_{7,10}$ superiores aos valores de Q_{95} ; e em alguns trechos superiores inclusive aos de Q_{90} , fato que está diretamente associado ao ajuste estatístico das equações. Para evitar esta distorção partiu-se para a avaliação de soluções alternativas e para contornar este comportamento propôs-se um ajuste, endossado em reunião do grupo de trabalho, que está baseado na estimativa da $Q_{7,10}$ a partir da Q_{95} utilizando uma equação de proporcionalidade obtida através dos dados de vazão da $Q_{7,10}$ e Q_{95} , das estações fluviométricas utilizadas no estudo (Tabela 251).

Tabela 251 – Códigos, área de drenagem, precipitação equivalente, $Q_{7,10}$, Q_{95} e $Q_{7,10}/Q_{95}$ das estações utilizadas para determinação da $Q_{7,10}$ nas Bacias do São Mateus e Mucuri

Estação	Área (km ²)	Peq (m ³ /s)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	$Q_{7,10}/Q_{95}$
55520001	2016	70,8589	3,0321	4,1780	0,7257
55610000	1785	63,2198	0,5643	1,4630	0,3857
55630000	9607	328,8619	2,1337	15,0587	0,1417
55660000	1827	57,0618	1,5286	3,1059	0,4922
55699998	12799	454,1139	1,4511	17,8244	0,0814
55740000	14656	493,3433	11,4426	17,6640	0,6478
55780000	839	25,3848	0,1697	0,4511	0,3761
55790000	351	13,1011	0,2501	0,6325	0,3954
55800005	4266	141,7292	0,8491	1,8547	0,4578

A $Q_{7,10}$ nas bacias dos rios São Mateus e Mucuri foi determinada pela seguinte equação:

$$Q_{7,10} = (-0,00031604 P_{eq} + 0,46939632) Q_{95} \quad (178)$$

4.9.2.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 252 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 253 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 252 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,94648	0,85771	0,79125	0,79084	0,41484
R ² ajustado	0,93884	0,83739	0,76142	0,76096	0,33124
Erro padrão	1,87421	0,56502	0,68438	3,7052	0,62388
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00034	0,00132	0,00133	0,06118
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,84307	0,00228	0,99265	0,00925	0,00721
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00001	0,00034	0,00132	0,00133	0,06118
Erro padrão: Intercepto	0,8929	0,74307	0,32605	4,87276	0,29723
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,003485	0,156536	0,001272	1,026506	0,00116

Tabela 253 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas nove estações fluviométricas situadas na região homogênea 'São Mateus + Mucuri' considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55520001	-38,6342	-43,4392	-62,0357	23,6325	-74,2659
55610000	55,00027	43,83294	3,121333	211,8856	-28,0376
55630000	-16,5456	-25,2618	-42,8579	-11,868	-74,7891
55660000	-34,6745	-38,9525	-53,3463	29,48802	-66,6607
55699998	-2,25008	-12,3354	9,711712	-15,9819	-193,129
55740000	7,248515	-3,76312	43,16769	-12,7416	-135,03
55780000	77,52339	84,46282	161,0085	-156,707	111,6217
55790000	-48,6955	-32,8588	71,74064	-692,712	46,48073
55800005	186,3922	157,8411	36,08424	375,8972	-27,8164

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 252 e 253 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,03104129 P_{eq}^{1,01683587} \quad (179)$$

Na Figura 197 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

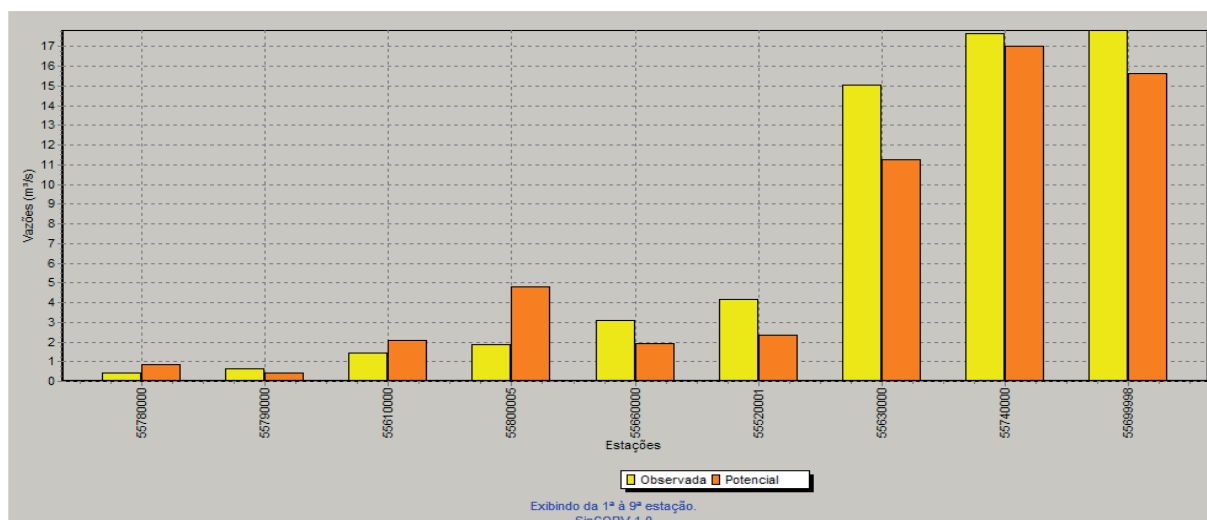


Figura 197 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea ‘São Mateus + Mucuri’ foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,002072 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.2.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q₉₀)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 254 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 255 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 254 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,94732	0,88256	0,80971	0,79764	0,43998
R ² ajustado	0,93979	0,86579	0,78253	0,76873	0,35997
Erro padrão	2,3752	0,49644	0,63193	4,65512	0,41976
Teste F(Valor-P)	0,00001	0,00017	0,00095	0,00118	0,05146
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,90237	0,00211	0,33177	0,00848	0,00548
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00001	0,00017	0,00095	0,00118	0,05146
Erro padrão: Intercepto	1,13158	0,65288	0,30106	6,12203	0,19998
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,004416	0,137536	0,001175	1,289678	0,00078

Tabela 255 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas nove estações fluviométricas situadas na região homogênea ‘São Mateus + Mucuri’ considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55520001	-29,4266	-33,3062	-54,8053	40,07774	-68,3151
55610000	50,85118	43,33882	3,636268	198,3298	-25,2745
55630000	-19,4098	-26,5871	-43,7295	-14,7622	-73,6489
55660000	-36,7318	-39,5533	-53,466	22,97909	-65,6686
55699998	1,123244	-8,1811	13,87755	-12,8459	-213,493
55740000	6,280646	-3,56714	41,60611	-13,2727	-139,174
55780000	65,28234	69,5743	139,0314	-140,304	99,24937
55790000	-40,5267	-30,4582	75,266	-659,51	53,43794
55800005	144,4096	125,7575	20,69157	304,3406	-33,1879

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 254 e 255 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,04537183 P_{eq}^{0,99755558} \quad (180)$$

Na Figura 198 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

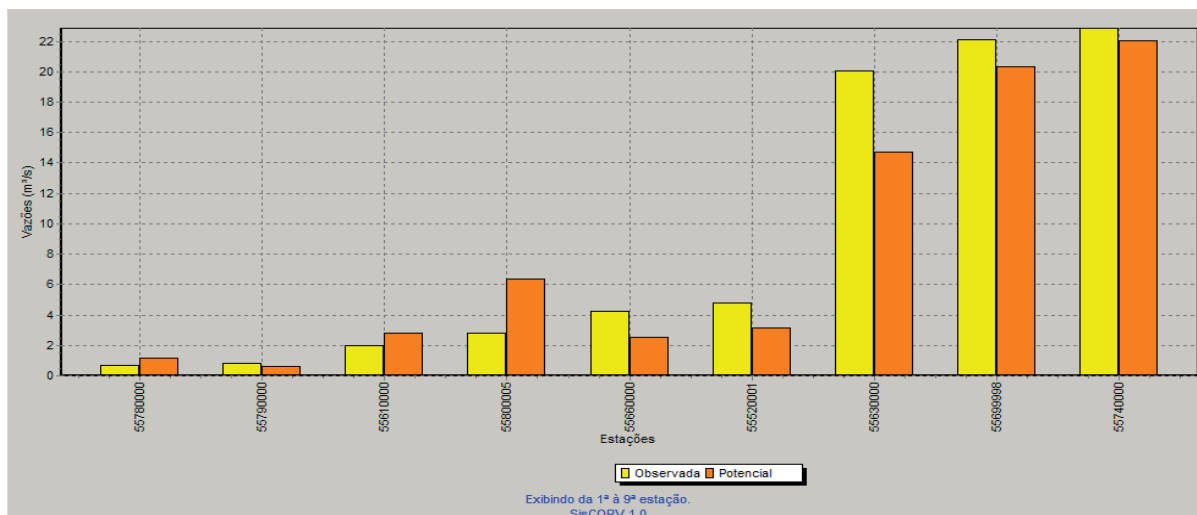


Figura 198 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente como variável explicativa.

4.9.2.2. SEGUNDA TENTATIVA – ‘SÃO MATEUS + DOCE’

Para a estimativa das equações de regionalização foi considerado que as estações do São Mateus e Mucuri consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, caracterizada pela cor verde na Figura 199.

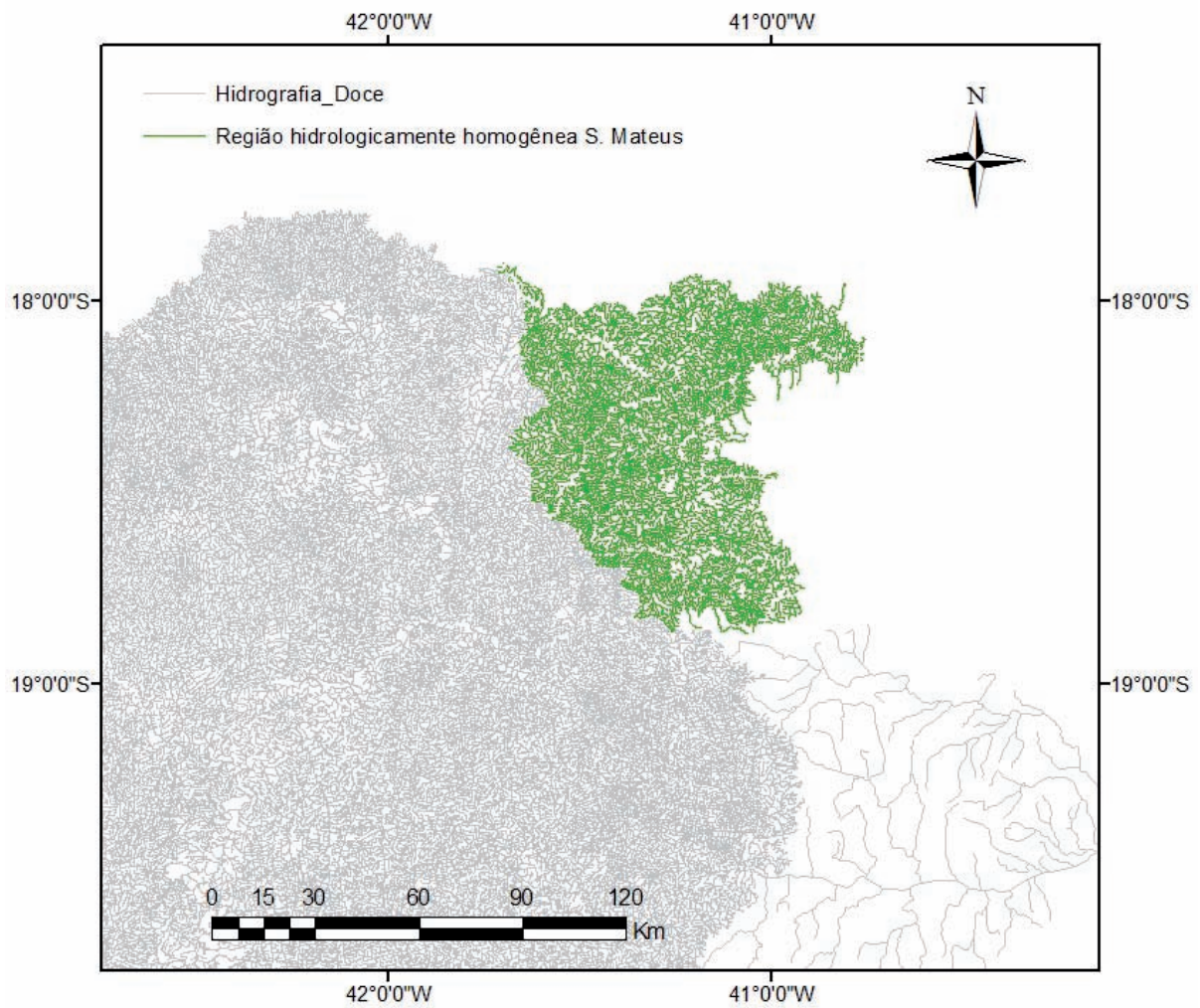


Figura 199 – Região hidrologicamente homogênea.

Na Tabela 256 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da região hidrologicamente homogêneas 'São Mateus + Doce'. Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento, constatou-se que a estação 55790000 e constitui "outliers" foi, portanto, retirada das análises subsequentes.

Tabela 256 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da ‘Região São Mateus + Doce’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)	Q _{mid} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
55780000	FIDELÂNDIA	839	25,385	6,922	4,419	0,674	0,451	0,17
55800005	FAZENDA SÃO MATEUS	4266	141,729	39,719	24,166	2,814	1,855	0,849
56891900	VILA MATIAS - MONTANTE	10200	349	116,84	86,112	25,591	21,967	15,891
56900000	CAMPANÁRIO	732	26,8	8,6395	4,838	0,77	0,373	0,272
56915500	JAMPRUCA	1390	48,3	15,274	8,252	1,267	0,96	0,575
56940002	BARRA DO CUIETÉ - JUSANTE	3250	114	37,553	32,218	9,095	7,564	5,875

4.9.2.2.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 257 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 258 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 257 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,98274	0,9691	0,77081	0,86643	0,49744
R ² ajustado	0,97842	0,96138	0,71352	0,83303	0,37179
Erro padrão	4,58951	0,23249	0,63317	12,76742	0,07397
Teste F(Valor-P)	0,00011	0,00036	0,02143	0,00701	0,11748
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,66306	0,1438	0,00591	0,03099	0,01684
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00011	0,00036	0,02143	0,00701	0,11748
Erro padrão: Intercepto	2,52228	0,30712	0,34798	16,86611	0,04065
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,043586	0,093437	0,006013	5,131224	0,000702

Tabela 258 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea ‘São Mateus + Doce’ considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55780000	16,02307	-15,5598	65,89897	-286,416	48,74791
55800005	0,618189	-1,62665	-42,2759	57,29303	-62,844
56891900	1,746775	9,685714	35,29946	-15,848	-150,169
56900000	48,89994	20,10072	62,44807	-41,5982	39,91366
56915500	40,28001	24,68797	10,278	107,1836	-12,4661
56940002	-24,99	-26,7086	-56,9177	17,4591	-72,2088

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 257 e 258 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,5727774 P_{eq750}^{1,046551} \quad (181)$$

Na Figura 200 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

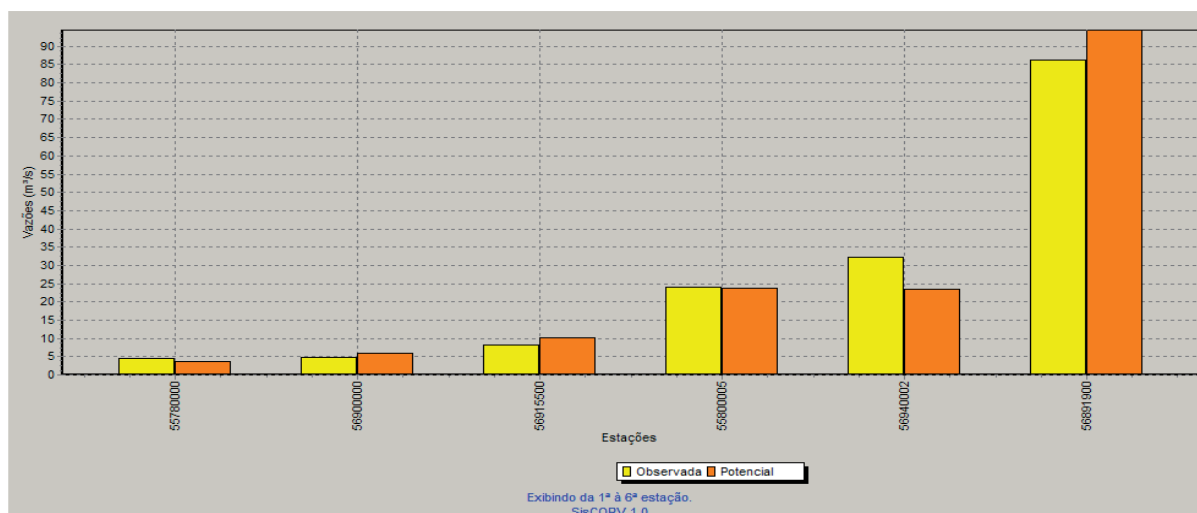


Figura 200 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Mucuri foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para

um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,281946 e não houve necessidade de imposição do valor limite de coeficiente de escoamento, pois o CE regionalizado foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.2.2.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 259 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 260 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 259 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,93244	0,87882	0,73437	0,74702	0,40695
R ² ajustado	0,91555	0,84853	0,66796	0,68377	0,25869
Erro padrão	1,81532	0,69331	1,0265	3,51287	1,95314
Teste F(Valor-P)	0,00175	0,00575	0,02923	0,02637	0,17291
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,36269	0,00756	0,11525	0,07278	0,03678
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00175	0,00575	0,02923	0,02637	0,17291
Erro padrão: Intercepto	0,99766	0,91589	0,56414	4,6406	1,0734
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,01724	0,278643	0,009748	1,411824	0,018549

Tabela 260 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea ‘São Mateus + Doce’ considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55780000	-251,089	-10,0937	130,7537	-1597,67	88,51443
55800005	309,918	155,7198	18,72117	611,8844	-47,1853
56891900	-0,52145	-1,20257	43,63125	-21,7132	-108,65
56900000	-45,5305	5,852511	59,45893	-279,208	21,36092
56915500	73,84529	13,62959	-6,43082	275,9842	-38,4402
56940002	-41,249	-63,3978	-82,9669	2,353559	-92,3906

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 259 e 260 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{7,10} = 0,01038242 Peq_{750}^{1,500796} \quad (182)$$

Na Figura 201 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

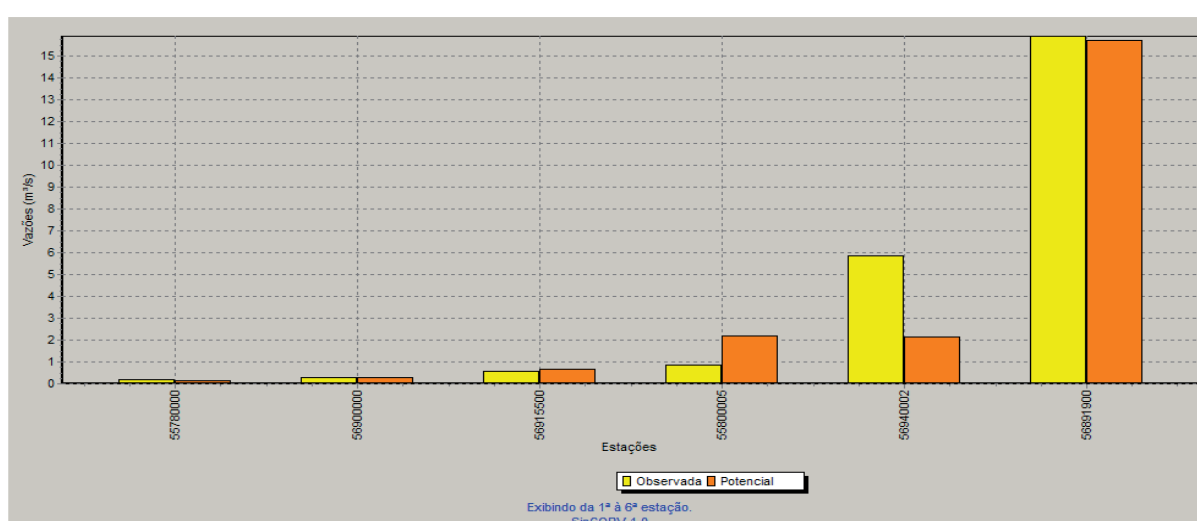


Figura 201 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo valor observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea ‘São Mateus + Doce’ foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,001808 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a $Q_{7,10}$ específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.2.2.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q₉₅)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 261 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 262 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 261 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,95193	0,89707	0,76238	0,76061	0,44692
R ² ajustado	0,93992	0,87134	0,70297	0,70077	0,30865
Erro padrão	2,08303	0,58025	0,88163	4,64869	0,91936
Teste F(Valor-P)	0,00088	0,00412	0,02312	0,02348	0,1466
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,32182	0,00887	0,35127	0,06746	0,02729
Teste T(Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00088	0,00412	0,02312	0,02348	0,1466
Erro padrão: Intercepto	1,14478	0,76652	0,48452	6,14105	0,50526
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,019782	0,233202	0,008373	1,86831	0,008731

Tabela 262 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea ‘São Mateus + Doce’ considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55780000	-152,731	-32,3899	59,21804	-846,33	36,55442
55800005	164,1275	87,97927	-7,10533	353,942	-53,74
56891900	-0,56293	-2,53268	40,63458	-21,7053	-113,192
56900000	-14,7025	46,43727	111,6753	-246,764	70,33948
56915500	55,05331	20,67019	0,390651	221,8093	-29,117
56940002	-35,763	-54,3156	-77,3764	10,73746	-88,6916

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 261 e 262 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0259124 P_{eq750}^{1,376907} \quad (183)$$

Na Figura 202 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra

amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

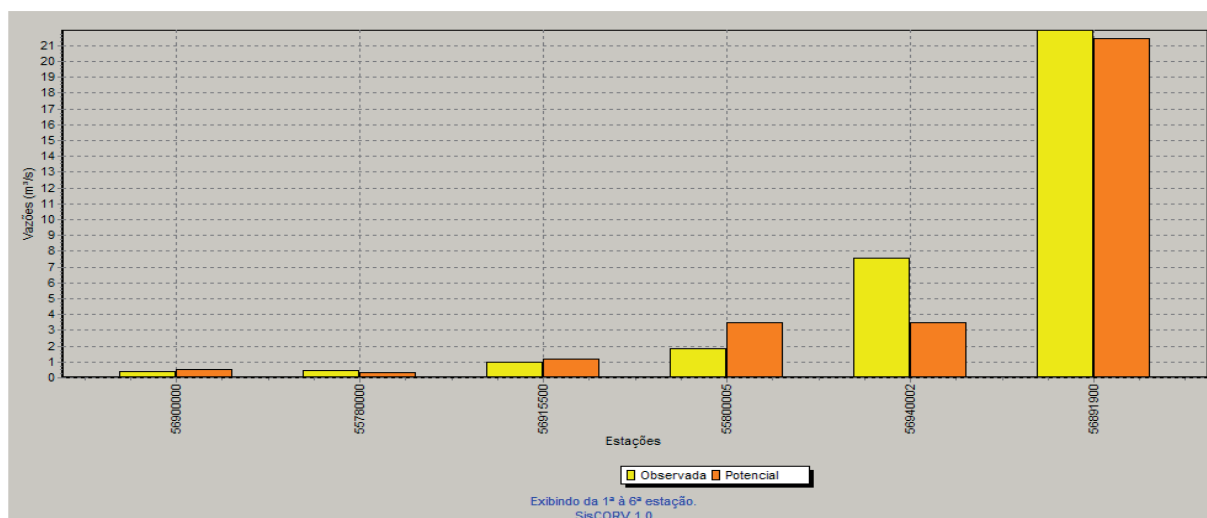


Figura 202 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo valor observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Mucuri foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,002327 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.2.2.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm (P_{eq750}).

Na Tabela 263 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 264 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 263 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,9561	0,91546	0,78365	0,77369	0,51036
R ² ajustado	0,94513	0,89432	0,72956	0,71711	0,38795
Erro padrão	2,29206	0,47346	0,75739	5,20423	0,48001
Teste F(Valor-P)	0,00073	0,00276	0,019	0,02087	0,11071
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,40578	0,00971	0,91048	0,06384	0,01693
Teste T (Valor-P): Peq750 (m ³ /s)	0,00073	0,00276	0,019	0,02087	0,11071
Erro padrão: Intercepto	1,25966	0,62545	0,41624	6,87493	0,2638
Erro padrão: Peq750 (m ³ /s)	0,021767	0,190282	0,007193	2,09158	0,004559

Tabela 264 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea ‘São Mateus + Doce’ considerando a variável precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55780000	-92,842	-23,4156	66,36118	-638,279	50,77994
55800005	112,334	68,15914	-11,4577	257,4402	-50,1385
56891900	-0,2467	-3,64067	35,73555	-20,8536	-121,342
56900000	-10,4123	13,86977	58,7361	-145,917	36,01501
56915500	61,03411	37,11495	15,72434	205,4181	-11,6116
56940002	-34,806	-48,3878	-72,7728	10,04862	-84,6175

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 263 e 264 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,0548091 P_{eq750}^{1,252299} \quad (184)$$

Na Figura 203 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

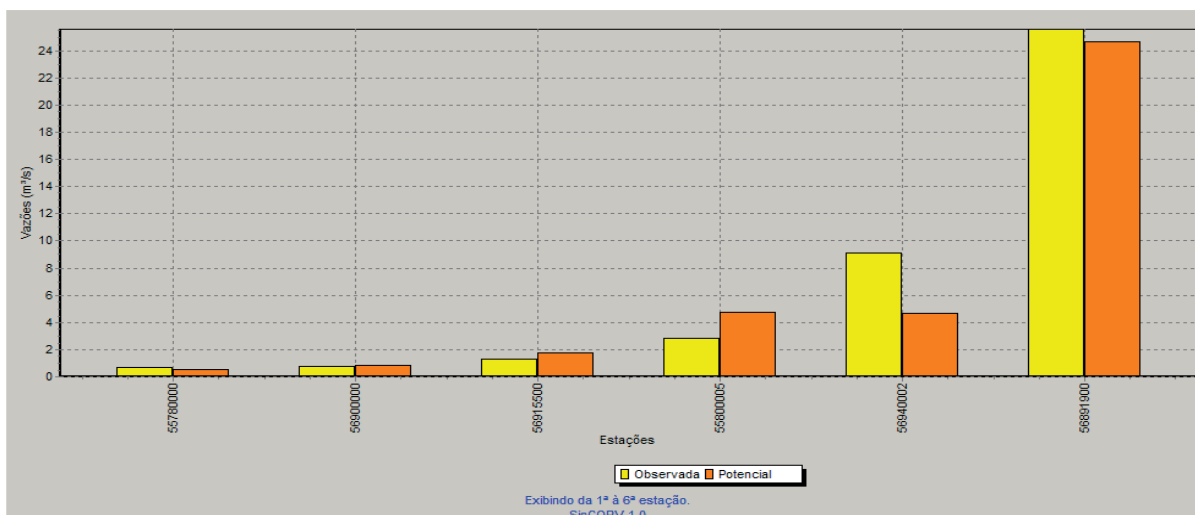


Figura 203 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente menos a inércia hídrica de 750 mm.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea ‘São Mateus + Doce’ foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,002798 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.2.3. SELEÇÃO DA OPÇÃO DE REGIONALIZAÇÃO

As vazões Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ foram regionalizadas em função da área de drenagem, precipitação equivalente e precipitação equivalente menos inércia hídrica para toda a hidrografia sob a jurisdição de Minas Gerais na bacia do Rio São Mateus. A segunda tentativa ‘**São Mateus + Doce**’ foi a que apresentou os melhores resultados, sendo esta a regionalização utilizada. As equações selecionadas foram, portanto:

$$Q_{mld} = 0,5727774 P_{eq750}^{1,046551}$$

$$Q_{95} = 0,0259124 P_{eq750}^{1,376907}$$

$$Q_{90} = 0,0548091 P_{eq750}^{1,252299}$$

$$Q_{7,10} = 0,01038242 P_{eq750}^{1,500796}$$

4.9.3 BACIA DO MUCURI

4.9.3.1. PRIMEIRA TENTATIVA – ‘MUCURI’

Para a estimativa das equações de regionalização foi considerado que as estações do Mucuri consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, caracterizada pela cor verde na Figura 204.

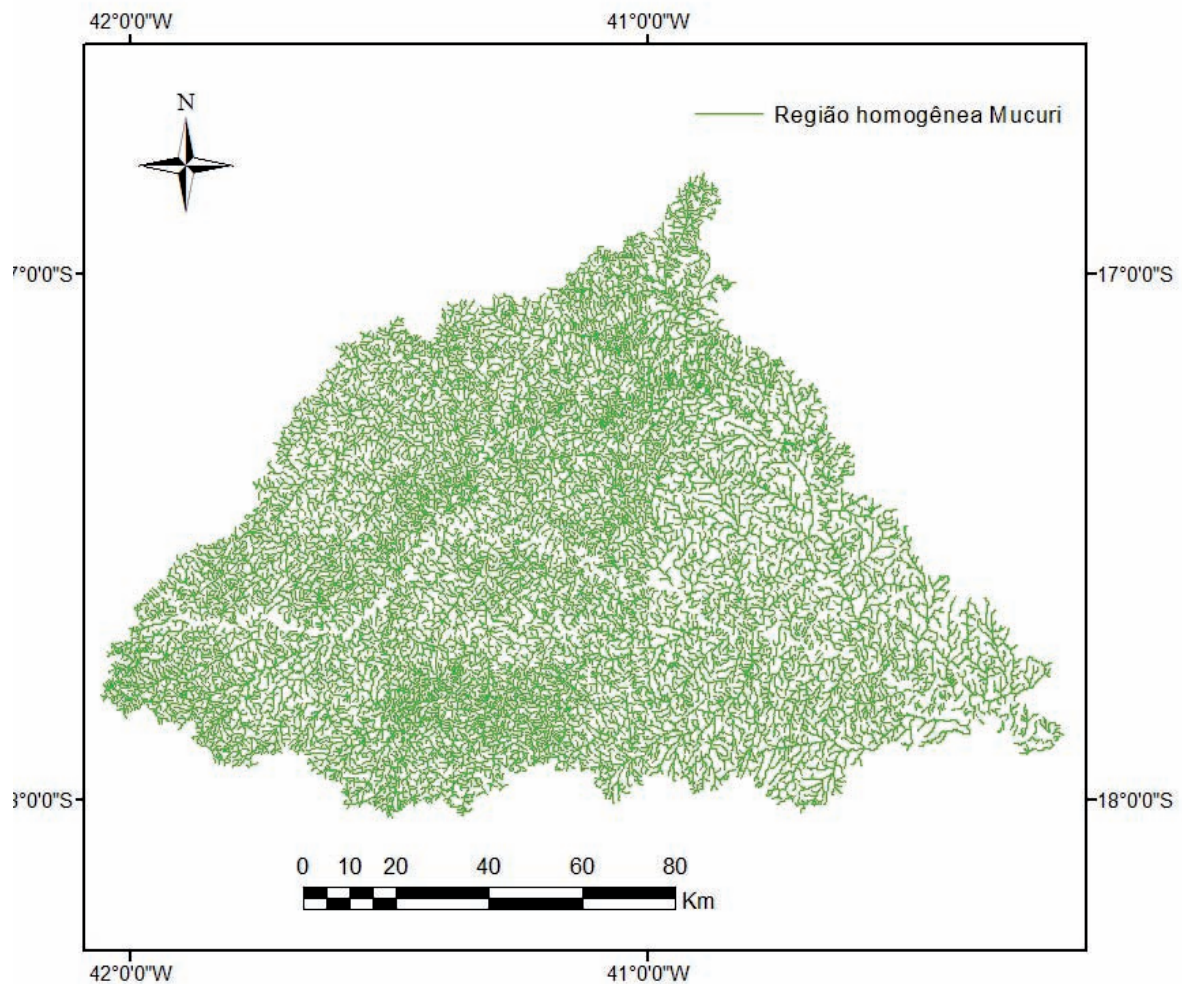


Figura 204 – Região hidrologicamente homogênea.

Na Tabela 265 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica

(P_{eq750}) das estações da região hidrologicamente homogêneas 'Mucuri'. Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que não houve "outlier".

Tabela 265 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da Região 'Mucuri' utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações

Estação	Nome da estação	Área (km ²)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)	Q _{mid} (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
55520001	MUCURI	2016	70,859	21,438	15,054	4,771	4,178	3,032
55610000	FRANCISCO SÁ	1785	63,220	18,990	12,036	1,981	1,463	0,564
55630000	CARLOS CHAGAS	9607	328,862	94,446	99,891	20,039	15,059	2,134
55660000	SÃO PEDRO DO PAMPA	1827	57,062	13,791	18,558	4,241	3,106	1,529
55699998	NANUQUE - MONTANTE	12799	454,114	127,585	129,166	22,107	17,824	1,451
55740000	FAZENDA MARTINICA	14656	493,343	139,857	98,936	22,863	17,664	11,443

4.9.3.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a de área de drenagem (A).

Na Tabela 266 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 267 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 266 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,8988	0,96411	0,91094	0,94754	0,85761
R ² ajustado	0,8735	0,95514	0,88867	0,93442	0,82201
Erro padrão	18,75156	0,23239	0,36606	13,50139	0,01408
Teste F(Valor-P)	0,00398	0,00049	0,00307	0,00105	0,008
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,84494	0,00392	0,00057	0,00198	0,00134
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00398	0,00049	0,00307	0,00105	0,008
Erro padrão: Intercepto	12,59927	0,8561	0,24596	49,73835	0,00946
Erro padrão: Área (km ²)	0,001406	0,100439	2,75E-05	5,835386	1,06E-06

Tabela 267 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea Mucuri considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55520001	29,72523	9,134554	9,370608	29,59794	2,244389
55610000	46,15665	20,24978	31,34969	11,93826	25,56142
55630000	-16,7449	-16,4288	-37,4835	-2,94233	-60,9349
55660000	-3,30951	-20,0978	-14,1794	-21,1843	-18,2954
55699998	-14,8984	-12,8751	-15,311	-13,9248	-14,7579
55740000	26,8397	30,97728	53,19959	19,16811	-1963,34

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 266 e 267 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{\text{mld}} = 0,0059604 \text{ Area}^{1,041108} \quad (185)$$

Na Figura 205 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

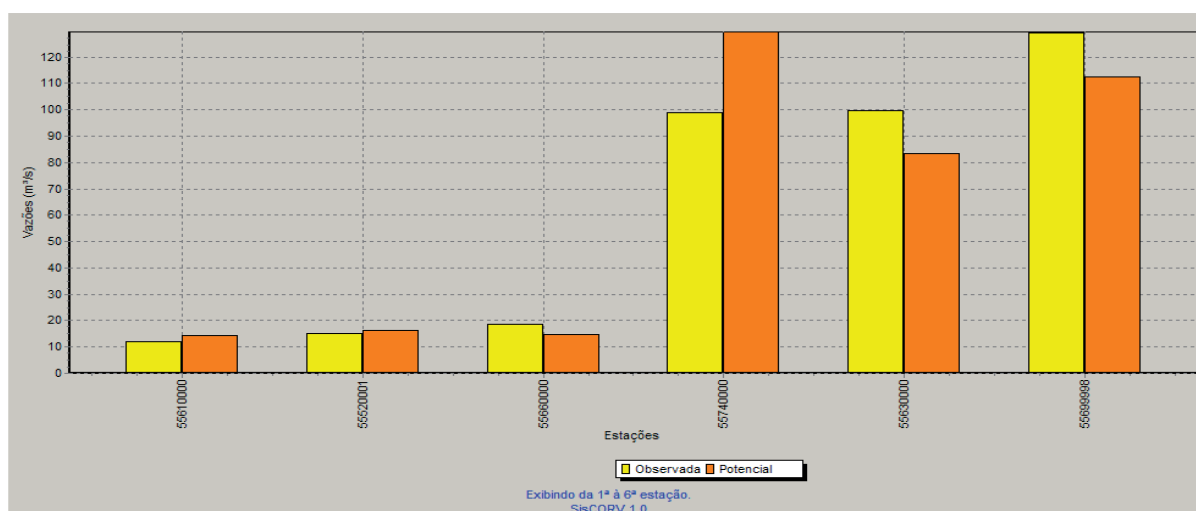


Figura 205 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Mucuri foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para

um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor de coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,333175 e não houve necessidade de imposição do valor limite de coeficiente de escoamento, pois o CE regionalizado foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.3.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Após a análise de regressão dos diversos modelos contemplados no SisCoRV 1.0 obteve-se os ajustes dos parâmetros estatísticos e suas respectivas equações para as variáveis explicativas: área de drenagem, precipitação equivalente e precipitação equivalente menos inércia hídrica. A análise conjunta das equações de regionalização da $Q_{7,10}$ e Q_{95} conduziu, em boa parte da hidrografia, a valores de $Q_{7,10}$ superiores aos valores de Q_{95} ; e em alguns trechos superiores inclusive aos de Q_{90} , fato que está associado ao ajuste estatístico das equações. Para evitar esta distorção partiu-se para a avaliação de soluções alternativas e para contornar este comportamento, propôs-se um ajuste, endossado em reunião do grupo de trabalho, que está baseado na estimativa da $Q_{7,10}$ a partir da Q_{95} utilizando uma equação de proporcionalidade obtida através dos dados de vazão, $Q_{7,10}$ e Q_{95} , das estações fluviométricas utilizadas no estudo (Tabela 268).

Tabela 268 – Códigos, área de drenagem e os valores de $Q_{7,10}$, Q_{95} e $Q_{7,10}/Q_{95}$ das estações utilizadas para determinação da $Q_{7,10}$ na Bacia do Mucuri

Estação	Área (km ²)	$Q_{7,10}$ (m ³ /s)	Q_{95} (m ³ /s)	$Q_{7,10}/Q_{95}$
55520001	2016	3,03207	4,17803	0,725718
55610000	1785	0,564295	1,463032	0,385702
55630000	9607	2,133745	15,05868	0,141695
55660000	1827	1,528593	3,105898	0,492158
55699998	12799	1,451083	17,82445	0,08141
55740000	14656	11,4426	17,664	0,647792

A $Q_{7,10}$ na bacia do Mucuri foi determinada pela equação:

$$Q_{7,10} = (-1,4953 \cdot 10^{-5} A + 0,518800393) Q_{95} \quad (186)$$

4.9.3.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q₉₅)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 269 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 270 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 269 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,96293	0,90993	0,86004	0,99155	0,59772
R ² ajustado	0,95367	0,88741	0,82505	0,98943	0,49716
Erro padrão	1,6667	0,35771	0,4459	0,79589	0,17398
Teste F(Valor-P)	0,00052	0,00314	0,00772	0,00003	0,07137
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,50681	0,00819	0,07369	0,00005	0,01659
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00052	0,00314	0,00772	0,00003	0,07137
Erro padrão: Intercepto	1,11987	1,31778	0,29961	2,93201	0,1169
Erro padrão: Área (km ²)	0,000125	0,154604	3,34E-05	0,343988	1,3E-05

Tabela 270 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea Mucuri considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55520001	-18,9911	-31,3341	-31,2037	-17,2418	-40,0937
55610000	111,2193	73,98673	89,08117	74,35307	67,98684
55630000	-13,2861	-11,6207	-32,7983	0,222658	-57,9833
55660000	1,217973	-16,1488	-10,311	-12,2914	-20,6092
55699998	-3,92073	-1,01603	-3,61524	-3,33588	-0,71002
55740000	10,34883	14,10863	32,33012	3,257427	-2301,54

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 269 e 270 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0016222 \text{ Area}^{0,9827865} \quad (187)$$

Na Figura 206 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra

amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

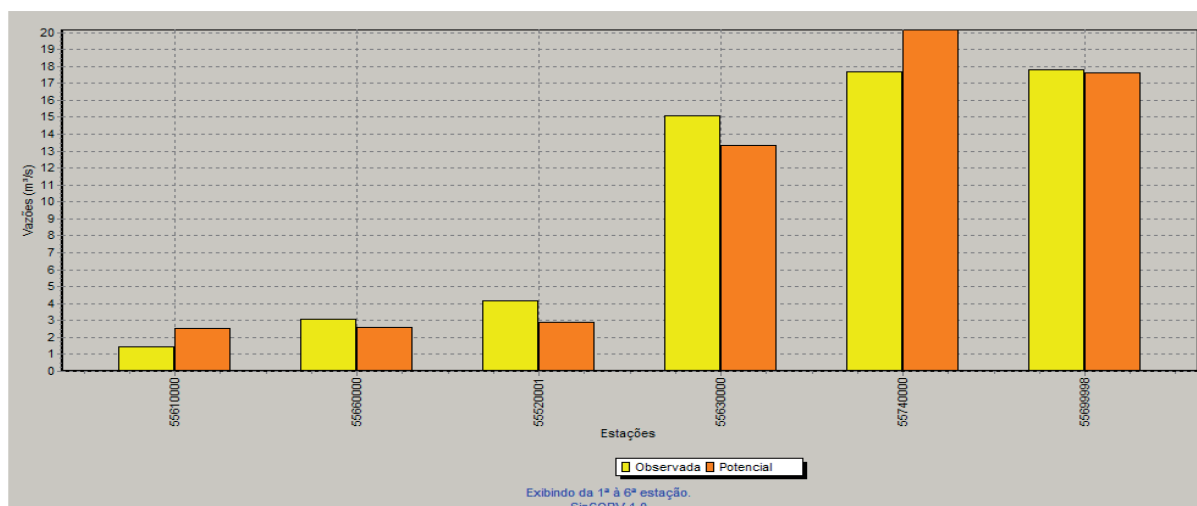


Figura 206 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Mucuri foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,002072 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{95} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.3.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 271 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 272 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 271 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,96045	0,92537	0,87466	0,99378	0,63617
R ² ajustado	0,95056	0,90671	0,84333	0,99222	0,54521
Erro padrão	2,21233	0,32224	0,4176	0,87735	0,12181
Teste F(Valor-P)	0,00059	0,00214	0,00616	0,00001	0,0573
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,52593	0,00658	0,02548	0,00003	0,01246
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,00059	0,00214	0,00616	0,00001	0,0573
Erro padrão: Intercepto	1,48647	1,18713	0,28059	3,23212	0,08185
Erro padrão: Área (km ²)	0,000166	0,139276	3,13E-05	0,379198	9,14E-06

Tabela 272 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas seis estações fluviométricas situadas na região homogênea Mucuri considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55520001	-9,27132	-22,5738	-22,4283	-7,72355	-31,2099
55610000	99,42586	65,48007	79,80406	63,33555	62,6825
55630000	-16,4525	-14,7496	-35,1419	-3,34453	-58,8611
55660000	-5,22901	-20,9211	-15,4281	-18,4497	-23,762
55699998	-0,65458	2,388206	-0,29341	0,0538	2,396192
55740000	9,343168	13,07305	31,09396	2,425675	-6409,9

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 271 e 272 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,00211958 \text{ Area}^{0,980850} \quad (188)$$

Na Figura 207 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

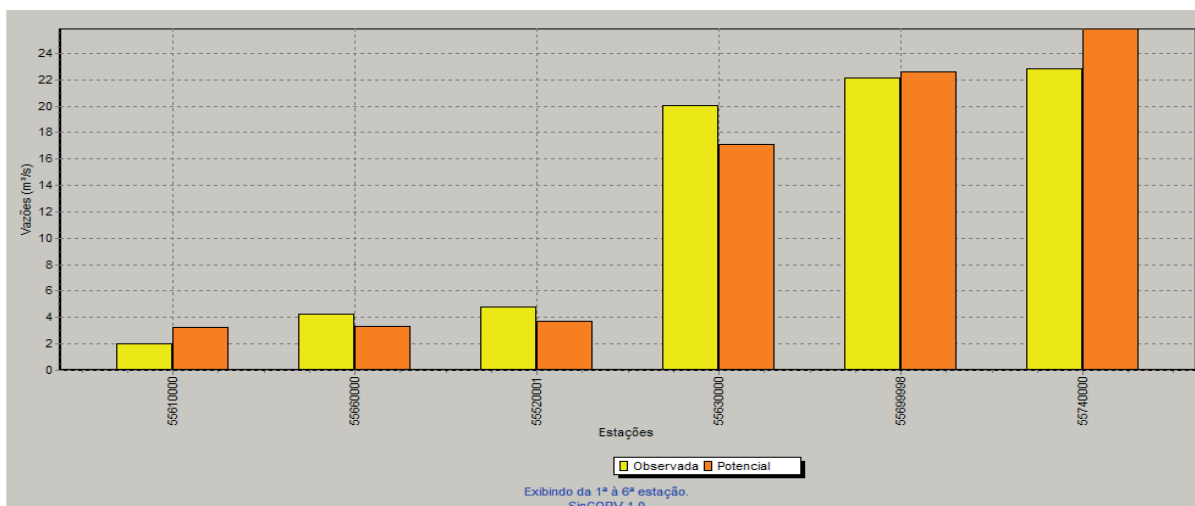


Figura 207 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea Mucuri foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,002366 e não houve necessidade de imposição do valor limite de vazão específica, pois a Q_{90} específica regionalizada foi menor que o valor imposto em todos os trechos da hidrografia.

4.9.3.2. SEGUNDA TENTATIVA - 'SÃO MATEUS + MUCURI'

Os resultados e equações das regionalizações que se referem à bacia do rio Mucuri, quando consideradas estações das bacias do Mucuri e São Mateus estão apresentados no item 4.9.2.1.

4.9.3.3. TERCEIRA TENTATIVA – 'MUCURI + JEQUITINHONHA'

Para a estimativa das equações de regionalização foi considerado que as estações situadas nas bacias do Mucuri e algumas situadas na bacia Jequitinhonha, consistiram em uma região hidrologicamente homogênea, caracterizada pela cor verde na Figura 208.

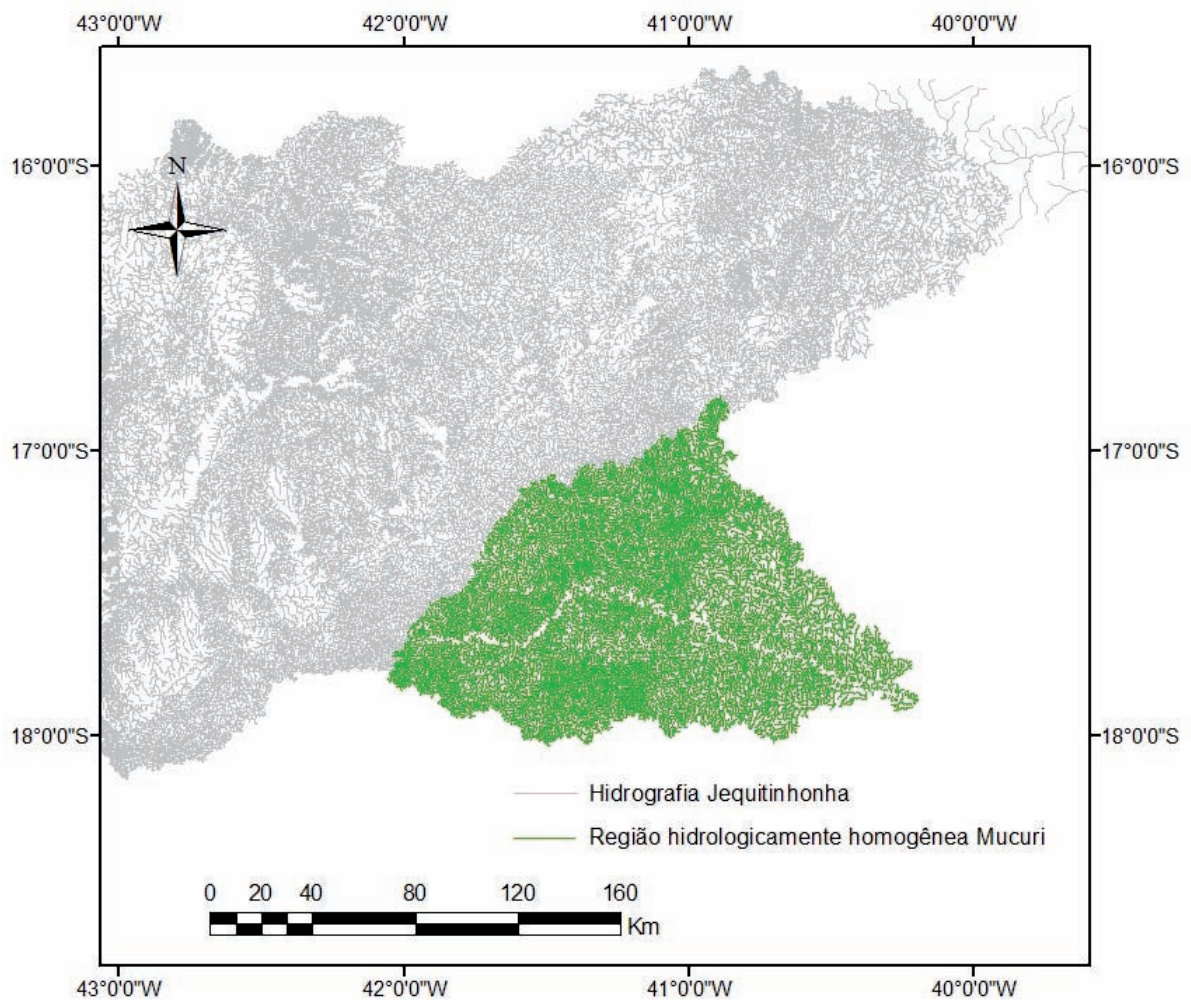


Figura 208 – Região hidrológicamente homogênea.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento constatou-se que nenhuma estação consistiu “*outlier*” e, portanto, nenhuma estação foi retirada do estudo.

Na Tabela 273 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} , $Q_{7,10}$, precipitação (P_{eq}) e precipitação menos a inércia hídrica (P_{eq750}) das estações da região hidrológicamente homogênea ‘Mucuri + Jequitinhonha’.

Tabela 273 – Códigos e nomes das estações fluviométricas da Região ‘Mucuri + Jequitinhonha’ utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente à parte mineira da bacia

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{mid} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Peq (m ³ /s)	Peq ₇₅₀ (m ³ /s)
54300000	MINAS NOVAS	1252	6,483	1,276	1,663	0,853	31,466	5,971
54390000	PEGA	11000	71,661	16,217	19,173	10,373	323,757	66,327
54500000	ARAÇUAÍ	16230	99,815	20,153	24,398	13,559	470,45	88,877
54590000	SÃO JOÃO GRANDE	1283	4,883	0,861	1,077	0,461	36,705	4,628
55520001	MUCURI	2016	15,054	4,178	4,77	3,032	63,944	14,523
55610000	FRANCISCO SÁ	1785	12,036	1,463	1,981	0,564	59,912	15,682
55630000	CARLOS CHAGAS	9607	99,891	15,059	20,039	2,134	312,757	78,341
55660000	SÃO PEDRO DO PAMPA	1827	18,558	3,106	4,241	1,529	55,701	12,431
55699998	NANUQUE – MONTANTE	12799	129,166	17,824	22,107	1,451	435,401	108,872
55740000	FAZENDA MARTINICA	14656	98,936	17,664	22,863	11,443	473,836	120,349

4.9.3.3.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mid})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 274 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 275 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 274 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,92122	0,95961	0,88221	0,92626	0,60933
R ² ajustado	0,91137	0,95456	0,86748	0,91705	0,5605
Erro padrão	14,50434	0,2693	0,45988	14,03223	0,0457
Teste F(Valor-P)	0,00001	0	0,00006	0,00001	0,00771
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,88653	0,00147	0,00002	0,0001	0,00063
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0,00001	0	0,00006	0,00001	0,00771
Erro padrão: Intercepto	7,27179	0,3954	0,23056	20,60328	0,02291
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,024925	0,078419	0,00079	4,086148	7,85E-05

Tabela 275 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54300000	33,53422	-1,26292	47,62277	-173,591	33,55118
54390000	10,40968	11,02916	-20,1729	26,59163	-59,4511
54500000	14,69593	19,39217	40,58675	6,220215	-259,509
54590000	103,128	54,81747	102,3505	-68,5139	79,54781
55520001	9,516213	-8,47718	-22,4549	61,25962	-37,6209
55610000	28,89406	6,682944	-5,37866	79,518	-22,7946
55630000	-23,448	-23,2705	-46,4596	-10,602	-73,2801
55660000	-21,8719	-36,0497	-40,1915	0,347428	-50,4643
55699998	-17,9085	-15,146	-12,3244	-20,3721	124,9009
55740000	16,54023	21,39065	44,80421	7,461142	-239,993

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 274 e 275 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{mld} = 0,1537945 P_{eq}^{1,081091} \quad (189)$$

Na Figura 209 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

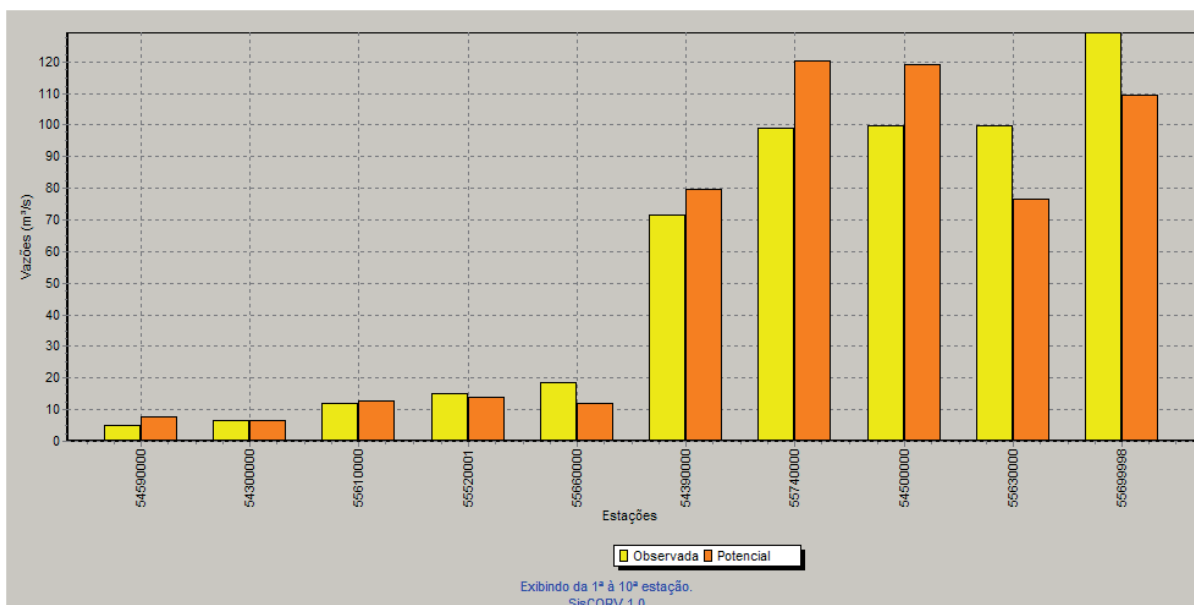


Figura 209 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde o coeficiente de escoamento (CE) superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da P_{eq} pelo valor do coeficiente de escoamento imposto. O valor de CE de imposição foi de 0,333175 e não houve necessidade de imposição deste, pois o CE ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.9.3.3.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

A análise conjunta das equações de regionalização da $Q_{7,10}$ e Q_{95} conduziu, em boa parte da hidrografia, a valores de $Q_{7,10}$ superiores aos valores de Q_{95} ; e, em alguns trechos, superiores inclusive aos de Q_{90} .

Para evitar esta distorção partiu-se para a avaliação de soluções alternativas e para contornar este comportamento propôs-se um ajuste endossado em reunião do grupo de trabalho que está baseado na estimativa da $Q_{7,10}$ a partir da Q_{95} utilizando uma equação de proporcionalidade obtida através dos dados de vazão da $Q_{7,10}$ e Q_{95} , das estações fluviométricas utilizadas no estudo (Tabela 276).

Tabela 276 – Códigos, área de drenagem, precipitação equivalente, $Q_{7,10}$, Q_{95} e $Q_{7,10}/Q_{95}$ das estações utilizadas para determinação da $Q_{7,10}$ nas regionalização 'Mucuri + Jequitinhonha'

Estação	Área (km ²)	Peq (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} / Q ₉₅
54300000	1252	31,466	0,853	1,276	0,6684953
54390000	11000	323,757	10,373	16,217	0,6396374
54500000	16230	470,45	13,559	20,153	0,6728031
54590000	1283	36,705	0,461	0,861	0,5354239
55520001	2016	63,944	3,032	4,178	0,7257061
55610000	1785	59,912	0,564	1,463	0,3855092
55630000	9607	312,757	2,134	15,059	0,1417093
55660000	1827	55,701	1,529	3,106	0,492273
55699998	12799	435,401	1,451	17,824	0,0814071
55740000	14656	473,836	11,443	17,664	0,6478148

A Q_{7,10} na bacia do Mucuri, através da regionalização 'Mucuri + Jequitinhonha', foi determinada pela equação:

$$Q_{7,10} = (-0,00024220 P_{eq} + 0,553937105) Q_{95} \quad (190)$$

4.9.3.3.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q₉₅)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a de precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 277 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 278 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 277 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,96758	0,93607	0,85956	0,97678	0,59619
R ² ajustado	0,96353	0,92808	0,842	0,97388	0,54572
Erro padrão	1,5602	0,33852	0,50173	1,3205	0,26564
Teste F(Valor-P)	0	0	0,00011	0	0,00887
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,62261	0,0001	0,18678	0	0,00075
Teste T (Valor-P): Peq (m ³ /s)	0	0	0,00011	0	0,00887
Erro padrão: Intercepto	0,78221	0,49704	0,25154	1,93887	0,13318
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,002681	0,098576	0,000862	0,384526	0,000456

Tabela 278 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54300000	33,58652	-8,42166	36,29095	-148,953	19,8857
54390000	-14,8173	-13,3817	-37,4743	-2,45378	-68,4357
54500000	-1,2986	3,842772	21,90922	-8,42713	-242,684
54590000	123,2096	59,96629	108,4846	-46,3318	79,9454
55520001	-27,0084	-40,4225	-49,3822	4,774658	-60,3049
55610000	97,02605	58,71605	41,07693	167,8042	12,18181
55630000	-11,2923	-10,0972	-36,9891	3,429404	-68,7671
55660000	-12,8073	-30,8287	-35,2125	9,600074	-47,7235
55699998	3,450572	8,102176	11,56637	0,473484	177,5972
55740000	13,40511	19,38679	41,95958	4,764259	-241,223

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 277 e 278 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{95} = 0,0294783 P_{eq}^{1,066868} \quad (191)$$

Na Figura 210 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{95} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

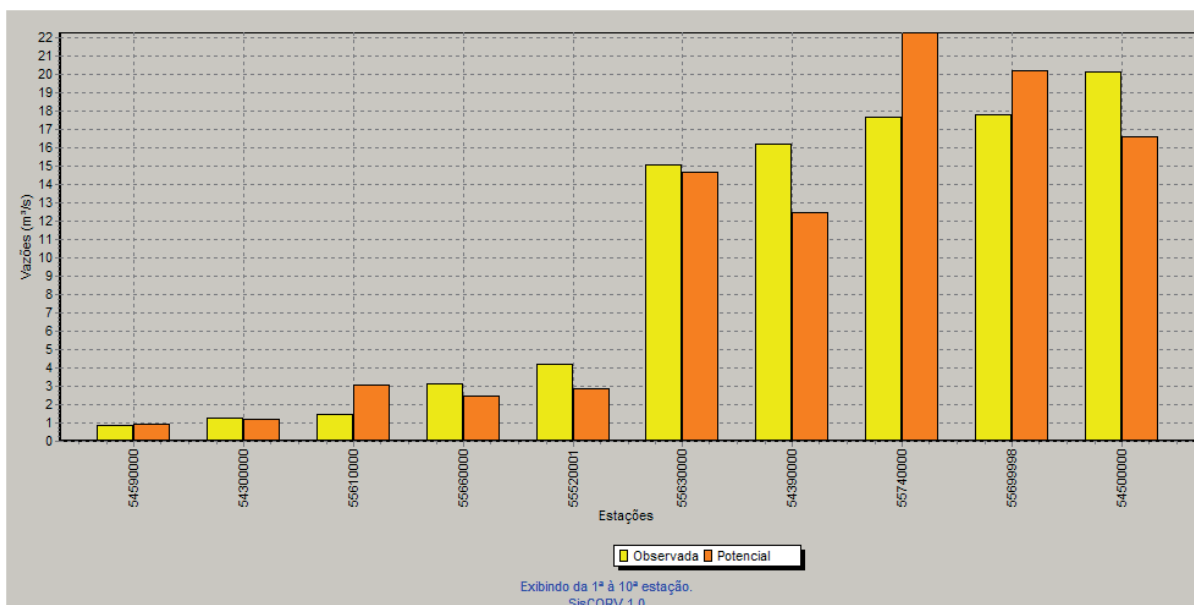


Figura 210 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,002072 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{95} específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.9.3.3.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a precipitação equivalente total (P_{eq}).

Na Tabela 279 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0. Enquanto na Tabela 280 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 279 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável precipitação equivalente

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,97104	0,93986	0,86315	0,98082	0,5874
R ² ajustado	0,96742	0,93235	0,84605	0,97842	0,53583
Erro padrão	1,8332	0,32395	0,48868	1,49209	0,20979
Teste F(Valor-P)	0	0	0,0001	0	0,00972
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,56605	0,00014	0,0366	0	0,00083
Teste T(Valor-P): Peq (m ³ /s)	0	0	0,0001	0	0,00972
Erro padrão: Intercepto	0,91908	0,47565	0,245	2,19082	0,10518
Erro padrão: Peq (m ³ /s)	0,00315	0,094334	0,00084	0,434494	0,000361

Tabela 280 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável precipitação equivalente

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
54300000	30,68926	-9,52445	34,03605	-143,875	18,27327
54390000	-10,0064	-8,24256	-33,5177	3,02726	-65,8536
54500000	1,746781	6,950889	25,34215	-5,57412	-259,288
54590000	126,9192	64,36378	113,5601	-42,1061	84,96618
55520001	-19,3099	-33,3588	-43,2798	15,31574	-55,2901
55610000	83,81785	49,83137	33,34878	148,8142	6,556655
55630000	-16,7257	-15,3491	-40,4293	-2,93833	-69,9606
55660000	-19,2613	-35,1916	-39,2579	1,123064	-50,76
55699998	4,110225	8,777786	12,23245	1,13361	167,5008
55740000	9,341574	14,99752	36,48572	1,040745	-246,527

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 279 e 280 tem-se que o modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos e a equação obtida é:

$$Q_{90} = 0,0395860 P_{eq}^{1,054808} \quad (192)$$

Na Figura 211 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{90} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

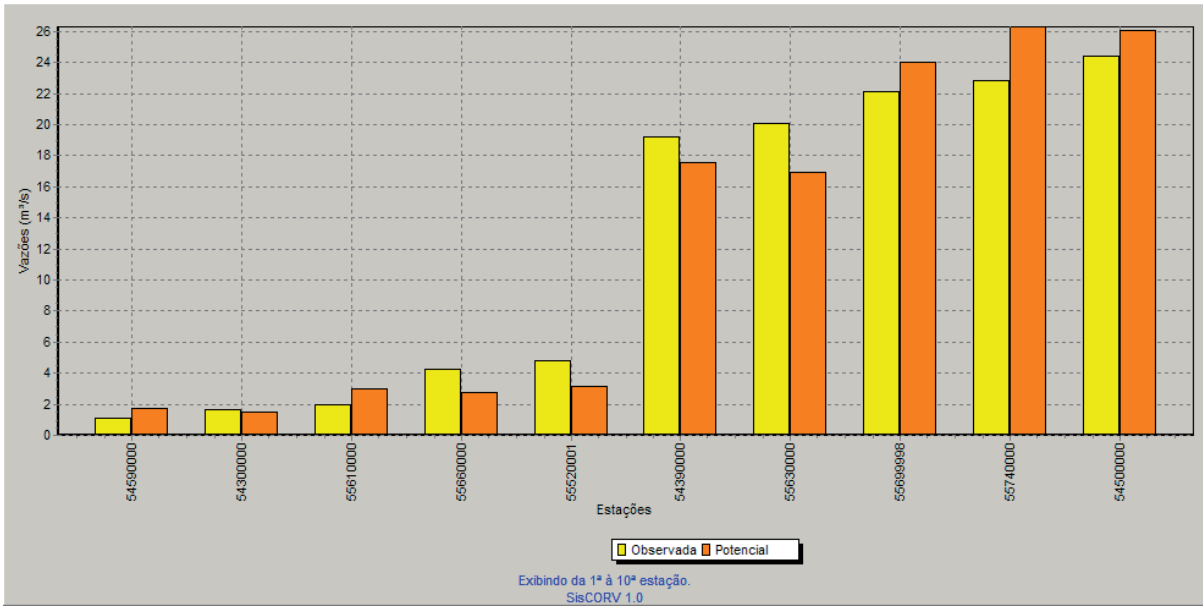


Figura 211 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da precipitação equivalente.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,002366 e não houve necessidade de imposição deste, pois a Q_{90} específica ao longo de todos os trechos da hidrografia foi menor que o valor imposto como restrição.

4.9.3.4. SELEÇÃO DA OPÇÃO DE REGIONALIZAÇÃO

Depois de três tentativas de regionalização, a primeira proposta foi a que apresentou melhores resultados. A mesma foi feita considerando o uso das equações de regionalização encontradas para a bacia do rio Mucuri, e usando somente as estações da própria bacia. As equações de regionalização selecionadas foram, portanto:

$$Q_{mld} = 0,0059604 \text{ Area}^{1,041108}$$

$$Q_{95} = 0,0016222 \text{ Area}^{0,9827865}$$

$$Q_{90} = 0,00211958 \text{ Area}^{0,980850}$$

$$Q_{7,10} = (-1,4953 \cdot 10^{-5} A + 0,518800393) Q_{95}$$

4.9.4 BACIAS DOS RIOS BURANHÉM, JUCURUÇU, ITANHÉM, PERUÍPE E ITAÚNAS

4.9.4.1. PRIMEIRA TENTATIVA – REGIONALIZAÇÃO COM AS ESTAÇÕES DA PRÓPRIA BACIA TENDO COMO VARIÁVEL EXPLICATIVA A ÁREA DE DRENAGEM

Para a estimativa das equações de regionalização foi considerado que as estações situadas nestas bacias consistiram em uma região hidrológicamente homogênea, caracterizado pela cor verde na Figura 212.

Pela análise do *Box-plot* do coeficiente de escoamento, constatou-se que nenhuma estação consistiu “outlier”.

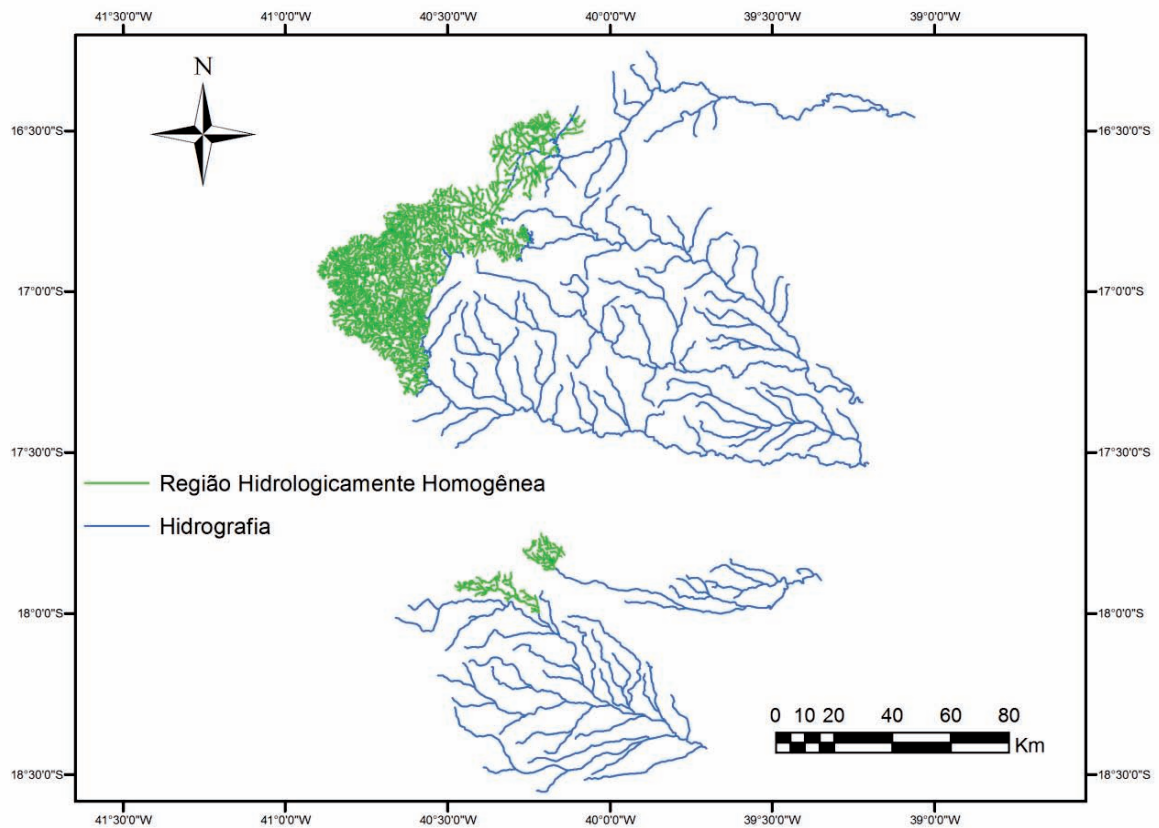


Figura 212 – Região hidrológicamente homogênea utilizada para a espacialização da vazão nas bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas.

Na Tabela 281 são apresentadas as informações relativas ao código, nome, área de drenagem, Q_{mld} , Q_{95} , Q_{90} e $Q_{7,10}$ das estações situadas nas bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas.

Tabela 281 – Códigos e nomes das estações fluviométricas utilizadas no estudo e valores das variáveis dependentes e independentes associadas a estas estações situadas na região correspondente às bacias dos Rios Buranhém, Jucuruçu, Itanhém, Peruípe e Itaúnas.

Código	Nome da estação	Área (km ²)	Q _{mld} (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
55170000	FAZENDA LIMOEIRO	2324	24,497544	6,1132484	7,5068016	4,8997043
55330000	JUCURUÇU	901	6,9695322	2,0299063	2,522369	1,217108
55340000	ITAMARAJU	2675	26,007348	7,5058735	9,322393	5,4283156
55360000	SÃO JOSÉ DO PRADO	868	15,436121	4,6111789	5,6679133	2,7351757
55370000	CACHOEIRA GRANDE	1763	22,285931	6,4514796	8,1074302	3,963828
55380000	FAZENDA RIO DO SUL	1962	26,91941	9,0995335	10,882286	6,3914916
55460000	MEDEIROS NETO	3638	21,775754	5,0732595	6,5113952	3,1684244
55490000	FAZENDA CASCATA	5084	36,820363	10,507509	12,27436	7,0766426
55510000	HELVÉCIA	2841	19,526987	4,7696734	6,3287594	4,0917352

4.9.4.1.1. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DE LONGA DURAÇÃO (Q_{mld})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 282 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 283 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 282 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,62904	0,62061	0,5058	0,66392	0,36635
R ² ajustado	0,57605	0,56642	0,4352	0,61591	0,27583
Erro padrão	5,35357	0,30911	0,3528	5,09569	0,02962
Teste F(Valor-P)	0,01076	0,0117	0,03169	0,00747	0,08415
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,03454	0,2495	0,00003	0,02801	0,00346
Teste T(Valor-P): Área (km ²)	0,01076	0,0117	0,03169	0,00747	0,08415
Erro padrão: Intercepto	3,91441	1,42555	0,25796	23,5001	0,02166
Erro padrão: Área (km ²)	0,001421646	0,185578938	9,3686E-05	3,059257439	7,86584E-06

Tabela 283 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55170000	-11,71211557	-11,41282428	-18,87277875	-5,023236812	-28,22955707
55330000	110,3227584	71,73840312	99,57895866	79,17199972	80,72099089
55340000	-10,22706076	-8,849431017	-16,55151096	-4,384085863	-25,07972136
55360000	-6,084703234	-24,25458103	-10,63110701	-21,85239126	-18,93620053
55370000	-15,28024204	-18,13188976	-22,52473328	-9,700863889	-31,75839364
55380000	-26,24174077	-27,51506321	-32,57821149	-20,72384823	-40,66271375
55460000	28,87881074	32,05124259	26,88671478	30,2605198	27,2675609
55490000	-4,545106278	-3,639164953	7,839251353	-12,62318258	105,7190746
55510000	23,72942519	26,07831332	15,86637625	30,8552895	5,16653149

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 282 e 283 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R^2), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q_{mld} na região homogênea é:

$$Q_{mld} = 0,166936926368493 \text{Área}^{0,627983575542459} \quad (193)$$

Na Figura 213 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q_{mld} observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

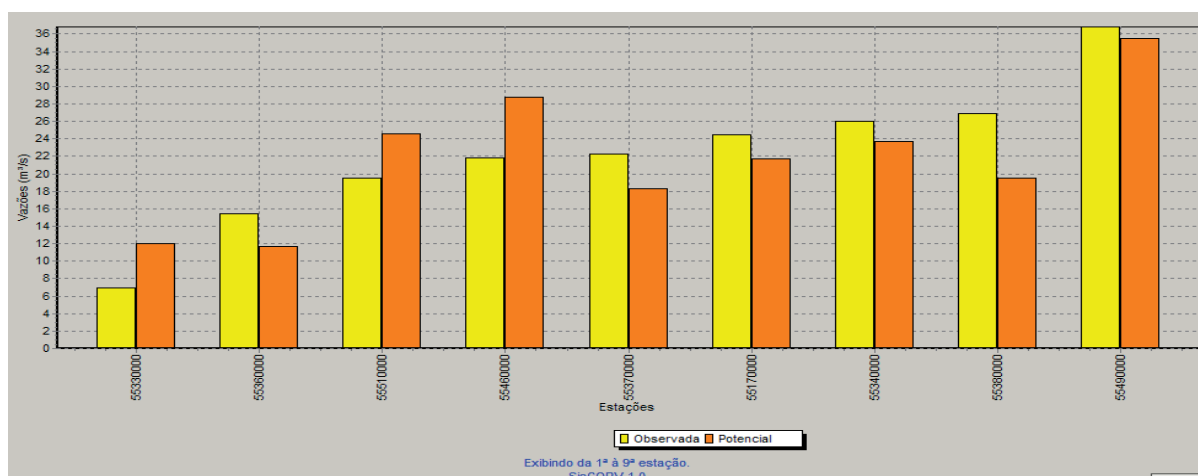


Figura 213 – Gráfico de vazões médias de longa duração observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial.

Nas regiões onde a Q_{mld} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{mld} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{mld} específica imposto. O valor de Q_{mld} específica de imposição foi de 0,01778354915007 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{mld} = 0,01778354915007 \text{ Area} \quad (194)$$

Na Figura 214 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{mld} ajustada em todos estes trechos.

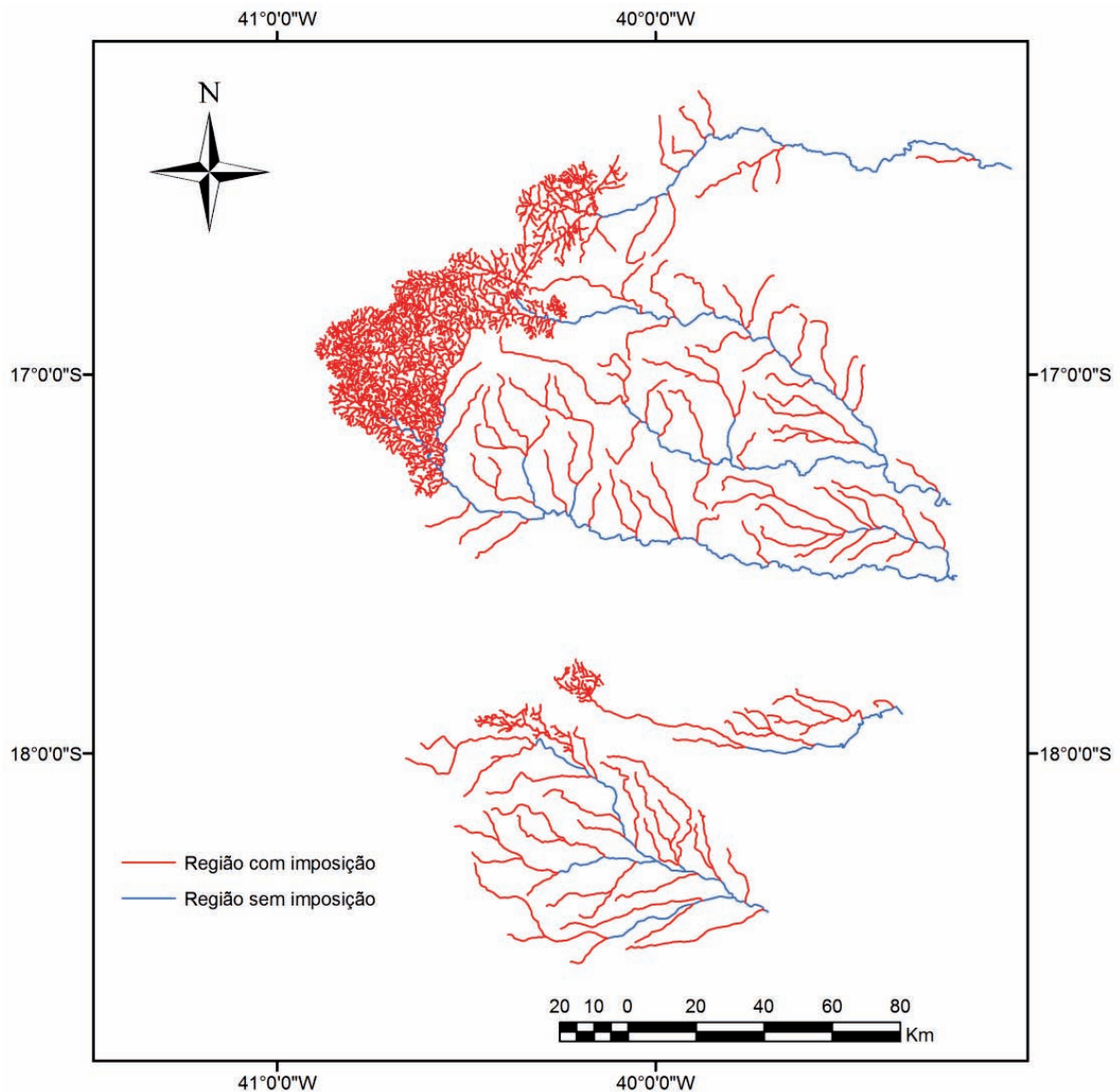


Figura 214 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{mld} .

4.9.4.1.2. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA DE SETE DIAS E PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS ($Q_{7,10}$)

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 284 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 285 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 284 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,40838	0,50637	0,37751	0,48023	0,31151
R ² ajustado	0,32387	0,43585	0,28859	0,40598	0,21315
Erro padrão	1,51336	0,40169	0,45108	1,41849	0,18564
Teste F(Valor-P)	0,0639	0,03156	0,07832	0,03849	0,11836
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,09124	0,0937	0,05598	0,10299	0,00687
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,0639	0,03156	0,07832	0,03849	0,11836
Erro padrão: Intercepto	1,10654	1,85249	0,32982	6,54175	0,13573
Erro padrão: Área (km ²)	0,000401874	0,241157801	0,000119784	0,851608383	4,92961E-05

Tabela 285 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55170000	-13,90555809	-15,79625988	-22,97421407	-7,665687556	-34,05950264
55330000	143,3067299	83,75770101	118,2495416	103,101346	89,16007375
55340000	-16,57736548	-16,76380849	-24,18368205	-11,04527152	-33,90508597
55360000	7,201660289	-20,17895397	-3,670314006	-12,57780927	-16,38421439
55370000	-6,080940455	-12,9335982	-17,09882127	-0,960208483	-29,67347376
55380000	-39,00351807	-42,14006786	-45,99885166	-34,95431267	-54,15424625
55460000	69,77368074	73,95197459	64,74153361	73,42001061	62,49048984
55490000	-5,936520593	-3,312837125	5,392084816	-12,11248845	109,7256626
55510000	14,25683247	14,80657399	4,788322238	21,19886999	-7,480795461

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 284 e 285 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e na menor amplitude dos resíduos. A equação selecionada para representar a $Q_{7,10}$ na região homogênea é:

$$Q_{7,10} = 0,027553342995376 \text{ Area}^{0,646219361190035} \quad (195)$$

Na Figura 215 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a $Q_{7,10}$ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

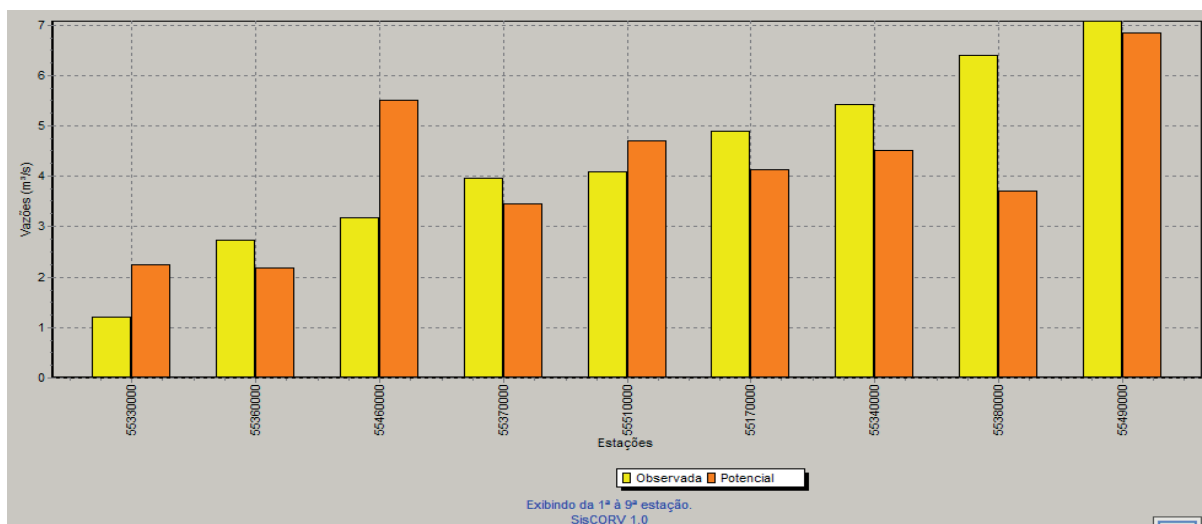


Figura 215 – Gráfico de vazões mínimas com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a $Q_{7,10}$ específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a $Q_{7,10}$ nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de $Q_{7,10}$ específica imposto. O valor de $Q_{7,10}$ específica de imposição foi de 0,00325764099668035 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{7,10} = 0,00325764099668035 \text{ Area} \quad (196)$$

Na Figura 216 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a $Q_{7,10}$ ajustada em todos estes trechos.

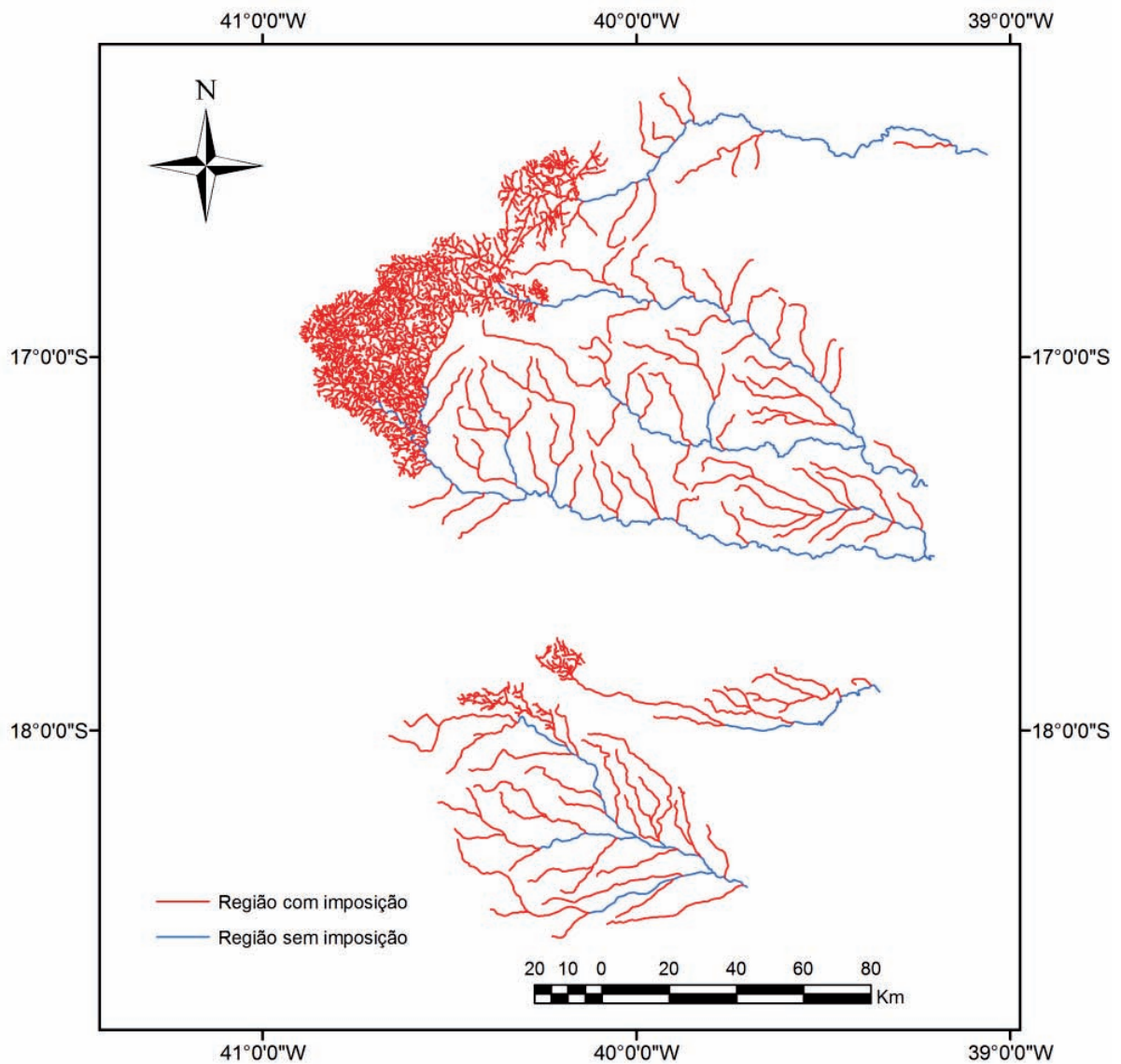


Figura 216 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a $Q_{7,10}$.

4.9.4.1.3. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 95% (Q_{95})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 286 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 287 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 286 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,39866	0,44188	0,36194	0,41685	0,29859
R ² ajustado	0,31275	0,36214	0,27079	0,33354	0,19838
Erro padrão	2,11259	0,38356	0,4101	2,0804	0,10634
Teste F(Valor-P)	0,06819	0,05078	0,08655	0,06035	0,12795
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,07146	0,21496	0,00497	0,15797	0,00475
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,06819	0,05078	0,08655	0,06035	0,12795
Erro padrão: Intercepto	1,54468	1,76887	0,29986	9,59431	0,07775
Erro padrão: Área (km ²)	0,000561001	0,230272232	0,000108904	1,248992952	2,82392E-05

Tabela 287 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55170000	-0,427643014	-2,023232957	-9,19409602	6,166808666	-19,49477606
55330000	115,1519088	76,5390593	100,8161374	89,31568808	80,74459734
55340000	-13,25065725	-13,87896466	-20,18856734	-8,29546771	-28,40249431
55360000	-6,151962857	-23,84119409	-12,2287039	-18,92135152	-20,9005192
55370000	-16,15681486	-20,07306507	-23,81753882	-11,36346232	-32,76453277
55380000	-37,91306581	-39,9501551	-43,60376924	-33,8739051	-50,23675693
55460000	51,28538813	50,52693478	45,52506922	52,60998497	41,66746969
55490000	-10,32489457	-12,86528801	-3,837817772	-17,41799723	38,63331689
55510000	40,7205414	40,02199199	30,20344744	47,83897786	17,79299352

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 286 e 287 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q₉₅ na região homogênea é:

$$Q_{95} = 0,0896549714136804 \text{ Area}^{0,542095296971432} \quad (197)$$

Na Figura 217 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₅ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

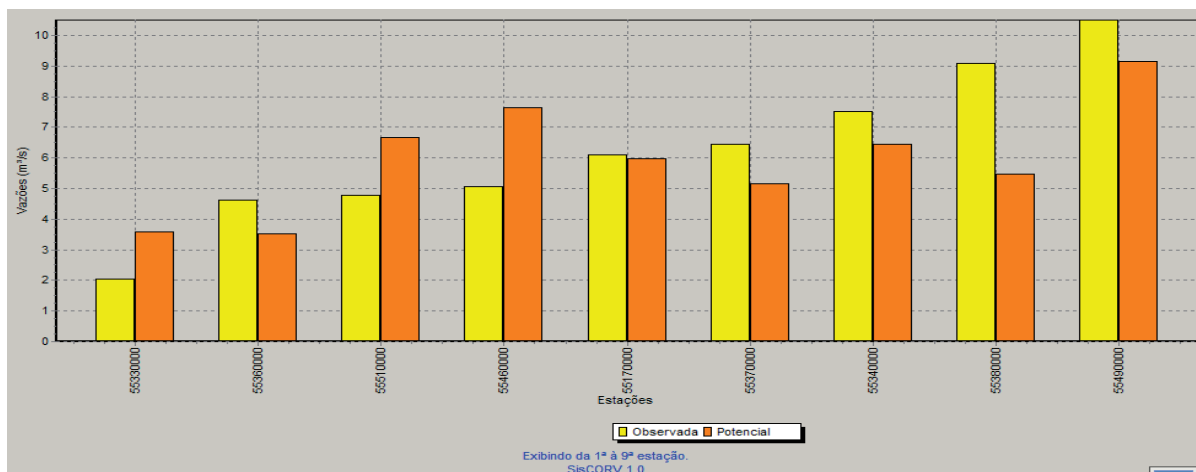


Figura 217 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 95% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{95} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{95} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{95} específica imposto. O valor de Q_{95} específica de imposição foi de 0,00531241810569052 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{95} = 0,00531241810569052 \text{ Area} \quad (198)$$

Na Figura 218 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{95} ajustada em todos estes trechos.

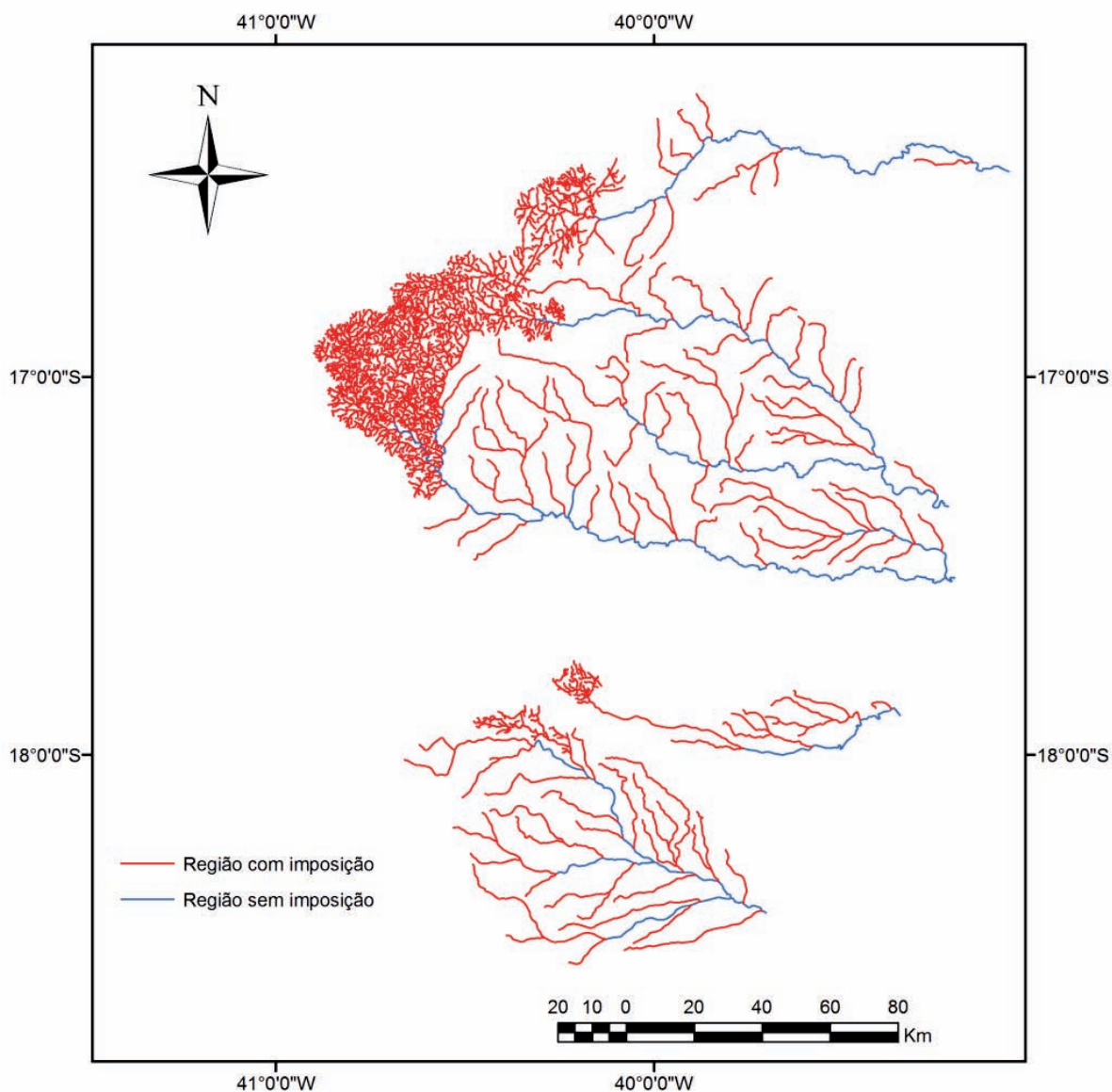


Figura 218 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{95} .

4.9.4.1.4. REGIONALIZAÇÃO DA VAZÃO MÍNIMA ASSOCIADA A UMA PERMANÊNCIA DE 90% (Q_{90})

Analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem (A).

Na Tabela 288 são apresentados os resultados dos parâmetros estatísticos para os cinco modelos disponíveis no SisCoRV 1.0, enquanto na Tabela 289 são exibidos os resíduos percentuais das estimativas dos diversos modelos em relação aos valores de vazão observados em cada estação fluviométrica.

Tabela 288 – Indicadores estatísticos para os cinco modelos de regressão avaliados considerando a variável área de drenagem

Variável	Linear	Potencial	Exponencial	Logarítmico	Recíproco
R ²	0,40966	0,46923	0,37118	0,45189	0,30519
R ² ajustado	0,32533	0,3934	0,28135	0,37359	0,20593
Erro padrão	2,39674	0,36106	0,393	2,30941	0,08444
Teste F(Valor-P)	0,06336	0,04174	0,08159	0,0473	0,12297
Teste T(Valor-P): Intercepto	0,04602	0,23291	0,00156	0,13786	0,00446
Teste T (Valor-P): Área (km ²)	0,06336	0,04174	0,08159	0,0473	0,12297
Erro padrão: Intercepto	1,75244	1,66513	0,28735	10,65047	0,06174
Erro padrão: Área (km ²)	0,000636455	0,216767229	0,000104361	1,386485122	2,24234E-05

Tabela 289 – Resíduos percentuais obtidos para os cinco modelos avaliados nas estações fluviométricas situadas na região homogênea considerando a variável área de drenagem

Estação	Linear (%)	Potencial (%)	Exponencial(%)	Logarítmico (%)	Recíproco (%)
55170000	-0,054225427	-1,034459483	-8,197585004	6,283937338	-18,24561674
55330000	118,311677	76,69649157	102,0226934	91,18727767	81,11736185
55340000	-14,23774788	-14,028937	-20,36223067	-9,389846851	-28,07597874
55360000	-3,662330979	-22,93184342	-10,7218239	-17,10945315	-19,87301978
55370000	-17,16497874	-21,04930904	-24,53576373	-12,94021243	-33,32779133
55380000	-35,72179765	-37,68898388	-41,3540474	-31,8660304	-48,13483791
55460000	43,53201393	45,28301558	39,85987347	45,45588804	38,01224059
55490000	-7,332805667	-7,686676098	0,829493067	-13,75589989	49,69869913
55510000	30,00888672	30,81598081	21,51262417	36,63928632	10,79425571

Analisando os valores apresentados nas Tabelas 288 e 289 tem-se que o modelo potencial considerando a área de drenagem como variável explicativa apresentou os melhores ajustes, com base no maior coeficiente de determinação (R²), menor erro padrão e nos menores resíduos. A equação selecionada para representar a Q₉₀ na região homogênea é:

$$Q_{90} = 0,113694074323904 \text{ Area}^{0,539237605429634} \quad (199)$$

Na Figura 219 estão representados os valores de vazão estimada pelo modelo potencial e vazão observada nas seções correspondentes aos postos fluviométricos. A barra amarela representa a Q₉₀ observada nos postos fluviométricos e a barra laranja representa o valor estimado pelo modelo de regressão potencial nas seções correspondentes a cada estação.

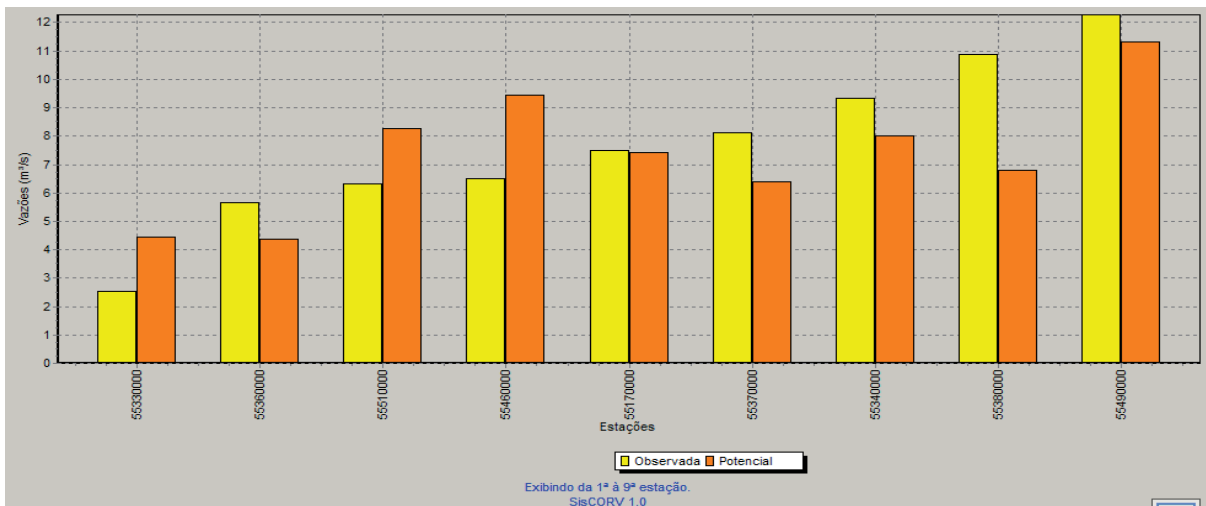


Figura 219 – Gráfico de vazões mínimas associadas a uma permanência de 90% observadas e estimadas considerando o modelo de regressão potencial e o uso da área de drenagem.

Nas regiões onde a Q_{90} específica superou o máximo coeficiente observado nas estações fluviométricas pertencentes à região hidrologicamente homogênea foi realizado o ajuste descrito na metodologia, diminuindo a Q_{90} nesses locais para um valor igual ao produto da área de drenagem pelo valor de Q_{90} específica imposto. O valor de Q_{90} específica de imposição foi de 0,00652985404312473 e a equação de ajuste aplicada nas regiões de imposição foi:

$$Q_{90} = 0,00652985404312473 \text{ Area} \quad (200)$$

Na Figura 220 é mostrado o mapa destacando em vermelho os trechos da hidrografia onde foi necessária a imposição da vazão específica, sendo a Q_{90} ajustada em todos estes trechos.

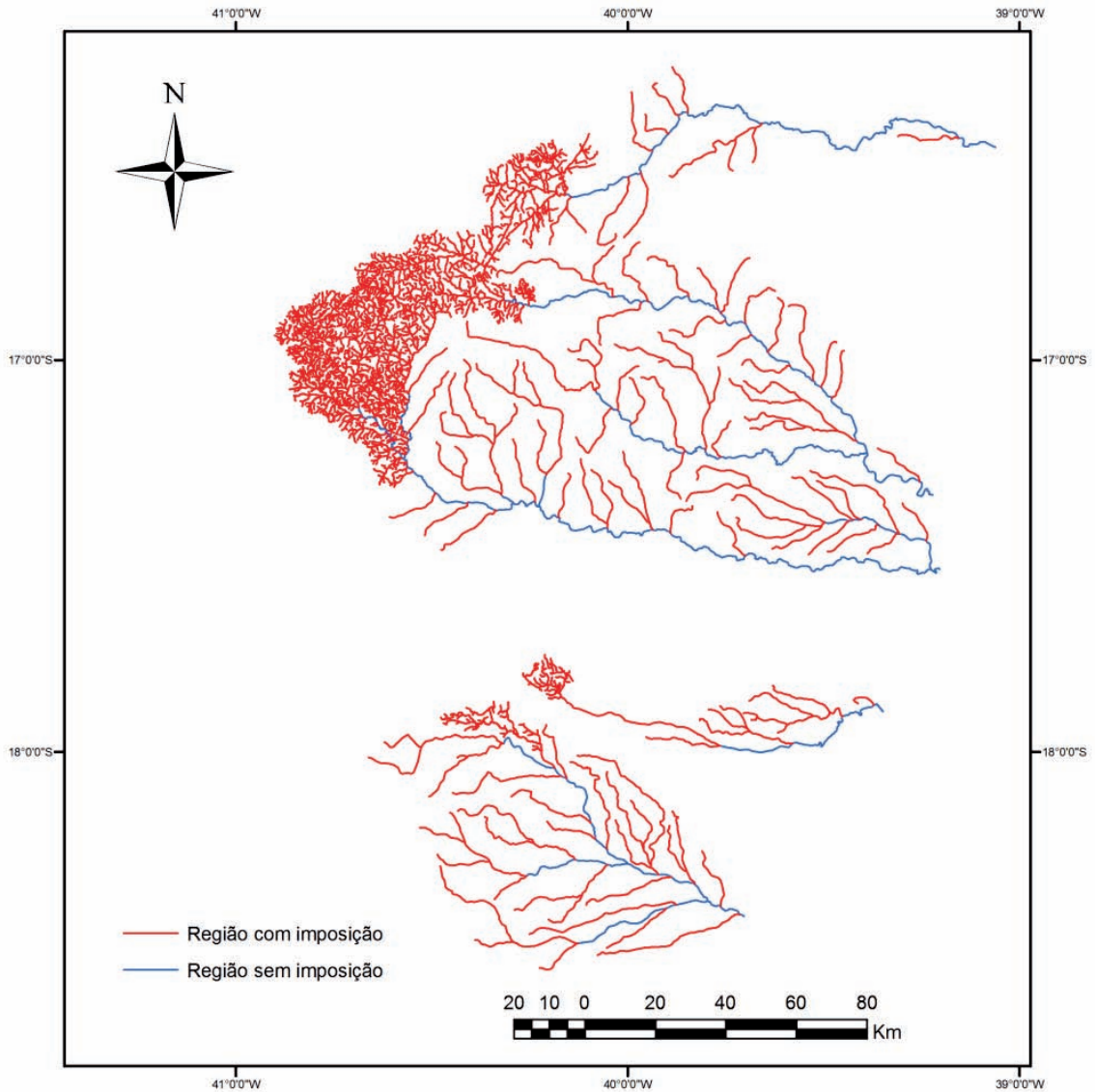


Figura 220 – Região onde foi necessária a imposição de restrição para a Q_{90} .

4.9.4.2. SEGUNDA TENTATIVA – ‘MUCURI’

Os resultados e equações das regionalizações que se referem à bacia do rio Mucuri, quando consideradas apenas estações da bacia do Mucuri estão apresentados no item 4.9.3.1.

4.9.4.3. TERCEIRA TENTATIVA – ‘MUCURI + JEQUITINHONHA’

Os resultados e equações das regionalizações referentes à bacia do rio Mucuri, quando consideradas também estações da bacia do rio Jequitinhonha estão descritas no item 4.9.3.3, ‘Mucuri + Jequitinhonha’.

4.9.4.4 SELEÇÃO DA OPÇÃO DE REGIONALIZAÇÃO

Depois de três tentativas de regionalização, a terceira proposta foi a que apresentou melhores resultados. A mesma foi feita considerando o uso das equações de regionalização encontradas para a bacia do rio Mucuri, quando consideradas também as estações da bacia do rio Jequitinhonha. As equações de regionalização selecionadas para a regionalização foram, portanto:

$$Q_{mld} = 0,1537945 P_{eq}^{1,081091}$$

$$Q_{95} = 0,0294783 P_{eq}^{1,066868}$$

$$Q_{90} = 0,0395860 P_{eq}^{1,054808}$$

$$Q_{7,10} = (-0,00024220 P_{eq} + 0,553937105) Q_{95}$$

5. REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Topologia hídrica: método de construção e modelagem da base hidrográfica para suporte à gestão de recursos hídricos versão 1.11**. Brasília: ANA, 2006. 29 p.

BARNETT, V.; LEWIS, T. **Outliers in statistical data**. Chichester: John 1995. 584 p.

CUNHA, U.S.de; MACHADO, S. do A.; FILHO, A.F. Uso de análise exploratória de dados e de regressão robusta na avaliação do crescimento de espécies comerciais de Terra Firme da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.4, 2002.

KITE, G. W. **Frequence and risk analyses in hydrology**. 5. ed. Highlands Ranch, Colorado: Water Resources Publications. 1988. 257p.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Tradução: Prof. Verônica Calado. Segunda Edição. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

NOVAES, L. F. **Modelo para a quantificação da disponibilidade hídrica na bacia do Paracatu**. 2005. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

RODRIGUEZ, R. del G. **Proposta conceitual para a regionalização de vazões**. 2008. 254p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SOUSA, H. T., **Sistema computacional para regionalização de vazões**. 2009. 86p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2002. 256 p.

