

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – *CAMPUS* CASCAVEL
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

SIMULAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PIQUIRI- PR

GISELE MARIA GOLLIN

CASCAVEL

2015

GISELE MARIA GOLLIN

**SIMULAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
PIQUIRI- PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Eloy Lemos de Mello

CASCADEL - PARANÁ - BRASIL

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G587s

Gollin, Gisele Maria
Simulação da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Piquiri -
PR./Gisele Maria Gollin. Cascavel, 2015.

108 p.

Orientador: Prof. Dr. Eloy Lemos de Mello

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola

1. Vazões mínimas. 2. Chuva-vazão. 3. Modelo climático. 4. Eta. I. Mello,
Eloy Lemos de. II. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. III. Título.

CDD 21.ed. 551.48

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio – CRB 9ª/965

GISELE MARIA GOLLIN

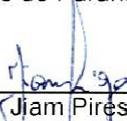
Simulação da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri

Dissertação apresentada ao Programa de pós-graduação stricto sensu em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia Agrícola, área de concentração Recursos hídricos e saneamento ambiental, linha de pesquisa Recursos hídricos, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



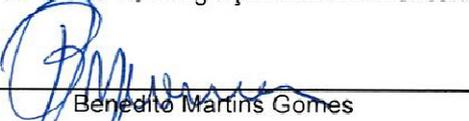
Orientador(a) - Eloy Lemos de Mello

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Jiam Pires Frigo

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (Unila)



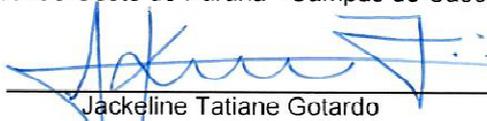
Benedito Martins Gomes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Marcio Antonio Vilas Boas

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Jackeline Tatiane Gotardo

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Cascavel, 20 de agosto de 2015

BIOGRAFIA

Gisele Maria Gollin, nascida em 6 de novembro de 1981, na cidade de Londrina – PR é filha de Luis Alberto Gollin e Emília Rodrigues Gollin. Formou-se em Ciências Biológicas, pela Faculdade União das Américas (UNIAMÉRICA) de Foz do Iguaçu, em 2006. Em 2013, iniciou o curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, nível de mestrado, na área de concentração de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Dedico esta dissertação aos meus pais Luis e Emília e a minha avó Lozanta, por acreditarem que o melhor legado que se pode deixar a um filho é a educação.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior(CAPES), pelo auxílio financeiro na concessão da bolsa de estudos;

Ao meu orientador Eloy Lemos de Mello, por compartilhar seu conhecimento, pela paciência, dedicação, ajuda e compreensão no desenvolvimento deste trabalho e, principalmente, por acreditar em meu potencial e por todas suas orientações, essenciais para o meu crescimento acadêmico;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e aos seus professores e funcionários, pela oportunidade de aprendizado;

A todos que participaram de alguma forma na composição deste trabalho: Nívia Carla Rodrigues, por ceder parte dos dados; Renato Santos Sanches, por sua colaboração na mineração dos dados; Fernanda Cristina Araújo, pela amizade e incansável determinação em me auxiliar durante todo o trabalho; a Luciana Espíndula de Quadros, por todo o incentivo, apoio e companheirismo, ao longo do desenvolvimento do trabalho. Assim como uma sinfonia orquestrada, uma dissertação nunca acontece apenas com duas mãos, e este trabalho foi realizado a 10 mãos.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pelos momentos de descontração, conhecimentos compartilhados e companheirismo.

Ao *campus* de Cascavel da UNIOESTE e aos seus funcionários, pela colaboração;

Aos estudantes e colegas do Grupo de Pesquisa do RHESA, por me proporcionarem uma convivência sempre agradável e a oportunidade de compartilhar novos conhecimentos;

A todos os professores que passaram pela minha vida e que, de alguma forma, colaboraram com o meu crescimento pessoal e profissional e auxiliaram na construção da minha estrada rumo ao conhecimento;

E, por fim, por ser o mais importante, agradeço à minha família, meus queridos pais Luis e Emília, à minha irmã Aline, minha cunhada Alice, aos meus sobrinhos Luigi e Caio, minha avó Lozanta e, principalmente, ao meu irmão Luis Henrique, pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida.

SIMULAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI- PR

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estimar a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Rio Piquiri por meio das séries históricas de vazão e precipitação no período de 1980 – 2010 e relacioná-las com as estimativas de precipitação fornecidas pelo modelo climático regional Eta até o ano de 2098. As séries de vazões mínimas anuais (Q_7) e vazões mínimas com sete dias de duração com um período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$) para cada estação foram submetidas à análise estatística, para identificar o modelo probabilístico que melhor se ajustasse aos dados. Para a obtenção da curva de permanência, realizou-se o procedimento baseado na obtenção de classes de frequência. Os valores da média de precipitação anual, precipitação do trimestre mais seco, precipitação do trimestre mais chuvoso, precipitação do semestre mais seco e precipitação do semestre mais chuvoso sobre a bacia foram determinados utilizando o método de interpolação IDW por um sistema de informação geográfica (SIG). A partir de todos os valores de precipitação e vazão encontrados, foram realizadas as regressões entre as vazões (Q_7), a ($Q_{7,10}$), a ($Q_{90\%}$), a ($Q_{95\%}$) e as precipitações (total anual, trimestre mais seco, trimestre mais chuvoso, semestre mais seco e semestre mais chuvoso) juntamente com a área de drenagem. Foram realizados testes estatísticos padrão para comprovar a qualidade do modelo gerado. Para a estimativas de vazões futuras, foi necessário obter os dados de precipitação total anual futuros simulados pelo modelo climático Eta, para o período de 2010 a 2098, os quais foram fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). A variável explicativa que melhor correspondeu aos padrões propostos durante o estudo para definir o modelo chuva-vazão da bacia foi a precipitação total anual. De posse dos dados futuros de precipitação total anual e área de drenagem, através do modelo chuva-vazão, foram obtidas as estimativas de vazões mínimas futuras e realizada a análise de tendência da série histórica juntamente com a série de estimativas de vazão futura. Para tanto, empregou-se um filtro linear simples para a suavização da série de dados. Não foi possível encontrar um padrão de pluviosidade em relação aos meses mais secos e mais chuvosos na bacia hidrográfica do rio Piquiri. O modelo linear múltiplo foi o que melhor se ajustou aos dados, cujo coeficiente de determinação (R^2) foi igual a 0,67. Os gráficos de análise de tendência gerados indicaram pequeno aumento no índice de precipitação total anual simulado para o futuro na região estudada, em comparação à série histórica, e observou-se que os dois membros do modelo Eta apresentaram resultados semelhantes. Os valores de vazões mínimas, estimados para o futuro, conferem à bacia uma área sem restrições hídricas em condições naturais.

Palavras-chave: vazões mínimas, chuva-vazão, modelo climático Eta.

SIMULATION OF WATER AVAILABILITY IN PIQUIRI RIVER BASIN IN PARANÁ

ABSTRACT

This study aims to estimate hydric availability in Piquiri River basin based on the historical flow series and precipitation from 1980 to 2010 in order to associate them to the rainfall estimates provided by Eta, a regional weather model, until 2098. The series of annual minimum flows (Q_7) and minimum of seven-day flows with a registering period of ten years ($Q_{7,10}$) were submitted to statistical analysis to identify the probabilistic model that best fitted the data for each station. Thus, in order to obtain the retention curve, a procedure was carried out based on the obtained frequency classes. The average values of annual rainfall, precipitation of the driest quarter, precipitation of the wettest quarter, precipitation of the driest semester and precipitation of the wettest quarter of the basin were determined using the IDW interpolation method using a geographic information system (SIG). From all precipitation and flow obtained values, regressions were performed among (Q_7), ($Q_{7,10}$), ($Q_{90\%}$), ($Q_{95\%}$) flows and rainfalls (total annual, the driest quarter, the wettest quarter, the driest semester and the wettest semester) associated with the drainage area. Standard statistical tests were carried out to assure the quality of the generated model. For estimates of future flows, it was necessary to obtain data of future annual rainfall, simulated by the weather model Eta, from 2010 to 2098, which were provided by the Weather Forecasting and Climate Studies Center (CPTEC/INPE). The independent variable that best corresponds to the proposed standards during the study was the total annual rainfall in order to define the rainfall-runoff basin model. According to the future data of annual rainfall and drainage area, through the rainfall-runoff model, it was possible to obtain estimates of future minimum flows and carry out the trend analysis of time series with the series of future flow estimates. Therefore, a simple linear filter was used for smoothing the data series. It was not possible to find a pattern of rainfall related to the driest and wettest months in Piquiri River basin. Multiple linear model fitted best to the data, whose coefficient of determination (R^2) was 0.67. The charts concerning generated trend analysis showed little increase in total annual rainfall index, simulated for the future in the studied region, when compared to the historical series. It was also observed that both members of the Eta model showed similar results. The values of minimum flows estimated for the future have provided to the basin an area without water deficit under natural conditions.

Keywords: minimum flows, rainfall-runoff, Eta climate model.

SUMÁRIO

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)	1
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo geral.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3.1 Mudanças climáticas.....	3
3.1.1 Evidências de mudanças climáticas.....	3
3.1.2 Mudanças previstas para o Brasil	4
3.1.3 Modelos climáticos globais e regionais	6
3.2 Disponibilidade hídrica	9
3.2.1 Vazões médias, mínimas e área de drenagem	9
3.3 Efeito das mudanças climáticas sobre a disponibilidade hídrica	11
3.3.1 Estudos internacionais.....	11
3.3.2 Estudos no Brasil.....	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 Área de estudo – bacia hidrográfica.....	14
4.2 Dados utilizados - séries históricas	15
4.2.1 Estações pluviométricas	15
4.2.2 Variáveis de precipitação utilizadas	18
4.3 Estações fluviométricas	18
4.3.1 Vazão	20
4.4 Determinação das áreas de drenagem das sub-bacias hidrográficas	22
4.5 Dados de precipitação provenientes do modelo climático Eta.....	22
4.6 Obtenção de um modelo para estimativa da vazão em função da precipitação e da área de drenagem.....	23
4.7 Análises de tendência das vazões futuras	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Variáveis de precipitação	26
5.2 Variáveis de vazão e área de drenagem.....	28

5.3	Modelo chuva-vazão	29
5.4	Dados futuros de precipitação.....	30
5.5	Análises de tendência da precipitação total anual histórica e futura.....	30
5.6	Análises de tendência futura da vazão mínima com duração de sete dias (Q ₇) ...	36
6	CONCLUSÕES	41
APÊNDICES		47
Apêndice A	Valores das variáveis de precipitação dos 31 anos (1980 a 2010) das sub-bacias da bacia hidrográfica do Piquiri	48
Apêndice B	Mapas de distribuição espacial da precipitação total anual na bacia hidrográfica do rio Piquiri entre os anos de 1980 a 2010.....	58
Apêndice C	Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q₇) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri.....	62
Apêndice D	Análise Estatística do modelo chuva-vazão	67
Apêndice E	Valores de precipitação total anual, de 2010 à 2098 obtidos para os dois membros do modelo Eta	68
Apêndice F	Valores futuros da vazão mínima com duração de sete dias (Q₇) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Lista dos principais modelos climáticos globais utilizados.....	7
Tabela 2	Lista das estações pluviométricas selecionadas.....	16
Tabela 3	Lista das estações fluviométricas selecionadas.....	19
Tabela 4	Variáveis de vazão e precipitação testadas	24
Tabela 5	Valores de precipitação total anual, trimestre mais seco, trimestre mais chuvoso, semestre mais seco e semestre mais chuvoso (mm), associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri.....	26
Tabela 6	Vazões mínimas ($m^3 s^{-1}$), associadas ao período de retorno de 10 anos (Q7,10), segundo a distribuição Log-Person Tipo III e vazões de 90 e 95% de permanência (Q90 e Q95), obtidas para cada uma das estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição dos pontos de massa h e velocidade v na grade E.....	8
Figura 2	Tendências das mudanças climáticas, com relação à temperatura, nas principais regiões do Brasil.....	13
Figura 3	Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Piquiri – PR. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.	14
Figura 4	Localização das estações pluviométricas selecionadas para estudo. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.	17
Figura 5	Localização das estações fluviométricas selecionadas para estudo. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.	20
Figura 6	Pontos de estimativas do modelo Eta utilizados. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.....	23
Figura 7	Mapa das isoietas: a) precipitação total anual; b) trimestre mais chuvoso; c) precipitação do trimestre mais seco; d) precipitação do semestre mais seco; e) precipitação do semestre mais chuvoso.	27
Figura 8	Evolução temporal das médias de precipitação anual da sub-bacia: a) Guampará; b) Porto Paiquerê; c) Porto Carriel; d) Porto Guarani; e) Porto Leôncio Primo e f) Balsa do Cantu.	31
Figura 9	Evolução temporal das médias de precipitação anual da sub-bacia: a) Foz do Cantu; b) Ponte do Goio-Bang; c) Salto Sapucaí; d) Ponte do Piquiri; e) Novo Porto 2; f) Balsa do Goioerê.	33
Figura 10	Evolução temporal das médias de precipitação anual da sub-bacia: a) Fazenda Uberaba; b) Porto Formosa; c) Balsa Santa Maria; d) Iporã.	35
Figura 11	Evolução temporal das vazões mínimas da sub-bacia: a) Guampará; b) Porto Paiquerê; c) Porto Carriel; d) Porto Guarani; e) Ponte Leôncio Primo; f) Balsa do Cantu.....	38
Figura 12	Evolução temporal das vazões mínimas da sub-bacia: a) Foz do Cantu; b) Ponte do Goio-Bang; c) Salto Sapucaí; d) Ponte do Piquiri; e) Novo Porto 2; f) Balsa do Goioerê.....	39
Figura 13	Evolução temporal das vazões mínimas da sub-bacia: a) Fazenda Uberaba; b) Porto Formosa; c) Balsa Santa Maria; d) Iporã.	40

1 INTRODUÇÃO

Quando uma bacia hidrográfica é submetida a um evento de precipitação, a sua resposta hidrológica é a vazão, que representa a integração dos efeitos da precipitação, do tipo e uso do solo, da geologia, da morfologia e do clima. As mudanças climáticas podem gerar significativos impactos sobre a disponibilidade hídrica da bacia.

A disponibilidade hídrica é entendida como a parcela da vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem comprometer o meio ambiente aquático. Para se estabelecer critérios de gestão de recursos hídricos, diante de possíveis estiagens e alterações nos regimes de cursos d'água, são utilizadas ferramentas de estimativas de vazão. Entre elas encontram-se a vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$) ou as vazões de 90% (Q_{90}) e 95% (Q_{95}) de permanência.

A escassez dos recursos hídricos vem aumentando em todo o mundo e, segundo a UNESCO (2012), no futuro, os recursos hídricos globais tenderão a sofrer cada vez mais pressão. A demanda pela água está crescendo e, ao mesmo tempo, não se pode descartar que as mudanças climáticas serão agravantes na disponibilidade hídrica.

As mudanças nas variáveis do clima têm sido relacionadas às emissões de gases causadores do efeito estufa. Os efeitos das emissões de gases na atmosfera e sua interação no clima terrestre sugerem futuras mudanças climáticas, como a provável elevação da temperatura do planeta, devido ao aumento das concentrações de CO_2 e provável interferência na distribuição das precipitações médias de algumas regiões.

São vários os modelos climáticos regionais para simulação de clima futuro, dentre eles, o mais utilizado é o Eta, desenvolvido pela Universidade de Belgrado e instalado no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), em 1996.

Os modelos climáticos regionais (RCMs, da sigla em inglês) têm sido desenvolvidos para fornecer informações mais precisas de clima local, em pequenas e médias escalas, com o objetivo de contribuir com a pesquisa de dados futuros para que os órgãos governamentais possam tomar medidas de mitigação mais precisas, frente às mudanças climáticas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estimar a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri, até o ano de 2098.

2.2 Objetivos específicos

- Estimar a disponibilidade hídrica atual da bacia hidrográfica do rio Piquiri, por meio da vazão mínima com sete dias de duração (Q_7) e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$), e as vazões de permanência de 90% (Q_{90}) e 95% (Q_{95}) para os dados da série histórica;
- Estimar a precipitação média atual na bacia hidrográfica do rio Piquiri, por meio da precipitação no trimestre mais seco (P_{trs}) e mais chuvoso (P_{trc}), a precipitação no semestre mais seco (P_{ss}) e mais chuvoso (P_{sc}) e a precipitação total anual (P_t) para os dados da série histórica;
- Estabelecer o modelo de regressão que melhor represente a relação entre a precipitação e a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri (modelo tipo chuva-vazão);

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Mudanças climáticas

3.1.1 Evidências de mudanças climáticas

A mudança climática global começou a ser discutida no final da década de 1980, no âmbito do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e da Organização Meteorológica Mundial, com o apoio dos estudos do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática – IPCC (ADAM, 2011).

O conceito de mudanças climáticas, de acordo com o IPCC (1990), é definido como uma variação estatisticamente significativa em um parâmetro climático médio ou sua variabilidade, persistindo por um período extenso (tipicamente décadas ou por mais tempo), devido a processos naturais ou forças externas persistentes, causadas pela ação do homem na composição da atmosfera ou do uso da terra.

Alterações no equilíbrio energético climático da terra, causado pelo aumento nas concentrações de gases de efeito estufa, estariam ocasionando uma redução na eficiência de resfriamento da Terra resultando no desequilíbrio climático (IPCC, 2001).

Sabe-se que a variabilidade climática é um processo natural que pode ser identificada através de observações de séries históricas de variáveis do clima como a temperatura e a precipitação (ADAM, 2011).

Os ciclos naturais de aquecimento e resfriamento na Terra ocorrem desde os períodos das atividades geológicas intensas, quando eram lançados à superfície quantidades colossais de gases que formavam bolhas gasosas sobre o planeta, criando um efeito estufa natural (IPCC, 1990). No entanto, registros recentes revelaram que a concentração de gás carbônico na atmosfera sofreu um aumento de 31%, desde 1750. Nesse período, os valores subiram numa estimativa de 277 partes por milhão (ppm) para 317 ppm. E, durante as recentes quatro décadas, de 1960 a 2001, os valores aumentaram, ainda mais, sendo que as concentrações de CO₂ aumentaram de 317 ppm para 371 ppm (IPCC, 2013).

Como consequência deste aumento, a temperatura da Terra sofreu um acréscimo de 0,85 °C entre 1880 e 2012. A atmosfera e os mares aqueceram, o gelo e a neve diminuíram e as concentrações de gases do efeito estufa aumentaram. Os últimos registros apontam que entre os anos 2000-2012 estão os mais quentes, desde o início dos registros instrumentais da temperatura da superfície global (1850) (IPCC, 2013).

Esse desequilíbrio tem afetado o regime de chuvas em grande parte do planeta, o que vem interferindo diretamente na disponibilidade hídrica de importantes rios ao redor do mundo(WMO, 2011).

Em decorrência desses fatos, eventos extremos ocorreram em maior frequência nas últimas décadas e mudanças generalizadas nas temperaturas extremas foram observadas ao longo dos últimos 50 anos, causando um desequilíbrio no regime de chuvas, nas correntes marítimas e no padrão dos ventos aumentando a tendência de secas e enchentes (WMO, 2011).

Para o IPCC (2014), se as emissões de gases do efeito estufa continuarem dentro das tendências atuais, o aquecimento global irá aumentar, podendo chegar a 4,8 °C até 2100. Os efeitos negativos se multiplicarão e perturbarão todos os componentes do sistema climático, com graves repercussões sobre o bem estar da humanidade e de todas as outras formas de vida. O mar subiria mais, ficaria ainda mais quente e mais ácido, haveria mais perda de gelo, as chuvas ficariam mais irregulares e os episódios de tempo severo, mais frequentes e intensos, entre outras consequências.

3.1.2 Mudanças previstas para o Brasil

O Brasil é um dos países que possui recursos hídricos em abundância, entretanto, estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(INPE), a partir de 1994, apontam que a disponibilidade hídrica em algumas regiões do país já está sendo impactada de forma intensa pelas mudanças climáticas.

Desde o início do século XX, uma tendência de aquecimento tem sido observada em todo o país, esse aquecimento tem sido detectado especialmente no inverno, cuja temperatura mínima tem apresentado uma taxa de aquecimento maior que a temperatura máxima (AMBRIZZI; ARAÚJO, 2013). Ainda segundo esses autores, o país é vulnerável à variabilidade climática, o que pode ser demonstrado pelas estiagens que vêm ocorrendo no Nordeste e, de forma oposta, as chuvas intensas que vêm ocorrendo nos estados do Sul e do Sudeste.

Silva *et al.* (2010), analisando séries temporais de precipitação de todo o Brasil para o período 1961 a 2008, encontraram padrões diferenciados e muito regionalizados nas tendências de aumento e diminuição das precipitações.No entanto, sabe-se que no Brasil as variações climáticas estão diretamente relacionadas com a variabilidade nos oceanos Pacífico e Atlântico, como a variação interanual associada ao fenômeno chamado de *El Niño* Oscilação Sul (ENOS),a variação decenal do Pacífico (*Pacific Decadal Oscillation* - PDO), do Atlântico (*North Atlantic Oscillation* - NAO) e a variabilidade do Atlântico Tropical e do Atlântico Sul (MARENGO *et al.*, 2010).

O *El Niño* é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, capaz de afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento em nível mundial, afetando, assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias (INPE, 2013).

Impactos dos fenômenos *El Niño* e *La Niña* têm sido observados mais intensamente nas regiões Norte, Nordeste (secas durante *El Niño*) e Sul do Brasil (secas durante o *La Niña* e excesso de chuva e enchentes durante o *El Niño*) (AMBRIZZI; ARAÚJO, 2013). O *La Niña* representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao *El Niño* e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos do *La Niña* tendem a ser opostos aos do *El Niño*, mas nem sempre uma região afetada pelo *El Niño* apresenta impactos significativos no tempo e clima devidos ao *La Niña* (INPE, 2013).

Dentre todas as regiões climáticas do Brasil, a região Amazônica é uma das mais importantes, pois captura e armazena o carbono da atmosfera e, também, exerce um papel fundamental no clima da América do Sul, por seu efeito sobre o ciclo hidrológico local (MARENGO *et al.*, 2010).

Estudos realizados por Junior *et al.* (2013) apresentaram projeções para a região Amazônica com resultados de aumento da temperatura média ambiente de até 6,2 °C e expressiva variabilidade negativa quanto à precipitação, apresentando uma redução em quase todos os períodos analisados (2011 a 2099). E, além disso, o fluxo de umidade atmosférica que ocorre regularmente da Amazônia para o Sul e Sudeste tornar-se-á irregular formando chuvas intensas e pancadas de verão na região (UNESCO, 2012).

Com o desequilíbrio climático na região Amazônica, estima-se que o Nordeste sofrerá uma diminuição da precipitação de até 15% e as temperaturas podem aumentar de 2 °C a 5 °C, até o final do século XXI, conforme estudos realizados pelo INPE (2013). Segundo Ribeiro Filho *et al.* (2013), projeções de alguns modelos climáticos estudados sugerem reduções de precipitação associadas a eventos extremos de seca na região Nordeste.

Em relação ao Paraná, Nery e Carfan (2012) concluíram que a variabilidade da chuva no Paraná é tanto espacial quanto temporal, sendo que chove mais ao sul e a leste e menos ao norte e noroeste do estado. Minuzzi e Caramori (2011), também, notaram que a região leste do Paraná tem tendência crescente de chuva e aumentos eventuais para áreas do sudoeste do Paraná.

Em relação à temperatura, houve uma mudança de variabilidade no início da década de 2000, em relação à temperatura máxima no Estado do Paraná, principalmente no outono e na escala anual, mas a irregularidade da distribuição espacial das estações meteorológicas impede de definir regiões do Estado mais propícias a essa variabilidade. Na primavera e, principalmente na escala anual, há uma tendência de aumento da temperatura

do ar, que é perceptível, porém de forma discreta, com um aumento entre 0,3 °C e 0,6 °C por década na primavera e entre 0,1 °C e 0,4 °C por década na escala anual (MINUZZI; CARAMORI; BORROZINO, 2011).

Chan(2011) Utilizaram o modelo Eta para fazer uma projeção climática para o Estado do Paraná. A previsão foi realizada para o período de 2041 a 2070, utilizando um cenário pessimista, que considera uma alta emissão de gases de efeito estufa, grande crescimento populacional e baixas tecnologias sustentáveis. Dos 399 municípios paranaenses, 233 (58%) apresentaram nota do índice de cenário climático maior ou igual a 0,8 (numa escala de 0 a 1), isso significa que esses municípios são potencialmente críticos para uma das três anomalias: pluviosidade, estresse hídrico ou temperatura. Entre estes, 43 municípios (11%) apresentaram grau de anomalia maior ou igual a 0,9. Com relação à projeção da anomalia de estresse hídrico, os municípios mais suscetíveis no período futuro se concentram na faixa Nordeste (Norte velho) e parte do Centro-Sul do Estado. Também há municípios na região Centro-Sul que poderão ser afetados tanto pela anomalia de pluviosidade quanto pela anomalia de estresse hídrico.

Campos, Alves e Braga (2006), em estudo realizado no estado de Santa Catarina, encontraram forte aumento da temperatura do ar (mais intenso para a temperatura mínima) e um aumento dos totais anuais de precipitação, ao longo do período de 1911 a 2006.

Para o Rio Grande do Sul, Sansigolo e Kayano (2010) constataram tendências significativas de aumento na precipitação de 93 mm em 100 anos, na média sazonal de verão, provavelmente devido a um aumento da cobertura de nuvens que é consistente com a tendência de aumento das temperaturas mínimas.

Observa-se que os estudos apontam uma tendência de mudança na variabilidade climática ao longo do tempo, que vem interferindo no regime hidrológico em várias regiões do Brasil.

Mesmo diante de dados atuais sobre projeções climáticas futuras, sabe-se que existe um grau de incerteza em resultados simulados, visto que são produzidos por modelos climáticos.

3.1.3 Modelos climáticos globais e regionais

Os Modelos de Circulação Global (GCMs, da sigla em inglês) têm sido desenvolvidos para simular o clima atual e usados para estimar futuras mudanças. Esses modelos são considerados, pela maioria da comunidade científica, como a melhor ferramenta para prever a evolução futura do sistema climático, em resposta a forçantes antropogênicas, como o aumento na concentração de gases de efeito estufa (GEE) (SOLMAN, 2013).

A maioria dos GCMs fornece uma representação razoável de uma caracterização climática regional e uma descrição realista de padrões chamados de teleconexões, como a

propagação de ondas na atmosfera e no oceano. Estes fenômenos, no entanto, tendem a ter escalas espaciais claramente grandes, mas quando levados à escala local, os GCMs não são mais apropriados (DIBIKE; COULIBALY, 2005). Durante as últimas décadas, os modelos globais têm sido continuamente melhorados. Os principais modelos climáticos globais utilizados são apresentados na Tabela 1.

Segundo Chan, Nunes e Cavalcanti (2000), os modelos climáticos globais possuem duas limitações para simular variáveis climatológicas de pequenas escalas. A primeira delas é a limitação de resolução, que é em parte dependente da capacidade computacional em simular variáveis meteorológicas, e a segunda limitação é que muitas vezes o modelo não detecta algumas pequenas características sinóticas, pois acaba se baseando nas características de grande escala, induzindo assim alguns distúrbios. Em função disso, para a previsão do clima, os modelos regionais se tornam mais atrativos.

Tabela 1 Lista dos principais modelos climáticos globais utilizados

Modelo climático	Centro de Pesquisa	País
BCCR-BCM2.0	Bjerknes Centre for Climate Research	Noruega
CGCM3.1.T47	Canadian Centre for Climate Modelling & Analysis	Canadá
CNRM-CM3	Météo-France	França
CSIRO-Mk3.0	CSIRO Atmospheric Research	Austrália
ECHO-G	Meteorological Institute of the University of Bonn US Dept. of Commerce / NOAA / Geophysical Fluid	Alemanha/Coréia
GFDL-CM2.0	Dynamics Laboratory	EUA
GISS-ER	Goddard Institute for Space Shuttles Hadley Centre for Climate Prediction and Research / Met	EUA
UKMO-HadCM3	Office	Reino Unido
INM-CM3.0	Institute for Numerical Mathematics	Rússia
MIROC3.2.	Medres do Center for Climate System Research	Japão
ECHAM5	Max Planck Institute for Meteorology	Alemanha
MRI-CGCM2.3.2	Meteorological Research Institute	Japão
CCSM3	National Center for Atmospheric Research	EUA

Fonte: Adaptado de Hamada *et al.* (2012).

Devido à limitação dos GCMs em prover detalhes das variações associadas com escalas espaciais pequenas, modelos climáticos regionais (RCMs, sigla em inglês) têm sido desenvolvidos para fornecer informações mais precisas de clima local (ADAM, 2011).

Marengo *et al.* (2009) dizem que os modelos climáticos regionais (RCMs) aninhados com modelos climáticos globais (GCMs) são as principais ferramentas da atualidade para estudos climáticos futuros, pois, os modelos regionais foram aperfeiçoados, em relação ao aumento da resolução, permitindo a simulação de processos de mesoescala. Além de melhorias dos diferentes componentes do sistema climático: a representação da topografia, o uso do solo e a distribuição terra-mar.

Os RCMs têm sido usados em todo o mundo, pois é em escala regional que as informações são mais precisas, quando se trata de prováveis mudanças climáticas a escala

regional facilita o desenvolvimento ou a implantação de estratégias de adaptação das mudanças climáticas (MARENGO *et al.*, 2009).

O Centro Brasileiro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), tem usado o modelo regional Eta, desde 1996, para fornecer previsões de tempo sobre a América do Sul, pois o modelo é capaz de produzir resultados satisfatórios em regiões que contêm orografia acentuada, como a Cordilheira dos Andes (CHANet *al.*, 2011).

O Eta é um modelo atmosférico usado para fins operacionais e de investigação. Foi desenvolvido pela Universidade de Belgrado, em conjunto com o Instituto de Hidrometeorologia da Iugoslávia, e se tornou operacional no *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP) (MESINGER *et al.*, 2012).

Chan(1996) fez uma descrição bem sucinta de algumas das características principais do modelo em relação à estrutura e à integração:

- Estrutura:

- Resolução horizontal de 40 km e 80 km com 38 camadas. As equações do modelo são discretizadas para a grade E de Arakawa. A distância entre dois pontos adjacentes de massa ou de vento define a resolução da grade. A Figura 1 mostra a distribuição dos pontos na grade E. A distância d fornece a resolução do modelo.

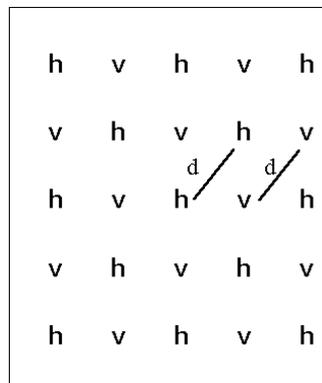


Figura 1 Distribuição dos pontos de massa h e velocidade v na grade E.

- Coordenada vertical: uma das características principais deste modelo é a coordenada vertical:

$$\eta = \frac{p - p_t}{p_s - p_t} \cdot \left[\frac{p_r(z_s) - p_t}{p_r(0) - p_t} \right] \quad \text{Eq. (1)}$$

em que:

p = pressão atmosférica;

p_t = pressão no topo do modelo;

$p_r(0)$ = pressão ao nível médio do mar 1013 hPa;

z_s = altura da topografia;

$p_r(z_s)$ = pressão atmosférica para o nível z_s .

- c) Orografia: a orografia do modelo é representada em forma de degraus cujo topo coincide com a interface das camadas. A altura de cada degrau é obtida a partir do método de silhueta, que procura o valor médio das alturas máximas da topografia dentro de cada quadrado de grade. Cada degrau possui um ponto de massa no centro e quatro pontos de velocidade localizados nos vértices.
- Integração:
 - a) Condições iniciais e de contorno: a estimativa inicial do modelo é obtida a partir da previsão de 12 h de algum modelo global. Os erros entre as observações e as estimativas iniciais são minimizados pelo método de interpolação ótima (OI). A análise é realizada sobre uma grade de resolução correspondente à resolução do modelo global e, posteriormente, é interpolada para a grade do modelo Eta. Para os contornos laterais, o modelo é atualizado a cada 6 horas com as previsões do modelo global.
 - b) Dinâmica: as variáveis prognósticas do modelo são: temperatura do ar, componente zonal e meridional do vento, umidade específica, pressão à superfície e energia cinética turbulenta. A integração no tempo utiliza a técnica de *split-explicit*.
 - c) Física: O pacote físico do modelo utiliza a metodologia Betts-Miller-Janjic e Kain-Fritsch para esquemas de convecção. Para esquema de parametrização de radiação de ondas longas utiliza a metodologia de Fels e Schwarzkopf (1975) e para ondas curtas de Lacis e Hansen (1974). Para calcular a energia cinética turbulenta e os fluxos verticais utiliza a metodologia de Mellor-Yamada 2.5, exceto para a primeira camada que é utilizada a metodologia Mellor-Yamada 2.0 e para o esquema de superfície do terreno é utilizado o esquema de Noah.

3.2 Disponibilidade hídrica

3.2.1 Vazões médias, mínimas e área de drenagem

Os recursos hídricos superficiais disponíveis no Brasil representam 50% do total dos recursos da América do Sul e 11% dos recursos mundiais. Entretanto, em virtude da grande dimensão do país e da grande variabilidade climática, a distribuição dos recursos hídricos é

bastante desigual, sendo 71% da disponibilidade hídrica encontrada na Amazônia, que é habitada por menos de 5% da população brasileira (UNESCO, 2012).

Diante disso, o conhecimento da variabilidade temporal e espacial do regime de vazão dos cursos d'água tem sido uma preocupação constante de pesquisadores, na busca de subsídios para a gestão de bacias hidrográficas. A vazão representa a integração dos efeitos da precipitação, tipo e uso do solo, geologia e morfologia da bacia. A disponibilidade hídrica é a parcela da vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem comprometer o meio ambiente (CRUZ; TUCCI, 2008).

A vazão média permite caracterizar a disponibilidade hídrica potencial de uma bacia abstraindo-se as perdas por evaporação e infiltração, sendo assim a maior vazão possível de ser regularizada no curso d'água (PRUSKI; PRUSKI, 2011) e a vazão média de longo período é a média aritmética dos valores de vazão médios diários (WOLFF, 2013), utilizada para o cálculo de volume de regularização de reservatórios (BARBOSA *et al.*, 2005).

A disponibilidade natural de água na hidrografia pode ser avaliada pela análise das vazões mínimas observadas nos períodos de estiagem, refletindo o potencial disponível para o abastecimento de água para populações, indústrias, irrigação, navegação, dessedentação animal, lançamento de poluentes e outras atividades, sem que lhes seja necessária a regularização de vazão dos cursos d'água (PRUSKI; PRUSKI, 2011).

Uma das conseqüências esperadas do regime de um curso d'água são as reduções das vazões em determinados períodos, ao ponto de comprometer as diversas formas de utilização, atingindo valores inferiores às necessidades demandadas (LEMOS, 2006).

Alguns índices são utilizados para estimar regimes de estiagens e de permanência de vazão em uma bacia hidrográfica. Entre elas, estão a vazão mínima ocorrida num período de sete dias e a vazão mínima com sete dias de duração e tempo de retorno de dez anos (TUCCI; MENDES, 2006).

A Q_7 é um dos índices utilizados para a estimativa de estiagens em bacias e representa a média da vazão mínima ocorrida num período de sete dias. Já a $Q_{7,10}$ corresponde à vazão mínima com sete dias de duração e tempo de retorno de dez anos, ou seja, a cada dez anos pode ocorrer um episódio em que se repita a mesma média de vazões mínimas observadas em 7 dias sequenciais (FIOREZE; OLIVEIRA; FRANCO, 2010).

Além dos índices de vazão mínima, é muito importante conhecer a amplitude de variação das vazões e, principalmente, a frequência com a qual cada valor de vazão ocorre em determinada seção do curso d'água. A resposta para essa questão é obtida por intermédio da determinação da curva de permanência (LEMOS, 2006).

A curva de permanência de vazões é a relação entre as vazões diárias de um ponto num trecho do rio e a frequência em que elas são igualadas ou superadas, permitindo estimar a probabilidade de excedência das vazões no tempo. Esta curva retrata as características de regularização natural do rio e, geralmente, apresenta inflexões que

distinguem três partes: a primeira e a última descrevem o comportamento das máximas e mínimas, respectivamente, enquanto o trecho médio representa a faixa dominante de vazões (VIRÃES, 2013). Entre as porcentagens utilizadas para representar essa faixa estão as vazões associadas às permanências de 90% (Q_{90}) e 95% (Q_{95}), como valores de referência.

Segundo Tucci (2003), a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica depende de uma rede de drenagem que, por sua vez, relaciona-se com características morfológicas da bacia, entre elas, a área de drenagem, cuja densidade e ramificação permitem a rápida absorção do escoamento superficial, favorecendo a ocorrência de vazões maiores ou menores.

3.3 Efeito das mudanças climáticas sobre a disponibilidade hídrica

3.3.1 Estudos internacionais

De acordo com o IPCC (2013), no longo prazo, várias mudanças climáticas têm sido observadas em continentes, regiões e oceanos. Isso inclui mudanças na temperatura e no gelo do Ártico, mudanças na quantidade de precipitação em todo lugar, mudança na salinidade dos oceanos, mudança dos padrões de vento e aspectos de clima extremo como as secas, a precipitação forte, as ondas de calor e a intensidade de ciclones tropicais.

Cenários futuros para a disponibilidade hídrica na região do Mediterrâneo sugerem um declínio progressivo na média das vazões (já observado em muitos rios, desde a década de 1980). A esse fato se inclui um declínio na frequência e na magnitude, devido à influência reduzida de acumulação de neve e processos de degelo nas montanhas, diminuindo a capacidade do reservatório natural, devido ao aumento da sedimentação ocasionando esgotamento de água nas áreas próximas às zonas costeiras (RUIZ *et al.*, 2011).

Segundo Senatore *et al.* (2011), em estudo realizado na região do Mediterrâneo no sul da Itália, houve uma diminuição na acumulação de neve na região devido ao aumento da temperatura média anual.

De acordo com Millán (2014), para a mesma região, secas e chuvas torrenciais em áreas em torno de mares fechados em latitudes subtropicais (por exemplo, Mediterrâneo, Mar do Japão, Mar do Sul da China) são o resultado de uma série de processos meteorológicos concatenados, que envolvem os modos de ação do acúmulo de vapor d'água sobre os mares interiores, influenciado pelo aumento da temperatura média anual.

Na Ásia, conforme Bobojonov e Hassan (2014), vários estudos têm investigado a disponibilidade de água em cenários de mudanças climáticas indicando um declínio de 5% a

30% no fluxo dos rios Amu Darya e Syr Darya, uma das mais importantes fontes de água de irrigação da Ásia Central. Xing *et al.* (2014) constataram aumento significativo de temperatura sobre a bacia do rio Haihe, especialmente na região central, como consequência do aumento das concentrações de gases de efeito estufa modelados pelo *Bayesian Model Averaging* (BMA) para a região.

Para o continente africano, Kusangaya *et al.* (2013) afirmam que várias projeções de mudanças climáticas, descritas por diferentes estudiosos da África Central, apontam a diminuição de 10 a 30% no escoamento e disponibilidade dos principais rios africanos, em decorrência da redução das chuvas e aumento da evaporação.

3.3.2 Estudos no Brasil

O Brasil, assim como todo o mundo, vem sofrendo impactos significativos na disponibilidade hídrica, devidos aos efeitos das mudanças climáticas. O que justifica o estudo das variações nos índices de precipitação, em todo o território nacional, por diversos centros de pesquisa no país.

A região Nordeste é uma das áreas mais críticas, em relação à disponibilidade hídrica. No entanto, Araújo e Brito (2011), em estudo sobre a região Nordeste, concluíram que ocorreram mudanças climáticas nos estados da Bahia e Sergipe, verificadas através das tendências observadas no comportamento da precipitação total diária, decorrente de variações do clima local, regional e possivelmente global. Concluíram, também, que houve acréscimo no número de dias com chuva; na intensidade média de precipitação; e no número de dias em que a precipitação foi superior a 10 mm, 20 mm e 50 mm, resultando, conseqüentemente, em aumento na precipitação total anual. Esta variabilidade se torna significativa, se comparada com períodos de tempo anteriores ao estudo, interferindo dessa forma no regime de cheias e seca da região.

Na Amazônia, de acordo com Silva (2008), em pesquisa sobre as mudanças climáticas para a região até o ano 2100, foram avaliadas variações decadais de precipitação e temperatura do ar projetado pelos modelos climáticos do IPCC-AR4. As projeções obtidas pelos cenários de mudanças climáticas mostraram, de modo geral, aumento na temperatura de 2,5 °C a 4,5 °C em 2100. O mesmo autor indica que, com relação à precipitação, o grau de incerteza é muito grande, pois as diversas simulações numéricas não concordam entre si. Para as médias anuais e sazonais, há simulações que indicam aumento de precipitação, enquanto outras mostram redução e, apesar de haver grande variabilidade dessas variáveis para os modelos, a resposta na água armazenada no solo é de redução.

Simulações do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM, na sigla em inglês) indicam aumento da temperatura em quase todas as latitudes do Brasil. Se a taxa de CO₂ mantiver a tendência atual e atingir os 450 ppm, daqui a três décadas, a temperatura média

anual na maior parte do país, em especial nas áreas mais distantes da costa, deverá se elevar até 1 °C. Apenas no Sul e em áreas setentrionais da região Norte a temperatura apresenta a tendência de se manter estável e até de diminuir ligeiramente nos próximos 100 anos (PBMC, 2013) conforme mostra a Figura 2. Conseqüentemente, o regime hidrológico sofre com os impactos das mudanças do clima, refletindo na disponibilidade hídrica nas diversas regiões do país.

No entanto, quando se projetam as possíveis mudanças que ocorrerão no futuro, é fundamental lembrar que a alteração que pode ser prevista com mais certeza é a de que ocorrerá substancial aumento dos usos da água em escala global. No Brasil, a área de agricultura irrigada, aproximadamente, triplicou entre 1975 e 1995 e, em muitas regiões, a mesma taxa de crescimento deverá se manter por mais algum tempo (COLLISCHONN; DORNELLES, 2013).

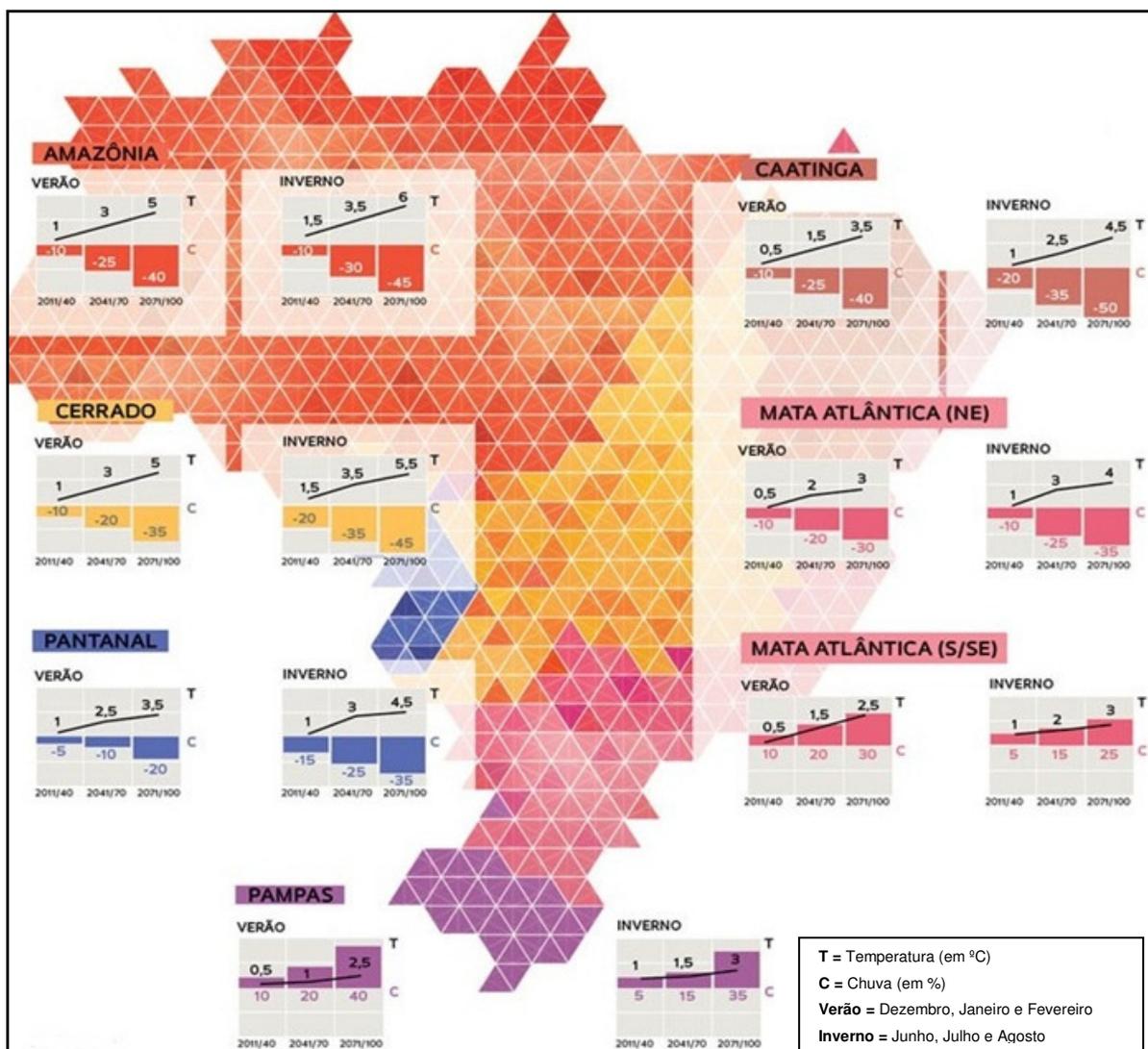


Figura 2 Tendências das mudanças climáticas, com relação à temperatura, nas principais regiões do Brasil.

Fonte: PBMC (2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo – bacia hidrográfica

O estudo foi realizado para a bacia hidrográfica do rio Piquiri (Figura 3), que se localiza na região centro-oeste do estado do Paraná, limitada nas regiões norte e leste pela bacia do rio Ivaí e ao sul pela bacia do rio Iguaçu. O rio Piquiri deságua no rio Paraná, no oeste do Estado. A bacia hidrográfica possui área de 24.700 Km² e equivale a 12% do território paranaense, encontrando-se no quadrilátero de coordenadas geográficas aproximadas de 23°38' e 25°19' de latitude sul e 51°37' e 54°07' de longitude oeste (PARANÁ, 2013).

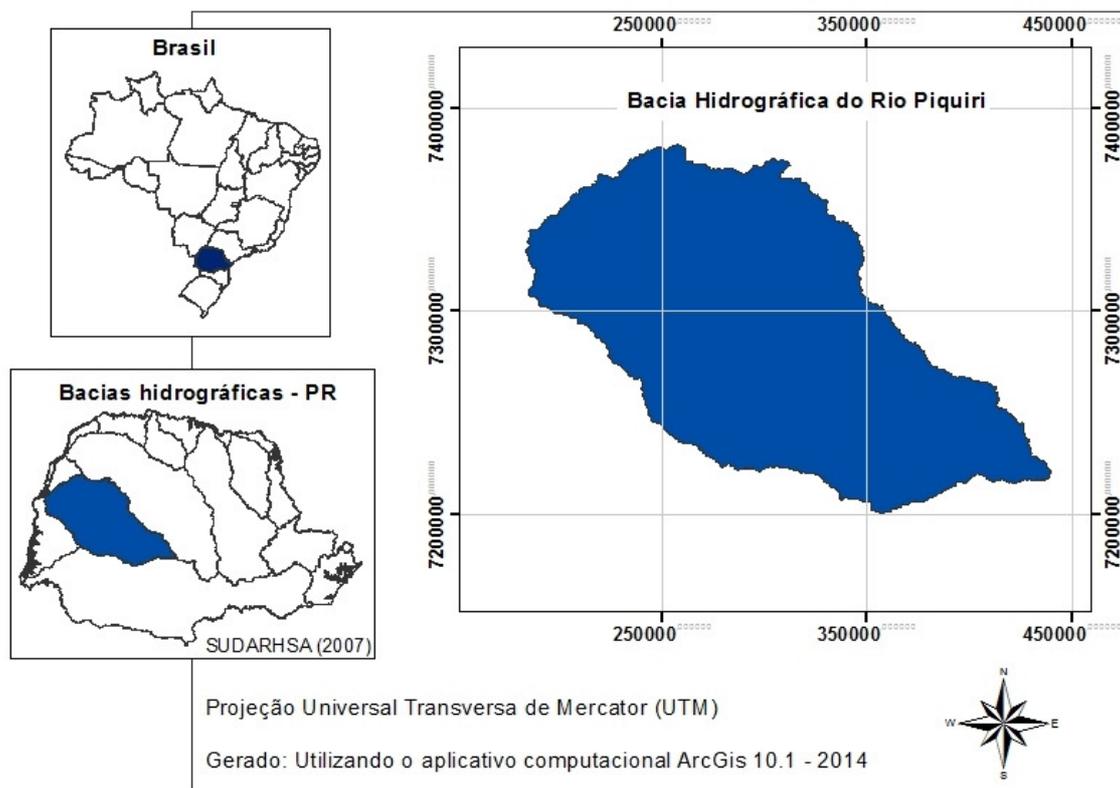


Figura 3 Localização geográfica da bacia hidrográfica do rio Piquiri – PR. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.

O principal curso de água da bacia, o rio Piquiri, estende-se por 485 km, desde a nascente no Terceiro Planalto da região centro-sul do Estado, próximo ao município de Campina do Simão, até a foz no rio Paraná. Ao longo do seu percurso, recebe como principais contribuintes de montante para jusante, os rios do Cobre, Bandeira, Cascudo,

Feio, São Francisco, Tourinho, Melissa, Jesuítas, Verde, Encanto e Azul, pela margem esquerda. Pela margem direita, contribuem os rios Cantu, Sapucaí, Goio-Bang, Goioerê, Jangada e Xambré (IAP, 2008).

A altimetria desempenha importante papel na configuração da densidade de drenagem, nas características climáticas e fitogeográficas da área. As altitudes variam em torno de 200 m nas regiões mais baixas (Planícies fluviais, Planalto de Umuarama e extremo oeste do Planalto de Campo Mourão), próximo ao rio Paraná, e ao norte da bacia, onde predomina o Arenito. Em direção ao sul e sudeste as médias altimétricas se elevam gradualmente, podendo ultrapassar 1000 m no Planalto do Alto/Médio Piquiri e no Planalto de Cascavel (CORREA, 2013).

A bacia do rio Piquiri encontra-se em região de clima subtropical Cfa ou Cfb, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger. O primeiro (Cfa) é subtropical com verões quentes, cuja temperatura do mês mais quente é superior a 22 °C. O segundo (Cfb) é subtropical com verões amenos, nas partes da bacia com as maiores altitudes. A temperatura média no mês mais frio é inferior a 18 °C e a temperatura média no mês mais quente fica acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAP, 2008).

A atividade econômica principal é a agropecuária cujas culturas mais importantes são a soja, o trigo, a cana de açúcar e a mandioca, ocorrendo também pastagens. A bacia é bem dividida entre as classes de uso misto e agricultura intensiva. Há ainda o aparecimento de pequenas áreas de cobertura florestal e concentrações urbanas e industriais, com destaque para a região de Cascavel (PARANÁ, 2013).

4.2 Dados utilizados - séries históricas

4.2.1 Estações pluviométricas

Para a realização do presente estudo foram utilizadas 48 estações pluviométricas previamente selecionadas, com séries históricas de 1980 a 2010 obtidas no portal HidroWeb, da Agência Nacional de Águas (ANA). As principais informações sobre cada estação são apresentadas na Tabela 2, e a distribuição espacial de cada estação sobre a bacia do Piquiri pode ser visualizada na Figura 4.

Tabela 2 Lista das estações pluviométricas selecionadas

Código	Estação	Período de dados		Localização (UTM)	
		Início	Fim	Latitude	Longitude
2352026	Canaã	1976	2011	7354773	301057
2353003	Altônia	1967	2011	7359434	206381
2353004	Cruzeiro do oeste	1957	2011	7368863	287864
2353005	Xambrê	1967	2011	7373032	246579
2353006	Mariluz	1967	2011	7345997	279604
2353016	Pérola	1976	2011	7365727	227416
2353047	Iguaipora	1976	2011	7348176	198092
2451010	Londrina	1967	2011	7242187	410856
2451021	Faxinal	1975	2011	7259209	403556
2452000	Balsa do Cantu	1967	2012	7261829	327937
2452001	Ponte do Goio-Bang	1967	2012	7276163	304326
2452009	Ubiratã	1965	2011	7285322	299130
2452010	Janiópolis	1967	2011	7329922	320520
2452011	Campina da Lagoa	1966	2012	7278218	317379
2452012	Altamira do Paraná	1966	2011	7256170	328203
2452014	Mamborê	1965	2011	7313638	346108
2452015	Roncador	1965	2011	7278795	371806
2452016	Palmital	1965	2011	7247353	378552
2452019	Laranjal	1975	2011	7246930	351165
2452029	Farol	1975	2011	7334837	335231
2452033	Primavera	1975	2011	7307577	303914
2452035	Guarani	1974	2011	7296989	342910
2452040	Pensamento	1975	2011	7309762	332618
2452041	Santo Antônio	1975	2011	7289828	374042
2453000	Balsa Santa Maria	1972	2012	7324649	222322
2453001	Ponte do Piquiri	1970	2012	7286888	280523
2453008	Alto Piquiri	1967	2011	7342035	251874
2453009	Porto Formosa	1966	2012	7321694	263042
2453010	Formosa do Oeste	1967	2011	7312521	264887
2453012	Corbélia	1965	2011	7255282	267536
2453013	Salto Sapucaí	1964	2012	7274070	287477
2453014	Ponte Tourinho - Braganey	1966	2011	7246458	291269
2453016	Goioerê	1967	2011	7322911	293653
2453030	Bragantina	1975	2011	7275639	235363
2453037	Palmitópolis	1975	2011	7280285	259009
2453043	Novo Porto 2	1978	2012	7299839	282011
2453047	Vila Maripá	1976	2011	7296779	214410
2453048	Alto Santa Fé	1976	2011	7299276	202599
2453050	Brasilândia do Sul	1976	2011	7321539	243505
2453052	Rio Bonito	1976	2011	7333467	200099
2453056	São João do Oeste	1975	2011	7237343	273507
2454006	Terra Roxa do Oeste	1967	2011	7323872	185043
2551009	Campina do Simão	1967	2011	7222763	418741
2552008	Marquinhos	1967	2011	7222077	373174
2552019	Campo verde (faxinal dos índios)	1975	2011	7209690	355882
2552047	Vila Guarani	1976	2011	7210665	333645
2553019	Ibema	1976	2011	7222427	291636

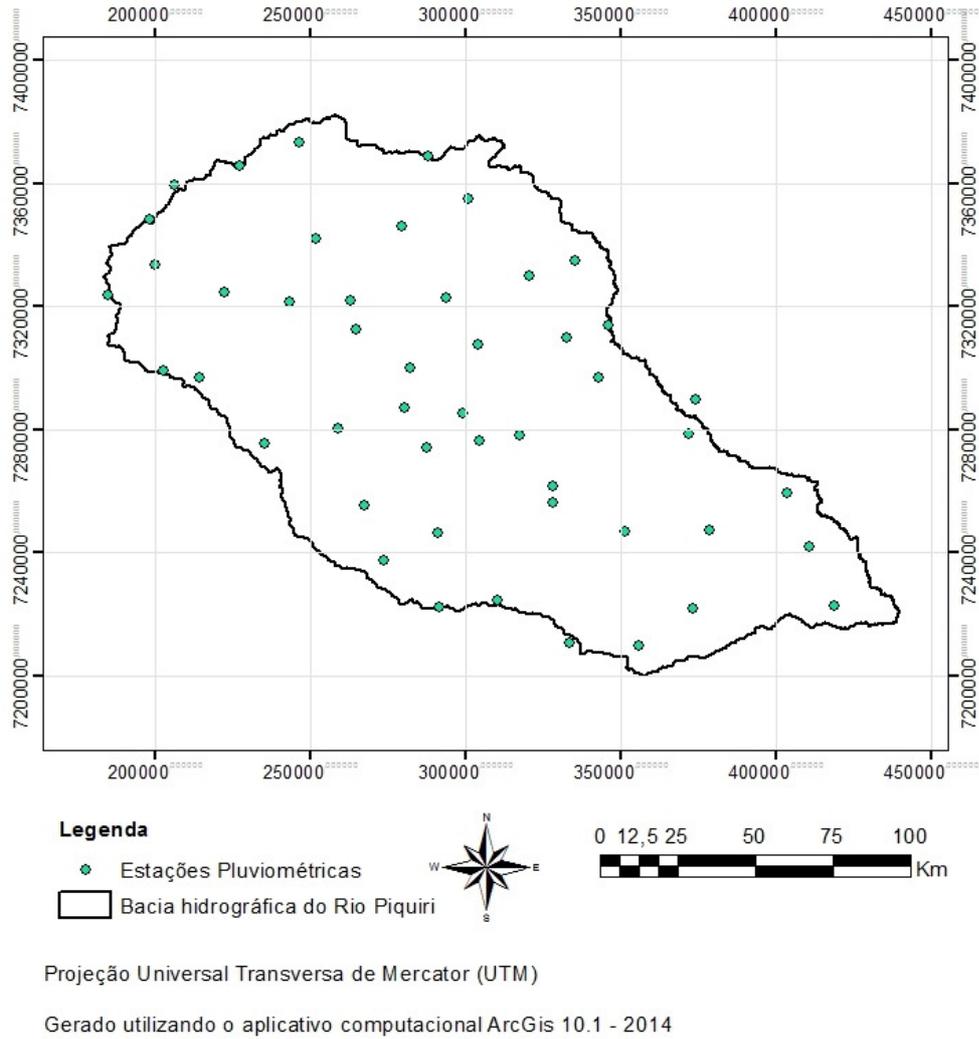


Figura 4 Localização das estações pluviométricas selecionadas para estudo. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.

As falhas nas séries históricas utilizadas no estudo foram identificadas e preenchidas pelo método da ponderação regional, baseado nas correlações com as estações vizinhas. O método consiste em estabelecer os coeficientes de correlação entre o posto pluviométrico com falha (Y) e três postos vizinhos (X1, X2, X3). Para o posto Y, o preenchimento da falha foi realizado pela Equação 2:

$$P_Y = \frac{r_{YX1}P_{X1} + r_{YX2}P_{X2} + r_{YX3}P_{X3}}{r_{YX1} + r_{YX2} + r_{YX3}} \quad \text{Eq. (2)}$$

em que:

P_Y = precipitação a ser estimada (mensal ou anual) para o posto Y;
 $r_{YX1}, r_{YX2}, r_{YX3}$, = coeficientes de correlação das precipitações em Y e X₁, Y e X₂, e Y e X₃;

P_{X1}, P_{X2}, P_{X3} = precipitações dos postos X_1, X_2 e X_3 .

O método foi aplicado adotando-se como critério a obtenção de um coeficiente de correlação superior a 0,7, conforme recomendações de Barbosa *et al.* (2005) e Pruski *et al.* (2004), e a proximidade das estações.

A análise de consistência dos dados de cada estação foi realizada pelo método de dupla massa, utilizando o *software* Rstudio, com o objetivo de comprovar o grau de homogeneidade dos dados disponíveis num posto com relação às observações registradas em postos vizinhos. O método consiste em comparar os valores acumulados anuais (ou sazonais) da estação X com os valores da estação de referência que é usualmente a média de diversos postos vizinhos (FREIRE; OMENA, 2005).

4.2.2 Variáveis de precipitação utilizadas

De posse dos valores diários de precipitação foram calculadas, para cada estação pluviométrica: precipitação total anual (Pt); precipitação anual do trimestre mais seco (Ptrs); precipitação anual do trimestre mais chuvoso (Ptrc); precipitação anual do semestre mais seco (Pss); precipitação anual do semestre mais chuvoso (Psc). A partir da localização de cada uma delas foram produzidos os mapas de isoietas, visando à determinação das precipitações médias nas áreas de drenagem das sub-bacias consideradas. As isoietas foram traçadas utilizando-se o método de interpolação pelo inverso do quadrado médio da distância (IDW), com o auxílio do *software* ArcGis 10.1.

4.3 Estações fluviométricas

Neste trabalho foram utilizadas 18 estações fluviométricas cujas séries históricas foram obtidas no portal HidroWeb, da Agência Nacional de Águas (ANA), descritas na Tabela 3, na Figura 5 é possível observar a distribuição espacial das mesmas sobre a bacia hidrográfica do Piquiri.

Tabela 3 Lista das estações fluviométricas selecionadas

Código	Nome	Rio	Localização (UTM)		Período	
			Latitude	Longitude	Início	Fim
64764000	Guampará	Rio Piquiri	7236358	370545	1984	2002
64765000	Porto Paiquerê	Rio Piquiri	7230558	345372	1971	1983
64767000	Porto Carriel	Rio Piquiri	7240053	338869	1981	2010
64771500	Porto Guarani	Rio Piquiri	7248767	321951	1976	2005
64773000	Ponte Leôncio Primo	Rio Cantu	7258554	375392	1978	2003
64775000	Balsa do Cantu	Rio Cantu	7261859	327852	1967	2005
64776100	Foz do Cantu	Rio Piquiri	7261259	310268	1986	2005
64785000	Ponte do Goio-Bang	Rio Goio-Bang	7276164	304354	1967	2005
64790000	Salto Sapucaí	Rio Sapucaí	7274101	287476	1966	2005
64795000	Ponte do Piquiri	Rio Piquiri	7286889	280523	1970	2003
64799500	Novo Porto 2	Rio Piquiri	7299365	281258	1978	2003
64810000	Bolsa do Goioerê	Rio Goioerê	7353403	282914	1963	2004
64815000	Fazenda Uberaba	Rio Goioerê	7329138	264612	1978	2005
64820000	Porto Formosa	Rio Piquiri	7321694	263070	1966	2004
64830000	Balsa Santa Maria	Rio Piquiri	7324706	222066	1969	2003
64833000	Iporã	Rio Xambê	7346254	220203	1994	2001

Foram computados os registros de períodos contínuos e dados faltantes. Foram analisados os anos sem dados, anos com dados e anos com falhas em pelo menos um dia. Para os postos utilizados, foram eliminados os meses que apresentaram mais de 5% de registros sem informação e as demais falhas não foram preenchidas. Foram utilizados os dados de vazão disponíveis nos postos de monitoramento, visto que há grande dificuldade de se encontrar, em uma mesma região, séries históricas de vazão e precipitação sem falhas ou com a mesma extensão de período de registro.

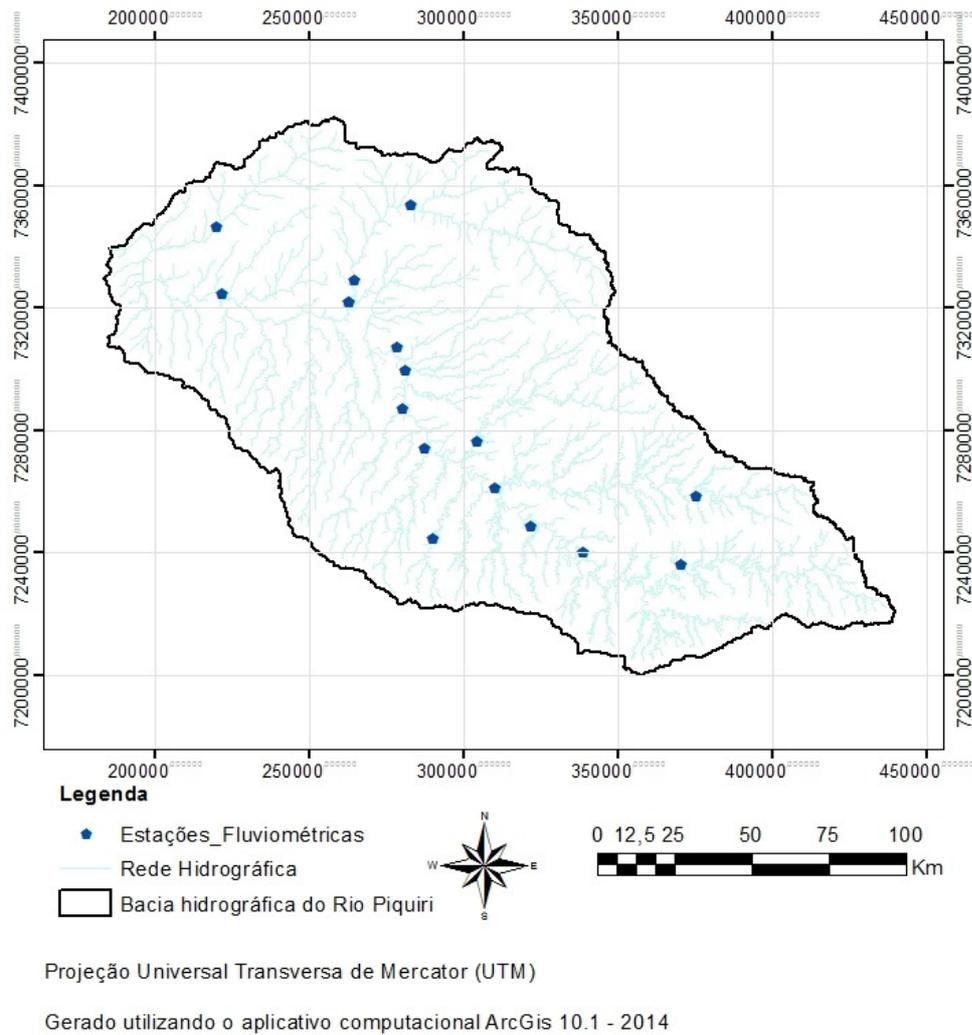


Figura 5 Localização das estações fluviométricas selecionadas para estudo. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.

4.3.1 Vazão

Para cada uma das estações fluviométricas selecionadas neste estudo, foram calculadas a vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) do ano anterior, a média da vazão mínima com duração de sete dias e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$), e as vazões médias de permanência de 90% e 95% de duração (Q_{90} e Q_{95}).

Os valores de Q_7 anuais foram tomados como sendo a menor média móvel de 7 dias consecutivos de vazões diárias de cada ano. A partir dos valores anuais de Q_7 , em cada estação fluviométrica, foi realizada a análise probabilística para a determinação da vazão mínima com duração de sete dias e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$). Para representar as séries de vazões mínimas, foram testadas as seguintes distribuições de probabilidade: Pearson tipo III, Log-Normal a dois e três parâmetros e Log-Pearson tipo III e Weibull. O critério para a escolha da distribuição de probabilidades foi o menor erro padrão. Esse erro

padrão foi analisado para todas as estações fluviométricas e aquela distribuição que apresentou o menor erro foi adotada para estimativa dessas vazões.

As vazões de permanência de 90% e 95% (Q_{90} e Q_{95}) foram obtidas da curva de permanência de cada estação fluviométrica. O procedimento utilizado para a elaboração da curva de permanência foi baseado na obtenção de classes de frequência, a qual segue os seguintes passos:

1. Definição de 50 intervalos de classe das vazões diárias, sendo a subdivisão das classes feita com base na escala logarítmica, devido à grande variação de magnitude das vazões envolvidas. Cálculo do intervalo de classe (ΔX) pela Equação 3:

$$\Delta X = \frac{[\ln(Q_{m\acute{a}x}) - \ln(Q_{m\acute{i}n})]}{50} \quad \text{Eq. (3)}$$

em que:

$Q_{m\acute{a}x}$ = vazão máxima;

$Q_{m\acute{i}n}$ = vazão mínima da série.

2. Definição dos limites dos intervalos de classe, conforme Equação 4.

$$Q_{i+1} = \exp[\ln(Q_i) + \Delta X] \quad \text{Eq. (4)}$$

3. Cálculo da frequência (f_i) associada a cada intervalo, conforme Equação 5:

$$f_i = \frac{Nq_i}{NT} 100 \quad \text{Eq. (5)}$$

em que:

Nq_i = número de vazões de cada intervalo;

NT = número total de vazões.

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

Todo o procedimento de pré-processamento das séries fluviométricas, ajuste das distribuições de probabilidade e obtenção da curva de permanência, foi realizado com auxílio do Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH), que é um *software* desenvolvido pela rede de pesquisa 2 do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), supervisionada pela ANA e 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 (citação).

4.4 Determinação das áreas de drenagem das sub-bacias hidrográficas

Para a delimitação e cálculo das áreas de drenagem, foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) do estado do Paraná, em escala 1:250.000 e resolução espacial de 30 metros, disponibilizado por Valeriano (2004). O MDE foi gerado a partir do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM), que advém de cooperação entre a NASA e a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), do Departamento de Defesa (DOD) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália (VALERIANO;ABDON, 2007).

4.5 Dados de precipitação provenientes do modelo climático Eta

Os dados de precipitação diária simulados pelo modelo climático Eta, para o período de 2010 a 2098, foram fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), para toda a área de abrangência da bacia hidrográfica do Piquiri. Foram selecionados os dados simulados pelos membros 2 e 4 do modelo, correspondentes, respectivamente, à baixa e alta sensibilidade do modelo à variação de temperatura. Para leitura dos dados foi utilizado o *software* Panoply, desenvolvido pela NASA.

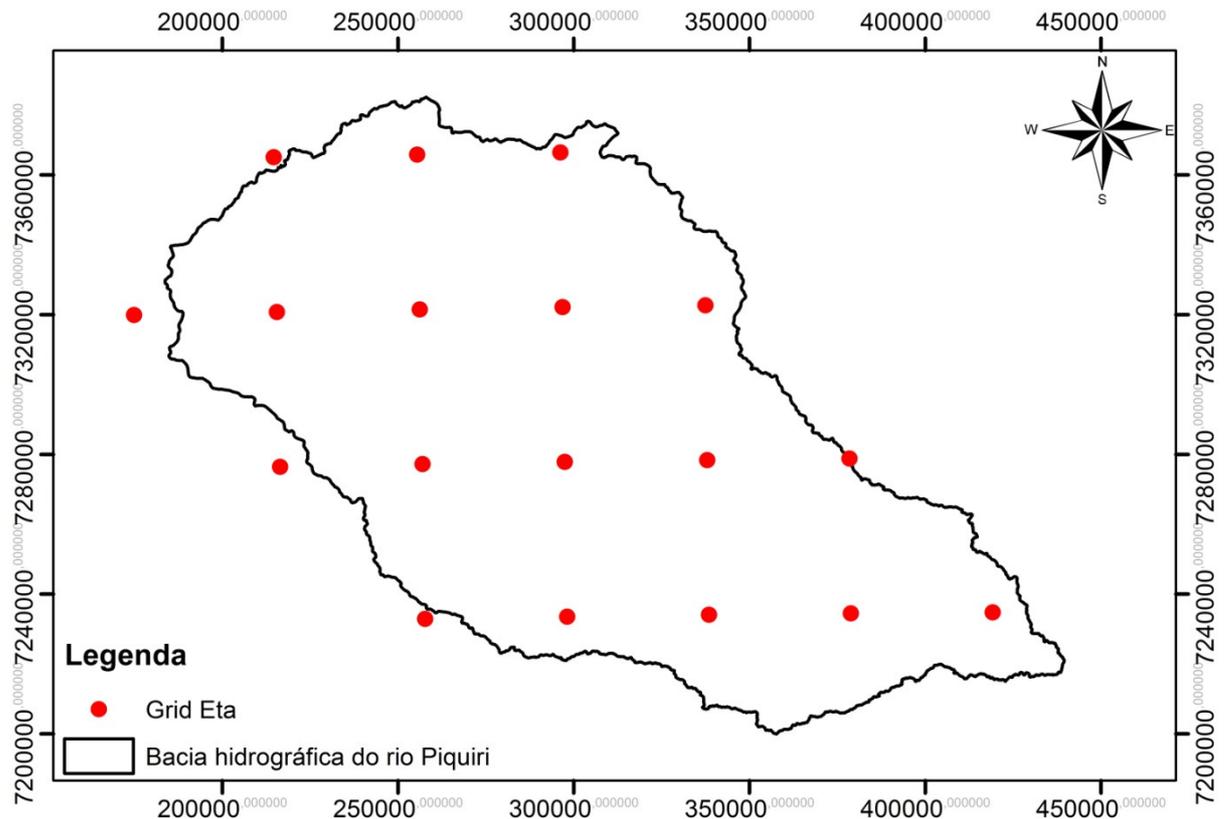


Figura 6 Pontos de estimativas do modelo Eta utilizados. Datum WGS 84, coordenadas UTM, zona 22 S.

O modelo Eta simula a precipitação futura em pontos espaçados regularmente formando uma malha (grid). Desse grid, foram selecionados apenas os pontos de interesse correspondentes aos pontos próximos às estações fluviométricas da série histórica da bacia.

Sendo assim, para cada um dos 18 pontos sobre a bacia hidrográfica do Piquiri, conforme mostrado na Figura 6, o modelo climático Eta produziu uma série simulada de precipitação diária para o período de 2010 a 2098. Essas séries foram utilizadas para estimativa das vazões no futuro, servindo de entrada em um modelo do tipo chuva-vazão. O procedimento para a obtenção deste modelo é explicado a seguir.

4.6 Obtenção de um modelo para estimativa da vazão em função da precipitação e da área de drenagem

De posse dos dados de precipitação e vazão, buscou-se definir o modelo chuva-vazão, conforme a Equação 6, que representasse as condições da bacia, ou seja, um modelo que gerasse valores de vazão condizentes com a real disponibilidade hídrica da bacia em estudo.

$$Q = f(A, P) \quad \text{Eq. (6)}$$

em que:

Q = vazão de interesse;

$f(A)$ = área de drenagem de cada sub-bacia;

$f(P)$ = função (linear, exponencial, potencial, logarítmica ou outra) das variáveis de precipitação.

Na Tabela 4 são apresentadas as variáveis de vazão e precipitação que foram correlacionadas entre si para a obtenção do modelo chuva-vazão da bacia. Considerando uma variável de grande importância na geração de disponibilidade hídrica, os valores da área de drenagem de cada sub-bacia foram inclusos no processo de obtenção do modelo chuva-vazão da bacia hidrográfica do rio Piquiri.

Foram realizados testes estatísticos padrão com o auxílio do *software* Minitab para comprovar a qualidade do modelo gerado. O modelo foi avaliado por meio do coeficiente de determinação (R^2), resíduos, significância do modelo pelo teste F, teste de hipóteses para os parâmetros do modelo e análise dos resíduos. O teste F e o teste de hipóteses para os parâmetros foram realizados ao nível de 5% de significância.

Tabela 4 Variáveis de vazão e precipitação testadas

Variáveis de vazão	Variáveis de precipitação
Vazão mínima (Q_7)	Precipitação total anual (Pt)
Vazão mínima com período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$)	Precipitação do trimestre mais seco (Ptrs)
Vazão de permanência de 90% (Q_{90})	Precipitação do trimestre mais chuvoso (Ptc)
Vazão de permanência de 95% (Q_{95})	Precipitação do semestre mais seco (Pss)
-	Precipitação do semestre mais chuvoso (Psc)

O modelo selecionado serviu de base para a estimativa das vazões futuras de cada sub-bacia, para os membros 2 e 4, entre os anos 2010-2098.

4.7 Análises de tendência das vazões futuras

De posse dos valores das estimativas das vazões futuras de cada sub-bacia, para os membros 2 e 4, entre os anos 2010-2098, fez-se necessária uma avaliação dos dados para uma melhor visualização do comportamento da disponibilidade hídrica de cada sub-bacia nos anos estudados a frente. Para tanto, empregou-se um filtro linear simples para a suavização da série de dados. O filtro linear simples foi obtido calculando-se a média de um

conjunto de valores, sempre adicionando-se um novo valor ao conjunto, descartando-se o anterior e calculando novas médias que vão se movendo até o fim da série. Pode-se definir um filtro linear simples pela Equação 7:

$$y_t = \frac{1}{2q+1} \sum_{j=-q}^q x_{t+j} \quad \text{Eq. (7)}$$

em que:

q = ordem do processo;

y_t = sinal filtrado.

Os filtros de médias móveis utilizadas neste trabalho foram de ordem 10 ($q=10$) para as séries históricas de precipitação total anual e ordem 5 ($q=5$) para as séries futuras de precipitação total anual e vazão mínima futura para membros 2 e 4, para que não houvesse uma perda significativa de dados, visto que se levou em consideração a quantidade de anos existentes nas séries. O processamento dos dados foi realizado com o *software* RStudio (2009).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis de precipitação

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios das variáveis de precipitação, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, para: precipitação total anual (Pt); precipitação média anual do trimestre mais seco (Ptrs); precipitação média anual do trimestre mais chuvoso (Ptrc); precipitação média anual do semestre mais seco (Pss); e precipitação média anual do semestre mais chuvoso (Psc), para cada uma das sub-bacias em estudo. Os valores das variáveis de precipitação dos 31 anos (1980 a 2010) das sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Piquiri são apresentados no Apêndice A.

Tabela 5 Valores de precipitação total anual, trimestre mais seco, trimestre mais chuvoso, semestre mais seco e semestre mais chuvoso (mm), associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	Pt	Ptrs	Ptrc	Pss	Psc
64764000	Guampará	1944,5	243,8	765,8	699,0	1138,1
64765000	Porto Paiquerê	1992,1	250,3	783,0	715,3	1167,8
64767000	Porto Carriel	1991,2	249,7	783,3	714,8	1167,9
64771500	Porto Guarani	1988,7	248,5	783,2	713,8	1167,3
64773000	Ponte Leôncio Primo	2005,9	253,4	787,3	713,0	1179,7
64775000	Balsa do Cantu	1964,1	242,5	780,5	690,6	1155,3
64776100	Foz do Cantu	1975,0	245,2	779,7	702,0	1159,9
64785000	Ponte do Goio-Bang	1874,5	226,6	729,8	645,9	1093,2
64790000	Salto Sapucaí	1941,8	235,9	763,9	695,7	1137,3
64795000	Ponte do Piquiri	1947,6	240,1	770,8	690,3	1142,2
64799500	Novo Porto 2	1941,3	239,1	765,6	688,4	1140,3
64810000	Bolsa do Goioerê	1677,2	188,2	675,7	576,3	971,5
64815000	Fazenda Uberaba	1649,6	182,3	663,2	559,5	955,7
64820000	Porto Formosa	1856,4	223,0	733,2	651,5	1086,7
64830000	Balsa Santa Maria	1828,1	218,6	723,1	641,0	1070,5
64833000	Iporã	1510,6	165,0	618,8	506,2	881,1

O mapa de isoietas da área de estudo é apresentado na Figura 7: a) precipitação total anual; b) precipitação do trimestre mais seco; c) precipitação do trimestre mais chuvoso; d) precipitação do semestre mais seco; e) precipitação do semestre mais chuvoso.

Para os valores de precipitações totais anuais, nota-se (Figura 7a), a bacia do rio Piquiri apresenta um núcleo de chuvas cujos valores anuais ultrapassam 2000 mm ano⁻¹,

mas há áreas, ao norte da bacia, sujeitas a precipitações que variam de 1440 a 1700 mm ano⁻¹.

Estudos realizados por Correia (2013), com 73 postos pluviométricos (41 postos intrabacia e 32 postos extrabacia), com 35 anos (1976-2010), na bacia hidrográfica do rio Piquiri, apontaram que a distribuição anual média da precipitação em toda a extensão da bacia varia entre 1400 e 2000 mm ano⁻¹, dados corroborados pelos resultados obtidos neste estudo.

Quanto à precipitação do trimestre mais chuvoso (Figura 7b), esta varia em torno de 580 a 890 mm trimestre⁻¹, sendo os valores mais altos observados no sul e sudeste. Já o trimestre mais seco (Figura 7c) varia em torno de 155 a 290 mm trimestre⁻¹ e os valores menores são observados no norte e nordeste.

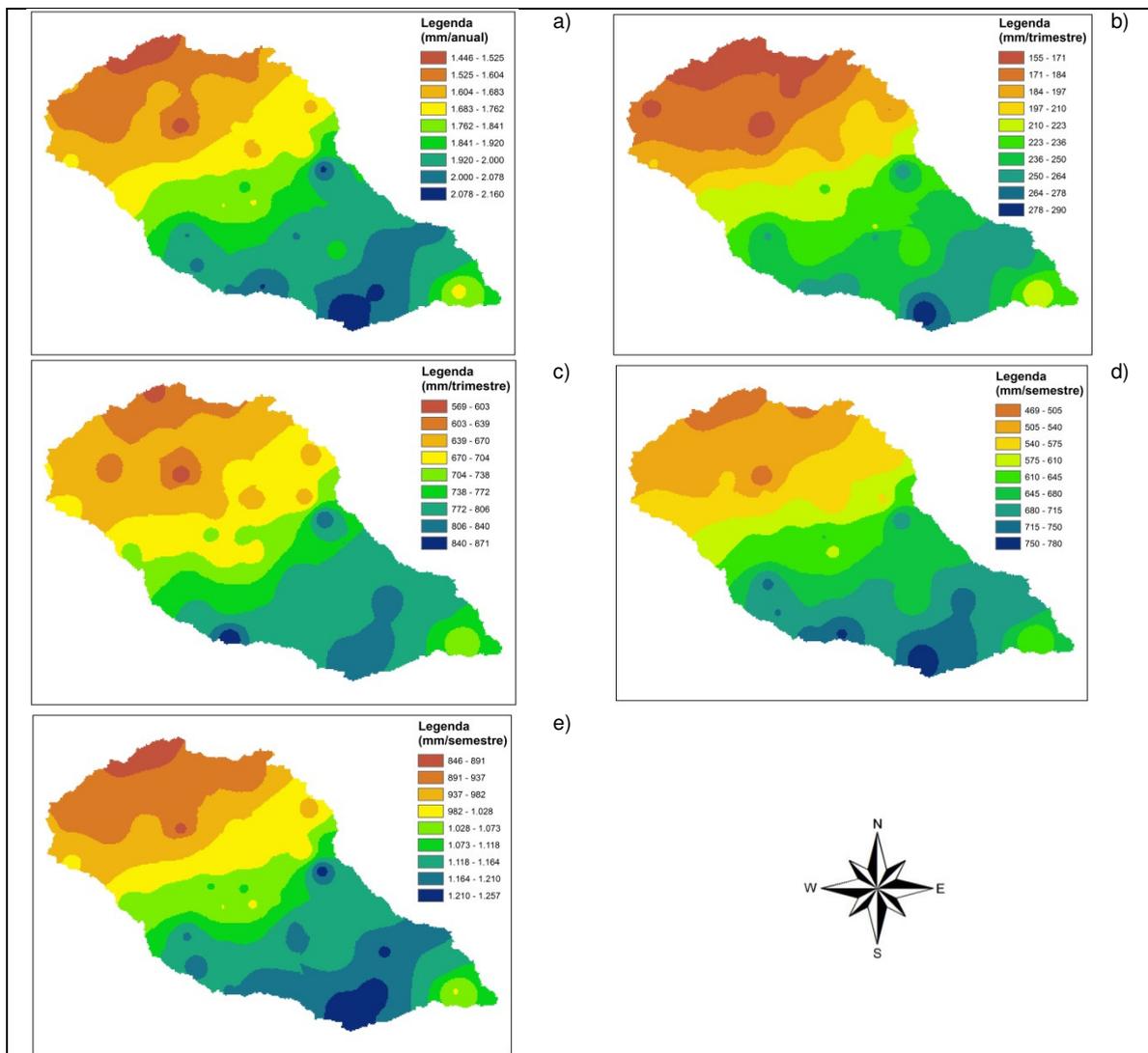


Figura 7 Mapa das isoietas:a)precipitação total anual;b) trimestre mais chuvoso;c) precipitação do trimestre mais seco;d) precipitação do semestre mais seco;e)precipitação do semestre mais chuvoso.

Observando os valores correspondentes à precipitação semestral (Figuras 7d e 7e), é possível verificar que o menor índice de pluviosidade durante o semestre mais seco e mais chuvoso da bacia concentra-se na porção noroeste, sendo que a diferença de valores entre o semestre mais seco e o semestre mais chuvoso é de, aproximadamente, 150 mm semestre⁻¹. Já os valores de maior índice de pluviosidade durante o semestre mais chuvoso são pontuais ao sudeste da bacia, enquanto durante o semestre mais seco a precipitação ocorre mais em direção ao sul.

Diante dos valores de precipitação, não foi possível encontrar um padrão, em relação aos meses mais secos e mais chuvosos, conforme podemos verificar no Apêndice B, nos mapas de distribuição espacial da precipitação total anual na bacia entre os anos 1980 e 2010. A bacia do rio Piquiri, segundo o IAP (2008), situa-se em uma região que apresenta aspecto climatológico tipicamente temperado, caracterizado por um regime de precipitação quase equitativa ao longo do ano, sendo desta maneira quase impossível pela climatologia prever a época ou o trimestre do ano em que as máximas e mínimas concentrações irão se verificar, devido à circulação atmosférica.

5.2 Variáveis de vazão e área de drenagem

Dentre as distribuições estudadas, a Log-Pearson tipo III obteve em 100% dos casos o menor erro padrão, apresentando-se com o melhor ajuste aos dados de vazão mínima $Q_{7,10}$.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores da vazão mínima com duração de sete dias e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$), as vazões médias de permanência de 90% e 95% de duração (Q_{90} e Q_{95}), utilizando os dados das séries históricas de vazão e áreas de drenagem determinadas para as estações fluviométricas. Os valores de vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7), para as estações fluviométricas estudadas, são apresentados em Apêndice C, pois o período de dados difere para cada estação.

Tabela 6 Vazões mínimas ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$), associadas ao período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), segundo a distribuição Log-Person Tipo III e vazões de 90 e 95% de permanência (Q_{90} e Q_{95}), obtidas para cada uma das estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Estação	Vazões ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)			Área de drenagem (km^2)
		$Q_{7,10}$	Q_{90}	Q_{95}	
64764000	Guampará	4,48	11,57	8,90	1687,5
64765000	Porto Paiquerê	6,31	16,47	12,78	3281,0
64767000	Porto Carriel	7,45	15,76	12,42	3536,4
64771500	Porto Guarani	6,69	19,00	12,50	4162,2
64773000	Ponte Leôncio Primo	0,45	2,12	1,36	754,6
64775000	Balsa do Cantu	5,28	10,80	8,35	2521,0
64776100	Foz do Cantu	17,70	36,31	28,25	7649,7
64785000	Ponte do Goio-Bang	8,40	12,85	9,49	1335,3
64790000	Salto Sapucaí	6,31	5,74	4,80	695,2
64795000	Ponte do Piquiri	27,56	65,60	48,44	11235,3
64799500	Novo Porto 2	28,15	75,59	54,04	12073,9
64810000	Balsa do Goioerê	15,53	21,27	19,48	2035,1
64815000	Fazenda Uberaba	19,82	30,75	26,76	2957,5
64820000	Porto Formosa	72,70	129,36	108,33	17415,9
64830000	Balsa Santa Maria	93,91	177,44	144,84	20943,8
64833000	Iporã	8,89	11,42	10,97	1065,5

5.3 Modelo chuva-vazão

Neste estudo, procurou-se reunir todas as 16 estações em uma única região, para realizar as análises de regressão com os dados obtidos. Realizou-se a correlação entre as variáveis de precipitação e a área de drenagem, considerando a importância da área no sistema de drenagem de uma bacia, mantendo-se então como variáveis explicativas a área de drenagem das sub-bacias e uma das variáveis de precipitação (precipitação total anual, trimestre mais seco, trimestre mais chuvoso, semestre mais seco, semestre mais chuvoso).

O modelo ajustado que apresentou, concomitantemente, resultados significativos pelo teste F (5% de significância) e pelo teste t para os parâmetros ajustados (5% de significância) é representado por:

$$Q_7 = -73,1 + 0,00697A + 0,00254Pt \quad (7)$$

em que:

A = área de drenagem;

Pt = precipitação total anual.

O modelo linear múltiplo foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo encontrado um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,67, conforme demonstrado no Apêndice D, na análise estatística do modelo chuva-vazão.

5.4 Dados futuros de precipitação

A variável explicativa que melhor correspondeu aos padrões propostos durante o estudo, para definir o modelo chuva-vazão da bacia, foi a precipitação total anual. Após a determinação da variável explicativa, os dados futuros de precipitação total anual para os membros 2 e 4, simulados pelo modelo Eta, foram organizados e inseridos na equação, dando origem aos valores futuros de vazão mínima.

No Apêndice E são apresentados os valores médios das variáveis de precipitação total anual (Pt), para cada uma das sub-bacias em estudo, para os dois membros do modelo Eta.

5.5 Análises de tendência da precipitação total anual histórica e futura

A partir das séries históricas e futuras de precipitação, foram gerados gráficos, por meio dos quais foi possível verificar a tendência de pluviosidade ao longo do tempo de cada sub-bacia. Ressalta-se que foi utilizado um filtro de média móvel para a suavização das séries de ordem 10 nas tendências de precipitação futura e de ordem 5 para as tendências históricas.

São apresentados os gráficos de evolução temporal das médias de precipitações anuais da série histórica e futura na Figura 8 das sub-bacias Guampará, Porto Paiquerê, Porto Carriel, Porto Guarani, Ponte Leôncio Primo e Balsa do Cantu; na Figura 9 das sub-bacias Foz do Cantu, Ponte do Goio-Bang, Salto Sapucaí, Ponte do Piquiri, Novo Porto 2, Balsa do Goioerê; na Figura 10 das sub-bacias Fazenda Uberaba, Porto Formosa, Balsa Santa Maria e Iporã.

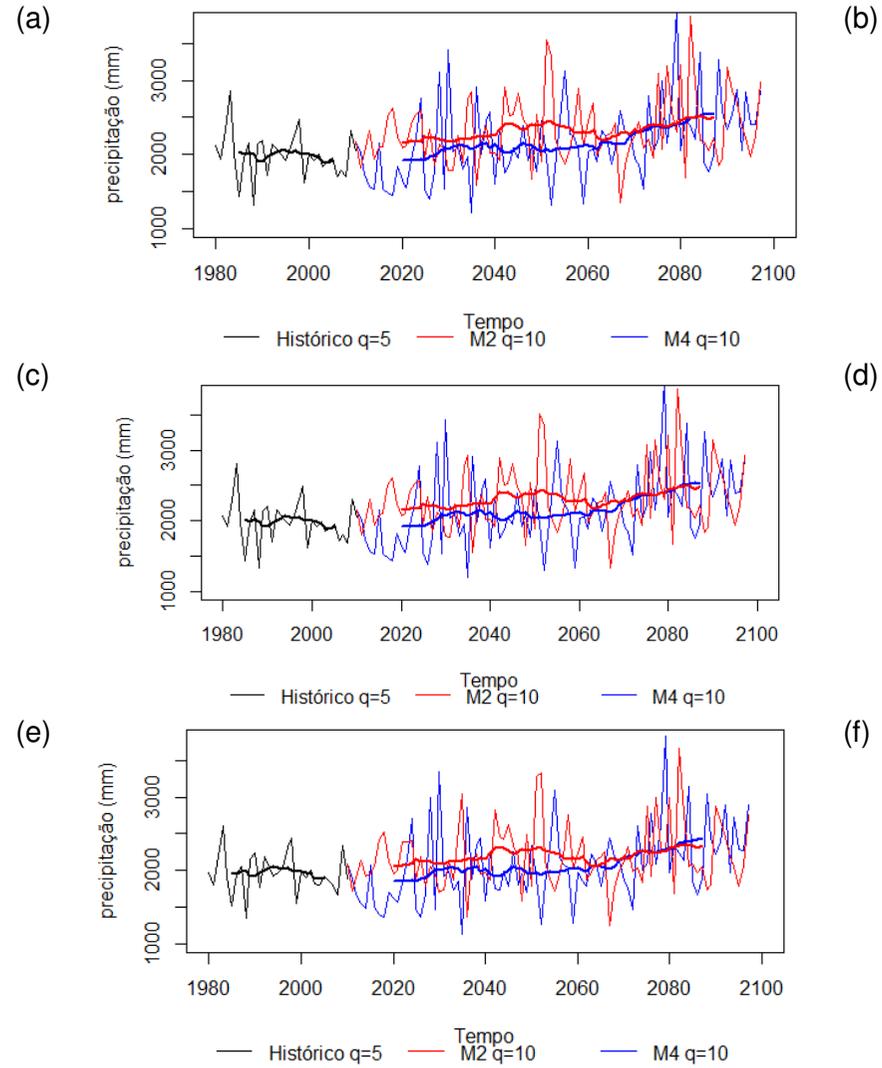
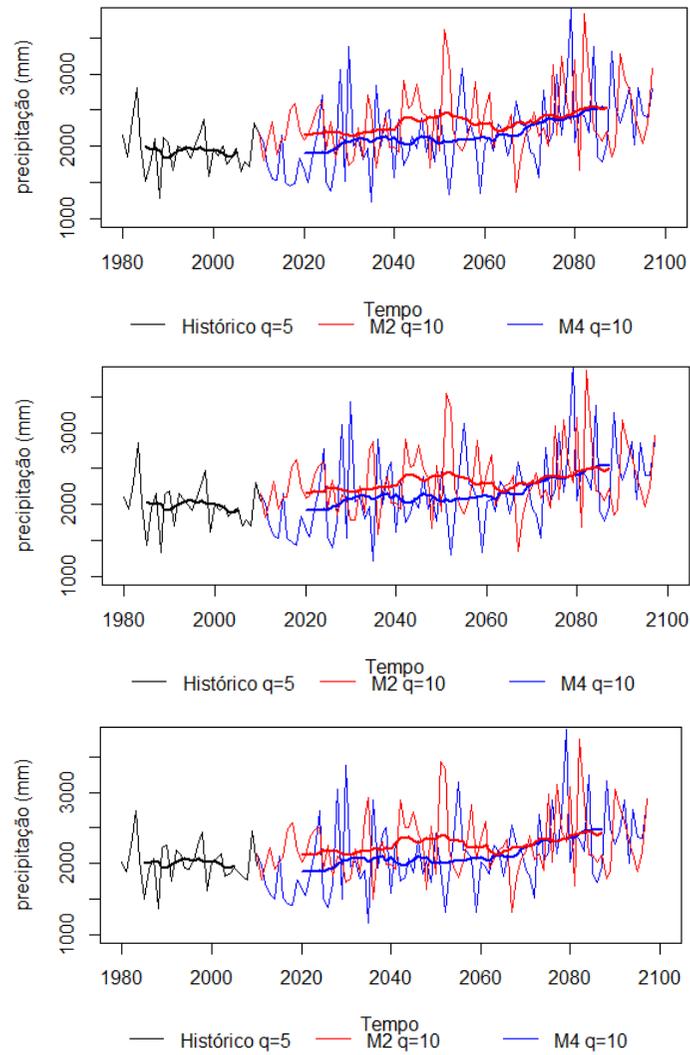
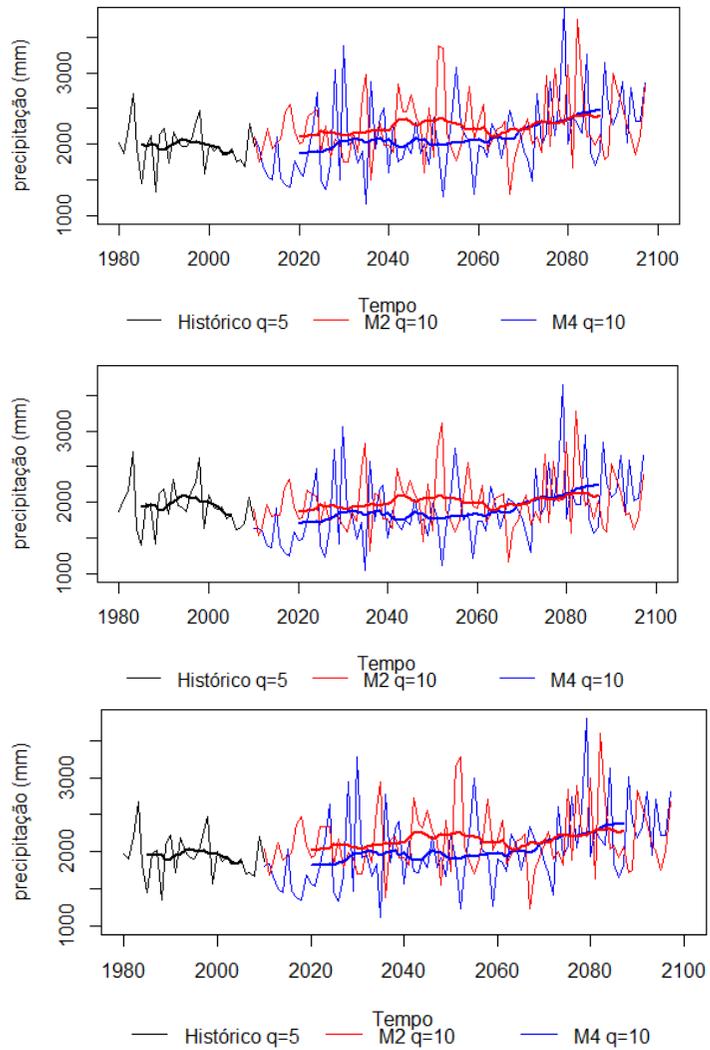


Figura 8 Evolução temporal das médias de precipitação anual da sub-bacia: a) Guampará; b) Porto Paiquerê; c) Porto Carriel; d) Porto Guarani; e) Porto Leôncio Primo e f) Balsa do Cantu.

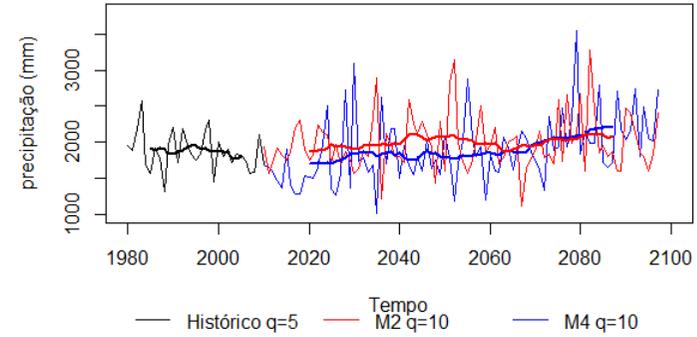
No Apêndice E, observa-se que há poucas diferenças entre os valores de precipitação total anual obtidos para as sub-bacias. Pelos gráficos, pode-se constatar essas alterações mínimas. Nota-se que os valores médios anuais de precipitação, para todas as sub-bacias, variaram entre 1500 mm/ano e 3800 mm/ano, aproximadamente, ao longo de toda a série histórica e futura.

Entre os anos de 1980 e 2000 e os anos finais da série histórica, observa-se um declínio pluviométrico, com relação às médias de todos os anos, que permaneceram próximas aos valores de 2000 mm/ano.

Para os valores obtidos a partir dos dados do membro 2 (baixa sensibilidade à temperatura), os comportamentos pluviométricos de todas as sub-bacias apresentaram tendências positivas entre os anos 2020 e 2040, comparados às séries históricas e um aumento significativo nos valores pluviométricos anuais entre os anos de 2040 e 2060, chegando próximos a 2500 mm/ano, permanecendo, ao final das séries, com tendência positiva de precipitação.

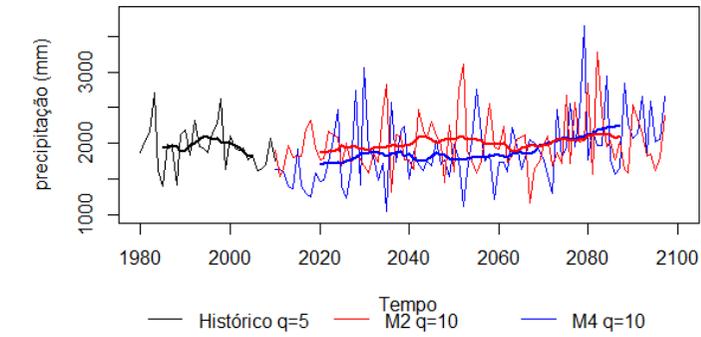


(a)



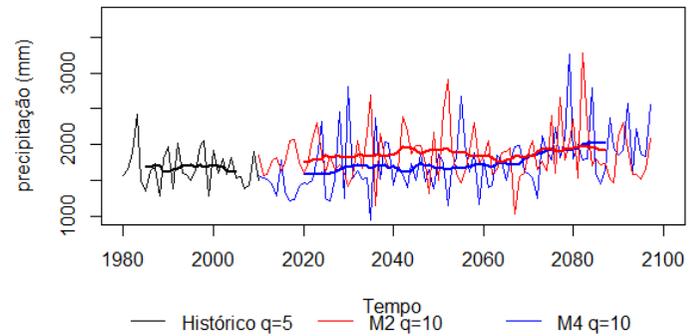
(b)

(c)



(d)

(e)



(f)

Figura 9 Evolução temporal das médias de precipitação anual da sub-bacia: a) Foz do Cantu; b) Ponte do Goio-Bang; c) Salto Sapucaí; d) Ponte do Piquiri; e) Novo Porto 2; f) Balsa do Goioerê.

Os índices pluviométricos obtidos para o membro 4 (alta sensibilidade à temperatura), também, apresentaram tendência positiva, em relação à série histórica, com valores de, aproximadamente, 2300 mm/ano entre 2030 e 2040 e 2500mm/ano a partir do ano 2080. Tais resultados, também, foram evidenciados por Pinheiro, Graciano, Severo (2013), que relatam tendência de aumento em todas as estações pluviométricas no Paraná, resultados corroborados pelos encontrados neste estudo.

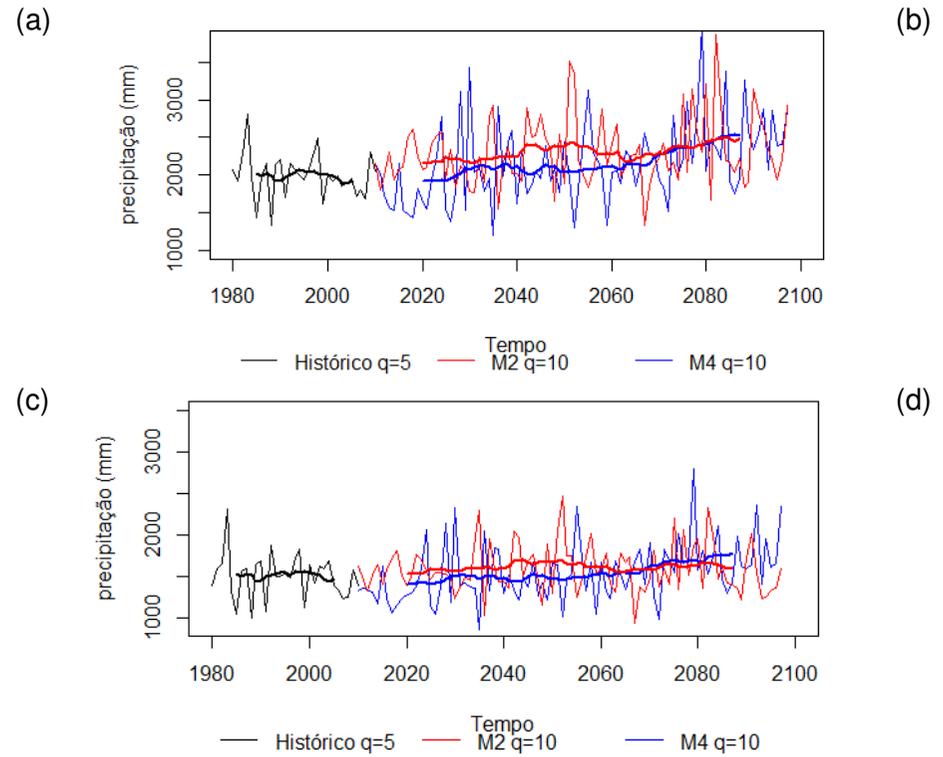
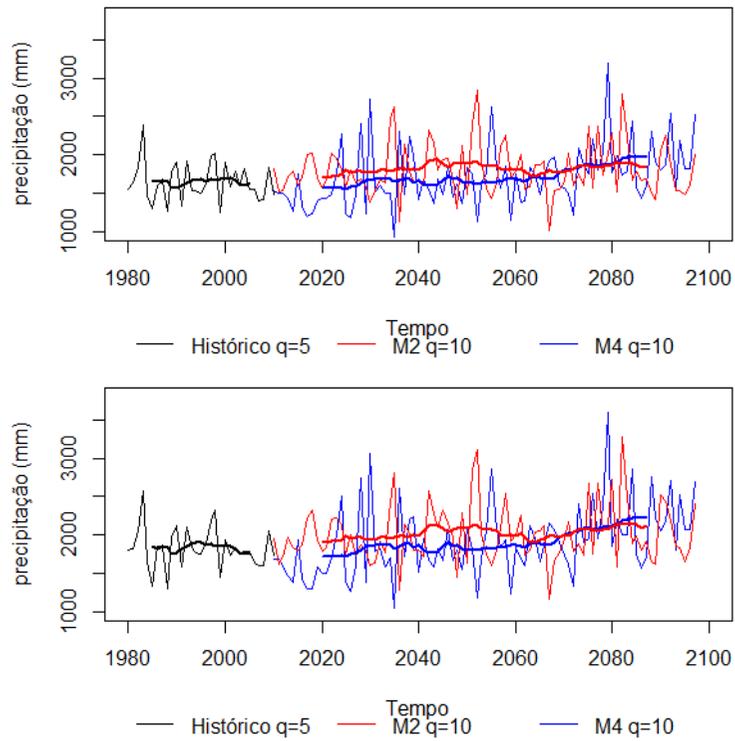


Figura 10 Evolução temporal das médias de precipitação anual da sub-bacia: a) Fazenda Uberaba; b) Porto Formosa; c) Balsa Santa Maria; d) Iporã.

Em todas as sub-bacias, observa-se que os valores encontrados para os dois membros forneceram tendências de aumento nas precipitações futuras, comparados às séries históricas. No entanto, nota-se, que entre os anos 2020 e 2070, há uma diferença de, aproximadamente, 200mm/ano, entre os valores fornecidos de um membro para o outro. Para os anos finais das séries, verifica-se que, para os dois membros, os valores estão próximos, de maneira que se pode visualizar nos gráficos a sobreposição das linhas de tendência.

Pela análise conjunta dos valores das simulações obtidas pelo membro 2 e 4, para as sub-bacias que compõem a bacia hidrográfica do rio Piquiri, verifica-se aumento no índice de pluviosidade para toda a bacia, até o ano de 2098, ressaltando que esses resultados consideraram a alta e a baixa sensibilidade a temperatura do modelo Eta.

5.6 Análises de tendência futura da vazão mínima com duração de sete dias (Q_7)

A partir dos valores de vazão mínima com sete dias de duração (Q_7), estimados para o futuro, foram gerados gráficos, nos quais é possível verificar a tendência da disponibilidade hídrica ao longo do tempo para cada sub-bacia. Ressalta-se que foi utilizado filtro de média móvel de ordem 5 para a suavização das séries de vazão mínima futura.

Na Figura 11, estão apresentados os gráficos das estimativas das vazões mínimas, das sub-bacias: Guampará, Porto Paiquerê, Porto Carriel, Porto Guarani, Ponte Leôncio Primo e Balsa do Cantu; na Figura 12, das sub-bacias: Foz do Cantu, Ponte do Goio-Bang, Salto Sapucaí, Ponte do Piquiri, Novo Porto 2 e Balsa do Goioerê; na Figura 13, os gráficos das sub-bacias Fazenda Uberaba, Porto Formosa, Balsa Santa Maria e Iporã.

No Apêndice F é possível verificar que os valores de vazão mínima estimados não sofrem oscilações bruscas ao longo do tempo.

Esse comportamento pode ser observado para todas as sub-bacias em estudo. Entretanto, os índices de vazão mínima de cada sub-bacia diferem entre si, pois estão diretamente ligados à área de drenagem de cada uma delas.

Observa-se que os dois membros apresentaram resultados semelhantes para todas as sub-bacias, exceto entre os anos de 2040 e 2060, em que se nota, claramente, que os resultados fornecidos pelo membro 2 indicam valores acima dos estimados pelo membro 4. Pressupõe-se que, dentro deste período, possa haver uma mudança de temperatura influenciando nas estimativas de vazões mínimas futuras, levando em conta a sensibilidade de cada membro simulado para as mudanças de temperatura do ar.

De modo geral, a disponibilidade hídrica estimada para a bacia hidrográfica do rio Piquiri, até 2098, é de manter um comportamento semelhante ao atual, considerando as

simulações de precipitações futuras geradas pelo modelo Eta. Souza (2011) ressalta que a recarga de vazão de um rio é dependente da precipitação, enquanto que o armazenamento e a descarga são funções complexas que são dependentes das características fisiográficas de uma bacia.

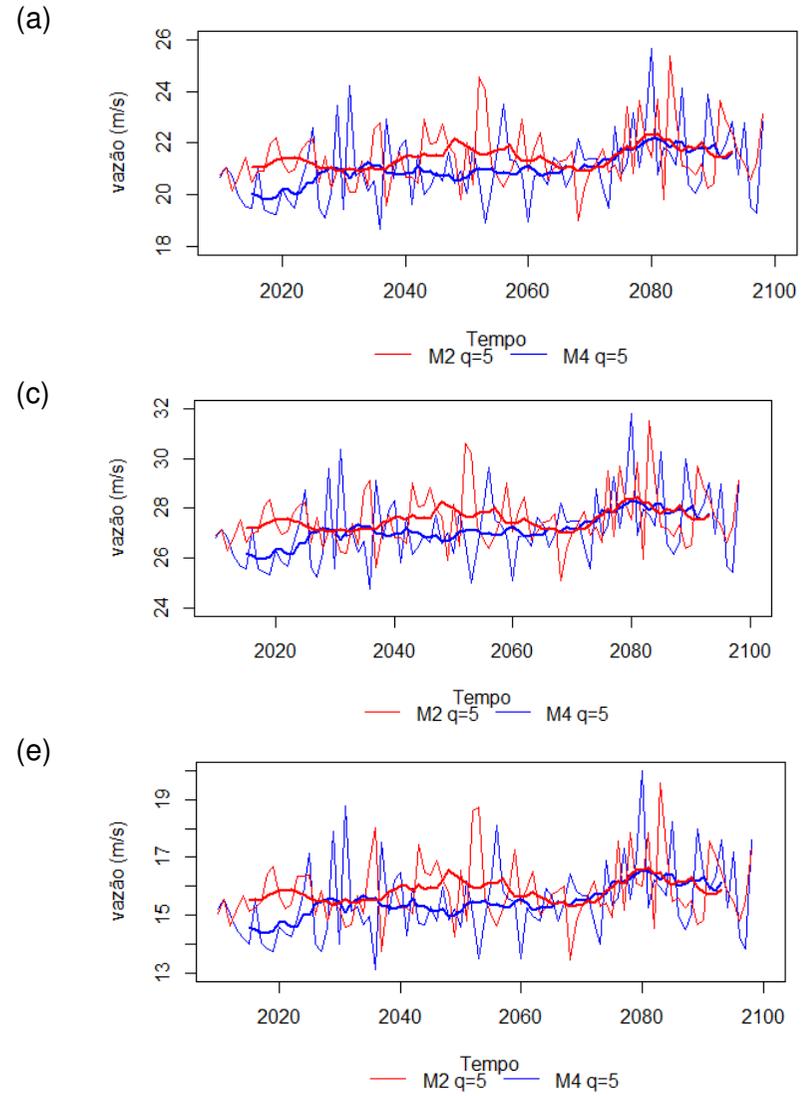
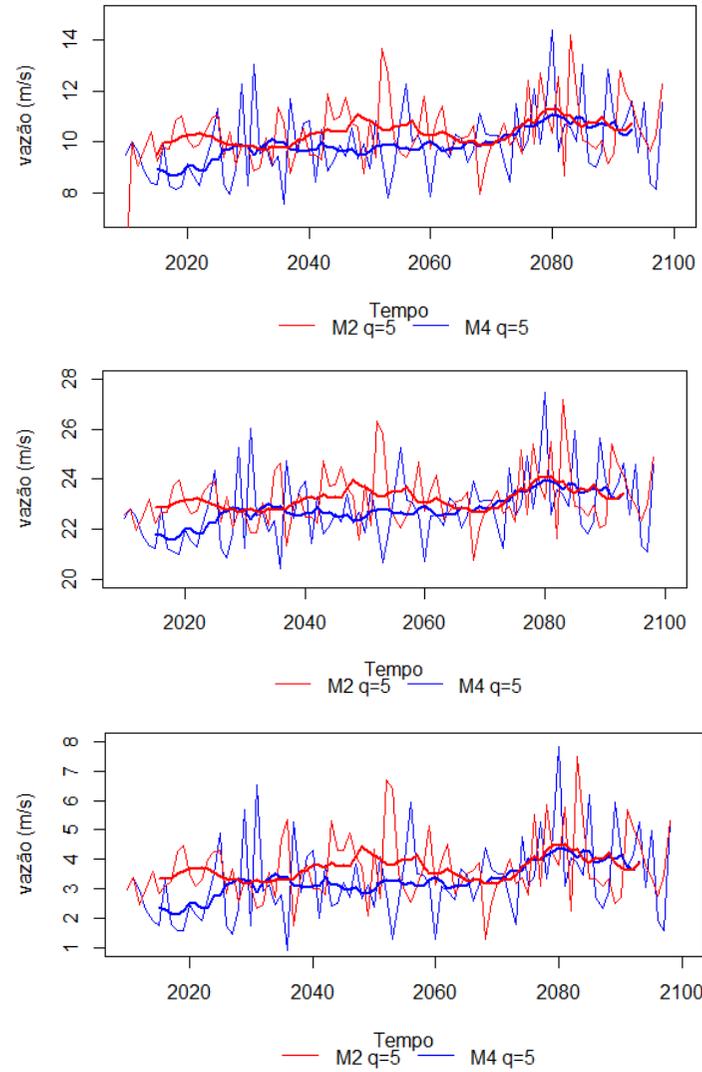


Figura 11 Evolução temporal das vazões mínimas da sub-bacia: a) Guampará; b) Porto Paiquerê; c) Porto Carriel; d) Porto Guarani; e) Ponte Leôncio Primo; f) Balsa do Cantu.

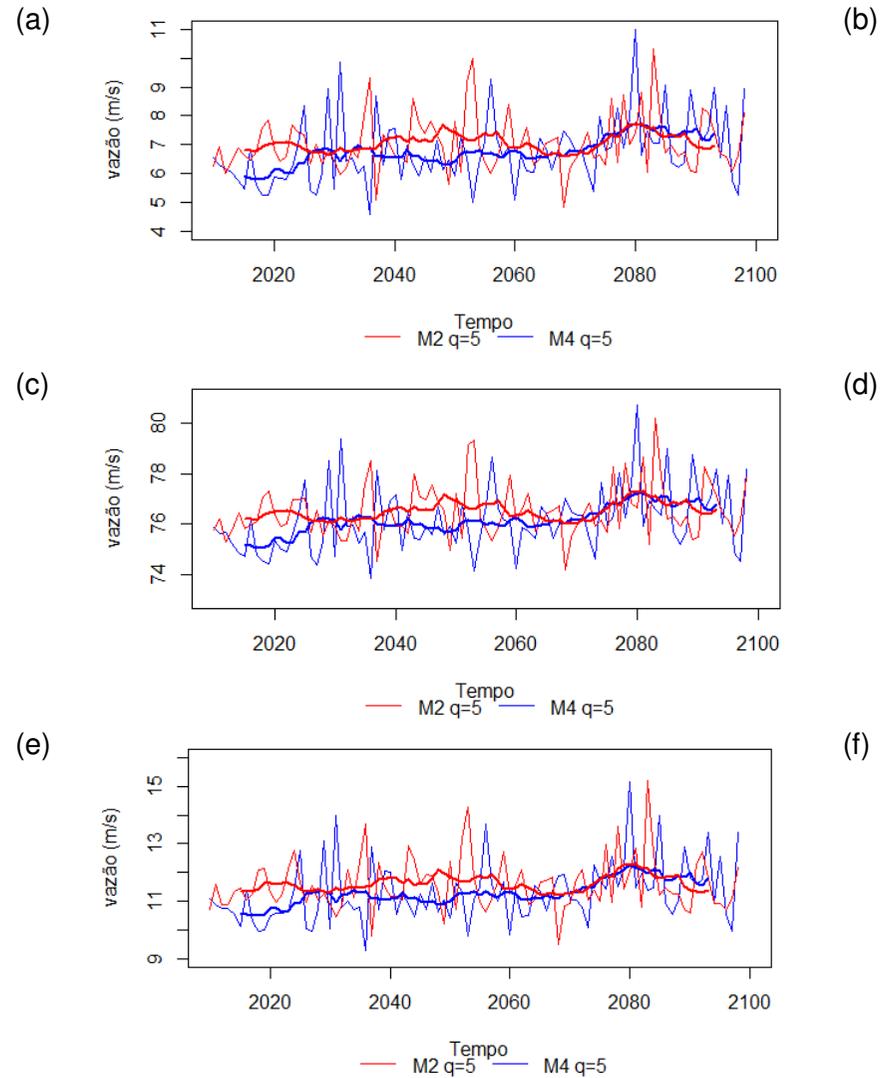
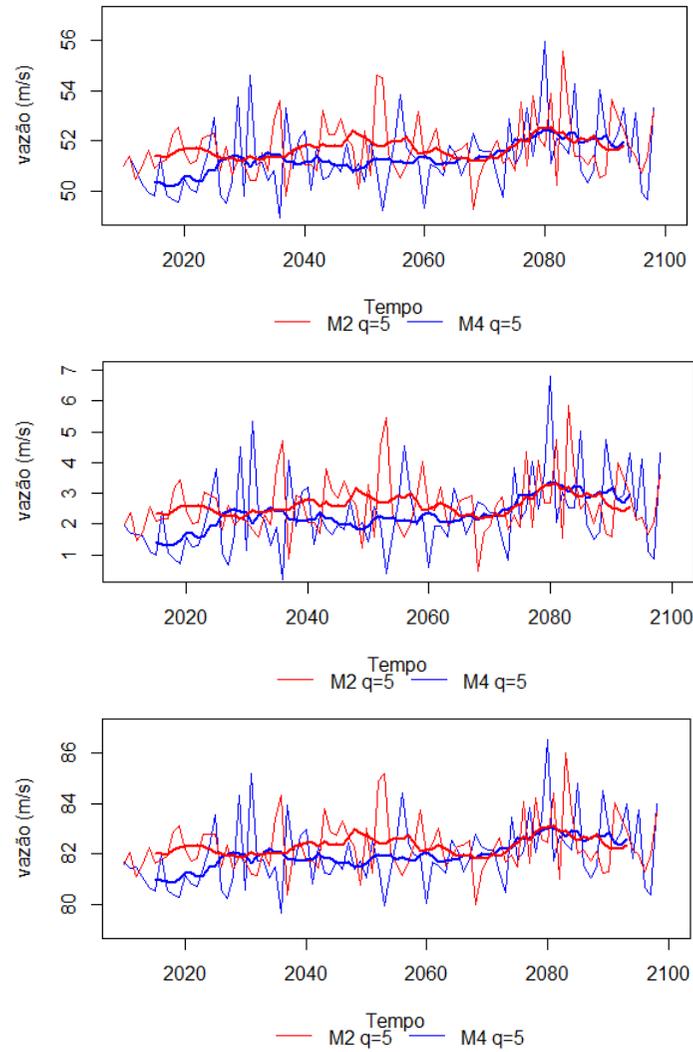
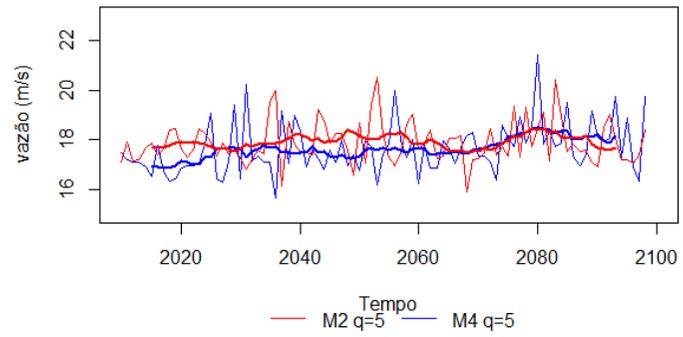
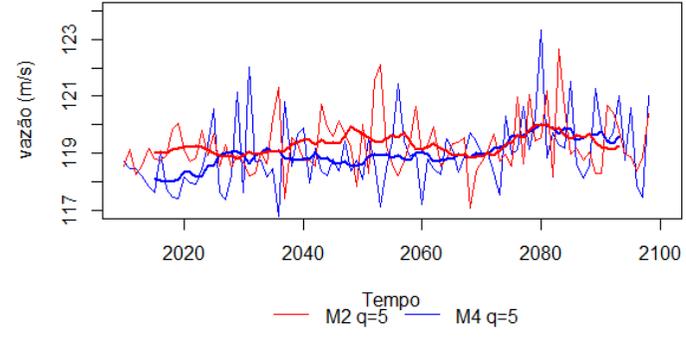


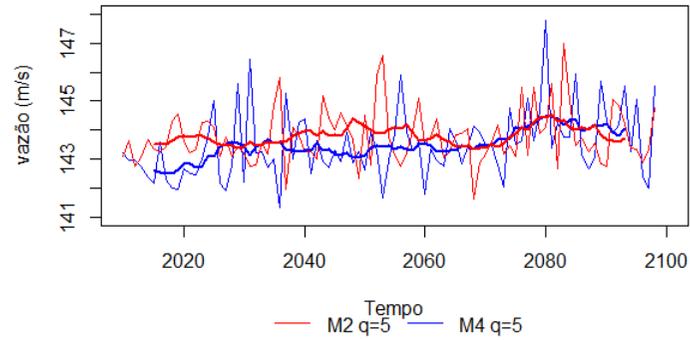
Figura 12 Evolução temporal das vazões mínimas da sub-bacia: a) Foz do Cantu; b) Ponte do Goio-Bang; c) Salto Sapucaí; d) Ponte do Piquiri; e) Novo Porto 2; f) Balsa do Goioerê.



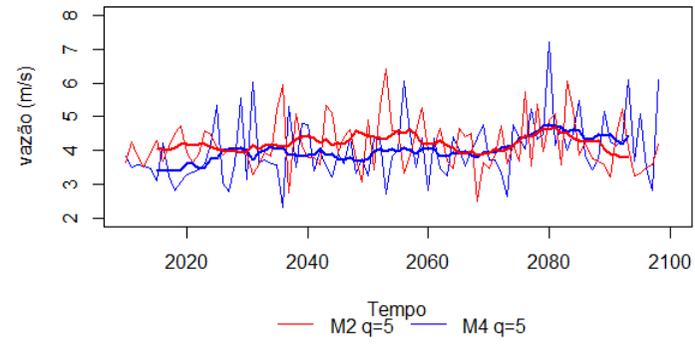
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 13 Evolução temporal das vazões mínimas da sub-bacia: a) Fazenda Uberaba; b) Porto Formosa; c) Balsa Santa Maria; d) Iporã.

6 CONCLUSÕES

De acordo com os estudos realizados para esta pesquisa:

- Não foi possível encontrar um padrão de pluviosidade, em relação aos meses mais secos e mais chuvosos na bacia hidrográfica do rio Piquiri.

- O modelo de regressão que melhor representou o comportamento hidrológico da bacia estudada foi o modelo linear múltiplo; as variáveis explicativas que corresponderam aos padrões propostos para definir o modelo chuva-vazão foram a precipitação total anual e a área de drenagem.

- Constatou-se pequeno aumento no índice de precipitação total anual simulado para o futuro na região estudada, em comparação à série histórica; observou-se que os dois membros do modelo Eta apresentaram resultados semelhantes. Além disso, os valores de vazão previstos para o futuro indicam que a precipitação não é um fator predominante para indicar a vazão.

- Os valores de vazão mínima estimados para o futuro conferem à bacia uma área sem restrições hídricas em condições naturais, considerando precipitação, área de drenagem e vazão das estações estudadas relacionadas com a temperatura. Entretanto, a falta de dados indicando as vazões mínimas da série histórica dificultou uma análise detalhada da disponibilidade hídrica atual na área de estudo.

- A tendência da oferta hídrica na bacia é manter um comportamento semelhante ao atual, levando em consideração apenas a variabilidade de temperatura dentro do complexo hidroclimático da região estudada.

REFERÊNCIAS

ADAM, K.N. **Análise dos impactos de mudanças climáticas nos regimes de precipitação e vazão na bacia do rio Ibicuí.** 2011. 80 f. Mestrado (Engenharia ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2011.

AMBRIZZI, T.; ARAÚJO, M. **Sumário executivo.** Base científica das mudanças climáticas. Brasília: PBMC, 2013. p. 37.

ARAUJO, W. S.; BRITO J. I. B. Índice de tendências de mudanças climáticas para os estados da Bahia e Sergipe por meio de índices pluviométricos diários e sua relação com o TSM do Pacífico e do Atlântico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Campina Grande, v. 26, n. 4, p.541-554, 2011.

BARBOSA, S. E. S.; JÚNIOR, A. R. B.; SILVA, G. Q.; CAMPOS, E. N. B.; RODRIGUES, V. C. Geração de modelos de regionalização de vazões máximas, médias de longo período e mínimas de sete dias para a bacia do rio do Carmo, Minas Gerais: *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 22., 2005. Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: UFOP, 2005. p. 64-71.

BOBOJONOV, I.; HASSAN A. W. Impacts of climate change on farm income security in Central Asia: An integrated modeling approach. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 188, p. 245-255, 2014.

CAMPOS, C.; ALVES, R.; BRAGA, H. J. Mudanças climáticas atuais e seus impactos no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 19, p. 31-35, 2006.

CHAN, C. S. Modelo regional Eta. *In: Climanálise.* Boletim de monitoramento e análise climática, Cachoeira Paulista - SP. Edição especial de 10 anos. MCT/INPE. 1996. 235 p.

CHAN, C. S. **Proyecciones de cambio climático:** América. 2011. Disponível em: <http://escenarios.aemet.es/escenarios/Documentacion/Curso_Lima/Lima_2011_Proy_America_Chou.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2014.

CHAN, C. S.; MARENGO, J. A.; LYRA, A. A.; SUEIRO, G.; PESQUERO, J. F.; ALVES, L. M.; KAY, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D. J.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J. F.; TAVARES, P. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. **Journal Climate Dynamics**, v.38, p. 635-653, 2011.

CHAN, C. S.; NUNES, A. M. B.; CAVALCANTI, I. F. A. Extended range forecasts over South America using the regional eta model. **Journal of Geophysical Research**, v.105, p. 10147-10160, 2000.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** 1. ed. Porto Alegre: ABRH, 2013. 271p.

CORREA, M. G. G. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri - PR.** 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo. 2013.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.13, p.111-124, 2008.

DIBIKE, Y. B.; COULIBALY, P. Hydrologic impact of climate change in Saguenay watershed: comparison of downscaling methods and hydrologic models. **Journal of Hydrology**, v.307, p. 145-163, 2005.

RIBEIRO FILHO, J. G.; SILVEIRA, C. S.; FILHO, F. A. S. **Impacto das mudanças climáticas na gestão de recursos hídricos no nordeste brasileiro**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, Bento Gonçalves - RS, 2013. **Anais...** Bento Gonçalves - RS: UFRGS, 2013. p. 57-61.

FIOREZE, A. P.; OLIVEIRA, L. F. C.; FRANCO, A. P. B. Caracterização morfológica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.40, n.2, p.167-173, 2010.

FREIRE, C. C.; OMENA, S. P. F. **Princípios de hidrologia ambiental**, Florianópolis: UFSC .2005.p. 203.

HAMADA, E.; MAIA, A. H. N.; GHINI R.; THOMAZ, M. C.; GONÇALVES, R. R. V.; LANA, J. T. O.; ALMEIDA, E. G. Precipitações projetadas pelos modelos climáticos globais do quarto relatório do IPCC para o sudeste do Brasil. In: WORKSHOP SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS, 2012. Jaguariúna. **Anais...** Jaguariúna: Embrapa, 2012. p. 48-55.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. **Avaliação ambiental integrada - Bacia do rio Piquiri**. Curitiba: IAP, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS -INPE (Org.). **Modelo regional ETA** 2013. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/27.html>>. Acesso em: 14 jan. 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **The IPCC scientific assessment**. 1990. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/ipccreports/far/index.php?idp=154>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

_____. IPCC. **Working group I: the physical science basis**. Chapter 1. 2001. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg1/index.php?idp=154>>. Acesso em: 1 fev. 2014.

_____. IPCC. **Working group I: the physical science basis**. Chapter 6. 2013. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/ipccreports/far/wg1/index.php?idp=154>>. Acesso em: 1 fev. 2014.

_____. IPCC. **Working group II: impacts, adaptation and vulnerability**. Chapter 9 e 10. 2014. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/ipccreports/far/wg2/index.php?idp=154>>. Acesso em: 1 fev. 2014.

JUNIOR, J. L. S.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D. A.; LOPES, L. G.; RANDOW, R. C. S. V. Mudanças climáticas globais e seus impactos sobre o regime hidrológico na bacia do rio Madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, Bento Gonçalves, 2013. **Anais...** Bento Gonçalves – RS: INPE, 2013. p. 74-82.

KUSANGAYA, S.; WARBURTON, M. L.; GARDEREN, E. A. V.; JEWITT, G. P. W. Impacts of climate change on water resources in Southern Africa: a review. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 05, n. 10, p. 40, 2013.

LEMOS, A. F. **Avaliação de metodologias de regionalização de vazões mínimas de referência para bacia hidrográfica do Rio São Francisco, a montante do reservatório de Três Marias**. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T.; ROCHA R. P. Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, v. 35, n. 6, p. 1089, 2010.

MARENGO, J. A.; JONES, R.; ALVES, L. M.; VALVERDE, M. C. Future Change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. **International Journal of Climatology**, v. 29, n. 15, p. 2241-2255, 2009.

MESINGER, F.; CHOU, S. C.; GOMES, J. L.; JOVIC, D.; BASTOS P.; BUSTAMANTE, J. F.; LAZIC, L.; LYRA, A. A.; MORELLI, S.; RISTIC, I.; VELJOVIC, K. An upgraded version of the Eta model. **Journal Meteorology and Atmospheric Physics**. v. 116, n. 3-4, p. 63-79, 2012.

MILLAN, M. M. Extreme hydrometeorological events and climate change predictions in Europe. **Journal of Hydrology**, v.30, n. 16, p. 41-60, 2014.

MINUZZI, R. B.; CARAMORI, P. H. Variabilidade climática sazonal e anual da chuva e veranicos no Estado do Paraná. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.5, p. 593-602, set./out., 2011.

MINUZZI, R. B.; CARAMORI, P. H.; BORROZINO, E. Tendências na variabilidade climática sazonal e anual das temperaturas máxima e mínima do ar no estado do Paraná. **Revista Bragantia**, Campinas – SP. v. 70, n. 2, p. 471-479, 2011.

NERY, J. T.; CARFAN, A. C. Análise da Chuva no Estado do Paraná. XI CONGRESO ARGENTINO DE METEOROLOGÍA. **Anais...** Mendonza - Argentina, 2012.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA – UNESCO. **O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. Brasília: UNESCO, 2012.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - PBMC. **Primeiro relatório de avaliação nacional do painel brasileiro de mudanças climáticas**: sumário executivo. Rio de Janeiro: PBMC, 2013. 24 p.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA. **Bacias hidrográficas do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Governo do Estado do Paraná, SEMA, 2013.

PINHEIRO, A.; GRACIANO, R. L. G.; SEVERO, D. L. Tendências das séries temporais de precipitação da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos – SP, v.28, n. 3, p. 281-290, 2013.

PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F.; SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. Precipitação média anual e vazão específica média de longa duração, na bacia do São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Viçosa, v. 8, n. 2/3, p. 247-253, 2004.

PRUSKI, F. F.; PRUSKI, P. L. Tecnologia e inovação frente à gestão de recursos hídricos. *In*: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: INSA, 2011. p.27-58.

RUIZ, J. M. G.; LÓPEZ-MORENO, J. I.; VICENTE-SERRANO, S. M.; LASANTA-MARTÍNEZ, T.; BEGUERÍA, S. Mediterranean water resources in a global change scenario. **Earth-Science Reviews**, n. 105, p.121-139. 2011.

SANSIGOLO, C. A.; KAYANO, M. T. Tendências nas temperaturas máximas e mínimas e nas precipitações sazonais do Rio Grande do Sul (1913-2006). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, Belém -PA, 2010. **Anais...** Belém – PA: INPE, 2010. p. 21-26.

SENATORE, A.; MEDICINO, G.; SMIASTEK, G.; KUNSTMANN, H. Regional climate change projections and hydrological impact analysis for a Mediterranean basin in Southern Italy. **Journal of Hydrology**, n.399, p. 70–92,2011.

SILVA, F. D. S.; FERREIRA, D. B.; SARMANHO, G. F.; SANTOS, L. S. F. C.; FORTES, L. T. G.; PARENTE, E. G. P. Tendência de alterações climáticas da precipitação observadas no Brasil de 1961 a 2008 utilizando dados gradeados. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, Belém - PA, 2010. **Anais...** Belém – PA: INMET, 2010. p. 15-26.

SILVA, F. S. M. **Estudos dos potenciais impactos das mudanças climáticas e de alterações na cobertura vegetal nos recursos hídricos na região central da Amazônia.** 2008. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Pará, Belém – PA, 2008.

SOLMAN, S. A. Regional climate modeling over South America: a review. **Advances in Meteorology**, v. 10, n. 6, p. 39, 2013.

SOUZA, R. M. **Estimativa de vazões mínimas na bacia do Altíssimo Rio Negro, Região Sul - Brasileira, com aplicação do modelo Swat.** 2011. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

TUCCI, C.E.M. **Regionalização de vazões.** 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.p. 256.

TUCCI, C.E.M.; MENDES, C.A.B. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** Ministério do Meio Ambiente e PNUD (Projeto PNUD 00/20). Apoio a políticas públicas na área de gestão e controle ambiental. Brasília: MAM, 2006.362p.

VALERIANO, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos - SP, 2004.

VALERIANO, M. M.; ABDON, M. M. Aplicação de dados SRTM a estudos do Pantanal. **Revista Brasileira de Cartografia**, Cuiabá, v.59, n.1, p.63-71, abr., 2007.

VIRÃES, M. V. Regionalização de vazões nas bacias hidrográficas brasileiras: estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50 – Bacias dos rios Itapicuru, Vaza Barris, Real, Inhambupe, Pojuca, Sergipe, Japarutuba, Subaúma e Jacuípe. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. 2013. 154 p.

WOLFF, W. **Avaliação e nova proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo.** 2013. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2013.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. **Guide to climatological practices**. 2011. Disponível em: <http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/guide/guide_climat_practices.php>. Acesso em: 1 fev. 2014.

XING, W.; WANG, W.; SHAO Q.; PENG, S.; YU, Z.; YONG, B.; TAYLOR, J. Changes of reference evapotranspiration in the Haihe river basin: present observations and future projection from climatic variables through multi-model ensemble. **Global and planetary change**, n.115, p. 1–15. 2014.

APÊNDICES

Apêndice A Valores das variáveis de precipitação dos 31 anos (1980 a 2010) das sub-bacias da bacia hidrográfica do Piquiri

Tabela 7 Valores de precipitação total anual, de 1980 a 1995, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
64764000	GUAMPARÁ	2153,3	1860,7	2357,8	2814,5	2006,4	1516,0	1745,3	2099,6	1283,0	2124,1	2058,4	1668,4	2007,9	1974,5	1955,8	1830,8
64765000	PORTO PAIQUERÊ	2125,6	1934,9	2314,7	2863,5	2014,0	1435,7	1947,8	2150,4	1320,4	2133,8	2182,1	1711,9	2144,3	2078,1	2000,6	1917,1
64767000	PORTO CARRIEL	2110,5	1932,1	2308,0	2852,7	2000,6	1432,1	1956,1	2149,8	1325,5	2132,1	2185,3	1707,4	2150,7	2078,5	2002,3	1924,1
64771500	PORTO GUARANI	2078,0	1920,4	2293,2	2816,7	1979,3	1429,9	1966,0	2156,7	1326,8	2137,0	2203,2	1710,4	2159,2	2066,6	2001,2	1944,7
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	2026,1	1887,2	2263,6	2739,8	2053,0	1502,7	1922,1	2068,2	1361,2	2219,2	2261,6	1752,5	2190,3	2119,2	1943,6	1912,6
64775000	BALSA DO CANTU	1966,2	1801,1	2180,9	2611,5	1924,0	1515,1	1962,3	2057,7	1346,8	2151,7	2242,9	1767,7	2185,8	2034,8	1925,7	1977,0
64776100	FOZ DO CANTU	2018,5	1875,5	2241,6	2711,5	1930,6	1457,2	1975,5	2114,0	1330,3	2137,1	2230,6	1734,6	2172,6	2040,2	1972,9	1968,4
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	1954,8	1880,4	2185,4	2574,0	1682,2	1561,6	1913,6	1792,9	1315,9	1970,0	2211,3	1714,2	2184,6	1968,7	1843,4	1752,9
64790000	SALTO SAPUCAÍ	1865,9	2030,6	2147,1	2705,0	1622,3	1405,8	1979,4	1947,1	1415,9	2115,1	2187,4	1831,9	2320,1	1961,3	1940,8	1870,6
64795000	PONTE DO PIQUIRI	1980,3	1894,8	2213,5	2675,1	1837,8	1456,6	1966,7	2031,2	1339,1	2103,0	2227,1	1728,3	2183,6	2009,8	1940,9	1917,3
64799500	NOVO PORTO 2	1967,7	1902,5	2197,4	2671,2	1815,8	1446,8	1967,5	2018,3	1342,3	2100,4	2226,7	1724,4	2185,6	2004,5	1930,1	1907,9
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	1566,2	1653,0	1890,8	2424,1	1508,0	1350,5	1635,7	1678,2	1281,9	1797,8	1963,4	1391,5	2016,6	1605,8	1580,3	1495,3
64815000	FAZENDA UBERABA	1543,4	1629,5	1836,1	2390,7	1464,1	1306,4	1610,1	1646,4	1268,4	1763,7	1898,8	1332,6	1928,1	1529,0	1531,1	1496,3
64820000	PORTO FORMOSA	1847,0	1837,9	2091,3	2586,6	1707,9	1395,5	1865,0	1893,9	1317,1	1999,0	2141,0	1612,9	2114,9	1871,7	1805,8	1788,4
64830000	BALSA SANTA MARIA	1808,2	1819,8	2055,1	2581,2	1644,7	1335,2	1847,5	1852,2	1300,3	1969,5	2116,8	1580,6	2104,2	1841,6	1764,6	1759,0
64833000	IPORÃ	1393,7	1598,7	1664,6	2309,7	1339,3	1047,8	1562,4	1598,6	1007,6	1639,8	1694,1	1092,6	1883,4	1508,6	1503,2	1544,5

Tabela 8 Valores de precipitação total anual, de 1996 a 2010, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
64764000	GUAMPARÁ	2036,1	2209,2	2369,5	1581,7	1962,2	1866,5	2009,4	1745,0	1831,3	1963,3	1659,0	1779,0	1712,9	2330,5	1767,9
64765000	PORTO PAIQUERÊ	2101,4	2300,5	2472,1	1620,1	2004,8	1919,8	1996,5	1840,4	1904,4	1957,6	1707,5	1788,5	1705,3	2323,3	1838,5
64767000	PORTO CARRIEL	2103,5	2304,0	2477,1	1623,7	2007,9	1919,6	1992,8	1843,5	1902,7	1951,4	1710,6	1791,5	1701,1	2312,6	1837,9
64771500	PORTO GUARANI	2095,8	2309,6	2490,8	1621,5	2009,4	1916,1	1982,6	1857,9	1890,8	1951,8	1721,0	1796,3	1690,2	2298,3	1827,9
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	2052,9	2308,0	2442,9	1615,1	2024,5	2078,9	2139,4	1815,0	1855,4	1937,4	1870,3	1819,4	1777,4	2462,7	1761,2
64775000	BALSA DO CANTU	2034,3	2329,7	2444,8	1548,8	1990,9	1905,7	1997,0	1824,0	1802,2	1918,7	1861,3	1803,9	1675,5	2346,4	1752,4
64776100	FOZ DO CANTU	2064,1	2315,0	2481,4	1592,1	2001,3	1906,3	1972,3	1850,5	1855,9	1943,1	1760,6	1792,6	1684,2	2294,8	1800,3
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	1842,7	2173,7	2299,1	1444,1	2001,4	1803,5	1895,7	1712,1	1844,2	1820,3	1738,5	1573,0	1581,3	2104,4	1771,1
64790000	SALTO SAPUCAÍ	2137,4	2276,2	2629,6	1630,9	2096,9	1935,7	1895,7	1934,7	1770,1	1818,4	1615,5	1636,6	1704,0	2065,3	1703,9
64795000	PONTE DO PIQUIRI	2028,6	2278,9	2467,9	1573,0	2007,0	1885,6	1929,0	1833,8	1837,8	1904,1	1719,6	1729,1	1674,9	2222,2	1778,0
64799500	NOVO PORTO 2	2023,3	2276,9	2467,3	1565,4	2000,6	1875,8	1921,1	1828,8	1831,7	1896,9	1708,1	1721,0	1674,7	2206,3	1772,0
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	1636,0	1985,4	2053,7	1278,6	1920,1	1603,7	1806,7	1589,9	1817,9	1538,6	1559,3	1384,5	1435,7	1902,3	1641,1
64815000	FAZENDA UBERABA	1615,9	1983,1	2026,3	1251,6	1899,6	1578,2	1790,8	1602,7	1812,9	1554,9	1556,5	1392,4	1425,7	1838,3	1632,7
64820000	PORTO FORMOSA	1916,2	2199,5	2343,7	1480,4	1960,4	1777,0	1873,6	1763,6	1812,3	1808,1	1664,0	1630,6	1612,5	2103,2	1727,4
64830000	BALSA SANTA MARIA	1886,2	2181,3	2316,4	1451,3	1944,1	1739,7	1840,0	1747,2	1790,7	1785,8	1629,9	1602,7	1604,6	2056,3	1713,5
64833000	IPORÃ	1493,9	1722,2	1825,0	1136,1	1648,9	1424,4	1631,5	1592,2	1688,7	1401,5	1335,8	1245,6	1262,6	1585,9	1445,6

Tabela 9 Valores de precipitação do trimestre mais seco, de 1980 a 1995, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
64764000	GUAMPARÁ	341,6	115,7	239,2	468,7	276,2	199,3	217,5	177,5	32,6	371,4	269,0	205,8	332,6	245,6	230,0	267,2
64765000	PORTO PAIQUERÊ	335,5	127,3	240,7	485,4	279,0	192,3	225,6	191,6	34,9	365,5	274,5	196,9	373,1	270,0	226,5	289,7
64767000	PORTO CARRIEL	332,0	127,3	242,4	483,8	275,0	191,4	226,8	191,8	34,8	363,1	273,1	195,9	375,0	268,2	225,5	290,2
64771500	PORTO GUARANI	329,8	126,2	242,2	481,9	267,0	189,9	226,8	189,2	35,4	363,6	277,3	195,5	378,2	262,6	223,4	289,3
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	349,1	116,3	234,2	470,9	248,0	175,1	255,8	178,9	28,5	367,8	301,2	246,7	373,3	287,8	233,2	273,3
64775000	BALSA DO CANTU	334,3	117,1	232,1	449,1	226,2	170,6	247,3	169,9	28,3	361,2	300,7	229,6	368,3	265,4	211,5	259,9
64776100	FOZ DO CANTU	330,7	123,1	238,0	465,5	245,6	182,3	233,0	179,9	32,8	359,2	293,7	207,0	376,7	262,0	217,0	279,0
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	327,1	144,0	216,4	363,8	174,9	170,4	240,9	164,2	17,0	316,3	345,5	226,8	358,2	289,7	169,4	233,1
64790000	SALTO SAPUCAÍ	323,7	127,5	260,8	418,6	163,5	160,8	229,4	132,7	34,6	322,5	342,7	201,1	426,4	268,0	198,7	281,9
64795000	PONTE DO PIQUIRI	328,3	126,0	237,3	442,3	220,7	177,9	231,5	172,0	30,7	345,3	313,3	208,6	381,7	265,8	207,2	271,0
64799500	NOVO PORTO 2	326,2	125,8	236,0	437,4	216,8	177,0	231,5	170,9	30,1	343,8	317,2	208,7	383,6	266,1	205,9	269,1
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	223,7	126,8	174,6	308,9	166,2	140,5	210,1	165,1	9,0	249,6	294,2	165,6	296,6	227,3	153,3	184,5
64815000	FAZENDA UBERABA	217,8	123,3	180,1	299,7	160,9	138,5	208,7	162,4	9,9	239,5	283,0	161,9	283,3	219,4	150,2	172,8
64820000	PORTO FORMOSA	295,2	124,7	217,7	397,2	199,9	166,3	227,4	167,0	23,9	312,1	307,9	197,3	355,9	253,8	189,5	241,4
64830000	BALSA SANTA MARIA	286,3	122,7	218,9	385,3	190,9	160,5	228,5	164,8	23,6	307,0	307,8	194,9	352,6	251,1	187,3	231,2
64833000	IPORÃ	193,8	139,4	186,7	285,9	131,5	133,6	203,8	189,3	13,2	247,2	266,2	145,5	255,9	227,4	173,3	143,3

Tabela 10 Valores de precipitação do trimestre mais seco, de 1996 a 2010, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
64764000	GUAMPARÁ	185,5	258,9	243,0	223,1	283,0	320,5	179,0	268,6	240,2	259,2	131,2	173,5	290,0	316,0	194,8
64765000	PORTO PAIQUERÊ	176,7	300,9	253,5	220,0	286,1	319,8	191,3	273,1	245,2	254,1	150,4	157,0	299,9	326,5	196,1
64767000	PORTO CARRIEL	175,1	304,0	254,3	221,2	284,1	319,1	192,2	272,8	244,3	253,1	152,2	154,8	300,8	322,4	195,7
64771500	PORTO GUARANI	168,8	305,3	256,6	219,2	282,9	314,5	192,5	273,1	242,6	252,7	155,2	154,8	301,3	314,4	192,3
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	174,3	283,0	263,7	210,7	306,1	368,3	197,7	268,0	227,3	275,0	145,0	157,7	321,1	335,2	181,7
64775000	BALSA DO CANTU	142,6	310,3	256,1	194,7	288,0	313,2	189,9	256,3	218,4	252,7	157,7	169,9	307,6	315,7	171,3
64776100	FOZ DO CANTU	155,5	305,6	256,4	210,2	282,3	311,7	190,5	269,2	235,2	255,1	155,3	157,8	303,1	306,6	182,4
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	116,0	294,5	271,6	160,7	275,1	286,8	173,0	228,5	220,7	249,2	135,3	159,8	277,4	277,7	139,7
64790000	SALTO SAPUCAÍ	141,9	266,0	265,3	218,6	303,5	327,7	194,0	294,4	223,5	223,1	141,2	108,3	298,1	249,3	166,1
64795000	PONTE DO PIQUIRI	147,5	295,2	260,1	203,7	282,3	308,0	187,8	265,3	233,0	249,9	147,4	148,8	297,2	285,9	172,3
64799500	NOVO PORTO 2	146,9	295,1	260,4	203,2	281,9	306,8	187,1	264,2	231,9	248,7	145,7	147,1	295,8	280,2	171,4
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	88,8	243,2	271,6	110,9	231,0	226,8	143,1	193,8	214,9	190,2	110,9	129,6	241,7	237,7	104,3
64815000	FAZENDA UBERABA	81,9	226,5	236,7	106,8	228,4	223,1	139,5	189,1	209,0	184,6	108,3	132,0	228,9	237,7	107,1
64820000	PORTO FORMOSA	130,3	279,0	256,5	176,0	269,0	284,5	172,1	241,0	223,0	232,4	133,1	143,3	278,4	264,3	154,1
64830000	BALSA SANTA MARIA	126,5	273,0	256,8	174,0	267,0	274,9	167,1	237,1	215,5	225,4	128,1	137,9	272,3	252,2	154,0
64833000	IPORÃ	77,8	144,5	221,9	108,5	205,4	180,4	129,9	170,8	167,7	127,8	92,0	111,2	169,8	161,1	109,9

Tabela 11 Valores de precipitação do trimestre mais chuvoso, de 1980 a 1995, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
64764000	GUAMPARÁ	704,9	881,1	1059,5	1118,0	736,4	738,5	650,7	817,6	672,5	716,1	720,7	672,4	821,8	767,0	794,2	729,5
64765000	PORTO PAIQUERÊ	707,8	906,4	1030,1	1090,5	719,4	741,5	711,1	830,6	679,3	719,1	743,6	698,2	852,7	751,6	883,5	763,8
64767000	PORTO CARRIEL	708,9	903,0	1023,4	1080,4	716,2	737,3	712,9	828,8	679,7	719,8	747,1	696,9	855,0	749,2	889,4	769,3
64771500	PORTO GUARANI	692,4	903,3	1006,1	1060,0	710,0	731,4	718,6	829,0	682,7	720,4	754,4	698,2	862,2	739,9	894,1	778,1
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	648,1	936,2	951,0	1052,6	734,3	770,6	692,6	781,3	784,3	809,3	804,5	676,9	933,0	747,1	825,9	764,1
64775000	BALSA DO CANTU	704,9	890,9	907,9	993,7	713,5	784,8	730,9	773,9	738,0	770,1	775,5	699,0	928,8	717,4	829,1	813,0
64776100	FOZ DO CANTU	658,3	898,5	958,8	1022,1	700,2	742,5	726,5	803,1	702,9	734,9	762,5	698,1	887,7	722,6	867,9	792,2
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	642,8	724,4	930,7	964,8	594,4	777,1	732,1	642,2	715,6	722,7	710,4	658,0	901,5	658,7	690,1	695,2
64790000	SALTO SAPUCAÍ	582,8	978,6	877,8	982,6	592,1	643,6	661,9	800,5	746,1	711,9	741,3	826,0	860,1	649,7	823,4	705,2
64795000	PONTE DO PIQUIRI	704,9	904,7	937,9	999,8	678,6	727,8	717,9	772,9	708,0	727,6	753,4	696,6	878,8	699,5	831,3	764,1
64799500	NOVO PORTO 2	639,6	907,8	927,2	995,3	669,3	722,1	716,5	767,8	710,3	726,5	752,2	693,5	877,7	694,5	824,0	758,0
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	575,0	892,5	796,8	888,8	690,1	618,7	675,4	587,8	680,9	666,4	647,1	570,6	908,1	535,6	624,4	577,3
64815000	FAZENDA UBERABA	704,9	719,1	768,3	874,0	579,5	598,9	672,1	575,6	664,7	642,8	632,2	540,8	877,0	519,9	627,5	582,7
64820000	PORTO FORMOSA	615,2	856,9	882,3	956,2	641,5	683,5	700,4	709,4	698,0	701,4	725,4	648,5	874,0	645,8	760,5	707,4
64830000	BALSA SANTA MARIA	602,9	854,1	859,1	954,0	621,0	659,1	688,1	694,0	690,7	689,2	718,2	635,2	865,4	636,3	752,4	700,8
64833000	IPORÃ	482,8	739,3	662,8	974,8	570,6	540,5	626,9	510,1	521,9	553,1	561,9	418,3	872,1	524,5	702,5	656,7

Tabela 12 Valores de precipitação do trimestre mais chuvoso, de 1996 a 2010, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
64764000	GUAMPARÁ	874,2	792,0	946,8	649,8	735,6	665,3	686,3	643,3	671,9	887,4	805,0	657,2	633,1	847,7	642,0
64765000	PORTO PAIQUERÊ	924,7	806,8	971,2	673,2	787,9	693,1	697,9	706,5	716,7	855,2	797,9	670,3	614,5	843,2	686,0
64767000	PORTO CARRIEL	933,3	807,3	970,4	680,3	789,2	695,2	699,7	709,2	717,9	850,3	799,9	673,3	611,6	841,7	686,9
64771500	PORTO GUARANI	946,1	811,6	972,2	687,7	792,5	698,2	706,4	713,7	718,0	846,9	797,6	675,8	603,7	841,9	686,8
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	905,8	804,2	923,6	636,2	834,0	723,3	777,9	637,3	681,8	863,8	856,2	669,4	661,9	860,8	658,7
64775000	BALSA DO CANTU	936,7	807,5	940,0	650,8	797,3	701,8	744,0	676,3	687,0	854,8	838,9	671,9	605,2	851,5	661,3
64776100	FOZ DO CANTU	954,7	812,1	962,6	681,9	794,3	701,0	722,5	700,9	706,8	848,1	808,3	674,0	601,5	842,6	680,1
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	838,7	761,6	899,3	653,2	743,0	749,6	668,8	645,7	708,3	778,9	795,4	597,5	570,0	751,7	700,1
64790000	SALTO SAPUCAÍ	1079,7	858,3	1115,5	758,8	809,6	733,5	685,4	679,2	684,9	740,9	688,2	660,8	560,3	809,6	633,8
64795000	PONTE DO PIQUIRI	982,6	809,2	969,5	690,3	784,3	706,5	706,8	687,1	701,8	822,6	783,1	656,9	591,5	824,7	675,4
64799500	NOVO PORTO 2	976,4	809,6	970,8	689,8	778,2	704,5	705,4	682,7	699,0	819,0	776,9	654,7	589,2	821,1	673,9
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	757,2	722,3	792,6	584,1	699,9	692,5	703,1	611,3	688,8	674,1	700,9	562,8	507,1	678,2	637,3
64815000	FAZENDA UBERABA	763,3	709,7	781,2	573,9	689,8	687,4	710,8	621,1	690,7	689,5	701,7	566,3	497,6	661,0	636,5
64820000	PORTO FORMOSA	913,7	780,6	916,2	656,4	743,8	694,6	706,0	663,1	692,5	779,8	748,5	629,6	564,5	775,0	659,9
64830000	BALSA SANTA MARIA	891,9	774,6	902,2	643,4	730,1	687,7	698,7	655,9	686,6	786,0	734,8	624,9	561,0	761,5	656,8
64833000	IPORÃ	680,0	645,4	682,8	476,5	637,5	685,6	610,5	638,9	715,0	668,1	707,8	486,5	455,2	629,2	544,6

Tabela 13 Valores de precipitação do semestre mais seco, de 1980 a 1995, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
64764000	GUAMPARÁ	829,7	493,3	855,9	1186,6	683,0	482,4	540,9	694,8	319,0	916,8	880,4	675,5	888,7	696,5	756,2	562,4
64765000	PORTO PAIQUERÊ	796,0	525,3	843,1	1220,4	682,7	476,3	587,3	716,8	331,2	946,6	922,8	671,7	949,5	771,9	766,3	582,7
64767000	PORTO CARRIEL	789,2	522,1	842,3	1218,9	675,0	476,4	591,8	719,7	332,9	948,6	922,9	666,4	950,0	772,3	767,4	582,0
64771500	PORTO GUARANI	784,6	520,3	838,3	1202,9	662,0	475,8	596,4	721,7	333,2	952,0	919,3	714,9	946,2	768,7	768,1	575,6
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	821,7	485,9	827,6	1060,6	654,7	428,1	595,0	713,6	310,1	935,6	964,8	656,6	955,8	771,8	777,0	559,6
64775000	BALSA DO CANTU	791,6	477,3	809,3	1053,7	613,9	430,6	594,8	695,9	307,5	935,4	903,5	656,2	936,0	743,4	753,3	523,7
64776100	FOZ DO CANTU	786,4	505,8	824,2	1140,5	632,7	462,4	596,6	711,8	324,6	940,1	919,7	650,3	940,2	758,3	761,7	552,9
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	786,6	499,4	796,2	1049,2	544,7	424,7	537,7	573,2	290,7	808,4	910,4	564,3	944,4	768,0	662,3	439,1
64790000	SALTO SAPUCAÍ	823,7	544,0	808,2	1054,1	505,2	497,6	679,0	653,0	363,9	932,6	848,4	628,7	1028,0	832,7	767,9	481,0
64795000	PONTE DO PIQUIRI	788,3	510,0	815,7	1104,4	595,9	462,6	594,9	683,4	323,5	915,0	911,5	628,6	946,2	769,1	746,7	523,2
64799500	NOVO PORTO 2	788,3	512,7	811,2	1099,8	587,9	462,6	596,0	679,6	322,5	912,7	911,2	625,6	946,4	771,9	744,1	518,7
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	588,7	454,3	733,9	1049,2	509,8	397,5	480,6	541,5	288,3	664,3	801,7	402,2	795,6	611,3	592,7	379,5
64815000	FAZENDA UBERABA	578,7	454,2	717,4	968,7	494,4	390,2	477,2	537,6	281,4	638,3	781,8	387,6	762,9	582,4	569,3	361,3
64820000	PORTO FORMOSA	727,0	499,8	775,7	1056,9	558,2	438,3	561,6	634,1	306,5	835,8	881,6	559,7	895,7	724,5	691,3	472,2
64830000	BALSA SANTA MARIA	714,0	494,7	769,8	1046,9	536,7	423,4	563,6	627,0	305,8	824,5	873,9	543,2	887,3	718,3	673,1	453,0
64833000	IPORÃ	527,3	469,7	665,4	884,8	410,8	316,5	488,4	621,6	279,1	638,6	700,6	325,3	736,3	590,4	604,9	280,3

Tabela 14 Valores de precipitação do semestre mais seco, de 1996 a 2010, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
64764000	GUAMPARÁ	491,6	758,3	1001,2	581,8	668,0	703,0	701,0	582,5	857,0	754,0	401,2	590,6	722,3	825,1	569,6
64765000	PORTO PAIQUERÊ	476,2	813,1	1026,7	573,5	667,1	707,7	705,6	591,6	880,3	772,6	452,8	565,7	734,9	848,8	568,3
64767000	PORTO CARRIEL	472,4	821,9	1028,3	573,0	662,7	706,6	708,1	590,9	878,9	772,8	457,4	560,9	734,3	845,4	566,9
64771500	PORTO GUARANI	463,5	826,5	1031,7	564,3	659,0	703,3	708,8	590,1	873,5	773,0	468,2	556,8	729,8	840,5	558,8
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	488,4	800,0	1047,0	531,6	733,9	792,5	736,6	607,8	867,7	747,5	483,0	551,1	757,0	901,8	537,7
64775000	BALSA DO CANTU	446,9	817,0	1028,9	505,9	687,8	709,7	705,2	571,0	830,6	735,5	510,8	546,0	704,6	864,8	516,8
64776100	FOZ DO CANTU	453,6	824,2	1031,3	540,0	664,5	702,3	704,5	586,4	856,5	763,6	484,1	543,9	718,5	841,0	539,2
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	431,0	649,7	995,2	461,8	692,9	635,8	640,3	537,0	829,0	689,0	472,8	458,1	638,7	819,4	472,5
64790000	SALTO SAPUCAÍ	448,9	853,0	1030,9	528,8	675,9	748,5	772,0	627,2	832,9	739,3	476,3	420,2	722,7	709,1	534,3
64795000	PONTE DO PIQUIRI	448,5	816,4	1022,9	525,1	665,3	695,0	701,7	582,0	848,4	746,7	475,9	507,8	706,6	812,2	526,5
64799500	NOVO PORTO 2	448,3	819,1	1021,4	522,3	663,2	692,7	702,4	580,3	845,8	743,0	473,9	501,8	704,6	805,1	524,5
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	368,6	649,7	919,2	364,2	677,3	509,1	644,1	467,4	806,1	489,9	420,2	371,5	622,1	819,4	444,5
64815000	FAZENDA UBERABA	352,6	642,0	899,3	350,8	664,6	503,6	631,5	463,8	805,3	482,3	418,5	370,7	605,2	727,6	443,1
64820000	PORTO FORMOSA	423,4	775,1	986,6	475,0	661,4	639,9	677,4	547,8	829,3	677,8	459,6	464,3	677,6	783,5	498,2
64830000	BALSA SANTA MARIA	416,2	763,9	979,7	466,5	654,4	622,4	667,4	541,7	819,7	664,0	451,3	446,8	666,2	760,0	497,3
64833000	IPORÃ	311,6	496,4	808,7	314,2	579,0	425,0	573,5	426,1	732,2	361,4	347,2	324,1	455,8	554,4	442,3

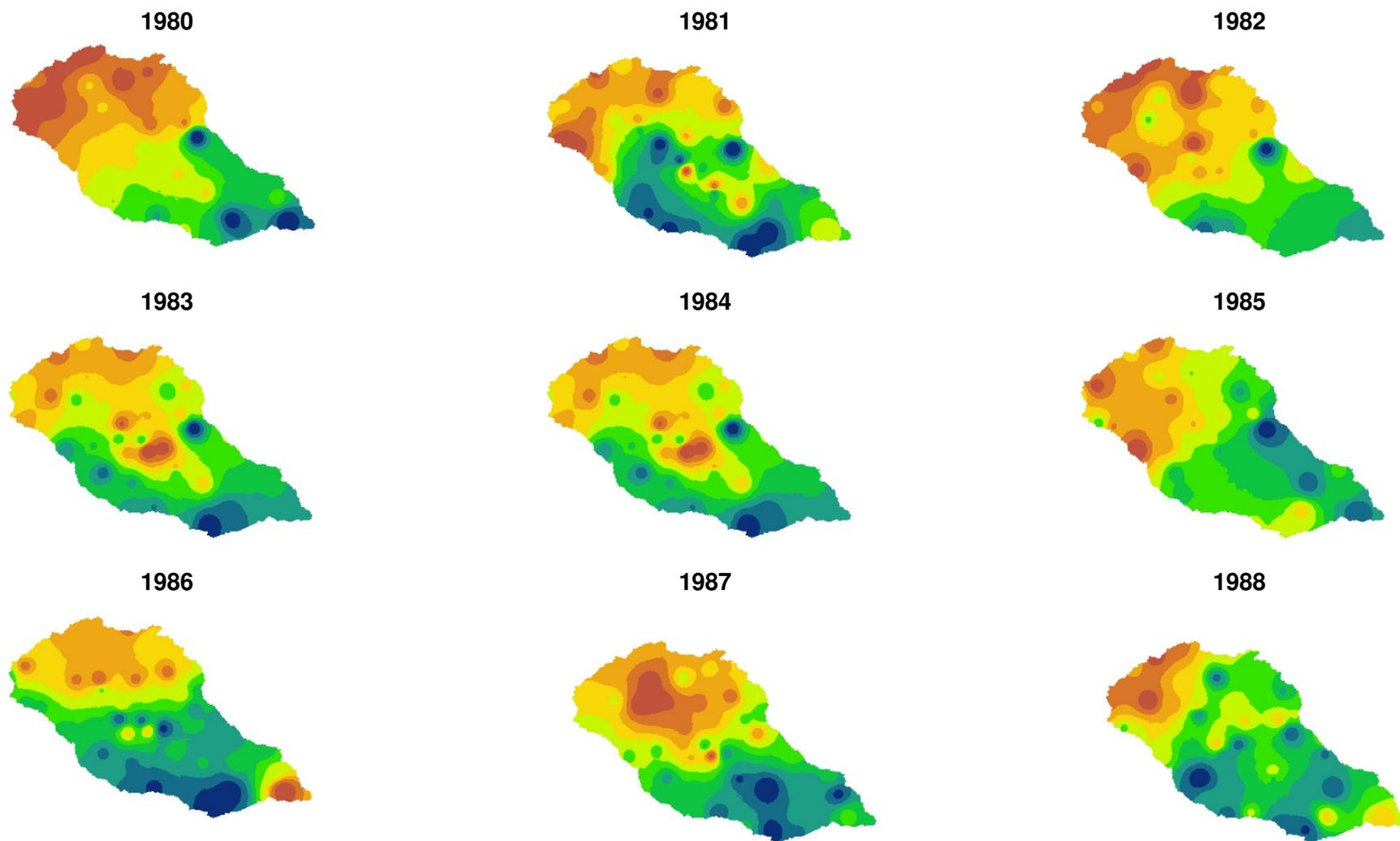
Tabela 15 Valores de precipitação do semestre mais chuvoso, de 1980 a 1995, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
64764000	GUAMPARÁ	1168,8	1000,5	1675,1	1724,9	1068,7	962,2	1043,5	1359,5	924,5	1129,3	1229,1	889,9	1248,2	1155,6	1122,7	986,9
64765000	PORTO PAQUERÊ	1150,7	1045,4	1650,6	1729,0	1087,1	938,7	1164,7	1398,0	947,8	1153,9	1287,6	904,1	1334,0	1185,2	1112,1	1047,4
64767000	PORTO CARRIEL	1142,1	1046,5	1643,4	1719,9	1082,4	937,5	1167,2	1396,2	950,3	1157,0	1292,0	900,8	1339,6	1183,3	1112,8	1054,1
64771500	PORTO GUARANI	1120,5	1046,4	1625,6	1691,4	1073,8	942,3	1171,7	1399,2	952,5	1160,5	1307,4	904,6	1351,4	1167,2	1115,0	1072,3
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	1104,6	1053,4	1613,9	1700,2	1081,9	1043,2	1139,2	1291,3	984,7	1188,5	1377,8	946,4	1395,7	1139,4	1151,3	1063,0
64775000	BALSA DO CANTU	1066,2	1015,1	1559,0	1587,3	1032,9	1061,1	1161,0	1294,0	987,5	1165,1	1346,7	946,0	1378,0	1098,0	1138,5	1106,9
64776100	FOZ DO CANTU	1090,3	1034,9	1587,7	1635,5	1042,2	980,8	1174,5	1354,2	961,9	1156,0	1321,7	918,7	1364,3	1128,7	1124,6	1094,0
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	1073,0	1066,0	1597,9	1527,3	890,4	1105,7	1149,2	1133,0	965,0	1065,9	1254,8	904,3	1330,0	1035,5	1170,9	955,6
64790000	SALTO SAPUCAÍ	1018,0	1109,6	1483,1	1706,9	874,0	917,9	1093,0	1286,6	1020,8	1117,1	1234,6	1044,8	1418,3	1052,7	1057,5	1012,4
64795000	PONTE DO PIQUIRI	1073,3	1045,8	1564,0	1619,7	988,2	984,6	1164,7	1297,7	972,3	1133,7	1301,0	919,0	1359,5	1095,6	1117,2	1060,2
64799500	NOVO PORTO 2	1067,7	1049,5	1552,6	1619,4	977,6	976,8	1165,1	1289,0	977,5	1132,1	1298,3	918,1	1362,0	1090,0	1110,2	1053,4
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	851,0	875,7	1307,5	1441,3	855,4	911,3	931,1	1004,6	877,6	987,7	1127,1	798,8	1268,4	872,4	967,5	794,6
64815000	FAZENDA UBERABA	830,6	862,4	1264,5	1423,7	834,0	881,1	910,9	993,0	881,9	973,4	1096,9	762,7	1222,9	841,7	924,8	799,1
64820000	PORTO FORMOSA	1001,7	1002,3	1479,6	1564,0	932,0	944,4	1096,4	1199,1	953,5	1085,3	1248,6	875,6	1322,5	1022,7	1051,6	978,9
64830000	BALSA SANTA MARIA	982,6	995,2	1449,8	1577,9	900,7	900,1	1080,0	1175,0	938,4	1071,5	1231,2	864,2	1315,2	1005,3	1019,8	966,3
64833000	IPORÃ	764,8	881,6	1057,6	1474,4	772,0	720,9	916,7	918,3	694,3	918,6	931,6	581,2	1207,1	820,2	848,4	885,4

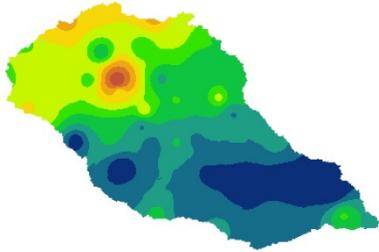
Tabela 16 Valores de precipitação do semestre mais chuvoso, de 1996 a 2010, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias, associados às estações fluviométricas da bacia do rio Piquiri

Código	Nome	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
64764000	GUAMPARÁ	1069,0	1287,5	1282,6	998,7	1029,6	1021,9	1043,1	939,7	1092,3	1345,2	1045,8	958,3	1020,1	1483,0	974,0
64765000	PORTO PAQUERÊ	1102,9	1312,7	1351,5	1042,0	1079,2	1077,7	1050,8	997,8	1157,7	1351,3	1055,9	990,6	1019,0	1451,5	1025,7
64767000	PORTO CARRIEL	1105,1	1318,3	1355,6	1044,6	1080,9	1079,4	1050,2	999,4	1159,0	1348,0	1054,6	998,4	1015,8	1445,6	1024,0
64771500	PORTO GUARANI	1101,4	1322,5	1368,1	1045,6	1082,9	1083,7	1048,9	1006,4	1150,5	1346,9	1051,7	1007,8	1006,7	1437,7	1022,7
64773000	PONTE LEÔNCIO PRIMO	1106,4	1315,6	1326,1	1075,0	1094,8	1135,6	1155,8	986,9	1069,5	1311,9	1150,4	1023,9	1059,1	1537,6	948,9
64775000	BALSA DO CANTU	1086,0	1301,6	1354,9	1020,3	1096,9	1078,1	1076,9	984,1	1048,2	1311,7	1082,9	1005,6	983,1	1471,1	971,0
64776100	FOZ DO CANTU	1091,5	1319,2	1371,1	1034,2	1086,6	1080,7	1051,8	1001,8	1111,1	1334,0	1053,0	1011,3	995,7	1439,8	1005,9
64785000	PONTE DO GOIO-BANG	1016,9	1223,2	1290,0	937,7	1146,3	986,6	946,7	931,9	1033,9	1180,2	923,6	848,2	922,4	1306,0	969,9
64790000	SALTO SAPUCAÍ	1163,9	1418,6	1509,0	1044,1	1112,1	1104,9	1020,8	1007,4	1098,7	1253,8	888,2	985,6	964,3	1294,9	943,0
64795000	PONTE DO PIQUIRI	1081,5	1317,9	1374,6	1017,8	1092,1	1063,8	1025,4	988,3	1093,9	1297,7	1012,7	980,5	980,1	1395,7	989,9
64799500	NOVO PORTO 2	1081,5	1320,7	1375,6	1014,4	1088,0	1058,0	1020,4	984,4	1090,3	1292,0	1054,6	976,9	978,4	1387,1	986,6
64810000	BALSA DO GOIOERÊ	874,6	1086,2	1183,0	898,3	1123,4	846,7	947,2	847,4	1036,1	930,6	912,6	731,2	817,5	1154,1	855,1
64815000	FAZENDA UBERABA	861,7	1093,2	1176,3	889,0	1102,0	829,0	938,8	846,0	1028,9	939,7	904,2	741,4	801,2	1121,0	850,6
64820000	PORTO FORMOSA	1025,1	1262,3	1316,6	979,7	1081,0	983,6	990,7	945,8	1065,2	1200,5	971,1	910,2	935,9	1316,3	945,6
64830000	BALSA SANTA MARIA	1007,5	1254,4	1304,1	962,5	1073,6	958,9	972,3	937,1	1054,3	1187,7	953,1	894,3	928,1	1290,4	934,7
64833000	IPORÃ	773,0	988,5	1105,2	821,5	987,8	741,0	905,5	845,7	950,7	889,2	775,1	678,1	734,0	969,2	757,8

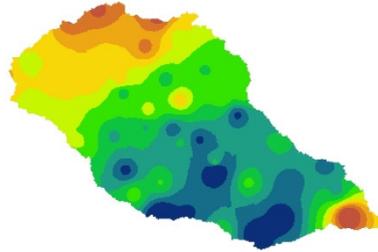
Apêndice B Mapas de distribuição espacial da precipitação total anual na bacia hidrográfica do rio Piquiri entre os anos de 1980 a 2010



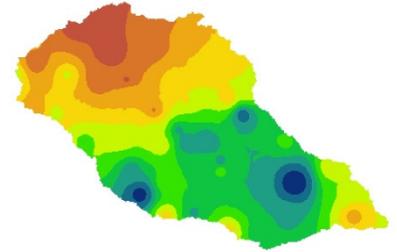
1989



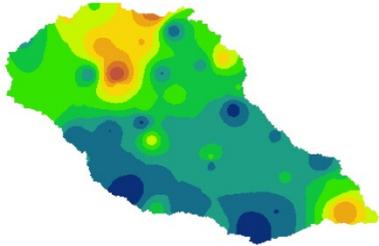
1990



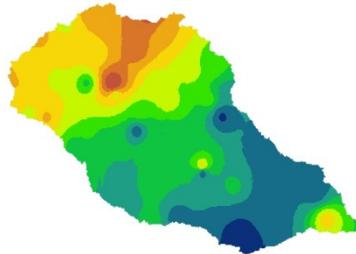
1991



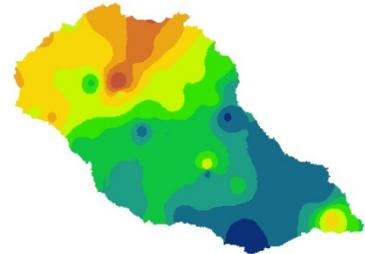
1992



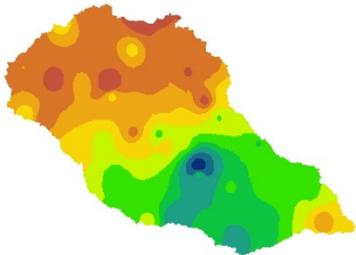
1993



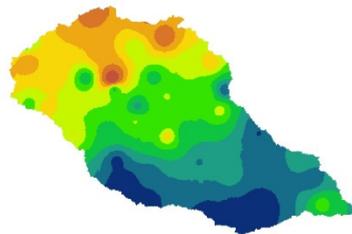
1994



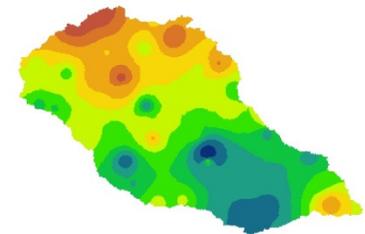
1995



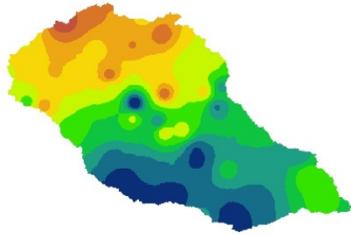
1996



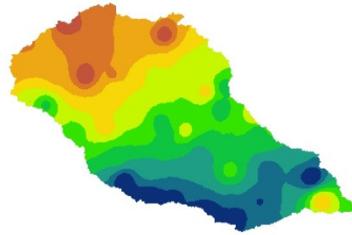
1997



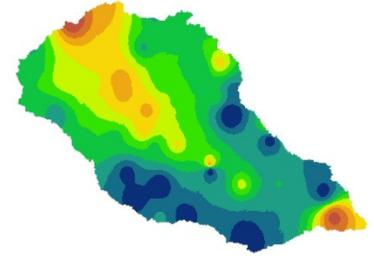
1998



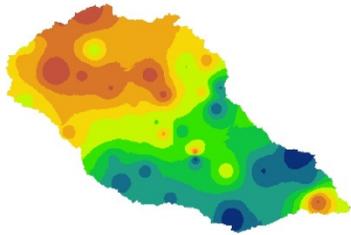
1999



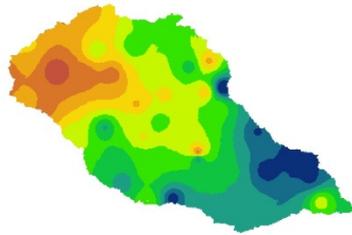
2000



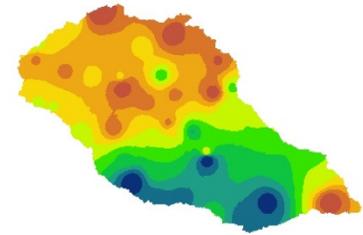
2001



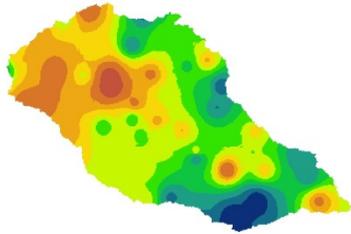
2002



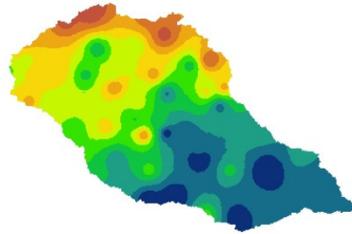
2003



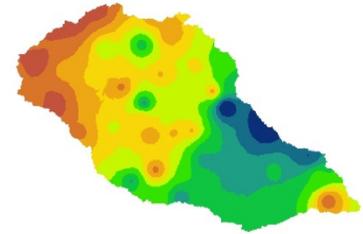
2004



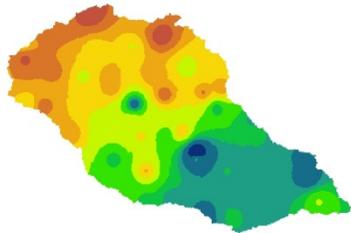
2005



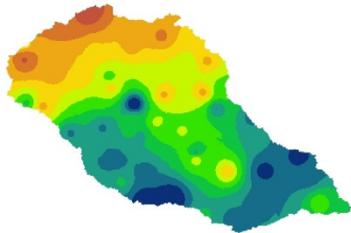
2006



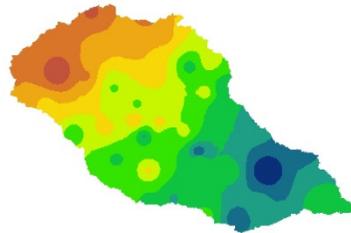
2007



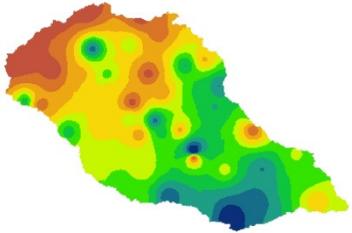
2008



2009



2010



Apêndice C Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri

Tabela 17 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Guampará (645764000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1984	7,89	1989	8,36	1994	9,79	1999	4,47
1985	6,5	1990	16,51	1995	8,5	2000	8,31
1986	5,5	1991	8,21	1996	4,74	2001	10,68
1987	12,51	1992	12,94	1997	3,65	2002	5,17
1988	3,64	1993	9,71	1998	11,6		

Tabela 18 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Porto Paiquerê (64765000)

Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)
1971	15,79	1979	8,28
1972	11,58	1980	13,54
1973	17,7	1981	8,33
1974	10,94	1982	6,11
1975	12,12	1982	34,27

Tabela 19 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Porto Carriel (64767000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1981	10,23	1989	15,61	1997	13,51	2005	11,17
1982	7,03	1990	19,5	1998	25,35	2006	7,21
1983	30,42	1991	8,54	1999	9,13	2007	10,35
1984	17,38	1992	19,22	2000	17	2008	10,56
1985	7,63	1993	7,8	2001	27,77	2009	11,25
1986	8,12	1994	17,05	2002	11,83	2010	12,63
1987	15,5	1995	14,13	2003	14,88		
1988	7,91	1996	13,22	2004	12,38		

Tabela 20 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Porto Guarani (64771500)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1976	38,57	1984	19,5	1992	27,91	2000	19,85
1977	11,94	1985	5,88	1993	23,23	2001	35,05
1978	2,19	1986	6,13	1994	19,75	2002	12,51
1979	8,56	1987	18,24	1995	16,97	2003	21,43
1980	14,25	1988	4,87	1996	15,03		
1981	9,77	1989	17,65	1997	15,61		
1982	8,41	1990	22,62	1998	32,23		
1983	36,26	1991	8,7	1999	9,34		

Tabela 21 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Ponte Leônico Primo (64773000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1978	2,63	1985	0,3	1992	1,29	1999	0,43
1979	0,83	1986	0,43	1993	2,87	2000	0,92
1980	1,4	1987	1,79	1994	1,35	2001	3,54
1981	1,85	1988	0,18	1995	0,67	2002	1,34
1982	0,53	1989	1,1	1996	1,21	2003	1,15
1983	2,77	1990	2,12	1997	1,36		
1984	0,96	1991	0,61	1998	2,33		

Tabela 22 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Balsa do Cantu (64775000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1967	7,07	1978	1,92	1989	16,58	2000	16,55
1968	5,21	1979	6,96	1990	17,21	2001	21,77
1969	6,23	1980	9,33	1991	14,33	2002	14,62
1970	7,18	1981	3	1992	20,87	2003	14,92
1971	10,92	1982	5,17	1993	24,99	2004	12,37
1972	9,58	1983	17,13	1994	20,54	2005	9,89
1973	11,27	1984	9,72	1995	18,55		
1974	6,39	1985	4,32	1996	14,41		
1975	15,28	1986	4,46	1997	16,71		
1976	20,45	1987	15,43	1998	21,74		
1977	7,01	1988	6,84	1999	12,54		

Tabela 23 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Foz do Cantu (64776100)

Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)
1986	28,33	1993	42,41	2000	29,46
1987	24,2	1994	35,88	2001	59,66
1988	10,26	1995	23,56	2002	25,87
1989	33,74	1996	25,74	2003	39,93
1990	35,22	1997	27,29	2004	25,68
1991	23,56	1998	50,2	2005	21,31
1992	38,2	1999	13,22		

Tabela 24 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Ponte do Goio-Bang (64785000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1967	7,65	1977	8,94	1987	18,33	1997	23,29
1968	5,11	1978	6,12	1988	10,45	1998	29,48
1969	6,49	1979	6,67	1989	18,59	1999	14,15
1970	8,6	1980	14,15	1990	21,23	2000	12,71
1971	16,98	1981	12,4	1991	16,53	2001	22,34
1972	13,19	1982	10,7	1992	24,72	2002	21,44
1973	19,05	1983	28,37	1993	21,66	2003	18,43
1974	10,22	1984	15,69	1994	17,37	2004	19,59
1975	10,52	1985	11,01	1995	16,85	2005	16,71
1976	14,1	1986	11,99	1996	15,49		

Tabela 25 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Salto Sapucaí (64790000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1966	4,72	1976	7,35	1986	3,91	1996	5,02
1967	4,47	1977	3,98	1987	5,62	1997	5,72
1968	4,66	1978	2,17	1988	2,15	1998	10,38
1969	7,91	1979	3,02	1989	6,54	1999	4,79
1970	4,34	1980	7,83	1990	8,71	2000	7,23
1971	8,03	1981	3,59	1991	3,92	2001	10,38
1972	7,91	1982	4,59	1992	11,44	2002	4,66
1973	8,82	1983	10,13	1993	9,61	2003	5,79
1974	5,77	1984	6,44	1994	6,3	2004	3,06
1975	8,66	1985	4,01	1995	7,59	2005	3,42

Tabela 26 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Ponte do Piquiri (64795000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1970	46,1	1979	37,85	1988	15,3	1997	55,7
1971	69,02	1980	54,2	1989	67,37	1998	106,4
1972	64,79	1981	37,32	1990	82,88	1999	31,77
1973	82,96	1982	30,98	1991	38,64	2000	56,93
1974	42,15	1983	133,64	1992	101,85	2001	105,35
1975	72,98	1984	58,1	1993	85,27	2002	52,1
1976	80,24	1985	23,59	1994	66,53	2003	51,35
1977	35,21	1986	22,72	1995	50,6		
1978	12,68	1987	61,1	1996	43,77		

Tabela 27 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Novo Porto 2(64799500)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1978	12,22	1985	29,17	1992	107,67	2000	63,2
1979	25,51	1986	28,49	1993	109,85	2001	133,66
1980	74,03	1987	78,98	1994	96,39	2002	66,65
1981	44,35	1988	19,26	1995	65,6	2003	71,33
1982	35,42	1989	96,98	1996	56,9		
1983	176,6	1990	117,83	1997	76,58		
1984	78,14	1991	52,1	1998	152,09		

Tabela 28 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Balsa do Goioerê (64810000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1963	16,55	1974	25,92	1985	19,9	1996	18,51
1964	18,3	1975	25,71	1986	18,02	1997	32,49
1965	23,29	1976	27,83	1987	25,57	1998	48,31
1966	19,25	1977	19,99	1988	11,88	1999	20,16
1967	17,57	1978	17,17	1989	19,06	2000	18,87
1968	15,42	1979	19,03	1990	28,19	2001	25,45
1969	16,24	1980	28,74	1991	16,79	2002	32,43
1970	19,31	1981	22,93	1992	28,28	2003	20,49
1971	25,28	1982	22,36	1993	28,09	2004	24,89
1972	24,27	1983	54,43	1994	22,29		
1973	31,74	1984	24,53	1995	12,4		

Tabela 29 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Fazenda Uberaba (64815000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1963	16,55	1974	25,92	1985	19,9	1996	18,51
1964	18,3	1975	25,71	1986	18,02	1997	32,49
1965	23,29	1976	27,83	1987	25,57	1998	48,31
1966	19,25	1977	19,99	1988	11,88	1999	20,16
1967	17,57	1978	17,17	1989	19,06	2000	18,87
1968	15,42	1979	19,03	1990	28,19	2001	25,45
1969	16,24	1980	28,74	1991	16,79	2002	32,43
1970	19,31	1981	22,93	1992	28,28	2003	20,49
1971	25,28	1982	22,36	1993	28,09	2004	24,89
1972	24,27	1983	54,43	1994	22,29		
1973	31,74	1984	24,53	1995	12,4		

Tabela 30 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Porto Formosa (64820000)

Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)
1966	89,06	1974	118,68	1982	101,79
1967	81,8	1975	158,68	1983	286,79
1968	72,35	1976	173,85	1998	350,73
1969	93,85	1977	99,32	2000	111,54
1970	104,02	1978	62,68	2001	199,14
1971	176,56	1979	92,24	2002	132,52
1972	154,43	1980	137,52	2003	133,15
1973	217,12	1981	109,95	2004	127,03

Tabela 31 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Balsa Santa Maria (64830000)

Ano	Q_7 (m ³ s)						
1969	209	1978	73,77	1987	180,43	1996	119,14
1970	93,91	1979	112	1988	71,57	1997	190,86
1971	224	1980	207,14	1989	225,57	1998	327,14
1972	192,57	1981	133	1990	239,71	1999	101,47
1973	263	1982	129,86	1991	118,14	2000	118,43
1974	150,14	1983	354,86	1992	219,86	2001	210,86
1975	201,29	1984	170,14	1993	218	2002	136
1976	200,29	1985	86,36	1994	187,29	2003	145,28
1977	106,29	1986	80,57	1995	134,14		

Tabela 32 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Iporã (64833000)

Ano	Q_7 (m ³ s)
1994	11,61
1995	10,43
1996	12,03
1998	20,23
1999	11,97
2000	9,5
2001	10,29

Apêndice D Análise Estatística do modelo chuva-vazão

Regression Analysis: Q7 versus ÁREA; PTOTAL

The regression equation is

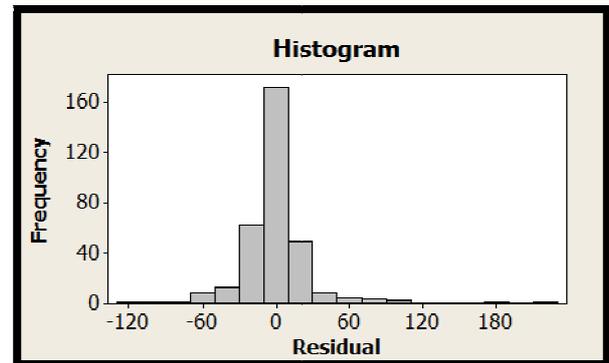
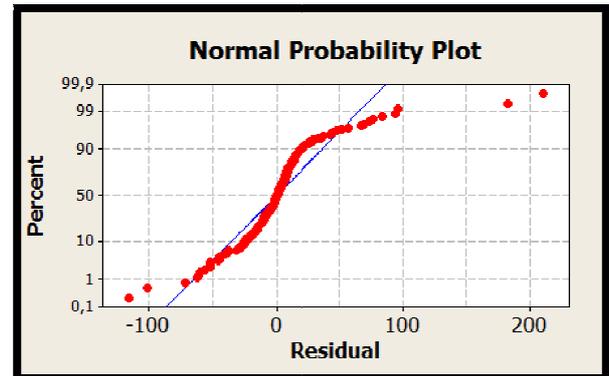
$$Q7 = -7,31 + 0,00697 \text{ ÁREA} + 0,00254 \text{ PTOTAL}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-7,309	9,960	-0,73	0,464
ÁREA	0,0069722	0,0002702	25,80	0,000
PTOTAL	0,002538	0,005076	0,50	0,617

S = 28,3238 R-Sq = 67,4% R-Sq(adj) = 67,2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	534129	267064	332,90	0,000
Residual Error	322	258321	802		
Total	324	792449			



Apêndice E Valores de precipitação total anual, de 2010 à 2098 obtidos para os dois membros do modelo Eta

Tabela 33 Valores de precipitação total anual, de 2010 à 2018, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	M2	M4																
64764000	1987,5	1980,3	2182,4	2182,4	2035,9	1810,8	1729,9	2048,0	1555,3	2347,3	1533,9	1894,1	2152,7	2099,7	1509,5	2083,9	1458,4	2512,1
64765000	2014,6	2061,1	2166,1	2166,1	2029,0	1815,1	1736,8	2016,2	1565,2	2317,0	1538,1	1934,9	2155,4	2100,7	1528,6	2107,9	1476,3	2522,4
64767000	2016,9	2059,6	2163,4	2163,4	2026,8	1814,5	1736,7	2011,2	1564,7	2314,6	1538,4	1939,6	2155,0	2099,9	1530,6	2108,6	1478,9	2522,3
64771500	2014,8	2046,8	2152,4	2152,4	2013,6	1807,0	1733,8	1994,8	1561,7	2300,6	1534,8	1944,6	2148,9	2091,1	1531,0	2104,7	1478,5	2513,2
64773000	1988,4	1972,4	2145,4	2145,4	1971,4	1771,2	1714,3	1978,0	1560,9	2225,9	1502,1	1926,5	2105,8	2025,2	1510,9	2090,7	1435,1	2487,0
64775000	1955,8	1887,1	2091,3	2091,3	1886,3	1717,4	1691,0	1910,8	1547,2	2138,4	1477,1	1920,9	2065,7	1961,1	1493,2	2057,3	1405,5	2429,8
64776100	1976,3	1962,8	2110,3	2110,3	1939,7	1755,9	1709,2	1939,3	1547,5	2215,6	1503,3	1929,1	2103,9	2024,5	1509,9	2070,3	1441,7	2459,9
64785000	1787,9	1680,0	1688,0	1943,3	1650,5	1572,7	1600,4	1722,5	1474,6	1926,1	1363,5	1821,5	1905,5	1757,5	1410,8	1873,8	1288,9	2213,5
64790000	1739,0	1747,3	1634,1	1909,4	1631,0	1539,7	1601,0	1654,9	1405,5	1979,1	1359,1	1800,6	1921,1	1823,7	1393,0	1828,1	1306,5	2208,1
64795000	1912,0	1887,3	1814,6	2054,3	1846,0	1695,0	1678,2	1864,6	1513,5	2137,3	1460,9	1894,8	2046,5	1952,2	1480,5	2003,4	1398,4	2385,2
64799500	1900,9	1873,4	1802,1	2044,2	1828,5	1684,9	1672,9	1849,1	1506,5	2121,9	1452,7	1887,9	2035,9	1939,2	1476,0	1990,3	1390,5	2370,6
64810000	1667,1	1508,2	1576,7	1852,8	1534,3	1572,7	1522,8	1576,9	1450,4	1762,4	1288,3	1814,6	1780,6	1639,7	1352,2	1732,5	1218,4	2051,6
64815000	1637,3	1489,0	1534,6	1817,1	1504,5	1510,4	1496,4	1534,5	1426,4	1722,5	1272,7	1793,4	1758,0	1604,6	1336,3	1706,1	1192,7	1998,2
64820000	1828,5	1765,8	1726,7	1983,2	1733,7	1635,7	1627,4	1763,5	1482,1	2010,5	1401,3	1857,7	1960,2	1844,9	1440,0	1910,2	1334,0	2267,8
64830000	1797,9	1741,8	1689,9	1954,3	1687,9	1614,1	1609,8	1723,4	1459,9	1971,6	1377,7	1833,4	1931,4	1804,9	1426,1	1874,3	1306,2	2225,1
64833000	1465,8	1392,3	1339,2	1626,5	1362,0	1461,2	1355,2	1333,5	1316,6	1522,5	1180,9	1647,8	1623,4	1408,7	1239,5	1579,7	1067,0	1724,9

Tabela 34 Valores de precipitação total anual, de 2019 a 2027, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027	
	M2	M4																
64764000	1486,4	2590,9	1842,5	2222,9	1662,1	2091,9	1501,7	2153,7	1890,2	2342,4	2188,2	2545,6	2707,7	2611,1	1523,6	1950,6	1383,7	2344,8
64765000	1449,1	2617,5	1834,7	2244,2	1652,8	2082,7	1543,5	2126,5	1922,9	2404,5	2240,2	2540,8	2764,9	2595,8	1542	1944,6	1394,8	2345
64767000	1442,2	2619,4	1833,9	2246,1	1648,7	2082,2	1548,2	2121,6	1928,5	2410,9	2247	2540,5	2769,6	2592,6	1544,5	1942,8	1394,6	2346
64771500	1427,3	2614,2	1825,3	2239,8	1639,4	2072,3	1555,2	2103,5	1930,7	2415,7	2251,8	2528,4	2769,6	2575,6	1543,5	1933,3	1391,9	2337,8
64773000	1422,1	2576,3	1775,1	2187,6	1648,3	2020,9	1554,5	2099,5	1851,4	2392	2182,5	2478,5	2738,3	2502,9	1498,5	1919,8	1388,3	2259,8
64775000	1374	2528,5	1709,7	2125,3	1615,6	1951	1567,9	2012,1	1818,2	2395,9	2151	2390,7	2709,1	2407	1469,3	1865,8	1369,5	2190,5
64776100	1393,7	2563,5	1766	2176,3	1617,9	2004,7	1557,3	2042,7	1876,9	2397,9	2202,6	2448,5	2730,8	2482,1	1506,3	1890,5	1374,1	2261,7
64785000	1282,6	2306,8	1533,6	1911,5	1515,3	1750,9	1501,7	1815,6	1657,3	2245,5	1971,7	2132	2508	2103,6	1349	1716,1	1274,9	1969,5
64790000	1248,3	2318,6	1589,2	1933,6	1465,3	1765,8	1480,8	1786,9	1738,5	2169,4	2059,5	2116	2469,2	2096	1397,3	1691,5	1238,2	2004,7
64795000	1353,6	2491,3	1704,2	2102,4	1576,9	1930,9	1538	1965,8	1822,2	2344,2	2145,8	2353,6	2660,2	2365,7	1468,4	1835,3	1339,3	2182,3
64799500	1347,2	2476,4	1693,7	2087,4	1569,1	1916,1	1534,6	1952,4	1813,2	2331,4	2135,9	2334,4	2646,8	2343,7	1462,2	1824,7	1332,3	2165,1
64810000	1237,4	2069,4	1421,8	1747,1	1466,6	1603,2	1457,5	1721,7	1494	2077,3	1800,2	2312,1	2318	1873,8	1249,4	1616,2	1208,6	1839,9
64815000	1226,7	2028,7	1395,1	1710,5	1434,8	1570	1437,8	1684,1	1477,4	2024,4	1771,4	1950	2275,3	1820,2	1235,7	1592,9	1181,9	1796,5
64820000	1313,9	2358,4	1611,2	1984,5	1530,1	1820,6	1509,7	1876,0	1723,8	2250,1	2037,5	1910,1	2546,9	2196,4	1400,3	1760,5	1292	2059
64830000	1300,4	2318,1	1582,5	1944,5	1507,3	1783,8	1494	1844,8	1702,7	2207,2	2011,3	2215,2	2508,2	2138,6	1379,5	1734	1271,2	2009,5
64833000	1163,2	1813,9	1245	1510,9	1282,1	1395,6	1308,2	1488,6	1375,4	1765,1	1600,9	1712,8	2059	1568,7	1150,8	1474,6	1051,9	1557,4

Tabela 35 Valores de precipitação total anual, de 2028 a 2036, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036	
	M2	M4																
64764000	1768,2	1833,3	3067,9	2145,5	1511,4	2088,4	3376,0	1742,5	1999,4	1796,5	2108,4	2251,5	1812,6	1842,9	1966,5	2708,8	1231,4	2471,6
64765000	1768,4	1846,4	3109,1	2137,1	1532,9	2082,9	3417,4	1783,1	2034,6	1788,7	2107,5	2258,4	1800,9	1886,3	1964,6	2756,7	1217,1	2838,4
64767000	1767,6	1847,5	3112,9	2134,4	1535,3	2083,2	3421,1	1788,3	2040,8	1786,2	2106,8	2258,1	1797,5	1891,5	1964,4	2765,6	1215,1	2871,9
64771500	1761,9	1844,9	3110,8	2123,2	1534,2	2074,8	3421,1	1791,0	2043,5	1777,7	2097,1	2247,0	1784,9	1896,3	1956,9	2768,4	1206,9	2922,4
64773000	1726,4	1812,2	3045,9	2105,7	1499,0	2019,1	3370,8	1728,1	1951,0	1779,4	2039,9	2197,9	1782,4	1868,9	1903,5	2644,2	1173,4	2923,2
64775000	1682,7	1782,3	2999,8	2057,3	1471,2	1952,4	3346,3	1701,3	1916,2	1742,8	1979,9	2128,3	1731,5	1877,9	1852,6	2580,3	1126,9	3050,0
64776100	1721,5	1812,9	3046,7	2079,0	1500,4	2009,1	3375,5	1749,9	1985,8	1750,4	2033,4	2176,1	1743,1	1884,4	1901,2	2679,2	1164,6	2979,9
64785000	1571,6	1703,1	2726,9	1875,8	1363,0	1760,3	3100,0	1569,1	1743,6	1641,4	1786,8	1891,7	1586,3	1795,9	1685,3	2351,1	1013,2	2886,0
64790000	1621,3	1742,0	2742,2	1822,5	1422,3	1793,4	3067,2	1681,5	1881,0	1589,3	1814,8	1875,8	1484,5	1742,8	1722,0	2478,8	1043,0	2823,2
64795000	1682,5	1785,8	2954,5	2010,7	1465,8	1940,5	3292,0	1714,3	1936,5	1708,7	1963,9	2087,6	1678,8	1854,7	1841,8	2601,8	1124,4	2946,4
64799500	1676,4	1782,0	2936,5	1994,8	1460,7	1926,2	3273,6	1708,5	1927,5	1700,0	1949,3	2069,6	1666,2	1848,7	1828,9	2586,5	1116,8	2936,5
64810000	1509,7	1650,1	2454,0	1724,7	1247,9	1594,8	2806,3	1411,5	1542,6	1565,5	1632,6	2048,7	1515,9	1669,6	1537,6	2160,2	943,0	2685,9
64815000	1488,3	1636,7	2401,6	1689,2	1240,3	1576,8	2724,5	1389,4	1519,3	1532,0	1596,9	1682,8	1493,0	1636,3	1505,1	2465,4	934,5	2619,1
64820000	1624,4	1743,9	2790,1	1908,1	1400,0	1828,1	3128,0	1626,8	1817,7	1654,2	1849,2	1960,8	1615,5	1796,8	1734,2	2426,5	1066,6	2850,8
64830000	1604,9	1734,7	2738,5	1865,5	1390,5	1796,8	3062,5	1609,7	1791,5	1633,0	1811,8	1920,9	1586,4	1775,2	1701,8	2426,5	1050,8	2807,4
64833000	1374,3	1558,4	2139,9	1541,6	1193,7	1493,9	2324,2	1248,6	1390,9	1364,2	1424,3	1504,8	1380,4	1464,5	1362,7	1995,1	866,0	2299,8

Tabela 36 Valores de precipitação total anual, de 2037 a 2045, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2037		2038		2039		2040		2041		2042		2043		2044		2045	
	M2	M4																
64764000	2846,2	1706,8	2011,4	2109,4	2465,2	2405,0	2509,5	1984,8	1564,4	1985,0	2375,2	1913,5	1733,7	2917,2	1878,8	2520,6	2140,4	2567,3
64765000	2909,6	1589,1	2004,8	2164,6	2458,8	2388,8	2578,9	2019,7	1607,2	2021,4	2357,7	1928,5	1758,3	2909,7	1873,0	2521,1	2091,7	2543,1
64767000	2915,6	1577,7	2003,9	2169,7	2456,1	2386,7	2588,4	2023,4	1612,4	2024,8	2354,3	1929,1	1760,0	2906,2	1872,9	2518,4	2083,3	2537,9
64771500	2916,8	1550,9	1994,7	2175,3	2443,8	2374,0	2591,3	2022,5	1616,5	2022,9	2338,1	1923,8	1761,0	2891,2	1864,4	2506,1	2062,3	2519,0
64773000	2885,0	1493,4	1939,8	2170,2	2415,7	2298,4	2501,2	1991,0	1591,3	1992,4	2312,0	1915,2	1753,8	2891,0	1795,4	2509,3	2066,9	2499,8
64775000	2857,5	1369,8	1883,5	2163,1	2351,3	2219,9	2442,5	1962,3	1581,5	1962,4	2233,3	1877,8	1754,5	2829,5	1729,3	2450,3	1985,6	2418,0
64776100	2877,4	1493,4	1935,4	2168,4	2388,0	2294,7	2512,2	1984,8	1596,4	1985,2	2269,3	1890,4	1755,6	2840,5	1796,1	2461,9	2009,1	2451,0
64785000	2630,2	1212,8	1701,8	2113,3	2181,2	1989,2	2194,9	1810,9	1494,6	1810,6	1955,5	1722,4	1687,6	2596,8	1544,1	2255,8	1808,2	2124,3
64790000	2577,4	1311,6	1731,3	2126,0	2175,3	2098,3	2236,6	1774,6	1494,8	1773,9	1880,7	1639,0	1707,0	2470,5	1617,9	2183,8	1751,7	2083,5
64795000	2800,6	1397,8	1871,0	2156,0	2324,3	2217,4	2425,0	1928,0	1567,2	1928,2	2165,6	1830,4	1738,9	2749,7	1731,8	2388,2	1940,4	2347,3
64799500	2783,0	1386,7	1858,5	2155,2	2312,8	2200,3	2407,1	1916,1	1562,5	1916,1	2143,6	1816,6	1736,0	2730,4	1717,7	2373,0	1927,0	2324,3
64810000	2366,8	1141,7	1514,8	2157,5	2037,7	1825,7	2016,3	1693,2	1442,3	1695,3	1723,7	1651,0	1589,3	2383,3	1405,0	2190,7	1729,1	1864,1
64815000	2310,2	1125,8	1480,6	2136,4	2232,6	1783,0	1987,1	1652,4	1424,9	1653,4	1684,0	1605,4	1551,1	2325,8	1375,4	2157,4	1690,7	1798,0
64820000	2656,9	1312,6	1752,8	2150,9	2210,0	2079,2	2287,7	1843,1	1526,1	1844,4	2012,6	1756,7	1689,9	2621,5	1621,2	2309,8	1858,7	2176,1
64830000	2604,3	1289,0	1714,9	2141,4	2210,0	2028,4	2246,0	1810,2	1514,1	1811,3	1952,4	1714,5	1674,2	2573,8	1585,4	2270,0	1824,6	2112,6
64833000	2043,9	1043,5	1331,4	1956,5	1844,7	1595,3	1832,4	1447,1	1297,2	1449,9	1519,0	1363,4	1347,9	2057,8	1223,5	1968,9	1496,4	1500,2

Tabela 37 Valores de precipitação total anual, de 2046 a 2054, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2046		2047		2048		2049		2050		2051		2052		2053		2054	
	M2	M4																
64764000	1967,0	2859,0	2391,6	2470,5	1919,0	2423,6	2150,0	1697,2	1778,6	2507,6	2503,2	1944,4	1949,5	3616,2	1328,8	3221,9	1780,6	2237,1
64765000	1955,9	2831,3	2392,6	2481,9	1928,2	2376,5	2106,7	1668,1	1774,1	2541,1	2464,9	1907,8	1953,7	3550,4	1311,5	3328,2	1819,7	2218,3
64767000	1955,7	2825,4	2392,8	2482,4	1930,8	2371,3	2100,8	1663,9	1772,5	2544,5	2457,1	1902,5	1953,1	3541,7	1307,0	3340,4	1823,6	2213,9
64771500	1946,0	2801,5	2382,9	2472,1	1927,0	2352,0	2082,7	1651,6	1764,2	2543,2	2434,3	1885,7	1946,5	3508,8	1295,7	3353,5	1824,9	2199,3
64773000	1869,3	2732,4	2326,8	2424,0	1852,2	2290,7	2036,5	1630,4	1738,2	2515,8	2418,4	1858,5	1924,4	3437,4	1310,4	3322,1	1824,1	2193,3
64775000	1788,5	2618,2	2252,1	2344,8	1799,8	2182,7	1947,2	1577,0	1704,3	2486,2	2333,6	1780,8	1884,8	3285,9	1271,5	3332,8	1815,0	2122,7
64776100	1866,1	2695,3	2309,9	2398,0	1863,9	2261,1	2008,6	1607,5	1726,7	2506,6	2365,5	1823,3	1910,0	3373,8	1272,5	3337,6	1809,9	2148,4
64785000	1599,6	2289,5	2030,7	2110,9	1632,4	1930,5	1757,0	1427,1	1550,5	2294,1	2082,4	1601,5	1786,4	2822,6	1189,3	3152,1	1709,7	1979,9
64790000	1688,4	2303,9	2046,0	2105,2	1698,7	1993,7	1777,3	1448,7	1534,1	2263,1	1981,2	1597,6	1781,8	2754,4	1118,4	3111,2	1608,8	1910,7
64795000	1797,9	2575,8	2229,1	2311,3	1805,0	2172,6	1937,0	1555,7	1672,4	2442,3	2266,5	1754,4	1871,4	3200,6	1235,7	3282,6	1766,4	2087,0
64799500	1786,1	2552,7	2213,1	2294,5	1792,5	2154,5	1922,4	1544,7	1662,3	2427,5	2244,8	1740,2	1865,3	3162,5	1228,5	3270,8	1757,6	2075,5
64810000	1505,8	1993,9	1873,0	1981,3	1484,3	1741,7	1650,7	1315,6	1390,3	2165,0	1876,4	1509,2	1757,1	2477,9	1151,4	2913,3	1648,7	1952,7
64815000	1489,9	1942,8	1842,2	1953,6	1446,8	1689,5	1615,7	1293,2	1364,6	2123,2	1838,4	1476,4	1744,7	2401,8	1129,1	2841,8	1619,5	1925,3
64820000	1699,2	2384,4	2110,6	2200,9	1697,5	2023,6	1836,4	1473,6	1581,7	2338,7	2130,5	1662,0	1832,8	2945,7	1202,3	3162,4	1720,2	2033,9
64830000	1672,2	2329,1	2073,5	2160,9	1660,7	1973,3	1799,9	1447,7	1553,5	2295,7	2079,4	1628,0	1819,8	2847,6	1185,2	3117,4	1694,7	2009,0
64833000	1383,2	1687,8	1675,1	1771,9	1265,1	1436,1	1429,3	1161,9	1230,5	1892,8	1677,0	1308,0	1653,1	2043,0	1021,4	2475,6	1456,3	1756,1

Tabela 38 Valores de precipitação total anual, de 2055 a 2063, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2055		2056		2057		2058		2059		2060		2061		2062		2063	
	M2	M4																
64764000	2465,7	2020,6	3084,6	1936,0	2191,9	2107,4	2286,9	2313,4	2047,1	2890,1	1343,7	2067,1	2042,3	2509,3	2121,4	2740,5	1938,7	1993,5
64765000	2456,4	2012,9	3123,2	1872,9	2271,7	2077,6	2253,3	2308,1	2061,0	2893,9	1337,9	2106,7	2042,4	2457,3	2074,9	2695,6	1904,8	1985,1
64767000	2455,0	2011,6	3125,3	1864,4	2284,1	2073,6	2248,7	2306,6	2059,8	2893,7	1336,9	2113,4	2040,5	2449,8	2069,5	2689,7	1900,6	1984,0
64771500	2440,7	2001,8	3119,6	1843,4	2297,0	2058,8	2229,7	2297,2	2053,0	2883,3	1331,4	2117,9	2029,6	2424,1	2049,5	2666,6	1886,0	1974,5
64773000	2375,5	1957,8	3138,6	1810,3	2197,0	2021,9	2174,8	2251,8	2077,4	2826,5	1311,9	2046,5	2026,9	2360,1	1956,5	2587,2	1848,2	1930,9
64775000	2282,1	1892,0	3088,0	1721,2	2197,0	1946,6	2079,9	2193,6	2044,2	2761,1	1277,5	2020,7	1967,3	2231,7	1850,4	2460,3	1779,7	1868,2
64776100	2352,3	1942,3	3083,3	1775,1	2253,2	1994,7	2142,9	2241,8	2034,9	2813,7	1301,7	2073,1	1983,8	2314,9	1950,4	2553,9	1825,1	1917,0
64785000	2015,8	1728,2	2868,4	1570,9	2050,7	1759,0	1811,5	2043,4	1935,9	2514,4	1207,8	1876,7	1820,3	1956,9	1606,4	2198,9	1590,1	1694,6
64790000	2040,5	1752,4	2755,0	1588,2	2116,8	1747,9	1753,0	2074,5	1852,9	2557,4	1209,0	1960,3	1740,1	1928,1	1733,0	2237,0	1600,0	1733,7
64795000	2255,0	1882,6	3002,7	1714,9	2206,5	1924,1	2031,9	2188,6	1992,7	2728,8	1274,0	2030,6	1919,8	2202,6	1862,3	2449,2	1756,4	1857,0
64799500	2234,6	1870,6	2986,8	1703,5	2196,8	1909,5	2011,1	2179,0	1985,6	2711,1	1269,4	2023,1	1907,3	2178,9	1849,5	2427,7	1741,7	1845,0
64810000	1825,9	1608,7	2682,3	1471,5	1863,9	1663,5	1626,1	1896,5	1886,2	2300,5	1169,0	1732,7	1778,1	1833,6	1404,5	2048,8	1432,5	1577,5
64815000	1776,1	1570,1	2626,4	1434,1	1844,3	1635,2	1572,9	2104,1	1853,0	2255,2	1152,2	1704,7	1760,5	1787,3	1392,3	2002,5	1399,8	1551,5
64820000	2105,7	1787,2	2891,1	1628,4	2101,5	1830,1	1888,6	2082,2	1953,6	2584,6	1238,0	1938,0	1862,2	2063,5	1724,6	2305,2	1646,7	1764,8
64830000	2053,0	1756,2	2851,2	1602,4	2075,8	1796,3	1831,0	2082,2	1933,9	2539,3	1226,4	1914,4	1838,1	2005,1	1693,4	2254,8	1609,8	1732,8
64833000	1533,3	1756,3	2343,9	1260,5	1720,4	1471,7	1328,2	1746,1	1669,7	2026,9	1060,3	1537,2	1676,8	1576,0	1322,1	1790,8	1236,3	1410,8

Tabela 39 Valores de precipitação total anual, de 2064 a 2072, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2064		2065		2066		2067		2068		2069		2070		2071		2072	
	M2	M4																
64764000	2299,9	2204,2	2222,6	2245,9	1866,2	2269,3	2048,7	2436,0	2624,3	1375,1	2298,5	1854,7	2287,2	2167,0	1913,0	2236,6	1893,9	2478,9
64765000	2324,9	2138,2	2226,6	2261,4	1865,5	2283,0	2065,7	2416,9	2591,3	1353,7	2282,4	1854,9	2289,0	2136,9	1929,2	2248,2	1873,0	2442,1
64767000	2328,5	2130,2	2226,5	2263,1	1864,9	2283,7	2066,8	2414,2	2585,5	1351,0	2278,7	1855,1	2289,8	2132,6	1930,5	2249,9	1869,4	2437,6
64771500	2328,9	2109,0	2218,7	2258,3	1856,9	2278,3	2062,3	2400,8	2563,4	1340,5	2265,4	1849,9	2280,2	2115,9	1927,9	2244,1	1856,1	2422,1
64773000	2259,5	2059,9	2167,8	2194,7	1827,0	2245,8	2063,6	2339,3	2540,7	1312,8	2257,7	1807,0	2193,5	2071,7	1895,6	2178,8	1833,6	2394,3
64775000	2229,6	1971,1	2109,0	2145,3	1781,5	2195,1	2035,0	2262,8	2436,1	1255,2	2196,5	1768,8	2125,5	1998,0	1874,5	2127,1	1771,7	2325,0
64776100	2284,6	2034,4	2160,2	2201,4	1810,9	2232,5	2035,5	2327,4	2478,6	1293,1	2218,2	1807,4	2198,0	2044,9	1898,3	2181,8	1803,8	2362,6
64785000	2065,8	1782,6	1927,0	1997,7	1626,7	2030,1	1872,8	2079,8	2152,7	1123,6	2057,5	1639,4	1874,8	1769,4	1740,5	1924,0	1612,6	2148,0
64790000	2216,6	1826,4	1974,0	2057,2	1627,8	2087,5	1796,4	2127,3	2050,2	1164,5	2004,9	1651,6	1901,4	1731,0	1768,0	1991,0	1557,6	2105,9
64795000	2245,5	1965,3	2098,6	2149,9	1754,8	2180,5	1976,3	2259,5	2363,5	1247,6	2159,9	1761,6	2105,9	1955,9	1856,7	2114,1	1738,6	2293,0
64799500	2239,3	1951,4	2086,1	2140,6	1745,8	2170,4	1964,1	2246,9	2338,2	1239,7	2149,8	1752,1	2087,2	1936,3	1848,0	2100,8	1724,7	2280,0
64810000	1849,6	1649,5	1766,3	1884,3	1501,9	1910,6	1755,9	1950,7	1972,1	1030,0	1989,9	1553,7	1639,5	1598,0	1587,4	1924,0	1540,3	2055,1
64815000	1830,6	1592,5	1727,8	1873,8	1477,8	1873,4	1719,6	1918,1	1918,9	1018,8	1965,3	1531,5	1598,4	1548,9	1560,0	1652,3	1496,6	2021,3
64820000	2135,5	1850,9	1986,6	2068,3	1673,2	2088,3	1897,5	2156,8	2216,5	1179,8	2098,8	1692,6	1948,4	1823,5	1769,6	1979,1	1660,4	2206,4
64830000	2116,6	1809,2	1951,1	2046,2	1650,0	2059,3	1868,0	2125,3	2156,0	1164,4	2078,4	1665,5	1895,6	1773,3	1742,9	1946,8	1622,2	2174,9
64833000	1690,4	1317,0	1542,6	1781,5	1342,2	1684,1	1512,5	1736,3	1679,5	943,6	1832,0	1386,2	1416,1	1324,2	1913,0	1495,1	1264,8	1819,6

Tabela 40 Valores de precipitação total anual, de 2073 a 2081, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2073		2074		2075		2076		2077		2078		2079		2080		2081	
	M2	M4																
64764000	1567,1	2133,4	2773,3	2259,4	2044,2	1997,8	2211,0	3128,9	2997,9	2160,1	2150,0	3237,6	2801,2	2647,7	3901,0	2321,4	2047,4	3195,6
64765000	1542,2	2089,1	2793,1	2208,2	2037,1	1960,9	2219,5	3094,2	2992,3	2077,9	2163,5	3188,9	2785,4	2573,6	3970,4	2314,3	2055,7	3212,6
64767000	1538,2	2081,7	2796,5	2200,9	2032,7	1955,2	2221,2	3091,4	2991,6	2066,6	2164,6	3180,2	2783,0	2564,9	3980,9	2311,1	2055,4	3217,9
64771500	1526,0	2061,6	2791,3	2179,6	2020,3	1939,6	2216,0	3073,8	2977,2	2040,5	2159,6	3152,3	2767,9	2535,9	3985,8	2299,5	2047,5	3213,2
64773000	1520,9	2058,4	2689,8	2140,6	2046,4	1911,2	2155,3	2981,3	2887,4	2022,2	2130,3	3108,7	2691,5	2448,7	3885,6	2311,4	2023,7	3075,0
64775000	1465,5	1991,2	2615,0	2031,7	2003,4	1843,2	2107,7	2867,8	2781,6	1928,8	2085,5	2996,0	2605,6	2302,5	3829,2	2263,5	1974,7	2991,6
64776100	1486,2	2009,1	2705,1	2097,3	1995,7	1885,3	2158,4	2965,9	2873,5	1972,2	2116,5	3053,4	2680,2	2409,1	3908,0	2266,7	2001,5	3106,8
64785000	1329,0	1793,6	2356,8	1829,5	1895,0	1701,6	1937,5	2596,2	2474,6	1734,2	1930,8	2653,2	2320,8	1981,2	3550,2	2119,6	1831,3	2677,6
64790000	1293,5	1692,4	2475,9	1873,3	1808,3	1718,0	1939,3	2681,1	2558,6	1715,4	1952,1	2573,5	2399,9	2027,4	3648,5	2035,9	1775,0	2841,5
64795000	1433,9	1928,9	2621,4	2021,5	1949,1	1832,9	2095,0	2868,1	2766,6	1896,9	2063,8	2921,8	2584,1	2287,2	3820,7	2210,2	1942,4	3006,7
64799500	1422,9	1911,8	2603,0	2006,7	1941,2	1823,7	2081,1	2849,7	2744,1	1881,4	2053,6	2893,3	2563,8	2262,1	3803,0	2200,1	1930,9	2985,6
64810000	1257,2	1650,4	2127,6	1771,8	1904,7	1630,5	1790,4	2407,0	2242,8	1607,2	1823,9	2653,2	2079,6	1789,7	3265,3	2035,9	1803,1	2355,9
64815000	1214,3	1600,8	2081,3	1744,9	1874,8	1596,4	1748,4	2378,9	2204,7	1562,7	1798,0	2371,9	2018,9	1742,8	3194,6	2014,9	1771,1	2291,5
64820000	1364,9	1824,6	2458,6	1930,3	1920,4	1762,3	1987,2	2717,7	2591,2	1792,0	1982,2	2744,5	2411,4	2112,9	3642,4	2153,3	1882,3	2795,0
64830000	1331,3	1780,1	2409,6	1893,0	1901,2	1737,5	1949,2	2676,1	2536,1	1749,7	1957,3	2675,0	2353,1	2051,1	3591,3	2133,0	1853,5	2732,6
64833000	992,7	1381,6	1831,4	1595,0	1690,5	1405,8	1546,0	2210,8	2013,0	1346,3	1654,0	2066,8	1717,4	1518,5	2791,1	1879,7	1583,8	1957,0

Tabela 41 Valores de precipitação total anual, de 2082 a 2090, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2082		2083		2084		2085		2086		2087		2088		2089		2090	
	M2	M4																
64764000	2457,9	1666,4	2422,7	3836,1	2190,8	2977,9	3371,7	2215,1	1859,5	2165,2	1784,2	2069,8	2031,1	2209,1	3305,3	1855,5	2560,0	1996,8
64765000	2467,4	1678,0	2394,1	3862,7	2205,9	2965,5	3379,3	2194,6	1906,8	2170,4	1768,9	2056,8	1979,6	2217,2	3280,2	1849,1	2580,0	1930,2
64767000	2468,1	1678,1	2390,3	3867,4	2205,3	2962,5	3381,9	2193,7	1913,3	2170,5	1765,9	2053,9	1971,3	2220,6	3278,0	1847,8	2583,4	1920,7
64771500	2459,6	1676,2	2372,7	3859,0	2197,6	2942,4	3371,7	2183,5	1918,1	2165,4	1754,8	2041,7	1950,7	2218,1	3261,2	1838,8	2578,6	1897,3
64773000	2410,9	1687,2	2335,4	3753,4	2172,6	2890,8	3240,5	2120,2	1872,4	2123,9	1729,8	2026,1	1959,0	2117,1	3153,3	1790,7	2494,7	1883,0
64775000	2342,3	1684,6	2242,9	3659,9	2131,2	2775,8	3139,9	2047,2	1851,4	2092,9	1662,6	1966,9	1882,8	2059,3	3046,2	1733,8	2437,9	1795,1
64776100	2393,9	1673,1	2293,3	3750,7	2155,6	2840,3	3256,4	2112,7	1884,7	2128,0	1704,0	1993,0	1901,4	2146,0	3151,4	1783,6	2504,7	1833,0
64785000	2149,5	1600,7	1984,7	3280,4	1986,8	2443,0	2790,8	1856,7	1720,6	1955,0	1656,7	1803,3	1722,1	1875,1	2710,8	1605,2	2185,3	1601,3
64790000	2174,4	1575,9	1974,1	3280,4	1970,2	2402,4	2940,9	1946,8	1767,0	2039,6	1563,7	1761,6	1651,9	2025,9	2843,9	1639,8	2270,4	1592,9
64795000	2325,1	1647,1	2197,5	3620,3	2102,1	2713,5	3143,2	2047,5	1844,9	2090,1	1656,7	1928,4	1833,2	2089,3	3041,9	1735,4	2421,2	1759,9
64799500	2313,8	1641,2	2178,3	3591,6	2092,7	2687,7	3119,6	2034,5	1837,4	2085,6	1648,5	1914,6	1818,8	2077,0	3018,5	1726,8	2403,8	1745,4
64810000	2012,4	1540,3	1782,3	3280,4	1800,6	2267,6	2790,8	1702,2	1600,9	1808,9	1452,1	1718,2	1646,7	1728,5	2377,9	1519,7	1946,3	1462,0
64815000	1986,5	1510,1	1740,4	2798,0	1788,6	2227,7	2434,3	1663,0	1585,8	1786,4	1434,0	1670,4	1603,8	1677,4	2314,1	1497,9	1896,5	1419,2
64820000	2228,8	1602,8	2056,1	3368,1	2014,3	2553,5	2930,6	1930,5	1770,4	2007,3	1590,5	1846,4	1755,9	1964,0	2825,6	1665,5	2263,4	1653,9
64830000	2204,3	1581,2	2011,8	3282,9	2001,6	2494,9	2863,2	1894,8	1754,4	1995,6	1570,8	1806,9	1721,3	1924,4	2757,4	1646,6	2214,5	1616,7
64833000	1809,6	1359,4	1538,0	2333,5	1732,5	2001,5	2114,3	1480,2	1478,7	1619,9	1310,6	1433,6	1432,0	1409,6	1987,7	1361,5	1636,3	1223,7

Tabela 42 Valores de precipitação total anual, de 2091 a 2098, obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW), para os dois membros do modelo ETA, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2091		2092		2093		2094		2095		2096		2097		2098	
	M2	M4														
64764000	2324,8	3275,2	2537,5	2925,4	2806,8	2776,4	2017,3	2435,7	2802,2	2251,9	2440,5	2037,7	2413,9	2309,1	2798,8	3083,3
64765000	2336,7	3186,2	2539,6	2866,7	2868,5	2690,0	2062,4	2374,5	2847,0	2220,7	2414,5	1971,9	2412,6	2240,6	2859,5	2980,6
64767000	2338,5	3175,6	2541,0	2858,2	2872,8	2677,7	2068,2	2365,7	2853,9	2217,6	2410,0	1964,1	2411,7	2231,9	2864,1	2965,2
64771500	2333,1	3141,6	2532,5	2831,7	2875,8	2644,3	2070,1	2338,7	2856,6	2202,3	2393,4	1942,0	2399,6	2207,6	2867,3	2927,6
64773000	2275,2	3041,5	2450,6	2797,4	2889,9	2597,3	2006,3	2299,8	2761,7	2140,9	2366,5	1888,5	2349,8	2169,4	2876,5	2905,2
64775000	2222,0	2880,8	2387,5	2677,2	2896,8	2450,3	1974,0	2183,8	2731,3	2055,1	2289,1	1786,5	2266,7	2069,2	2886,1	2764,1
64776100	2274,1	2998,7	2454,2	2736,5	2873,3	2531,8	2021,3	2243,2	2796,4	2122,2	2328,9	1858,0	2324,1	2125,5	2864,3	2824,7
64785000	2029,7	2474,8	2151,5	2407,1	2746,6	2145,9	1795,1	1851,2	2496,2	1809,3	2058,6	1606,9	2025,8	1832,3	2733,5	2408,7
64790000	2074,1	2545,9	2143,3	2338,5	2664,0	2139,8	1857,2	1817,7	2593,4	1849,2	2028,1	1625,2	2058,1	1796,3	2660,0	2383,5
64795000	2209,3	2851,7	2365,7	2625,6	2823,3	2415,2	1964,4	2120,1	2727,3	2035,7	2243,0	1782,8	2239,1	2032,3	2814,9	2696,0
64799500	2196,5	2819,7	2347,0	2601,9	2811,4	2391,4	1952,2	2092,0	2711,7	2017,8	2224,2	1751,9	2222,2	2011,7	2803,4	2667,4
64810000	1850,4	2121,9	1922,4	2304,5	2570,0	1942,9	1603,7	1591,3	2229,9	1592,7	1863,5	1519,5	1841,9	1660,3	2563,3	2095,5
64815000	1810,9	2049,0	1875,5	2255,1	2534,9	1876,6	1567,5	1526,6	2189,1	1536,4	1818,3	1486,3	1812,0	1601,9	2527,9	2007,1
64820000	2092,2	2602,3	2217,7	2497,7	2735,0	2249,2	1845,4	1930,5	2569,8	1884,6	2113,3	1686,5	2107,9	1894,7	2727,6	2485,1
64830000	2056,0	2519,6	2171,6	2440,7	2703,4	2186,6	1809,5	1855,5	2524,2	1836,3	2065,3	1652,1	2068,9	1839,8	2696,6	2408,4
64833000	1595,8	1721,6	1639,2	2012,5	2354,4	1559,0	1407,3	1235,2	1953,1	1261,9	1608,2	1328,4	1654,2	1359,0	2348,4	1605,0

Apêndice F Valores futuros da vazão mínima com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri

Tabela 43 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2010 a 2018, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018	
	M2	M4																
64764000	9,5	4,5	10,0	10,0	9,6	9,1	8,8	9,7	8,4	10,4	8,3	9,3	9,9	9,8	8,3	9,7	8,2	10,8
64765000	20,7	20,8	21,1	21,1	20,7	20,2	20,0	20,7	19,5	21,4	19,5	20,5	21,0	20,9	19,4	20,9	19,3	22,0
64767000	22,5	22,6	22,8	22,8	22,5	21,9	21,7	22,4	21,3	23,2	21,2	22,3	22,8	22,7	21,2	22,7	21,1	23,7
64771500	26,8	26,9	27,2	27,2	26,8	26,3	26,1	26,8	25,7	27,5	25,6	26,6	27,2	27,0	25,6	27,0	25,5	28,1
64773000	3,0	3,0	3,4	3,4	3,0	2,4	2,3	3,0	1,9	3,6	1,8	2,8	3,3	3,1	1,8	3,3	1,6	4,3
64775000	15,2	15,1	15,6	15,6	15,1	14,6	14,6	15,1	14,2	15,7	14,0	15,1	15,5	15,2	14,1	15,5	13,8	16,4
64776100	51,0	51,0	51,4	51,4	50,9	50,5	50,3	50,9	49,9	51,6	49,8	50,9	51,4	51,2	49,8	51,3	49,7	52,3
64785000	6,5	6,3	6,3	6,9	6,2	6,0	6,1	6,4	5,7	6,9	5,5	6,6	6,8	6,5	5,6	6,8	5,3	7,6
64790000	2,0	2,0	1,7	2,4	1,7	1,4	1,6	1,7	1,1	2,6	1,0	2,1	2,4	2,2	1,1	2,2	0,9	3,1
64795000	75,9	75,8	75,6	76,2	75,7	75,3	75,3	75,7	74,8	76,4	74,7	75,8	76,2	76,0	74,8	76,1	74,6	77,1
64799500	81,7	81,6	81,4	82,0	81,5	81,1	81,1	81,5	80,7	82,2	80,5	81,6	82,0	81,8	80,6	81,9	80,4	82,9
64810000	11,1	10,7	10,9	11,6	10,8	10,9	10,7	10,9	10,6	11,4	10,1	11,5	11,4	11,0	10,3	11,3	10,0	12,1
64815000	17,5	17,1	17,2	17,9	17,1	17,1	17,1	17,2	16,9	17,7	16,5	17,9	17,8	17,4	16,7	17,6	16,3	18,4
64820000	118,7	118,6	118,5	119,1	118,5	118,2	118,2	118,6	117,8	119,2	117,6	118,8	119,1	118,8	117,7	118,9	117,5	119,8
64830000	143,2	143,1	143,0	143,6	143,0	142,8	142,8	143,0	142,4	143,7	142,2	143,3	143,6	143,3	142,3	143,4	142,0	144,3
64833000	3,8	3,7	3,5	4,2	3,6	3,8	3,6	3,5	3,5	4,0	3,1	4,3	4,2	3,7	3,3	4,1	2,8	4,5

Tabela 44 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2019 a 2027, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026	
	M2	M4														
64764000	8,23	11,0	9,1	10,1	8,7	9,8	8,3	9,9	9,3	10,4	10,0	10,9	11,3	11,1	8,3	9,4
64765000	19,2	22,2	20,2	21,3	19,8	20,8	19,5	21,0	20,4	21,7	21,2	22,0	22,6	22,2	19,5	20,5
64767000	21,0	24,0	22,0	23,0	21,5	22,6	21,3	22,7	22,2	23,5	23,0	23,8	24,4	23,9	21,3	22,3
64771500	25,3	28,3	26,3	27,4	25,9	27,0	25,7	27,0	26,6	27,8	27,4	28,1	28,7	28,2	25,6	26,6
64773000	1,6	4,5	2,5	3,5	2,1	3,1	1,9	3,3	2,7	4,0	3,5	4,2	4,9	4,3	1,8	2,8
64775000	13,8	16,7	14,6	15,7	14,4	15,2	14,2	15,4	14,9	16,3	15,7	16,3	17,1	16,4	14,0	15,0
64776100	49,5	52,5	50,5	51,5	50,1	51,1	50,0	51,2	50,8	52,1	51,6	52,2	52,9	52,3	49,8	50,8
64785000	5,3	7,9	5,9	6,9	5,8	6,4	5,8	6,6	6,2	7,7	7,0	7,4	8,4	7,3	5,4	6,4
64790000	0,7	3,4	1,6	2,4	1,3	2,0	1,3	2,1	2,0	3,0	2,8	2,9	3,8	2,9	1,1	1,8
64795000	74,4	77,3	75,3	76,3	75,0	75,9	74,9	76,0	75,6	77,0	76,5	77,0	77,8	77,0	74,7	75,7
64799500	80,3	83,1	81,1	82,1	80,8	81,7	80,7	81,8	81,5	82,8	82,3	82,8	83,6	82,8	80,6	81,5
64810000	10,0	12,1	10,5	11,3	10,6	10,9	10,6	11,2	10,7	12,2	11,4	12,7	12,8	11,6	10,0	11,0
64815000	16,4	18,5	16,8	17,6	16,9	17,3	17,0	17,6	17,1	18,4	17,8	18,3	19,1	17,9	16,4	17,3
64820000	117,4	120,1	118,2	119,1	118,0	118,7	117,9	118,8	118,5	119,8	119,3	118,9	120,5	119,7	117,6	118,6
64830000	142,0	144,6	142,7	143,6	142,5	143,2	142,5	143,4	143,0	144,3	143,8	144,3	145,0	144,1	142,2	143,1
64833000	3,1	4,7	3,3	4,0	3,4	3,7	3,4	3,9	3,6	4,6	4,2	4,5	5,3	4,1	3,0	3,9

Tabela 45 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2028 a 2036, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036	
	M2	M4																
64764000	8,9	9,1	12,2	9,9	8,3	9,8	13,0	8,9	9,5	9,0	9,8	10,2	9,1	9,1	9,4	11,3	7,6	10,7
64765000	20,1	20,2	23,5	21,0	19,5	20,8	24,2	20,1	20,7	20,1	20,9	21,3	20,1	20,3	20,5	22,6	18,7	22,8
64767000	21,8	22,0	25,2	22,8	21,2	22,6	26,0	21,9	22,5	21,9	22,7	23,1	21,9	22,1	22,3	24,4	20,4	24,6
64771500	26,2	26,4	29,6	27,1	25,6	27,0	30,4	26,2	26,9	26,2	27,0	27,4	26,2	26,5	26,7	28,7	24,8	29,1
64773000	2,3	2,6	5,7	3,3	1,8	3,1	6,5	2,3	2,9	2,5	3,1	3,5	2,5	2,7	2,8	4,7	0,9	5,4
64775000	14,5	14,8	17,9	15,5	14,0	15,2	18,8	14,6	15,1	14,7	15,3	15,7	14,7	15,0	15,0	16,8	13,1	18,0
64776100	50,4	50,6	53,7	51,3	49,8	51,1	54,6	50,5	51,1	50,5	51,2	51,5	50,4	50,8	50,8	52,8	49,0	53,6
64785000	6,0	6,3	8,9	6,8	5,5	6,5	9,9	6,0	6,4	6,2	6,5	6,8	6,0	6,6	6,3	8,0	4,6	9,3
64790000	1,7	2,0	4,5	2,2	1,1	2,1	5,3	1,8	2,3	1,6	2,1	2,3	1,3	2,0	1,9	3,8	0,2	4,7
64795000	75,3	75,5	78,5	76,1	74,7	75,9	79,4	75,4	75,9	75,3	76,0	76,3	75,3	75,7	75,7	77,6	73,9	78,5
64799500	81,1	81,4	84,3	81,9	80,6	81,7	85,2	81,2	81,7	81,2	81,8	82,1	81,1	81,5	81,5	83,4	79,7	84,3
64810000	10,7	11,1	13,1	11,3	10,0	10,9	14,0	10,5	10,8	10,9	11,0	12,1	10,7	11,1	10,8	12,4	9,3	13,7
64815000	17,1	17,5	19,4	17,6	16,5	17,3	20,2	16,8	17,2	17,2	17,4	17,6	17,1	17,5	17,1	19,6	15,7	20,0
64820000	118,2	118,5	121,2	118,9	117,6	118,7	122,0	118,2	118,7	118,3	118,8	119,1	118,2	118,6	118,5	120,2	116,8	121,3
64830000	142,7	143,1	145,6	143,4	142,2	143,2	146,4	142,8	143,2	142,8	143,3	143,5	142,7	143,2	143,0	144,8	141,3	145,8
64833000	3,6	4,1	5,6	4,0	3,1	3,9	6,0	3,3	3,6	3,6	3,7	3,9	3,6	3,8	3,6	5,2	2,3	6,0

Tabela 46 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2037 a 2045, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2037		2038		2039		2040		2041		2042		2043		2044		2045	
	M2	M4																
64764000	11,7	8,8	9,6	9,8	10,7	10,6	10,8	9,5	8,4	9,5	10,5	9,3	8,9	11,9	9,2	10,9	9,9	11,0
64765000	22,9	19,6	20,7	21,1	21,8	21,6	22,1	20,7	19,6	20,7	21,5	20,5	20,0	22,9	20,3	22,0	20,9	22,0
64767000	24,7	21,3	22,4	22,8	23,6	23,4	23,9	22,5	21,4	22,5	23,3	22,2	21,8	24,7	22,1	23,7	22,6	23,8
64771500	29,1	25,6	26,8	27,2	27,9	27,7	28,3	26,8	25,8	26,8	27,6	26,6	26,2	29,0	26,4	28,1	26,9	28,1
64773000	5,3	1,7	2,9	3,5	4,1	3,8	4,3	3,0	2,0	3,0	3,8	2,8	2,4	5,3	2,5	4,3	3,2	4,3
64775000	17,5	13,7	15,0	15,8	16,2	15,9	16,5	15,2	14,3	15,2	15,9	15,0	14,7	17,4	14,7	16,5	15,3	16,4
64776100	53,3	49,8	50,9	51,5	52,1	51,8	52,4	51,0	50,1	51,1	51,8	50,8	50,5	53,2	50,6	52,3	51,1	52,2
64785000	8,7	5,1	6,3	7,4	7,5	7,0	7,6	6,6	5,8	6,6	7,0	6,4	6,3	8,6	5,9	7,7	6,6	7,4
64790000	4,1	0,9	1,9	2,9	3,1	2,9	3,2	2,0	1,3	2,0	2,3	1,7	1,9	3,8	1,6	3,1	2,0	2,8
64795000	78,1	74,6	75,8	76,5	76,9	76,6	77,2	75,9	75,0	75,9	76,5	75,6	75,4	78,0	75,4	77,1	75,9	77,0
64799500	83,9	80,4	81,6	82,3	82,7	82,4	83,0	81,7	80,8	81,7	82,3	81,5	81,3	83,8	81,2	82,9	81,7	82,7
64810000	12,9	9,8	10,7	12,4	12,1	11,5	12,0	11,2	10,5	11,2	11,3	11,1	10,9	12,9	10,4	12,4	11,3	11,6
64815000	19,2	16,2	17,1	18,7	19,0	17,8	18,4	17,5	16,9	17,5	17,6	17,4	17,2	19,2	16,8	18,8	17,6	17,9
64820000	120,8	117,4	118,5	119,5	119,7	119,4	119,9	118,8	118,0	118,8	119,2	118,5	118,4	120,7	118,2	119,9	118,8	119,6
64830000	145,3	141,9	143,0	144,1	144,3	143,8	144,4	143,3	142,5	143,3	143,6	143,0	142,9	145,2	142,7	144,4	143,3	144,0
64833000	5,3	2,8	3,5	5,1	4,8	4,2	4,8	3,8	3,4	3,8	4,0	3,6	3,5	5,3	3,2	5,1	3,9	3,9

Tabela 47 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2046 a 2054, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2046		2047		2048		2049		2050		2051		2052		2053		2054	
	M2	M4																
64764000	9,4	11,7	10,5	10,7	9,3	10,6	9,9	8,8	9,0	10,8	10,8	9,4	9,4	13,6	7,8	12,6	9,0	10,1
64765000	20,5	22,7	21,6	21,9	20,5	21,6	20,9	19,8	20,1	22,0	21,8	20,4	20,5	24,6	18,9	24,0	20,2	21,2
64767000	22,3	24,5	23,4	23,6	22,2	23,4	22,7	21,6	21,8	23,8	23,6	22,2	22,3	26,3	20,7	25,8	22,0	23,0
64771500	26,6	28,8	27,8	28,0	26,6	27,7	27,0	25,9	26,2	28,2	27,9	26,5	26,6	30,6	25,0	30,2	26,3	27,3
64773000	2,7	4,9	3,9	4,1	2,7	3,8	3,1	2,1	2,4	4,3	4,1	2,7	2,8	6,7	1,3	6,4	2,6	3,5
64775000	14,8	16,9	16,0	16,2	14,8	15,8	15,2	14,3	14,6	16,6	16,2	14,8	15,0	18,6	13,5	18,7	14,9	15,7
64776100	50,7	52,9	51,9	52,1	50,7	51,8	51,1	50,1	50,4	52,4	52,0	50,6	50,9	54,6	49,2	54,5	50,6	51,5
64785000	6,1	7,8	7,2	7,4	6,1	6,9	6,5	5,6	5,9	7,8	7,3	6,1	6,5	9,2	5,0	10,0	6,3	7,0
64790000	1,8	3,4	2,7	2,9	1,9	2,6	2,0	1,2	1,4	3,3	2,6	1,6	2,1	4,5	0,4	5,4	1,6	2,4
64795000	75,6	77,5	76,7	76,9	75,6	76,5	75,9	75,0	75,2	77,2	76,8	75,5	75,8	79,1	74,1	79,3	75,5	76,3
64799500	81,4	83,3	82,5	82,7	81,4	82,3	81,7	80,8	81,1	83,0	82,5	81,3	81,6	84,9	80,0	85,2	81,3	82,1
64810000	10,7	11,9	11,6	11,9	10,6	11,3	11,1	10,2	10,4	12,4	11,6	10,7	11,3	13,2	9,8	14,3	11,1	11,8
64815000	17,1	18,2	18,0	18,3	17,0	17,6	17,4	16,6	16,8	18,7	18,0	17,1	17,7	19,4	16,2	20,5	17,4	18,2
64820000	118,4	120,1	119,4	119,7	118,4	119,2	118,7	117,8	118,1	120,0	119,5	118,3	118,7	121,6	117,1	122,1	118,4	119,2
64830000	142,9	144,6	143,9	144,2	142,9	143,7	143,2	142,3	142,6	144,5	143,9	142,8	143,3	145,9	141,7	146,6	143,0	143,8
64833000	3,6	4,4	4,4	4,6	3,3	3,8	3,7	3,1	3,2	4,9	4,4	3,4	4,3	5,3	2,7	6,4	3,8	4,6

Tabela 48 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2055 a 2063, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2055		2056		2057		2058		2059		2060		2061		2062		2063	
	M2	M4																
64764000	10,7	9,6	12,3	9,4	10,0	9,8	10,3	10,3	9,7	11,8	7,9	9,7	9,6	10,8	9,8	11,4	9,4	9,5
64765000	21,8	20,7	23,5	20,3	21,3	20,8	21,3	21,4	20,8	22,9	19,0	20,9	20,7	21,8	20,8	22,4	20,4	20,6
64767000	23,6	22,4	25,3	22,1	23,1	22,6	23,1	23,2	22,6	24,7	20,7	22,7	22,5	23,6	22,6	24,2	22,2	22,4
64771500	27,9	26,8	29,6	26,4	27,5	26,9	27,4	27,5	26,9	29,0	25,1	27,1	26,9	27,9	26,9	28,5	26,5	26,7
64773000	4,0	2,9	5,9	2,5	3,5	3,1	3,5	3,7	3,2	5,1	1,3	3,1	3,1	3,9	2,9	4,5	2,6	2,9
64775000	16,1	15,1	18,1	14,6	15,8	15,2	15,5	15,8	15,5	17,3	13,5	15,4	15,3	15,9	15,0	16,5	14,8	15,0
64776100	52,0	50,9	53,8	50,5	51,7	51,1	51,5	51,7	51,2	53,2	49,3	51,3	51,0	51,9	51,0	52,5	50,6	50,9
64785000	7,1	6,4	9,3	6,0	7,2	6,5	6,6	7,2	6,9	8,4	5,1	6,8	6,6	7,0	6,1	7,6	6,0	6,3
64790000	2,7	2,0	4,5	1,6	2,9	2,0	2,0	2,8	2,2	4,0	0,6	2,5	2,0	2,4	1,9	3,2	1,6	1,9
64795000	76,7	75,8	78,6	75,4	76,6	75,9	76,2	76,6	76,1	77,9	74,2	76,2	75,9	76,6	75,7	77,2	75,5	75,7
64799500	82,5	81,6	84,4	81,2	82,4	81,7	82,0	82,4	81,9	83,7	80,1	82,0	81,7	82,4	81,5	83,0	81,3	81,5
64810000	11,5	11,0	13,7	10,6	11,6	11,1	11,0	11,7	11,7	12,7	9,8	11,3	11,4	11,5	10,4	12,1	10,5	10,9
64815000	17,8	17,3	20,0	16,9	18,0	17,5	17,3	18,6	18,0	19,0	16,2	17,6	17,8	17,8	16,8	18,4	16,9	17,2
64820000	119,4	118,6	121,4	118,2	119,4	118,7	118,9	119,4	119,0	120,6	117,2	119,0	118,8	119,3	118,5	119,9	118,3	118,6
64830000	143,9	143,1	145,9	142,7	143,9	143,2	143,3	144,0	143,6	145,1	141,8	143,5	143,3	143,8	143,0	144,4	142,8	143,1
64833000	4,0	4,6	6,1	3,3	4,5	3,9	3,5	4,6	4,4	5,3	2,8	4,0	4,4	4,1	3,5	4,7	3,3	3,7

Tabela 49 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2064 a 2072, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2064		2065		2066		2067		2068		2069		2070		2071		2072	
	M2	M4																
64764000	10,3	10,1	10,1	10,2	9,2	10,2	9,7	10,6	11,1	7,9	10,3	9,2	10,3	10,0	10,3	10,1	9,3	10,7
64765000	21,5	21,0	21,2	21,3	20,3	21,4	20,8	21,7	22,1	19,0	21,4	20,3	21,4	21,0	21,4	21,3	20,3	21,8
64767000	23,3	22,7	23,0	23,1	22,1	23,1	22,6	23,5	23,9	20,8	23,1	22,1	23,2	22,8	23,2	23,1	22,1	23,5
64771500	27,6	27,1	27,3	27,4	26,4	27,5	26,9	27,8	28,2	25,1	27,5	26,4	27,5	27,1	27,5	27,4	26,4	27,9
64773000	3,7	3,2	3,5	3,5	2,6	3,7	3,2	3,9	4,4	1,3	3,7	2,5	3,5	3,2	3,5	3,5	2,6	4,0
64775000	15,9	15,3	15,6	15,7	14,8	15,8	15,4	16,0	16,4	13,4	15,8	14,8	15,7	15,3	15,7	15,7	14,8	16,2
64776100	51,8	51,2	51,5	51,6	50,6	51,7	51,2	51,9	52,3	49,3	51,6	50,6	51,6	51,2	51,6	51,6	50,6	52,0
64785000	7,2	6,5	6,9	7,1	6,1	7,2	6,8	7,3	7,5	4,9	7,2	6,2	6,8	6,5	6,8	6,9	6,1	7,5
64790000	3,2	2,2	2,5	2,8	1,7	2,8	2,1	2,9	2,7	0,5	2,6	1,7	2,4	1,9	2,4	2,6	1,5	2,9
64795000	76,7	76,0	76,3	76,5	75,5	76,5	76,0	76,7	77,0	74,2	76,5	75,5	76,3	76,0	76,3	76,4	75,4	76,8
64799500	82,5	81,8	82,1	82,3	81,3	82,4	81,8	82,6	82,8	80,0	82,3	81,3	82,1	81,8	82,1	82,2	81,2	82,6
64810000	11,6	11,1	11,4	11,7	10,7	11,7	11,3	11,8	11,9	9,5	11,9	10,8	11,0	10,9	11,0	11,8	10,8	12,1
64815000	18,0	17,3	17,7	18,1	17,1	18,1	17,7	18,2	18,2	15,9	18,3	17,2	17,4	17,2	17,4	17,5	17,1	18,4
64820000	119,5	118,8	119,1	119,3	118,3	119,4	118,9	119,6	119,7	117,1	119,4	118,4	119,0	118,7	119,0	119,1	118,3	119,7
64830000	144,0	143,3	143,6	143,9	142,9	143,9	143,4	144,1	144,1	141,6	143,9	142,9	143,5	143,2	143,5	143,6	142,8	144,2
64833000	4,4	3,5	4,0	4,6	3,5	4,4	4,0	4,5	4,4	2,5	4,8	3,6	3,7	3,5	3,7	3,9	3,3	4,7

Tabela 50 Valores futuros da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2073 a 2081, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2073		2074		2075		2076		2077		2078		2079		2080		2081	
	M2	M4																
64764000	8,4	9,9	11,5	10,2	9,6	9,5	10,1	12,4	12,1	9,9	9,9	12,7	11,6	11,2	14,4	10,3	9,7	12,6
64765000	19,5	20,9	22,7	21,2	20,7	20,5	21,2	23,4	23,2	20,8	21,1	23,7	22,6	22,1	25,6	21,4	20,8	23,7
64767000	21,2	22,6	24,4	22,9	22,5	22,3	23,0	25,2	24,9	22,6	22,8	25,4	24,4	23,9	27,4	23,2	22,6	25,5
64771500	25,6	26,9	28,8	27,2	26,8	26,6	27,3	29,5	29,3	26,9	27,2	29,7	28,7	28,1	31,8	27,5	26,9	29,9
64773000	1,8	3,2	4,8	3,4	3,1	2,8	3,4	5,5	5,3	3,1	3,4	5,8	4,8	4,2	7,8	3,8	3,1	5,8
64775000	14,0	15,3	16,9	15,4	15,4	14,9	15,6	17,5	17,3	15,2	15,6	17,9	16,9	16,1	20,0	16,0	15,3	17,9
64776100	49,8	51,1	52,9	51,3	51,1	50,8	51,5	53,5	53,3	51,0	51,4	53,8	52,8	52,1	55,9	51,8	51,1	53,9
64785000	5,4	6,6	8,0	6,6	6,8	6,3	6,9	8,6	8,3	6,4	6,9	8,7	7,9	7,0	11,0	7,4	6,6	8,8
64790000	0,8	1,8	3,8	2,3	2,1	1,9	2,5	4,3	4,0	1,9	2,5	4,1	3,6	2,7	6,8	2,7	2,0	4,8
64795000	74,6	75,9	77,7	76,1	76,0	75,7	76,3	78,3	78,0	75,8	76,2	78,4	77,6	76,8	80,7	76,6	75,9	78,6
64799500	80,5	81,7	83,5	81,9	81,8	81,5	82,1	84,1	83,8	81,6	82,1	84,2	83,4	82,6	86,5	82,4	81,7	84,4
64810000	10,1	11,1	12,3	11,4	11,7	11,0	11,4	13,0	12,6	11,0	11,5	13,6	12,2	11,4	15,2	12,0	11,5	12,9
64815000	16,4	17,4	18,6	17,7	18,1	17,4	17,7	19,3	18,9	17,3	17,9	19,3	18,4	17,7	21,4	18,4	17,8	19,1
64820000	117,5	118,7	120,3	119,0	119,0	118,6	119,1	121,0	120,7	118,6	119,1	121,0	120,2	119,4	123,3	119,5	118,9	121,2
64830000	142,0	143,2	144,8	143,5	143,5	143,1	143,6	145,5	145,1	143,1	143,6	145,5	144,6	143,9	147,8	144,1	143,4	145,6
64833000	2,6	3,6	4,8	4,2	4,4	3,7	4,0	5,7	5,2	3,5	4,3	5,4	4,5	4,0	7,2	4,9	4,1	5,1

Tabela 51 Valores de vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7) futura das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2082 a 2090, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2082		2083		2084		2085		2086		2087		2088		2089		2090	
	M2	M4																
64764000	10,7	8,7	10,6	14,2	10,0	12,0	13,0	10,1	9,2	10,0	9,0	9,7	9,6	10,1	12,8	9,2	11,0	9,5
64765000	21,8	19,8	21,6	25,4	21,2	23,1	24,1	21,1	20,4	21,1	20,1	20,8	20,6	21,2	23,9	20,3	22,1	20,5
64767000	23,6	21,6	23,4	27,2	22,9	24,9	25,9	22,9	22,2	22,9	21,8	22,6	22,3	23,0	25,7	22,0	23,9	22,2
64771500	27,9	26,0	27,7	31,5	27,3	29,2	30,3	27,2	26,6	27,2	26,2	26,9	26,7	27,3	30,0	26,4	28,3	26,5
64773000	4,1	2,2	3,9	7,5	3,5	5,3	6,2	3,3	2,7	3,3	2,3	3,1	2,9	3,3	6,0	2,5	4,3	2,7
64775000	16,2	14,5	16,0	19,6	15,7	17,3	18,2	15,5	15,0	15,6	14,5	15,3	15,0	15,5	18,0	14,7	16,5	14,8
64776100	52,1	50,3	51,8	55,5	51,5	53,2	54,3	51,4	50,8	51,4	50,3	51,1	50,8	51,5	54,0	50,5	52,4	50,7
64785000	7,5	6,1	7,0	10,3	7,0	8,2	9,1	6,7	6,4	7,0	6,2	6,6	6,4	6,8	8,9	6,1	7,5	6,1
64790000	3,1	1,5	2,5	5,9	2,5	3,6	5,0	2,5	2,0	2,7	1,5	2,0	1,7	2,7	4,8	1,7	3,3	1,6
64795000	76,9	75,2	76,6	80,2	76,3	77,9	79,0	76,2	75,7	76,3	75,2	75,9	75,7	76,3	78,7	75,4	77,2	75,5
64799500	82,7	81,0	82,4	86,0	82,2	83,7	84,8	82,0	81,5	82,1	81,0	81,7	81,5	82,1	84,5	81,2	83,0	81,3
64810000	12,0	10,8	11,4	15,2	11,4	12,6	14,0	11,2	10,9	11,5	10,6	11,2	11,1	11,3	12,9	10,7	11,8	10,6
64815000	18,3	17,1	17,7	20,4	17,8	19,0	19,5	17,5	17,3	17,8	16,9	17,5	17,4	17,6	19,2	17,1	18,1	16,9
64820000	119,7	118,1	119,3	122,6	119,2	120,6	121,5	119,0	118,6	119,2	118,1	118,8	118,5	119,1	121,3	118,3	119,8	118,3
64830000	144,3	142,7	143,8	147,0	143,8	145,0	145,9	143,5	143,1	143,7	142,7	143,3	143,0	143,6	145,7	142,9	144,3	142,8
64833000	4,7	3,6	4,0	6,0	4,5	5,2	5,5	3,9	3,9	4,2	3,4	3,8	3,8	3,7	5,2	3,6	4,3	3,2

Tabela 52 Valores futuros de vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri, de 2091 a 2098, obtidos pelo modelo chuva-vazão, para os dois membros do modelo Eta, das sub-bacias associadas às estações fluviométricas da bacia do Piquiri

Código	2091		2092		2093		2094		2095		2096		2097		2098	
	M2	M4														
64764000	10,4	12,8	10,9	11,9	11,6	11,5	9,6	10,6	11,6	10,2	10,7	9,6	10,6	10,3	11,6	12,3
64765000	21,5	23,7	22,0	22,8	22,8	22,4	20,8	21,6	22,8	21,2	21,7	20,6	21,7	21,2	22,8	23,1
64767000	23,3	25,4	23,8	24,6	24,6	24,1	22,6	23,3	24,6	23,0	23,5	22,3	23,5	23,0	24,6	24,9
64771500	27,6	29,7	28,1	28,9	29,0	28,4	27,0	27,6	29,0	27,3	27,8	26,6	27,8	27,3	29,0	29,1
64773000	3,7	5,7	4,2	5,1	5,3	4,5	3,0	3,8	5,0	3,4	4,0	2,7	3,9	3,5	5,3	5,3
64775000	15,9	17,6	16,3	17,1	17,6	16,5	15,3	15,8	17,2	15,5	16,1	14,8	16,0	15,5	17,6	17,3
64776100	51,8	53,6	52,2	53,0	53,3	52,4	51,1	51,7	53,1	51,4	51,9	50,7	51,9	51,4	53,3	53,2
64785000	7,2	8,3	7,5	8,1	9,0	7,4	6,6	6,7	8,3	6,6	7,3	6,1	7,4	6,7	8,9	8,1
64790000	2,8	4,0	3,0	3,5	4,3	3,0	2,3	2,2	4,1	2,2	2,7	1,7	2,8	2,1	4,3	3,6
64795000	76,6	78,2	77,0	77,7	78,2	77,1	76,0	76,4	77,9	76,2	76,7	75,5	76,7	76,2	78,1	77,8
64799500	82,4	84,0	82,8	83,5	84,0	82,9	81,8	82,2	83,7	82,0	82,5	81,3	82,5	82,0	84,0	83,6
64810000	11,6	12,3	11,8	12,7	13,4	11,8	10,9	10,9	12,5	10,9	11,6	10,7	11,6	11,1	13,4	12,2
64815000	17,9	18,5	18,1	19,0	19,7	18,1	17,3	17,2	18,9	17,2	17,9	17,1	17,9	17,4	19,7	18,4
64820000	119,4	120,7	119,7	120,4	121,0	119,8	118,8	119,0	120,6	118,9	119,4	118,4	119,4	118,9	121,0	120,4
64830000	143,9	145,1	144,2	144,9	145,5	144,2	143,3	143,4	145,1	143,3	143,9	142,9	143,9	143,3	145,5	144,8
64833000	4,2	4,5	4,3	5,2	6,1	4,1	3,7	3,3	5,1	3,3	4,2	3,5	4,3	3,6	6,1	4,2