

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

GISELE MARIA GOLLIN

**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI ENTRE OS ANOS 1980 À 2010**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2015

GISELE MARIA GOLLIN



**ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI ENTRE OS ANOS 1980 À 2010**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Foz do Iguaçu Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^a. Débora Cristina de Souza

MEDIANEIRA

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

Análise da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Piquiri entre os anos
1980 à 2010

Por

Gisele Maria Gollin

Esta monografia foi apresentada às..... h do dia..... **de..... de 2015** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof^a. Dra.
UTFPR – Câmpus Medianeira
(orientadora)

Prof Dr.
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Ma.
UTFPR – Câmpus Medianeira

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

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

À minha orientadora professora Débora Cristina de Souza pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

À todos os professores que passaram pela minha vida e que de alguma forma colaboraram com 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 meu irmão Luis Henrique pelo apoio incondicional em todas as etapas da minha vida.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”. (LEONARDO DA VINCI)

RESUMO

GOLLIN, Gisele Maria. Análise da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Piquiri entre os anos 1980 à 2010. 2015.50 folhas. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

Este trabalho teve como temática analisar o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do rio Piquiri entre o período de 1980 à 2010 por meio dos valores de vazão mínima com sete dias de duração (Q_7), vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de dez anos ($Q_{7,10}$) e as vazões médias de permanência de 90% ($Q_{90\%}$) e 95% ($Q_{95\%}$) juntamente com os valores de precipitação do trimestre mais seco (P_{trims}), precipitação do trimestre mais chuvoso (P_{trimc}), precipitação do semestre mais seco (P_{ss}), precipitação do semestre mais chuvoso (P_{sc}) e a precipitação total anual (P_t). 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. A obtenção da curva de permanência realizou-se através do 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 através de um sistema de informação geográfica (SIG). A partir de todos os valores de precipitação e vazão encontrados foram elaborados mapas de distribuição da precipitação bem como a análise de tendência da série histórica utilizando 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 sendo que a distribuição anual média da precipitação em toda a extensão da bacia varia entre 1400 a 2000 mm ano⁻¹. Quanto à determinação das vazões, a vazão mínima (Q_7) não pôde ser determinada em todos os anos do período escolhido devido á falta de dados. A série histórica de dados da bacia, indicou um comportamento hidrológico sem restrições hídricas em condições ambientais.

Palavras-chaves: vazões mínimas. precipitação. hidrologia.

ABSTRACT

GOLLIN, Gisele Maria. Análise da disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica do rio Piquiri entre os anos 1980 à 2010. 2015. 50 folhas. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

This study had as theme analyze the hydrological behavior of the watershed of Piquiri river between the period 1980 to 2010 by means of minimum flow values with seven-day (Q7), minimum flow with seven days of duration and return period ten years (Q7,10) and average flow rates of 90% permanence (Q90%) and 95% (Q95%) along with the driest quarter of the rainfall values (Ptrims), rainier quarter of precipitation (Ptrimc) drier half of precipitation (Pss), rainier half of precipitation (Psc) and the annual rainfall (Pt). The series of annual minimum flows (Q7) and minimum flows with seven-day with a payback period of ten years (Q7,10) for each station were subjected to statistical analysis to identify the probabilistic model that best fitted the data . In order to obtain the retention curve it was used the procedure based on the obtaining of frequency. The average values of annual rainfall, drier quarter of precipitation, precipitation of the wettest quarter, drier half of rainfall and precipitation of the wettest half of the basin were determined using the IDW interpolation method using a geographic information system (SIG). From all found rainfall and flow values were developed rainfall distribution maps and trend analysis of the time series using a simple linear filter for smoothing the data series. It was not possible to find a pattern of rainfall compared to the months driest and wettest in the river basin Piquiri and the average annual distribution of rainfall throughout the length of the basin ranges from 1400 to 2000 mm yr⁻¹. As for the determination of flow rates, the minimum flow (Q7) could not be determined in each year of the chosen period due to lack of data. The historical series of the basin data, indicated a hydrological behavior without water restrictions in environmental conditions.

Keywords: minimum flows, precipitation, hydrology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri – PR. Datum WGS 84, Coordenadas UTM, zona 22S.....	17
Figura 2 – Mapa das Isoietas, referente à precipitação total anual (a), trimestre mais chuvoso (b); precipitação do trimestre mais seco (c); precipitação do semestre mais seco (d) e precipitação do semestre mais chuvoso (e).....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – 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.....	23
Tabela 2 – 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.....	26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Médias Anuais de Precipitação na Bacia do Rio Piquiri.....	27
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	13
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
3.1 LOCAL DA PESQUISA	17
3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	18
3.3 ANÁLISES DOS DADOS	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.3 ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA SÉRIE HISTÓRICA DE PRECIPITAÇÃO	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS.....	29
APÊNDICES	32

1 INTRODUÇÃO

Quando uma bacia hidrográfica é submetida a um evento de precipitação, a sua resposta hidrológica é alteração na vazão, que representa a integração dos efeitos da precipitação, do tipo e uso do solo, da geologia, da morfologia e do clima.

A disponibilidade hídrica é entendida como a parcela da vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem comprometer o ambiente aquático. Para se estabelecer critérios de gestão de recursos hídricos diante de possíveis estiagens e alterações nos regimes de cursos d'água, utilizam-se ferramentas de estimativas de vazões. 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 (ADAM, 2011).

O conhecimento das vazões é extremamente importante para o planejamento e gestão dos recursos hídricos (MASHI et al., 2010). Entretanto, no Brasil ainda existem regiões onde os dados hidrológicos básicos são reduzidos ou inexistentes, devido aos elevados custos de implantação, operação e manutenção de uma rede hidrométrica, principalmente em grandes bacias. Além disso, muitos postos hidrológicos com poucos anos de dados não retratam necessariamente uma amostra representativa (CASTRO e RUHOFF, 2009).

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, para que se compreenda o comportamento hidrológico de determinada bacia hidrográfica se faz necessário o entendimento do histórico de disponibilidade hídrica local. A falta de dados para estimar as vazões em bacias hidrográficas é um problema fundamental para o planejamento e gestão dos recursos hídricos e um grande desafio para a comunidade científica (LI et al., 2010).

O rio Piquiri, afluente da margem esquerda do rio Paraná, tem cerca de 485 km de extensão e a área de drenagem de toda a bacia é de aproximadamente 24.700 km². A bacia está localizada na região oeste do Estado do Paraná em uma zona de intenso antropismo e atividades agrícolas. A bacia hidrográfica do rio Piquiri está entre as unidades hidrográficas do Estado do Paraná com a maior susceptibilidade à erosão

e à produção de sedimentos o que limita o fluxo de vazão e conseqüentemente o ciclo hidrológico local.

A análise da distribuição da precipitação pluviométrica em uma bacia hidrográfica possibilita compreender a dinâmica hidrológica da mesma, a identificação dos períodos mais chuvosos, auxilia na compreensão dos fluxos fluviais, determinação das áreas de alagamentos, entre outros. Do ponto de vista econômico, o gerenciamento de bacias hidrográficas fornece ao planejamento ambiental, agrícola e urbano, subsídios para melhor avaliar os impactos das atividades empregadas, em uma área onde as atividades agrícolas tem tanta representatividade como no interior do Paraná, sendo a bacia hidrográfica do rio Piquiri umas das mais importantes, as chuvas assumem um papel econômico muito maior.

Com a importância que esta bacia tem para o desenvolvimento econômico da região torna-se necessário conhecer o comportamento pretérito da sua disponibilidade hídrica, cuja importância define parâmetros para compreensão eventos extremos distintos ao padrão histórico da bacia pesquisada. Desta maneira este trabalho apresentará um estudo entre os anos de 1980 à 2010 e servirá como fonte de informação para ações de manejo e gestão a serem desenvolvidos nesta bacia. Diante disso, o objetivo principal deste trabalho é analisar a disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri baseado na estimativa de precipitação média histórica e na estimativa da vazão ocorrida entre os anos estudados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A disponibilidade de água para o consumo humano é um dos maiores problemas ambientais do mundo. Face a iminente situação de escassez de água ocasionada pela poluição dos recursos hídricos emerge uma nova forma de gestão pautada no planejamento e manejo desses recursos de forma integrada, participativa e descentralizada (MELO et al., 2010).

A existência de problemas sérios relacionados à disponibilidade de água para a humanidade foi apontada formalmente pela Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente, em Dublin, Irlanda, em 1992, quando representantes de 100 países e 80 organismos internacionais, intergovernamentais e não governamentais reuniram-se e diagnosticaram que a situação futura dos recursos hídricos no mundo era crítica (ANA, 2012).

Na ocasião, foram estabelecidos quatro princípios para a gestão sustentável da água, assim sistematizados: i) a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para a manutenção da vida, para o desenvolvimento e para o meio ambiente; ii) seu gerenciamento deve ser baseado na participação dos usuários, dos planejadores e dos formuladores de políticas, em todos os níveis; iii) as mulheres desempenham papel essencial na provisão, no gerenciamento e na proteção da água; e iv) o reconhecimento do valor econômico da água (ICWE, 1992).

Em seguida, os princípios de Dublin sobre a água foram referendados na Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento (Cnumad), também conhecida como Rio – 92 ou Eco – 92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, entre os vários documentos produzidos, o de maior importância foi a Agenda 21, apesar de ser tratada em diversos capítulos do documento, a questão dos recursos hídricos é especificada no capítulo 18, no qual são propostos programas de ações referentes às águas doces (ANA, 2012).

Em 1997 ocorreu o 1º Fórum Mundial da Água, em Marrakech, Marrocos. Na ocasião, o Conselho Mundial da Água foi incumbido de preparar o trabalho intitulado, “Visão sobre a Água no Mundo, Vida e Meio Ambiente no Século XXI”. Também foram estabelecidas as bases para a criação da Comissão Mundial sobre a Água no Século XXI e estrutura para Ação e a Parceria Global da Água (MELO et al., 2010).

Nesse contexto, no Brasil, em 8 de janeiro de 1997, através da Lei nº 9.433 foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos o qual tem como objetivos, *“assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais”* (BRASIL, 1997).

A Lei nº 9.433/1997, por seu processo de construção, e por seu conteúdo, constitui-se em um marco de significativa importância para a construção de um estilo de desenvolvimento sustentável no Brasil. Por seu caráter inovador, constitui-se em uma das mais modernas e arrojadas propostas de gestão pública de nosso País, apresentando-se como ponto de convergência dos princípios da Agenda 21 e representando um marco histórico para a implementação do sistema de gestão integrado e participativo no Brasil (ANA, 2012).

Um dos instrumentos adotados na Lei nº 9.433/97, para dar suporte a gestão dos recursos hídricos é a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, esta é condicionada a uma percentagem da vazão mínima de referência, a qual varia de acordo com o regime e a jurisdição do rio.

Em rios de regime permanente ou rios perenes a outorga é usualmente feita com base na $Q_{7,10}$ (vazão mínima com duração de sete dias e período de retorno de 10 anos), na Q_{90} ou na Q_{95} (vazões mínimas associadas às permanências de 90% e 95% no tempo, respectivamente), atribuindo-se valores percentuais a elas, ou seja, outorgando-se apenas parcelas das vazões mínimas de referência (FERREIRA, 2010).

Neste âmbito de gerenciamento, também se faz importante a determinação das vazões médias, a qual auxilia usuários e órgãos gestores no estudo da possibilidade de implantação de reservatórios de regularização, como alternativa para solucionar problemas de quantidade de água e atender à múltiplos usos (ALMEIDA, 2010).

2.2 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

2.2.1 Vazões médias e mínimas

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 das vazões nos cursos d'água tem sido uma preocupação constante de pesquisadores na tentativa de fornecer 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 entendida como a parcela da vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem comprometer o ambiente aquático (CRUZ; TUCCI, 2008).

A vazão média permite caracterizar a disponibilidade hídrica potencial de uma bacia sendo, abstraindo-se as perdas por evaporação e infiltração, a maior vazão possível de ser regularizada no curso d'água (PRUSKI; PRUSKI, 2011). Vazão média de longo período é a média aritmética dos valores de vazão médios diários (WOLFF, 2013), e indica o potencial energético da bacia hidrográfica além de representar a maior vazão que pode ser regularizada. Na construção de um reservatório ela é utilizada para o cálculo do volume de regularização (BARBOSA et al., 2005).

Já 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 consequências 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 as 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 Q_7 e a $Q_{(7,10)}$. Na prática pouca utilidade têm as vazões mínimas instantâneas, que devem ser muito próximas da vazão mínima diária e normalmente durações maiores, como as durações de 7 dias, apresentam maior interesse à gestão da bacia pois, a sequência de vazões baixas é que representa uma situação desfavorável para a demanda hídrica local (TUCCI; MENDES, 2006).

A Q_7 é um dos índices utilizados para a estimativa de estiagens em bacias e representa a 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, em média, há o risco de ocorrer sete dias seguidos com esta vazão mínima (FIOREZE et al., 2010).

Além dos índices de vazões mínimas, é muito importante conhecer a amplitude de variação das vazões e, principalmente, a frequência com que 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 a 95% ($Q_{95\%}$) como valores de referência.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na bacia hidrográfica do rio Piquiri (Figura 1) localizada 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 na região 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 (SEMA, 2013).

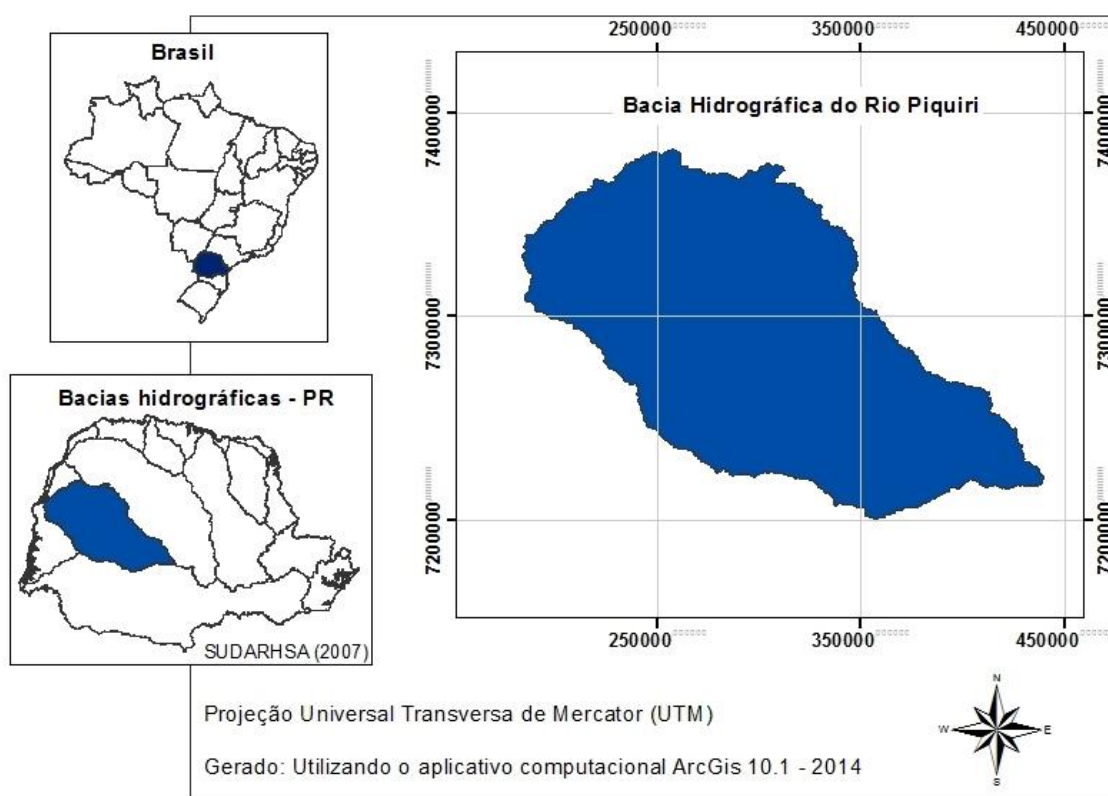


Figura 1 Localização geográfica da bacia hidrográfica do Rio Piquiri – PR.

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, Goio-êre, 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 elevam-se 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 freqüentes 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, agricultura intensiva e pastagens artificiais e campos naturais. Há ainda o aparecimento de pequenas áreas de cobertura florestal e concentrações urbanas e industriais, com destaque para a região de Cascavel (SEMA, 2013).

3.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

3.2.1 Dados Pluviométricos

Para a realização do presente estudo foram utilizadas 48 estações pluviométricas com séries históricas de 1980 a 2010 obtidas no portal Hidroweb da Agência Nacional de Águas (ANA).

Os valores obtidos nas 48 estações pluviométricas continham falhas em alguns anos da série histórica. Para tanto essas 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 é a precipitação a ser estimada (mensal ou anual) para o posto Y, r_{YX1} , r_{YX2} , r_{YX3} , representam, respectivamente, os coeficientes de correlação das precipitações em Y e X1, Y e X2, e Y e X3; P_{X1} , P_{X2} , P_{X3} , representam as precipitações dos postos X1, X2 e X3.

O método foi aplicado adotando 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.

Os dados necessitavam de uma análise de consistência dos dados que 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).

De posse dos valores diários de precipitação foram calculadas a 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); e precipitação anual do semestre mais chuvoso (Psc), para cada estação pluviométrica. A partir da localização de cada uma delas foram produzidos os mapas de isoietas, visando a 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.

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 SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) que advém de cooperação

entre a NASA e a NIMA (National Imagery and Mapping Agency), do DOD (Departamento de Defesa) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália (Valeriano e Abdon, 2007).

3.2.2 Dados Fluviométricos

Neste trabalho foram utilizadas 18 estações fluviométricas cujas séries históricas foram obtidas no portal HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA).

Após obter os valores de vazões para cada estação da bacia hidrográfica do rio Piquiri, foram computados os registros de períodos contínuos e dados faltantes e 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.

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 de Q_7 anuais, 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:

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 1:

$$\Delta X = \frac{[\ln(Q_{m\acute{a}x}) - \ln(Q_{m\acute{i}n})]}{50} \quad \text{Eq. (1)}$$

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

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

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

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

$$f_i = \frac{Nq_i}{NT} 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

em que: Nq_i é o número de vazões de cada intervalo e NT é o 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 SNIRH (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos), 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.

3.3 ANÁLISES DOS DADOS

A apresentação dos dados será em forma de tabelas contendo os valores de vazão e precipitação encontrados para o período em estudo, mapas de distribuição de precipitação na bacia hidrográfica do rio Piquiri bem como gráfico apresentando a tendência da precipitação da série histórica. Para tanto foram utilizados o software ArcGis 10.1 e o software Rstudio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PRECIPITAÇÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios das variáveis de precipitação obtidos pelo método de interpolação do quadrado médio da distância (IDW) das sub-bacias: 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. No Apêndice A encontram-se os valores das variáveis de precipitação dos 31 anos (1980 a 2010) das sub-bacias da bacia hidrográfica do Piquiri.

Tabela 1 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 Goio-erê	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 2: a) precipitação total anual; b) precipitação do trimestre mais seco; c) precipitação do trimestre mais chuvoso; d) precipitação do semestre mais seco e e) precipitação do semestre mais chuvoso.

Para os valores de precipitações totais anuais, nota-se (Figura 2a), 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 variando 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 a 2000 mm ano^{-1} , dados corroborados com os resultados encontrados neste estudo.

Quanto à precipitação do trimestre mais chuvoso (Figura 2b), esta varia em torno de 580 a $890 \text{ mm trimestre}^{-1}$, sendo os valores mais altos observados no sul e sudeste. Já o trimestre mais seco (Figura 2c) varia em torno de 155 a $290 \text{ mm trimestre}^{-1}$ e os valores menores são observados no norte e nordeste.

Observando os valores correspondentes à precipitação semestral (Figuras 2d e 2e), 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 $150 \text{ mm semestre}^{-1}$. 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 da mesma.

Diante dos valores de precipitação, não foi possível encontrar um padrão em relação aos meses mais secos e mais chuvosos. 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.

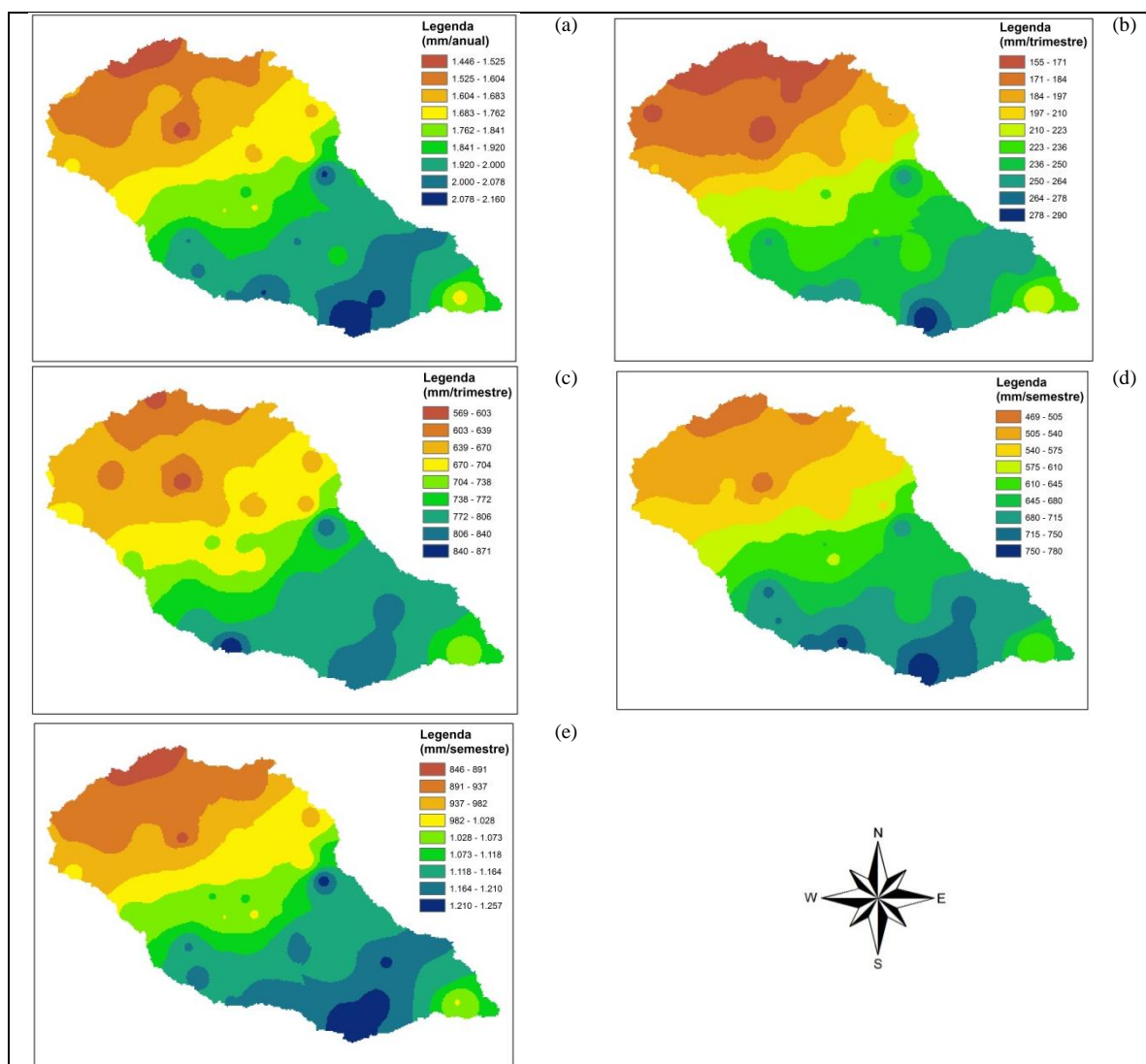


Figura 2 Mapas das isoietas, referente à precipitação total anual (a), trimestre mais chuvoso (b); precipitação do trimestre mais seco (c); precipitação do semestre mais seco (d) e precipitação do semestre mais chuvoso (e).

4.2 VAZÃO

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 2 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 vazões, e áreas de drenagem determinados 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 B, visto que para cada estação o período de dados difere-se.

Tabela 2 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 (m^3s^{-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 Goio-erê	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

4.3 ANÁLISE DE TENDÊNCIA DA SÉRIE HISTÓRICA DE PRECIPITAÇÃO

A partir das séries históricas de precipitação gerou-se o gráfico através do qual foi possível verificar a tendência da pluviosidade na bacia hidrográfica do rio Piquiri durante o período de 1980 à 2010. O Gráfico 1 demonstra as médias anuais da precipitação na bacia do rio Piquiri.

Medias Anuais Precipitacao - Bacia do Piquiri

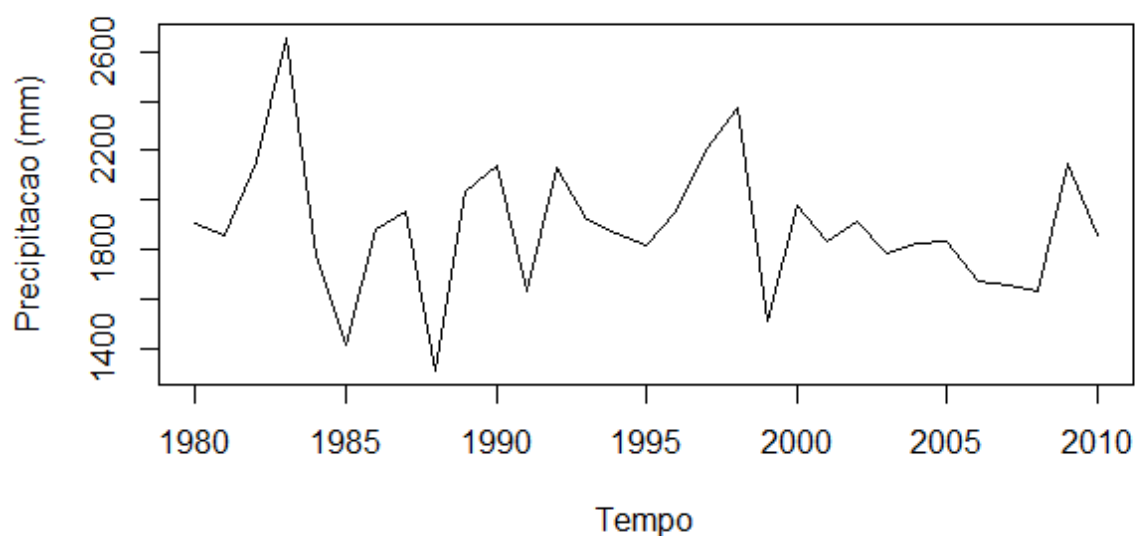


Gráfico 1 Médias anuais de precipitação na bacia do rio Piquiri.

É possível observar no gráfico que não há um padrão de precipitação na bacia do rio Piquiri durante os 31 anos de dados. A pluviosidade média em toda a bacia esteve entre 1400 mm/ano à 2600 mm/ano demonstrando uma suficiência pluviométrica na área bem como indicando um comportamento sem padrão definido. Entretanto pode-se observar que ao longo do tempo não há indícios de grandes períodos de estiagem de chuvas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

Constatou-se que na bacia entre os anos de 1980 à 2010 os resultados nos valores pluviométricos indicaram uma área sem restrições hídricas em condições naturais. Devido à falta de dados, não foi possível realizar um estudo mais aprofundado e estabelecer um padrão no índice de vazão mínima da bacia.

Conclui-se que entre os anos de 1980 à 2010 a bacia hidrográfica do rio Piquiri não sofreu carência de chuvas entretanto o presente estudo se ateve apenas à análise da disponibilidade hídrica no período.

Vale ressaltar que se faz necessário um estudo mais aprofundado quanto à disponibilidade de água e a demanda de água na região estudada visto que é uma região de economia agrícola e forte crescimento populacional pois desta forma será possível definir o comportamento hidrológico da bacia para um melhor aproveitamento e gestão dos recursos hídricos na área em questão.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. M. de. **Regionalização de vazões médias de longo período e de volumes de reservatórios de regularização**. Universidade Federal do Espírito Santo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). 209p. 2010.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 218 p.2012.

ADAM, K.N. **Análise dos impactos de mudanças climáticas nos regimes de precipitação e vazão na bacia do rio Ibibui**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). 80 p.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: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2005.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, 8 de janeiro de 1997**. Presidência da República: Casa Civil. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2014.

CASTRO, A. de; RUHOFF, A. L. Estudo de regionalização de vazões médias na região do Médio Uruguai. **Embrapa Informática Agropecuária: Circular Técnica: 04**, Campinas, SP. 8p, 2009

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

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

FERREIRA, G. M. **Regionalização de vazões de referência $Q_{7,10}$ e Q_{90}** . Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). 181p. 2010

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**, v.40, n.2, p.167-173, 2010.

IAP, INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Avaliação Ambiental Integrada - Bacia do Rio Piquiri**. Curitiba, 2008.

ICWE, INTERNATIONAL CONFERENCE ON WATER AND THE ENVIRONMENT. **The Dublin Statement on Water and Sustainable Development**. Dublin, Irlanda. 1992.

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**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). 157p. 2006.

LI, M. SHAO, Q.; ZHANG, L. A New regionalization approach and its application to predict flow duration curve in ungauged basins. **Journal Of Hydrology**, v. 389, p.137-143, 2010.

MASIH, I.; UHLENBROOK, S.; MASKEY, S.; AHMAD, M.D. Regionalization of a conceptual rainfall-runoff model based on similarity of the flow duration curve: A case study from the semi-arid Karkheh basin, Iran. **Journal of Hydrology**, v.391, p.188-201, 2010.

MELO, G. K. R. M. A. M. de; LIMA, A. R. de; BARBOSA, L. da S. Gestão integrada e participativa dos recursos hídricos no contexto da Lei 9.433/97. **Âmbito Jurídico.com.br**. p.5. 2010.

PRUSKI, F. F.; PRUSKI, P. L. **Tecnologia e inovação frente a gestão de recurso hídricos**. In: MEDEIROS, S. de S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. de O.; PAZ, V. P. da S. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande: INSA, p.27-58.2011.

SEMA, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do Paraná**. Governo do Estado do Paraná. 2ª ed: Curitiba. 140p. 2013.

TUCCI, C.E.M. e MENDES, C.A.B. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacias Hidrográficas. Ministério do Meio Ambiente e PNUD (Projeto PNUD 00/20)**. Apoio a Políticas Públicas na Área de Gestão e Controle Ambiental. Brasília.362p.2006.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. Brasília: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2012.

VIRÕES, 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, Japaratinga, Subaúma e Jacuípe**. Recife: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. 154p.2013.

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

APÊNDICES

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

Tabela 3 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 PAIQUERE	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 GOIO - ERE	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 4 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 PAQUERE	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 GOIO - ERE	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 5 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 PAQUERE	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 GOIO - ERE	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 6 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 PAQUERE	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 GOIO - ERE	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 7 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 PAQUERE	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 GOIO - ERE	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 8 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 PAIQUERE	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 GOIO - ERE	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 9 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 PAQUERE	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 GOIO - ERE	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 10 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 PAIQUERE	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 GOIO - ERE	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 11 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 PAIQUERE	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 GOIO - ERE	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 12 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 PAQUERE	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 GOIO - ERE	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	IPORÁ	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 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias (Q_7) das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do Piquiri

Tabela 13 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Guampará (645764000)

Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 14 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Porto Paiquere (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 15 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 16 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 17 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Ponte Leôncio Primo (64773000)

Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 18 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 19 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q₇), 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 20 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q₇), da estação Ponte do Goio-Bang (64785000)

Ano	Q ₇ (m ³ s)	Ano	Q ₇ (m ³ s)	Ano	Q ₇ (m ³ s)	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 21 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q₇), da estação Salto Sapucaí (64790000)

Ano	Q ₇ (m ³ s)	Ano	Q ₇ (m ³ s)	Ano	Q ₇ (m ³ s)	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 22 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 23 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 24 Valores da vazão mínima anual com duração de sete dias de duração (Q_7), da estação Balsa do Goio-ere (64810000)

Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 25 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 26 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 27 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)	Ano	Q_7 (m ³ s)	Ano	Q_7 (m ³ s)	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 28 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