

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LAURA MARTINS PARMA

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PONCIANOS, CAMANDUCAIA – MG**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

LAURA MARTINS PARMA

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO PONCIANOS, CAMANDUCAIA – MG**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheira Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof. Michel Castro Moreira

Coorientador: Prof. Ricardo Santos Silva Amorim

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2022**

LAURA MARTINS PARMA

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA E USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOS PONCIANOS, CAMANDUCAIA – MG**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências, para obtenção do título de Engenheira Agrícola e Ambiental.

APROVADO: 03 de agosto de 2022.

Assentimento:



Laura Martins Parma
Autora



Michel Castro Moreira
Orientador

*Aos meus pais, José Ricardo e Romilda,
e ao Sávio, pelo apoio e incentivo
em todos os momentos, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível. Ao meu pai, José, por acreditar nos meus sonhos e por nunca duvidar da minha capacidade, até mesmo quando eu tinha medo. A minha mãe, Romilda, por me instruir a ser forte, pelo apoio em todas as horas e por me amar incondicionalmente.

Ao Sávio pelo companheirismo, por me encorajar a seguir em frente e por ensinar a ingenuidade de um coração. Agradeço também pela paciência, por estar presente em todos os momentos desse trabalho, pelas crises de riso e por tornar os dias mais leves.

Ao meu orientador Professor Michel pela confiança depositada em mim, pela orientação e valioso direcionamento no decorrer desta pesquisa. Ao meu coorientador Professor Ricardo e ao Professor Carlos Brasileiro pelas ideias, críticas e sugestões no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos por compartilhar momentos especiais, pelo carinho e paciência, por dividir as preocupações e desafios. Agradeço à Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de concluir minha formação acadêmica e também por proporcionarem os melhores anos de minha vida.

A todos que fizeram parte dessa história, agradeço imensamente.

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

Estudos sobre a disponibilidade hídrica e o uso e a ocupação da terra são cada vez mais importantes em bacias em que se verificam o aumento da demanda pelo uso da água e a mudança da cobertura vegetal. Na bacia do ribeirão Poncianos, localizada no sul do Estado de Minas Gerais, verifica-se o aumento das áreas ocupadas pela silvicultura de eucalipto. Considerando que a silvicultura de eucalipto pode afetar a disponibilidade hídrica e a conservação de solo e água da região, o objetivo do trabalho foi realizar o estudo hidrológico e analisar a mudança no uso e na ocupação da terra na bacia do ribeirão Poncianos. A base de dados utilizada para o estudo hidrológico foi obtida através das estações fluviométricas e pluviométricas disponíveis no HidroWeb, plataforma digital disponibilizada pela Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA). Para a elaboração do Modelo Digital de Elevação utilizou-se os dados altimétricos do projeto NASADEM, enquanto para a análise de uso e ocupação do solo foram obtidos os dados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (MapBiomas), para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. O método linear foi o melhor ajuste para as equações de regionalização para a estimativa das vazões média e mínimas da bacia. As equações de regionalização obtidas permitem a estimativa das vazões para toda a bacia, de modo que pode ser utilizada para a análise do processo de concessão de outorgas e para avaliação da disponibilidade hídrica da região. Além disso, foram identificadas na bacia as classes de uso do solo de floresta natural, formação natural não-florestal, agricultura, mosaico de agricultura e pastagem, área não vegetada e pastagem. Os resultados apontaram para diminuição das florestas naturais e das pastagens, tendo a silvicultura aumentado, ocupando no ano de 2020 aproximadamente 26% da área da bacia. Essa substituição de florestas naturais por silvicultura requer melhor acompanhamento, a fim de minimizar os impactos sobre a disponibilidade hídrica e a conservação de solo e água na bacia do ribeirão Poncianos.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos. Regionalização de vazão. MapBiomas. Conservação de solo e água.

ABSTRACT

Studies on water availability and land use and occupation are increasingly important in basins where there is an increase in demand for water use and a change in vegetation cover. In Poncianos stream basin, located in the south of the State of Minas Gerais, there is an increase in the areas occupied by eucalyptus silviculture. Considering that eucalyptus silviculture can affect water availability and soil and water conservation at the region, the objective of this work was to accomplish a hydrological study and analyze the change in land use and occupation in the Poncianos stream basin. The database used for the hydrological study was obtained through the fluvimetric and pluviometric stations available on HidroWeb, a digital platform provided by the National Water and Sanitation Agency (ANA). For the elaboration of the Digital Elevation Model, altimetric data from the NASADEM project was used, while for the analysis of land use and occupation, was obtained from the Annual Mapping Project of Land Cover and Use in Brazil (MapBiomass), considering the years 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 and 2020. The linear method was the best fit for the regionalization equations to estimate the average and minimum flows of the basin. The regionalization equations obtained allow the estimation of flows for the entire basin, so that it can be used to analyze the process of granting concessions and to assess the water availability in the region. The land use classes of natural forest, non-forest natural formation, agriculture, agriculture and pasture mosaic, non-vegetated area and pasture were identified. The results pointed to a decrease in natural forests and pastures, with silviculture increasing, occupying approximately 26% of the basin area in 2020. The analysis of the results made it possible to quantify the changes in land use and occupation in the Poncianos stream basin, pointing to the need for better monitoring in order not to impact water availability and soil and water conservation in the region.

Keywords: Water resources management. Water regionalization. MapBiomass. Soil and water conservation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. METODOLOGIA	11
2.1. Área de estudo.....	11
2.2. Estudo hidrológico	12
2.2.1. Dados de vazão.....	12
2.2.2. Dados de precipitação.....	14
2.2.3. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistido.....	16
2.2.4. Regionalização das vazões.....	17
2.3. Análise do uso e ocupação da terra	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1. Estudo hidrológico	21
3.1.1. Vazão.....	21
3.1.2. Precipitação	22
3.1.3. Regionalização de vazões	23
3.2. Análise do uso e ocupação da terra	26
4. CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICES	36
APÊNDICE A – Diagrama de barras	36
APÊNDICE B – Estimativa de vazões	36
APÊNDICE C – Precipitação anual e mensal	39
APÊNDICE D – Equações de regionalização da bacia	65

1. INTRODUÇÃO

Na gestão dos recursos hídricos é imprescindível o conhecimento das vazões mínimas e médias no processo de concessão de outorgas de captação de água e lançamento de efluentes. Através do levantamento e processamento de dados hidrológicos é possível conhecer a disponibilidade hídrica e realizar a gestão dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica (WILSON *et al.*, 2010).

Apesar da necessidade de se conhecer as vazões para a gestão dos recursos hídricos, o Brasil não possui a quantidade mínima de estações instaladas segundo os critérios da Organização Meteorológica Mundial (OMM), em que é recomendada a instalação de uma estação a cada 1.875 km². Além disso, as estações fluviométricas brasileiras são instaladas, geralmente, nos rios principais, sendo que muitas delas apresentam séries históricas curtas ou com muitas falhas (AMORIM *et al.*, 2020; MARCUZZO, 2014; NOVAES *et al.*, 2007).

A definição do local de instalação dessas estações é realizada empiricamente, de modo que existem regiões com um maior número de estações, enquanto outras sofrem com a escassez de pontos. Além disso, os dados coletados nas estações estão sujeitos a falhas, ocasionadas por problemas instrumentais, erros grosseiros do operador, dentre outros, motivo pelo qual o uso destes dados requer uma análise minuciosa. Como consequência, apesar da existência, muitas estações acabam sendo excluídas na condução dos estudos hidrológicos (MOREIRA *et al.*, 2013).

Dada à escassez de dados hidrológicos, para estimar as vazões em qualquer seção da rede hidrográfica de uma bacia, é utilizada a técnica de regionalização de vazões. Na aplicação da regionalização de vazões devem ser consideradas as características físicas e climáticas da bacia, como a área de drenagem e a precipitação média (BAENA *et al.*, 2004; NOVAES *et al.*, 2007).

O método tradicional, descrito pela Eletrobrás (1985), é o mais utilizado nos estudos de regionalização de vazões e constitui-se na identificação de regiões hidrologicamente homogêneas, com o posterior ajuste das equações de regressão entre as variáveis de vazão de interesse e as características físicas e climáticas da região (NOVAES *et al.*, 2007). De posse das equações de regressão pode-se estimar as vazões de interesse para a bacia hidrográfica.

Ocorre que para fins de gestão de recursos hídricos, as equações de regressão permitem estimar as vazões considerando as condições já ocorridas na bacia, uma vez que os dados utilizados para a estimativa das vazões e da precipitação advêm de séries históricas. Assim, na gestão de recursos hídricos, tão importante quanto estimar as vazões, é necessária uma análise

do uso e ocupação da terra, pois as vazões de uma bacia são diretamente influenciadas pelas atividades antrópicas desenvolvidas na região.

No país, o Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias) é uma iniciativa que envolve pesquisadores, empresas e ONGs, que se utilizam da série de imagens do satélite *Landsat*, para, através de métodos empíricos e estatísticos, criar os mapas de uso e cobertura do solo, que ficam disponíveis, gratuitamente, para cópia digital no domínio do MapBiomias (BARBOSA, 2019). Estudos de regionalização de vazões, bem como a análise do uso e ocupação da terra, são cada vez mais importantes em bacias em que se verificam o aumento da demanda de água e a mudança da cobertura vegetal advinda das atividades antrópicas.

A bacia do ribeirão Poncianos, situada na região ocidental da Serra da Mantiqueira, em Minas Gerais, pertence a sub-bacia do rio Jaguari, que está situado na bacia hidrográfica do rio Piracicaba (COMITÊS PCJ, 2001; MISSURA, 2005). A região onde encontra-se o ribeirão Poncianos é caracterizada pela riqueza hídrica, por possuir pontos de nascentes e captação de importância regional, além das transformações sócio-econômicas, culturais e de uso e cobertura do solo, principalmente no desenvolvimento da silvicultura (BARBOSA, 2012).

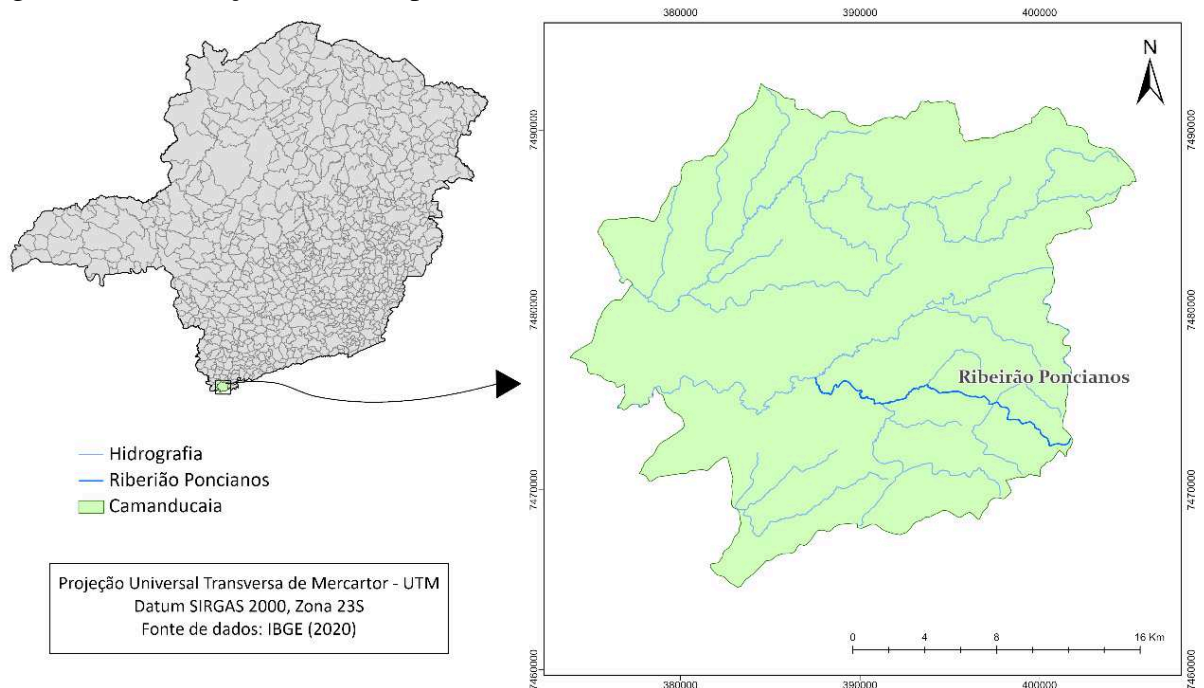
Considerando a expansão da silvicultura de eucalipto e do setor industrial na região, as quais podem já estar afetando a disponibilidade hídrica da região, objetivou-se realizar um estudo hidrológico e a análise do uso e ocupação da terra na bacia do Ribeirão Poncianos, a fim de contribuir com o uso racional e compartilhado da água.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A bacia do ribeirão Poncianos está localizada no município de Camanducaia, no sul do estado de Minas Gerais (Figura 1). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da bacia é classificado em Cwb (Subtropical úmido, com inverno seco e verão temperado) na região da Serra da Mantiqueira. Nessa região encontram-se as cabeceiras dos rios Jaguari e do ribeirão Cachoeirinha, contribuinte do Atibaia, que posteriormente se unem formando o rio Piracicaba (ALVARES *et al.*, 2013; MISSURA, 2005).

Figura 1 - Localização do município de Camanducaia e do ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

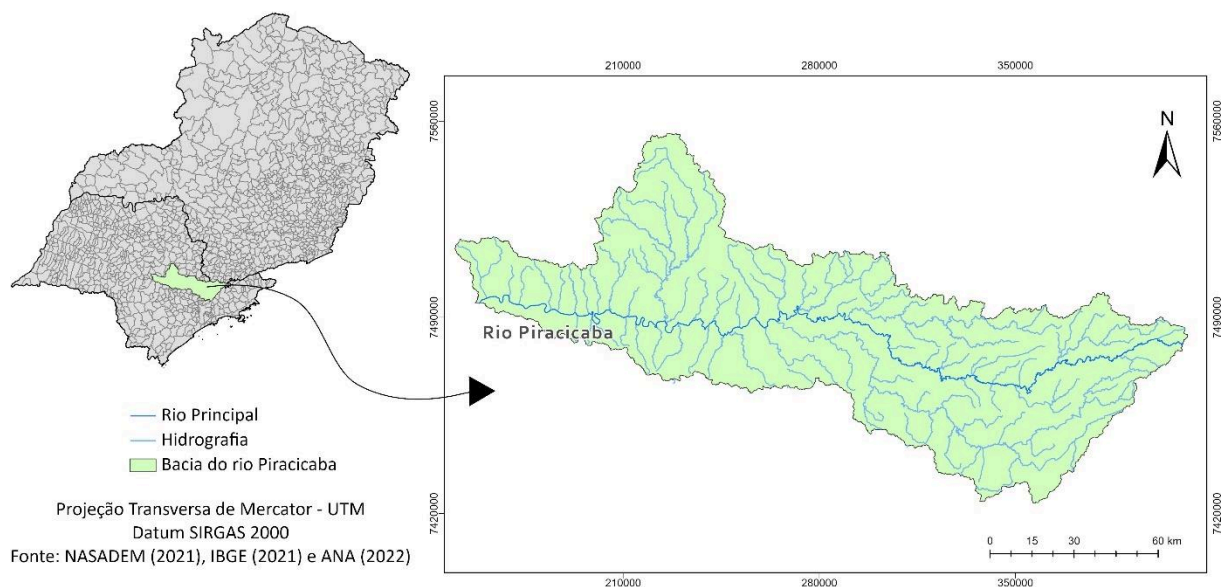
O ribeirão Poncianos drena a porção norte da Serra da Mantiqueira, tendo aproximadamente 20 km de extensão (MISSURA, 2005). Apesar de abrigar duas das principais nascentes do rio Piracicaba, a região possui pouquíssimas estações fluviométricas e pluviométricas, logo, foi necessário estudar toda a bacia do rio Piracicaba, a fim de se obter dados hidrológicos da região.

A bacia do rio Piracicaba (Figura 2) está localizada nos estados de São Paulo e Minas Gerais, e compreende uma área de aproximadamente 12.500 km² (GIAMPAOLO, 1995). Essa região possui uma população aproximada de três milhões de habitantes e é considerada um

modelo de “bacia desenvolvida”, por possuir uma das maiores densidades populacionais do país e uma eficiente gestão de recursos hídricos. A ocupação da terra na região é heterogênea, tendo-se cerca de 87% da população vivendo em centros urbanos, sendo a atividade econômica diversificada, com áreas totalmente agrícolas e outras industriais (GRANDE *et al.*, 2003).

A região possui sentido de escoamento leste-oeste e noroeste, sendo que suas nascentes se encontram em Minas Gerais (na cabeceira do rio Jaguari) e em São Paulo (nos rios Atibainha e Cachoeira). A bacia abastece 33 municípios que utilizam águas superficiais, quatro com mananciais subterrâneos e três mistos (GRANDE *et al.*, 2003).

Figura 2 - Localização da bacia do rio Piracicaba



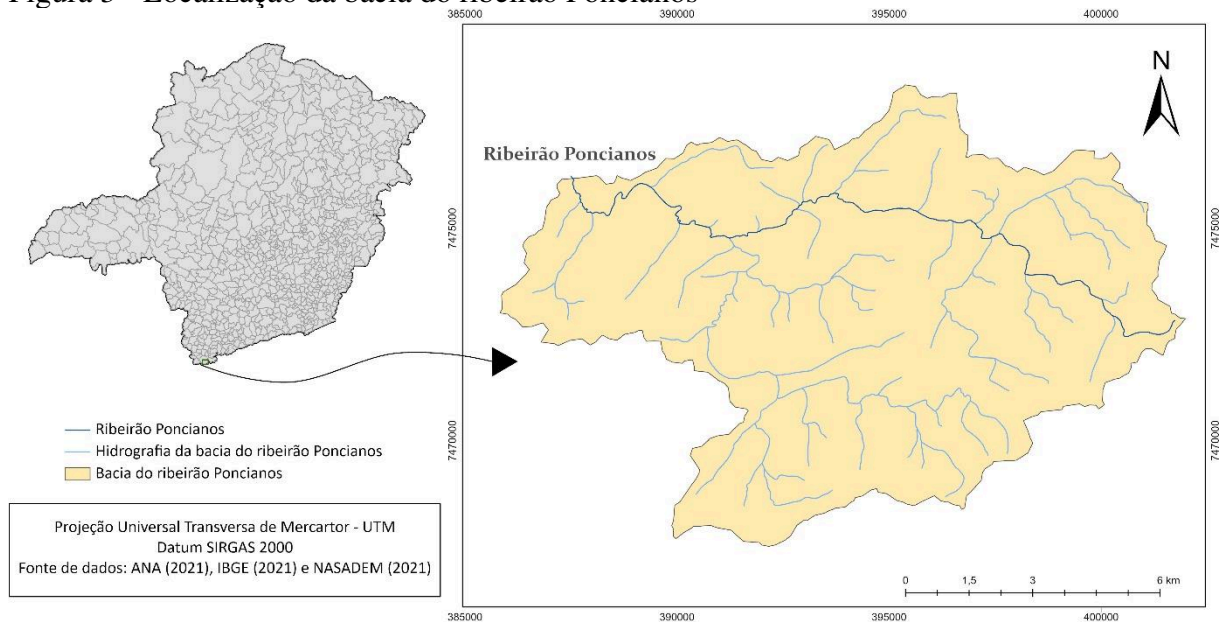
Fonte: Autora.

2.2. Estudo hidrológico

2.2.1. Dados de vazão

O ribeirão Poncianos possui sua nascente e foz dentro dos limites do Estado de Minas Gerais (Figura 3), fazendo com que seja de domínio estadual. Assim, as análises de disponibilidade hídrica do presente estudo serão realizadas considerando a vazão média de longa duração (Q_{mld}) e a vazão mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), considerando os períodos anual e mensal. Essas vazões são adotadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), para a análise do processo de outorga no Estado (IGAM; UFV, 2012).

Figura 3 - Localização da bacia do ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

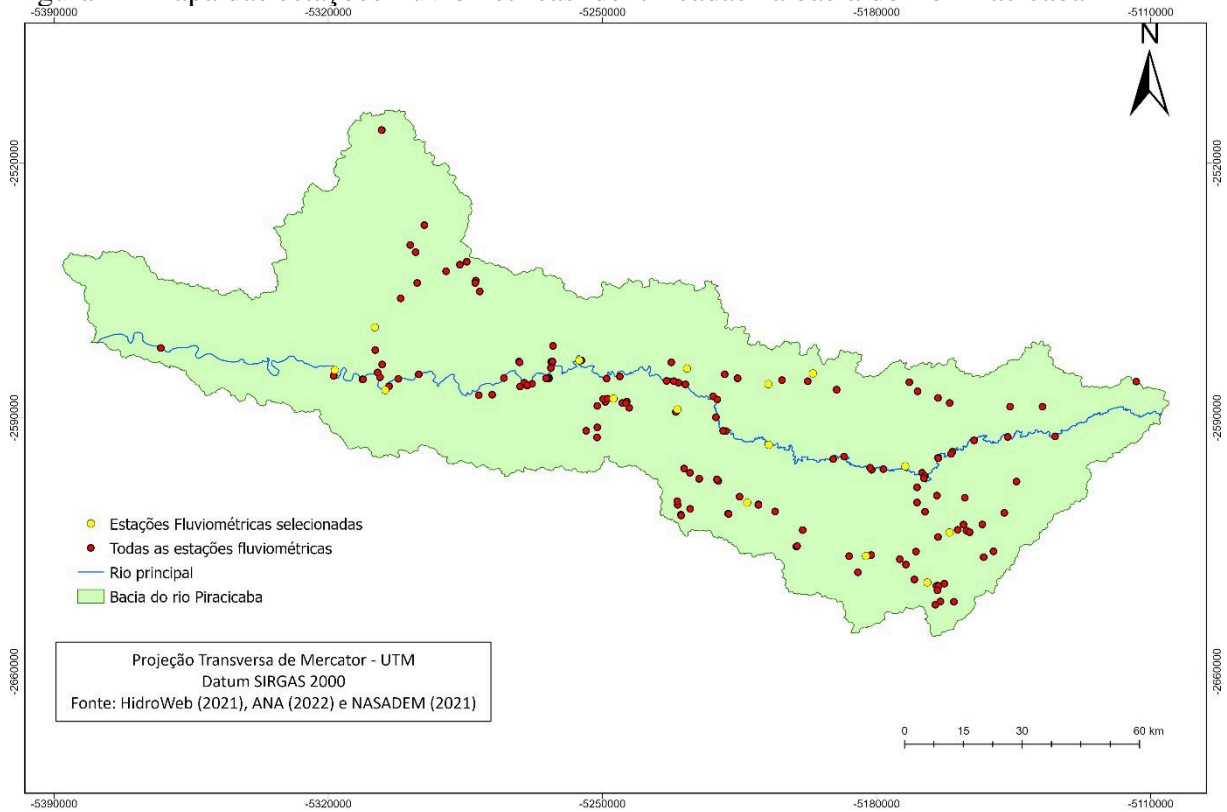
No cálculo das vazões de referência foram empregadas as séries históricas de dados das estações fluviométricas que pertencem a bacia do rio Piracicaba. Todos os dados de vazão foram obtidos através do sistema Hidroweb, que disponibiliza os dados da Rede Hidrometeorológica Nacional, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (HIDROWEB, 2022).

Para as análises dos dados das estações foi utilizado o *software* SisCah (Sistema Computacional para Análises Hidrológicas) (“GPRH”, 2021). Este programa permite, dentre suas funcionalidades, obter as vazões mínimas, médias e máximas, estudar a estacionariedade dos dados entre os períodos da série histórica, eliminar erros no conjunto de dados, dentre outras (SOUSA *et al.*, 2009).

Em toda a bacia foram identificadas 168 estações fluviométricas, porém apenas 31 estações apresentaram dados. Além disso, mesmo nas estações que apresentaram dados, havia muitas falhas nas séries de vazão. Desta forma, foram ainda descartadas todas as estações com menos de 15 anos de dados e com mais de 5% de falhas, dentro do período de 1990 a 2019 (30 anos), conforme a disponibilidade da base de dados avaliadas.

Pela análise do diagrama de barras (Apêndice A) e considerando a disponibilidade de dados das estações da bacia do rio Piracicaba, determinou-se que o estudo hidrológico de vazões para a área de estudo fosse realizado considerando 15 estações fluviométricas (Figura 4 e Tabela 1).

Figura 4 - Mapa das estações fluviométricas identificadas na bacia do rio Piracicaba



Fonte: Autora.

Tabela 1 - Estações fluviométricas selecionadas na bacia do rio Piracicaba

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km ²)
62597000	Guaripocaba	-22,9000	-46,4667	1.350
62605000	Buenópolis	-22,8506	-46,7797	1.950
62622000	Monte Alegre do Sul	-22,6869	-46,6786	387
62625000	Amparo	-22,7114	-46,7808	663
62628000	Fazenda Barra	-22,6756	-46,9675	928
62632000	Usina Ester	-22,6572	-47,2147	3.400
62662000	Nazaré Paulista	-23,1664	-46,4161	358
62665000	Piracaia	-23,0517	-46,3653	431
62670000	Atibaia	-23,1056	-46,5569	1.140
62676000	Bairro da Ponte	-22,9831	-46,8294	1.930
62680000	Desembargador Furtado	-22,7694	-46,9894	2.490
62690000	Acima de Paulínea	-22,7444	-47,1361	2.730
62705000	UHE Barra Bonita Piracicaba	-22,7253	-47,6594	8.900
62709000	Recreio	-22,5813	-47,6836	1.580
62715000	Artemis	-22,6792	-47,7753	10.900

Fonte: Adaptado de HidroWeb (HIDROWEB, 2021).

2.2.2. Dados de precipitação

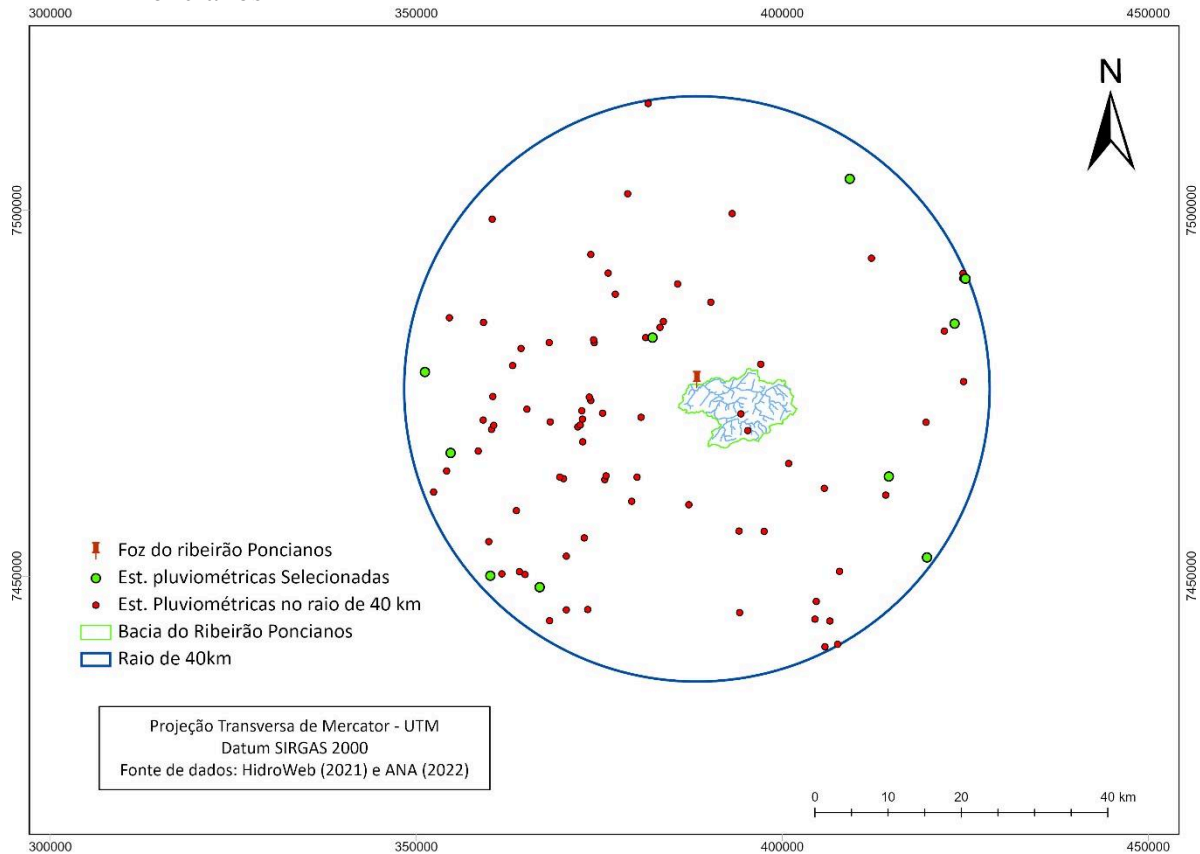
Os dados de precipitação foram obtidos por meio das estações pluviométricas da Rede Hidrometeorológica Nacional da ANA (“ANA”, 2022). A seleção das estações pluviométricas foi realizada considerando a distância entre a bacia e as estações da região. Para o estudo em

questão, foi inicialmente considerado um *buffer* de 20 km para a identificação de estações pluviométricas ao entorno da foz bacia. Uma vez que não foram observadas estações pluviométricas com dados, analisou-se os *buffers* de 30, 40 e 50 km, tendo sido no *buffer* de 40 km identificadas 234 estações pluviométricas.

Os dados das 234 estações pluviométricas foram baixados no sistema Hidroweb e utilizando-se o software Hidro (“HIDRO”, 2021), desenvolvido pela ANA, foram analisados os dados de interesse. Após a exclusão das estações que não apresentavam séries históricas, foi realizada a análise dos anos com registros de precipitação. Para os dados pluviométricos foi utilizado o mesmo período base de dado das vazões, ou seja, de 1990 a 2019.

Pela análise dos dados, verificou-se que estações localizadas até um raio de 40 km da foz da bacia do ribeirão Poncianos possuíam séries de dados que atenderiam aos requisitos para o estudo da precipitação na área de interesse. Sendo assim, foram selecionadas 10 estações pluviométricas (Figura 5 e Tabela 2), as quais estão distribuídas ao redor da da bacia do ribeirão Poncianos.

Figura 5 - Localização das estações pluviométricas a um raio de 40 km da foz do ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

Tabela 2 - Estações pluviométricas selecionadas

Código	Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)
2245011	São Bento do Sapucaí	-22,6897	-45,73	895
2245054	Monteiro Lobato	-22,9333	-45,8333	680
2245084	Bairro do Analdino	-22,5656	-45,8833	880
2245104	Sapucaí-Mirim	-22,7453	-45,7447	950
2246035	Vargem (Us. Flores - CPFL)	-22,9000	-46,4167	940
2246057	Camanducaia	-22,7600	-46,1469	1.040
2246095	Pedra Bela	-22,8000	-46,4500	1.090
2345004	Pedregulho	-23,0333	-45,7833	580
2346094	Piracaia	-23,0522	-46,3653	790
2346334	Crioulos	-23,0667	-46,3000	900

Fonte: Adaptado de HidroWeb (HIDROWEB, 2021).

Para cada uma das estações pluviométricas selecionadas foram calculadas as médias mensais e anuais no período de 30 anos, de 1990 a 2019. As séries históricas das estações possuem falhas, de modo que foi necessário preencher os dados anuais e mensais, pelo método da regressão linear simples (TUCCI, 2012). Dessa forma, foi utilizado o software Excel para obtenção da precipitação total. Por fim, a interpolação dos totais precipitados foi realizada utilizando-se o interpolador Inverso da Potência da Distância (IDW), disponível no software ArcGIS Pro. Este interpolador tem sido muito aplicado para desenvolver os parâmetros no campo da hidrologia (YANG *et al.*, 2020).

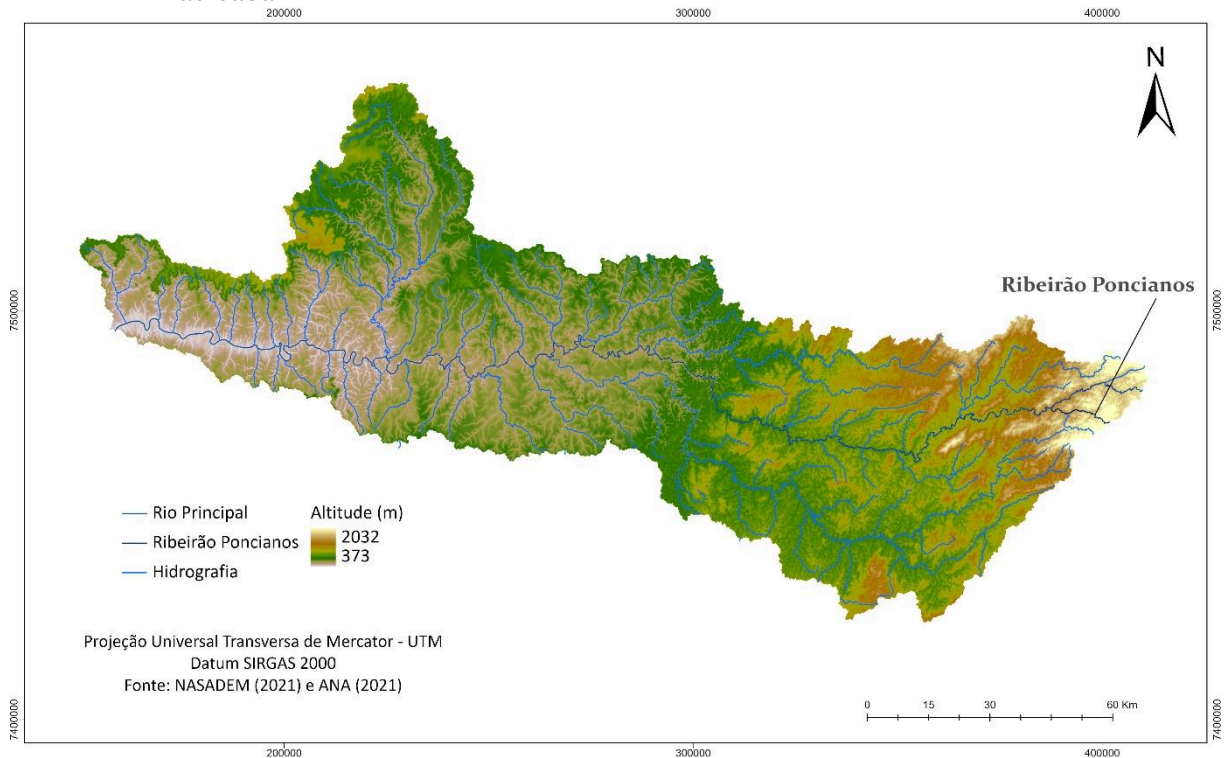
2.2.3. Modelo digital de elevação hidrologicamente consistido

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistido (MDEHC) tem por objetivo assegurar o escoamento da água de forma fidedigna, sendo a base nos estudos hidrológicos (CHAVES *et al.*, 2002). Assim, foram utilizados os dados da hidrografia da bacia, obtidos junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e os dados altimétricos de toda a região, os quais foram obtidos através do projeto NASADEM (EARTHDATA SEARCH, 2022) para a geração do MDEHC da bacia do rio Piracicaba.

A hidrografia da bacia foi consistida, a partir da análise de sua topologia e a direção de escoamento, enquanto os dados altimétricos foram convertidos para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000.

Após a obtenção e o pré-processamento dos dados, as etapas de geração do MDEHC (Figura 6) consistiram na geração do MDE, pós-processamento do MDE e validação do MDEHC.

Figura 6 - Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistido (MDEHC) da bacia do rio Piracicaba



Fonte: Autora.

De posse do MDEHC, as áreas de drenagem de cada estação foram calculadas, a fim de assegurar maior precisão nos dados. Com o MDEHC do rio Piracicaba foi possível determinar a área de drenagem do ribeirão Poncianos, a qual foi calculada no *software* ArcGis Pro, correspondendo a 99,42 km².

2.2.4. Regionalização das vazões

No processo de regionalização de vazões foi adotado o método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985). Este método consiste na identificação de regiões hidrologicamente homogêneas e no ajuste de equações de regressão entre as diferentes variáveis a serem regionalizadas e as características físicas e climáticas das bacias de drenagem.

A região hidrologicamente homogênea foi identificada observando a posição geográfica das estações e posteriormente sendo analisados os coeficientes de determinação da regressão e o erro padrão. Assim, para a área de estudo, foram realizados vários testes utilizando o *software* Sisorcv (“GPRH”, 2021), que corresponde a um sistema operacional para a regionalização de vazões, criado pelo grupo de pesquisas em recursos hídricos (GPRH), na Universidade Federal de Viçosa (UFV) (MOREIRA; SILVA, 2009).

Devido ao número de estações e suas posições, toda a bacia do rio Piracicaba foi identificada em apenas uma região homogênea, uma vez que as tentativas de divisão geraram resultados insatisfatórios.

Neste estudo foram utilizadas as estimativas da vazão média de longa duração (Q_{mld}) e a vazão mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), considerando os períodos anual e mensal. Através do programa computacional SisCAH (“GPRH”, 2021), após análise das vazões mínimas das estações fluviométricas da bacia, foi adotado o ano hidrológico com início no mês de outubro.

No ajuste das equações de regionalização foram considerados os modelos linear, exponencial, logarítmico e potencial. Os testes foram realizados através do Excel, Siscorv e SPSS (*software* estatístico) e seus resultados foram comparados com outros estudos já existentes na região.

A análise comparativa dos valores estimados de vazão com demais estudos existentes na literatura permite verificar a adequação dos valores estimados. Dessa forma, foi utilizada a base de dados de vazão de IGAM (2012), uma vez que é o órgão gestor de recursos hídricos de Minas Gerais e pode ser empregado como referência no estado.

Foram utilizados os valores da Q_{mld} e da $Q_{7,10}$ calculados a partir da regionalização das vazões, bem como o estudo desenvolvido por IGAM (2012), no qual se procedeu a regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais.

Foram utilizadas as equações de regionalização para o período anual (Equações 1 e 2), em m^3s^{-1} , segundo o trabalho IGAM (2012).

$$Q_{mld} = 0,0137052543696619 A^{0,978914817862879} \quad (1)$$

$$Q_{7,10} = 0,000903883710440749 A^{1,10051287017873} \quad (2)$$

em que:

A = área de drenagem da seção de interesse, km^2 ;

Q_{mld} = vazão média de longa duração, m^3s^{-1} ; e

$Q_{7,10}$ = vazão mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos, m^3s^{-1} .

Segundo o estudo do IGAM (2012), verifica-se que para a bacia do ribeirão Poncianos, a Q_{mld} anual é de $1,2366413 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($1.236,64 \text{ L s}^{-1}$, $4.451,91 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$), enquanto a $Q_{7,10}$ anual é de $0,1426784 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($142,68 \text{ L s}^{-1}$, $513,64 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$).

Os valores estimados de vazão pelo presente estudo e pelo trabalho IGAM (2012) para a sub-bacia do ribeirão Poncianos foram analisados a partir da Diferença Relativa (DR), conforme Equação 3.

$$DR = 100 \times \frac{Q_{IGAM} - Q_{est}}{Q_{IGAM}} \quad (3)$$

em que:

DR = diferença relativa, %;

Q_{est} = vazão obtida pelo estudo, m^3s^{-1} ; e

Q_{IGAMt} = vazão estimada com base no trabalho de IGAM (2012), m^3s^{-1} .

A fim de calcular as vazões específicas de cada uma das estações fluviométricas, a partir das informações de localização das estações e considerando a rede hidrográfica da bacia, foram geradas as áreas de drenagem de cada estação, com a utilização do software ArcGIS Pro.

2.3. Análise do uso e ocupação da terra

Tendo em vista os resultados já consolidados e amplamente utilizados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (MapBiomas) (“Mapbiomas Brasil”, 2022) no presente estudo foram utilizados os mapas de cobertura e uso da terra disponíveis neste projeto.

O MapBiomas consiste em mapas anuais de 1985 a 2020, no formato matricial (30 por 30 m), gerados a partir da classificação pixel a pixel de imagens do satélite Landsat utilizando-se algoritmos de Aprendizagem de Máquina para realizar as classificações e supervisões por meio da plataforma *Google Earth Engine*. Os mosaicos gerados ficam disponíveis para download e possuem como características as bandas de reflectância, os índices espectrais e temporais e de textura (ROSA *et al.*, 2019).

Foram utilizados os dados relativos à área de influência do Ribeirão Poncianos considerando os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Posteriormente, os dados foram georreferenciados para sistema de coordenadas SIRGAS 2000, utilizando-se o software QGIS 3.16.12.

Através do *plug in* do MapBiomas no QGIS e do código de legenda do projeto, os arquivos foram agrupados em oito classes principais: floresta natural, formação natural não-florestal, agricultura, mosaico de agricultura e pastagem, área não vegetada e pastagem. Assim, foi possível caracterizar os usos do solo ao longo do tempo na região de estudo.

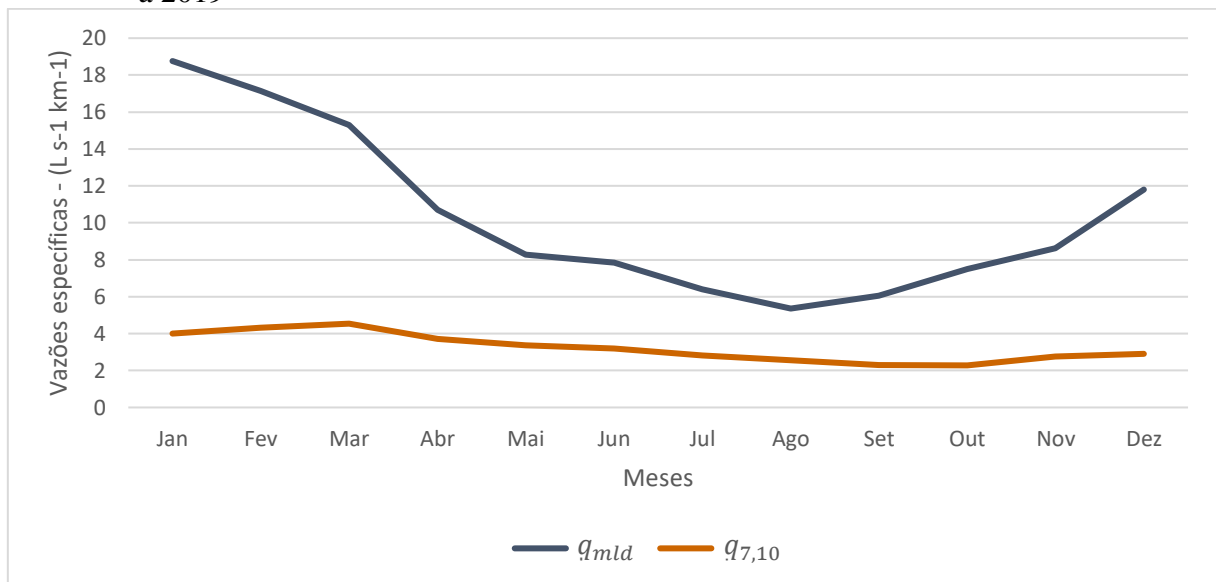
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estudo hidrológico

3.1.1. Vazão

As vazões das estações fluviométricas utilizadas no estudo foram estimadas e estão apresentadas no Apêndice B. De posse dessas vazões e das áreas de drenagem das estações, foram calculadas as vazões específicas da Q_{mld} e da $Q_{7,10}$, conforme apresentam-se no Apêndice B. A média das vazões específicas mensais, no período de 1990 a 2019, para a bacia do rio Piracicaba, é apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Vazões específicas médias mensais para a bacia do rio Piracicaba no período de 1990 a 2019



Fonte: Adaptado de HidroWeb (HIDROWEB, 2021).

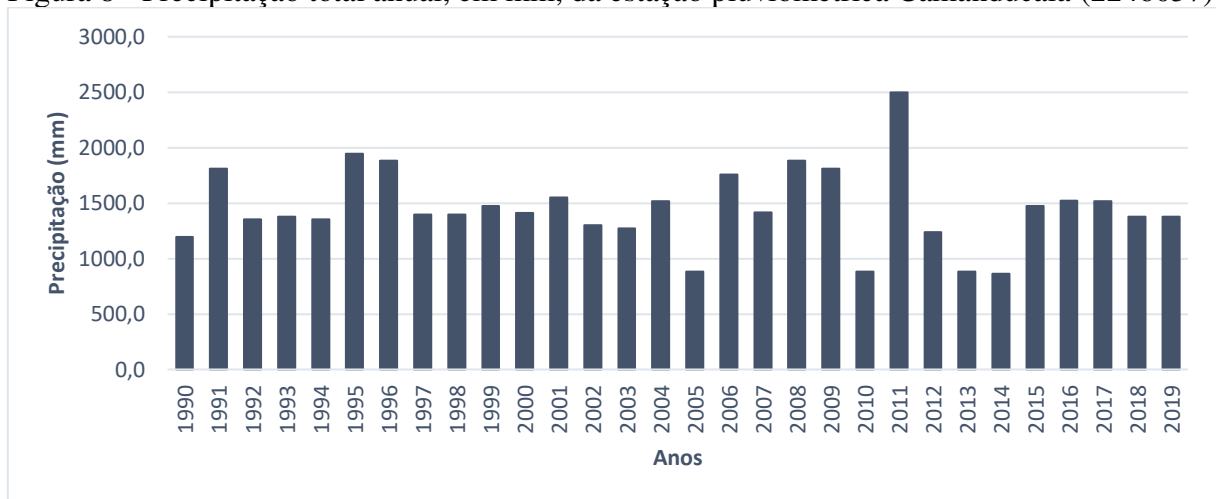
A partir da análise dos dados da Figura 7 pode-se observar que os maiores valores estão entre os meses de dezembro a março. Por outro lado, os menores valores de vazão concentram-se de junho a agosto, sendo os meses mais críticos sob o ponto de vista da disponibilidade hídrica para atender todos os usos de água da região. Esse resultado era esperado, uma vez que o período chuvoso varia de outubro a março, enquanto o período seco corresponde aos meses de abril a setembro.

3.1.2. Precipitação

Os valores das precipitações totais mensais e anuais das estações pluviométricas, bem como os mapas das interpolações mensais e anuais para a área de estudo, estão apresentados no Apêndice C.

Na Figura 8 apresenta-se a variabilidade da precipitação total anual da região ao longo dos anos de 1990 a 2019, tendo sido utilizada nesta análise a estação que melhor abrange a área do ribeirão Poncianos (Código: 2246057; Camanducaia).

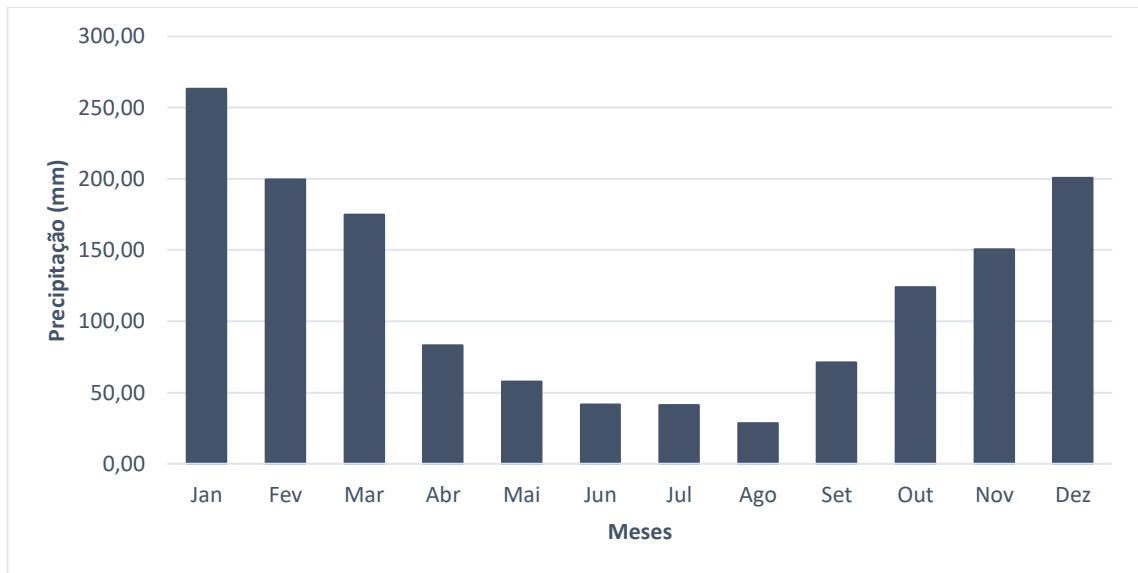
Figura 8 - Precipitação total anual, em mm, da estação pluviométrica Camanducaia (2246057)



Fonte: Adaptado de HidroWeb (HIDROWEB, 2021).

A fim de se avaliar a variabilidade mensal da precipitação ao longo do ano, a Figura 9 apresenta, em mm, as precipitações médias da bacia do ribeirão Poncianos.

Figura 9 - Precipitação médiamensal, em mm, da bacia hidrográfica do ribeirão Poncianos



Fonte: Adaptado de HidroWeb (HIDROWEB, 2021).

A partir da análise das Figuras 8 e 9 é possível perceber que, apesar de alguns anos possuírem maior precipitação, a média dos valores se manteve em torno de 1.445 mm anuais. Já em relação ao período mensal, os meses de junho a agosto são os mais secos, enquanto os de dezembro a fevereiro os mais chuvosos, conforme esperado por ser uma região de clima tropical. Vale ressaltar que neste estudo foi considerada a vazão como critério de definição do período chuvoso, motivo pelo qual a variação da precipitação reflete na disponibilidade hídrica.

Na região da sub-bacia do ribeirão Poncianos, localizada na região da Serra da Mantiqueira, a altitude é o principal fator de variação na precipitação anual. Além disso, a partir dos resultados é possível observar que os períodos anuais de seca são comuns, tornando-se um evento de ciclo recorrente (PONTES *et al.*, 2015).

3.1.3. Regionalização de vazões

As equações de regionalização para estimativa da vazão média de longa duração (Q_{mld}) e da vazão mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) foram determinadas por meio do modelo linear. As Equações 4 e 5 referem-se ao período anual, estando as equações para os períodos mensais apresentadas no Apêndice D.

$$Q_{mld} = 0,011253 A \quad R^2 = 0,99 \quad (4)$$

$$Q_{7,10} = 0,00168 A \quad R^2 = 0,97 \quad (5)$$

em que:

A = área de drenagem da seção de interesse, km^2 ;

Q_{mld} = vazão média de longa duração, m^3s^{-1} ; e

$Q_{7,10}$ = vazão mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos, m^3s^{-1} .

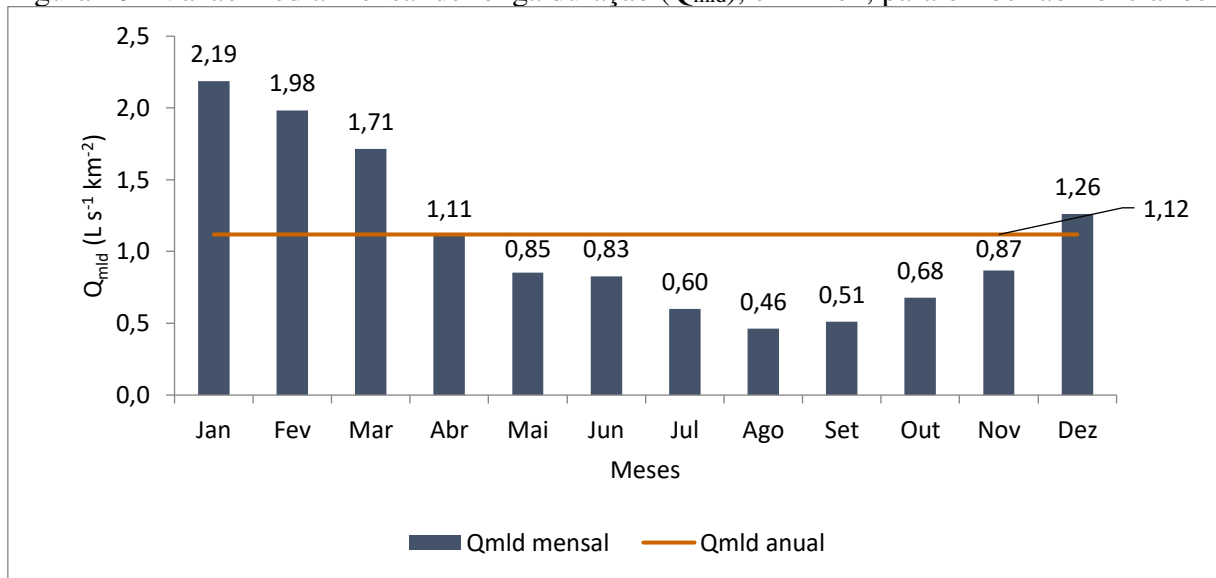
Considerando que a área de drenagem da sub-bacia do ribeirão Poncianos corresponde a $99,42 \text{ km}^2$, verifica-se que para a região, a Q_{mld} anual é de $1,11878 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($1.118,8 \text{ L s}^{-1}$, $4.027,58 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$), enquanto a $Q_{7,10}$ anual é de $0,16703 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ($167,03 \text{ L s}^{-1}$, $601,29 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$).

O valor anual estimado da q_{mld} corresponde a $11,253 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Este valor, conforme se observa na Tabela 3 do Apêndice B, está entre a faixa de valores de vazões específicas médias para as estações da bacia do rio Piracicaba (q_{mld} máxima = $16,4 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$; q_{mld} mínima = $4,5 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$; e q_{mld} média = $10,3 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$), de modo que o valor estimado é confiável diante das bases de dados utilizadas.

Por sua vez, o valor anual estimado da $q_{7,10}$ corresponde a $1,68 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$. Este valor, conforme se observa na Tabela 4 do Apêndice B, está entre a faixa de valores de vazões específicas mínimas para as estações da bacia do rio Piracicaba ($q_{7,10}$ máxima = $3,23 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$; $q_{7,10}$ mínima = $0,74 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$; e $q_{7,10}$ média = $1,94 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$), de modo que, assim como observado anteriormente, o valor estimado é confiável diante das bases de dados utilizadas.

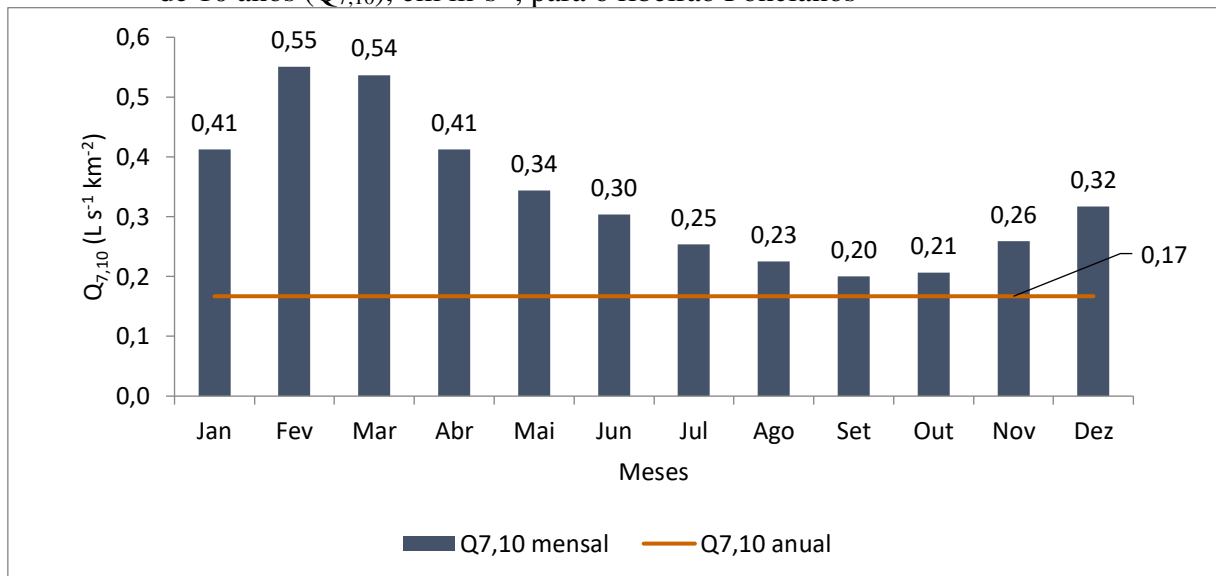
Nas Figuras 10 e 11 apresentam-se as vazões Q_{mld} e $Q_{7,10}$ para os períodos anual e mensal da seção referente a sub-bacia do ribeirão Poncianos.

Figura 10 - Vazão média mensal de longa duração (Q_{mld}), em m^3s^{-1} , para o ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

Figura 11 - Vazão mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), em m^3s^{-1} , para o ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

Na Tabela 3 apresentam-se os valores estimados de vazão pelo presente estudo e pelo trabalho IGAM (2012) para a sub-bacia do ribeirão Poncianos, bem como a Diferença Relativa (DR) em relação aos resultados obtidos o estudo de IGAM (2012).

Tabela 3 - Vazões Q_{mld} e $Q_{7,10}$, em m^3s^{-1} , estimadas pelo presente estudo e pelo trabalho IGAM (2012) para a sub-bacia do ribeirão Poncianos

Período	Q_{mld}			$Q_{7,10}$		
	Estudo	IGAM	Diferença Relativa (%)	Estudo	IGAM	Diferença Relativa (%)
Anual	1,1	1,237	-12,4	0,164	0,143	13,1

Fonte: Autora.

O IGAM deve agir em prol da conservação dos recursos hídricos de Minas Gerais, motivo pelo qual o seu estudo (IGAM, 2012), segundo LELIS (2020), atua de forma restritiva em relação a vazão outorgável ($Q_{7,10}$), subestimando seus valores. O uso antrópico na bacia faz com que a vazão média diminua, uma vez que há maior uso da água na região. Além disso, a equação de IGAM (2012) utiliza a base de dados até o ano de 2012, enquanto a do estudo, considera até o ano de 2019.

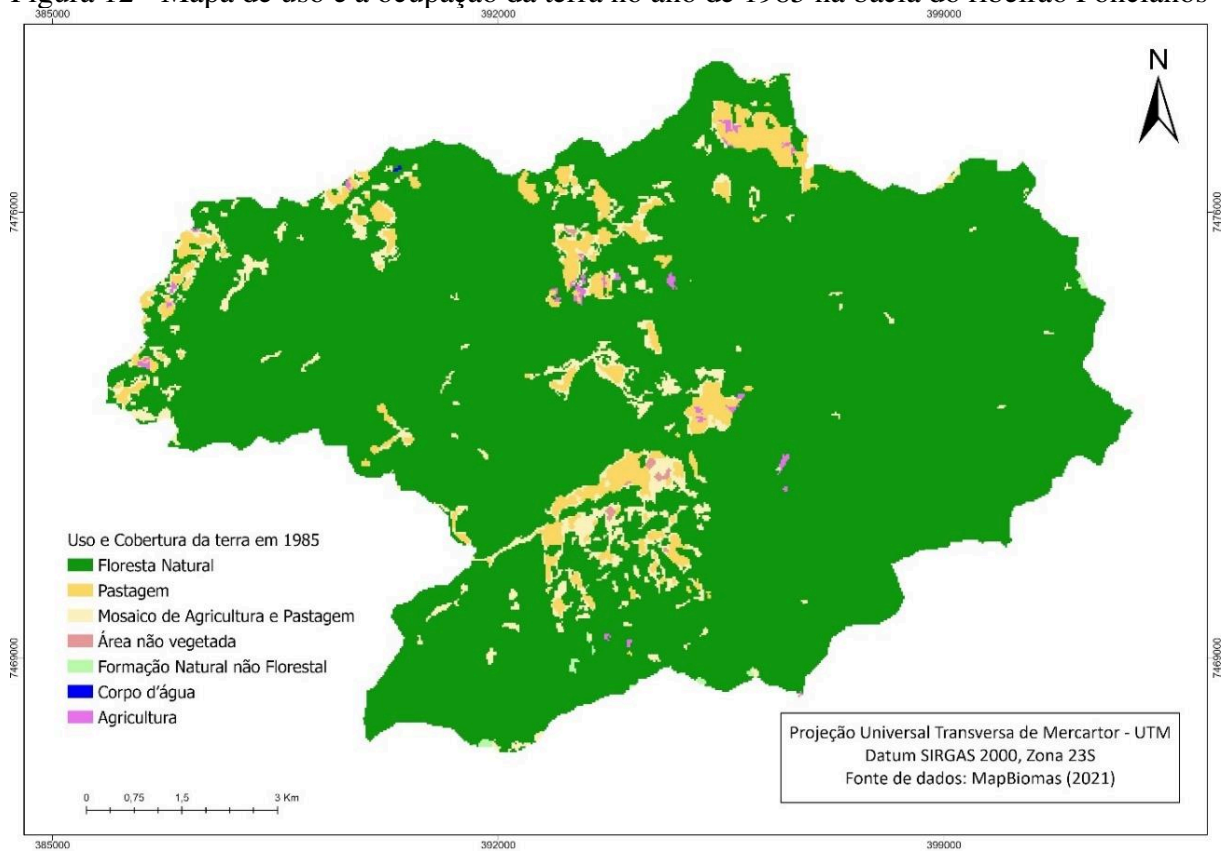
A diferença no modelo de equação utilizada por IGAM (2012) e no do estudo justifica-se pelo fato de que ao se realizarem os testes para a definição do melhor ajuste das equações, o valor de R^2 encontrado para o modelo potencial foi muito inferior ao linear. Um outro ponto relevante é que o período de dados utilizado no estudo é mais recente do que a base de dados empregada por IGAM (2012).

Por fim, vale ressaltar que a variável da área não reflete as alterações no uso do solo, apenas a morfometria da bacia. Nesse sentido, as equações de regionalização de vazão obtidas consideram apenas as características fisiográficas da bacia, não sendo sensíveis às alterações de uso e ocupação de solo da bacia, motivo pelo qual devem ser, periodicamente, atualizadas a fim de refletirem as condições da bacia hidrográfica.

3.2. Análise do uso e ocupação da terra

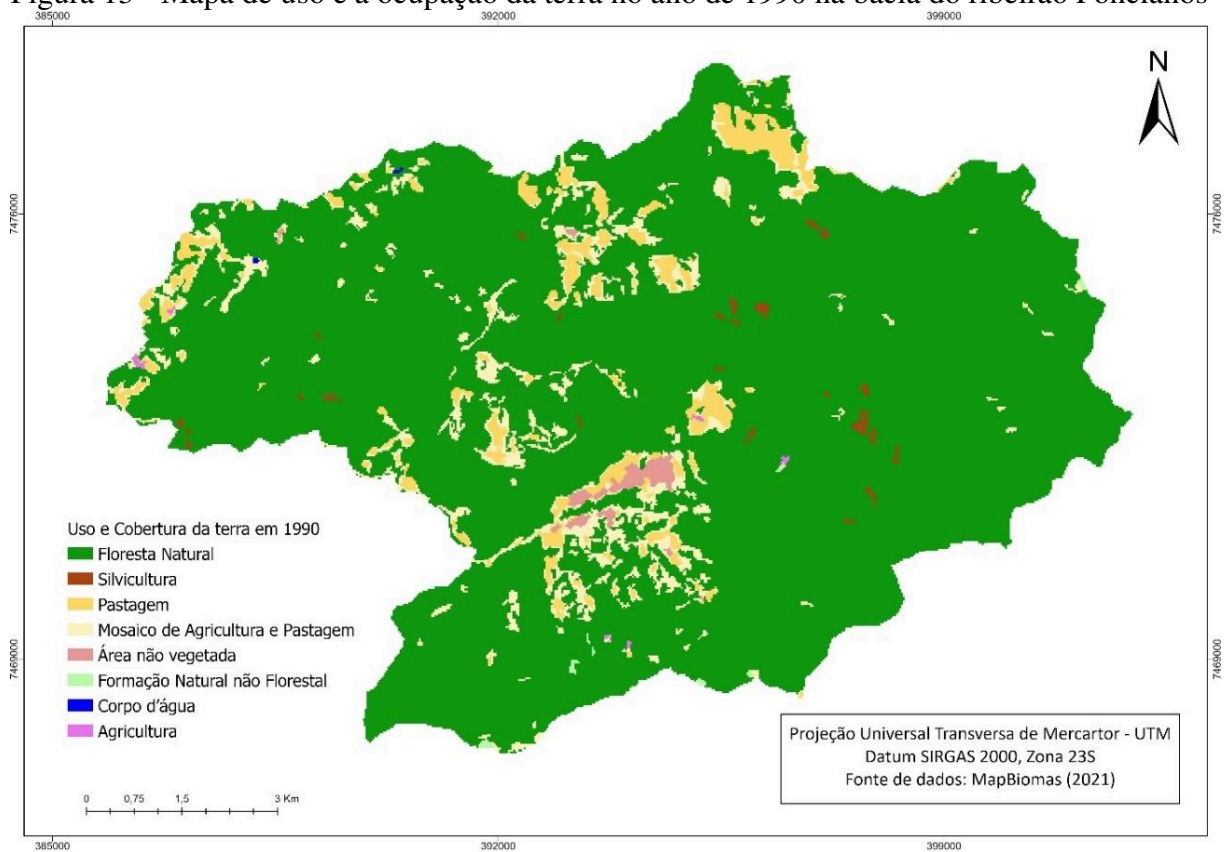
Os dados utilizados no estudo de classificação do uso e ocupação da terra foram provenientes do projeto MapBiomias. Foram consideradas sete classes: Floresta Natural, Formação Natural não Florestal, Agricultura, Pastagem, Silvicultura, Mosaico de Agricultura e Pastagem e Corpos d'água, analisadas durante o período de 1985 a 2020, conforme se apresentada nas Figuras 12 a 19.

Figura 12 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 1985 na bacia do ribeirão Poncianos



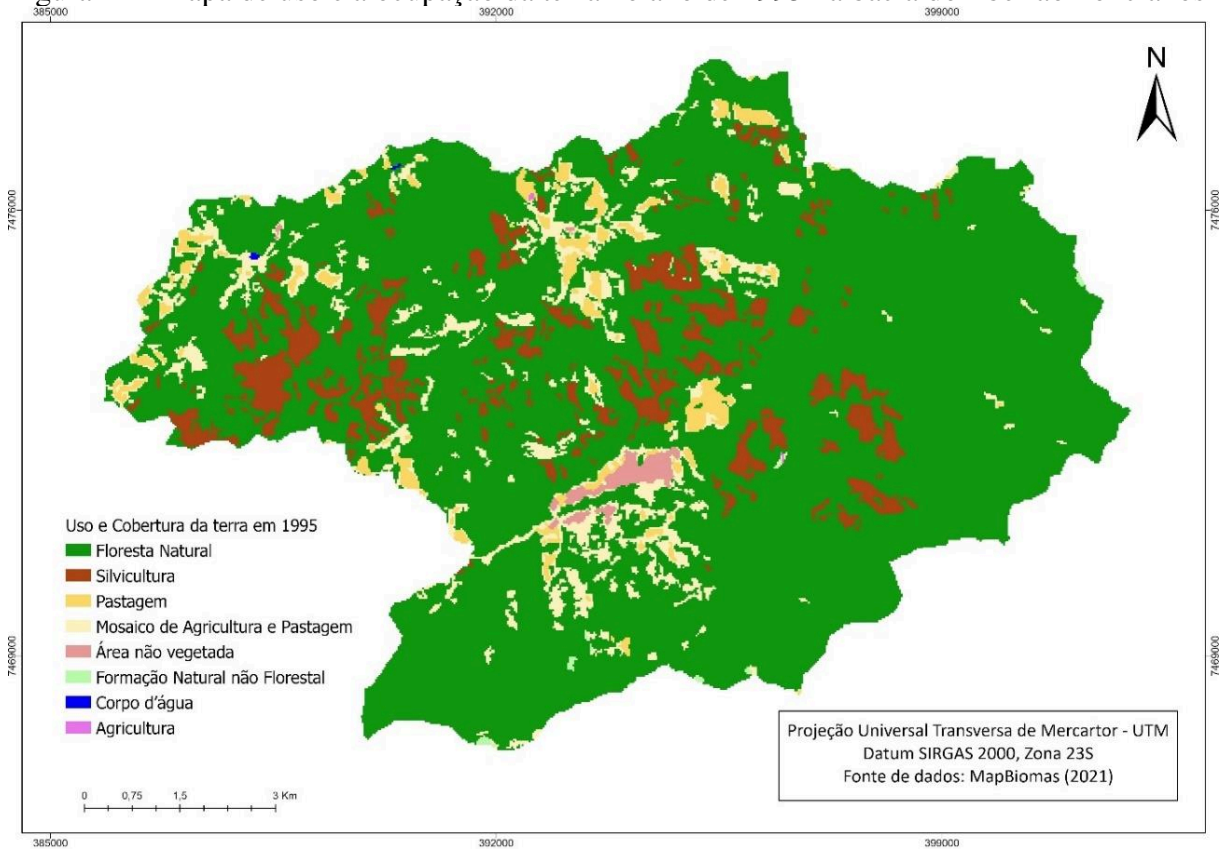
Fonte: Autora.

Figura 13 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 1990 na bacia do ribeirão Poncianos



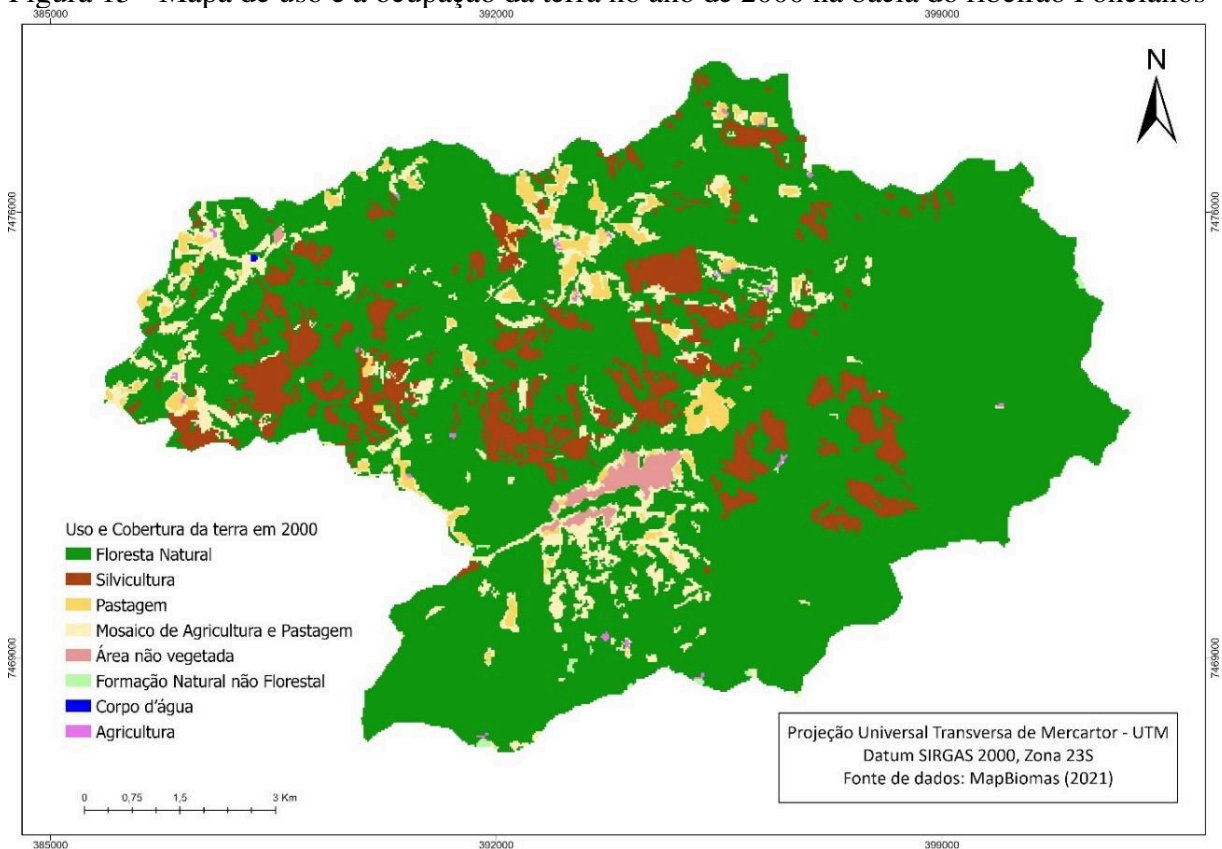
Fonte: Autora.

Figura 14 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 1995 na bacia do ribeirão Poncianos



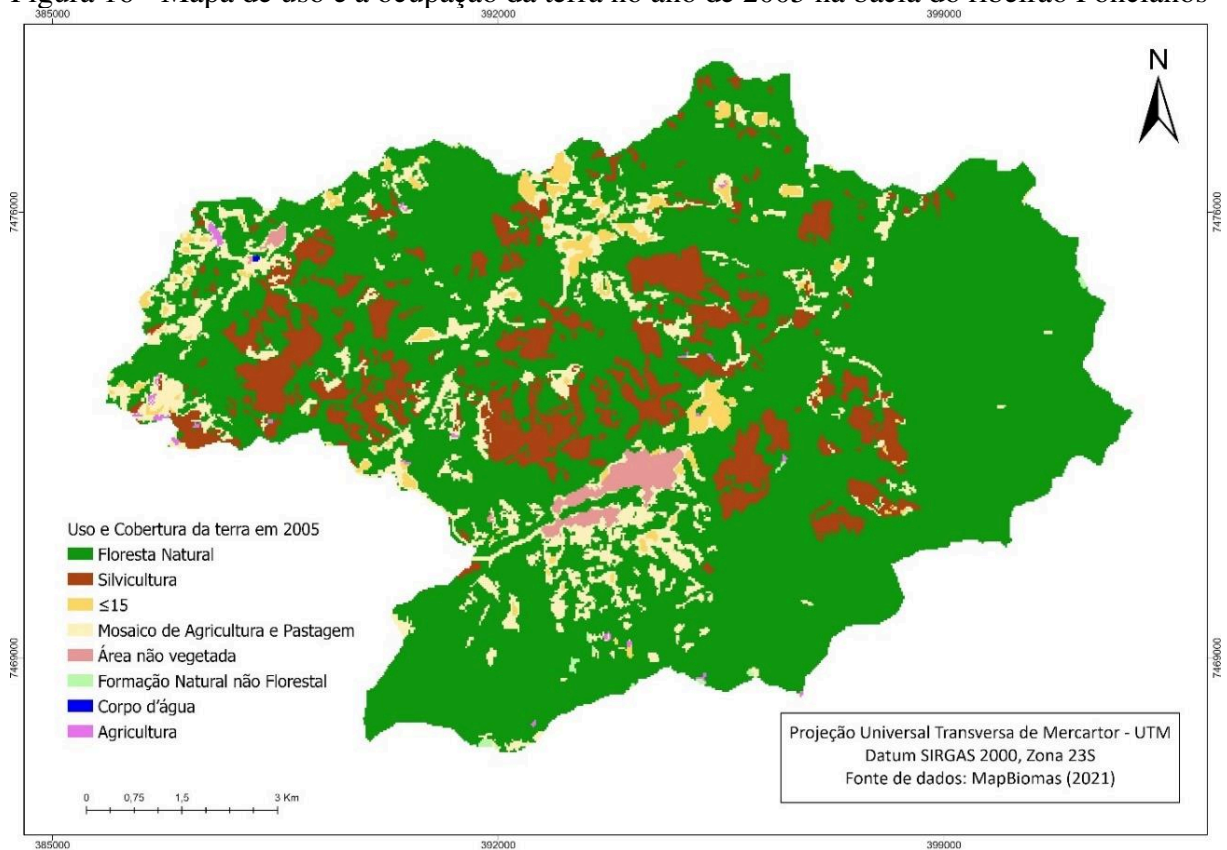
Fonte: Autora.

Figura 15 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 2000 na bacia do ribeirão Poncianos



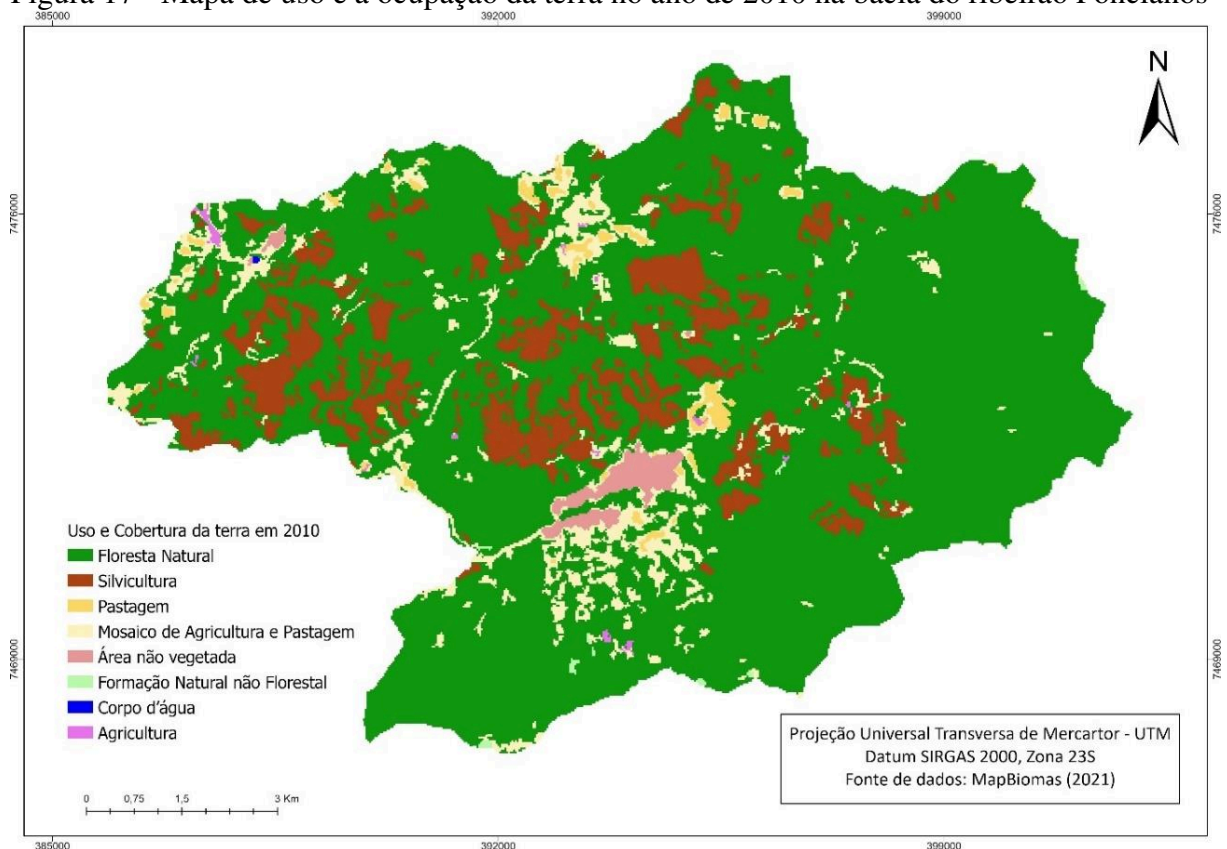
Fonte: Autora.

Figura 16 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 2005 na bacia do ribeirão Poncianos



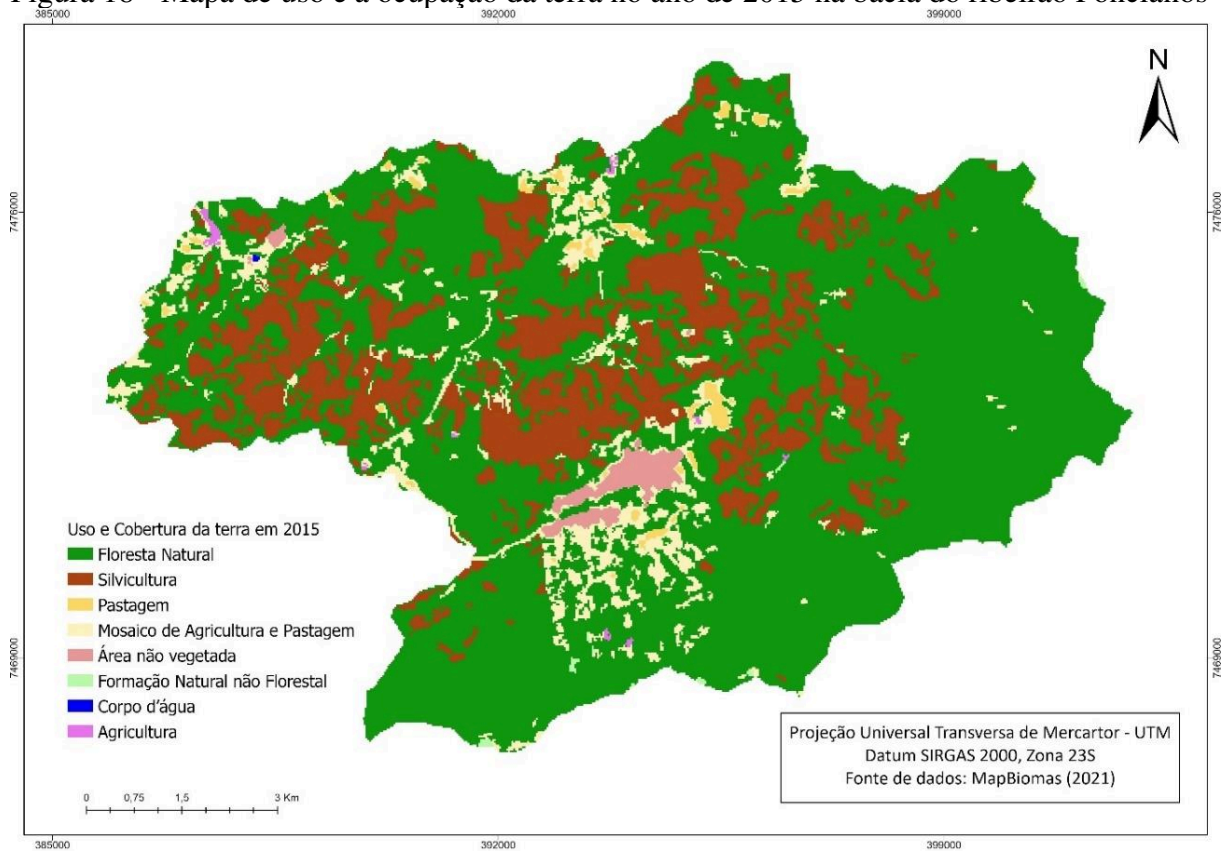
Fonte: Autora.

Figura 17 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 2010 na bacia do ribeirão Poncianos



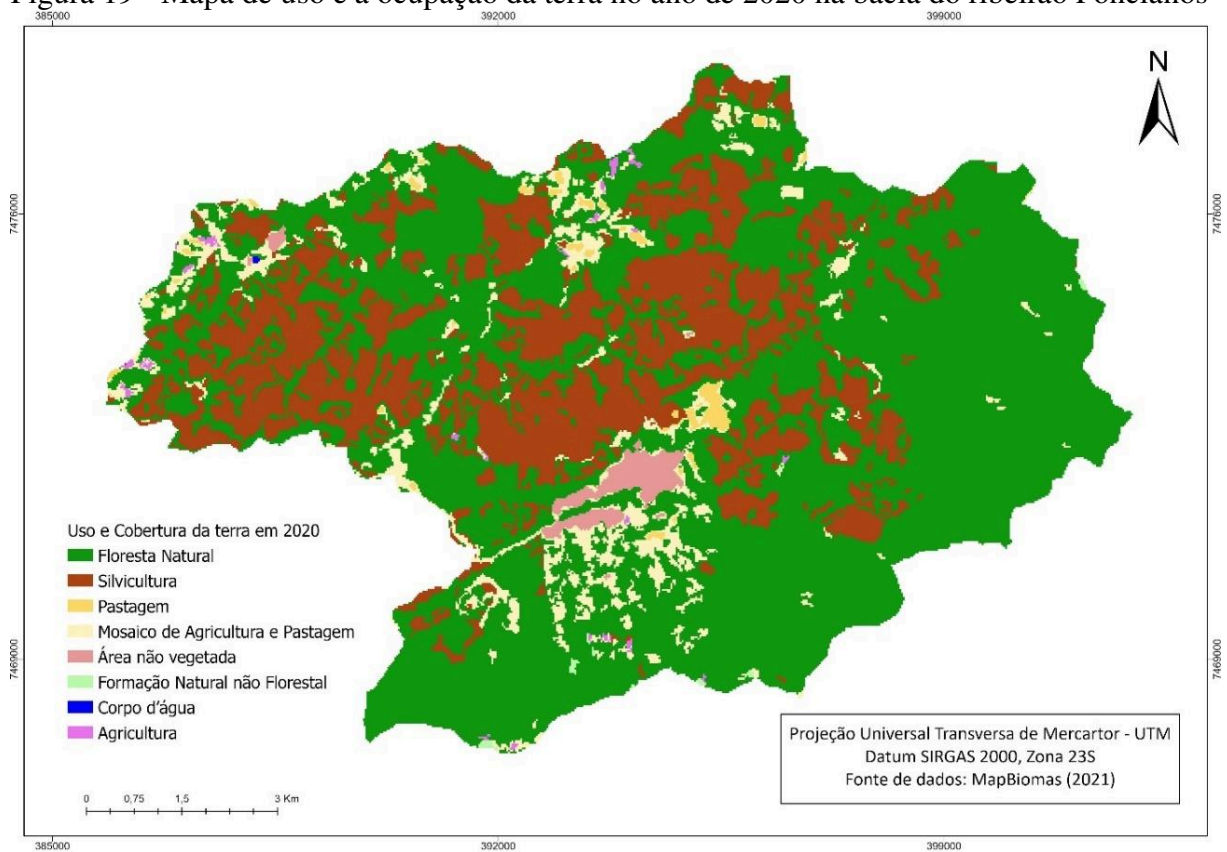
Fonte: Autora.

Figura 18 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 2015 na bacia do ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

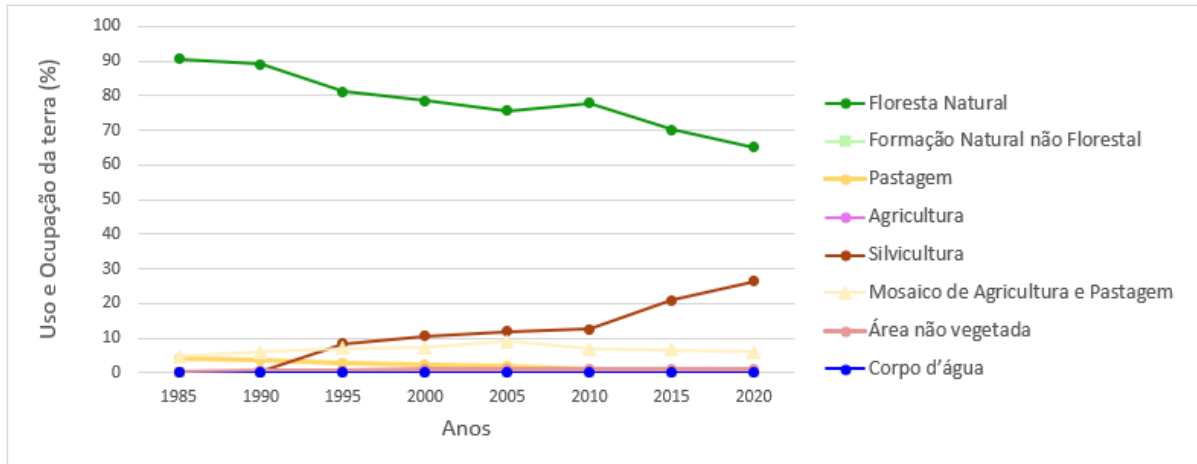
Figura 19 - Mapa de uso e a ocupação da terra no ano de 2020 na bacia do ribeirão Poncianos



Fonte: Autora.

Os mapas das Figuras 12 a 19 permitiram analisar temporalmente as perdas e ganhos das diferentes classes de uso e cobertura da terra, conforme apresenta-se na Figura 20.

Figura 20 – Variação do uso e a ocupação da terra na sub-bacia do ribeirão Poncianos ao longo dos anos de 1985 a 2020



Fonte: Autora.

Pela análise das Figura 20, foi observado que no ano de 1985, havia 90% de área ocupada na bacia por florestas naturais, já em 2020, a porcentagem diminuiu para 65%. As áreas de pastagem também diminuíram: em 1985, havia 4,65% e em 2020, 0,01%. Em relação à silvicultura, houve o aumento expressivo: em 1985 a área era composta por 1% e em 2020, 27%. No mosaico de agricultura e pastagem também houve ampliação da área, sendo de 5% em 1985 e de 6% em 2020. As demais classes foram desconsideradas das análises posteriores em função da característica de estabilidade ao longo de todo o período analisado.

As áreas de mosaico de agricultura e pastagem é associada aos locais que possuem características de uso agropecuário, no entanto, possuem padrões de ocupação heterogêneos, não sendo possível realizar a distinção entre as duas classes.

Outro ponto importante foi observado na área de floresta que tem cedido, gradualmente, espaço para implantação da silvicultura, sendo a partir de 2010 observados incrementos acentuados na silvicultura (107,87%) e no decréscimo de floresta (13,33%).

A região caracteriza-se por possuir florestas de eucaliptos, sendo muito comum a prática da silvicultura. Essa prática, quando aplicada de maneira correta, promove o controle dos impactos ambientais gerados, promove a criação de empregos diretos e indiretos e ainda o sequestro de carbono (MOLEDO *et al.*, 2016).

4. CONCLUSÕES

As equações de regionalização de vazões permitem estimar as vazões para toda a bacia do ribeirão Poncianos, constituindo uma alternativa para avaliar a disponibilidade hídrica na região.

A silvicultura com o plantio de eucalipto está em crescente expansão na região do ribeirão Poncianos, com o início de intensificação dessa atividade a partir de 2010.

As mudanças no uso e cobertura do solo da bacia do ribeirão Poncianos devem ser acompanhadas, de modo a mitigar a possibilidade do surgimento de conflitos pelo uso da água.

Como sugestão de continuação deste trabalho, verificou-se a necessidade de se analisar a relação entre a influência da mudança de uso e ocupação da terra sobre a disponibilidade hídrica da bacia.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** v. 22, n. 6, p. 711–728 , 2013.
- BAENA, Luiz G *et al.* Regionalização de vazões com base em modelo digital de elevação para a bacia do rio Paraíba do Sul. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, n. 3, p. 612–624 , 2004.
- BARBOSA, José Eduardo do Couto. Discussões sobre o rural e o urbano no município de Camanducaia-MG. **Revista Científica FAEX - Faculdade de Extrema**, 2012.
- BARBOSA, Luiz Mauro. Restauração Ecológica: Desafio do processo frente à crise ambiental - Governo do Estado de São Paulo. , 2019.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>>. Acesso em: 19 jul. 2022.
- CHAVES, Marcelo de Ávila *et al.* Modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes para a bacia Amazônica. , 2002.
- COMITÊS PCJ. Fundamentos da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos nas Bacias PCJ. , 2001.
- AMORIM, Jhones *et al.* Streamflow regionalization for the Mortes River Basin upstream from the Funil Hydropower Plant, MG. **An Interdisciplinary Journal of Applied Science** , 2020.
- Earthdata Search*. Disponível em: <<https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=nasadem>>. Acesso em: 9 jul. 2022.
- ELETROBRÁS. *Metodologia para regionalização de vazões* .Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Rio de Janeiro: [s.n.]. , 1985
- NOVAES, Luciano *et al.* Avaliação do Desempenho de Cinco Metodologias de Regionalização de Vazões. **Brasileira de Recursos Hídricos** v. 12, n. 2, p. 51–61 , 2007.
- GIAMPAOLO, Pellegrino *et al.* Análise espaço-temporal de dados hidrológicos da bacia do rio Piracicaba. , 1995.
- GPRH - Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos - *Universidade Federal de Viçosa*. Disponível em: <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- GRANDE, Marcelo Del *et al.* Distribuição de compostos organoclorados nas águas e sedimentos da bacia do rio Piracicaba/SP-Brasil. **Quim. Nova** v. 26, n. 5, p. 678–686 , 2003.
- HIDRO. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>>. Acesso em: 9 ago. 2022.
- HIDROWEB. *Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)*.

Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/download>>. Acesso em: 9 jul. 2022.

IGAM; UFV. Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no estado de Minas Gerais. , 2012.

LELIS, Luísa Carolina da Silva *et al.* Assessment of hydrological regionalization methodologies for the upper Jaguari River basin. **Journal of South American Earth Sciences** v. 97, n. October 2019 , 2020.

Mapbiomas Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR>. Acesso em: 19 jul. 2022.

MARCUZZO, Francisco F N; MELATI, Maurício Dambrós. Cálculo de densidade pelos critérios da omm e espacialização de novas estações P e Pr na sub-bacia 85. **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos** n. 51, p. 1–8 , 2014.

MISSURA, Ronaldo [UNESP]. Análise morfoestratigráfica da Bacia do Ribeirão dos Poncianos - MG. **Aleph** p. 135 f. : il., mapas, gráfs. , 5 dez. 2005.

MISSURA, Ronaldo [UNESP]; MENDES, Iandara Alves. Análise morfoestratigráfica da Bacia do Ribeirão dos Poncianos - MG. **Aleph** p. 135 f. : il., mapas, gráfs. , 2005.

MOLEDO, Júlio Cesar *et al.* Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 4, p.512-530, 2016.

MOREIRA, Michel Castro; SANTOS, Fagner da Rocha Dos; SILVA, Demetrius David Da. Inventory of Fluviometric and Pluviometric Stations of the Grande River Basin. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. p. 1–8 , 2013.

MOREIRA, Michel Castro; SILVA, Demetrius David Da. Comparação da metodologia adotada pelo instituto mineiro de gestão das águas (IGAM) para a estimativa da $Q_{7,10}$ e Q_{mld} com três metodologias de regionalização de vazão. **XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. p. 1–20 , 2009.

PONTES, Lucas Machado *et al.* Análise da distribuição temporal e espacial da precipitação na Bacia Hidrográfica dos Rios Jaguarí e Camanducaia. **XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia** , 2015.

ROSA, Marcos; SHIMBO, Julia Zanin; AZEVEDO, Tasso. MapBiomas - Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. **VIII Simpósio de Restauração Ecológica** , 2019.

REIS, Geraldo Gonçalves dos; REIS, Maria das Graças Ferreira. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica IPEF** v. 11, n. 30, p. 9–22 , 1997.

SOUSA, H. T. *et al.* SisCAH 1.0: Sistema Computacional para análises hidrológicas. n. June 2009, p. 60 , 2009.

SOUZA, Maria José Hatem De *et al.* Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do

eucalipto em três regiões da Bacia do Rio Doce. **Revista Árvore** v. 30, n. 3, p. 399–410 , 2006.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação, 4th edn.** [S.l: s.n.], 2012. 944 p. .

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação, 4th edn.** [S.l: s.n.], 2012. 944 p.

WILSON, Donna; HISDAL, Hege; LAWRENCE, Deborah. Has streamflow changed in the Nordic countries? - Recent trends and comparisons to hydrological projections. **Journal of Hydrology** v. 394, n. 3–4, p. 334–346 , 26 nov. 2010.

YANG, Wenjie *et al.* Using principal components analysis and idw interpolation to determine spatial and temporal changes of Surfacewater quality of Xin'Anjiang river in huangshan, china. **International Journal of Environmental Research and Public Health** v. 17, n. 8, p. 1–14 , 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Diagrama de barras

Figura A1 - Diagrama de barras das estações fluviométricas da bacia do rio Piracicaba utilizadas no estudo

Cód. da Estação	Dados (%)																														
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
62597000	100	100	100	75	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	87	17	100	100	98	100	100	100	100	100	93	100	100	100	100	100	
62605000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	25	0	0	92	100	100	0	50	59	38	0	0	40	100	100	100	100	99	100	100	100	
62622000	100	100	100	100	91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
62625000	100	100	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	75	100	100	100	100	100	87	72	100	100	95	
62628000	100	100	71	95	100	100	58	0	0	0	0	0	100	100	100	8	100	92	100	100	100	100	100	78	100	100	100	99	100	100	
62632000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	77	
62662000	100	100	100	75	0	0	0	0	0	0	0	0	92	92	74	33	100	100	87	100	100	100	100	100	100	100	98	100	99	99	100
62665000	100	100	77	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67	16	100	100	73	100	100	100	100	100	100	100	99	96	97	99	99	
62670000	100	100	64	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	99	98	64	49	100	
62676000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
62680000	100	100	100	100	100	75	100	100	100	0	0	0	84	100	100	100	100	100	95	87	100	100	100	100	100	100	93	100	100	100	
62690000	0	33	100	83	100	92	100	34	0	42	42	0	100	100	52	0	8	67	83	100	100	85	100	100	100	98	100	100	100	92	
62705000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	83	67	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
62709000	81	100	100	100	100	97	99	100	100	82	100	96	99	100	97	56	90	92	94	100	91	90	93	100	100	100	100	100	100	100	
62715000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

Fonte: Autora.

APÊNDICE B – Estimativa de vazões

Tabela B1 - Estimativa das vazões média de longa duração (Q_{mld}), em $m^3 s^{-1}$, das estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	Q_{mld}												
	anual	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
62597000	6,19	11,27	8,06	6,99	7,05	4,10	3,02	3,02	2,94	2,94	4,44	4,44	4,50
62605000	13,20	23,34	23,37	20,79	15,98	11,57	10,49	8,27	6,52	7,64	11,24	11,24	13,12
62622000	6,37	11,34	10,47	10,01	7,38	5,57	5,16	4,01	3,04	3,21	4,20	4,13	7,52
62625000	9,82	17,55	16,02	13,77	10,18	7,74	6,99	6,02	4,98	5,24	6,90	7,81	11,41
62628000	13,50	24,72	23,84	22,05	15,45	10,76	10,68	7,83	5,75	5,83	8,46	10,81	16,07
62632000	32,10	63,68	59,77	52,08	34,84	24,98	22,94	17,70	13,63	15,10	20,52	25,11	38,51
62662000	1,93	2,37	1,83	1,42	1,38	1,47	1,40	1,62	1,66	2,20	2,04	1,91	2,00
62665000	3,07	2,98	3,02	2,68	2,60	2,42	2,34	2,88	3,21	3,84	3,74	3,67	3,17
62670000	10,27	17,46	15,48	12,67	9,20	8,04	7,75	7,21	6,95	8,33	9,30	9,14	10,70
62676000	19,72	35,85	31,10	28,87	19,47	15,51	15,13	12,92	10,59	12,29	15,38	16,78	22,11
62680000	24,11	43,87	38,49	39,22	23,77	18,95	18,61	14,97	11,60	13,82	17,73	20,15	27,78
62690000	28,76	55,16	48,71	42,61	26,49	23,60	23,30	17,19	13,80	16,43	19,69	24,80	33,98
62705000	99,90	206,25	181,70	153,65	103,61	76,59	77,21	53,25	41,78	44,91	62,70	81,94	118,23
62709000	21,10	44,45	43,58	38,13	23,90	17,17	16,01	11,07	9,34	10,32	12,09	19,85	27,32
62715000	128,90	245,22	226,17	196,03	122,89	96,66	92,04	67,66	50,52	56,18	73,12	94,48	139,97

Fonte: Autora.

Tabela B2 - Estimativa das vazões mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), em $m^3 s^{-1}$, das estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	$Q_{7,10}$												
	anual	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
62597000	1,00	0,48	0,72	0,60	0,60	0,69	1,13	1,12	1,14	1,09	0,69	0,69	1,14
62605000	2,52	4,63	4,63	5,45	3,80	3,86	3,94	3,59	3,19	3,14	2,32	2,32	3,79
62622000	0,99	3,02	3,18	3,29	2,82	2,44	2,33	1,66	1,53	1,08	1,06	1,06	1,90
62625000	1,89	6,75	4,36	3,89	3,22	3,21	3,26	2,64	2,49	2,12	1,97	3,27	3,06
62628000	1,39	5,29	5,37	7,39	5,65	4,83	4,27	3,45	2,72	2,16	1,66	3,20	3,62
62632000	4,53	9,41	9,28	13,42	10,12	8,58	8,99	7,49	6,71	4,74	4,60	7,12	8,33
62662000	0,40	0,22	0,19	0,39	0,51	0,42	0,45	0,43	0,42	0,43	0,77	0,72	0,58
62665000	0,78	0,97	0,95	0,94	0,99	1,00	1,23	1,34	1,18	1,26	1,10	1,03	0,87
62670000	3,55	4,03	4,36	4,15	4,11	4,10	4,08	4,08	3,81	3,70	4,21	4,02	3,92
62676000	5,12	7,84	9,25	9,20	7,05	6,76	5,97	6,32	5,66	5,60	6,15	6,55	6,02
62680000	4,13	8,70	8,44	9,69	8,09	7,16	5,44	6,19	5,23	5,07	5,44	7,13	5,93
62690000	4,89	11,43	13,97	12,91	9,39	10,81	6,90	7,45	7,17	6,29	5,46	8,25	7,56
62705000	14,70	32,22	45,88	44,55	36,07	28,17	24,84	18,23	19,04	15,84	16,71	23,23	28,13
62709000	5,10	6,84	10,75	11,02	8,75	7,39	7,63	6,35	6,09	5,84	5,48	6,18	4,56
62715000	18,27	51,95	69,91	66,26	49,33	41,29	36,61	31,50	25,48	23,49	24,56	28,57	37,36

Fonte: Autora.

Tabela B3 - Vazões específicas médias de longa duração (q_{mld}), em $L s^{-1} km^{-2}$, das estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	q_{mld}												
	anual	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
62597000	4,59	8,36	5,98	5,18	5,23	3,04	2,24	2,24	2,18	2,18	3,29	3,29	3,33
62605000	6,85	12,12	12,13	10,79	8,29	6,01	5,45	4,30	3,39	3,97	5,84	5,84	6,81
62622000	16,40	29,20	26,97	25,76	19,00	14,34	13,28	10,32	7,83	8,27	10,81	10,63	19,37
62625000	14,85	26,53	24,22	20,82	15,39	11,70	10,57	9,10	7,54	7,92	10,43	11,81	17,24
62628000	14,57	26,67	25,72	23,79	16,67	11,61	11,53	8,45	6,21	6,29	9,13	11,67	17,34
62632000	9,46	18,76	17,61	15,34	10,26	7,36	6,76	5,21	4,02	4,45	6,05	7,40	11,34
62662000	5,68	6,97	5,38	4,18	4,05	4,34	4,13	4,76	4,88	6,49	6,00	5,64	5,88
62665000	7,38	7,15	7,26	6,44	6,26	5,81	5,62	6,93	7,73	9,23	8,99	8,82	7,62
62670000	9,03	15,37	13,62	11,15	8,09	7,07	6,82	6,34	6,11	7,33	8,19	8,04	9,41
62676000	10,26	18,65	16,18	15,02	10,13	8,07	7,87	6,72	5,51	6,40	8,00	8,73	11,51
62680000	9,69	17,63	15,47	15,77	9,56	7,62	7,48	6,02	4,66	5,55	7,13	8,10	11,17
62690000	10,54	20,22	17,85	15,62	9,71	8,65	8,54	6,30	5,06	6,02	7,22	9,09	12,45
62705000	11,22	23,16	20,40	17,25	11,63	8,60	8,67	5,98	4,69	5,04	7,04	9,20	13,27
62709000	13,38	28,18	27,63	24,17	15,15	10,88	10,15	7,02	5,92	6,54	7,67	12,58	17,32
62715000	11,79	22,44	20,69	17,93	11,24	8,84	8,42	6,19	4,62	5,14	6,69	8,64	12,81

Fonte: Autora.

Tabela B4 - Vazões específicas das vazões mínima média de sete dias consecutivos associada a um período de retorno de 10 anos ($q_{7,10}$), em $L s^{-1} km^{-2}$, das estações fluviométricas utilizadas no estudo

Estação	$q_{7,10}$												
	anual	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
62597000	0,74	0,36	0,53	0,44	0,44	0,51	0,84	0,83	0,85	0,81	0,51	0,51	0,85
62605000	1,31	2,40	2,40	2,83	1,97	2,00	2,05	1,86	1,66	1,63	1,20	1,20	1,97
62622000	2,55	7,78	8,19	8,47	7,26	6,28	6,00	4,27	3,94	2,78	2,73	2,73	4,89
62625000	2,86	10,20	6,59	5,88	4,87	4,85	4,93	3,99	3,76	3,21	2,98	4,94	4,63
62628000	1,50	5,71	5,79	7,97	6,10	5,21	4,61	3,72	2,93	2,33	1,79	3,45	3,91
62632000	1,33	2,77	2,73	3,95	2,98	2,53	2,65	2,21	1,98	1,40	1,36	2,10	2,45
62662000	1,18	0,65	0,56	1,15	1,50	1,24	1,33	1,27	1,24	1,27	2,27	2,12	1,71
62665000	1,87	2,33	2,28	2,26	2,38	2,40	2,96	3,22	2,84	3,03	2,64	2,48	2,09
62670000	3,12	3,55	3,84	3,65	3,62	3,61	3,59	3,59	3,35	3,26	3,70	3,54	3,45
62676000	2,66	4,08	4,81	4,79	3,67	3,52	3,11	3,29	2,95	2,91	3,20	3,41	3,13
62680000	1,66	3,50	3,39	3,90	3,25	2,88	2,19	2,49	2,10	2,04	2,19	2,87	2,38
62690000	1,79	4,19	5,12	4,73	3,44	3,96	2,53	2,73	2,63	2,31	2,00	3,02	2,77
62705000	1,65	3,62	5,15	5,00	4,05	3,16	2,79	2,05	2,14	1,78	1,88	2,61	3,16
62709000	3,23	4,34	6,81	6,99	5,55	4,68	4,84	4,03	3,86	3,70	3,47	3,92	2,89
62715000	1,67	4,75	6,40	6,06	4,51	3,78	3,35	2,88	2,33	2,15	2,25	2,61	3,42

Fonte: Autora.

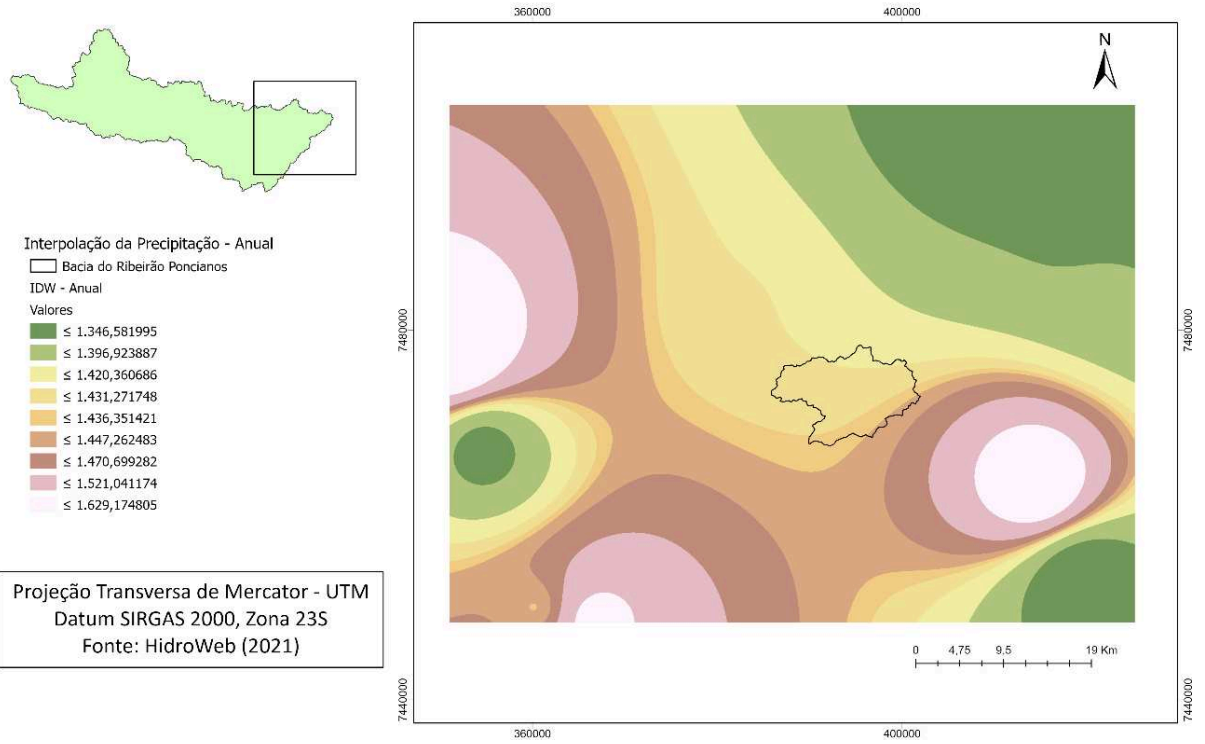
APÊNDICE C – Precipitação anual e mensal

Tabela C1 - Precipitação total anual, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	1.066,2	1.538,0	1.343,5	1.542,1	1.222,8	1.195,0	1.544,1	1.467,3	1.182,6	1.458,1
1991	1.080,0	1.914,1	1.699,7	1.539,8	1.843,2	1.810,6	1.866,9	1.636,4	1.774,5	1.796,4
1992	866,1	899,3	1.332,6	1.261,7	1.385,0	1.355,0	1.468,1	1.968,6	1.090,5	1.505,1
1993	995,6	1.346,8	1.296,5	1.402,9	1.393,0	1.378,0	1.924,1	1.117,9	1.273,8	1.608,6
1994	841,8	1.329,9	1.192,3	1.359,5	1.495,8	1.354,8	1.645,9	1.137,1	1.319,6	1.366,8
1995	1.118,8	2.146,2	1.554,5	2.115,5	1.884,3	1.944,2	2.304,0	1.193,6	1.454,2	1.847,2
1996	1.195,7	1.981,6	1.750,7	1.543,2	2.166,2	1.882,6	1.774,7	1.084,8	1.195,1	2.061,2
1997	1.653,3	1.294,8	1.454,7	1.269,0	1.328,9	1.395,6	1.544,2	1.127,3	1.296,3	1.503,2
1998	1.700,7	1.396,5	1.528,3	1.514,0	1.501,6	1.395,1	1.526,9	1.346,6	1.268,8	1.519,2
1999	1.051,9	1.519,5	1.351,7	1.203,0	1.549,6	1.475,0	1.304,7	1.151,9	1.735,1	1.389,3
2000	1.341,2	1.836,4	1.370,3	1.604,6	1.573,7	1.413,5	1.354,7	1.165,4	810,2	1.699,6
2001	998,7	1.871,7	1.798,2	1.231,9	1.621,4	1.549,8	1.019,3	1.539,5	1.801,1	1.490,6
2002	1.351,0	1.993,4	1.431,2	1.522,5	1.224,0	1.298,6	1.373,4	1.106,1	1.019,9	1.215,3
2003	1.742,5	1.533,4	1.593,0	1.382,2	1.399,2	1.271,0	1.190,9	1.287,2	1.677,2	1.300,3
2004	1.376,1	1.724,2	1.390,4	1.401,1	1.682,4	1.519,4	1.542,6	1.367,7	1.869,1	1.595,1
2005	1.668,5	1.869,2	450,2	1.722,0	161,8	881,9	1.578,7	1.511,2	1.728,5	1.379,2
2006	1.862,0	1.795,6	1.778,2	1.389,6	1.599,8	1.755,6	1.829,4	1.167,1	1.391,2	1.583,4
2007	1.528,7	1.571,8	1.261,6	1.526,5	1.396,8	1.415,7	2.142,5	1.356,7	1.842,7	1.554,5
2008	1.985,9	1.957,3	1.970,3	1.416,0	1.807,8	1.882,0	2.068,3	1.317,2	1.748,7	1.612,9
2009	1.906,4	2.432,9	1.847,0	1.543,0	1.674,3	1.808,6	1.374,4	1.367,4	1.868,4	1.593,9
2010	1.005,1	1.241,4	450,2	1.131,8	161,8	881,9	1.178,7	1.493,7	2.169,4	2.056,2
2011	2.249,4	1.687,0	2.378,6	1.437,3	2.249,9	2.496,9	2.138,8	1.354,7	1.838,0	1.547,3
2012	1.383,7	1.285,6	1.036,9	1.245,3	1.540,6	1.240,5	1.621,8	1.079,8	1.183,0	2.141,5
2013	1.218,2	1.963,5	450,2	1.319,4	161,8	881,9	1.572,8	1.053,7	1.121,0	1.752,4
2014	203,8	1.157,8	655,4	916,6	882,5	861,8	2.105,0	1.336,7	1.795,2	1.481,5
2015	1.388,1	1.416,6	1.043,8	1.582,4	1.395,7	1.475,5	2.104,7	1.336,5	1.794,8	1.480,9
2016	233,1	1.358,6	950,0	1.433,3	1.435,9	1.523,6	1.914,7	1.235,5	1.554,1	1.111,2
2017	130,4	1.460,5	822,9	1.132,3	1.431,9	1.518,8	2.145,1	1.358,0	1.846,0	1.559,5
2018	1.349,6	1.467,6	1.551,1	1.906,9	1.570,3	1.376,5	1.301,7	898,8	217,0	704,8
2019	1.349,4	1.467,5	1.551,1	1.907,8	1.570,4	1.376,2	1.301,4	897,3	214,4	1.271,3
Média	1.261,4	1.615,3	1.342,8	1.450,1	1.410,4	1.453,9	1.658,8	1.282,1	1.436,0	1.539,6

Fonte: Autora.

Figura C1 - Precipitação total anual, em base anual (mm), das estações pluviométricas utilizadas no estudo



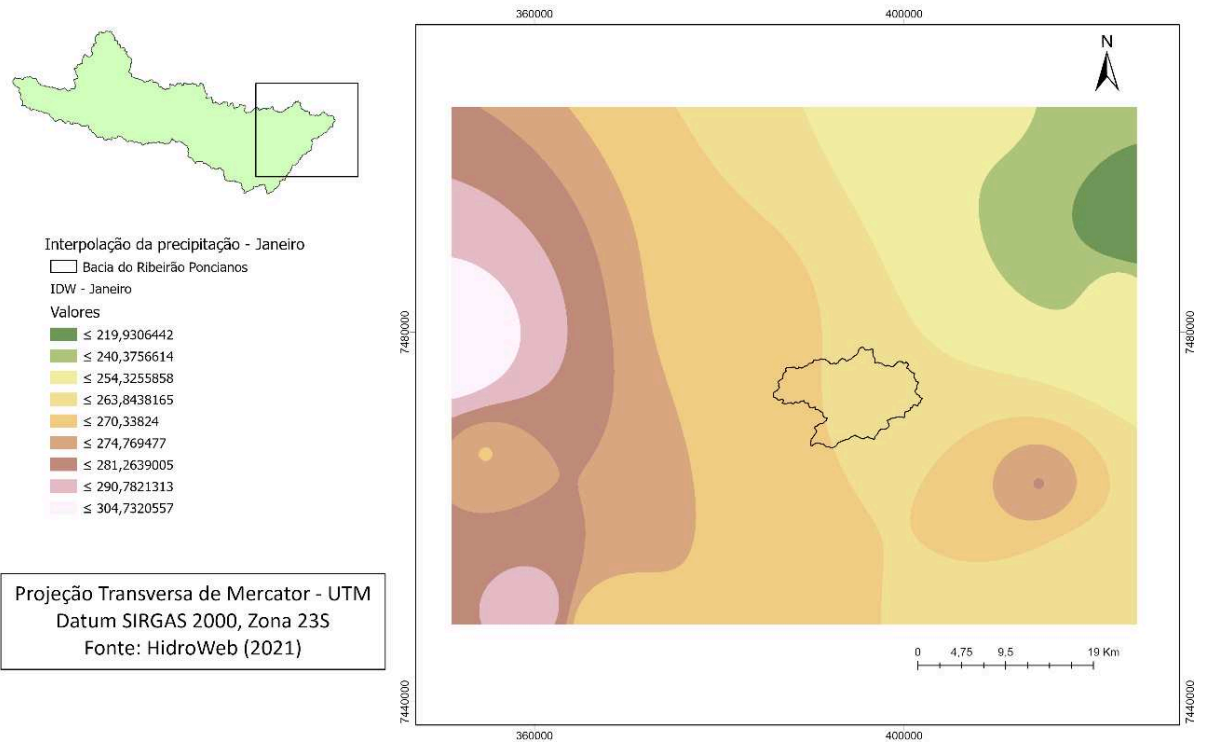
Fonte: Autora.

Tabela C2 - Precipitação total de janeiro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	179,3	168,7	215,8	211,5	189,5	215,6	246,5	299,4	279,9	242,6
1991	163,2	304,7	282,5	264,6	275,9	309,0	505,7	289,2	340,5	386,1
1992	137,3	215,5	147,2	121,1	144,7	113,8	238,9	119,0	101,0	119,4
1993	146,9	75,6	145,0	155,6	162,3	201,4	368,3	193,3	153,3	196,1
1994	121,4	196,1	213,8	200,7	187,6	191,0	292,0	163,9	235,4	211,5
1995	101,8	289,7	112,3	332,4	230,6	177,4	184,7	218,2	214,4	182,4
1996	236,0	373,2	315,8	268,7	337,7	301,0	356,6	277,7	93,1	305,1
1997	132,6	237,7	343,2	255,8	321,8	240,0	374,4	272,9	276,3	343,0
1998	163,7	181,8	187,3	125,2	222,4	166,9	205,8	201,5	187,3	202,1
1999	348,4	411,1	433,9	407,5	575,0	341,4	381,6	402,9	406,8	413,7
2000	419,2	382,5	374,4	512,3	283,5	311,0	291,1	199,5	168,1	230,7
2001	77,4	345,4	142,1	141,7	208,8	262,4	142,7	177,5	98,2	156,5
2002	265,6	337,8	200,9	361,3	297,2	253,5	298,8	248,0	267,2	194,9
2003	379,8	344,6	413,2	347,2	344,5	430,4	381,9	348,4	341,3	365,5
2004	138,7	218,4	189,8	205,8	188,1	160,2	198,2	212,6	112,4	276,0
2005	445,0	460,8	375,7	350,1	245,0	339,7	474,3	260,5	404,0	267,5
2006	241,5	246,6	183,5	274,1	238,7	148,6	241,6	206,3	190,6	231,0
2007	482,1	298,2	420,8	367,5	292,2	310,8	416,4	283,9	142,1	283,3
2008	130,2	259,6	213,4	188,3	313,2	231,3	425,2	233,0	516,0	12,0
2009	258,5	310,6	293,6	295,5	425,1	247,1	152,6	243,1	540,4	255,8
2010	131,6	403,1	250,9	237,2	361,6	384,1	399,3	374,0	579,7	336,0
2011	202,7	324,3	328,6	322,1	540,4	951,8	461,8	694,5	1.673,1	504,7
2012	284,8	259,5	291,7	227,4	287,9	335,0	285,7	305,0	293,9	467,2
2013	309,5	418,4	234,8	263,7	203,7	119,8	300,1	161,6	173,4	312,8
2014	17,3	86,1	81,5	64,5	83,8	63,2	204,3	124,7	67,6	256,0
2015	6,3	120,1	66,3	108,9	155,6	55,7	194,8	120,5	24,7	169,8
2016	43,9	228,7	282,1	246,8	259,6	309,8	329,7	283,3	277,4	305,3
2017	23,7	371,1	197,3	264,8	270,0	335,2	276,6	299,6	396,7	335,6
2018	12,9	235,0	263,6	255,7	250,6	334,1	318,1	269,2	44,4	191,7
2019	97,6	141,1	65,9	122,9	208,7	185,4	194,5	203,6	5,6	184,4
Média	190,0	274,9	242,2	250,0	270,2	267,6	304,7	256,2	286,8	264,6

Fonte: Autora.

Figura C2 - Precipitação total do mês de janeiro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



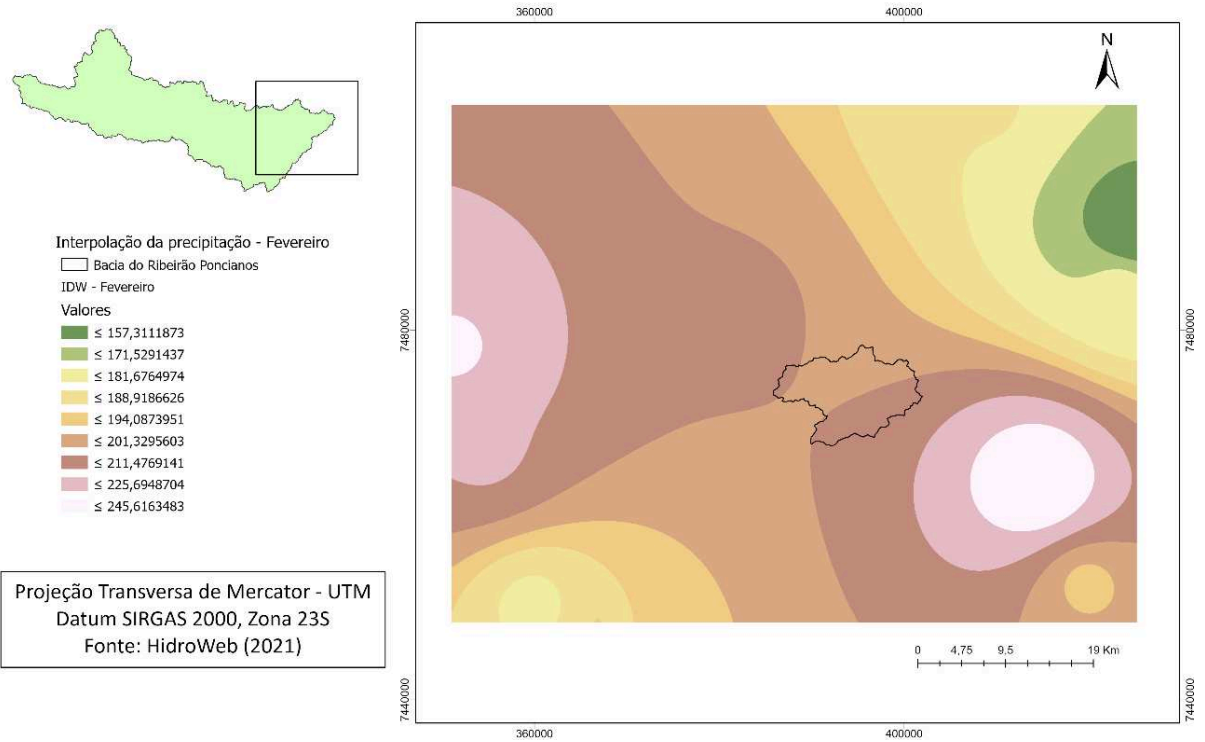
Fonte: Autora.

Tabela C3 - Precipitação total de fevereiro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	157,0	137,8	152,0	223,4	84,9	179,5	135,5	72,1	124,0	143,9
1991	116,0	350,2	240,4	132,1	281,9	228,6	276,5	177,0	192,0	196,2
1992	59,8	101,8	148,3	100,8	116,4	113,8	92,2	140,2	92,3	205,9
1993	156,2	92,0	319,1	280,0	330,3	307,4	260,0	309,5	241,4	267,2
1994	54,3	158,4	113,4	175,5	167,7	202,0	169,2	197,2	199,6	173,7
1995	385,6	649,0	505,9	404,5	545,3	540,2	806,4	595,3	379,5	478,2
1996	146,3	297,1	143,2	147,6	448,4	224,0	259,5	236,5	118,9	270,3
1997	34,8	117,3	95,9	82,0	231,0	174,4	125,8	150,3	191,0	174,5
1998	217,1	259,5	361,7	324,8	223,8	211,2	311,1	211,0	282,2	311,5
1999	137,9	276,1	306,5	163,8	289,0	155,8	353,2	120,1	163,6	245,5
2000	194,3	258,2	286,5	185,3	220,7	249,2	212,5	232,6	169,8	263,9
2001	121,6	260,2	190,2	145,6	185,9	162,2	94,5	212,9	155,2	141,4
2002	256,5	287,3	226,9	289,4	121,7	207,6	205,2	181,1	204,5	239,9
2003	106,0	133,0	75,9	138,7	142,2	89,6	82,7	41,5	91,4	88,4
2004	264,3	308,7	351,4	256,2	258,3	231,6	333,2	224,6	199,5	227,5
2005	121,5	186,3	134,3	110,7	78,0	68,7	256,0	79,5	125,0	159,4
2006	388,6	424,8	265,8	273,2	362,4	331,5	535,0	406,2	213,6	240,4
2007	74,6	121,9	64,7	62,2	72,4	70,6	150,6	91,2	68,1	116,5
2008	282,0	369,3	168,0	190,9	129,1	195,8	178,5	186,6	173,5	7,1
2009	279,3	557,5	245,1	269,6	263,2	214,1	382,2	213,7	321,9	227,6
2010	36,3	174,0	16,1	43,5	157,4	170,3	164,2	132,3	218,0	184,4
2011	61,1	277,8	72,3	121,9	272,0	616,2	138,8	256,7	445,4	126,1
2012	8,8	126,2	111,4	129,3	153,6	56,2	156,9	148,4	100,5	129,3
2013	145,3	402,3	138,2	191,7	246,4	210,3	206,6	170,5	303,1	230,3
2014	4,0	161,8	32,2	80,2	93,6	39,8	153,9	152,3	54,1	123,3
2015	23,4	281,8	181,6	151,0	242,4	244,2	240,2	224,6	21,7	298,5
2016	35,1	166,4	141,5	211,9	207,0	224,9	177,7	186,1	389,0	171,5
2017	8,3	138,0	70,7	92,7	181,6	95,3	133,0	158,6	41,7	80,8
2018	85,2	165,2	155,9	145,4	123,7	123,2	120,0	95,7	13,2	54,3
2019	160,4	128,7	154,1	239,8	184,3	161,9	137,8	161,5	33,6	90,5
Média	137,4	245,6	182,3	178,8	213,8	203,3	186,2	192,2	177,6	188,9

Fonte: Autora.

Figura C3 - Precipitação total do mês de fevereiro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



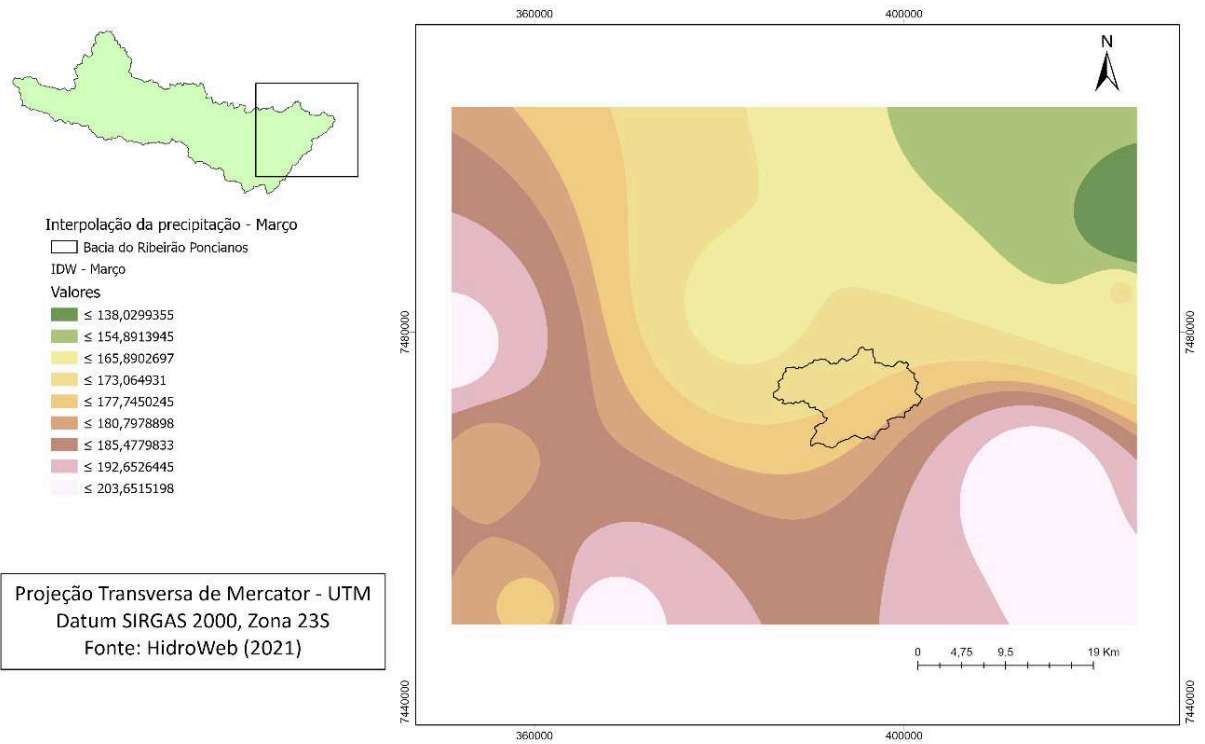
Fonte: Autora.

Tabela C4 - Precipitação total de março, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	161,0	204,6	205,6	201,7	166,8	167,0	232,2	246,6	193,5	261,6
1991	253,9	460,5	358,7	320,9	365,5	396,6	400,0	337,3	471,1	389,5
1992	101,0	155,8	64,2	117,8	124,5	174,8	126,5	274,8	160,0	163,7
1993	140,8	85,6	139,6	244,5	140,0	118,0	382,3	163,6	78,9	129,9
1994	139,3	48,7	81,4	191,4	216,8	170,2	349,1	301,2	124,9	180,0
1995	65,7	242,0	110,0	349,7	281,0	208,8	338,9	254,3	379,9	285,1
1996	157,0	381,2	293,4	177,0	272,2	266,6	292,4	273,9	206,8	432,9
1997	27,0	101,1	71,7	43,4	87,5	43,4	96,8	75,6	92,1	55,9
1998	100,9	143,4	162,1	186,2	193,2	160,6	161,2	167,8	89,5	143,4
1999	92,0	180,9	75,8	110,6	56,1	144,4	138,6	95,8	124,5	135,9
2000	143,6	292,4	128,3	130,7	111,6	109,6	190,9	133,4	41,8	169,6
2001	116,9	153,4	69,8	204,9	132,6	174,6	100,4	124,2	136,0	192,8
2002	78,7	135,8	122,1	96,0	122,2	101,4	116,3	155,4	15,9	129,4
2003	203,4	275,8	149,7	201,6	112,6	105,0	92,1	154,3	140,2	133,3
2004	101,7	210,2	85,6	138,9	112,1	82,6	124,3	84,7	85,9	71,5
2005	176,4	178,0	158,5	178,6	211,2	185,0	124,9	270,8	181,7	223,0
2006	144,1	212,1	200,1	131,7	191,3	339,8	294,7	328,1	293,2	369,5
2007	80,6	165,6	109,6	138,1	125,4	21,3	120,0	138,7	76,6	68,1
2008	159,9	247,2	293,5	174,9	326,8	155,2	208,0	191,5	319,9	194,8
2009	141,2	208,9	100,8	115,5	157,2	256,9	83,9	266,7	128,2	291,1
2010	58,2	195,8	200,8	127,2	192,3	147,1	169,9	185,5	137,8	283,8
2011	148,7	294,4	123,0	233,6	190,8	169,0	258,5	167,4	294,2	57,5
2012	2,3	245,2	120,7	55,6	87,1	69,1	153,6	111,2	39,4	147,6
2013	150,7	231,3	203,8	157,6	158,4	166,3	188,2	238,0	165,1	344,0
2014	19,3	132,0	95,7	128,0	204,3	118,3	160,8	148,8	26,5	428,9
2015	6,5	239,2	130,9	230,4	236,0	197,1	255,5	222,5	278,1	114,6
2016	72,4	89,7	146,0	280,9	265,9	246,4	302,3	258,9	536,5	327,6
2017	0,0	300,0	122,8	105,9	225,6	179,9	140,3	209,7	236,7	63,5
2018	183,4	87,7	143,0	58,7	108,3	78,4	96,7	158,9	85,2	103,8
2019	138,7	211,1	190,3	193,9	177,0	116,8	221,8	163,1	80,3	155,2
Média	112,2	203,7	148,6	167,5	178,4	162,3	197,4	196,8	174,0	201,6

Fonte: Autora.

Figura C4 - Precipitação total do mês de março, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



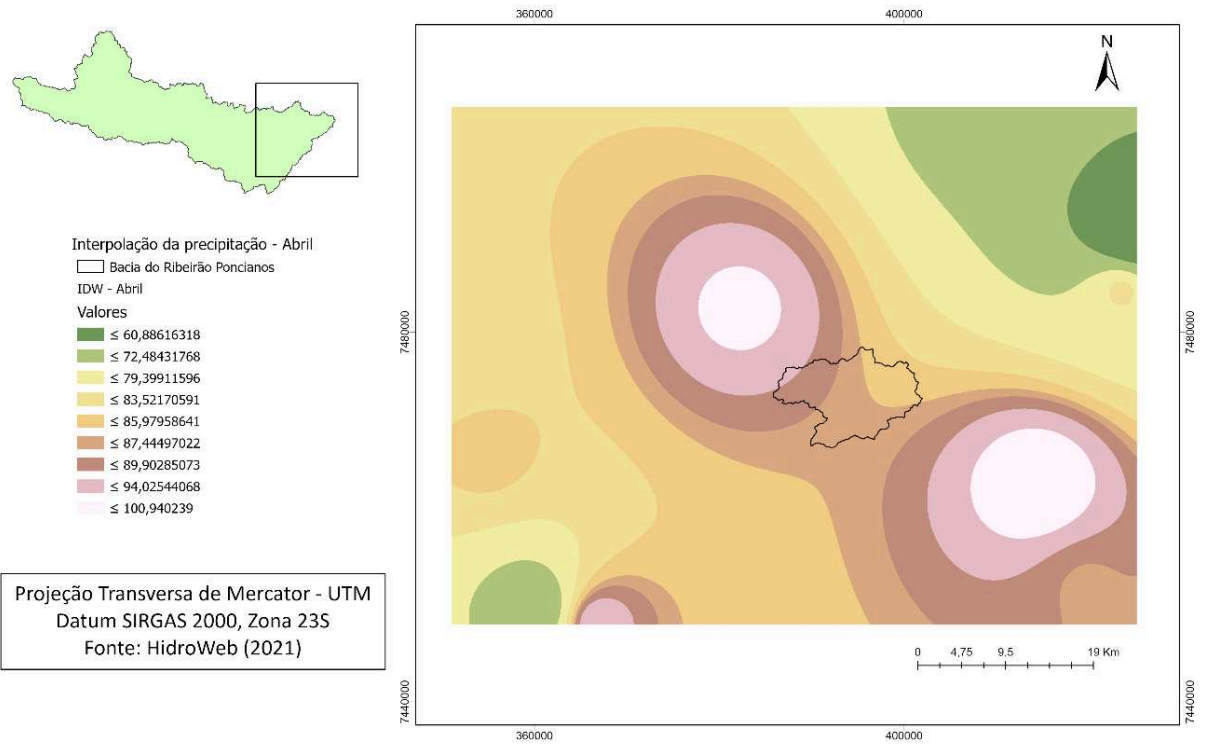
Fonte: Autora.

Tabela C5 - Precipitação total de abril, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	40,2	179,6	67,6	61,9	54,4	48,2	81,3	72,2	73,6	160,0
1991	83,6	175,3	139,8	125,2	204,8	184,2	136,8	137,2	280,0	166,6
1992	35,4	106,9	92,5	93,9	82,3	73,4	93,8	219,5	65,0	53,7
1993	42,8	133,9	46,0	87,3	53,9	120,4	195,6	42,9	64,5	134,4
1994	62,0	34,8	112,2	54,3	141,3	113,6	36,5	86,2	96,9	80,4
1995	30,3	55,0	73,4	101,8	158,5	148,4	71,1	105,2	90,5	37,8
1996	41,0	94,8	89,5	63,5	96,5	98,8	66,5	93,5	32,6	114,4
1997	17,2	39,0	42,1	58,9	63,0	67,6	63,7	233,8	37,4	64,8
1998	31,1	57,4	60,7	77,2	76,7	100,8	55,4	59,6	51,3	60,2
1999	35,2	56,3	24,8	43,9	31,3	32,0	40,0	18,4	37,5	53,8
2000	63,4	64,0	11,0	32,5	33,4	15,2	33,6	0,0	2,0	5,4
2001	15,9	46,9	3,9	30,7	79,6	35,2	15,6	58,2	38,0	78,7
2002	16,6	82,5	80,2	33,7	58,9	31,6	6,7	16,0	14,2	40,3
2003	55,5	61,3	73,5	62,5	50,9	76,6	44,7	42,8	47,2	51,1
2004	117,9	150,0	161,5	81,8	132,2	77,6	89,3	91,0	55,5	145,6
2005	75,4	130,5	39,9	99,2	43,2	47,5	93,9	50,8	43,4	115,6
2006	30,2	103,5	7,4	11,7	32,9	46,2	55,7		17,0	95,7
2007	55,9	239,8	64,9	72,5	73,5	79,6	127,8	116,2	49,1	196,2
2008	143,1	176,6	207,2	156,5	211,8	553,2	239,2	174,0	217,8	149,6
2009	54,0	52,0	48,4	86,0	13,0	22,0	71,9	46,5	32,5	57,8
2010	18,7	120,9	93,9	70,6	75,4	90,0	100,7	63,8	79,5	74,0
2011	21,9	161,0	96,8	175,3	94,4	154,7	110,8	60,8	80,1	76,1
2012	2,4	136,3	48,0	108,5	136,5	126,5	80,9		125,0	198,6
2013	47,3	62,9	62,1	71,3	86,8	57,3	66,4	149,9	41,0	90,0
2014	26,6	156,4	26,4	98,9	60,5	88,9	78,2	73,2	60,1	158,9
2015	6,3	49,1	9,1	107,9	94,0	55,7	65,8	92,1	81,3	25,0
2016	0,0	43,1	21,3	23,3	40,2	13,3	49,9	61,8	5,2	0,0
2017	0,0	53,4	10,8	60,9	74,9	102,0	83,2	81,3	54,3	193,8
2018	25,6	36,5	63,4	61,5	38,7	27,1	55,1	62,2	3,1	19,4
2019	47,4	168,5	161,4	211,6	156,7	193,6	117,5	127,3	16,6	117,6
Média	41,4	100,9	68,0	80,8	85,0	96,0	80,9	87,0	63,1	93,9

Fonte: Autora.

Figura C5 - Precipitação total do mês de abril, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



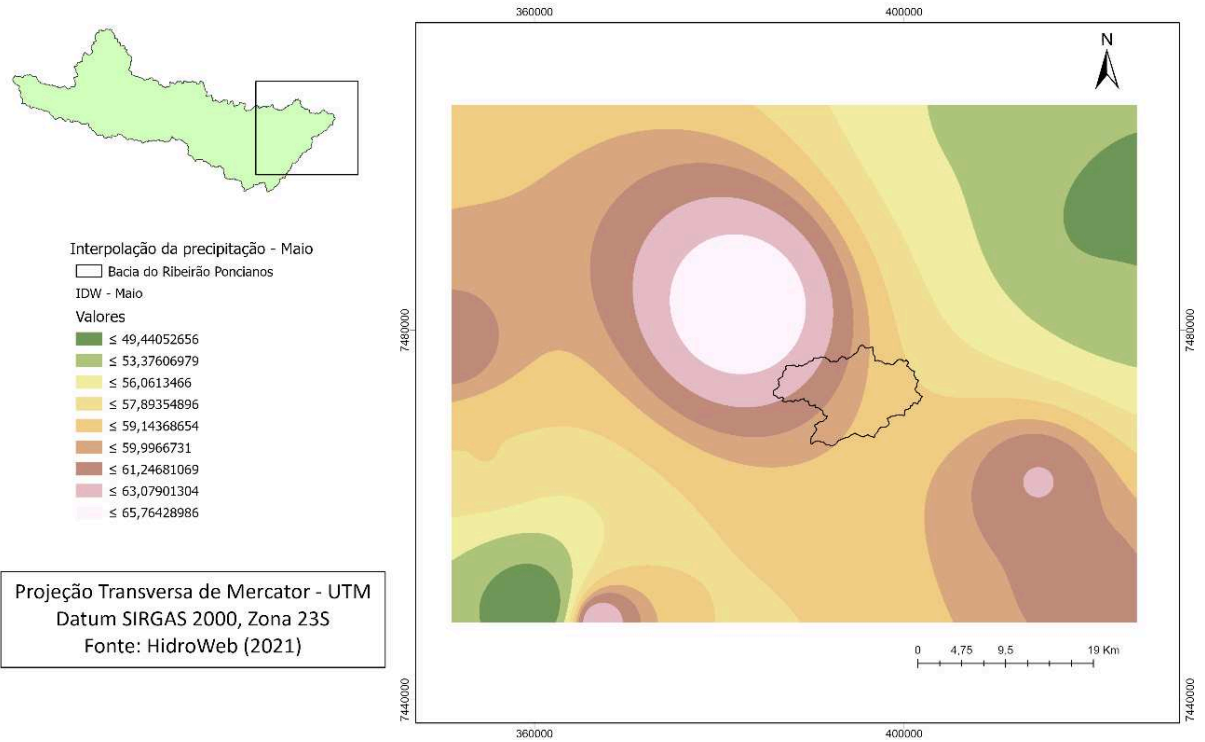
Fonte: Autora.

Tabela C6 - Precipitação total de maio, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	30,3	88,3	51,9	58,9	92,8	72,5	68,7	81,8	38,6	71,3
1991	25,7	22,1	39,0	35,3	52,6	52,4	23,7	41,3	38,3	33,1
1992	49,3	46,0	99,7	77,4	110,4	96,0	63,2	107,3	94,0	96,6
1993	51,0	61,0	62,5	52,8	96,3	84,2	62,5	142,4	61,4	99,5
1994	67,5	126,0	142,7	64,7	65,3	114,8	133,1	65,6	65,5	74,6
1995	24,8	72,0	60,6	148,1	47,8	57,2	104,6	63,1	18,5	57,9
1996	13,2	47,6	33,4	35,7	31,5	37,2	35,7	43,3	16,6	37,6
1997	109,5	59,1	45,1	57,8	75,2	53,8	59,1	72,1	63,5	73,1
1998	76,5	91,4	135,2	82,1	99,4	110,6	98,6	105,3	105,8	108,1
1999	9,6	15,8	33,0	12,6	48,9	15,0	19,2	39,1	27,7	31,6
2000	4,6	7,5	19,0	2,3	13,6	9,2	4,8	8,0	1,8	13,5
2001	57,1	70,8	41,5	77,0	67,3	79,8	71,7	84,7	63,8	66,1
2002	43,1	69,6	33,0	43,7	58,1	65,0	112,4	56,5	60,7	66,7
2003	83,9	52,2	28,9	67,3	55,9	54,6	21,8	76,7	55,4	61,8
2004	93,3	90,9	105,1	97,1	142,5	131,4	126,0	145,3	109,3	135,4
2005	134,9	131,6	113,2	131,1	215,2	103,2	91,6	106,0	105,7	97,3
2006	16,4	52,8	13,8	14,8	21,2	23,8	27,1	36,5	2,8	44,2
2007	29,3	57,6	36,9	36,0	51,7	41,8	45,8	58,8	66,2	61,3
2008	25,1	51,8	37,8	13,6	40,0	210,3	56,7	36,5	33,5	44,3
2009	35,7	66,9	48,8	80,3	41,5	37,2	17,6	44,6	31,9	50,4
2010	20,3	18,8	39,1	18,6	10,2	32,7	6,6	14,8	31,0	19,0
2011	0,0	47,0	56,8	13,5	21,6	24,4	65,1	36,8	6,4	57,8
2012	108,9	80,9	41,2	66,9	74,8	73,5	85,7	80,0	53,4	133,0
2013	67,2	73,0	59,9	62,6	54,4	74,3	65,5	63,7	54,4	58,3
2014	20,5	42,9	22,8	18,6	31,2	38,8	89,4	37,6	15,4	96,7
2015	47,7	64,5	41,0	58,5	18,3	88,8	67,7	34,6	13,6	61,9
2016	5,3	40,8	30,2	67,3	44,5	0,0	40,6	51,8	58,6	18,3
2017	20,7	104,4	29,1	27,9	26,6	125,5	79,2	40,0	27,8	80,3
2018	10,5	38,4	39,2	32,5	14,8	33,8	37,9	15,0	1,4	14,0
2019	28,2	49,6	47,6	31,7	13,8	31,2	40,0	31,6	5,8	17,4
Média	43,7	61,4	52,9	52,9	57,9	65,8	60,7	60,7	44,3	62,7

Fonte: Autora.

Figura C6 - Precipitação total do mês de maio, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



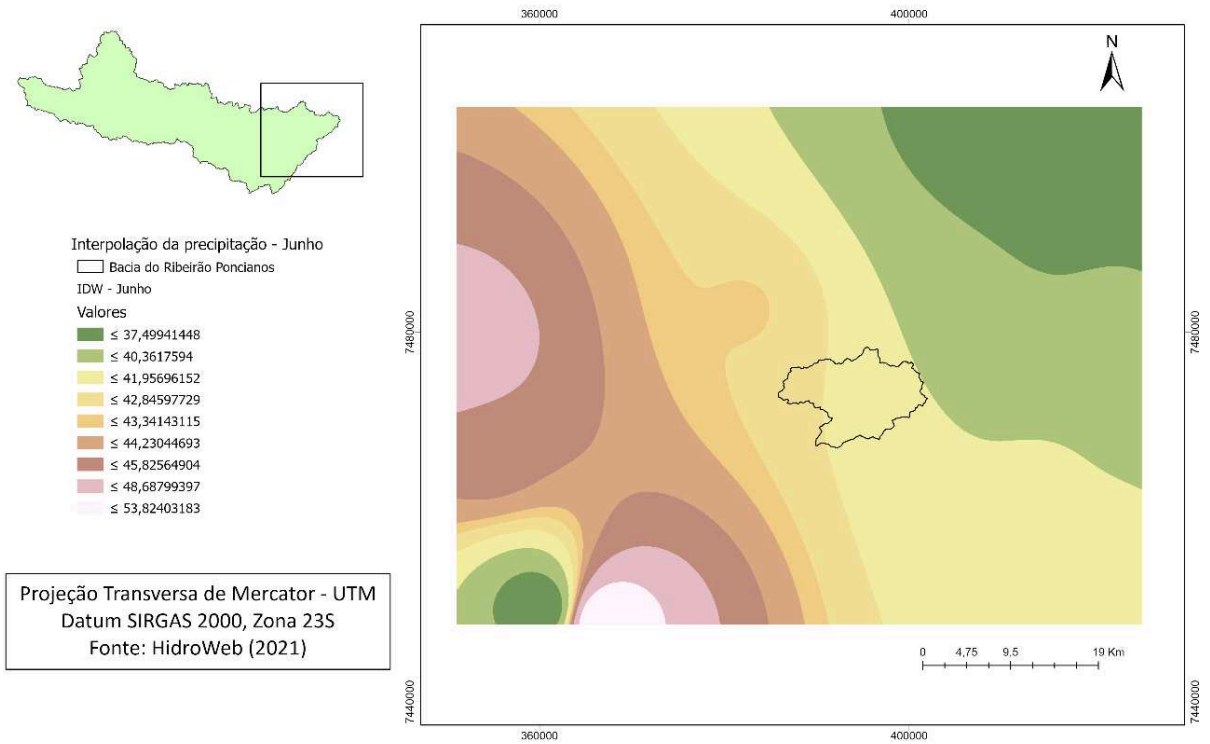
Fonte: Autora.

Tabela C7 - Precipitação total de junho, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	0,5	8,7	3,1	5,4	13,1	13,8	15,9	10,4	5,8	17,4
1991	24,4	41,5	30,0	15,1	47,4	37,4	57,7	49,6	26,1	38,0
1992	5,1	0,1	0,0	5,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1993	33,3	43,5	33,6	33,1	34,2	47,6	52,9	67,6	15,6	70,0
1994	7,3	34,2	19,0	33,0	40,6	23,6	30,0	45,0	33,7	43,0
1995	4,1	17,2	15,0	102,8	21,8	27,8	8,5	31,3	18,7	29,4
1996	10,3	25,8	8,1	16,4	32,1	27,6	19,0	28,5	10,4	42,4
1997	183,4	79,5	170,9	132,6	153,0	115,8	75,9	103,1	135,4	115,4
1998	6,9	13,7	4,2	4,3	27,2	14,0	8,8	13,0	14,0	27,7
1999	50,0	72,2	65,4	60,9	74,0	76,9	45,5	22,6	55,4	74,2
2000	1,6	3,1	3,0	1,2	11,2	7,0	2,3	11,0	1,5	15,5
2001	11,0	11,9	10,6	10,1	11,7	5,8	0,5	10,2	16,5	17,2
2002	0,0	8,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,5	0,0	0,5	0,0
2003	13,2	9,8	9,3	5,8	7,1	15,2	2,0	20,0	20,7	7,6
2004	76,4	71,4	91,3	52,0	85,2	112,6	93,5	67,9	63,9	116,7
2005	18,2	38,0	27,5	37,0	22,2	40,2	29,3	40,2	56,9	35,7
2006	11,5	11,3	13,3	7,3	21,6	24,6	8,0	25,9	18,9	27,1
2007	21,0	23,0	17,2	27,4	61,8	24,1	0,0	51,2	16,4	0,0
2008	51,8	62,1	48,8	50,6	77,8	71,5	33,6	64,2	21,2	78,7
2009	57,0	49,6	38,3	38,9	72,7	45,9	48,1	44,0	54,4	83,4
2010	37,6	28,3	28,5	8,3	23,2	29,8	0,8	17,5	5,6	16,8
2011	50,1	52,3	46,5	36,3	34,4	65,3	9,1	52,3	1,4	57,3
2012	204,7	122,7	79,7	154,3	172,0	155,1	486,9	173,2	116,3	414,7
2013	22,3	40,4	32,2	27,7	66,4	38,7	156,1	62,8	76,4	125,7
2014	14,1	21,9	41,2	12,3	10,5	10,1	63,8	12,8	2,3	45,0
2015	0,0	86,2	51,5	64,0	32,2	34,1	121,8	34,0	20,7	95,7
2016	0,0	152,1	81,3	161,0	126,8	147,2	12,3	129,6	125,6	0,0
2017	0,0	24,2	31,0	26,6	18,7	17,9	14,8	20,3	49,1	2,2
2018	55,1	39,6	50,8	38,7	38,8	41,9	26,2	18,0	1,0	12,2
2019	0,0	23,3	0,0	21,3	4,4	16,0	18,8	16,8	15,2	5,7
Média	32,4	40,5	35,0	39,6	44,9	42,9	48,1	41,4	33,3	53,8

Fonte: Autora.

Figura C7 - Precipitação total do mês de junho, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



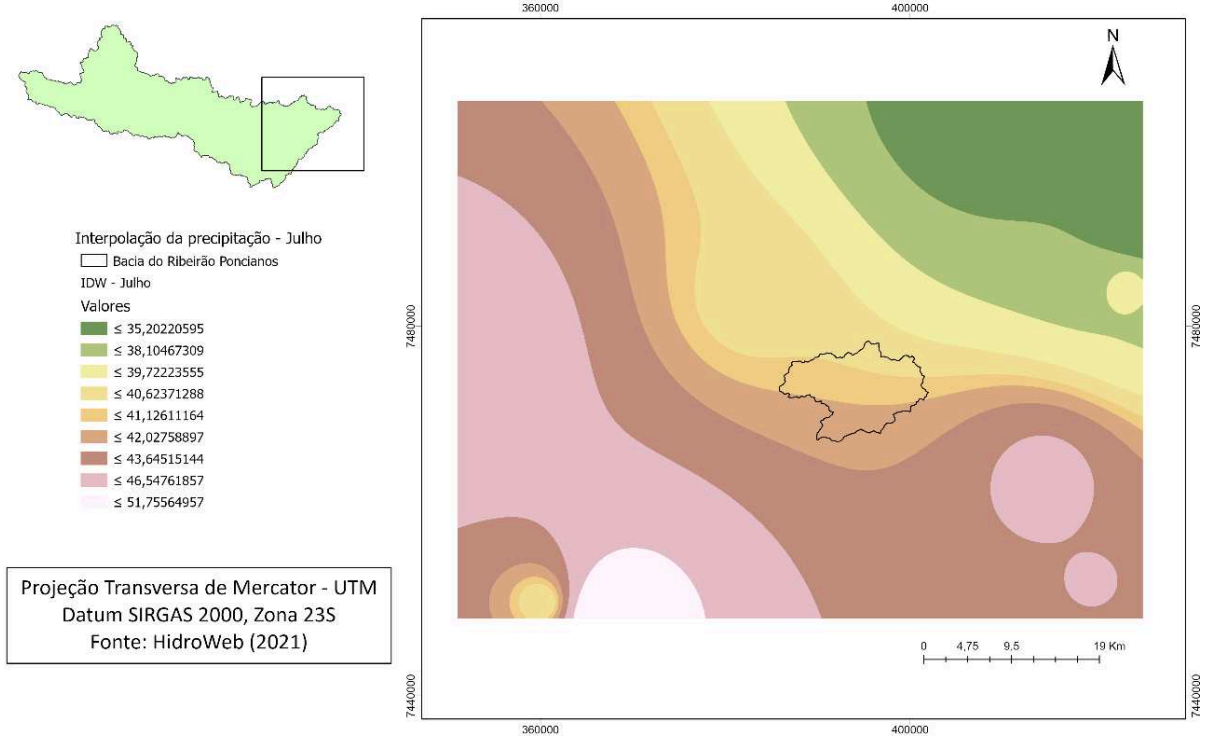
Fonte: Autora.

Tabela C8 - Precipitação total de julho, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	53,1	66,7	100,1	81,3	126,4	103,4	66,8	117,1	115,3	104,6
1991	4,5	25,7	16,7	9,4	21,7	16,4	8,5	18,0	18,6	40,7
1992	50,8	61,4	85,3	75,1	55,3	59,2	67,1	52,7	37,0	57,5
1993	0,7	4,0	13,5	5,3	16,1	8,6	13,9	0,0	15,9	15,4
1994	15,0	18,7	0,0	21,5	49,9	27,8	13,0	36,1	52,5	55,2
1995	53,1	82,5	67,3	115,5	77,1	123,8	87,3	108,5	49,1	83,5
1996	0,0	5,4	0,0	0,0	2,1	4,0	2,7	2,9	0,0	8,1
1997	28,2	7,3	16,3	14,1	17,3	11,2	4,7	14,3	1,9	10,8
1998	3,9	16,9	0,0	5,8	12,5	7,0	14,6	1,7	6,0	22,7
1999	16,7	38,5	1,3	16,1	5,0	17,4	16,3	0,0	11,3	14,4
2000	65,0	55,3	7,2	64,9	75,5	47,2	63,6	68,1	57,6	69,6
2001	6,7	51,2	7,2	13,2	20,6	22,6	2,8	19,2	32,1	31,7
2002	8,7	15,9	9,8	6,5	11,1	10,4	15,8	0,0	6,2	5,2
2003	18,0	25,0	7,0	17,2	14,0	6,2	15,5	10,0	31,2	34,5
2004	113,5	116,6	73,6	87,8	92,2	101,8	107,6	77,9	75,8	91,1
2005	27,4	47,8	13,0	21,9	18,0	22,5	34,1	19,3	29,7	54,4
2006	44,9	50,9	20,7	30,5	52,8	65,6	70,9	29,8	76,2	57,0
2007	154,0	133,4	125,6	148,9	185,4	134,2	222,6	187,0	128,4	0,7
2008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	14,7
2009	70,1	117,8	58,6	93,4	105,9	67,4	116,0	91,3	86,0	215,1
2010	12,8	50,9	28,6	12,6	58,1	38,4	66,3	44,7	151,6	128,1
2011	29,6	9,0	1,0	0,0	1,5	0,0	0,0	0,8	36,3	4,8
2012	81,9	71,5	12,8	37,1	66,5	77,5	105,1	62,3	52,6	92,3
2013	35,2	89,8	66,9	83,9	92,0	81,3	45,8	94,8	68,8	55,7
2014	43,0	58,2	23,3	49,8	66,6	44,5	55,7	67,7	23,1	179,8
2015	51,4	35,0	33,8	35,1	33,5	31,4	66,3	34,2	20,4	19,4
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,1	1,0	0,4	0,0
2017	0,0	4,4	0,0	3,2	4,3	0,0	1,1	4,0	1,0	18,3
2018	33,8	14,0	13,5	22,8	6,0	23,4	44,0	20,0	2,0	0,1
2019	0,0	63,1	32,6	86,9	23,1	42,1	1,1	78,8	2,3	67,2
Média	34,1	44,6	27,9	38,7	43,7	39,8	44,3	42,1	39,8	51,8

Fonte: Autora.

Figura C8 - Precipitação total do mês de julho, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



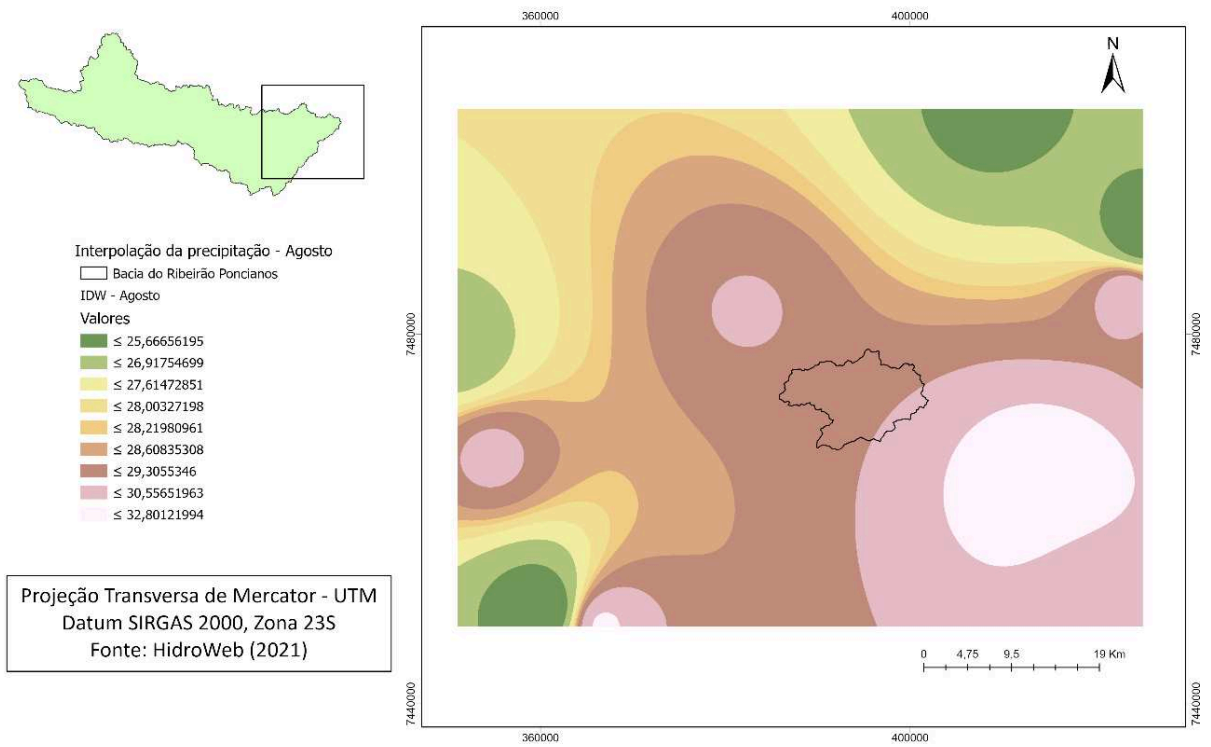
Fonte: Autora.

Tabela C9 - Precipitação total do mês de agosto, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	33,4	64,6	49,3	67,7	49,1	40,6	83,9	76,7	46,0	57,4
1991	3,2	17,9	0,0	2,4	11,7	22,0	16,0	5,5	14,5	20,9
1992	26,1	18,2	45,6	27,1	32,6	32,4	22,6	51,5	34,0	30,4
1993	12,5	36,4	35,2	32,2	40,5	32,4	21,3	0,0	27,2	26,0
1994	0,0	2,3	2,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
1995	4,3	23,5	2,3	15,3	6,9	10,6	12,8	4,2	5,6	16,7
1996	13,3	51,0	44,2	30,7	61,9	41,6	26,5	48,2	13,2	36,1
1997	20,1	21,5	6,4	8,4	19,9	11,0	14,5	17,8	12,2	38,5
1998	9,8	12,8	4,7	7,6	16,5	5,8	16,3	7,8	5,7	14,3
1999	0,0	5,8	0,0	0,0	0,6	6,5	1,7	0,0	7,9	11,0
2000	47,9	73,3	69,4	83,3	74,1	70,0	60,7	50,8	53,9	77,2
2001	47,0	34,5	42,8	47,3	51,6	39,4	33,9	54,1	97,9	40,3
2002	60,2	83,4	44,2	57,0	97,8	85,8	62,7	92,9	38,8	57,3
2003	19,9	37,5	10,0	12,1	20,1	17,2	40,5	17,1	1,6	37,7
2004	8,6	12,3	15,8	9,1	0,5	22,2	3,4	0,0	13,5	0,0
2005	18,0	5,6	11,9	15,4	16,5	6,3	7,2	8,0	7,3	21,6
2006	44,2	10,0	2,7	38,3	17,8	5,0	16,0	5,9	28,0	25,9
2007	44,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,2	0,0
2008	106,9	89,8	124,1	94,1	69,7	77,9	70,4	101,4	79,4	52,8
2009	37,4	71,3	39,8	51,1	54,0	60,5	43,2	69,2	32,1	43,0
2010	0,0	6,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	7,9	21,7
2011	7,6	22,3	11,4	9,8	19,6	20,6	1,9	28,9	44,5	62,5
2012	2,8	0,0	10,3	10,3	0,4	0,0	-0,6	1,1	0,3	0,0
2013	8,6	5,5	10,3	3,2	8,9	6,2	3,9	6,2	13,7	74,8
2014	14,8	26,7	3,3	30,9	12,7	25,7	21,1	9,6	1,1	15,1
2015	0,0	27,0	15,8	19,8	29,2	33,0	21,3	23,4	17,0	30,0
2016	6,1	28,4	13,6	46,9	52,4	60,7	22,5	24,9	11,9	15,6
2017	15,1	70,5	34,2	44,6	47,2	54,5	56,6	68,4	2,1	22,3
2018	90,4	87,1	81,1	58,8	64,8	75,6	70,1	85,5	33,3	42,5
2019	16,0	38,5	11,7	84,5	15,3	19,7	30,7	23,8	1,8	33,2
Média	23,9	32,8	24,7	30,3	29,8	29,4	26,0	29,4	23,4	30,9

Fonte: Autora.

Figura C9 - Precipitação total do mês de agosto, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



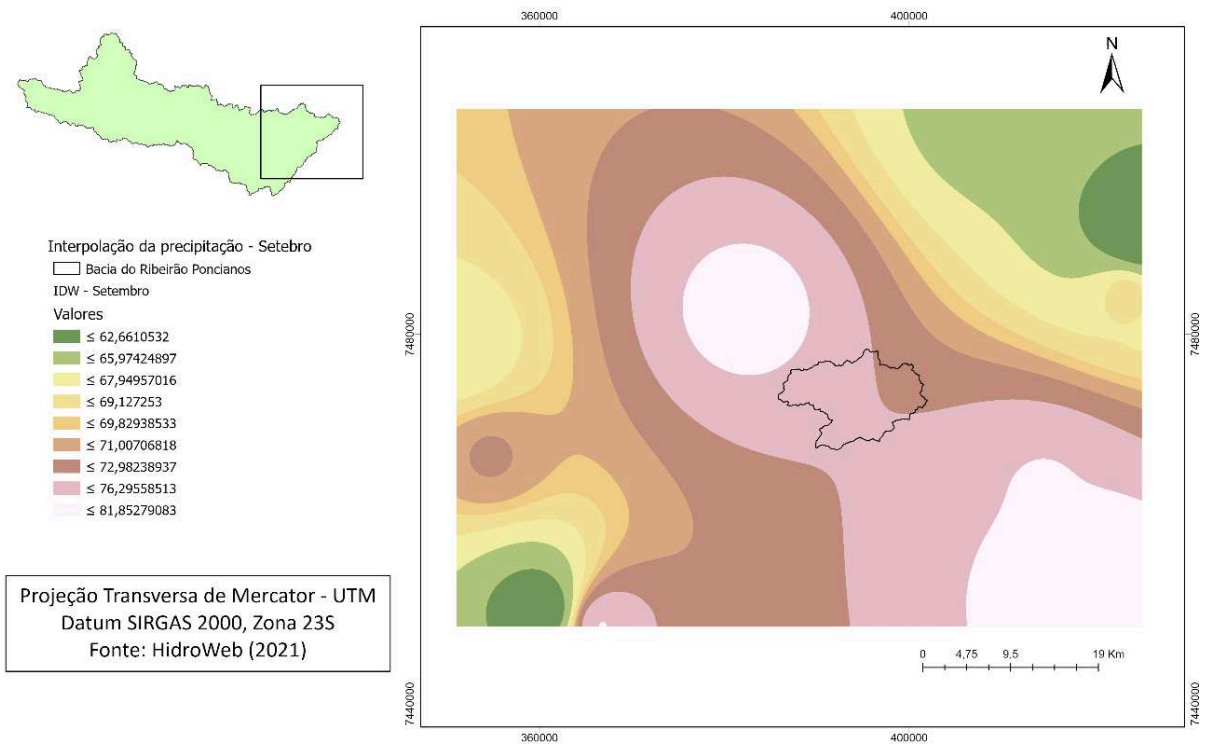
Fonte: Autora.

Tabela C10 - Precipitação total de setembro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	54,7	127,2	88,3	102,4	100,0	109,0	126,8	85,5	99,6	97,2
1991	74,8	91,4	52,7	60,8	91,4	78,2	77,8	116,6	78,9	120,5
1992	122,7	87,4	178,4	149,1	129,3	139,6	168,4	165,3	18,6	130,2
1993	85,8	137,2	93,4	124,3	155,4	136,2	157,2	121,9	185,5	203,4
1994	0,0	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	3,8
1995	20,5	94,8	29,4	38,2	41,1	114,4	39,3	80,1	70,3	96,8
1996	88,9	167,5	143,8	145,5	193,0	173,0	162,5	142,5	143,9	221,3
1997	110,9	113,3	120,3	97,0	87,5	126,4	106,7	84,7	84,0	100,9
1998	95,1	125,1	87,5	97,2	89,1	68,0	125,9	67,4	82,9	105,6
1999	40,8	87,9	46,4	61,4	88,8	63,2	58,3	81,4	69,0	95,7
2000	45,5	111,2	99,4	67,8	105,1	110,4	156,8	102,6	107,9	139,7
2001	45,4	64,5	90,2	92,5	84,6	108,4	80,0	81,8	81,7	77,1
2002	111,7	126,3	90,6	88,0	98,4	105,4	66,6	65,5	96,3	92,0
2003	21,2	28,7	0,8	19,6	28,0	39,0	18,9	31,2	10,5	30,8
2004	22,8	18,5	14,7	8,5	62,7	15,0	18,5	71,1	0,4	10,5
2005	164,1	89,0	77,1	117,2	94,4	90,7	58,9	197,5	70,1	91,3
2006	86,0	71,4	85,1	78,6	86,4	70,8	55,5	84,1	111,2	70,1
2007	21,1	15,9	26,8	31,5	15,2	18,4	18,3	12,6	-2,2	0,5
2008	82,7	70,0	68,2	62,7	53,4	82,8	9,4	87,6	28,9	68,4
2009	119,8	145,8	136,5	126,5	80,2	138,5	109,5	94,5	121,8	210,9
2010	13,3	53,3	76,1	86,3	81,1	71,7	40,9	97,8	48,8	63,6
2011	0,0	32,4	11,3	23,8	18,8	21,3	4,5	23,2	15,9	31,0
2012	54,4	30,9	22,0	10,3	16,9	26,3	25,3	22,9	4,6	22,4
2013	39,1	43,0	38,6	29,1	36,2	56,3	41,5	46,6	29,8	50,7
2014	0,0	74,0	48,8	59,5	98,6	82,8	51,4	90,8	28,1	26,2
2015	1,6	114,9	107,2	140,4	104,4	169,5	108,5	94,0	118,4	24,5
2016	13,3	19,1	0,0	23,9	-6,0	14,8	3,8	33,4	26,9	16,7
2017	0,0	25,5	28,6	44,6	23,5	24,0	31,7	49,6	0,5	2,5
2018	117,7	41,7	23,5	54,5	18,3	42,8	26,8	92,1	0,3	5,5
2019	59,3	80,5	28,4	23,1	64,0	66,9	31,5	131,4	3,7	81,1
Média	57,1	76,6	63,8	68,8	71,3	78,8	66,1	81,9	57,9	76,4

Fonte: Autora.

Figura C10 - Precipitação total do mês de setembro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



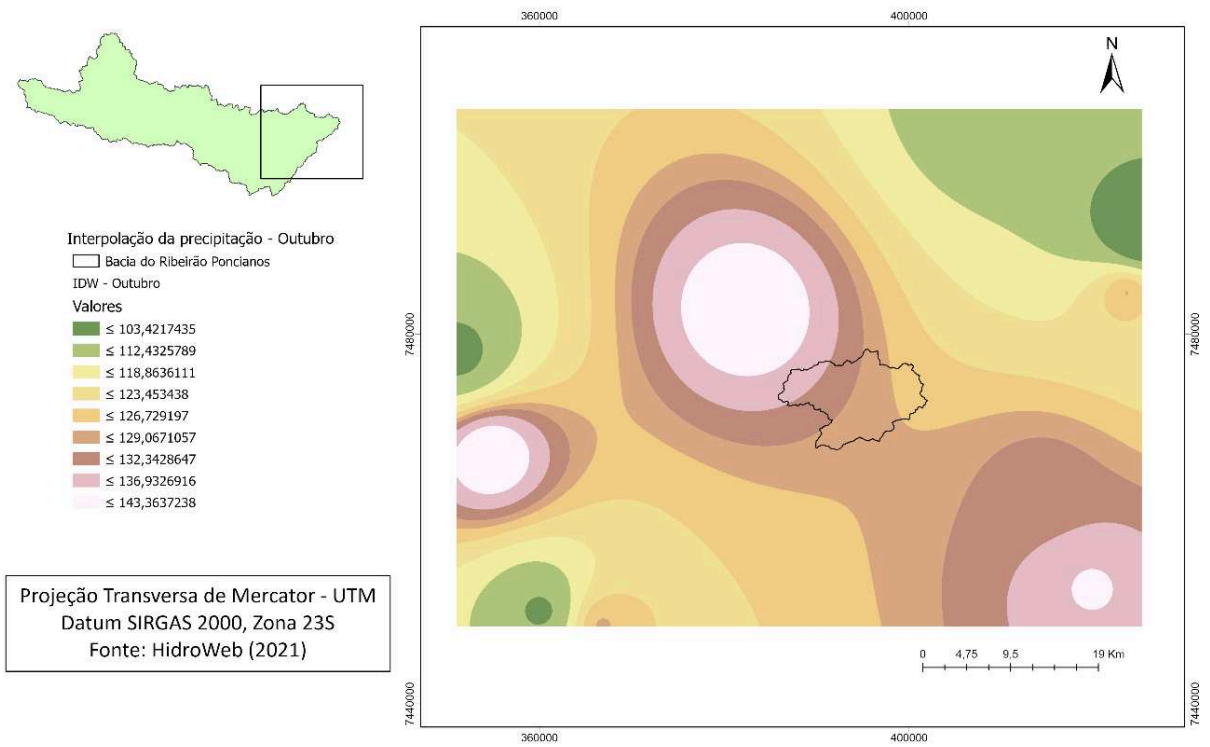
Fonte: Autora.

Tabela C11 - Precipitação total de outubro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	77,3	142,8	129,3	199,5	115,3	117,8	187,3	158,7	80,0	105,3
1991	110,8	106,1	195,9	208,1	190,0	242,0	141,1	154,1	151,1	107,7
1992	141,1	30,9	181,8	182,6	221,1	259,4	243,8	370,0	196,5	245,8
1993	92,7	132,1	156,2	95,9	102,2	44,8	198,2	92,5	170,3	173,6
1994	117,7	178,1	141,7	203,8	184,0	150,2	137,6	158,3	141,2	200,3
1995	209,1	263,1	237,7	167,7	207,6	245,0	277,7	205,2	82,6	235,9
1996	120,6	135,7	178,5	137,5	160,5	197,0	91,2	155,5	139,6	147,3
1997	155,9	122,6	170,4	109,8	145,7	148,4	131,4	98,9	63,3	96,3
1998	174,1	202,3	199,7	200,4	204,4	214,8	219,9	183,5	129,4	218,3
1999	48,2	56,9	54,2	31,2	40,8	46,7	49,7	34,6	62,4	54,4
2000	42,9	51,4	39,2	45,9	37,3	50,8	22,4	39,2	29,4	55,2
2001	150,6	186,9	126,0	170,9	204,3	245,6	117,4	162,3	203,2	187,2
2002	65,6	122,8	39,1	61,4	61,8	79,2	116,6	67,9	78,1	133,8
2003	146,8	213,4	69,2	147,0	185,0	117,8	165,4	103,8	89,0	140,1
2004	123,4	152,5	78,1	146,5	180,6	187,2	132,7	157,0	109,5	135,8
2005	168,7	169,6	110,4	201,0	148,9	179,4	83,5	190,3	157,7	150,7
2006	95,7	119,5	66,7	95,7	99,6	52,8	61,6	91,3	25,6	106,4
2007	125,0	131,4	106,7	151,0	96,4	96,7	138,1	101,8	88,3	1,9
2008	160,8	92,2	99,1	186,8	161,0	150,2	115,1	156,1	50,9	135,3
2009	65,7	137,1	25,3	80,9	110,2	161,0	0,5	102,5	190,7	137,1
2010	3,3	87,3	95,2	144,3	89,7	81,2	4,9	80,9	80,2	198,0
2011	107,7	127,7	92,8	121,3	152,6	146,6	82,1	186,2	186,0	164,8
2012	0,0	100,9	65,0	75,0	218,8	100,6	9,6	194,3	32,3	113,4
2013	89,5	137,1	137,1	96,4	159,7	200,6	99,2	216,9	34,6	116,3
2014	0,0	61,1	34,3	61,1	55,2	24,5	9,6	13,5	36,6	71,5
2015	7,6	111,3	20,5	96,8	121,7	123,3	17,2	114,7	93,2	98,7
2016	9,6	135,1	84,7	131,8	199,5	198,4	19,3	196,6	246,7	91,3
2017	18,4	68,0	65,2	68,9	101,6	103,8	28,1	93,4	85,0	27,0
2018	65,4	243,9	89,6	117,3	212,5	196,5	75,1	210,4	22,2	80,7
2019	29,6	103,0	59,4	66,7	133,0	134,2	39,3	33,7	4,1	80,6
Média	90,8	130,8	105,0	126,8	143,4	143,2	100,5	137,5	102,0	127,0

Fonte: Autora.

Figura C11 - Precipitação total do mês de outubro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



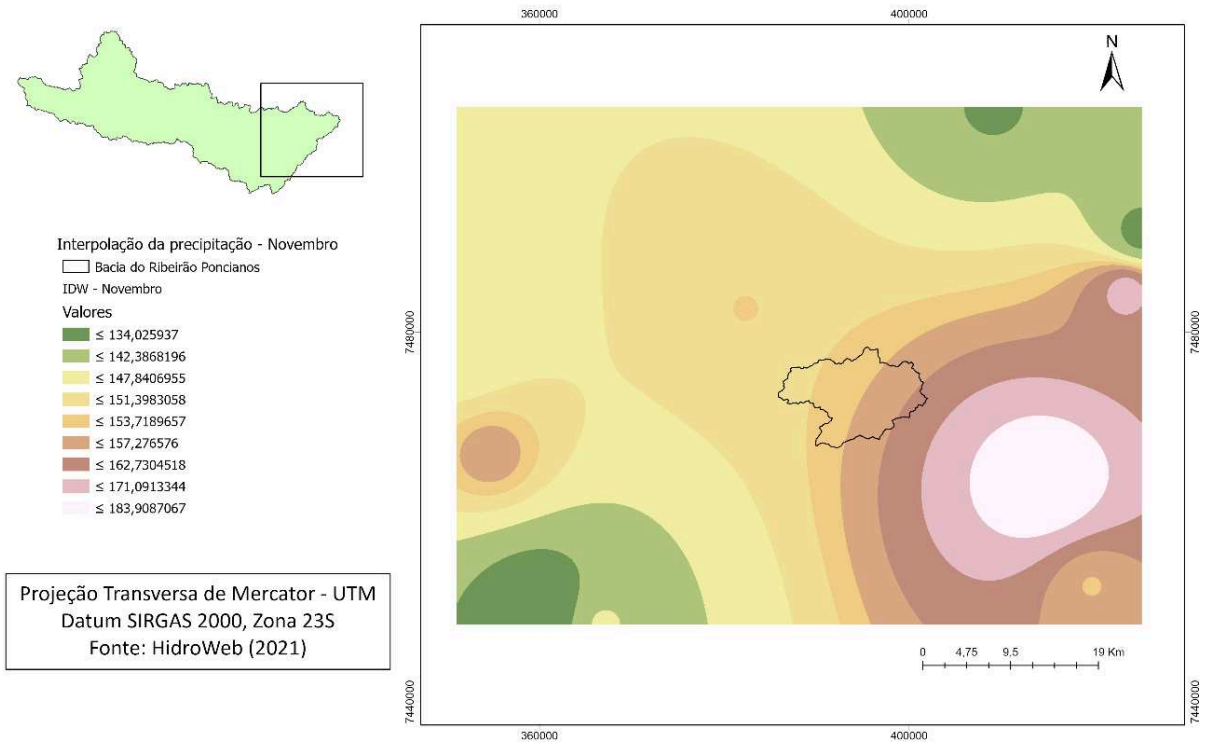
Fonte: Autora.

Tabela C12 - Precipitação total de novembro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	87,8	209,5	51,6	99,5	87,2	50,2	199,5	75,0	48,3	84,5
1991	40,2	158,2	48,6	143,1	111,8	106,8	84,9	61,7	65,8	93,2
1992	78,8	41,7	191,7	149,2	223,4	165,4	239,7	324,6	126,4	144,7
1993	76,9	168,3	122,7	115,9	46,0	64,0	37,0	93,2	43,4	60,0
1994	89,6	168,3	132,6	192,6	154,2	129,0	185,9	155,3	123,7	165,8
1995	68,0	132,3	138,3	117,3	106,4	99,6	125,3	121,4	60,0	126,4
1996	105,1	201,5	218,9	163,9	195,7	183,8	236,7	191,6	128,0	199,9
1997	210,9	280,8	190,4	227,9	194,9	245,6	344,6	174,0	180,0	193,6
1998	164,4	134,5	52,5	118,2	93,1	85,8	136,7	89,7	54,0	71,0
1999	102,6	101,7	88,6	68,7	138,7	118,9	40,6	83,2	91,1	103,3
2000	88,7	235,6	161,7	168,1	299,1	236,9	113,4	191,7	137,3	274,3
2001	169,3	313,4	197,2	227,8	221,1	171,8	122,9	231,2	179,2	217,6
2002	170,8	258,9	138,4	191,6	106,8	207,3	177,5	118,7	139,7	91,8
2003	124,2	152,5	142,0	93,7	168,1	128,6	130,4	146,5	118,2	152,3
2004	158,6	183,0	133,4	196,6	162,1	178,0	156,9	105,2	100,5	122,7
2005	133,8	207,4	110,4	111,2	123,5	146,4	128,9	132,0	84,5	134,1
2006	254,5	191,7	204,6	237,7	146,5	166,6	217,8	147,5	133,3	218,6
2007	167,9	192,5	158,9	281,6	289,6	313,9	164,4	240,5	158,4	0,8
2008	171,9	184,5	175,2	135,9	70,1	127,5	126,7	195,1	102,7	160,8
2009	194,6	228,1	179,2	189,5	169,5	187,5	84,5	162,4	337,8	156,0
2010	191,3	115,9	109,6	181,8	221,5	144,4	58,0	196,2	204,7	279,7
2011	86,7	126,7	147,8	158,1	246,7	180,4	113,0	212,6	63,3	254,4
2012	65,7	134,4	116,2	122,0	130,7	67,8	99,6	127,9	109,7	135,2
2013	216,1	254,8	74,1	185,4	123,2	93,0	226,0	121,8	88,7	171,9
2014	17,6	168,4	126,7	158,3	120,4	161,7	27,3	174,6	117,5	152,1
2015	256,3	164,7	98,8	335,0	150,3	160,4	266,2	149,9	169,5	168,5
2016	16,8	230,3	55,6	146,3	144,6	152,4	26,5	146,3	392,8	133,5
2017	44,2	178,7	130,0	187,0	166,7	183,5	53,9	160,6	46,4	71,1
2018	190,1	257,1	167,6	138,9	175,8	152,6	199,9	166,5	9,9	33,1
2019	167,6	141,9	126,1	125,8	87,7	133,5	177,4	109,2	21,4	124,4
Média	130,4	183,9	133,0	165,6	155,8	151,4	143,4	153,5	121,2	143,2

Fonte: Autora.

Figura C12 - Precipitação total do mês de novembro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



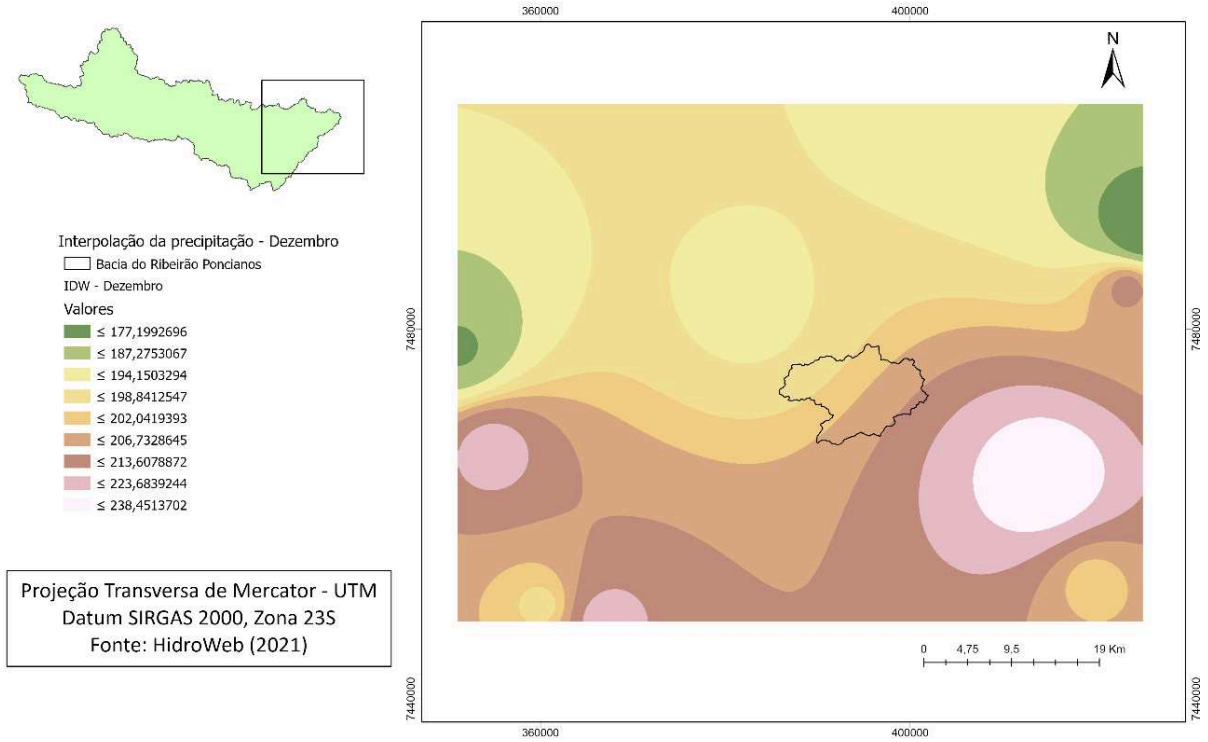
Fonte: Autora.

Tabela C13 - Precipitação total de dezembro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo

Anos	Estação									
	2245011	2245054	2245084	2245104	2246035	2246057	2345004	2246095	2346094	2346334
1990	191,6	139,5	228,9	228,9	143,3	77,4	99,7	171,8	78,0	112,3
1991	179,7	160,5	295,4	222,8	188,5	137,0	138,2	248,9	97,6	203,9
1992	58,7	33,6	97,9	162,5	142,9	127,2	111,9	143,7	165,7	257,2
1993	156,0	235,7	129,7	176,0	215,8	213,0	174,9	204,0	216,4	233,1
1994	167,7	384,0	233,4	222,0	288,2	232,6	297,8	290,3	246,2	177,2
1995	151,5	225,1	202,3	222,2	160,2	191,0	247,4	157,7	85,1	217,1
1996	264,0	200,8	281,9	356,7	334,6	328,0	225,4	284,2	292,0	245,8
1997	249,1	189,2	182,0	181,3	203,1	158,0	146,6	152,2	159,2	236,4
1998	273,9	157,7	272,7	285,0	243,3	249,6	172,6	238,3	260,7	234,3
1999	170,5	216,3	221,8	226,3	201,4	162,4	160,0	253,8	218,5	155,8
2000	224,5	301,9	171,2	310,3	308,6	197,0	202,6	128,5	39,1	385,0
2001	179,8	332,6	378,4	217,1	353,3	242,0	236,9	323,2	375,0	284,0
2002	273,5	465,1	253,0	293,9	187,7	151,4	194,3	104,1	97,8	164,0
2003	138,7	199,6	207,0	201,0	270,8	190,8	195,0	290,9	236,0	197,2
2004	156,9	191,7	90,1	120,8	265,9	219,2	159,0	217,6	261,3	257,0
2005	185,1	224,6	140,8	107,4	221,5	183,1	196,1	156,3	188,3	220,1
2006	301,7	301,0	211,6	196,0	328,6	198,6	245,5	285,5	280,8	224,0
2007	206,1	192,5	129,5	209,8	133,2	159,8	127,9	175,0	154,3	3,9
2008	118,5	354,2	152,6	161,7	354,9	174,0	180,3	299,0	201,1	330,9
2009	377,0	487,3	249,3	285,5	410,9	370,5	264,4	339,6	308,5	492,7
2010	113,8	386,7	133,5	201,4	198,7	209,2	167,1	185,6	778,0	451,1
2011	72,2	212,1	223,8	221,6	94,6	146,6	112,7	90,9	113,5	150,3
2012	198,8	294,1	117,9	248,6	195,4	152,9	165,2	246,8	255,0	287,8
2013	87,4	205,0	130,5	146,8	114,7	84,3	129,3	71,0	72,0	121,9
2014	26,6	157,9	119,2	154,5	148,8	163,5	144,4	149,4	76,8	159,7
2015	3,5	144,0	287,3	234,6	229,1	282,3	180,1	207,7	438,7	374,3
2016	30,6	160,3	93,7	93,2	143,5	155,7	142,1	145,6	165,9	31,4
2017	0,0	122,3	103,2	205,2	239,1	297,2	184,6	215,0	32,2	63,0
2018	138,4	225,1	76,5	173,9	145,1	158,0	142,8	117,4	1,0	147,5
2019	177,1	253,2	218,1	214,6	86,0	137,4	116,5	103,9	24,0	107,6
Média	162,4	238,5	187,8	209,4	218,4	191,7	175,4	199,9	197,3	217,6

Fonte: Autora.

Figura C13 - Precipitação total do mês de dezembro, em mm, das estações pluviométricas utilizadas no estudo



Fonte: Autora.

APÊNDICE D – Equações de regionalização da bacia

Tabela D1 - Equações de regionalização de vazão na base mensal para a bacia do ribeirão Poncianos

Mês	Equação	r ²
janeiro	Q _{mld} = 0,022008 A	r ² = 0,98
	Q _{7,10} = 0,00415 A	r ² = 0,96
fevereiro	Q _{mld} = 0,019953 A	r ² = 0,98
	Q _{7,10} = 0,005541 A	r ² = 0,95
março	Q _{mld} = 0,017245 A	r ² = 0,98
	Q _{7,10} = 0,005397 A	r ² = 0,97
abril	Q _{mld} = 0,011174 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,004147 A	r ² = 0,97
maio	Q _{mld} = 0,008578 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,003454 A	r ² = 0,97
junho	Q _{mld} = 0,008324 A	r ² = 0,98
	Q _{7,10} = 0,003055 A	r ² = 0,97
julho	Q _{mld} = 0,006046 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,002553 A	r ² = 0,96
agosto	Q _{mld} = 0,004643 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,002268 A	r ² = 0,96
setembro	Q _{mld} = 0,005132 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,00201 A	r ² = 0,96
outubro	Q _{mld} = 0,006822 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,002078 A	r ² = 0,96
novembro	Q _{mld} = 0,00874 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,002606 A	r ² = 0,98
dezembro	Q _{mld} = 0,012702 A	r ² = 0,99
	Q _{7,10} = 0,003189 A	r ² = 0,96

Fonte: Autora.