

Universidade de São Paulo  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas  
Departamento de Geografia

CAETANO VEIGA DA SILVA JÚNIOR

**Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do  
Rio Tapajós**

Versão corrigida

São Paulo  
2020

CAETANO VEIGA DA SILVA JÚNIOR

**Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do  
rio Tapajós**

Versão corrigida

Trabalho de Graduação Individual apresentado ao  
Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo  
para a obtenção de título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo  
2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

S586v Silva Júnior, Caetano Veiga da  
Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do rio Tapajós / Caetano Veiga da Silva Júnior ; orientador Emerson Galvani. - São Paulo, 2020.  
62 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. Climatologia. 2. Precipitação pluviométrica. 3. Bacia hidrográfica. 4. Variabilidade espacial. I. Galvani, Emerson, orient. II. Título.

## **Folha de Aprovação**

Caetano Veiga da Silva Júnior

### **Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do rio Tapajós**

Trabalho de Graduação Individual  
apresentado ao Departamento de Geografia  
da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências  
Humanas da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Bacharel em  
Geografia.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Banca examinadora

Prof. Dr. Emerson Galvani (Orientador)

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Márcio Greyck Guimarães Correa

Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Denise Dias dos Santos

Assinatura: \_\_\_\_\_

## **Agradecimentos**

Não poderia começar meus agradecimentos por outras pessoas senão meus pais, Marlene e Caetano, por toda a educação, carinho e pelos ensinamentos que fazem parte de quem sou, além de todo o apoio e segurança para poder desenvolver meus sonhos e objetivos. Espero ser motivo de orgulho e poder retribuir tudo o que fizeram e fazem por mim.

Agradeço à Juliana, melhor amiga que poderia ter e que tenho a honra de chamar de irmã, por todo o apoio em forma de ‘puxões de orelha’, pelo carinho e companheirismo ao longo de toda minha vida (até mesmo na rotina uspiana) e por servir como um verdadeiro exemplo que tento minimamente seguir. E por falar em exemplo, agradeço ao Bruno, meu ‘cunhado-quase-irmão’, por todo o exemplo, apoio e momentos compartilhados.

A todos os amigos de Geografia que me acompanharam ao longo da graduação. Em especial André Bomfim, Caio Estevam, José Paulo Faria, Leonardo Silva, Mateus Lessio, Pedro Henrique, Thomas Schwemler e Yan Gouveia. Tive a sorte de me cercar de grandes amigos durante esses 5 anos que tornaram este período muito especial e vou sentir falta do nosso QG.

Ao professor orientador Dr. Emerson Galvani, por despertar meu interesse na área em suas aulas de Climatologia I e pela ajuda na realização deste trabalho, desde a definição do tema, passando pelas indicações e observações que foram de grande contribuição.

Aos professores Dr. Márcio Greyck Guimarães Correa e Denise Dias dos Santos por aceitarem o convite de participar da banca de defesa e pelas contribuições à pesquisa.

Por fim, agradeço aos professores que fizeram parte da minha formação, em especial ao professor Márcio Sampaio, que despertou meu gosto pela Geografia, professor Ian Oliver, por toda a visão de mundo que me marcou nas suas aulas de interpretação de texto, e a todos os professores que fizeram parte da minha formação enquanto geógrafo.

## **Resumo**

SILVA JÚNIOR, C. V. **Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do rio Tapajós**. 2020. Trabalho de Graduação Individual – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Esta pesquisa apresenta a variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do rio Tapajós. A partir da caracterização da área de estudo analisou-se, à luz dos conhecimentos geográficos e da perspectiva sistêmica, a precipitação pluviométrica para o período de 2000 a 2017, com dados de 103 postos pluviométricos obtidos na plataforma *HidroWeb*, ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH. Determinou-se os anos chuvoso (2013), mais seco (2015) e habitual (2003) do período estudado para maior detalhamento da distribuição anual e dividiu-se os anos em período mais chuvoso (meses de maio a outubro) e menos chuvoso (janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro). A partir da confecção de mapas de isoietas gerados por meio da interpolação dos dados da bacia em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) percebeu-se uma diferenciação no sentido norte-sul da bacia, com valores mais elevados em latitudes mais baixas e menos elevados em maiores latitudes. Além disso, a região do Alto Tapajós destaca-se pelos mais altos índices pluviométricos registrados.

**Palavras-chave:** Climatologia, precipitação pluviométrica, bacia hidrográfica, rio Tapajós, variabilidade espacial, variabilidade temporal.

## **Abstract**

SILVA JÚNIOR, C. V. **Spatial and temporal variability of the rainfall in the Tapajós river basin**. 2020. Individual Graduation Work – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

This research presents the spatial and temporal variability of rainfall in the Tapajós river basin. From the characterization of the study area was analyzed, from the geographic knowledge and the systemic perspective, the rainfall for the period from 2000 to 2017, with data from 103 pluviometric stations obtained on the HidroWeb platform, a toll that is part of the National System of Information on Water Resources (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH). The rainy (2013), drier (2015) and usual (2003) years of the studied period were determined for further details of the annual distribution and the years were divided into the rainiest (months from May to October) and the least rainy (January, February, March, April, November and December). From the making of isohyets maps generated by interpolating the basin data in a GIS (Geographic Information System) environment, a differentiation was noticed in the north-south direction of the basin, with higher values in lower latitudes and less elevated at higher latitudes. In addition, the Alto Tapajós region stands out for the highest rainfall recorded.

**Keywords:** Climatology, rainfall, hydrographic basin, Tapajós river, spatial variability, temporal variability.

## Lista de Figuras

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Tapajós .....                                              | 16 |
| Figura 2 – Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Tapajós.....                                        | 17 |
| Figura 3 - Mapa Geomorfológico da bacia do rio Tapajós.....                                                    | 19 |
| Figura 4 - Mapa Hipsométrico da bacia do rio Tapajós .....                                                     | 20 |
| Figura 5 - Mapa de Clima da bacia do rio Tapajós.....                                                          | 22 |
| Figura 6 - Mapa de Solos da bacia do rio Tapajós .....                                                         | 23 |
| Figura 7 - Mapa de Vegetação da bacia do rio Tapajós.....                                                      | 25 |
| Figura 8 - Terras Indígenas na bacia do rio Tapajós.....                                                       | 26 |
| Figura 9 - Unidades de Conservação na bacia do rio Tapajós.....                                                | 27 |
| Figura 10 - Mapa de Uso e Ocupação da bacia do rio Tapajós .....                                               | 28 |
| Figura 11 - Distribuição espacial e abrangência dos postos pluviométricos selecionados .....                   | 33 |
| Figura 12 – Distribuição das precipitações médias mensais para a área de estudo no período de 2000 a 2017..... | 36 |
| Figura 13 – Distribuição anual das precipitações médias para a área de estudo no período de 2000 a 2017. ....  | 37 |
| Figura 14 - Distribuição média mensal da precipitação em 2013 – ano chuvoso .....                              | 37 |
| Figura 15 - Distribuição média mensal da precipitação em 2015 – ano mais seco.....                             | 38 |
| Figura 16 - Distribuição média mensal da precipitação em 2003 – ano habitual .....                             | 38 |
| Figura 17 - Mapa da precipitação média anual da bacia do rio Tapajós no período estudado (2000-2017) .....     | 39 |

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 18 - Mapa da precipitação média da série histórica no período mais chuvoso.....                       | 41 |
| Figura 19 - Mapa da precipitação média da série histórica no período menos chuvoso.....                      | 42 |
| Figura 20 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2003 (ano habitual) .....                           | 44 |
| Figura 21 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2003 (ano habitual) no período mais chuvoso .....   | 45 |
| Figura 22 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2003 (ano habitual) no período menos chuvoso .....  | 46 |
| Figura 23 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2013 (ano chuvoso) .....                            | 48 |
| Figura 24 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2013 (ano chuvoso) no período mais chuvoso .....    | 49 |
| Figura 25 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2013 (ano chuvoso) no período menos chuvoso .....   | 50 |
| Figura 26 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2015 (ano mais seco) .....                          | 52 |
| Figura 27 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2015 (ano mais seco) no período mais chuvoso.....   | 53 |
| Figura 28 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2015 (ano mais seco) no período menos chuvoso ..... | 54 |
| Figura 29 - Mapa hipsométrico associado às isoietas e perfis traçados .....                                  | 56 |
| Figura 30 - Precipitação média anual da série histórica e do relevo no perfil A-A' .....                     | 57 |
| Figura 31 - Precipitação média anual da série histórica e do relevo no perfil B-B' .....                     | 57 |

## Sumário

|       |                                                                |    |
|-------|----------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introdução.....                                                | 11 |
| 2     | Objetivos.....                                                 | 14 |
| 2.1   | Objetivo Geral .....                                           | 14 |
| 2.2   | Objetivos Específicos .....                                    | 14 |
| 3     | Bacia hidrográfica do rio Tapajós como unidade de análise..... | 15 |
| 4     | Fundamentação teórica .....                                    | 29 |
| 5     | Procedimentos Metodológicos.....                               | 31 |
| 5.1   | Procedimentos técnico-operacionais.....                        | 31 |
| 6     | Resultados e Análise .....                                     | 36 |
| 6.1   | Distribuição Temporal .....                                    | 36 |
| 6.2.1 | Série Histórica.....                                           | 38 |
| 6.2.2 | Ano Habitual - 2003 .....                                      | 43 |
| 6.2.3 | Ano Chuvoso - 2013 .....                                       | 47 |
| 6.2.4 | Ano Mais Seco - 2015.....                                      | 51 |
| 6.2.5 | Relevo e Distribuição Espacial.....                            | 55 |
| 7     | Discussões .....                                               | 58 |
| 8     | Considerações finais e limitações da Pesquisa .....            | 60 |
|       | Referências .....                                              | 61 |
|       | Anexo .....                                                    | 63 |

## 1 Introdução

O processo de industrialização e o avanço das técnicas de trabalho da sociedade humana vêm alterando a natureza de forma progressiva em prol da apropriação econômica, em um cenário antagônico entre os interesses socioeconômicos e a necessidade de preservação do meio ambiente.

Este panorama é refletido na bacia hidrográfica do rio Tapajós, uma das mais ameaçadas, segundo Cheng (*et al.*, 2013), por projetos de empreendimentos hidrelétricos construídos e em planejamento na Amazônia, sinalizando um cenário preocupante de degradação.

Diante disso, as mudanças ambientais têm recebido destaque nos estudos científicos no âmbito nacional e internacional, acompanhando a percepção da sociedade da necessidade em conhecer os impactos que as atividades socioeconômicas trazem para o meio natural e os consequentes problemas que possam acarretar aos seres humanos.

Assim, revela-se a importância da produção geográfica no estudo detalhado do ambiente natural de sobrevivência do homem e das diversas relações que este estabelece.

A procura de soluções alternativas para o desenvolvimento econômico, com justiça social e racionalização do uso dos recursos naturais que atenuem os impactos ambientais, é o rumo a ser perseguido pelas sociedades atuais e futuras. Isso deve ser objeto de preocupação da Geografia, ajudar a encontrar o caminho para o desenvolvimento sustentável (ROSS, 2014, p. 16-17).

Trilhando este caminho e valendo-se das contribuições que a Climatologia traz à compreensão do clima enquanto elemento de análise para o planejamento ambiental, a água merece destaque. Bem essencial à manutenção da vida no planeta e recurso natural fundamental no desenvolvimento humano,

falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais (BACCI; PATACA, 2008, p. 211).

Os usos da água são inúmeros. Além da manutenção da vida animal e vegetal no planeta, pode ser considerada um recurso, à medida que é destinada à produção energética e aos usos doméstico, agrícola e industrial; além de usos não consumptíveis, como o viário, o turismo e o lazer. Seu uso cresceu intensamente ao longo do tempo, a despeito do acelerado crescimento demográfico do século XX (VENTURI, 2018, no prelo).

Objeto de estudo do presente trabalho, a chuva é um dos diversos tipos de precipitação existentes na atmosfera, resultado da “condensação na atmosfera que cai em direção ao solo, quando o peso das gotas supera as correntes verticais de ar” (YNOUE, *et al.*, 2017, p. 46). Principal transferência de água da atmosfera até a superfície terrestre, é parte do fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre (continentes e oceanos) e a atmosfera, chamado de ciclo hidrológico. Impulsionado fundamentalmente pela radiação solar associada à gravidade e à rotação da Terra, compreende a circulação de água no interior e na superfície (nos solos, rochas, oceanos e seres vivos), a água que circula na atmosfera (microgotículas de água, umidade, partículas de gelo) e o intercâmbio entre superfície e atmosfera, com os fluxos de água em forma de vapor no sentido superfície-atmosfera e, no sentido atmosfera-superfície, em qualquer estado físico, sendo mais significativas as precipitações de chuva e neve (SILVEIRA, 1993, p. 35-36).

Para o estudo do fenômeno da precipitação pluviométrica, julga-se adequada a utilização da bacia hidrográfica enquanto escala de análise. A partir da abordagem sistêmica do funcionamento dos elementos naturais do planeta, o trabalho se direcionará à análise da bacia hidrográfica do rio Tapajós, de forma a entender as relações determinantes na distribuição e variabilidade do fenômeno da precipitação pluviométrica na área escolhida.

Por serem consideradas “um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado pelo exutório” (SILVEIRA, 1993, p. 41), as bacias hidrográficas dependem de diversos elementos que compõem o sistema e interagem diretamente com os seres humanos. Além disso, é a unidade territorial para implementação da Política

Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, Lei nº 9.433, 8 de janeiro de 1997), sendo primordialmente adotada em estudos de planejamento ambiental.

A análise da distribuição da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Tapajós possibilitará compreender a sua dinâmica hidrológica. Tal compreensão, à luz dos elementos geográficos e da ênfase climática, revelam sua importância por abordar questões relevantes para a sociedade no que diz respeito às mudanças ambientais e como se dá a apropriação das atividades humanas no espaço geográfico, permitindo uma visão integrada que pode subsidiar o gerenciamento desta unidade espacial.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem como objetivo estudar a relação existente entre a superfície e a atmosfera terrestre no contexto do fenômeno climático da precipitação, analisando distribuição e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Tapajós em escala temporal e espacial, de forma a servir como uma tentativa de contribuição para a gestão hídrica da área.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar os anos habitual, seco e chuvoso;
- Caracterizar a área de estudo à luz dos conhecimentos geográficos;
- Espacializar a precipitação pluviométrica para as diferentes situações e escalas temporais (períodos seco e chuvoso e anos habitual, chuvoso e mais seco);
- Observar possíveis relações entre a distribuição da precipitação na área de estudo e o relevo;
- Analisar os resultados obtidos de acordo com a caracterização realizada e comparar com estudos desenvolvidos na temática deste trabalho.

### **3 Bacia hidrográfica do rio Tapajós como unidade de análise**

A bacia hidrográfica do rio Tapajós localiza-se nas regiões Norte e Centro-oeste do Brasil, entre as latitudes 02°11'12,11" S – 14°55'14,72" S e longitudes 53°49'46,37" W – 60°07'06" W, compreendendo uma área de 492.263 km<sup>2</sup> (ANA, 2012, p. 29), que abrange parte dos estados do Pará, Amazonas, Mato Grosso e Rondônia (pequena área). Os principais afluentes do Tapajós são os rios Jamanxim, Crepori, Teles Pires e Jurueña (Figura 1).

Apesar de sua grande expressão e importância, não conta com um Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH)<sup>1</sup> reconhecido no Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, de forma que representantes da comunidade possam discutir a respeito da gestão dos recursos hídricos conjuntamente com o poder público. Entretanto, algumas de suas sub-bacias estão representadas por comitês. São elas: CBH da Margem Esquerda do Baixo Teles Pires, CBH da Margem Direita do Alto Teles Pires, CBH dos Afluentes do Médio Teles Pires.

Sendo o Tapajós um dos principais afluentes do rio Amazonas, podemos considerar sua bacia, no que tange seu escoamento global, como uma bacia exorreica, devido ao escoamento das águas ocorrer de modo contínuo desde as sub-bacias, até desembocarem diretamente no nível marinho no Oceano Atlântico. Já a configuração da drenagem, a partir do critério geométrico, apresenta predominantemente padrão dendrítico, com ramos formados pelos afluentes distribuindo-se em todas as direções sobre a superfície do terreno, formando ângulos agudos de graduações variadas (CHRISTOFOLETTI, 1980). Já a hierarquia fluvial da bacia, a partir do sistema proposto por Strahler (1952), explicita uma riqueza de afluentes, especialmente de nível 1. Temos, nesta classificação, o rio Tapajós com nível 7, a partir da confluência dos seus principais afluentes de ordem 6 – rios Jurueña e Teles Pires (Figura 2).

---

<sup>1</sup> “Os Comitês de Bacia Hidrográfica, entes do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos, constituem o “Parlamento das Águas”, espaço em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público” (Agência Nacional de Águas – ANA. Comitês de Bacia Hidrográfica. <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamiento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica>. Acesso em 07/08/2019).

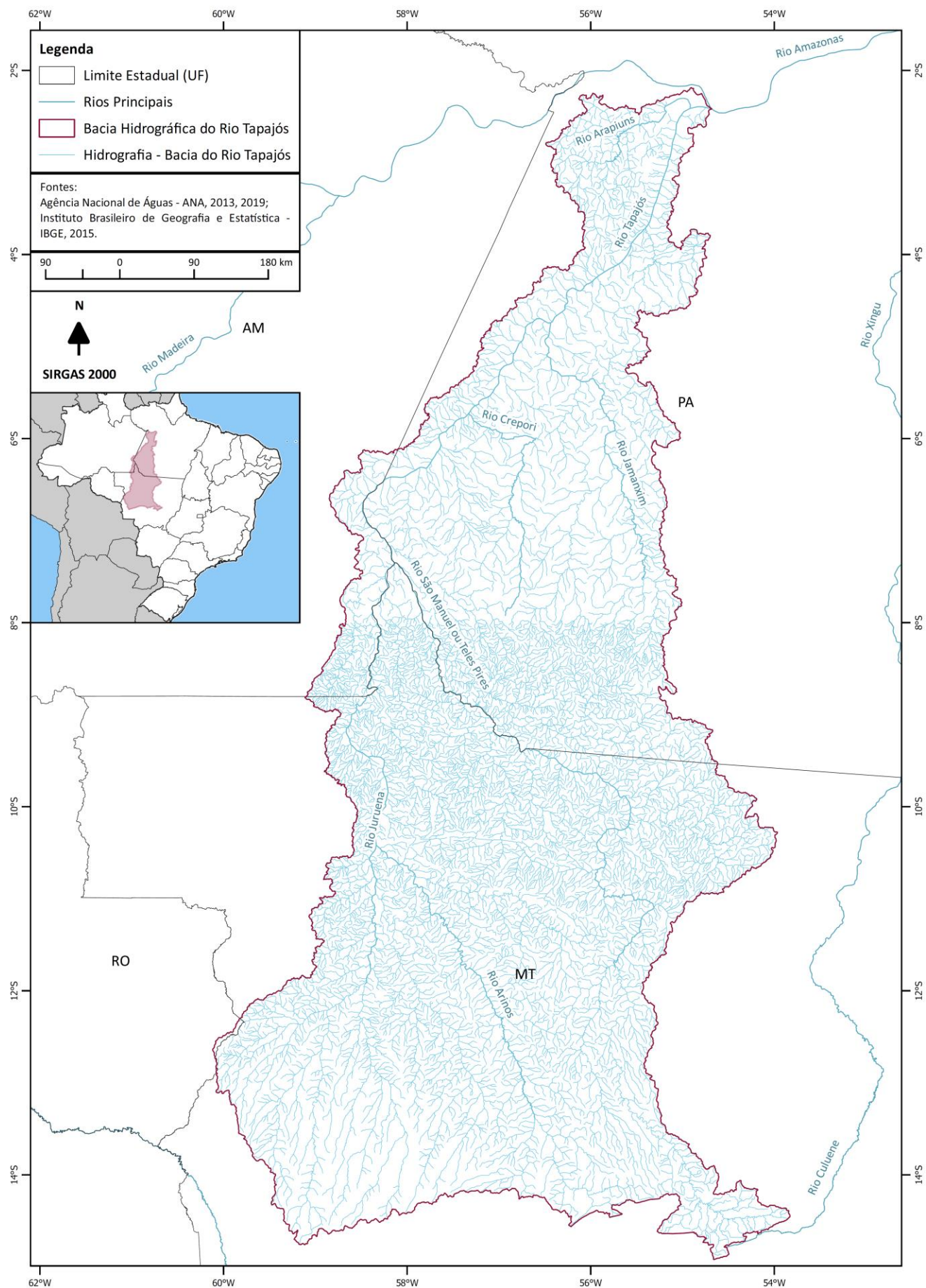


Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

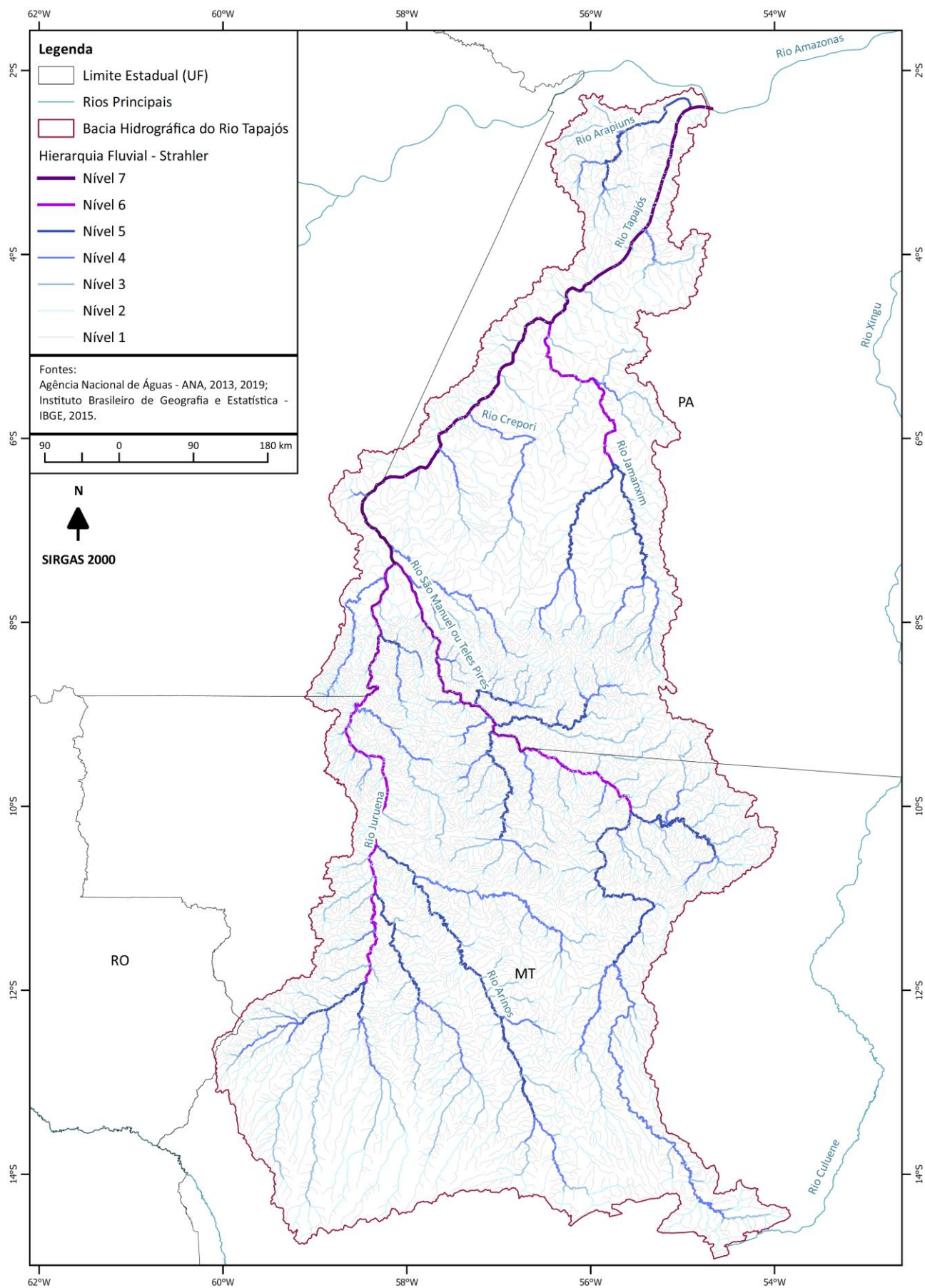


Figura 2 – Hierarquia fluvial da bacia hidrográfica do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

Estruturalmente, a área de estudo consiste em Crátons Neoproterozóicos, que ocorrem em grande parte da região central da bacia, e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, presentes tanto em porções mais altas da bacia (Planalto e Chapada dos Parecis, no Mato Grosso) quanto em porções mais baixas, próximas ao rio Amazonas. Tais estruturas refletem uma grande variedade de esculturas – Depressões, Planaltos, Serras, Chapadas, Tabuleiros e Patamares. Ocorre ainda, em pequena parte da bacia, a presença de Cinturões Móveis Neoproterozóicos (Figura 3).

A configuração do relevo pode ser observada também no mapa hipsométrico da região, elaborado a partir de arquivos SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)<sup>2</sup>. Categorizando-se o relevo em faixas de 100 metros, temos faixas de 0-100 m até 800-900 m, explicitando uma gradação crescente de altitude no sentido Norte-Sul da bacia hidrográfica (Figura 4).

Ao relacionarmos ambos os mapas, hipsométrico e geomorfológico, temos no limite Sul da Bacia maiores altitudes, especialmente na Chapada dos Parecis e no Planalto dos Guimarães. Na faixa central da bacia de estudo, as altitudes variam em média de 100 a 500 metros, com exceção do Planalto do Cachimbo e da Serra dos Caiabis, com altitudes mais expressivas. Já o canal principal do rio Tapajós na região Norte da bacia apresenta altitudes próximas ao nível do mar, estando assim as coberturas sedimentares fanerozóicas presentes nas faixas mais altas e mais baixas do relevo.

---

<sup>2</sup> Missão Topográfica Radar Shuttle, em inglês.

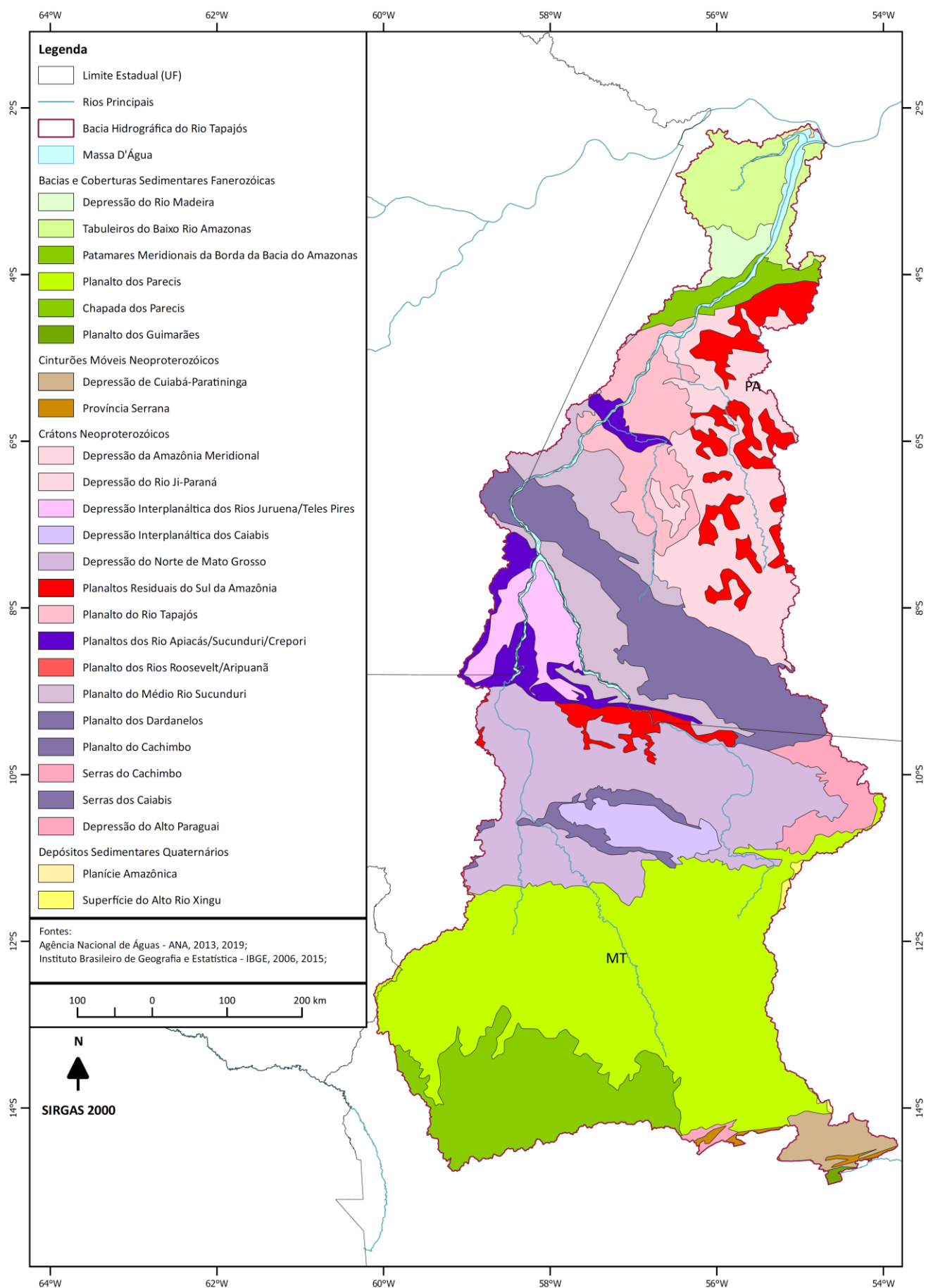


Figura 3 - Mapa Geomorfológico da bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2006, 2015. Elaboração própria.

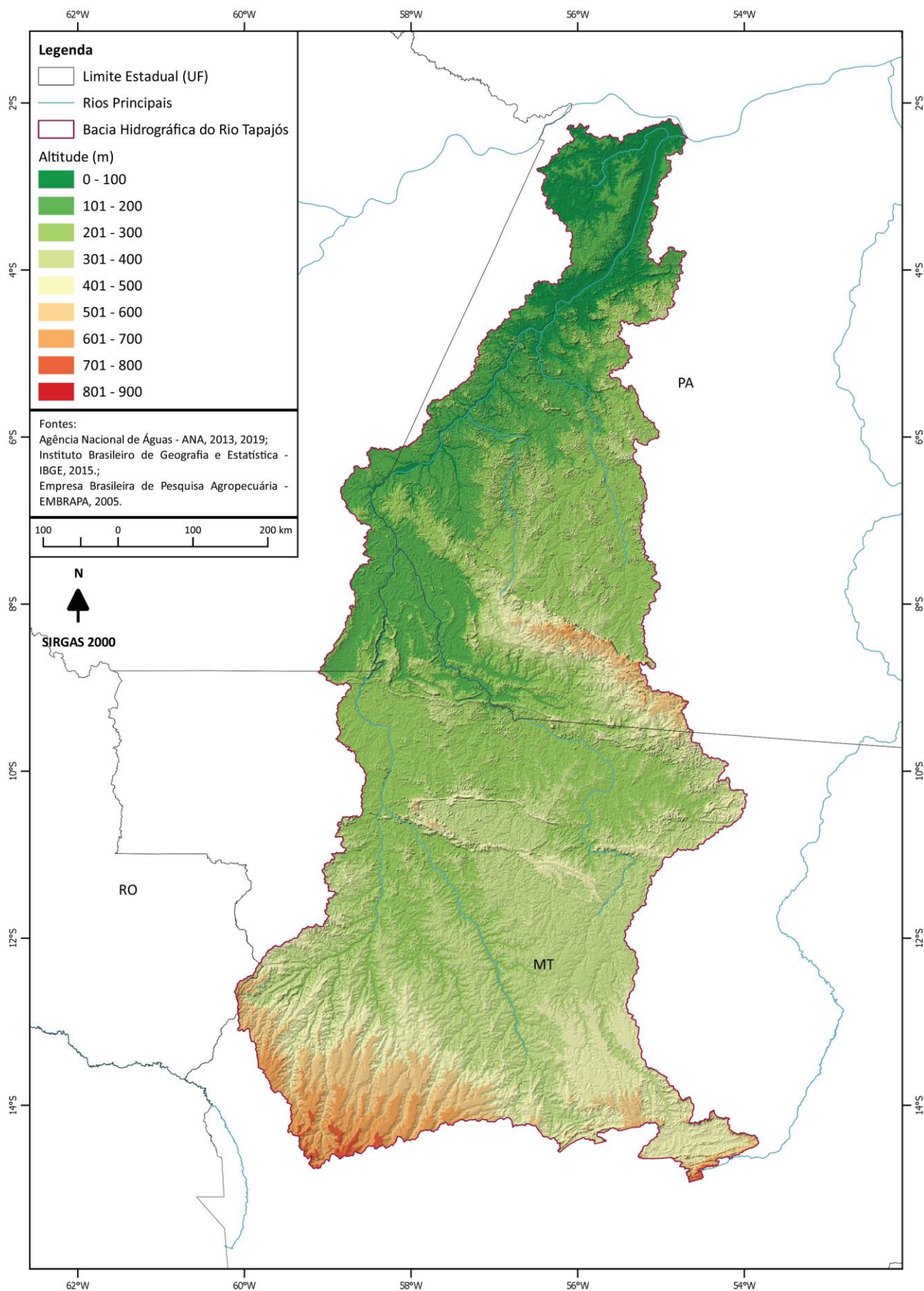


Figura 4 - Mapa Hipsométrico da bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015, EMBRAPA, 2005. Elaboração própria.

Para analisar a classificação climática da bacia hidrográfica utilizou-se o Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2002), que corrobora com a metodologia utilizada por Nimer (1989) para diferenciações climáticas, analisando o clima quanto aos domínios e subdomínios climáticos, as variedades climáticas e o tipo. Temos para a área de estudo a ocorrência predominante do clima tipo Equatorial, quente (com médias maiores que 18°C em todos os meses do ano) e úmido, em áreas de 1 a 2 meses secos e outras com 3 meses. Há também, na região Sul da bacia, uma área significativa de clima Tropical Brasil Central, quente e semi-úmido, com 4 a 5 meses secos (Figura 5).

Apesar da grande variedade de unidades de solos apresentadas na bacia, as mais expressivas são o Argissolo Vermelho-Amarelo, com maior ocorrência, e o Latossolo (em especial o Vermelho, na faixa Sul da bacia). Além destes, há destaque também pra grande ocorrência de Neossolos – Quartzarênico, presente em grande parte do Planalto do Cachimbo, além do Litólico e do Regolítico (Figura 6).

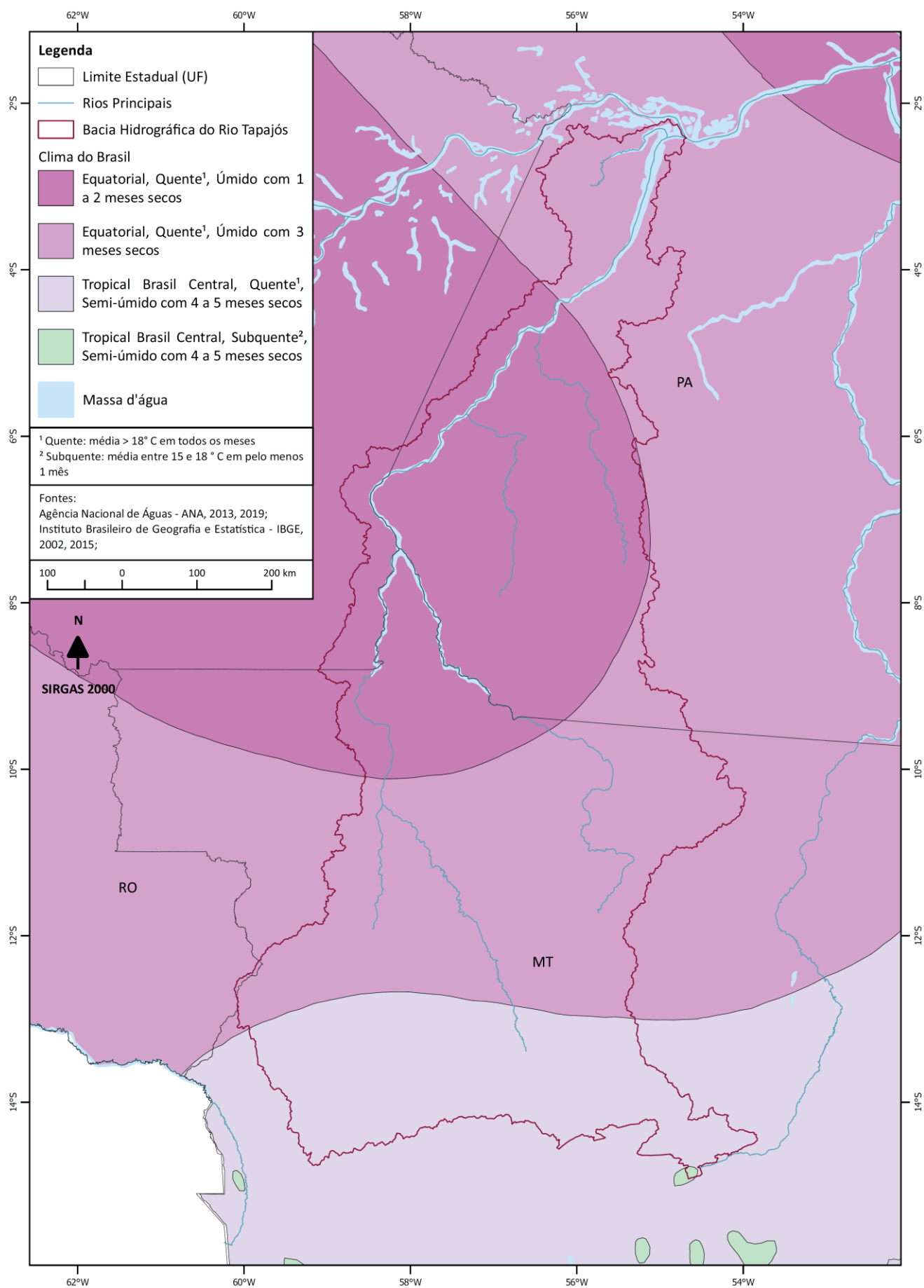


Figura 5 - Mapa de Clima da bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2002, 2015. Elaboração própria.

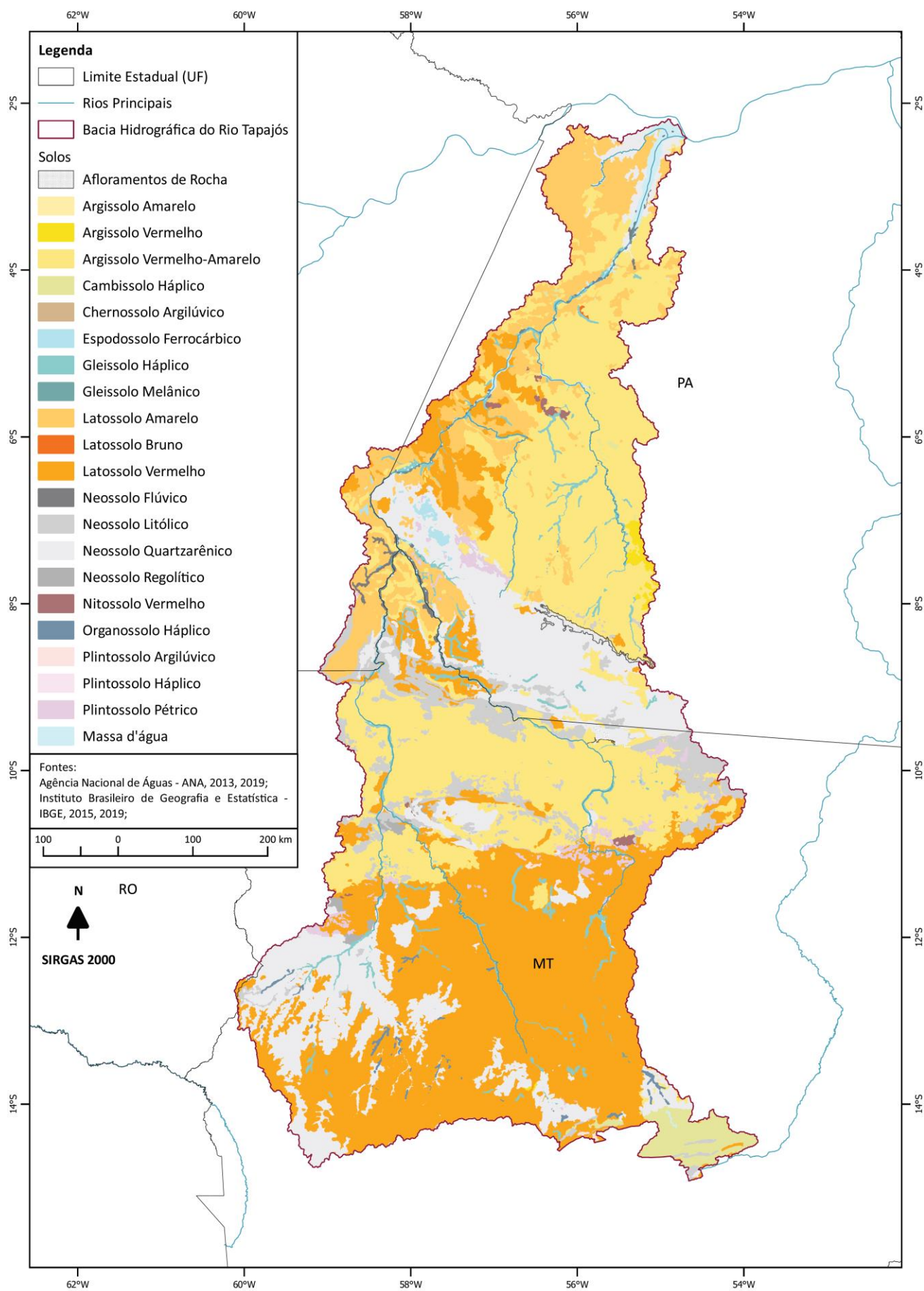


Figura 6 - Mapa de Solos da bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015, 2019. Elaboração própria.

Acompanhando a grande diversidade dos componentes do meio físico da bacia hidrográfica do rio Tapajós, a vegetação apresenta desde grandes porções de Savana até áreas de Floresta Ombrófila Densa, presente em grande parte do território. A ocorrência de tais formações acompanha a amplitude latitudinal da bacia, com grande distinção entre as porções Norte e Sul (Figura 7). Acerca da sua biodiversidade, tem-se que

O Tapajós é um rio de águas transparentes, uma raridade na Amazônia, o que o torna singular e justifica ser um dos destinos turísticos mais procurados na região. Por nascer no Brasil Central e desembocar na calha do rio Amazonas, a bacia do rio Tapajós corta regiões com diferentes tipos de vegetação, resultando em uma paisagem variada, de alta biodiversidade e de grande número de espécies endêmicas (WWF Brasil, 2016, p.18).

Além da riqueza de espécies e tipos de vegetação, é considerada no Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas uma das bacias hidrográficas prioritárias e bacia chave para a gestão dos recursos hídricos em razão de seu potencial minerário e energético, abrigando as maiores demandas hídricas, principais empreendimentos planejados, atividades de garimpo, agricultura de alta tecnificação e urbanização acelerada (ANA, 2012).

O mosaico de uso da bacia revela a predominância de áreas de floresta e não floresta, fruto da presença de Terras Indígenas e Unidades de Conservação que são reconhecidamente fundamentais para a preservação. Ao todo, são 33 TIs e 38 UCs, cobrindo boa parte da bacia (Figura 8 e Figura 9). Por outro lado, nota-se a presença de áreas de agricultura e de pastagem – estas últimas se mostram diretamente relacionadas aos trechos viários principais, servindo como vetores de implantação destas áreas (Figura 10).

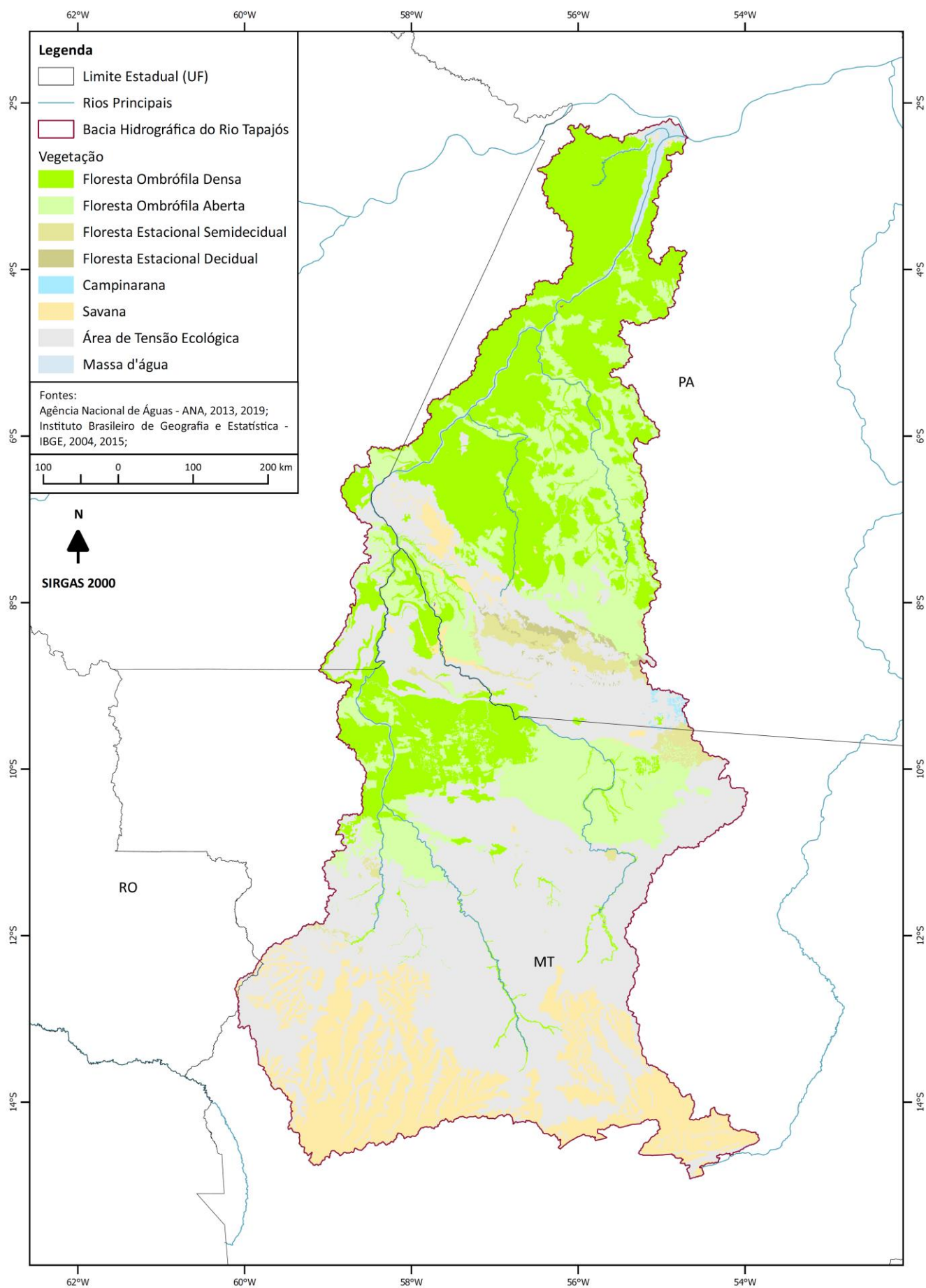


Figura 7 - Mapa de Vegetação da bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2004, 2015. Elaboração própria.

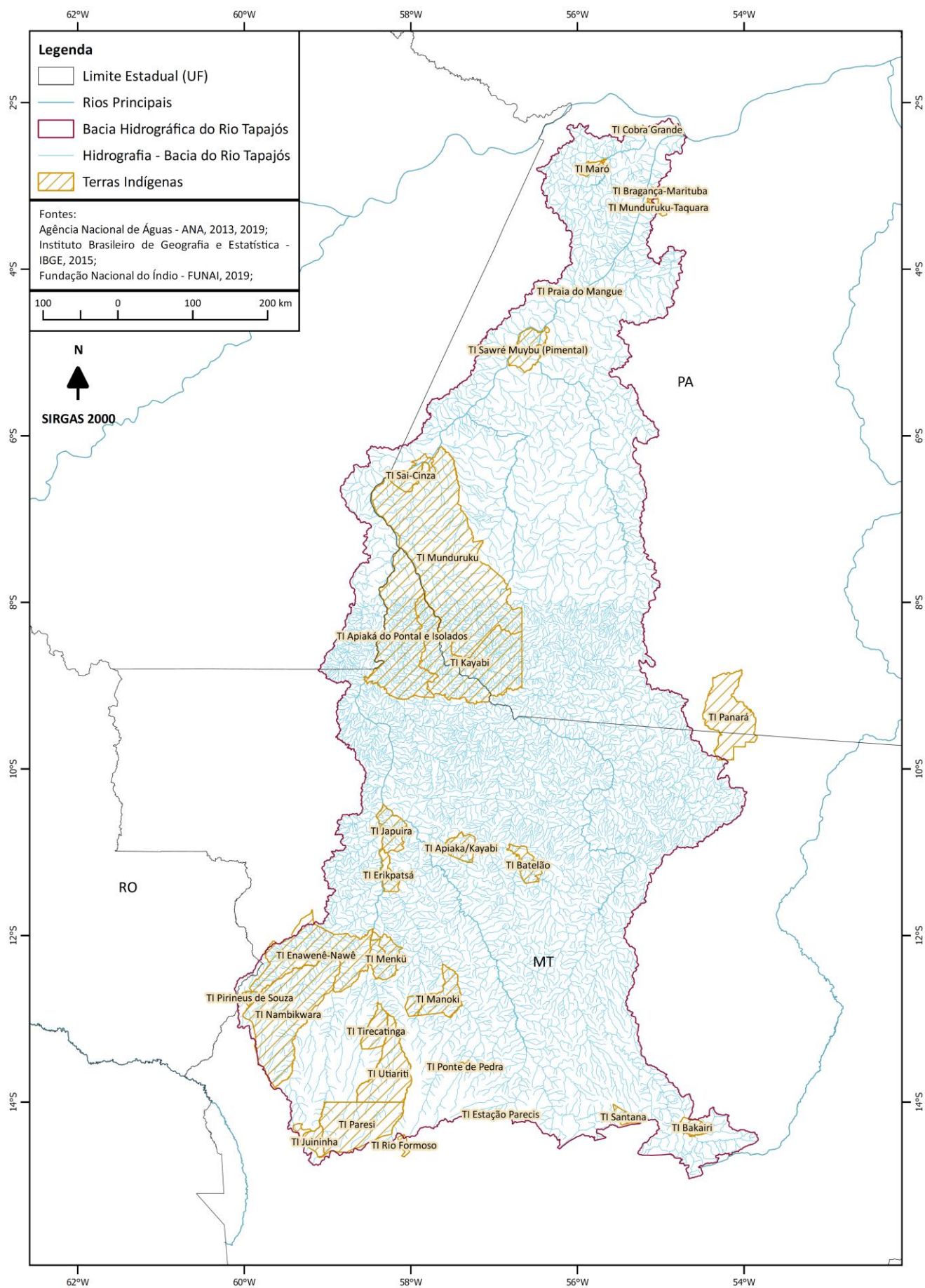


Figura 8 - Terras Indígenas na bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015; FUNAI, 2019. Elaboração própria.

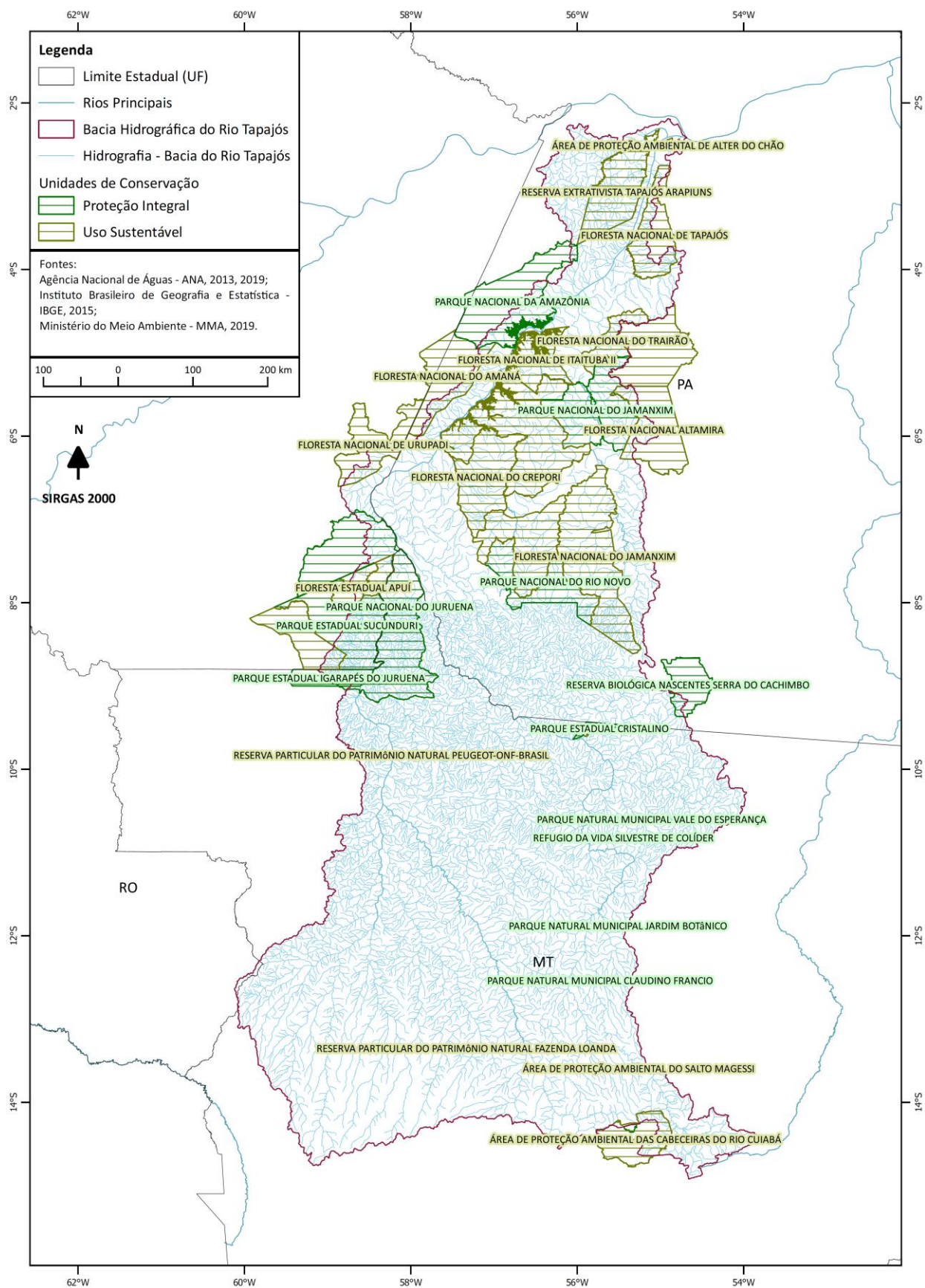


Figura 9 - Unidades de Conservação na bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015; MMA, 2019. Elaboração própria.

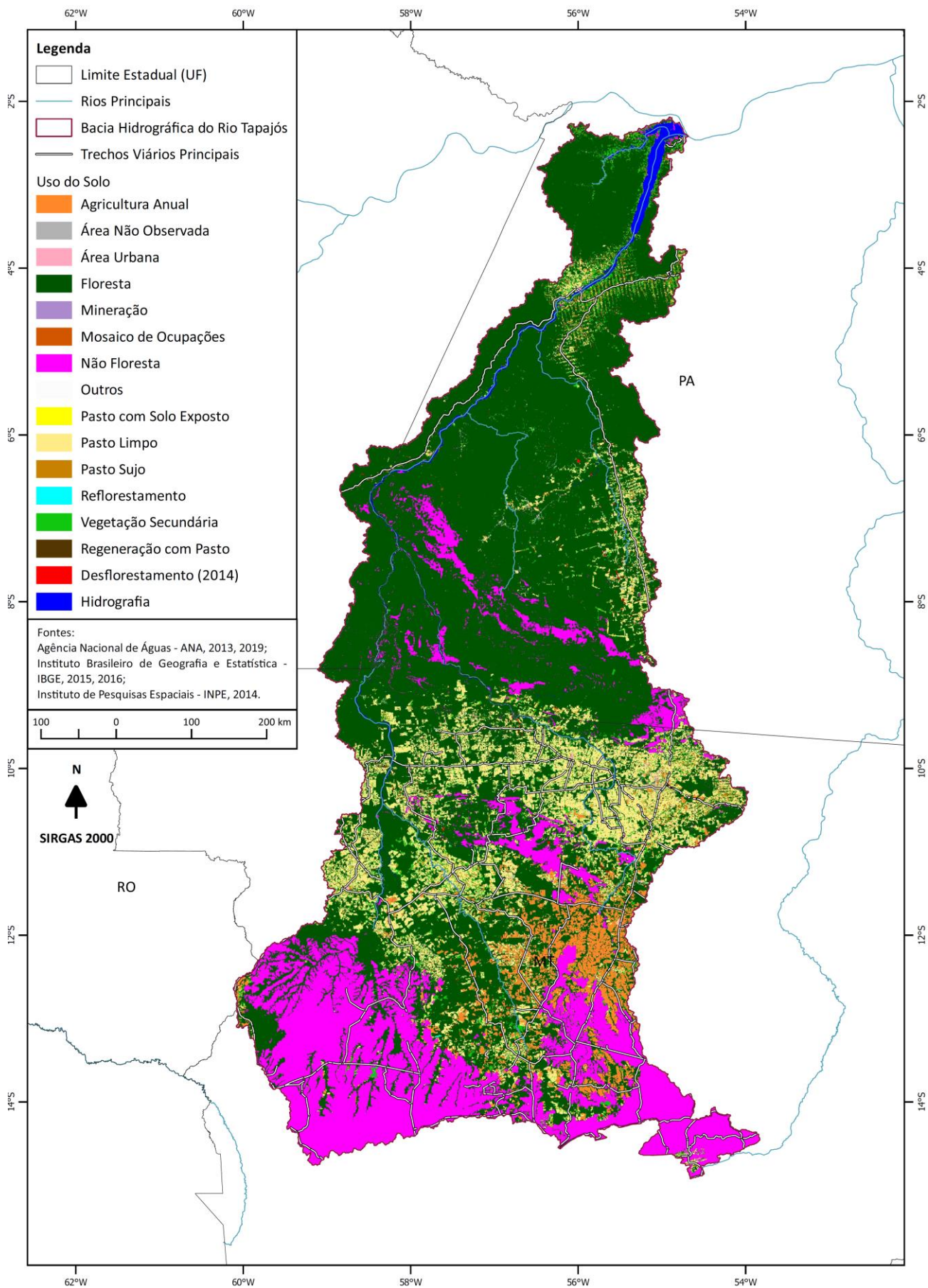


Figura 10 - Mapa de Uso e Ocupação da bacia do rio Tapajós. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015, 2016; INPE, 2014. Elaboração própria.

#### 4 Fundamentação teórica

O estudo da bacia hidrográfica, enquanto unidade espacial, traz à tona a trajetória científica por trás das formulações aqui expostas. O processo de desenvolvimento científico é responsável, ao longo da história do conhecimento humano, pela formulação de teorias que buscam compreender a realidade. Entre estas teorias, uma das mais aceitas no estudo de fenômenos físicos é a teoria dos sistemas.

Sistema é qualquer conjunto ordenado e inter-relacionado de coisas e seus atributos, conectado por fluxos de energia e matéria, distinto do ambiente circundante fora do sistema (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 5).

A partir da teoria sistêmica, os sistemas naturais são considerados abertos devido às diferentes interações de suas partes. Muito presente na Geografia Física, esta corrente de pensamento é uma importante fundamentação nos estudos do meio ambiente a partir do conceito de geossistema, utilizado por autores como SOTCHAVA (1978), BERTRAND (2004), TRICART (1981) e MONTEIRO (2001).

A climatologia vale-se destas contribuições no estudo das diversas interconexões entre atmosfera e superfície terrestre, enquanto a bacia hidrográfica funciona como um elo de ligação necessário entre os fenômenos climáticos/meteorológicos e o escoamento superficial, sendo fundamental no estudo das precipitações atmosféricas.

Temos assim, para entender os fenômenos naturais do planeta, a importância de compreender os mecanismos atmosféricos e as trocas de energia com a superfície terrestre. As interações superfície-atmosfera revelam-se na bacia hidrográfica enquanto unidade de análise da paisagem. Para Monteiro (1974), a paisagem é um sistema dinâmico, aberto, definindo-a como

Entidade espacial delimitado segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente mas

individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (Sistema), verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução (MONTEIRO, 1974 apud MONTEIRO 2001, p. 39).

## 5 Procedimentos Metodológicos

Para compreensão dos mecanismos atmosféricos fez-se necessária a utilização do método analítico no estudo das partes para o entendimento do todo, recorrendo-se à “observação intermediada por instrumental técnico e a percepção temporal evolutiva dos processos observados” (AZEVEDO; GALVANI, 2011, p. 108).

Buscaremos assim estudar os mecanismos atmosféricos que influenciam o clima a partir da análise da distribuição e variabilidade do regime pluviométrico na nossa área de estudo. Para tal, o presente trabalho desenvolve-se nos procedimentos técnicos descritos a seguir.

### 5.1 Procedimentos técnico-operacionais

Foi realizado um levantamento inicial de séries históricas de precipitação pluviométrica disponibilizadas no Portal *HidroWeb*<sup>3</sup>, ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH, contendo informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas – ANA. Os dados obtidos a partir da plataforma *HidroWeb* foram trabalhados em planilhas *Excel*, onde pôde-se organizá-los e realizar cálculos, proporcionando a confecção de tabelas, gráficos e sua posterior utilização em software de geoprocessamento (QGIS), insumos para a análise subsequente.

A confecção dos mapas de isoietas baseia-se em dados pluviométricos mensais, contemplando a área de estudo. Foram selecionadas 103 estações pluviométricas, relacionadas na Tabela 1, das quais 49 localizam-se no interior da nossa área de estudo e 54 na área extra bacia, inseridas em um raio de 100 quilômetros do limite da bacia hidrográfica do rio Tapajós.

Na escolha dos postos observou-se, além da localização dos mesmos, a disponibilidade de dados e a série histórica de cada um. Buscando-se um período histórico representativo, aliado ao maior número possível de estações,

---

<sup>3</sup> *HidroWeb*: [http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes\\_historicas\\_abas.jsf](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf). Acesso em 11/05/2019.

estabeleceu-se uma série histórica de 18 anos, compreendidos entre janeiro/2000 e dezembro/2017.

Tratando-se de uma bacia hidrográfica de grande extensão, obteve-se uma densidade reduzida de postos, fato que relaciona-se com a menor cobertura de dados que a região de estudo conta e a presença de terras indígenas e unidades de conservação na área em estudo. A distribuição espacial e a abrangência dos postos é apresentada na Figura 11.

O cálculo da área de abrangência foi feito a partir da estimativa da densidade mínima para análises climatológicas de postos pluviométricos da Organização Meteorológica Mundial (WMO), no qual regiões tropicais situadas no interior do continente devem contar com densidade mínima de 575 km<sup>2</sup>. A partir desta área e valendo-se da fórmula abaixo, obteve-se o valor de 13,5 km de raio de abrangência de cada posto, resultando em uma abrangência aquém da estipulada pela WMO (1994, p. 259).

$$A = \pi r^2$$

Onde:

$A$  = área da circunferência;

$\pi \sim 3,1415$ .

$r$  = raio de abrangência.

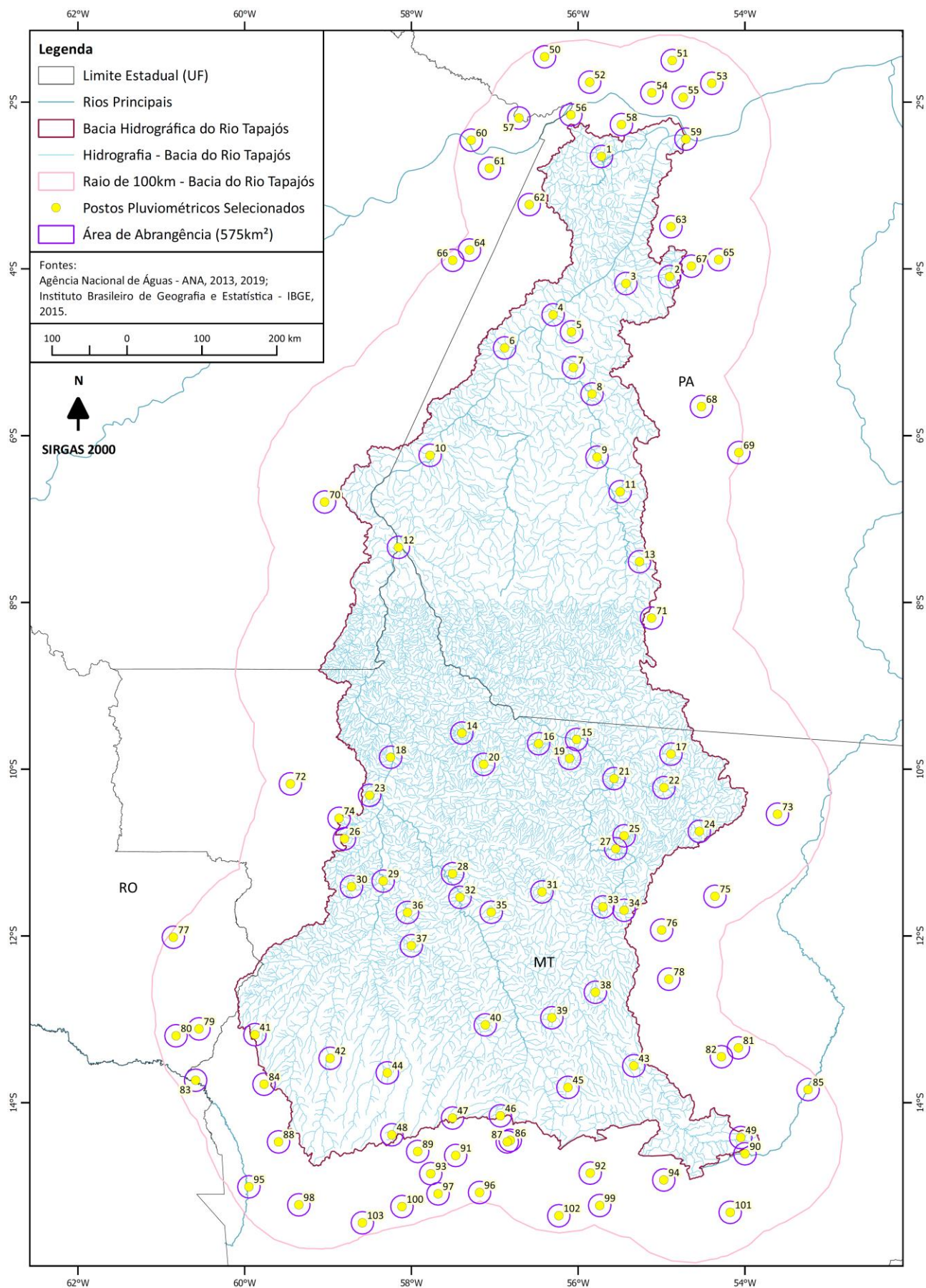


Figura 11 - Distribuição espacial e abrangência dos postos pluviométricos seleccionados. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

Visando a homogeneização dos dados, as falhas apresentadas pelos postos foram preenchidas pelo método da média aritmética, onde a falha é preenchida com a média daquele mês, obtida a partir dos outros anos daquela estação. Tal homogeneização de dados foi utilizada para a confecção dos mapas de isoietas, de forma a especializar os dados pluviométricos.

Além disso, para obtenção da precipitação média na área utilizou-se do método da média aritmética (BERTONI, TUCCI, 1993) para preenchimento das falhas dos pluviômetros, permitindo a definição dos períodos mais e menos chuvoso, além dos anos normal, seco e chuvoso com o cálculo do desvio-padrão, este sendo uma “medida do grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio” (GALVANI, 2011, p. 474).

A escolha dos anos para estudo mais detalhado (chuvoso, seco e habitual) deu-se à luz da contribuição de Monteiro em sua metodologia da análise rítmica, onde

O ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo (MONTEIRO, 1971, p. 9).

Para espacialização e análise dos dados fez-se necessária a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitindo o armazenamento e visualização dos dados obtidos. Foi utilizado o *software* livre QGIS na versão 3.4.1 para elaboração dos mapas temáticos de caracterização da bacia e obtenção da hierarquia fluvial. Além disso, com a sistematização dos dados pluviométricos, utilizou-se do método de interpolação IDW (Inverso da Distância Ponderada, em inglês), que “atribui peso maior ao ponto mais próximo, diminuindo esse peso com o aumento da distância e em função do coeficiente potência” (RIGHI; BASSO, 2016, p. 104).

Para a representação espacial da precipitação pluviométrica adotou-se para todos os mapas uma escala de cores em tons de azul com intervalos de 150mm, determinado de forma a permitir a observação da variabilidade

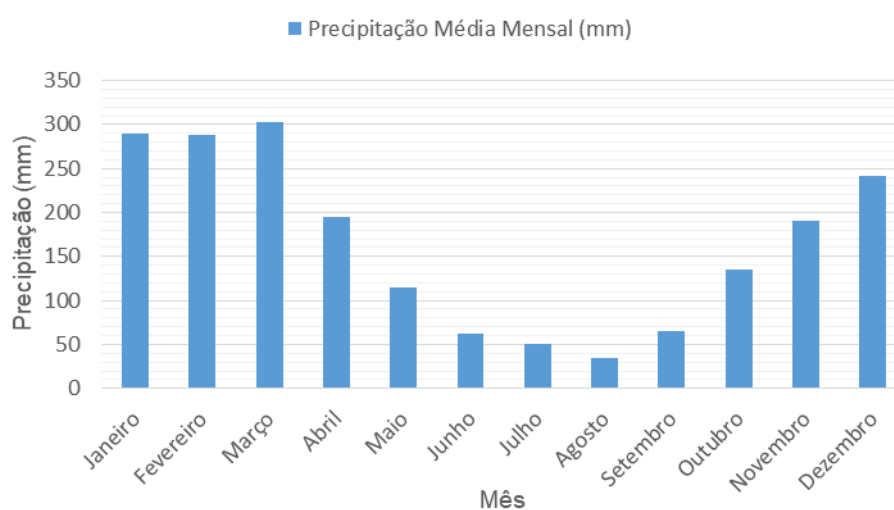
espacial das chuvas na área de estudo em um número de classes que apresentam distinção de tonalidade entre si.

Na análise da correlação entre o relevo e a distribuição espacial da precipitação, foram traçados dois perfis (A-A' e B-B') contemplando boa parte da área de estudo, de forma a obter nestes as médias pluviométricas e a altitude.

## 6 Resultados e Análise

### 6.1 Distribuição Temporal

Calculando-se a média mensal de todos os postos pluviométricos selecionados podemos dividir os anos selecionados em período mais chuvoso, compreendendo os 6 meses do ano que apresentam as maiores médias pluviométricas – janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro; e período menos chuvoso, que apresenta os maiores totais pluviométricos – de maio a outubro (Figura 12).



*Figura 12 – Distribuição das precipitações médias mensais para a área de estudo no período de 2000 a 2017.*

A partir do total anual de chuvas para a área de estudo (Figura 13) temos o panorama temporal da série histórica. A média dos totais anuais das chuvas na área de estudo foi de 2019 mm durante o período estudado, com desvio-padrão de 134 mm. Destaca-se os anos de 2002 e 2015 como menos chuvosos, apresentando totais pluviométricos abaixo de 1885 mm; além dos anos 2006, 2008 e 2013, anos mais chuvosos do período estudado, apresentando totais acima de 2153 mm.

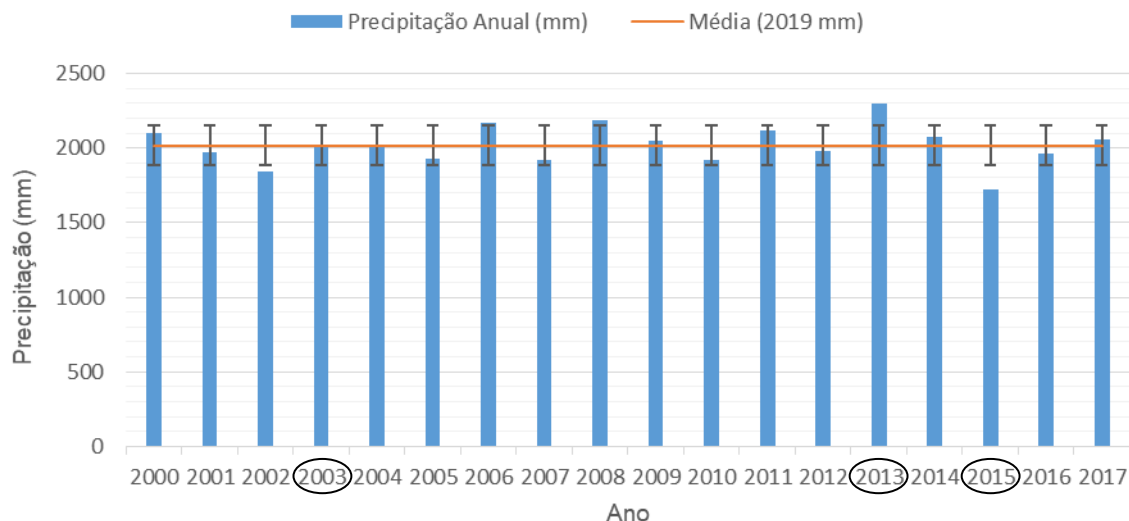


Figura 13 – Distribuição anual das precipitações médias para a área de estudo no período de 2000 a 2017..

Pôde-se selecionar para análise da distribuição mensal das médias pluviométricas o ano com maiores médias: 2013 – ano chuvoso (Figura 14); com as menores médias: 2015 – ano mais seco (Figura 15); e o ano habitual: 2003 (Figura 16), cujo total pluviométrico é o mais próximo à média da série histórica, além de apresentar médias mensais semelhantes à distribuição mensal da série histórica.

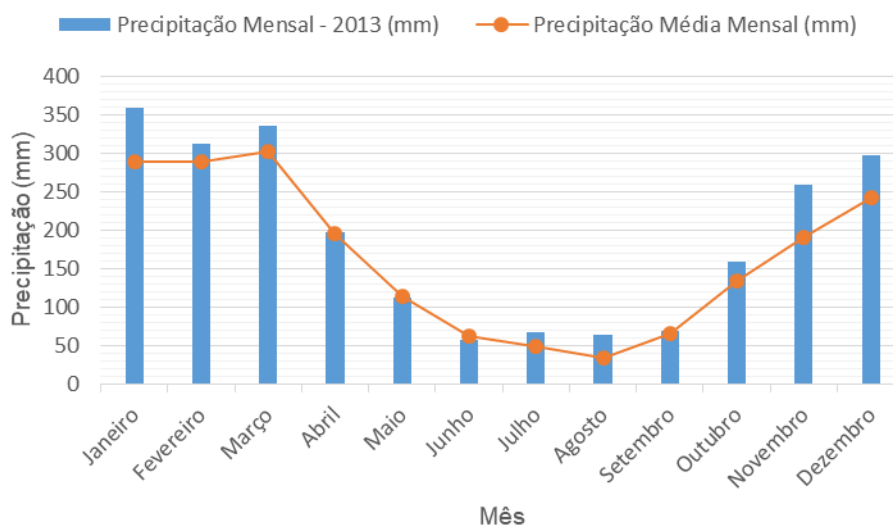


Figura 14 - Distribuição média mensal da precipitação em 2013 – ano chuvoso.

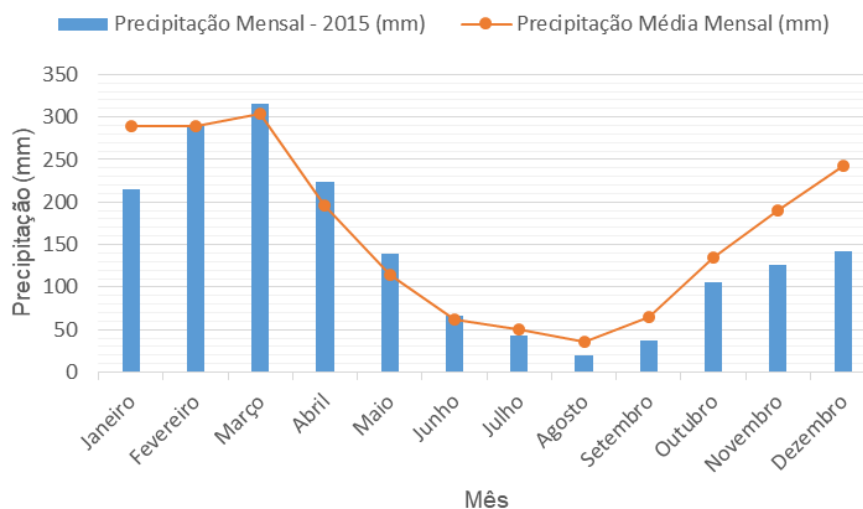


Figura 15 - Distribuição média mensal da precipitação em 2015 – ano mais seco.

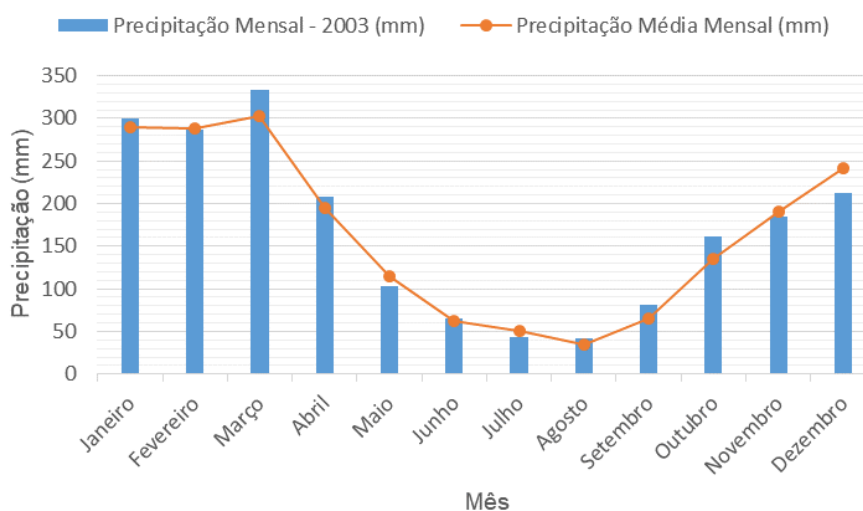


Figura 16 - Distribuição média mensal da precipitação em 2003 – ano habitual.

## 6.2 Distribuição Espacial

### 6.2.1 Série Histórica

A distribuição espacial das chuvas na série histórica (Figura 17) revela uma maior concentração dos totais pluviométricos nas porções norte e central da bacia de estudo, sobretudo na região do alto Tapajós. Já as menores médias são observadas ao sul da bacia, no Mato Grosso. Tal distribuição apresenta-se notadamente próxima à classificação climática do Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2002), apresentada anteriormente neste trabalho, na caracterização da área de estudo (Figura 5).

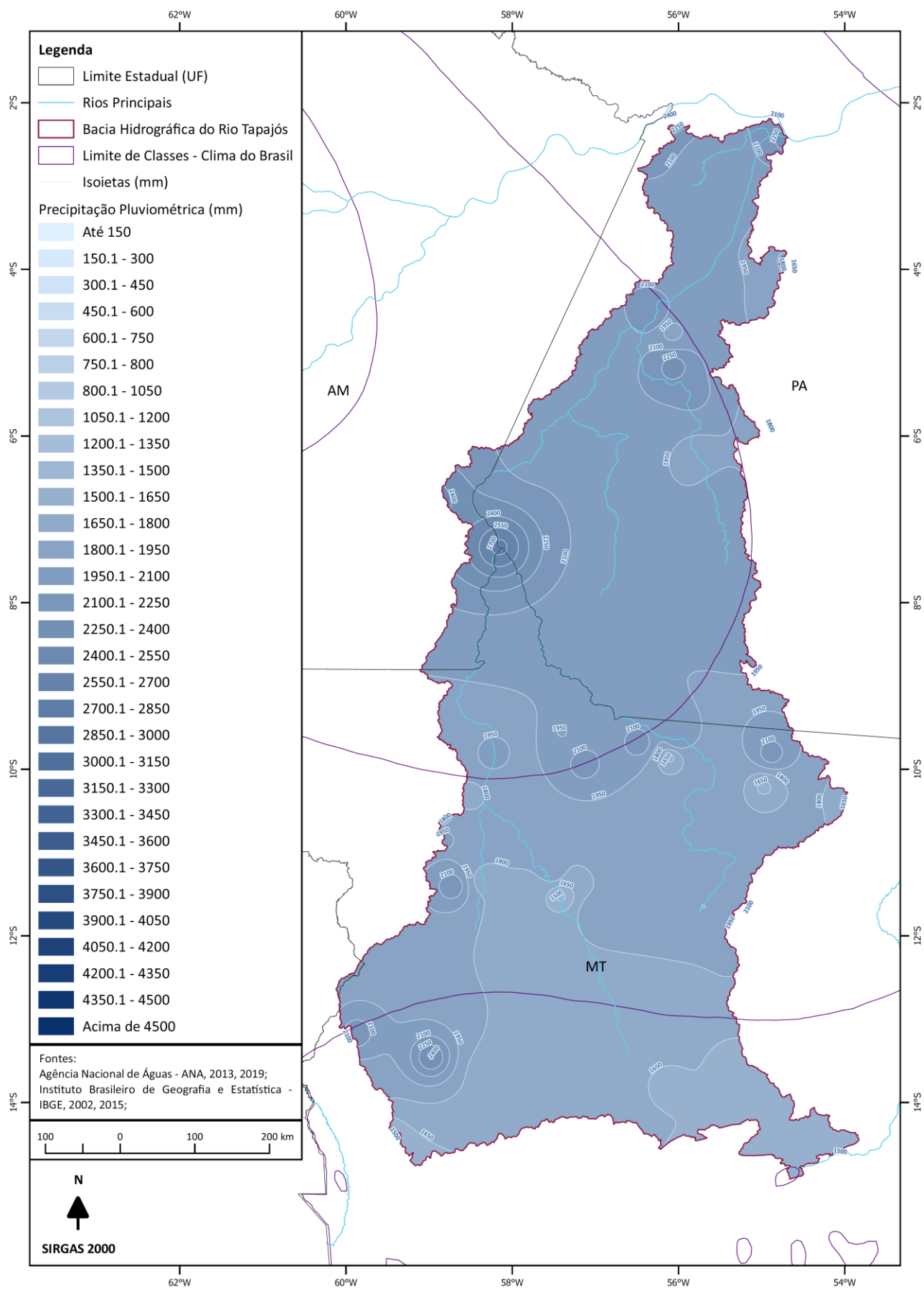


Figura 17 - Mapa da precipitação média anual da bacia do rio Tapajós no período estudado (2000-2017). Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2002, 2015. Elaboração própria.

Observando a distribuição das médias de ambos os períodos selecionados – menos chuvoso (de maio a outubro) e mais chuvoso (janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro) nota-se a participação de ambos na distribuição da média anual.

No período menos chuvoso (Figura 18) há uma clara distinção entre três grandes áreas quanto às classes de precipitação pluviométrica na direção norte-sul da bacia. As menores médias são registradas ao Sul da área, na região do Planalto e da Chapada dos Parecis, havendo no sentido norte um acréscimo gradual das médias, com valores intermediários na faixa central e mais elevados nas porções mais baixas do rio Tapajós e afluentes.

Já no período mais chuvoso (Figura 19) há um maior destaque para a região central da bacia, sobretudo na região da confluência dos rios Juruena e Teles Pires, no Alto Tapajós, que resulta no destaque que esta área representa nas médias totais do período. Aqui, a faixa sul da área de estudo também apresenta menores médias, porém é também acompanhada pelo norte da área, aproximando-se da confluência com o rio Amazonas.

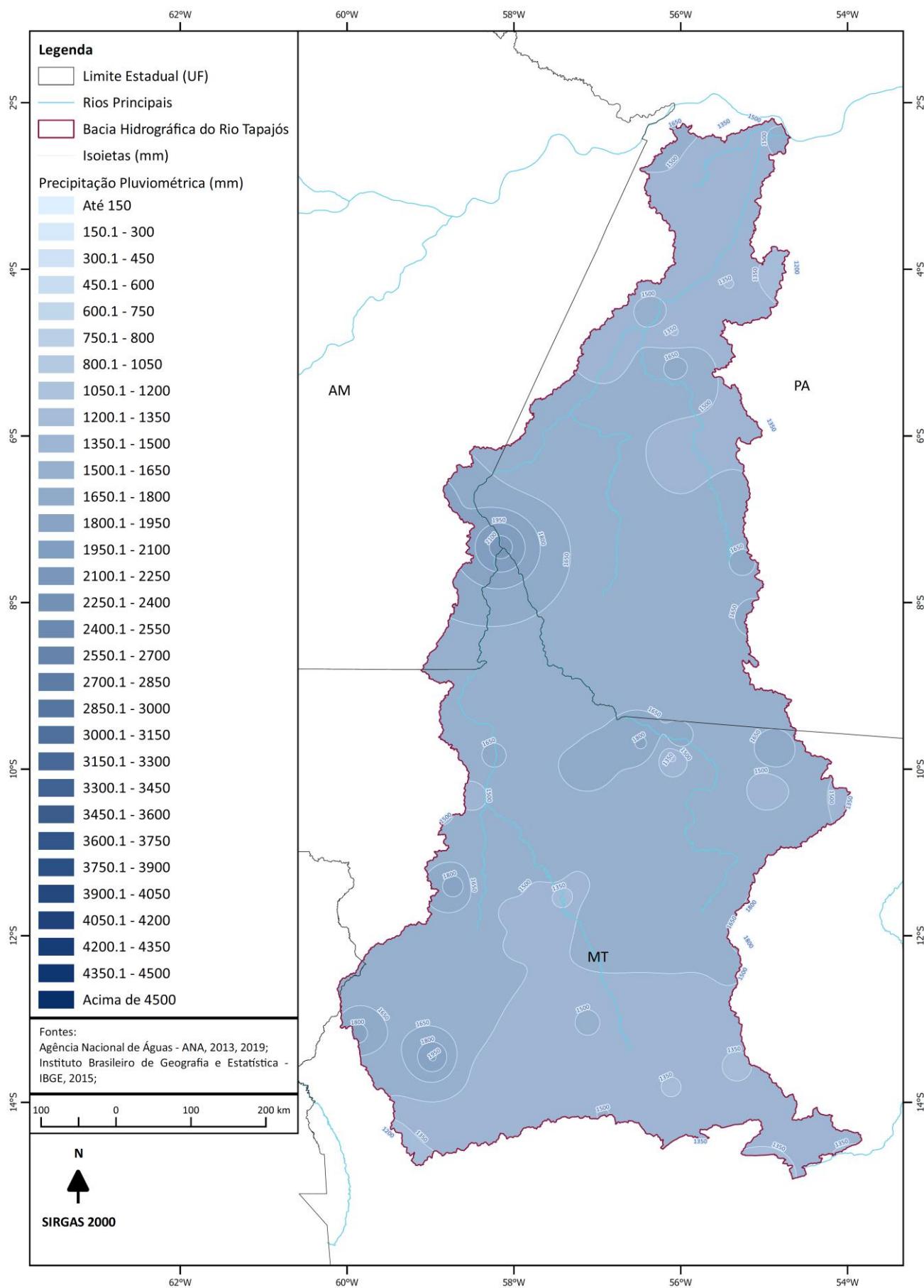


Figura 18 - Mapa da precipitação média da série histórica no período mais chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

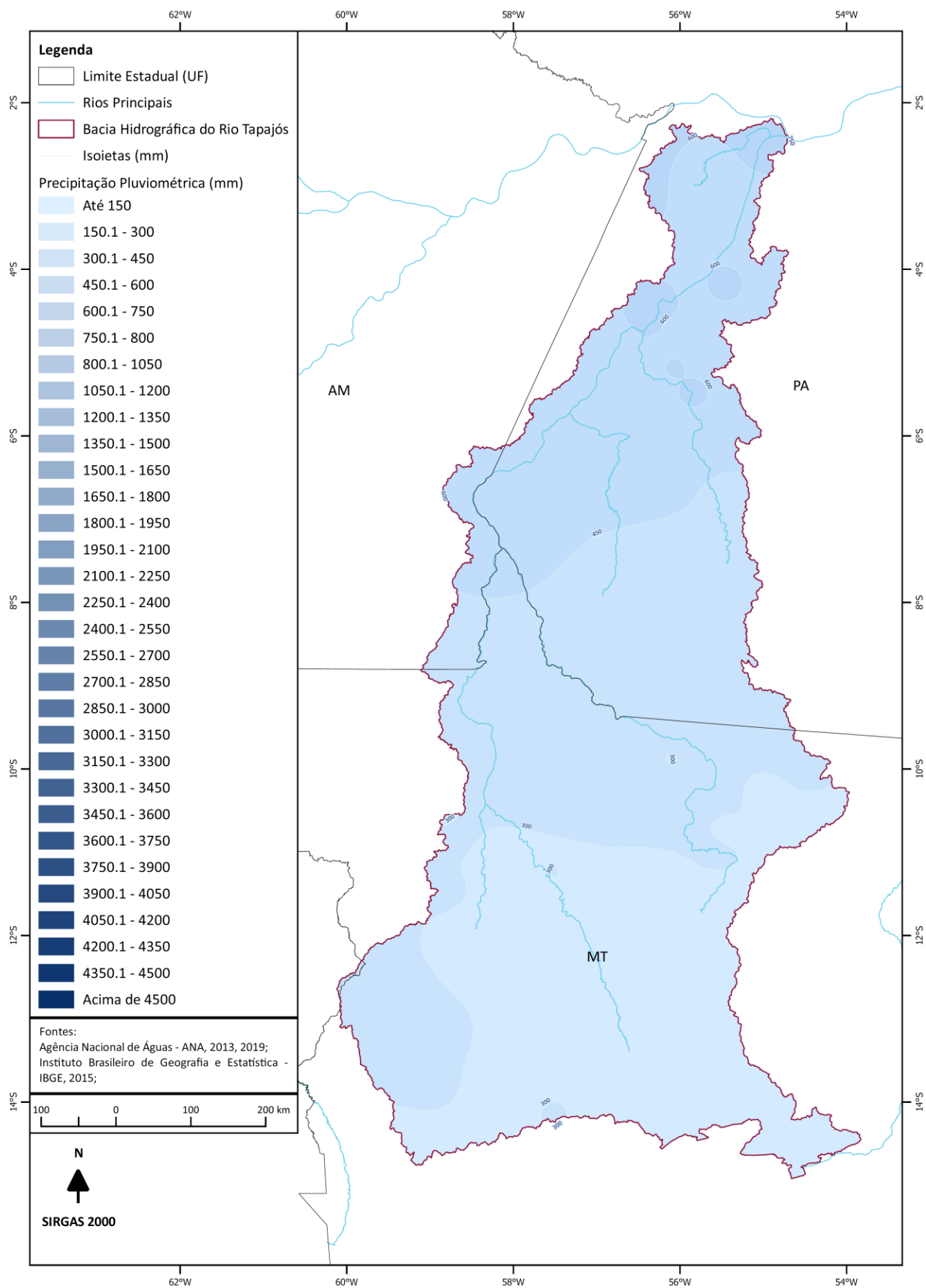


Figura 19 - Mapa da precipitação média da série histórica no período menos chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

### 6.2.2 Ano Habitual - 2003

Ao observarmos a precipitação no ano de 2003, considerado habitual (Figura 20) temos que, apesar do total anual e da distribuição mensal similar à média do período estudado (Figura 16), a distribuição espacial apresenta certa distinção, com valores mais expressivos na região norte do Mato Grosso, ao sul da área mais representativa do período histórico. Neste ano, a área ao sul da bacia não se destacou com grandes áreas de menor precipitação, havendo concentrações de menores índices pluviométricos em pontos distribuídos da bacia de estudo.

Os dois períodos selecionados, mais chuvoso (Figura 21) e menos chuvoso (Figura 22), apresentam configuração espacial muito semelhante à média daquele ano, com forte correlação das áreas com maiores e menores índices pluviométricos. Tal configuração apresenta maior proximidade com a média do período estudado no período seco, com classes mais elevadas a medida que o escoamento aproxima-se do rio Amazonas, porém com menor distinção da faixa sul da bacia no ano em questão.

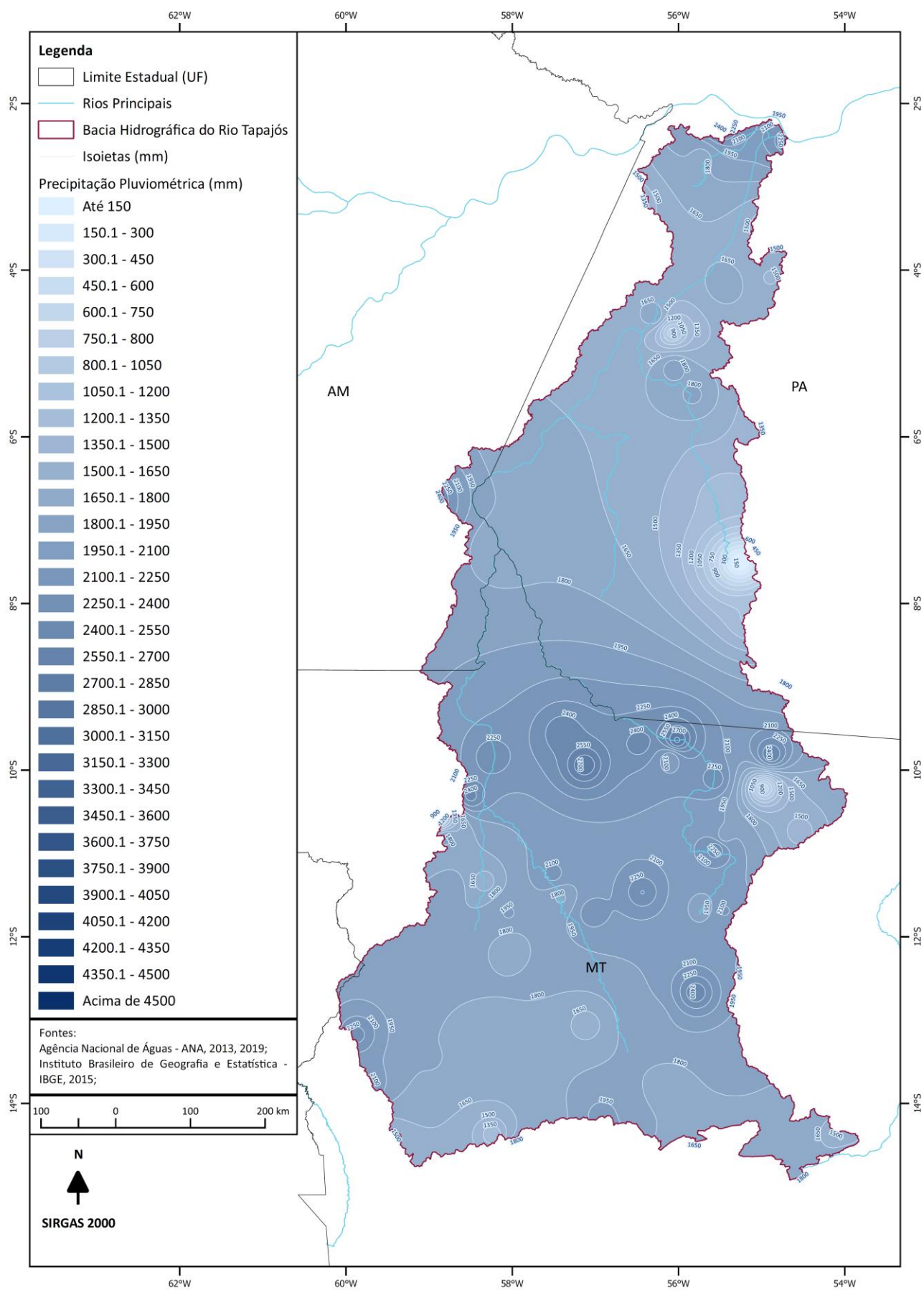


Figura 20 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2003 (ano habitual). Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

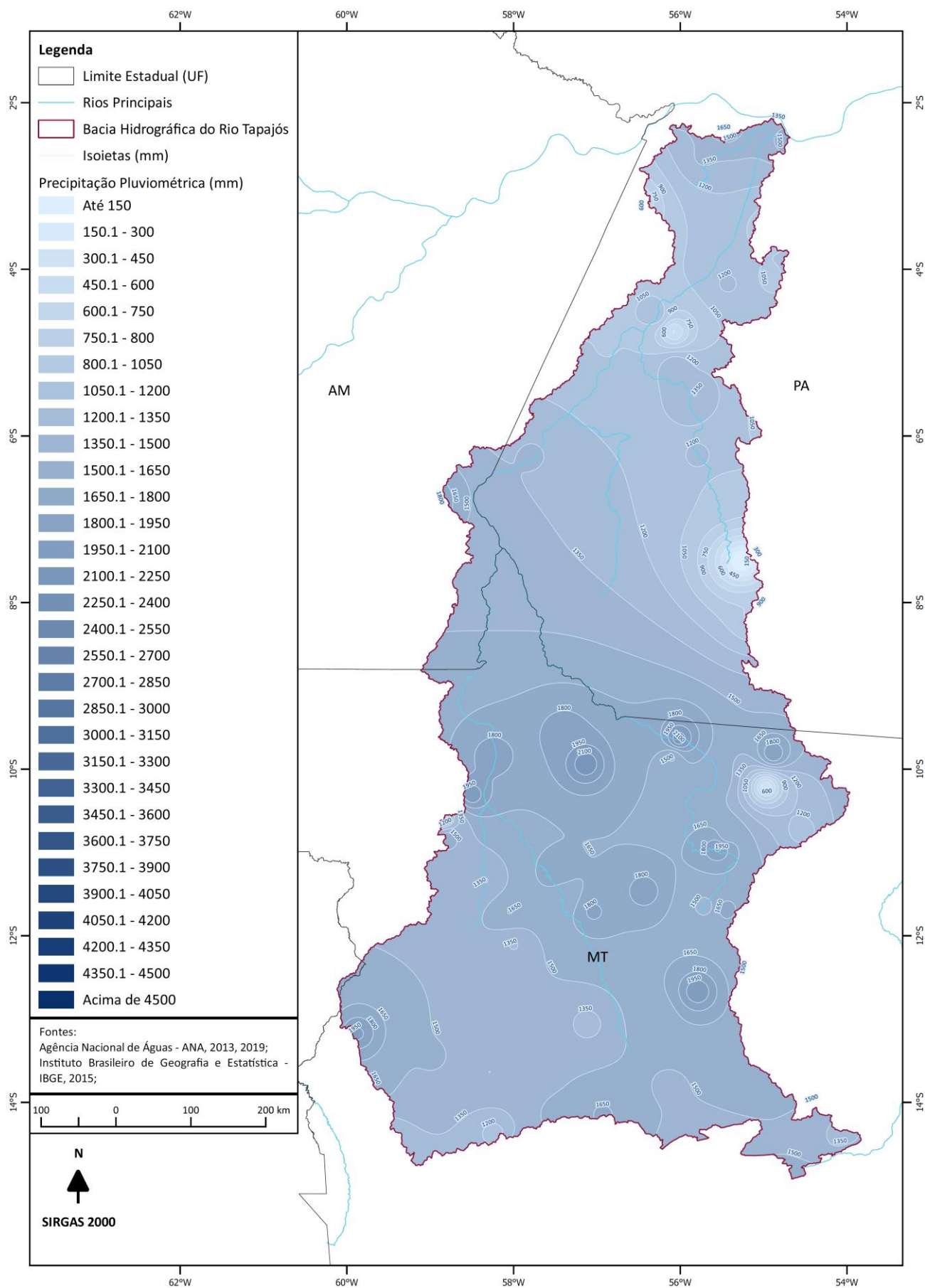


Figura 21 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2003 (ano habitual) no período mais chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

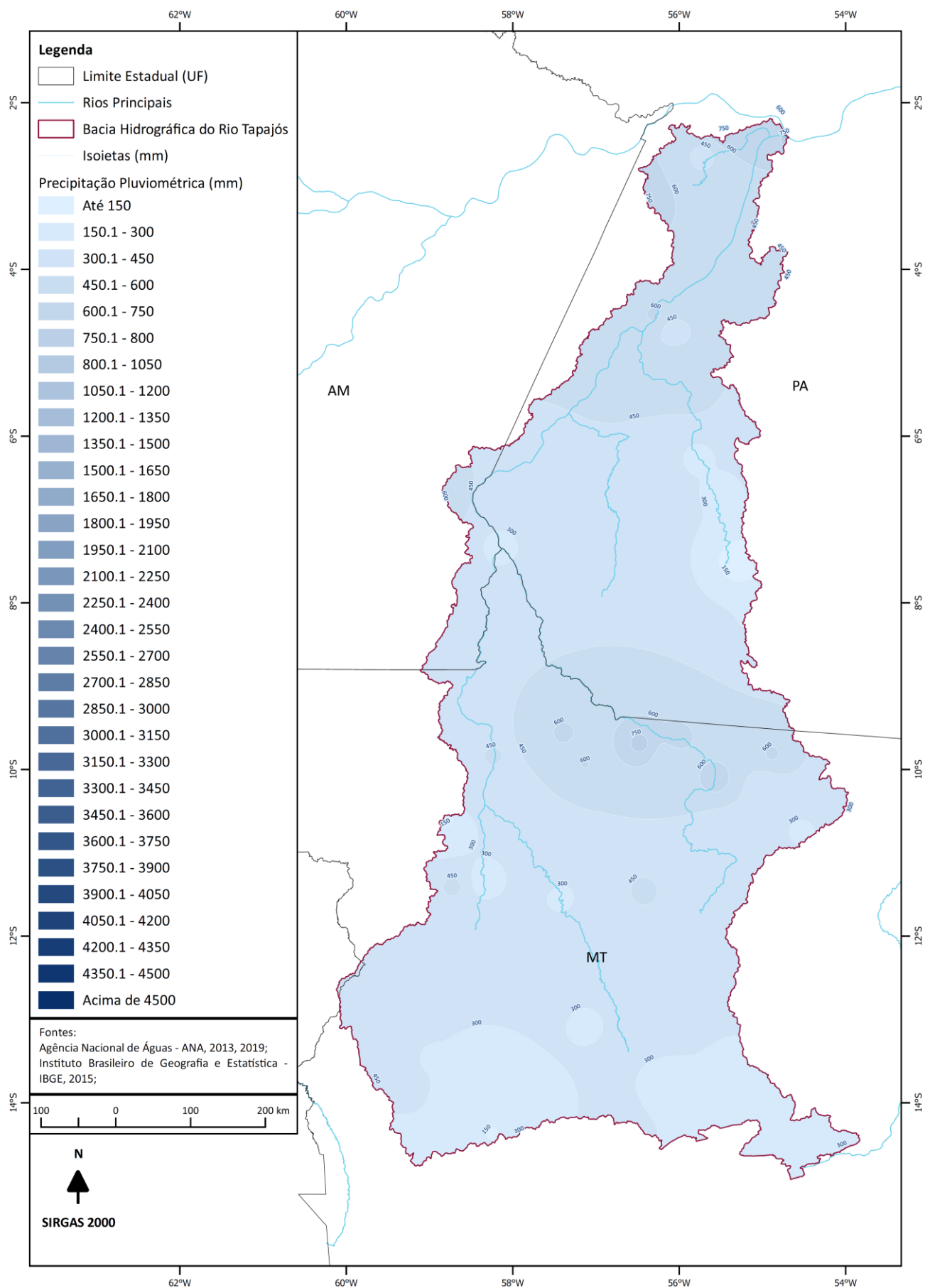


Figura 22 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2003 (ano habitual) no período menos chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

### 6.2.3 Ano Chuvoso - 2013

Quanto ao ano chuvoso (2013) observou-se que, apesar de apresentar os maiores totais dentre os anos estudados, suas médias mensais do período menos chuvoso são muito próximas à média, com médias ligeiramente superiores em alguns meses (Figura 14). Seu total de precipitação pluviométrica é mais expressivo devido ao período mais chuvoso, chegando a registrar em mais de um mês uma diferença superior a 50 mm a mais que a média do período estudado.

Em relação à sua distribuição espacial (Figura 23), há uma clara semelhança com a média da série histórica, com o acréscimo de precipitação no sentido norte da bacia e um destaque ainda maior à região do Alto Tapajós, registrando grande concentração de chuvas em relação ao restante da área. Tal semelhança também é encontrada ao analisarmos a distribuição nos períodos mais chuvoso (Figura 24) e menos chuvoso (Figura 25), devendo-se citar apenas o maior destaque que a área do Alto Tapajós (região da confluência dos rios Juruena e Teles Pires) apresenta no período mais chuvoso, enquanto que a área ao sul da bacia, que apresenta menores índices pluviométricos na série histórica, apresenta semelhança à região central da área de estudo.

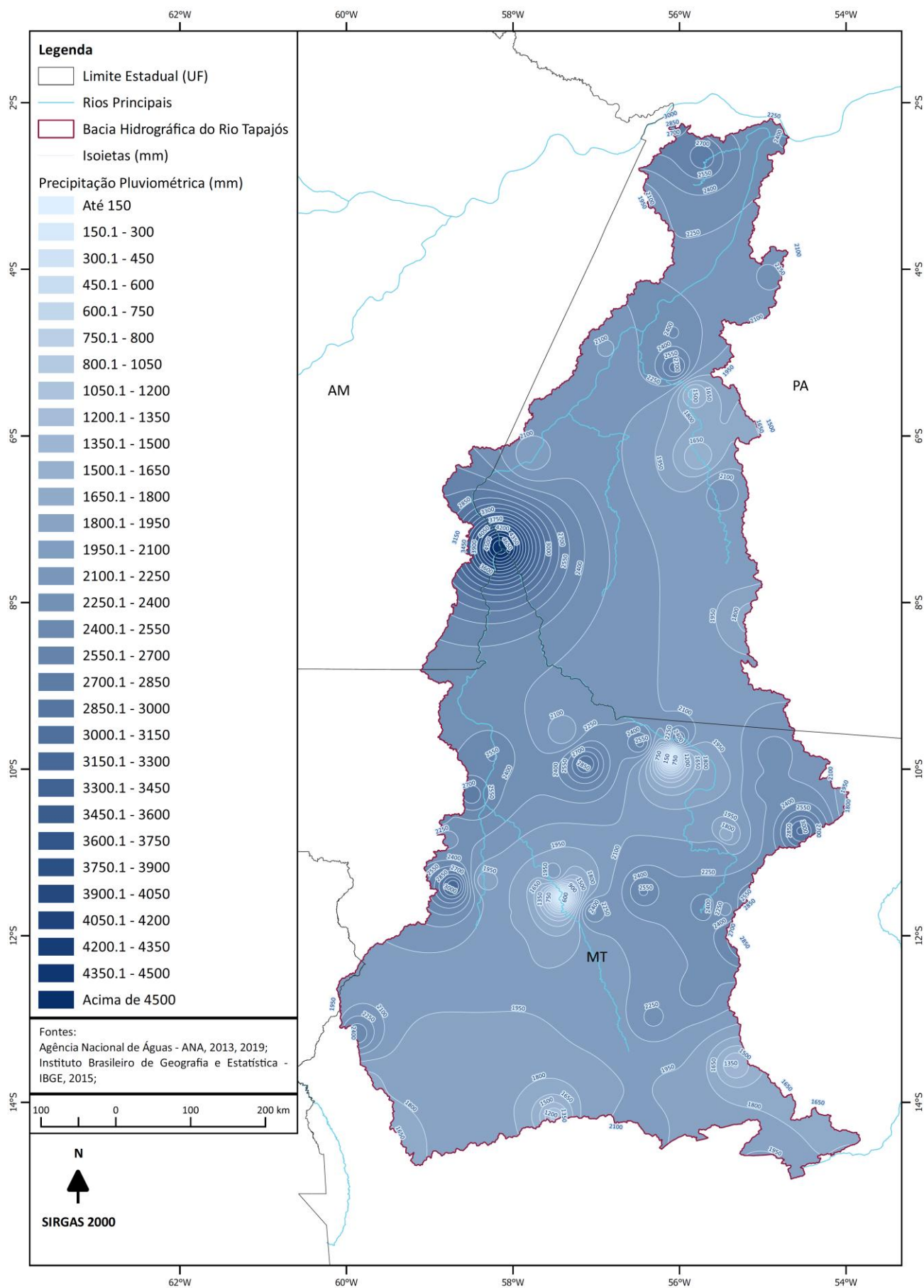


Figura 23 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2013 (ano chuvoso). Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

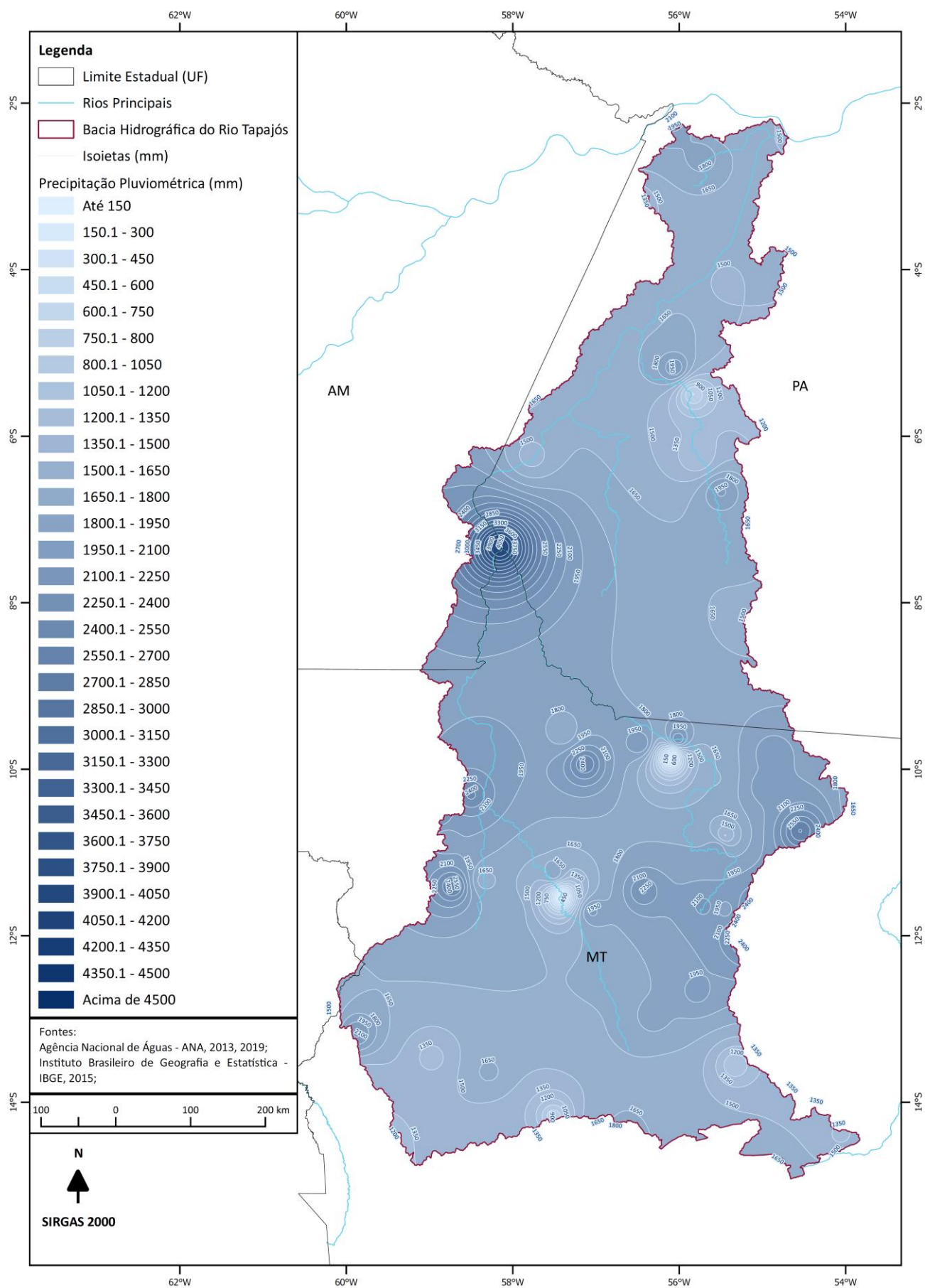


Figura 24 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2013 (ano chuvoso) no período mais chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

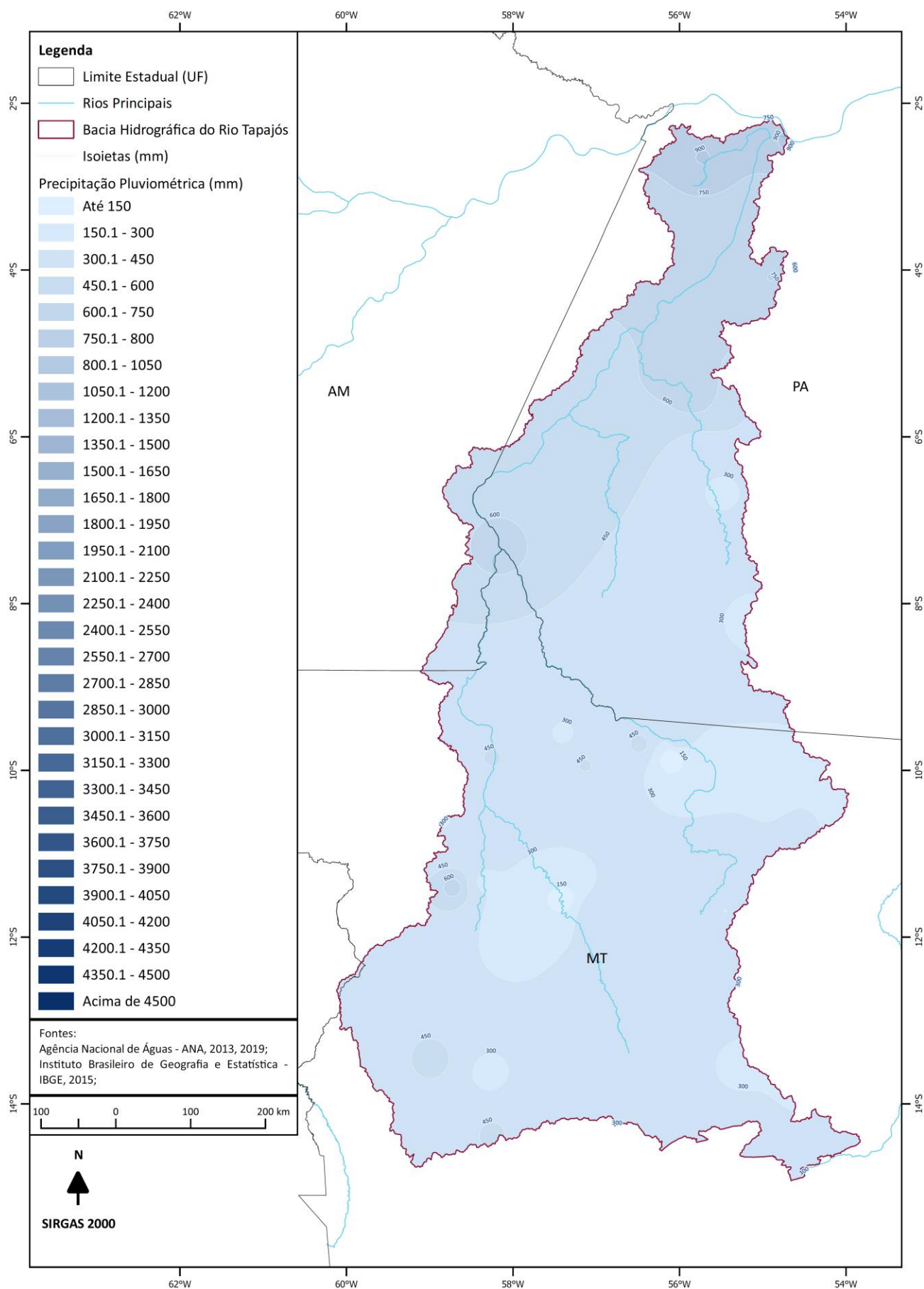


Figura 25 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2013 (ano chuvoso) no período menos chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

#### 6.2.4 Ano Mais Seco - 2015

Por fim, voltando-se ao ano mais seco (2015), temos uma distribuição mensal (Figura 15) muito próxima à média da série histórica entre os meses de fevereiro e julho. Enquanto isso, há um período de seca muito marcado entre os meses de agosto e dezembro, apresentando totais pluviométricos muito inferiores à média de cada mês, com uma diferença que chega a 100 mm no mês de dezembro. Destaca-se ainda o mês de janeiro, que também registrou chuvas muito inferiores que a média, contribuindo para o índice menos elevado que este ano apresentou. Apesar de apresentar uma grande continuidade de meses mais e menos chuvosos, a distribuição apresentada no ano de 2015 não coincide com tais períodos quando analisamos a média da série.

Quanto à distribuição espacial do ano (Figura 26), há uma configuração muito próxima à média da série histórica, com um destaque maior aos menores índices que a região sul da bacia de estudo apresenta, no Mato Grosso, especialmente a Sudeste no caso deste ano de 2015. Tal aproximação com a média também ocorre ao observarmos a distribuição do período mais chuvoso (Figura 27) e menos chuvoso (Figura 28).

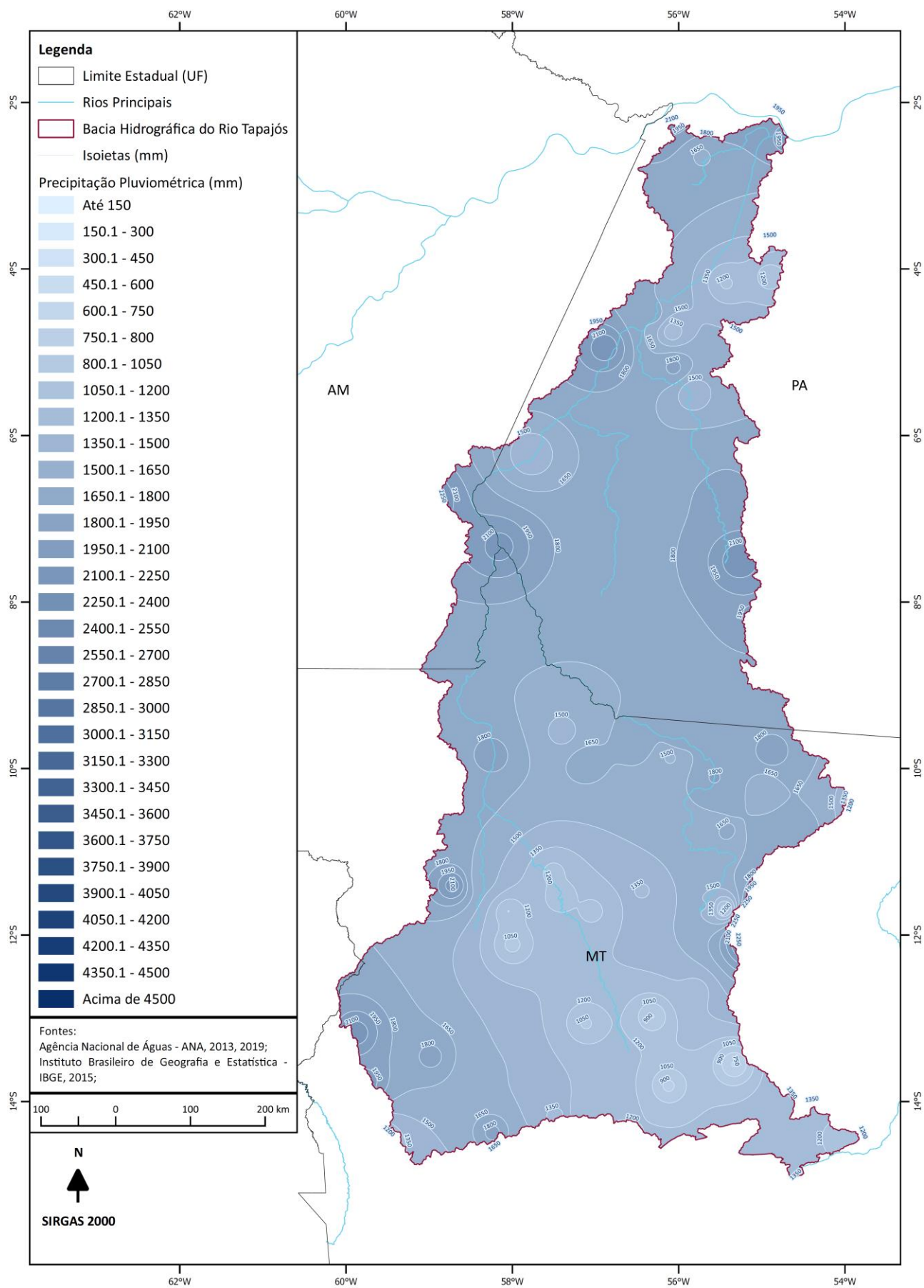


Figura 26 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2015 (ano mais seco). Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

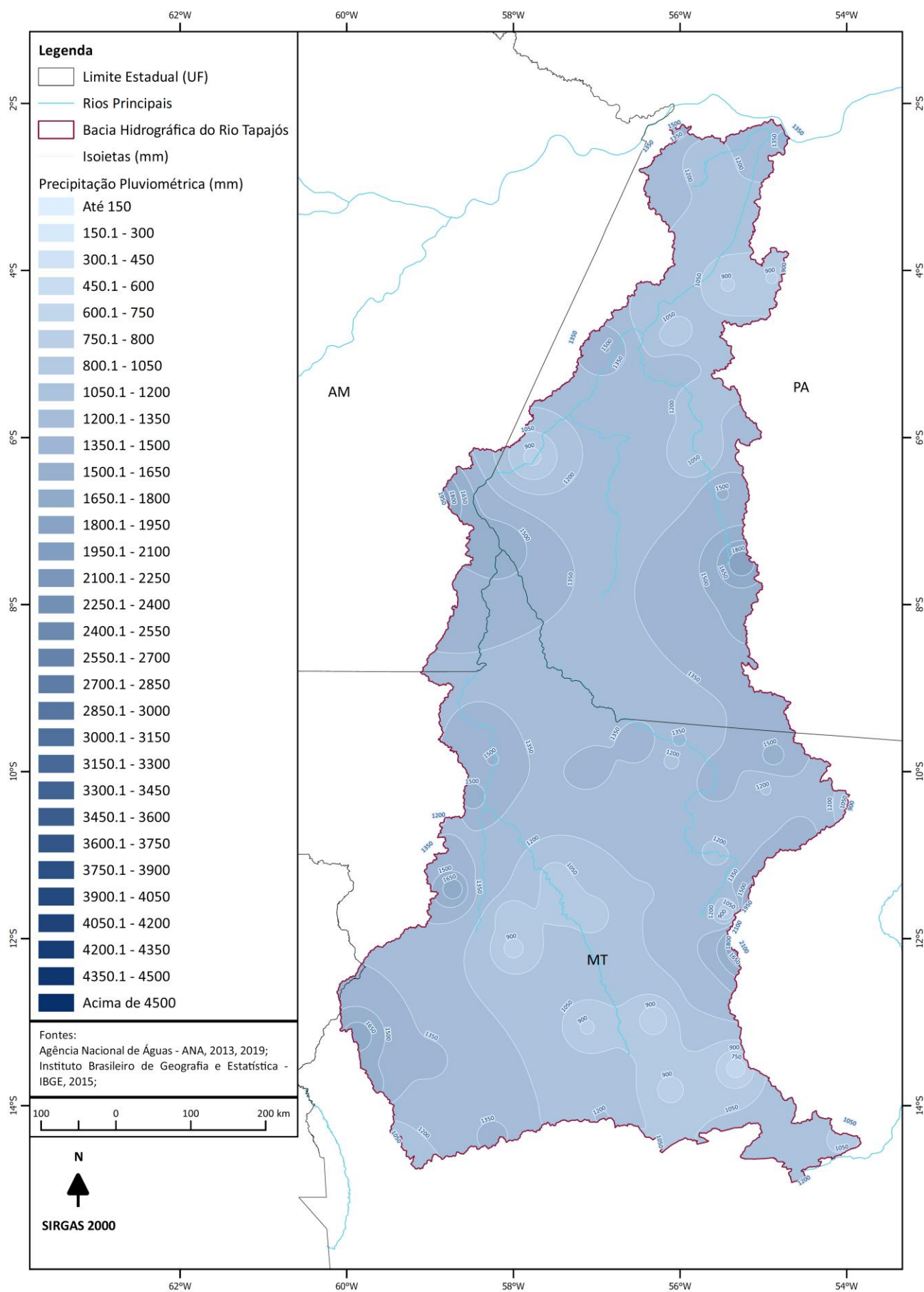


Figura 27 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2015 (ano mais seco) no período mais chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

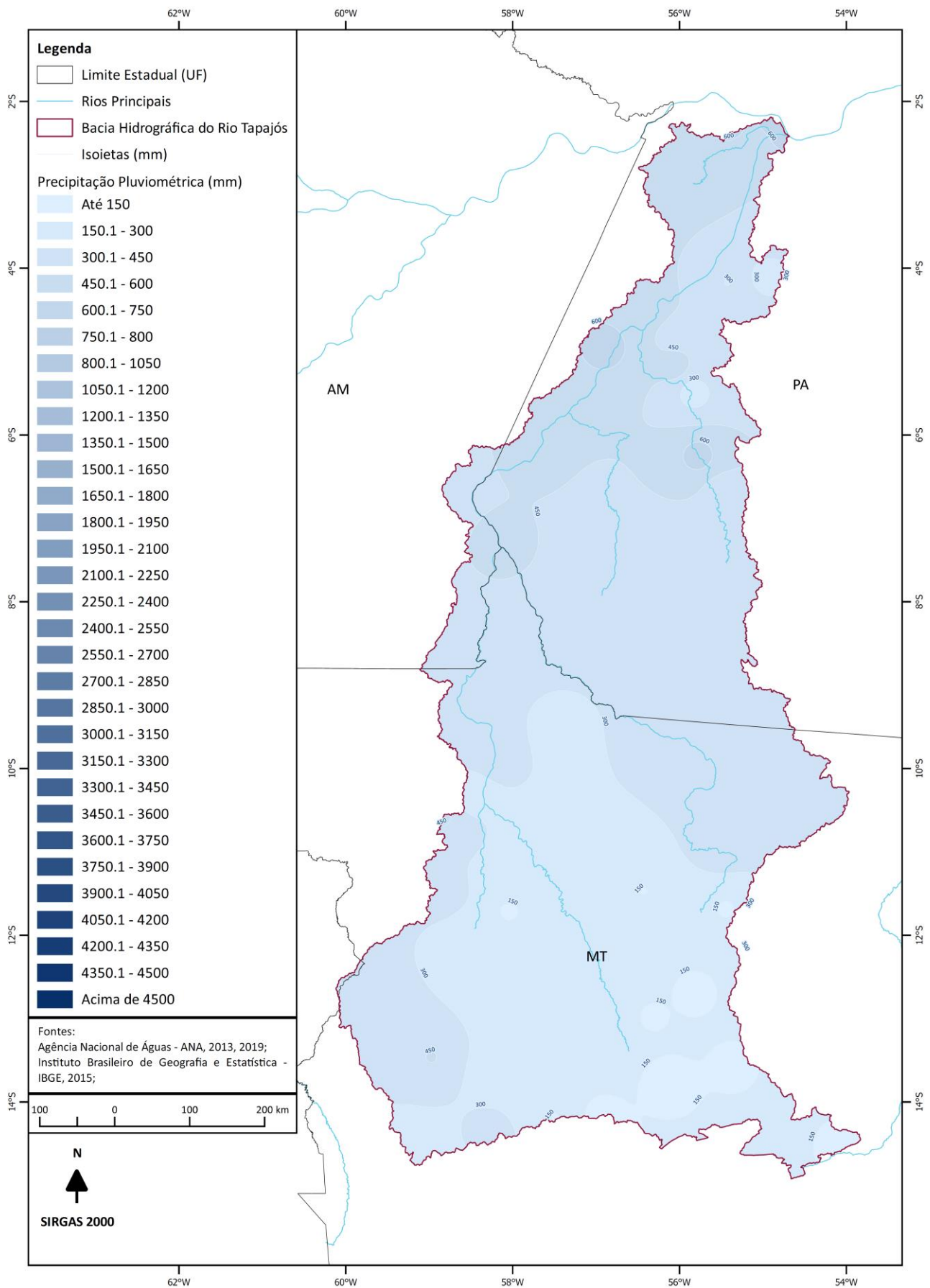


Figura 28 - Mapa da precipitação pluviométrica no ano de 2015 (ano mais seco) no período menos chuvoso. Fontes: ANA, 2013, 2019; HidroWeb, 2019; IBGE, 2015. Elaboração própria.

#### 6.2.5 Relevo e Distribuição Espacial

Analisando-se as correlações já citadas entre a distribuição da precipitação na área de estudo com o relevo temos o perfil A-A', de 1400 metros, que contempla grande parte da área da bacia hidrográfica, desde o limite sudoeste, na Chapada dos Parecis, até o limite nordeste na bacia, na confluência do rio Tapajós no rio Amazonas. Já o perfil B-B', de 1000 metros, retrata a região do Alto Tapajós, à jusante da confluência dos rios Juruena e Teles Pires, até o limite sudeste da bacia. Tal trajetória tenta contemplar parcialmente as áreas com os maiores e os menores índices pluviométricos da série histórica.

No perfil A-A' (Figura 30), de altitude decrescente (660 metros no ponto A, até 4 metros no ponto A'), apresenta um acréscimo gradual na precipitação média, com variação da ordem de 500 milímetros. Aqui, evidencia-se a influência latitudinal nos totais pluviométricos que, em linhas gerais, apresenta-se inversamente proporcional à altitude do terreno.

Tal correlação entre a altitude e a precipitação também está presente no perfil B-B' (Figura 31), de altitude crescente (158 metros no ponto B e 435 metros no ponto B') e total de chuvas decrescente à medida que aproxima da borda sul da bacia. A região do Alto Tapajós, próxima ao ponto B, apresenta precipitação total de até 2500 milímetros em média no ano, enquanto que este valor atinge a faixa de 1600 milímetros no limite sudoeste da área de estudo.

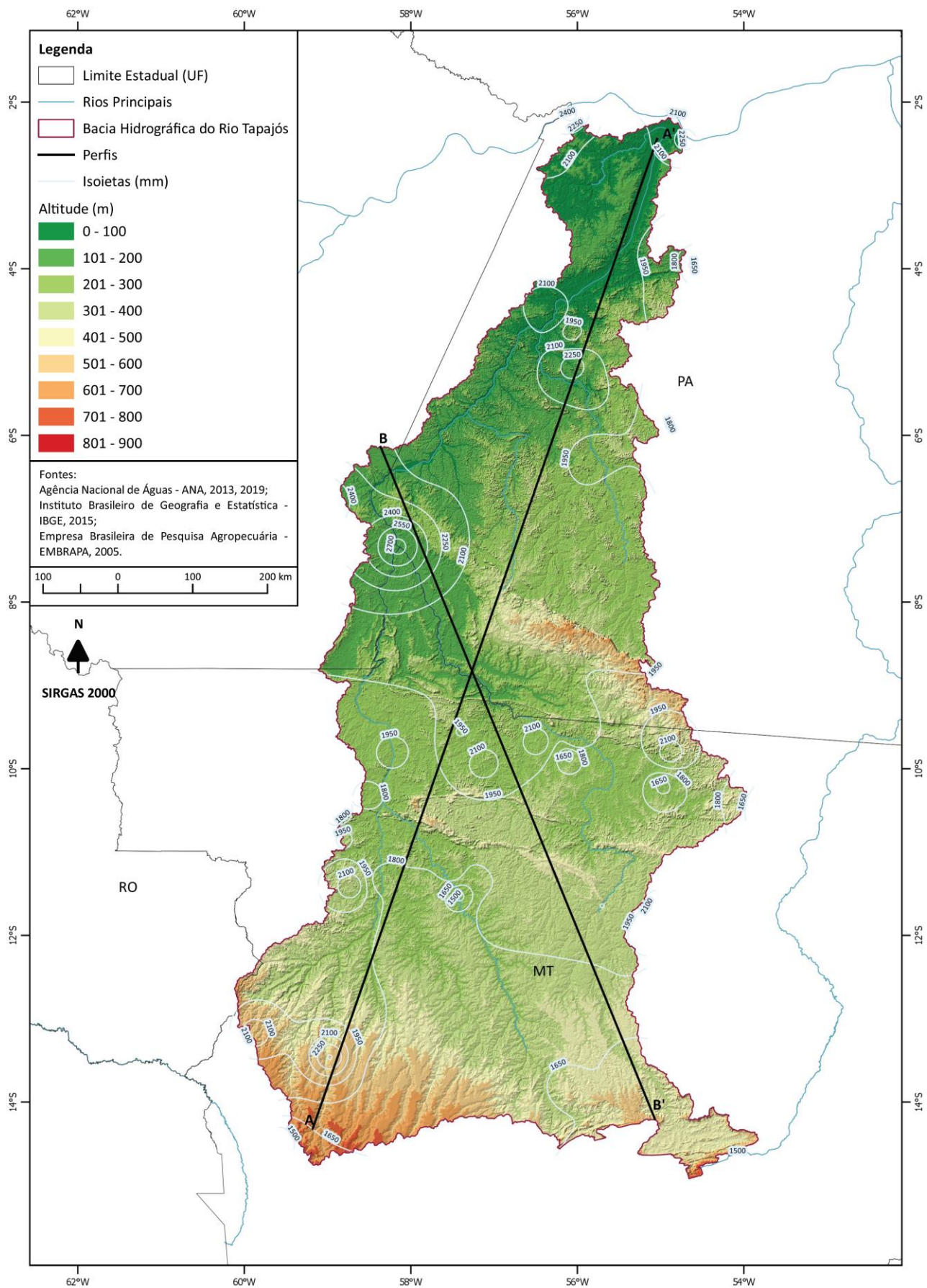


Figura 29 - Mapa hipsométrico associado às isoietas e perfis traçados. Fontes: ANA, 2013, 2019; IBGE, 2015, EMBRAPA, 2005; HidroWeb, 2019. Elaboração própria.

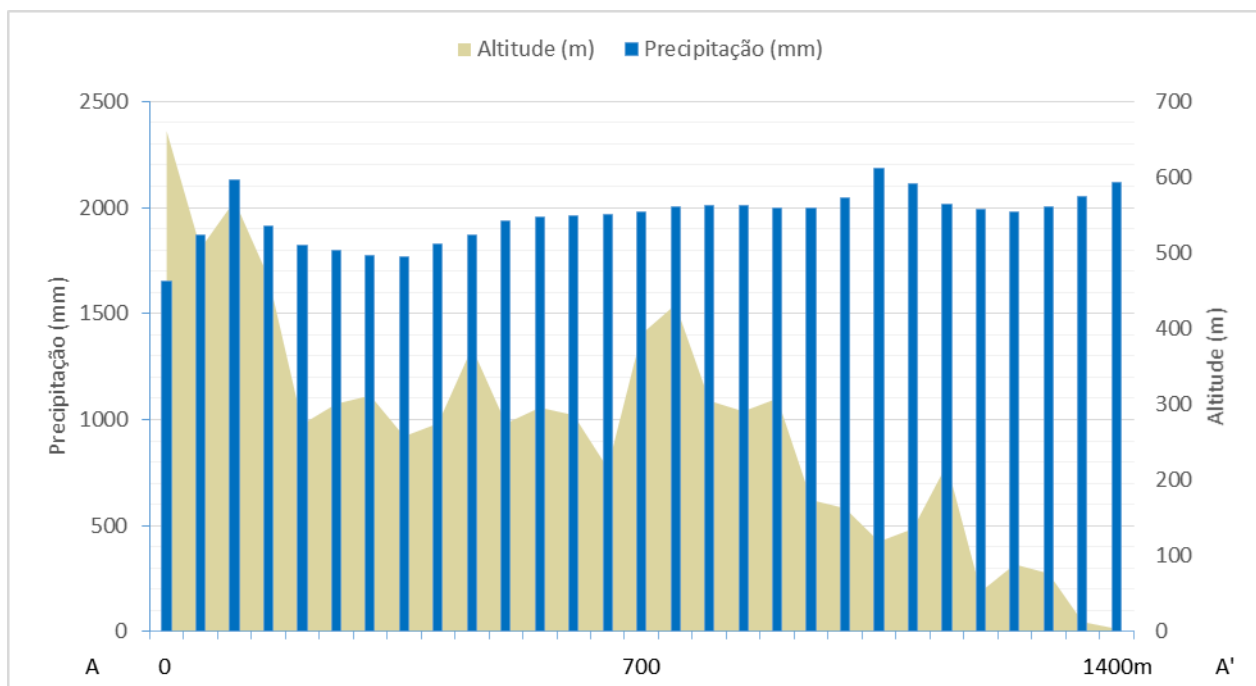


Figura 30 - Precipitação média anual da série histórica e do relevo no perfil A-A'.

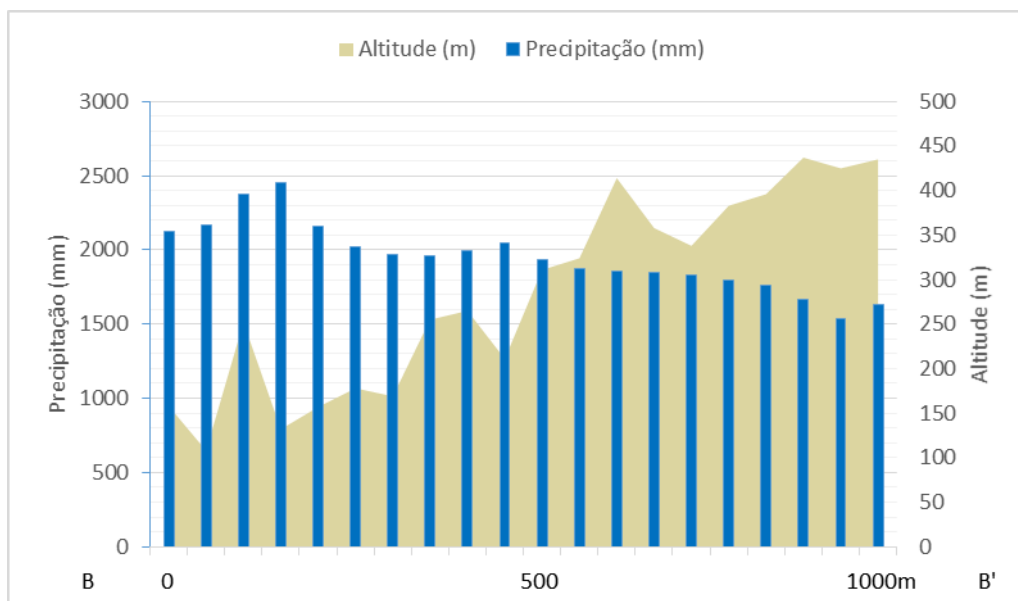


Figura 31 - Precipitação média anual da série histórica e do relevo no perfil B-B'.

## 7 Discussões

A partir da perspectiva sistêmica pôde-se desenvolver para a bacia do rio Tapajós um estudo da distribuição temporal e espacial da precipitação pluviométrica da bacia, correlacionando este fenômeno com os componentes do meio físico retratados na caracterização da bacia.

Dos anos estudados no período histórico houveram poucas variações dos totais pluviométricos anuais com relação à média da série histórica (2019 mm anuais), registrando apenas 3 anos com variação maior que o desvio-padrão do período (134) – 2002 (1842), 2013 (2295) e 2015 (1720). O ano de 2002 apresentou um total de chuvas ligeiramente abaixo da faixa do desvio-padrão, enquanto que nos anos de 2013 e 2015, cujas dinâmicas pluviométricas foram contempladas neste trabalho, há uma maior diferenciação, da ordem de aproximadamente 150 mm em ambos os anos. Não se pôde constatar, a partir dos valores anuais, alguma tendência de mudança nos totais anuais registrados na bacia de estudo.

Acerca dos períodos seco e úmido da série estudada mostrou-se, em todos os anos estudados, uma diferenciação muito clara entre ambos, com médias pluviométricas mensais que apresentavam mudanças marcadas, como entre os meses de março e abril, que ultrapassou 100 mm (Figura 12). Tal dinâmica configura o Sistema de Monção da América do Sul (SMAS) e apresenta similaridades com o período estudado para a bacia hidrográfica do rio Tapajós.

A transição entre as estações úmida e seca é curta na Amazônia. O início da estação úmida em geral ocorre dentro do período de um único mês. A transição da estação úmida para a seca leva mais de um mês. O início da estação chuvosa na maior parte da Bacia Amazônica, estreitamente associado ao estabelecimento do Sistema de Monção da América do Sul, ocorre com rápida mudança da área de intensa convecção entre o extremo noroeste do continente e latitudes sul do equador, por volta de meados de outubro. O final do SMAS normalmente ocorre de abril a maio (NOBRE, 2009b, p. 153).

Quanto à distribuição espacial, há uma evidente diferenciação no sentido norte-sul da bacia, como retratado no item anterior (Figura 30 – Perfil A-A'),

fruto de sua grande extensão e variação latitudinal. Por estar totalmente inserida no Domínio Equatorial, o clima é controlado, basicamente, “pela oscilação da ZCIT e pela ação dos alísios e baixas pressões equatoriais (*doldrums*)” (CONTI; FURLAN, 2014, p. 100).

Além dos índices pluviométricos crescentes ao norte da bacia, devido à proximidade da ZCIT, uma área que apresentou grande destaque neste sentido foi a região do Alto Tapajós, na confluência dos rios Juruena e Teles Pires. Além da atuação da ZCIT, deve-se citar, a partir de Nimer (1989, p. 376), a atuação da massa Equatorial continental (mEc). A expressiva pluviosidade desta região dá-se pela inserção nas áreas mais pluviosas da região amazônica, devido à “sobreposição das chuvas de W da mEc e de N da ZCIT”.

Além da correlação com a mEc e a ZCIT, há uma associação, de acordo com Limberguer (2015), entre a variabilidade climática da na região amazônica brasileira e a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), estando a bacia hidrográfica do rio Tapajós, situada na região sul amazônica, sob influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

Por fim, a espacialização da precipitação pluviométrica encontra-se intimamente ligada à vegetação da bacia (Figura 7), de forma que observa-se ocorrência de Floresta Ombrófila Aberta a Densa em grande parte da área norte da bacia, enquanto que há áreas de Savana no limite sul, de menores índices pluviométricos.

## **8 Considerações finais e limitações da Pesquisa**

A escassez de dados apresentou-se como uma “barreira” ao aprofundamento do estudo da precipitação na área de estudo. Em razão da sua grande extensão, há a necessidade de usufruir de um número elevado de postos pluviométricos para que se possa haver maior expansão de horizontes de pesquisa. Em razão da escassez de postos disponíveis, somada à média histórica limitada de muitas delas, obteve-se pouca densidade de estações e um período histórico muito restrito, o que pode acarretar em distorções e má cobertura de grandes áreas, além de limitar a compreensão de possíveis tendências históricas. Soma-se a isso o número ínfimo de estações climatológicas disponíveis, restringindo o presente trabalho à precipitação pluviométrica.

A questão da falta de dados meteorológicos no Brasil é uma realidade, sobretudo em regiões de menor densidade populacional como a amazônica. Urge a necessidade de afirmar a importância de fomentar a produção e disponibilidade destes dados para todo o território, de forma que possamos compreender melhor nosso meio natural, como forma de promoção do desenvolvimento do país por meio da educação e do conhecimento.

## Referências<sup>4</sup>

ANA – Agência Nacional de Águas. **Plano estratégico de recursos hídricos dos afluentes da margem direita do rio Amazonas: resumo executivo.** Brasília: ANA, 2012.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Comitês de Bacia Hidrográfica.** <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica>. Acesso em 07/08/2019

AZEVEDO, T.; GALVANI, E. **Técnicas de Climatologia.** In: VENTURI, L. (org.) **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula.** São Paulo: Editora Sarandi, 2011, p. 469 - 182.

BACCI, D.; PATACA, E. **Educação para a água.** Estudos Avançados, 22(63), 2008, p. 211-226. Recuperado de <http://revistas.usp.br/eav/article/view/10302>. Acesso em 19/08/2019.

BERTONI, J.; TUCCI, C. **Precipitação.** In: TUCCI, C. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global – esboço metodológico.** RA'E GA, n.8, p. 141-152, 2004.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Da política nacional de recursos hídricos.** Brasília, DF, 1997.

CHENG, H., SINHA, A., CRUZ, F. *et al.* **Climate change patterns in Amazonia and biodiversity.** Nat Commun 4, 1411 (2013) doi: 10.1038/ncomms2415.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo, Edgard Blucher, 2ª ed., 1980.

CHRISTOPHERSON, R. **Geossistemas: uma introdução à geografia física.** Porto Alegre: Bookman, 2012.

CONTI, J.; FURLAN, S. **Geoeecologia: O Clima, os Solos e a Biota.** In: ROSS, J. (org.) **Geografia do Brasil.** São Paulo: EDUSP, p. 67 – 208, 2014.

CORREA, M. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do rio Piquiri-PR.** Dissertação de Mestrado em Geografia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

GALVANI, E. **Estatística descritiva em sala de aula.** In: VENTURI, L. (org.) **Geografia: práticas de campo, laboratório e sala de aula.** São Paulo: Editora Sarandi, 2011, p. 469 - 182.

GARCEZ, L.; ALVAREZ, G. **Hidrologia.** São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

LIMBERGER, L. **Variabilidade da vazão de regiões homogêneas da bacia hidrográfica amazônica brasileira: teleconexões com a temperatura da**

---

<sup>4</sup> De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

**superfície do mar (TSM) de 1976-2010.** Tese de Doutorado em Geografia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

MONTEIRO, C. **Análise Rítmica em Climatologia:** Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Universidade de São Paulo – Instituto de Geografia, 1971.

\_\_\_\_\_. **Geossistemas: a história de uma procura.** São Paulo: Contexto, 2001.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2ª ed., 1989.

NOBRE, C. et al. **Characteristics of Amazonian Climate: Main Features.** In: KELLER, M. et al. (org.) **Amazonia and Global Change.** Washington: American Geophysical Union, p. 145-147, 2009a. Tradução de Ivani Pereira.

RIGHI, E.; BASSO, L. **Aplicação e análise de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas.** *Ambiência – Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais.* V.12 N.I. Jan./Abr.2016.

ROSS, J. **Os Fundamentos da Geografia da Natureza.** In: ROSS, J. (org.) **Geografia do Brasil.** 6ª ed., 2ª reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014, p. 13 - 66.

SILVEIRA, A. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.** In TUCCI, C. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993.

SOTCHAVA, V. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre.** São Paulo, IGEO/USP, 1978.

TRICART, J. **Paisagem e Ecologia.** São Paulo: IGEO/USP, 1981.

VENTURI, L. Recursos hídricos: um capítulo à parte. **Geografia dos Recursos Naturais.** São Paulo, 2018. No prelo.

WWF Brasil. **Uma visão de conservação para a bacia do Tapajós.** Brasília, 2016.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Hydrological Practices.** *Data Acquisition and Processing. Analysis, forecasting and other applications.* 5 ed., n. 168. Geneva, 1994, p. 259.

YNOUE, R. et al. **Meteorologia: noções básicas.** São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

## Anexo

Tabela 1 - Postos pluviométricos selecionados para estudo da série histórica (2000-2017).

| POSTO | CÓDIGO  | LOCALIZAÇÃO                             | ESTADO | MUNICÍPIO          | OPERADORA | ESTAÇÃO                        |
|-------|---------|-----------------------------------------|--------|--------------------|-----------|--------------------------------|
| 1     | 255001  | Bacia<br>Hidrográfica do<br>rio Tapajós | PA     | SANTARÉM           | CPRM      | CACHOEIRA DO ARUÃ              |
| 2     | 455004  |                                         | PA     | RURÓPOLIS          | UFC       | RURÓPOLIS PRESIDENTE MÉDICI    |
| 3     | 455002  |                                         | PA     | RURÓPOLIS          | UFC       | CUPARI                         |
| 4     | 456002  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | ACAMPAMENTO URUÁ               |
| 5     | 455003  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | KM 1385 BR-163                 |
| 6     | 456001  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | KM 1342 TRANSAMAZÔNICA         |
| 7     | 555000  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | KM 1326 BR-163                 |
| 8     | 655003  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | JAMANXIM                       |
| 9     | 655004  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | JARDIM DO OURO                 |
| 10    | 657000  |                                         | PA     | JACAREACANGA       | UFC       | JACAREACANGA                   |
| 11    | 555002  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | KM 1130 BR-163                 |
| 12    | 758000  |                                         | AM     | BORBA              | UFC       | BARRA DO SÃO MANUEL            |
| 13    | 655001  |                                         | PA     | ITAITUBA           | UFC       | KM 1027 DA BR-163              |
| 14    | 957001  |                                         | MT     | APIACÁS            | CPRM      | NOVO PLANETA                   |
| 15    | 956001  |                                         | MT     | ALTA FLORESTA      | CPRM      | JUSANTE FOZ PEIXOTO DE AZEVEDO |
| 16    | 956002  |                                         | MT     | PARANAÍTA          | CPRM      | PARANAÍTA                      |
| 17    | 954001  |                                         | MT     | GUARANTÃ DO NORTE  | CPRM      | CACHIMBO                       |
| 18    | 1058002 |                                         | MT     | COTRIGUAÇU         | CPRM      | NÚCLEO ARIEL                   |
| 19    | 956000  |                                         | MT     | ALTA FLORESTA      | CPRM      | ALTA FLORESTA                  |
| 20    | 1057001 |                                         | MT     | NOVA MONTE VERDE   | CPRM      | TRIVELATO                      |
| 21    | 1055001 |                                         | MT     | CARLINDA           | CPRM      | INDECO                         |
| 22    | 1055000 |                                         | MT     | PEIXOTO DE AZEVEDO | CPRM      | ESTRADA CUIABÁ - SANTARÉM      |
| 23    | 1058003 |                                         | MT     | JURUENA            | CPRM      | JURUENA                        |
| 24    | 1054000 |                                         | MT     | MARCELÂNDIA        | CPRM      | AGROPECUÁRIA CAJABI            |
| 25    | 1055002 |                                         | MT     | COLÍDER            | CPRM      | COLIDER                        |
| 26    | 1058004 |                                         | MT     | CASTANHEIRA        | CPRM      | NOVO TANGARA                   |
| 27    | 1055003 |                                         | MT     | COLÍDER            | CPRM      | FAZENDA TRATEX                 |
| 28    | 1157001 |                                         | MT     | JUARA              | CPRM      | JUARA                          |
| 29    | 1158001 |                                         | MT     | JUÍNA              | CPRM      | FONTANILHAS                    |
| 30    | 1158002 |                                         | MT     | JUÍNA              | CPRM      | JUÍNA                          |
| 31    | 1156000 |                                         | MT     | TABAPORÃ           | CPRM      | FAZENDA ITAUBA                 |
| 32    | 1157000 |                                         | MT     | PORTO DOS GAÚCHOS  | CPRM      | PORTO DOS GAÚCHOS              |
| 33    | 1155000 |                                         | MT     | SINOP              | CPRM      | CACHOEIRÃO                     |
| 34    | 1156001 |                                         | MT     | PORTO DOS GAÚCHOS  | CPRM      | SINOP (FAZENDA SEMPRE VERDE)   |
| 35    | 1157002 |                                         | MT     | PORTO DOS GAÚCHOS  | CPRM      | OLHO D'ÁGUA                    |
| 36    | 1158003 |                                         | MT     | BRASNORTE          | CPRM      | FAZENDA TOMBADOR               |
| 37    | 1257000 |                                         | MT     | BRASNORTE          | CPRM      | BRASNORTE                      |
| 38    | 1255001 |                                         | MT     | SORRISO            | CPRM      | TELES PIRES                    |
| 39    | 1256002 |                                         | MT     | LUCAS DO RIO VERDE | CPRM      | FAZENDA DIVISÃO                |
| 40    | 1357000 |                                         | MT     | NOVA MARINGÁ       | CPRM      | NOVA MARINGÁ                   |
| 41    | 1359000 |                                         | MT     | COMODORO           | CPRM      | PADRONAL                       |
| 42    | 1358002 |                                         | MT     | SAPEZAL            | CPRM      | FAZENDA TUCUNARÉ               |

|    |         |             |    |                       |            |                            |
|----|---------|-------------|----|-----------------------|------------|----------------------------|
| 43 | 1355001 |             | MT | SORRISO               | CPRM       | PORTO RONCADOR             |
| 44 | 1358001 |             | MT | CAMPO NOVO DO PARECIS | CPRM       | BACAVAL                    |
| 45 | 1356002 |             | MT | NOVA MUTUM            | CPRM       | NOVA MUTUM                 |
| 46 | 1456009 |             | MT | DIAMANTINO            | CPRM       | PARECIS (BR-364)           |
| 47 | 1457003 |             | MT | DIAMANTINO            | CPRM       | DECIOLÂNDIA                |
| 48 | 1458002 |             | MT | TANGARÁ DA SERRA      | CPRM       | BRASFOR                    |
| 49 | 1454000 |             | MT | PARANATINGA           | CPRM       | PARANATINGA                |
| 50 | 156002  | Extra bacia | PA | ORIXIMINÁ             | CPRM       | PORTO TROMBETAS            |
| 51 | 154001  |             | PA | ALENQUER              | CPRM       | BOCA DO INFERNO            |
| 52 | 155000  |             | PA | ORIXIMINÁ             | CPRM       | ORIXIMINÁ                  |
| 53 | 154000  |             | PA | MONTE ALEGRE          | CPRM       | ARAPARI                    |
| 54 | 155002  |             | PA | ALENQUER              | CPRM       | VILA CURUA                 |
| 55 | 154003  |             | PA | ALENQUER              | CPRM       | ALENQUER                   |
| 56 | 256001  |             | PA | JURUTI                | CPRM       | JURUTI                     |
| 57 | 256002  |             | AM | NHAMUNDÁ              | CPRM       | NHAMUNDÁ                   |
| 58 | 255000  |             | PA | SANTARÉM              | CPRM       | CURUAI                     |
| 59 | 254000  |             | PA | SANTARÉM              | CPRM       | SANTARÉM                   |
| 60 | 257003  |             | AM | PARINTINS             | CPRM       | MOCAMBO                    |
| 61 | 257001  |             | AM | BARREIRINHA           | CPRM       | BARREIRINHA                |
| 62 | 356002  |             | PA | JURUTI                | CPRM       | GUARIBA                    |
| 63 | 355001  |             | PA | SANTARÉM              | UFC        | MUTUM                      |
| 64 | 357004  |             | AM | MAUÉS                 | CPRM       | MENINO DEUS                |
| 65 | 354000  |             | PA | SANTARÉM              | UFC        | SÍTIO SÃO PEDRO            |
| 66 | 357003  |             | AM | MAUÉS                 | CPRM       | MUCAJÁ                     |
| 67 | 454001  |             | PA | ITAITUBA              | UFC        | FAZENDA MARCONDES          |
| 68 | 554000  |             | PA | ALTAMIRA              | UFC        | CAJUEIRO                   |
| 69 | 654000  |             | PA | ALTAMIRA              | UFC        | MANOEL JORGE (TERRA PRETA) |
| 70 | 658000  |             | AM | APUÍ                  | CONSTRUFAM | SANTARÉM SUCUNDURI         |
| 71 | 855000  |             | PA | ITAITUBA              | UFC        | KM 947 BR-163              |
| 72 | 1059000 |             | MT | ARIPUANÃ              | CPRM       | HUMBOLDT                   |
| 73 | 1053001 |             | MT | MARCELÂNDIA           | UFC        | FAZENDA SANTA EMÍLIA       |
| 74 | 1058005 |             | MT | ARIPUANÃ              | CPRM       | VALE DO NATAL              |
| 75 | 1154002 |             | MT | UNIÃO DO SUL          | UFC        | FAZENDA RIO NEGRO          |
| 76 | 1154001 |             | MT | SANTA CARMEM          | UFC        | SANTA FELICIDADE           |
| 77 | 1160000 |             | RO | PIMENTA BUENO         | CPRM       | MARCO RONDON               |
| 78 | 1255002 |             | MT | FELIZ NATAL           | UFC        | NÚCLEO COLONIAL RIO FERRO  |
| 79 | 1360000 |             | RO | COLORADO DO OESTE     | CPRM       | COLORADO DO OESTE          |
| 80 | 1360001 |             | RO | CEREJEIRAS            | CPRM       | CEREJEIRA                  |
| 81 | 1354001 |             | MT | PARANATINGA           | UFC        | AGROPECUÁRIA MALP          |
| 82 | 1354000 |             | MT | PARANATINGA           | UFC        | FAZENDA AGROCHAPADA        |
| 83 | 1360003 |             | MT | COMODORO              | CPRM       | PORTO AZEITE               |
| 84 | 1359001 |             | MT | COMODORO              | CPRM       | VILA ALEGRE                |
| 85 | 1353001 |             | MT | CAMPINÓPOLIS          | UFC        | ESTÂNCIA RODEIO            |
| 86 | 1456003 |             | MT | NORTELÂNDIA           | CPRM       | NORTELÂNDIA                |
| 87 | 1456001 |             | MT | ARENÁPOLIS            | CPRM       | ARENÁPOLIS (CANAÃ)         |
| 88 | 1459003 |             | MT | NOVA LACERDA          | CPRM       | NOVA LACERDA               |
| 89 | 1457004 |             | MT | TANGARÁ DA SERRA      | CPRM       | PRÓXIMO ILHOCA             |

|     |         |    |                                  |      |                           |
|-----|---------|----|----------------------------------|------|---------------------------|
| 90  | 1453000 | MT | PARANATINGA                      | UFC  | PASSAGEM DA BR-309        |
| 91  | 1457001 | MT | BARRA DO BUGRES                  | CPRM | TANGARÁ DA SERRA          |
| 92  | 1455008 | MT | ROSÁRIO OESTE                    | CPRM | FAZENDA RAIZAMA (COIMBRA) |
| 93  | 1457000 | MT | TANGARÁ DA SERRA                 | CPRM | TAPIRAPUÃ                 |
| 94  | 1454002 | MT | NOVA BRASILÂNDIA                 | CPRM | NOVA BRASILÂNDIA          |
| 95  | 1559006 | MT | VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE | CPRM | MATO GROSSO               |
| 96  | 1557001 | MT | BARRA DO BUGRES                  | CPRM | BARRA DO BUGRES           |
| 97  | 1557005 | MT | SALTO DO CÉU                     | CPRM | SÃO JOSÉ DO SEPOTUBA      |
| 98  | 1559000 | MT | PONTES E LACERDA                 | CPRM | PONTES E LACERDA          |
| 99  | 1555008 | MT | CHAPADA DOS GUIMARÃES            | CPRM | FAZENDA ESTIVA PR3        |
| 100 | 1558000 | MT | RIO BRANCO                       | CPRM | COLÔNIA RIO BRANCO        |
| 101 | 1554005 | MT | PRIMAVERA DO LESTE               | CPRM | RIO DAS MORTES            |
| 102 | 1556000 | MT | CUIABÁ                           | CPRM | NOSSA SENHORA DA GUIA     |
| 103 | 1558004 | MT | INDIAVÁI                         | CPRM | ALTO JAURÚ                |