



Avaliação do impacto das mudanças climáticas e do uso do solo sobre a bacia hidrográfica do rio Paraná

Sameh Adib Abou Rafee

Orientador: Prof. Dr. Edmilson Dias de Freitas

Objetivos

▪ Geral:

Avaliar os possíveis impactos das mudanças climáticas e do uso e ocupação do solo nas frequências de futuros eventos extremos de cheias e secas sobre a bacia hidrográfica do rio Paraná.

▪ Específicos:

- I. Organizar a base de dados das variáveis climáticas (precipitação, temperatura, umidade relativa, radiação solar, velocidade do vento) e físicas (topografia, uso de solo e tipo do solo) para a bacia do rio Paraná
- II. Calibrar e validar o modelo SWAT para as principais sub-bacias do rio Paraná, considerando o cenário de uso e ocupação do solo do início do século XXI;
- III. Desenvolver um modelo de uso e ocupação do solo a partir da combinação das premissas estabelecidas pelas famílias de cenários climáticos futuros do IPCC com cenários de desenvolvimento previstos por políticas públicas nacionais;
- IV. Realizar experimentos numéricos de mudanças de uso e ocupação do solo com base nas premissas das famílias de cenários climáticos futuros;
- V. Quantificar os potenciais efeitos sobre a vazão do rio Paraná e seus tributários, em particular sobre os eventos de cheias e secas.

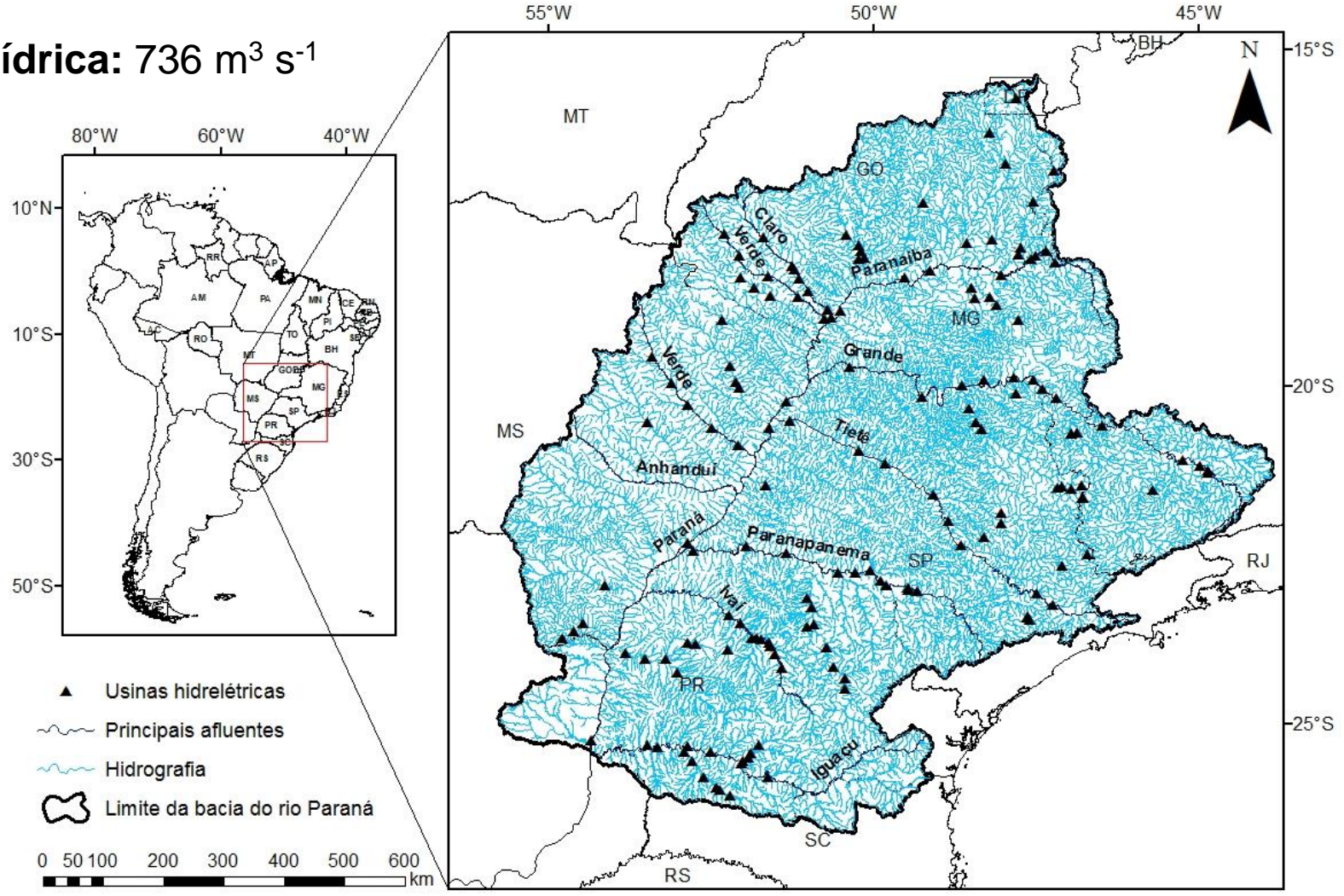
Área de estudo

✓ **Localização:** centro-sul do Brasil

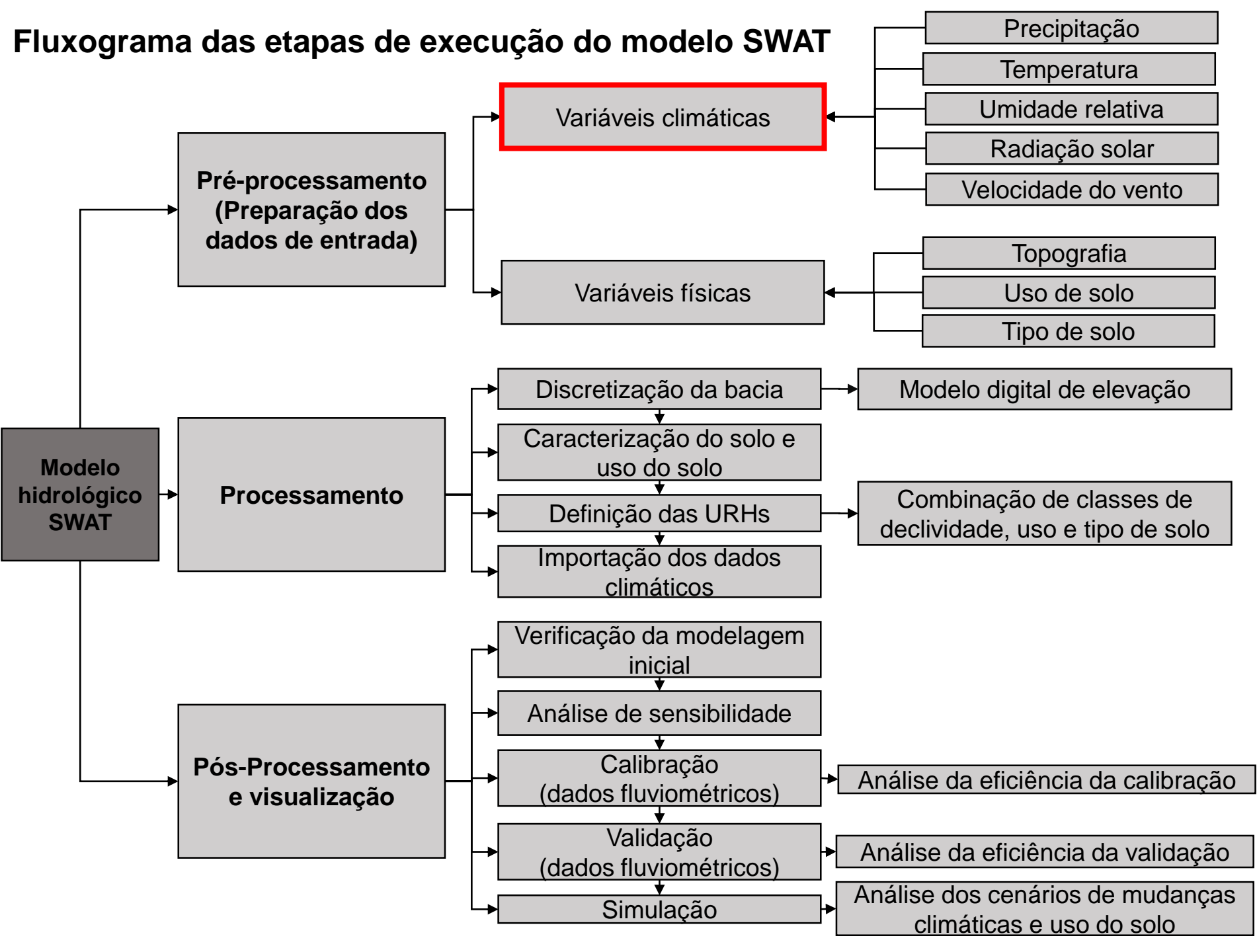
✓ **Área:** 900,480 km²

✓ **Habitantes:** 60 milhões

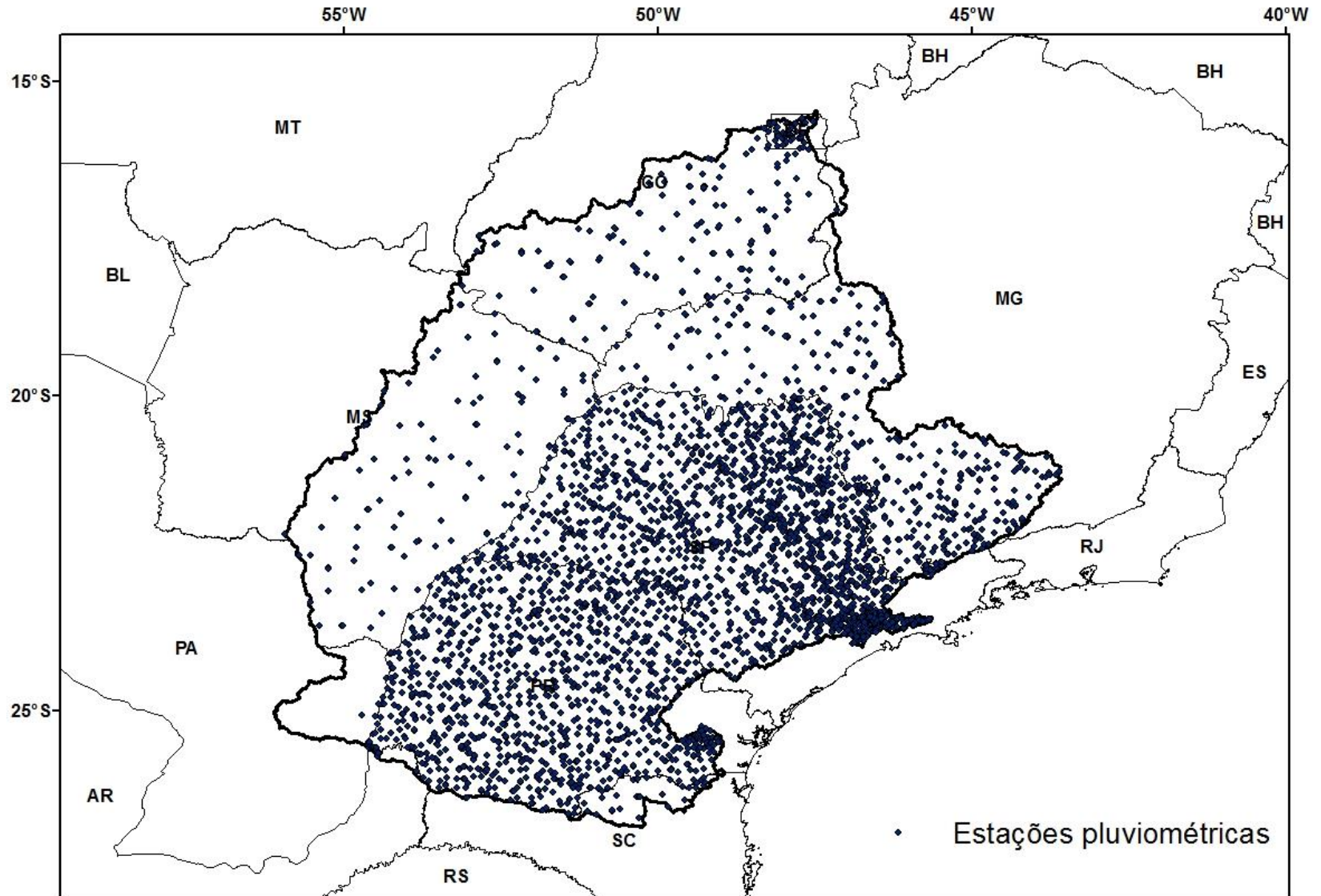
✓ **Demanda hídrica:** 736 m³ s⁻¹



Fluxograma das etapas de execução do modelo SWAT

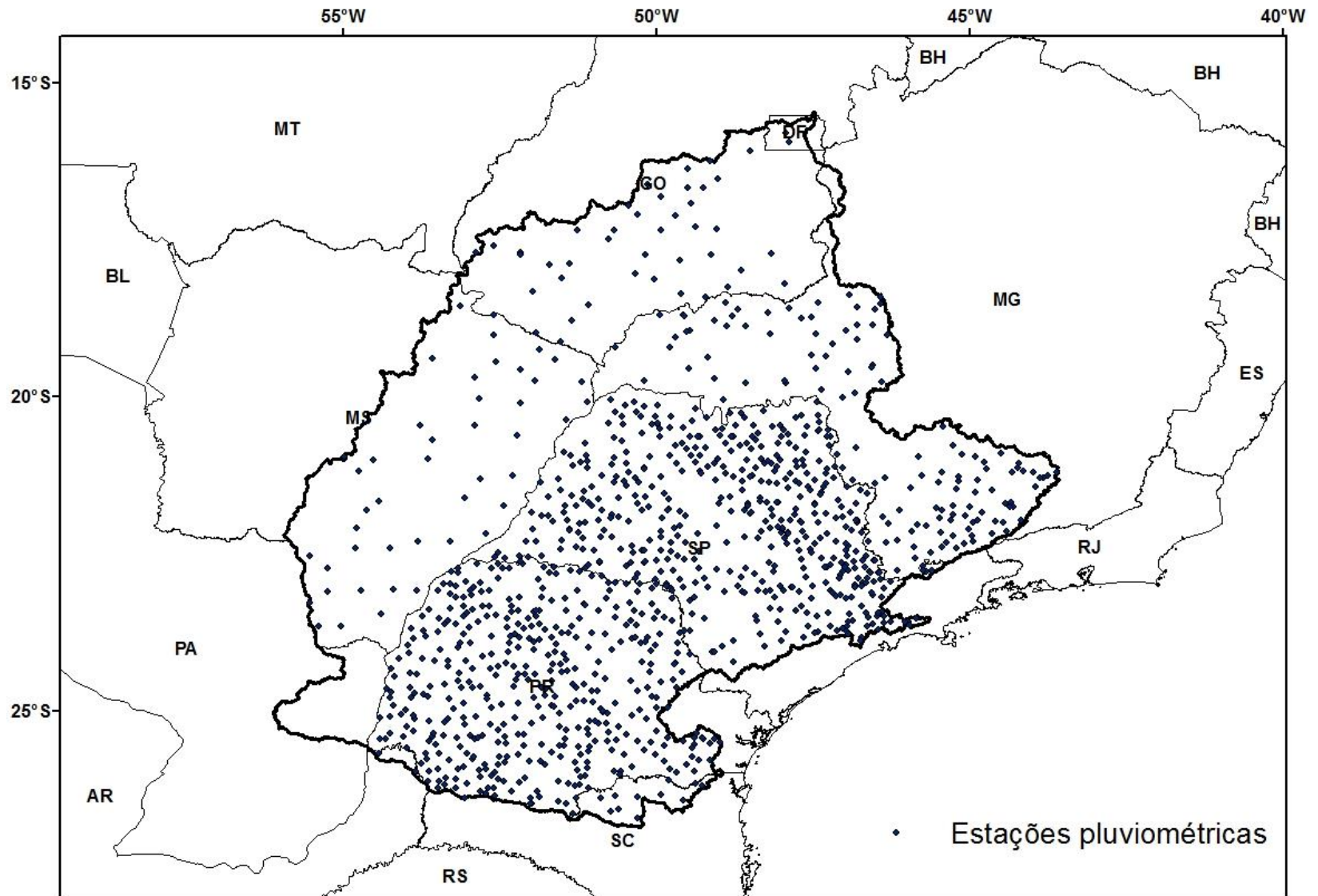


Distribuição espacial das estações pluviométricas (atual)

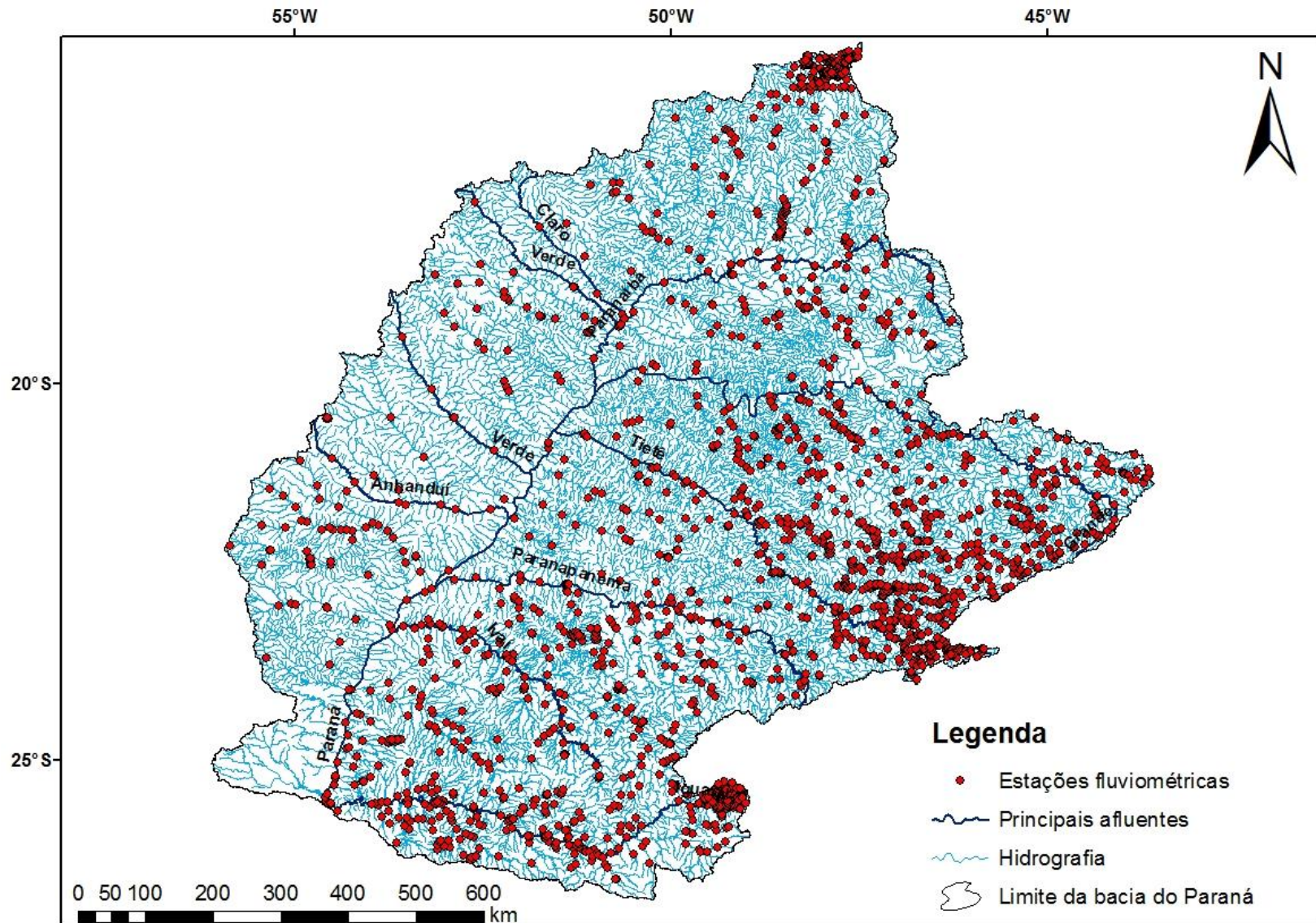


Fonte: ANA; DAEE.

Distribuição espacial das estações pluviométricas (selecionadas)

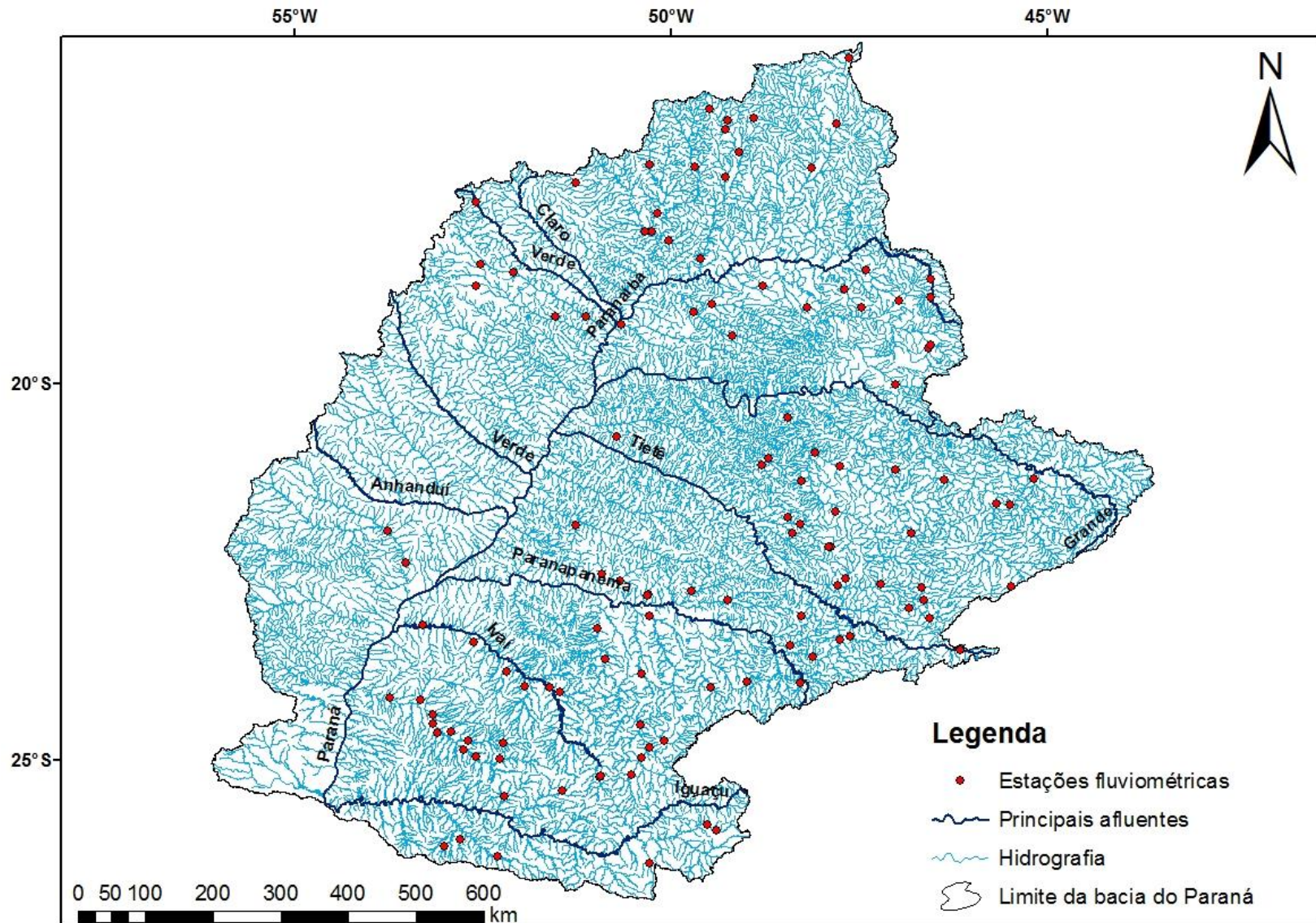


Distribuição espacial das estações fluviométricas (atual)



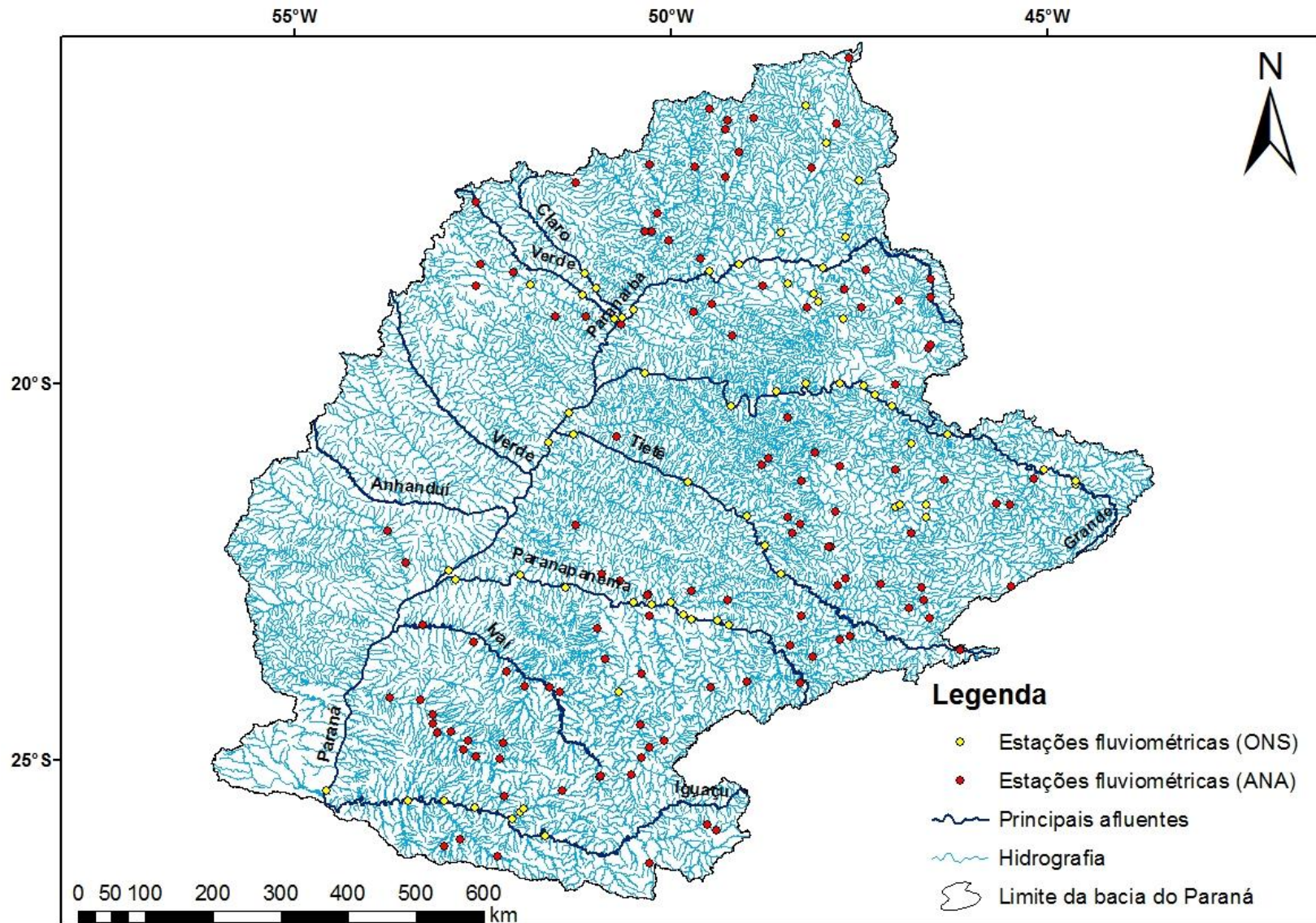
Fonte: ANA; DAEE.

Distribuição espacial das estações fluviométricas (selecionadas)



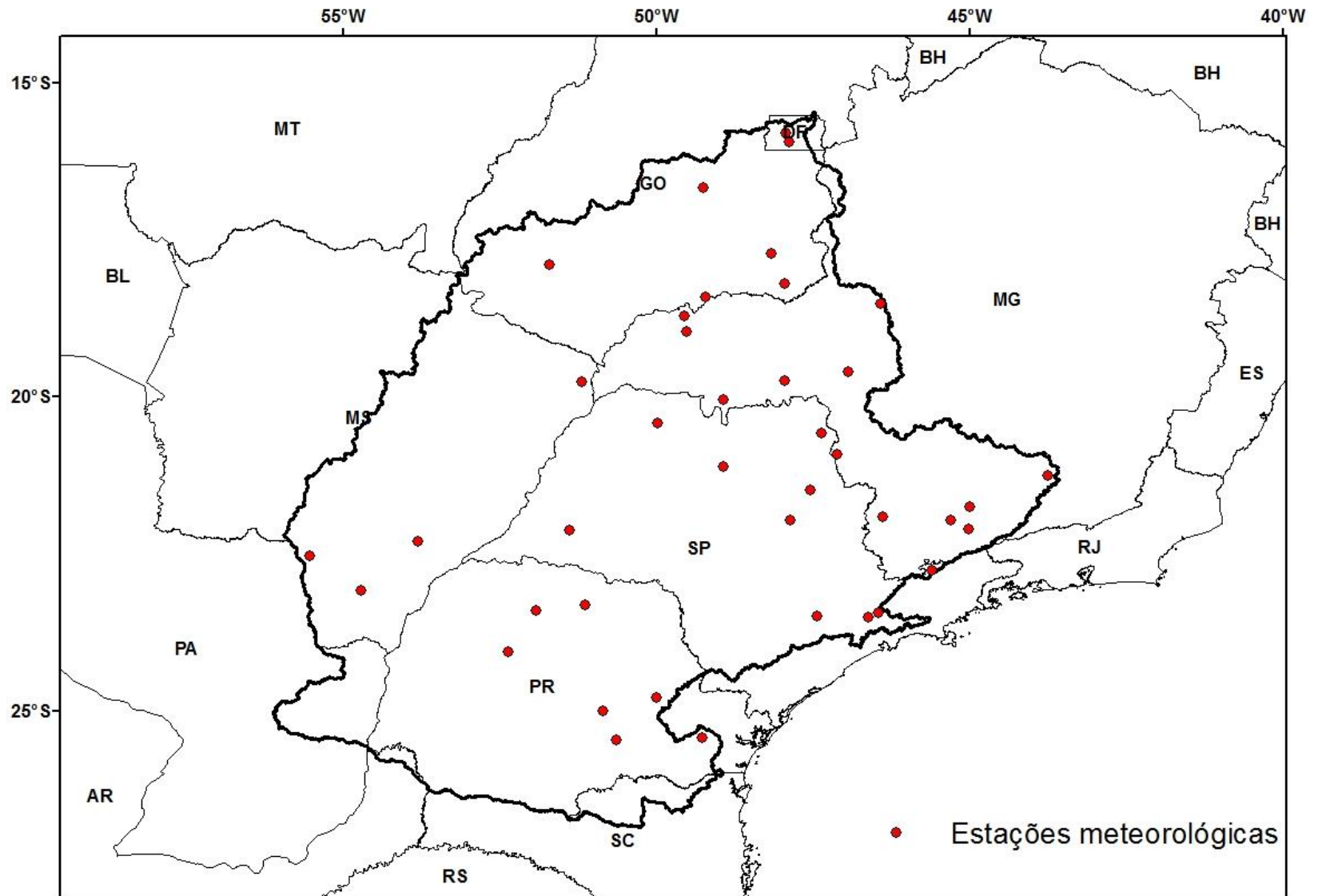
Fonte: ANA; DAEE.

Distribuição espacial das estações fluviométricas (selecionadas)

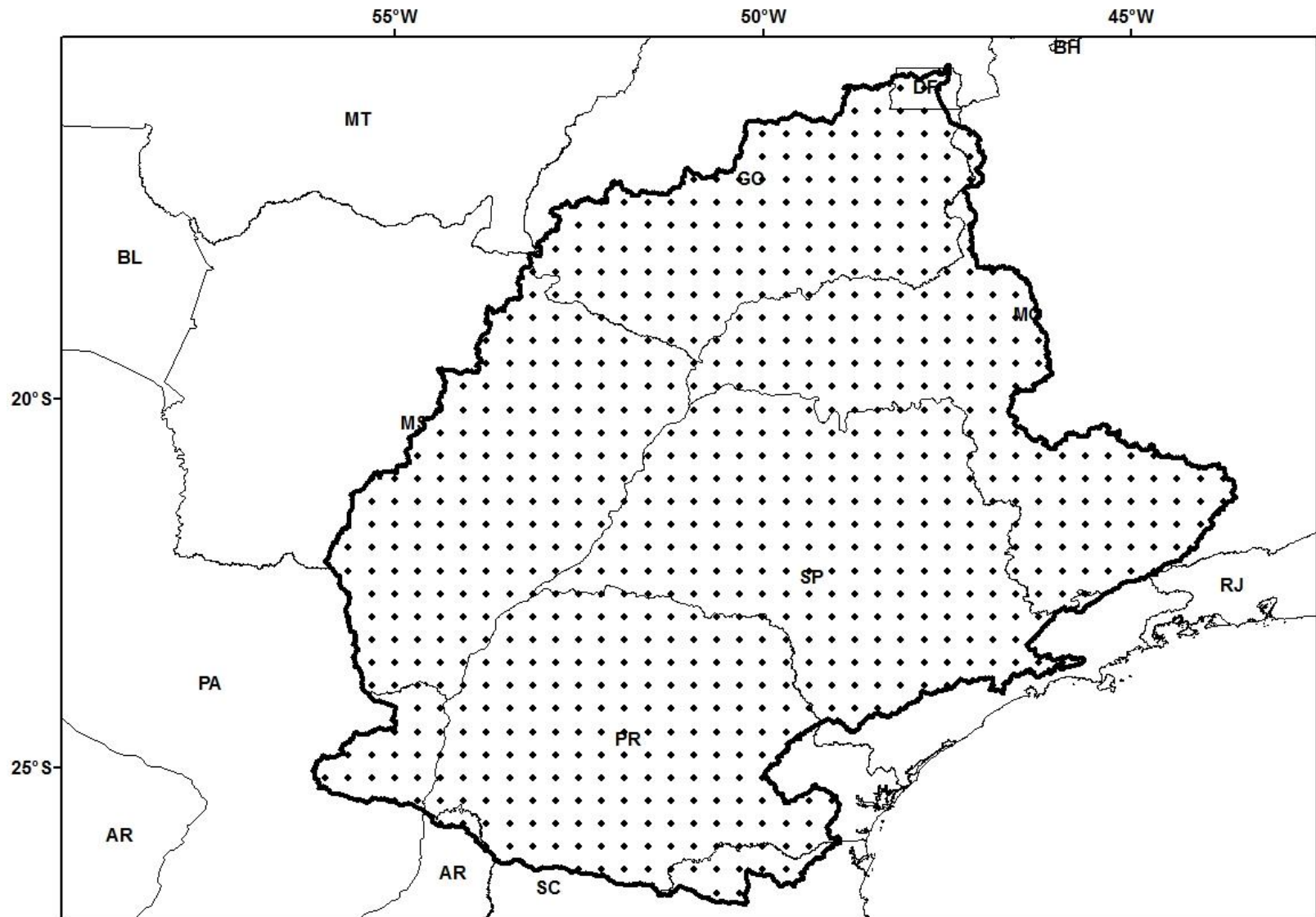


Fonte: ANA; DAEE; ONS

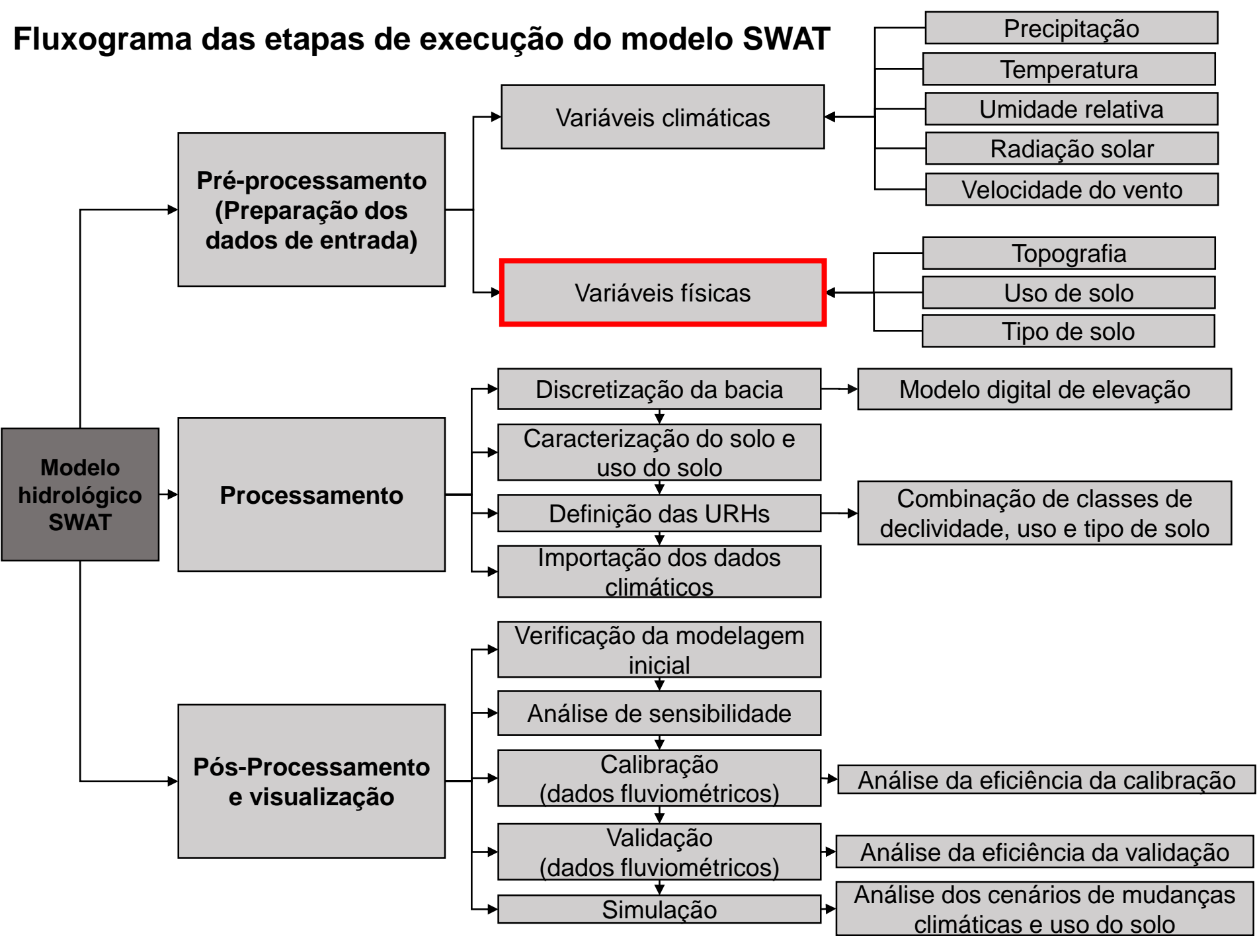
Distribuição espacial das estações meteorológicas



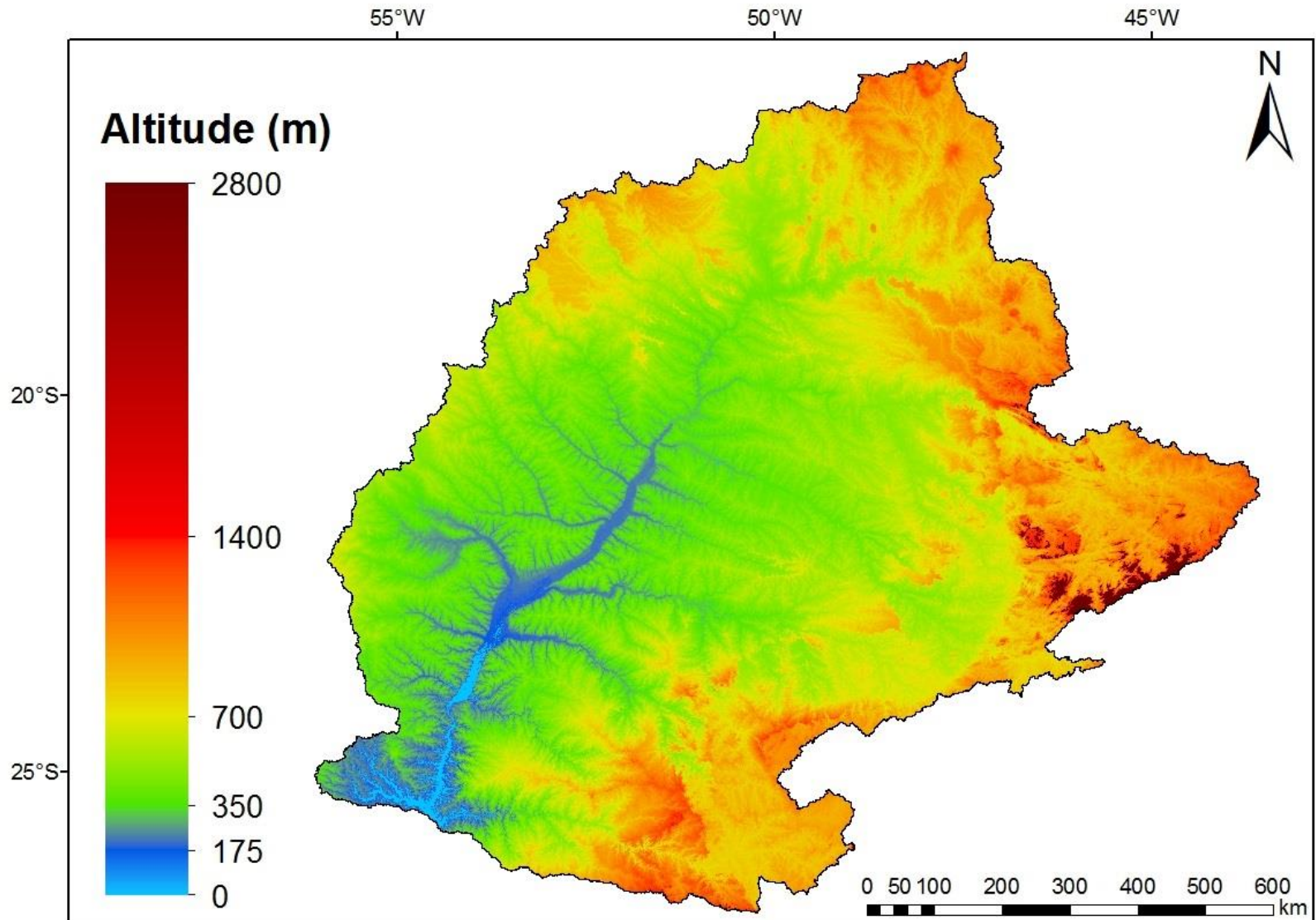
Pontos de grade da reanálise do CFSR



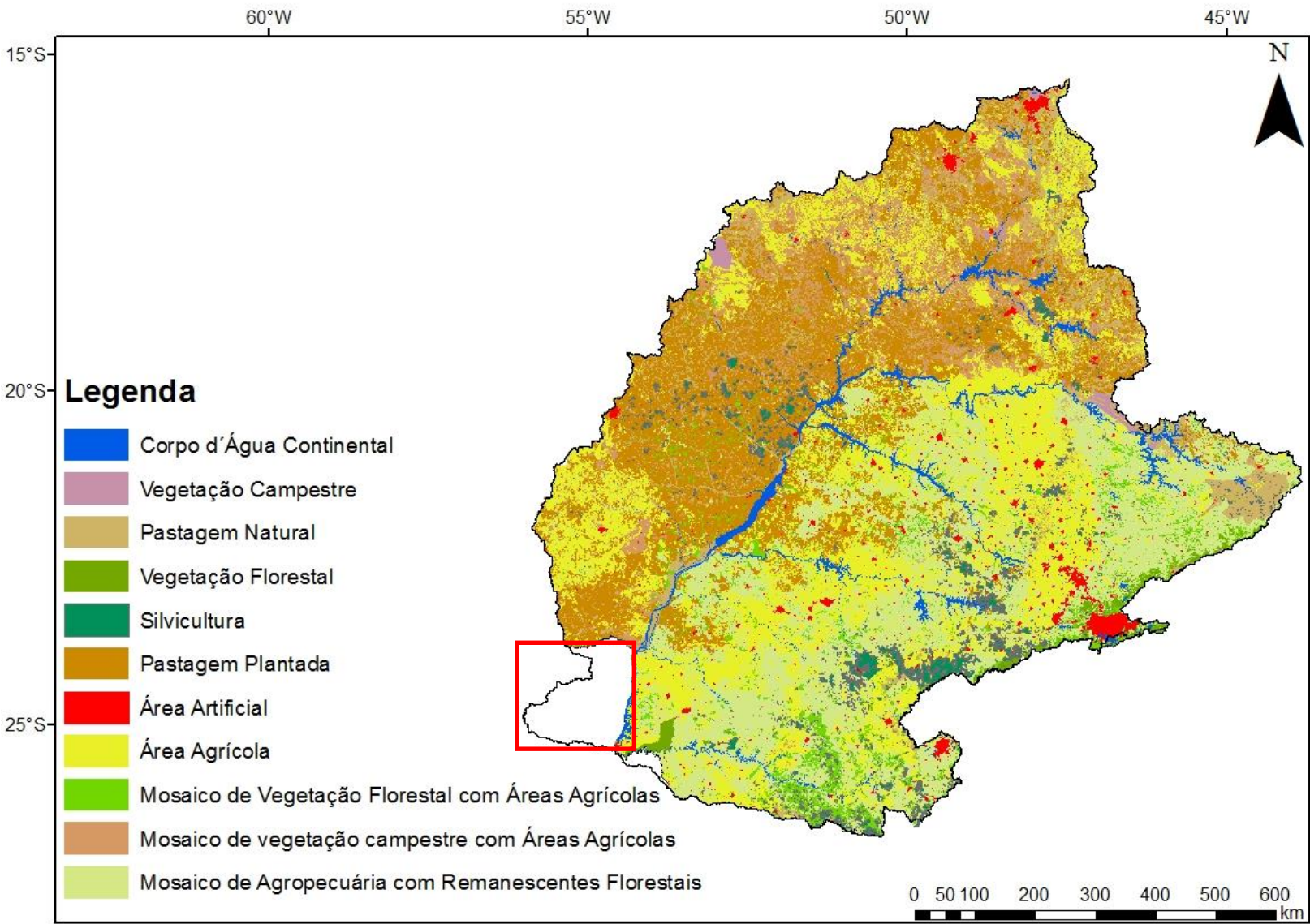
Fluxograma das etapas de execução do modelo SWAT



Topografia

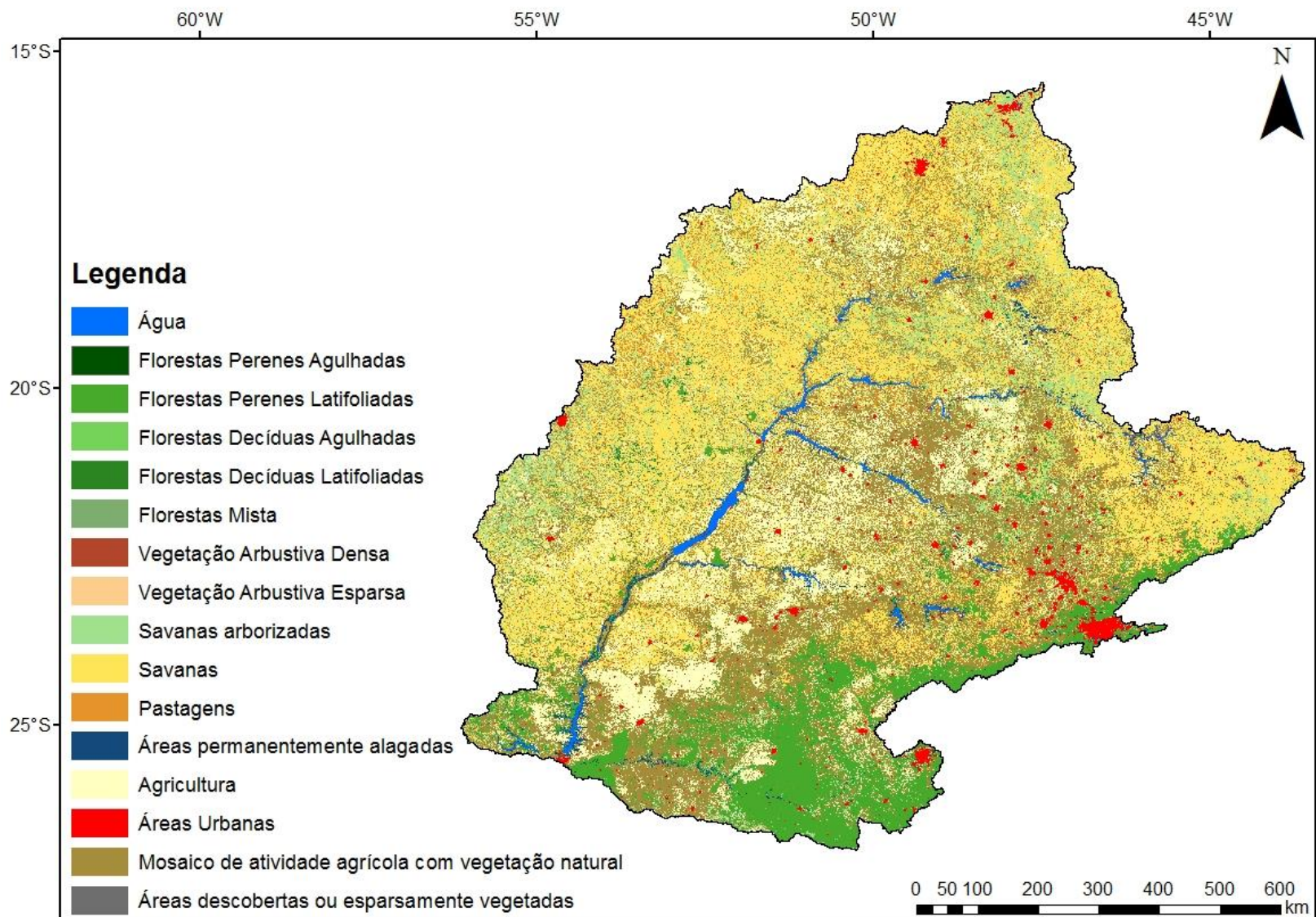


Uso e ocupação do solo



Fonte: IBGE, 2014.

Uso e ocupação do solo



Fonte: MODIS, 2013.

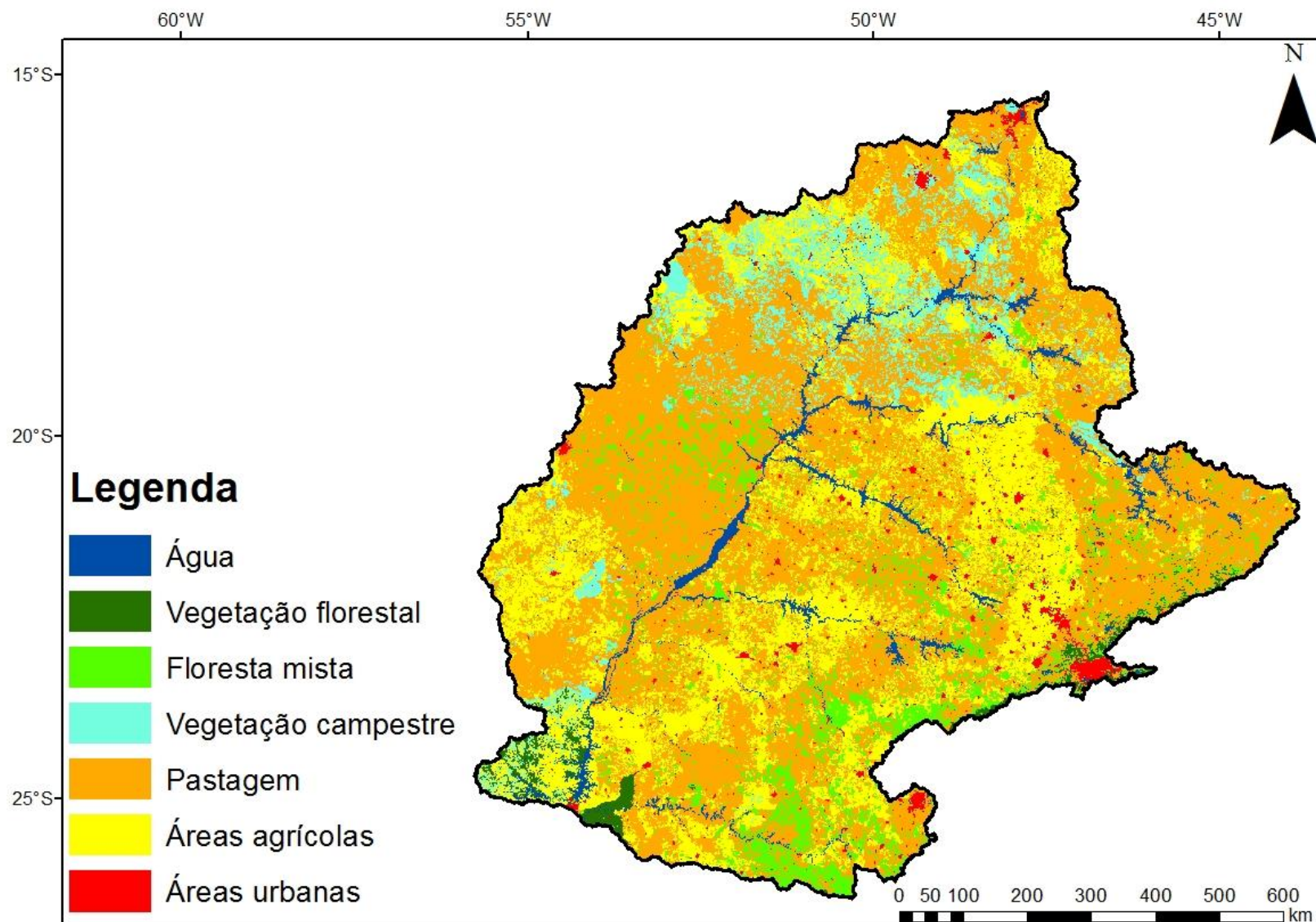
Integração das classes do uso do solo (IBGE)

Classes	%	Número/Código/Nome no modelo SWAT	Integração das classes	%
Área agrícola	26.6	1, AGRL, Agricultural Land-Generic	Áreas agrícolas	26.6
Área artificial	1.7	1, URHD, Residential-High Density	Áreas urbanas	1.7
Pastagem natural	8.3	12, PAST, Pasture	Pastagem	53.5
Pastagem plantada	22.6	12, PAST, Pasture		
Mosaico de agropecuária com remanescentes florestais	22.6	12, PAST, Pasture		
Mosaico de vegetação campestre com Áreas Agrícolas	6.6	16, RNGE, Range-Brush	Vegetação campestre	7.0
Vegetação campestre	0.4	16, RNGE, Range-Brush		
Corpo d'água continental	2.8	18, WATR, Water	Água	2.8
Silvicultura	3.6	6, FRST, Forest Mixed	Floresta mista	7.6
Mosaico de vegetação florestal com Áreas Agrícolas	4.0	6, FRST, Forest Mixed		
Vegetação florestal	0.8	8, FRSE, Forest-Evergreen	Vegetação florestal	0.8

Integração das classes do uso do solo (MODIS)

Classes	%	Número/Código/Nome no modelo SWAT	Integração das classes	%
Agricultura	14.06	1, AGRL, Agricultural Land-Generic	Áreas agrícolas	33.71
Mosaico de atividade agrícola com vegetação natural	19.65	1, AGRL, Agricultural Land-Generic		
Áreas Urbanas	1.93	1, URHD, Residential-High Density	Áreas urbanas	1.93
Pastagens	7.87	12, PAST, Pasture	Pastagem	7.87
Vegetação Arbustiva Densa	0.12	16, RNGE, Range-Brush	Vegetação campestre	46.24
Vegetação Arbustiva Esparsa	0.05	16, RNGE, Range-Brush		
Savanas arborizadas	7.76	16, RNGE, Range-Brush		
Savanas	38.24	16, RNGE, Range-Brush		
Áreas descobertas ou esparsamente vegetadas	0.07	16, RNGE, Range-Brush		
Água	0.83	18, WATR, Water	Água	1.89
Áreas permanentemente alagadas	1.06	18, WATR, Water		
Florestas Mista	0.46	6, FRST, Forest Mixed	Floresta mista	0.46
Florestas Perenes Agulhadas	0.01	8, FRSE, Forest-Evergreen	Vegetação florestal	7.01
Florestas Perenes Latifoliadas	6.85	8, FRSE, Forest-Evergreen		

Uso e ocupação do solo

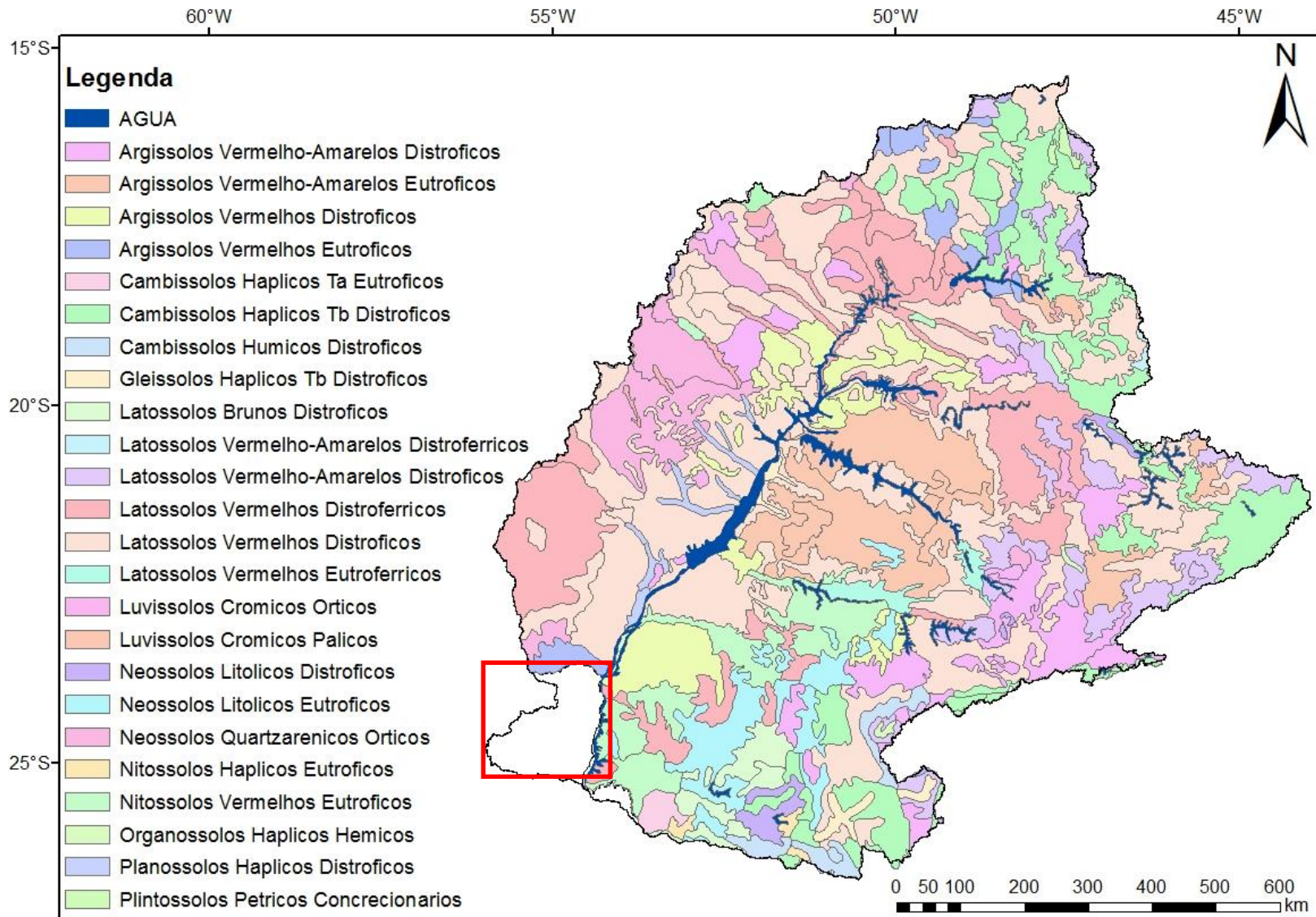


Fonte: IBGE, 2014; MODIS, 2013.

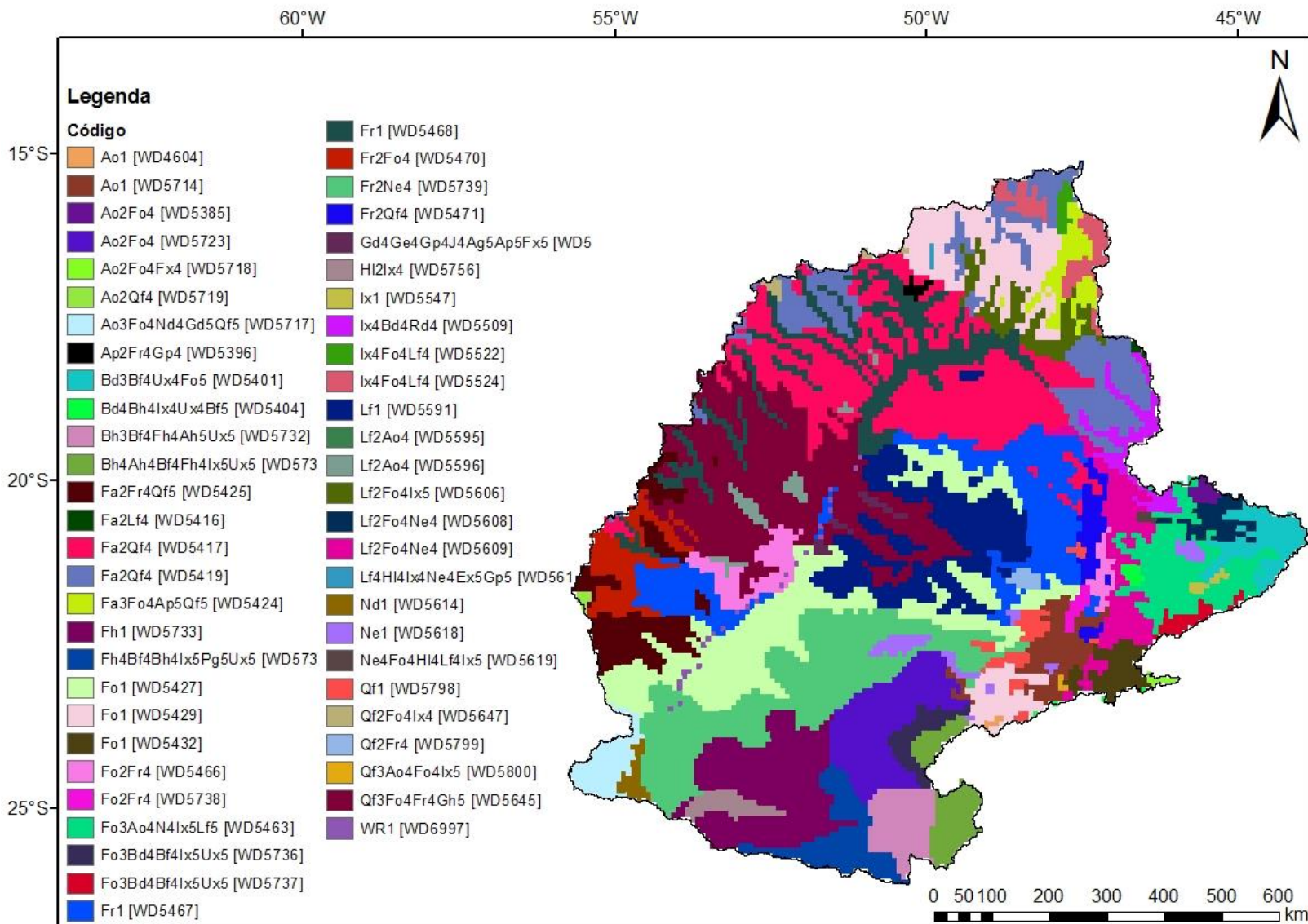
Uso e ocupação do solo (IBGE e MODIS)

Classe	Número/código/nome no modelo SWAT	%
Água	18, WATR, Water	2.9
Vegetação florestal	8, FRSE, Forest-Evergreen	1.6
Floresta mista	6, FRST, Forest Mixed	7.3
Vegetação campestre	16, RNGE, Range-Brush	7.4
Pastagem	Pastagem	52.0
Áreas agrícolas	1, AGRL, Agricultural Land-Generic	27.1
Áreas urbanas	1, URHD, Residential-High Density	1.6

Tipo de solo



Tipo de solo





XIX CBMET

CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA

JOÃO PESSOA PB | 07 A 11 DE NOVEMBRO DE 2016

METEOROLOGIA: TEMPO, ÁGUA E ENERGIA



IAG - USP

Análise de tendência de vazão e precipitação da bacia do rio Tietê

Sameh Adib Abou Rafee¹, Ana Carolina Freitas Xavier², Anderson Paulo Rudke², Thais Fujita², Veronika Sassen Brand¹, Marcos Vinicius Bueno de Moraes², João Luiz Martins Basso¹, Eliane Barbosa Santos¹, Leila Droprinchinski Martins², Rodrigo Augusto Ferreira de Souza³, Ricardo Hallak¹, Jorge Alberto Martins², Edmilson Dias de Freitas¹

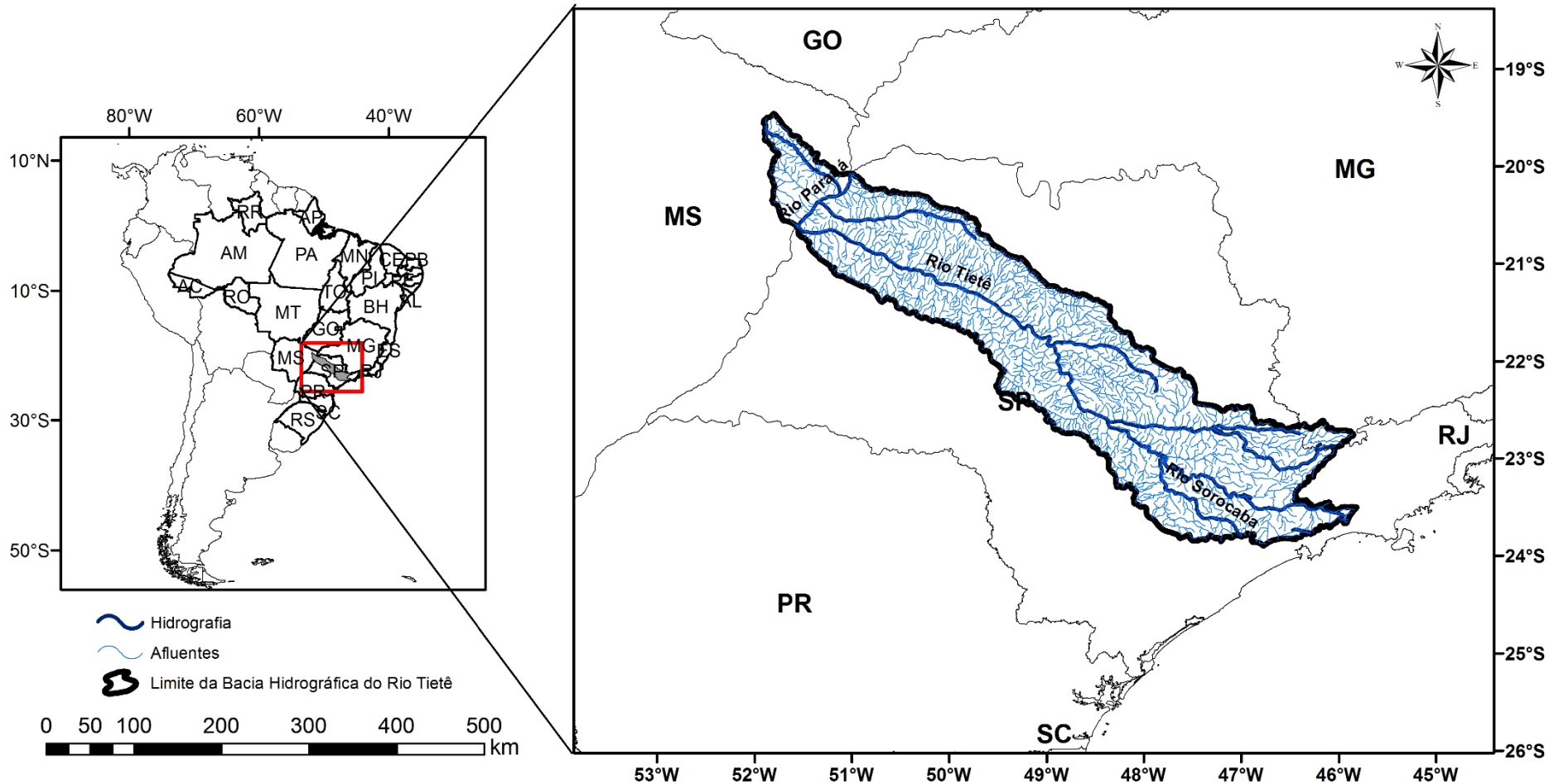
¹Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil, ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, PR, Brasil, ³ Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM, Brasil

Objetivo

- Avaliar a tendência de vazão e precipitação da bacia do rio Tietê por meio do teste de Mann-Kendall.

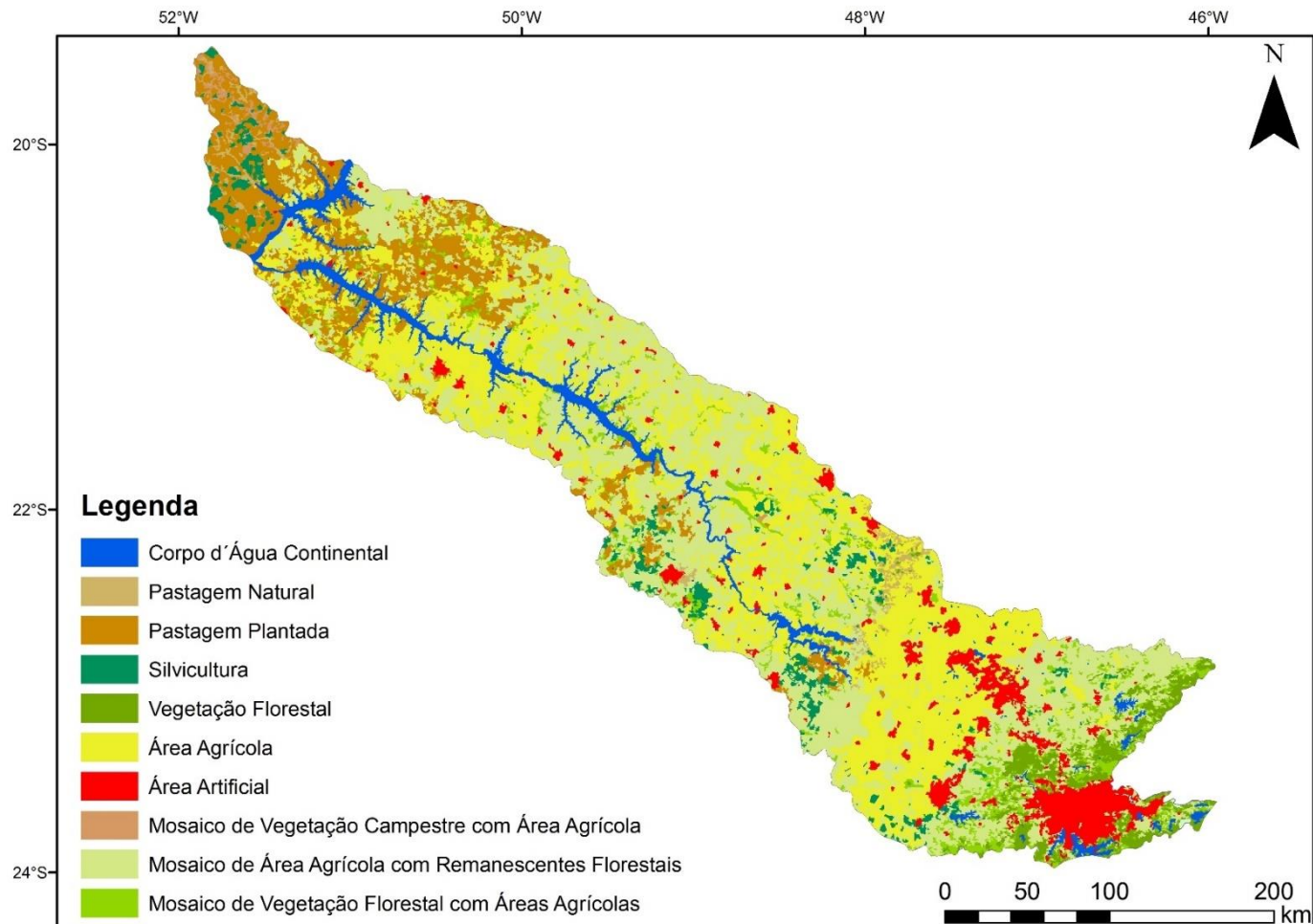
Materiais e métodos

■ Área de estudo



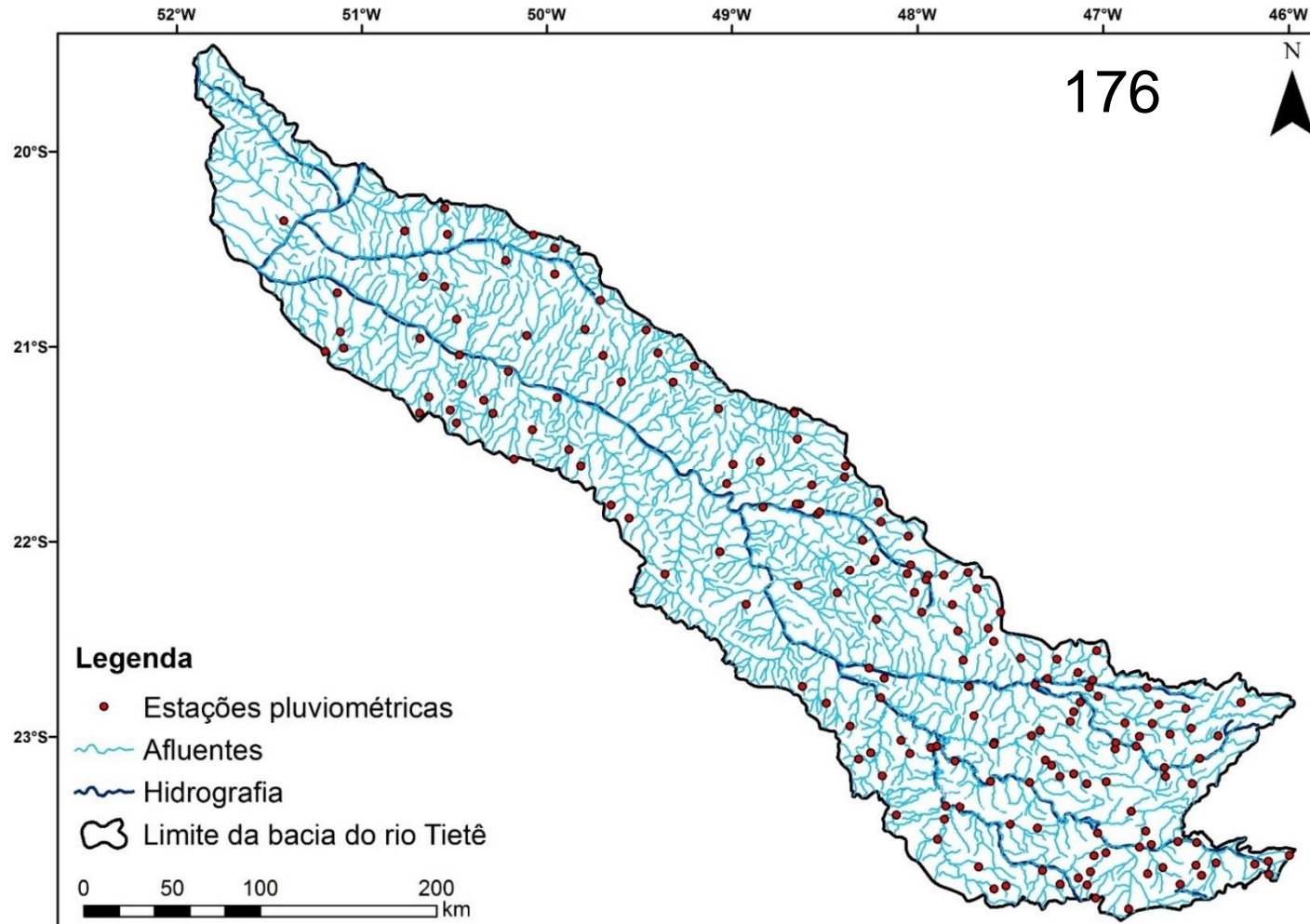
Materiais e métodos

- Caracterização do uso e ocupação do solo



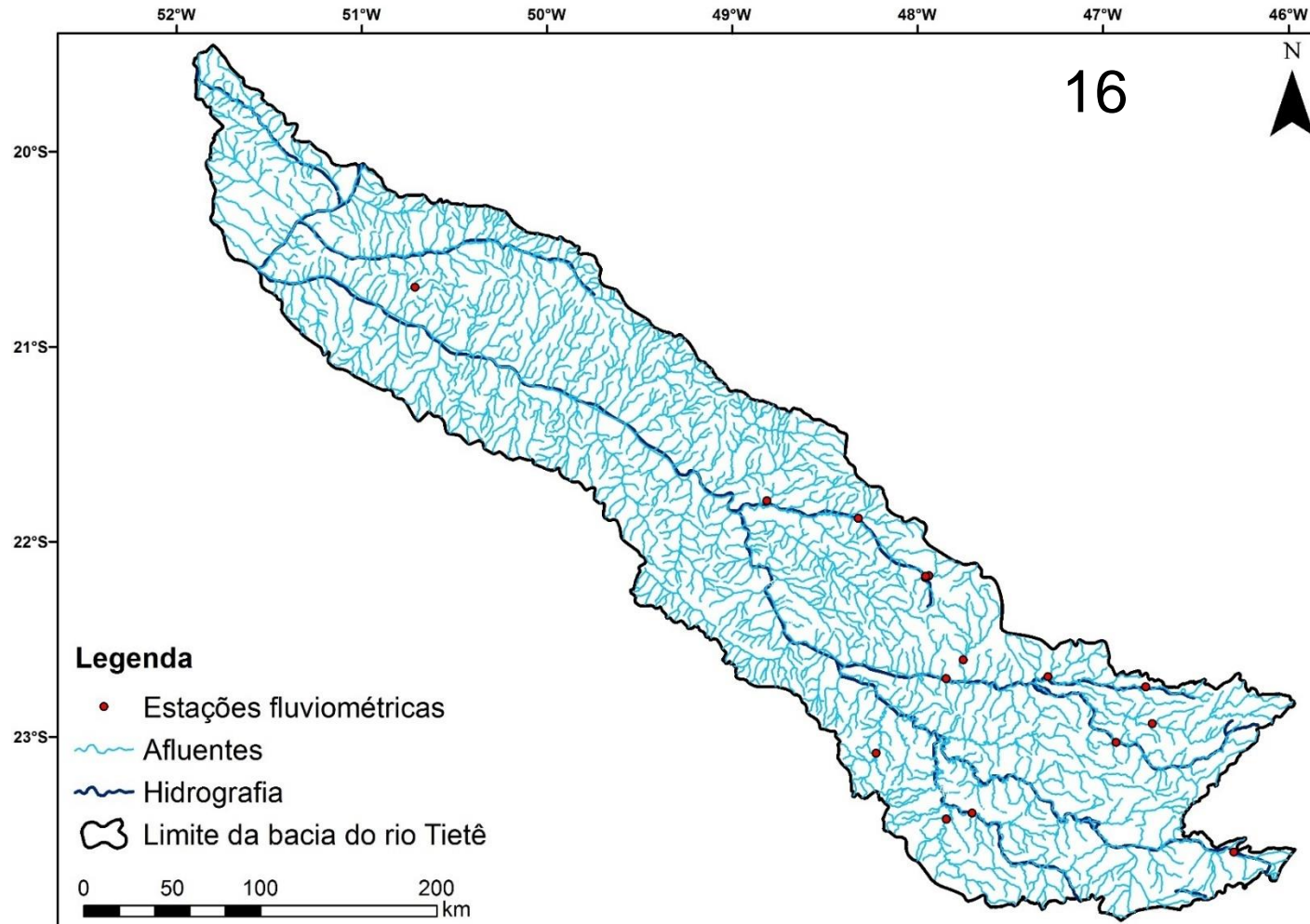
Materiais e métodos

- Localização das estações pluviométricas



Materiais e métodos

- Localização das estações fluviométricas



Materiais e métodos

▪ Teste de Mann-Kendall:

- ✓ Não-paramétrico;
- ✓ Recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM);
- ✓ Utilizado na identificação de tendências crescentes ou decrescentes em séries temporais longas;
- ✓ Foi aplicado nos dados de médias anuais de vazão e precipitação anual acumulada;
- ✓ Foi adotado um nível de significância estatística de 95%.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (1)$$

$$\text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & \text{se } (x_i - x_j) > 0 \\ 0, & \text{se } (x_i - x_j) = 0 \\ -1, & \text{se } (x_i - x_j) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{VAR}(S) = \frac{\{n(n-1)(2n+5) - \sum_{j=1}^n t_j(t_j-1)(2t_j+5)\}}{18} \quad (3)$$

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S-1}{[\text{VAR}(S)]^{1/2}}, & \text{se } S > 0 \\ 0, & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{[\text{VAR}(S)]^{1/2}}, & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

em que x_i e x_j são os valores da série (anual) nos anos i e j , respectivamente; t_j é o número de dados com valores iguais em determinado grupo; e n é o número de grupos contendo valores iguais na série de dados em grupo j .

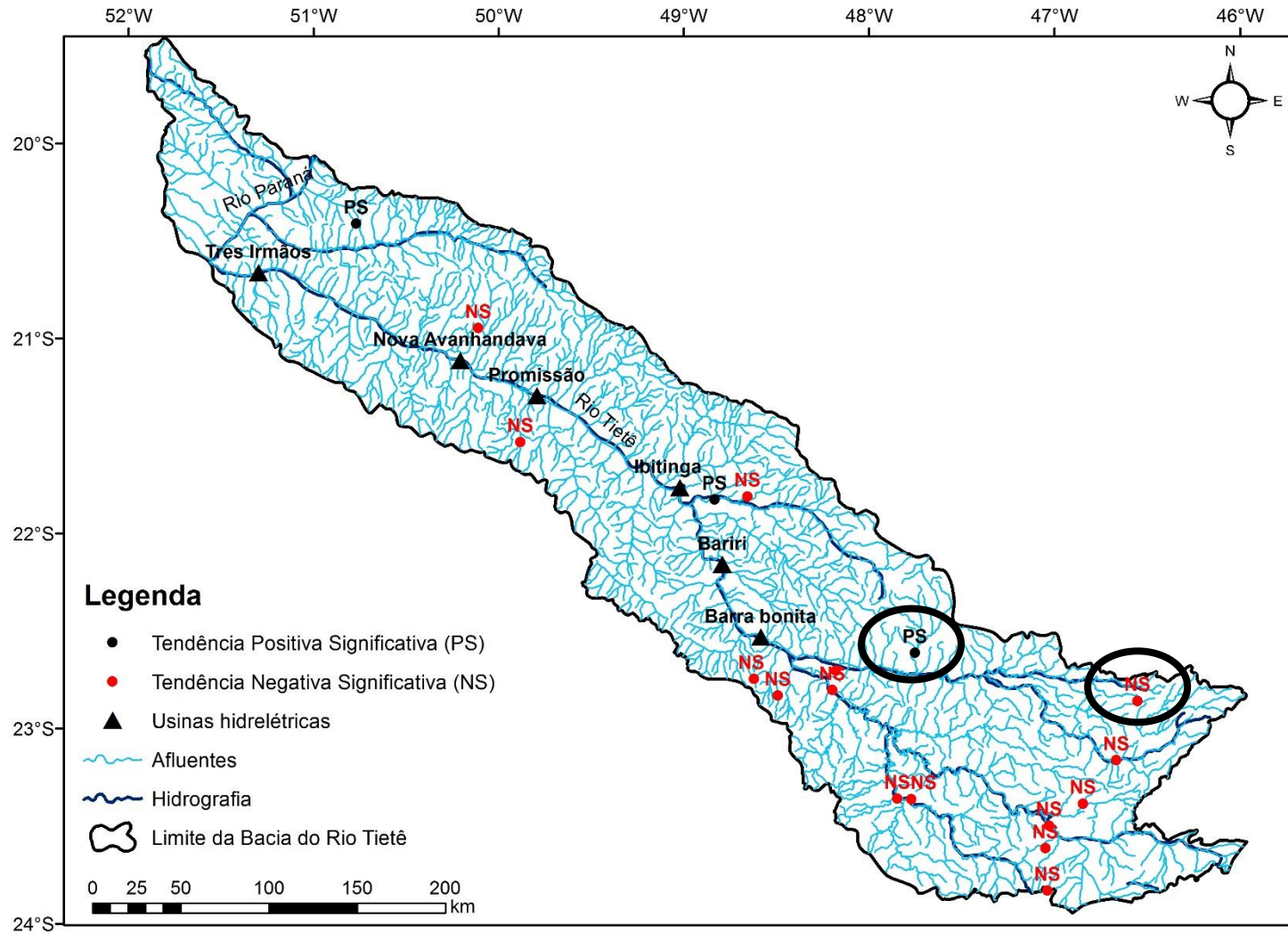
Resultados e discussões

- Análise das tendências:

Variável	Tendências negativas		Tendências positivas	
	Não significativas	Significativas	Não significativas	Significativas
Precipitação	99	15	59	3
Vazão	8	3	4	1

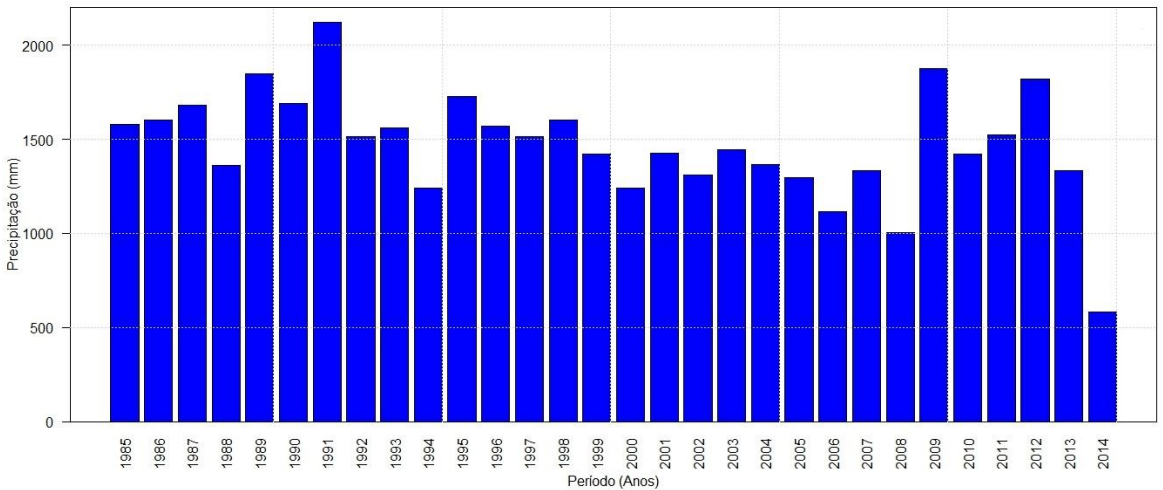
Resultados e discussões

- Distribuição espacial das tendências significativas de precipitação



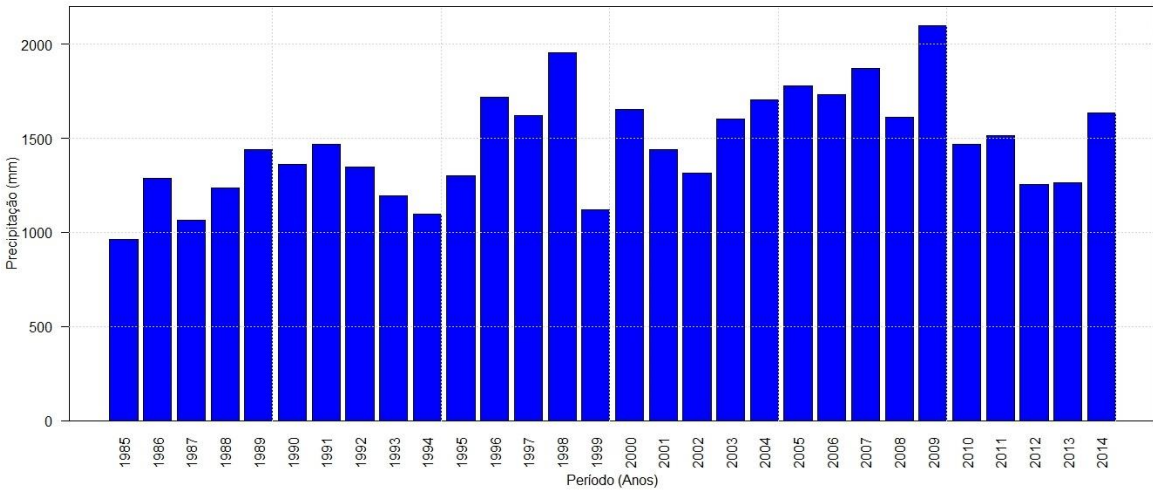
Resultados e discussões

- Precipitação acumulada anual



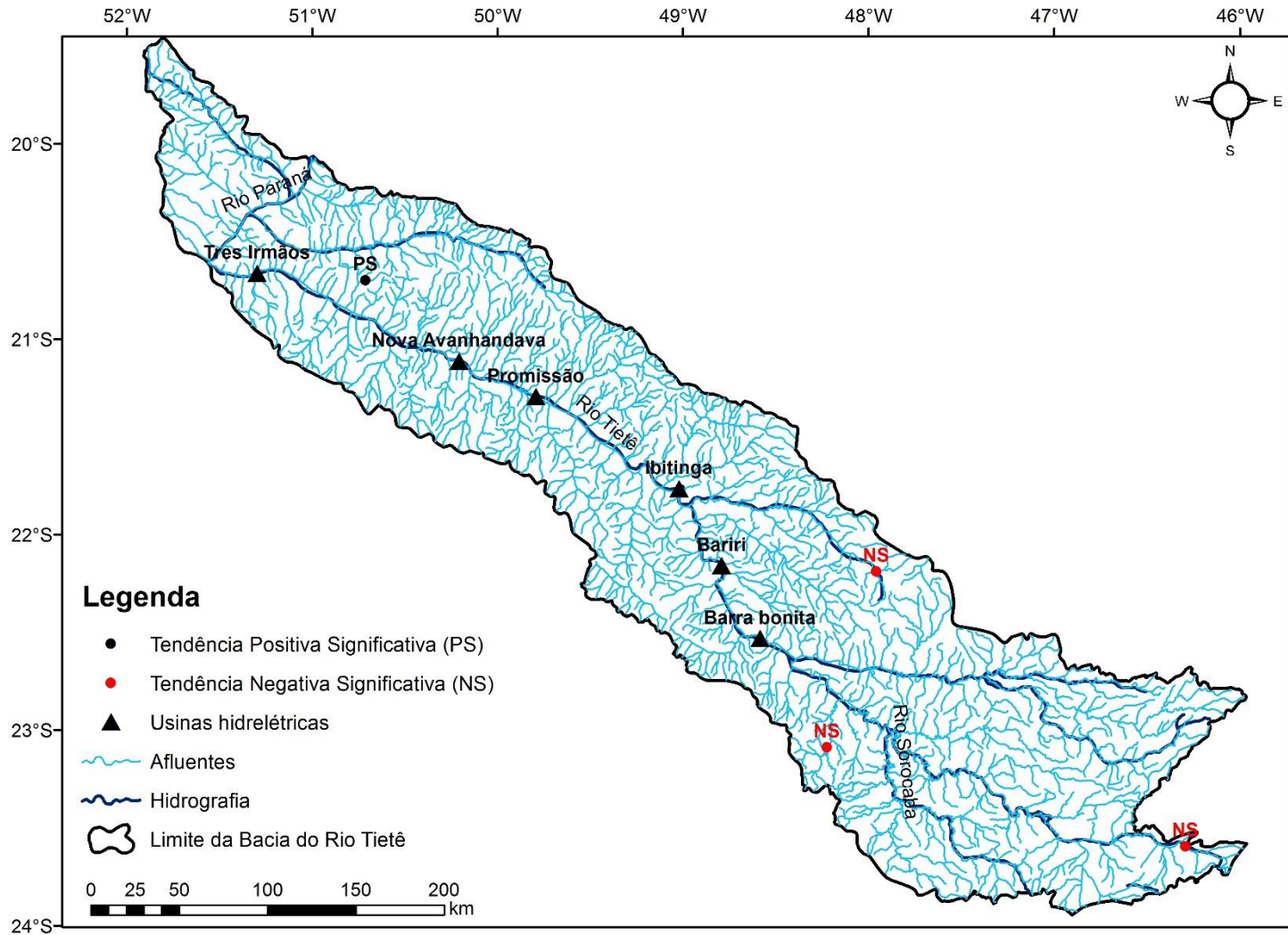
Tendência significativa: negativa
estação pluviométrica localizada no município de **Pedra Bela**

Tendência significativa: positiva
estação pluviométrica localizada no município de **Charqueada**



Resultados e discussões

- Distribuição espacial das tendências significativas de vazão



Conclusões

- Este trabalho avaliou a tendência de vazão e precipitação da bacia do rio Tietê;
- A partir dos resultados encontrados, observou-se que a precipitação pluvial total anual apresenta tendência decrescente na maior parte das estações estudadas, principalmente no alto Tietê, onde está localizada a maior parte das áreas urbanas;
- Os resultados mostraram também que há uma tendência de diminuição da vazão em alguns afluentes da bacia do rio Tietê;
- Se este cenário se consolidar, haverá o risco na disponibilidade de recursos hídricos nos diversos setores da bacia do rio Tietê, tais como: abastecimento público e industrial, agropecuária e produção de energia;
- Portanto, deve-se considerar um manejo sustentável dos recursos hídricos na região.



IAG - USP

Analysis of spatial distribution of observed ground-based data and large scale modelling of the Paraná River Basin

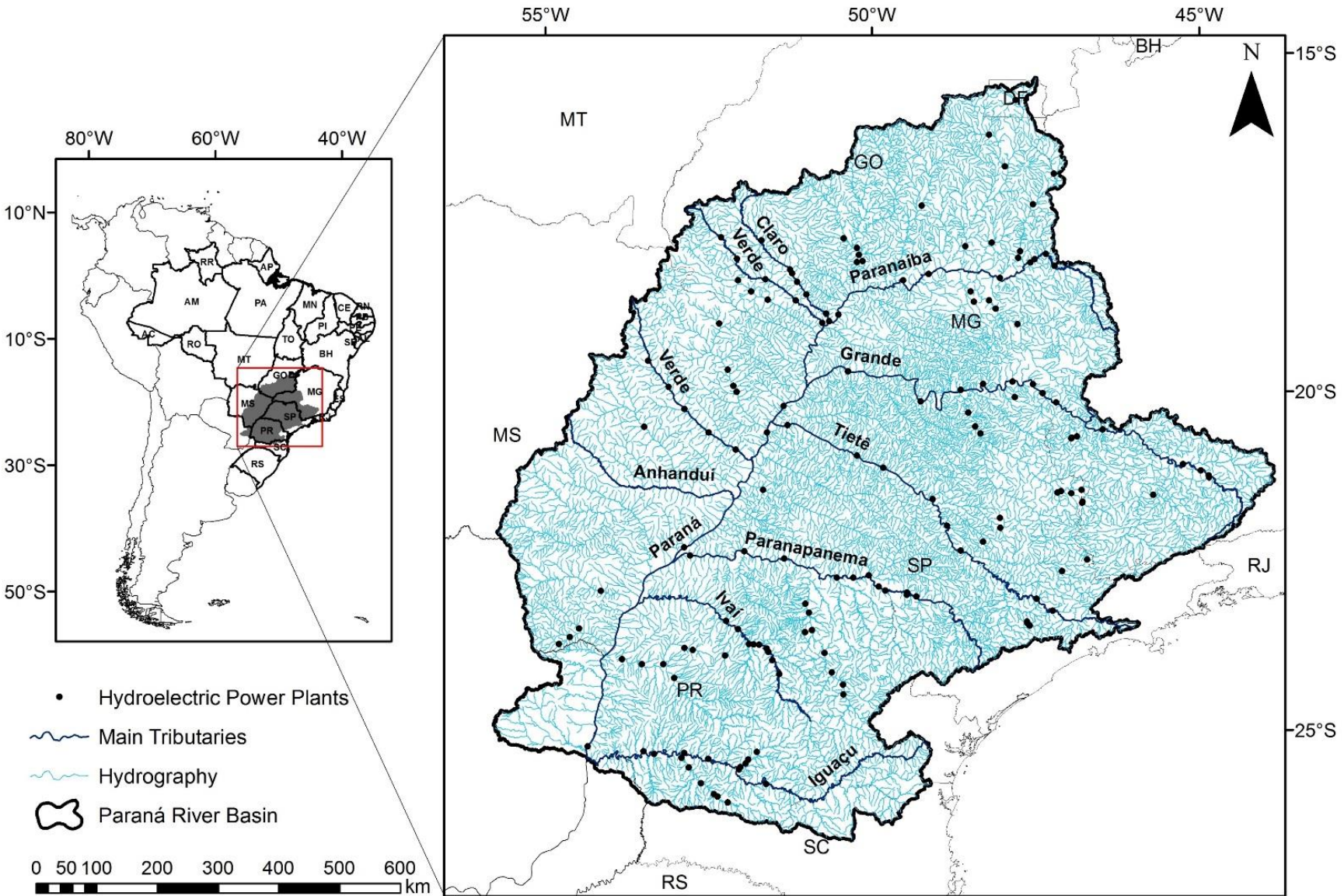
Sameh A. Abou Rafee¹, Anderson Rudke², Thais Fujita², Marcos Morais², Eliane Santos¹, Ricardo Hallak¹, Rodrigo Souza³, Leila Martins², Jorge Martins², Edmilson Freitas¹

¹Department of Atmospheric Sciences, University of São Paulo, São Paulo, Brazil, ²Federal University of Technology – Parana, Londrina, Brazil, ³Amazonas State University – Amazonas, Manaus, Brazil

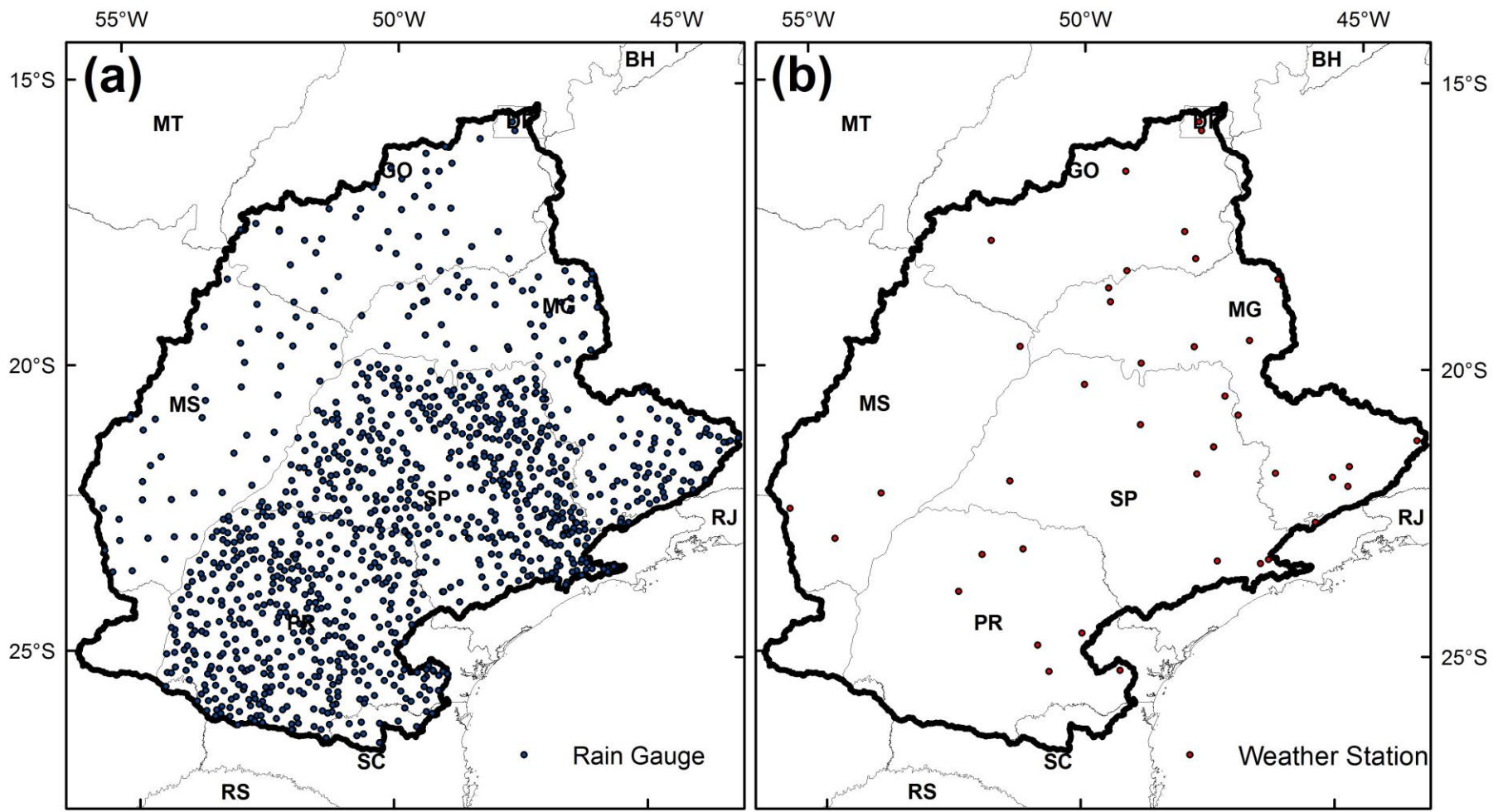
Objective

- The main objective of this work was to evaluate the spatial distribution of climate variables that constitute the most important driving input data of watershed models, as well as modelling the stream flow of Paraná River Basin (PRB).

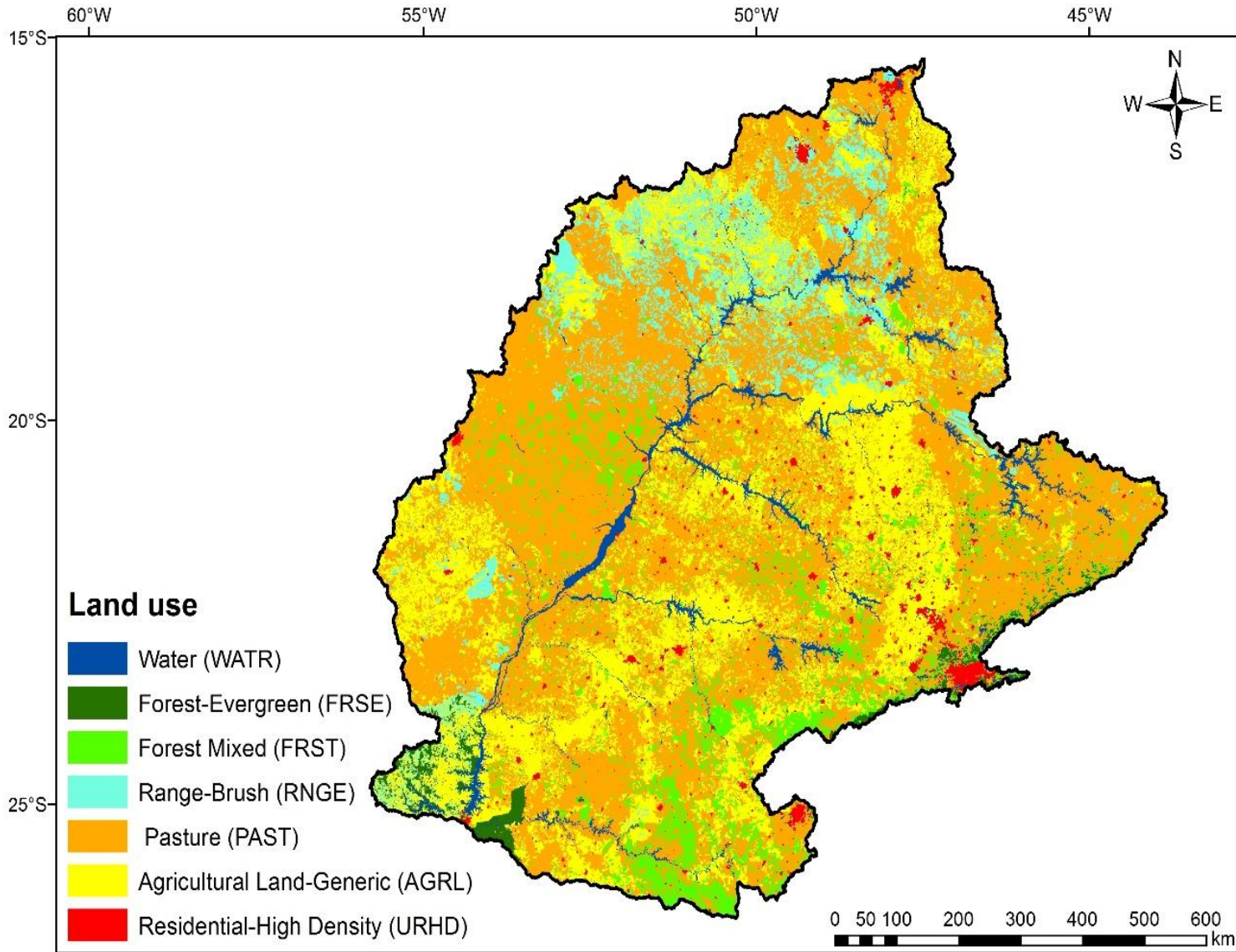
Study area



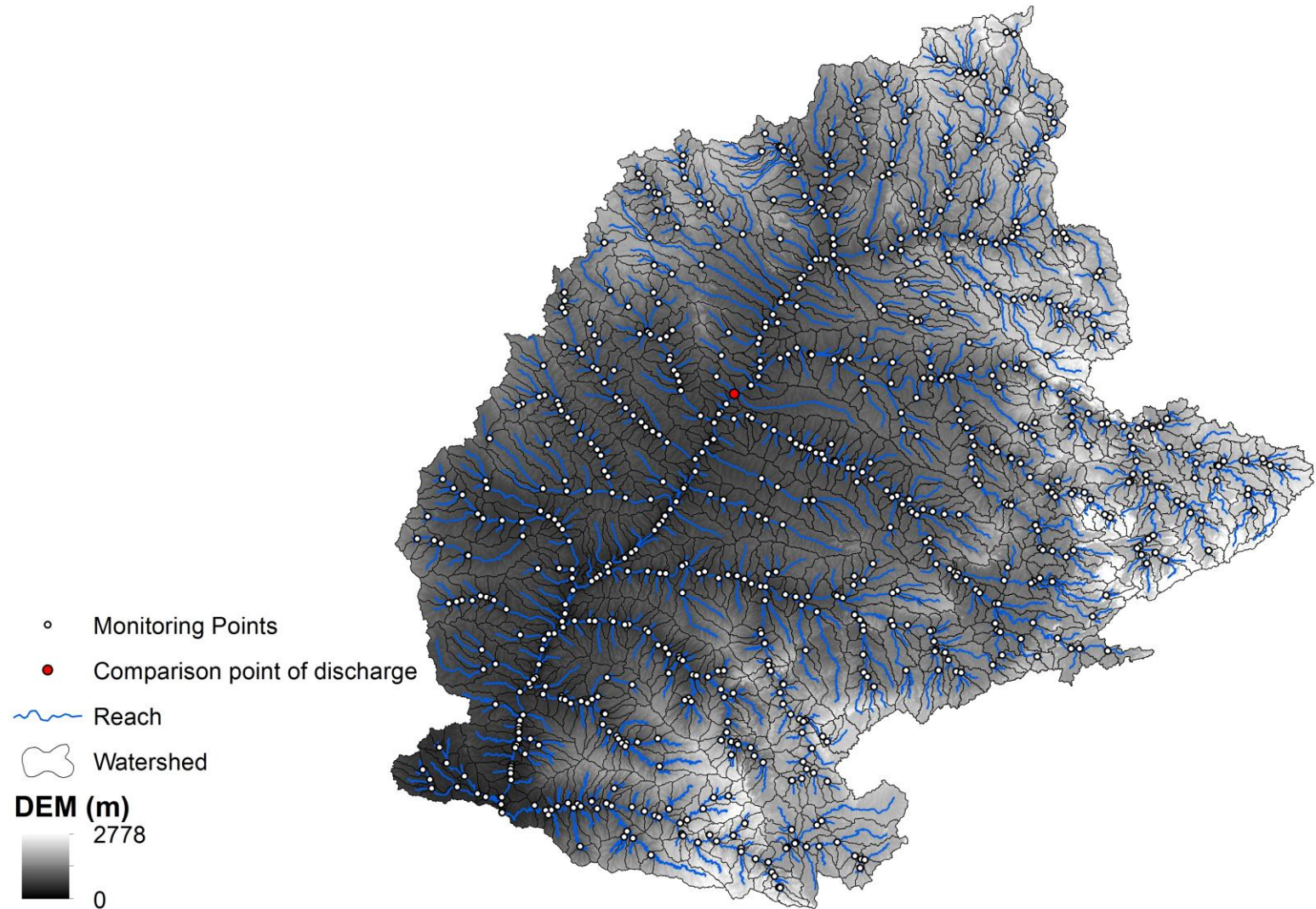
Model and input data



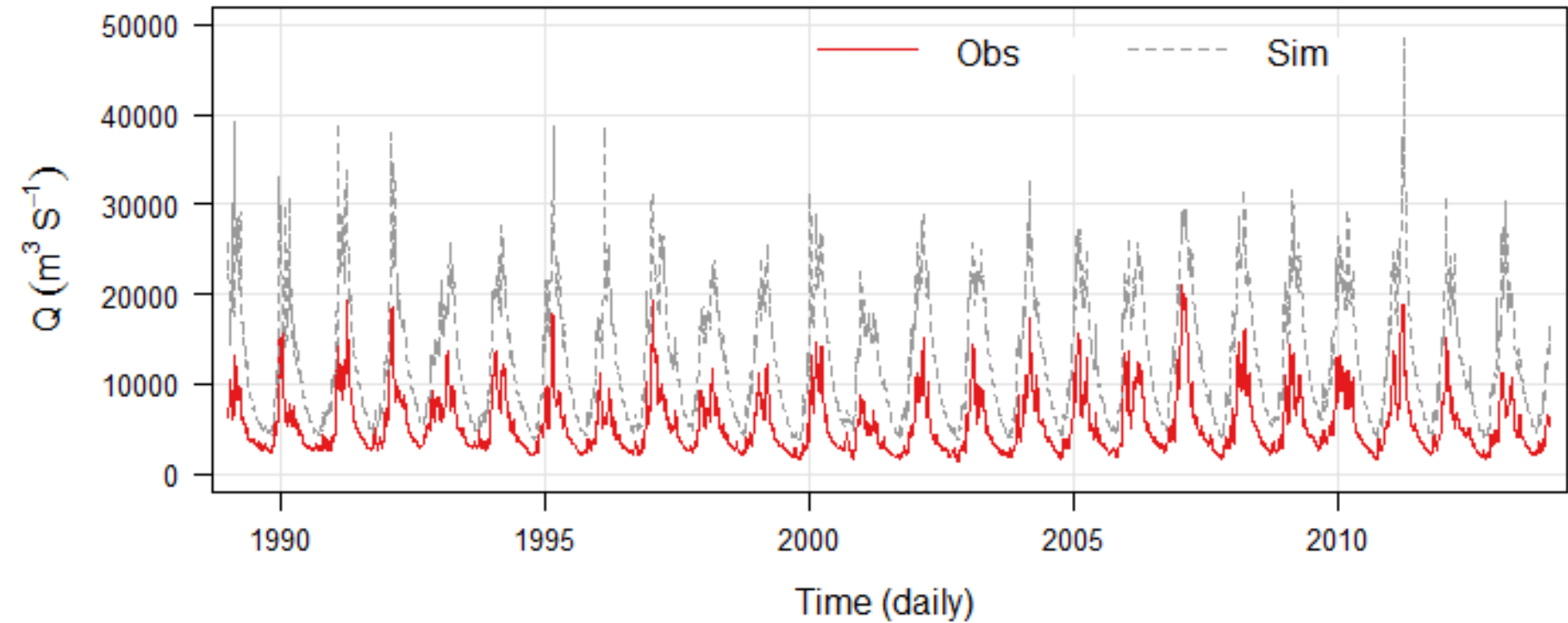
Model and input data



Results and discussion



Results and discussion



Concluding remarks

- We presented here the spatial distribution of long-term of climate data and the ability of the model to represent discharge over PRB.
- The proposed of this work was organize the input database for model and its initial response, which was satisfactory.
- The next step will be calibrate and validate the outlets of the PRB which have a observed data, as well as apply climate and land use change scenarios.