

**Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da  
Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região  
Marinha e Costeira Adjacente**

**RELATÓRIO ANUAL:**

**Anexo 3 Dulcícola – Caracterização Hidrológica Global**

**RT-18D RRDM/NOV19**

**Coordenação Geral**

Adalto Bianchini

Alex Cardoso Bastos

Edmilson Costa Teixeira

Eustáquio Vinícius de Castro

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Vitória,

Novembro de 2019

## COORDENAÇÕES

### **Anexo 1**

Adalto Bianchini (FURG)

### **Anexo 3**

Edmilson Costa Teixeira (UFES)

Fabian Sá (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

Gilberto Fonseca Barroso (UFES)

#### **Subprojetos**

Alessandra Delazari Barroso (FAESA)

Alex Cardoso Bastos (UFES)

Ana Cristina Teixeira Bonecker (UFRJ)

Anderson Geyson Alves de Araújo (UFES)

Björn Gücker (UFSJ)

Camilo Dias Júnior (UFES)

Daniel Rigo (UFES)

Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna (UFOP)

Gilberto Amado Filho (IPJB) *in memoriam*

Gilberto Fonseca Barroso (UFES)

Iola Gonçalves Boechat (UFSJ)

Leila Lourdes Longo (UFRB)

Leonardo Tavares Salgado (IPJB)

Luís Fernando Loureiro (UFES)

Marco Aurélio Caiado (IFES)

Renato David Ghisolfi (UFES)

Renato Rodrigues Neto (UFES)

Rodrigo Leão de Moura (UFRJ)

Valéria da Silva Quaresma (UFES)

Valéria de Oliveira Fernandes (UFES)

Vanya Marcia Duarte Pasa (UFMG)

### **Anexo 4**

Jacqueline Albino (UFES)

#### **Subprojetos**

Karla Costa (UFES)

Maria Tereza Carneiro (UFES)

### **Anexo 5**

Diolina Moura Silva (UFES)

Mônica Tognella (UFES)

### **Anexo 6**

Agnaldo Silva Martins (UFES)

#### **Subprojetos**

Ana Paula Cazerta Farro (UFES)

Leandro Bugoni (FURG)

Sarah Vargas (UFES)

### **Anexo 7**

Maurício Hostim (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

#### **Subprojetos**

Carlos W. Hackradt (UFESB)

Fabiana Felix Hackradt (UFESB)

Jean-Christophe Joyeux (UFES)

Luís Fernando Duboc (UFV)

### **Anexo 8**

Heitor Evangelista (UERJ)

#### **Coordenação Técnica (CTEC)**

Alex Cardoso Bastos

Lara Gabriela Magioni Santos

Laura Silveira Vieira Salles

Tarcila Franco Menandro

#### **Coordenação Escritório de Projetos**

Eustáquio Vinicius Ribeiro de Castro

Patrícia Bourguignon Soares

Paulo Roberto Filgueiras

Valdemar Lacerda Junior

Walter Luiz Alda Junior

#### **Coordenação Núcleo de Atuação Integrada em Rede (NAIR)**

Edmilson Costa Teixeira

Karla Libardi Gallina

Andressa Christiane Pereira

Anna Paula Lage Ribeiro

Caroline De Marchi Pignaton

Paulo Eduardo Marques

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>13</b>
2.1	CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA GLOBAL PARA COMPREENSÃO DO APORTE DE ÁGUA DOCE NO SISTEMA ESTUARINO-MARINHO DO RIO DOCE .....	13
2.1.1	Pluviometria .....	14
2.1.2	Fluviometria.....	30
2.1.3	Modelagem hidrológica .....	36
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>55</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA GLOBAL PARA COMPREENSÃO DO APORTE DE ÁGUA DOCE NO SISTEMA ESTUARINO-MARINHO DO RIO DOCE .....	55
3.1.1	Pluviometria .....	55
3.1.2	Fluviometria.....	114
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>141</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espacialização das estações pluviométricas de longa série histórica na bacia do rio Doce .	17
Figura 2: Espacialização das estações pluviométricas operadas pelo CEMADEN e localizadas na bacia do rio Doce, que apresentam dados diariamente disponibilizados na internet.....	23
Figura 3: Espacialização das estações telemétricas localizadas na bacia do rio Doce, com dados disponibilizadas na base de dados HIDRO – Telemetria, da ANA.....	27
Figura 4: Posição geográfica das estações pluviométricas para as quais foram realizados cálculos dos totais pluviométricos mensais.....	29
Figura 5: Espacialização das estações fluviométricas na bacia do rio Doce a montante de Linhares .	31
Figura 6: Mapa das subbacias e trechos do rio Doce .....	34
Figura 7: MDE da bacia do rio Doce .....	39
Figura 8: Mapa de Uso e Ocupação do solo da bacia do rio Doce .....	40
Figura 9: Mapa pedológico da bacia do rio Doce .....	41
Figura 10: Posição das estações fluviométricas e sub-bacias a montante das mesmas .....	43
Figura 11: Resultado da simulação hidrológica na etapa anterior à calibração .....	48
Figura 12: Gráfico calibração do modelo (vazão simulada vs vazão observada ao longo do período)	50
Figura 13: Gráfico validação do modelo (vazão simulada vs vazão observada ao longo do período) .	51
Figura 14: Divisão da bacia do rio Doce para análise do aporte de água por região .....	52
Figura 15: Espacialização das estações telemétricas ao longo da bacia do rio Doce.....	54
Figura 16: Resultado da interpolação dos valores de precipitação média anual entre 1985 e 2014 de 90 estações pluviométricas da bacia do rio Doce utilizando o interpolador IDW .....	58
Figura 17 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Malacacheta (Código ANA 1742017) .....	59
Figura 18 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Serro (Código ANA 1843011).....	60
Figura 19 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Belo Oriente (Código ANA 1942030) .....	60

Figura 20 Média da precipitação mensal entre 1985-2017 média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Tumiritinga (Código ANA 1841011).....	61
Figura 21 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Colégio Caraça (Código ANA 2043059).....	61
Figura 22 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Laranja da Terra (Código ANA 1941008).....	62
Figura 23 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Matipó (Código ANA 2042017).....	62
Figura 24: Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Piranga (Código ANA 2043010).....	63
Figura 25: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 1.....	65
Figura 26: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 2.....	67
Figura 27: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 3.....	69
Figura 28: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 4.....	71
Figura 29: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 5.....	73
Figura 30: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 6.....	75
Figura 31: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 7.....	77
Figura 32: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 8.....	79
Figura 33: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 9.....	81

Figura 34: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 10.....	83
Figura 35: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 11.....	85
Figura 36: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 12.....	87
Figura 37: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 1 .....	90
Figura 38. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 2 .....	92
Figura 39. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 3 .....	94
Figura 40. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 4 .....	96
Figura 41. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 5 .....	98
Figura 42. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 6 .....	100
Figura 43. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 7 .....	102
Figura 44. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 8 .....	104
Figura 45. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 9 .....	106
Figura 46. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 10 .....	108
Figura 47. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 11 .....	110
Figura 48. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 12 .....	112
Figura 49. Deflúvio areal médio em L/s.km <sup>2</sup> nas diversas bacias das estações fluviométricas da bacia do rio Doce.....	116

Figura 50 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 1 (22 a 27 de outubro de 2018) .....	120
Figura 51 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 2 (19 a 23 de novembro de 2018).....	120
Figura 52 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 3 (10 a 14 de dezembro de 2018).....	121
Figura 53 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 4 (14 a 18 de janeiro de 2019).....	121
Figura 54 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 5 (11 a 15 de fevereiro de 2019) .....	122
Figura 55 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 6 (18 a 22 de março de 2019) .....	122
Figura 56 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 7 (8 a 12 de abril de 2019).....	123
Figura 57 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 8 (13 a 17 de maio de 2019).....	123
Figura 58 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 9 (10 a 14 de junho de 2019).....	124
Figura 59 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 10 (15 a 19 de julho de 2019).....	124
Figura 60. Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 11 (5 a 11 de agosto de 2019).....	125
Figura 61: Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 12 (9 a 15 de setembro de 2019).....	125
Figura 62. Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 1 (22 a 27 de outubro de 2019) .....	127
Figura 63. Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 2 (19 a 23 de novembro de 2019) .....	127
Figura 64. Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 3 (10 a 14 de dezembro de 2019) .....	128
Figura 65 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 4 (14 a 18 de janeiro de 2019) .....	128

Figura 66 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 5 (11 a 15 de fevereiro de 2019) .....	129
Figura 67 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 6 (18 a 22 de março de 2019) .....	129
Figura 68 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 7 (8 a 12 de abril de 2019) .....	130
Figura 69 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 8 (13 a 17 de maio de 2019) .....	130
Figura 70 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 9 (10 a 14 de junho de 2019) .....	131
Figura 71 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 10 (15 a 19 de julho de 2019).....	131
Figura 72 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 11 (12 a 16 de agosto de 2019) .....	132
Figura 73 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 12 (16 a 20 de setembro de 2019) .....	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estações pluviométricas de longa série histórica na bacia do rio Doce .....	14
Tabela 2: Estações pluviométricas operadas pelo CEMADEM com dados atuais .....	18
Tabela 3: Estações pluviométricas disponibilizadas pela base de dados HIDRO – Telemetria, da ANA .....	24
Tabela 4: Análise da consistência de dados fluviométricos das 38 estações da bacia do rio Doce .....	32
Tabela 5: Campanhas e períodos analisados (semana anterior a cada campanha e períodos de amostragens) .....	35
Tabela 6: Características das estações fluviométricas utilizadas na etapa de calibração do modelo SWAT .....	44
Tabela 7: Estações pluviométricas de longa série histórica utilizadas na modelagem hidrológica .....	45
Tabela 8: Parâmetros calibrados.....	49
Tabela 9: Estações telemétricas utilizadas para análise pluviométrica 7 dias antes de cada amostragem .....	53
Tabela 10: Análise estatística dos valores dos totais pluviométricos anuais de estações pluviométricas localizadas na bacia do rio Doce que apresentaram dados entre 1985 a 2014 .....	55
Tabela 11: Dados pluviométricos na semana anterior à campanha 1 o total pluviométrico .....	64
Tabela 12: Dados pluviométricos da semana anterior à a campanha 2 e o total pluviométrico .....	66
Tabela 13: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 3 e o total pluviométrico .....	68
Tabela 14: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 4 e o total pluviométrico .....	70
Tabela 15: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 5 e o total pluviométrico .....	72
Tabela 16: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 6 e o total pluviométrico .....	74
Tabela 17: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 7 e o total pluviométrico .....	76
Tabela 18: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 8 e o total pluviométrico .....	78
Tabela 19: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 9 e o total pluviométrico .....	80
Tabela 20: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 10 e o total pluviométrico .....	82
Tabela 21: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 11 e o total pluviométrico .....	84
Tabela 22: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 12 e o total pluviométrico .....	86

Tabela 23: Dados pluviométricos durante a campanha 1 e o total pluviométrico.....	89
Tabela 24: Dados pluviométricos durante a campanha 2 e o total pluviométrico.....	91
Tabela 25. Dados pluviométricos durante a campanha 3 e o total pluviométrico.....	93
Tabela 26. Dados pluviométricos durante a campanha 4 e o total pluviométrico.....	95
Tabela 27. Dados pluviométricos durante a campanha 5 e o total pluviométrico.....	97
Tabela 28. Dados pluviométricos durante a campanha 6 e o total pluviométrico.....	99
Tabela 29. Dados pluviométricos durante a campanha 7 e o total pluviométrico.....	101
Tabela 30. Dados pluviométricos durante campanha 8 e o total pluviométrico.....	103
Tabela 31. Dados pluviométricos durante campanha 9 e o total pluviométrico.....	105
Tabela 32. Dados pluviométricos durante a campanha 10 e o total pluviométrico.....	107
Tabela 33. Dados pluviométricos durante a campanha 11 e o total pluviométrico.....	109
Tabela 34. Dados pluviométricos durante a campanha 12 e o total pluviométrico.....	111
Tabela 35. Análise estatística dos dados fluviométricos: médias das vazões médias, médias das máximas e médias das mínimas de cada estação .....	114
Tabela 36. Vazão das subbacias hidrográficas por relação de área.....	117
Tabela 37. Tempo de detenção em dias na lagoa Aimorés nos 7 dias que antecedem as campanhas .....	126
Tabela 38: Tempo de detenção em dias na lagoa Aimorés durante as campanhas.....	133
Tabela 39 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 1, 2 e 3.....	134
Tabela 40 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 4, 5 e 6.....	134
Tabela 41 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 7, 8 e 9.....	135
Tabela 42 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 10, 11 e 12.....	135
Tabela 43 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 1, 2 e 3.....	137

Tabela 44 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 4, 5 e 6 .....	138
Tabela 45 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 7, 8 e 9 .....	138
Tabela 46 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 10, 11 e 12 .....	138

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Compatibilidade de estações para complementação de dados recentes.....	28
Quadro 2: Parâmetros utilizados na calibração do modelo .....	49

## **ANEXO 3 – Monitoramento e Avaliação do Impacto no Ambiente Dulcícola**

### **SUB-PROJETO: Caracterização Hidrológica Global para Compreensão do Aporte de Água Doce no Ambiente Estuarino-Marinho do Rio Doce**

#### **1 INTRODUÇÃO**

O conhecimento acerca do regime hidrológico dos rios constitui informação básica para a tomada de decisão em diversas áreas do conhecimento, sobretudo para estudiosos interessados nas questões relacionadas ao planejamento ambiental e do uso dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica. O regime de escoamento em uma bacia hidrográfica, bem como suas intensidades e sazonalidades, poderão ser fortemente influenciados pelos efeitos climáticos, refletindo os padrões de precipitação e circulação geral da atmosfera. Para a compreensão hidrológica das bacias hidrográficas, a geologia, morfometria da bacia, solos e vegetação, assim como os aspectos climáticos, interagem entre si para determinar o padrão natural sazonal de variação do escoamento (PETTS & FOSTER, 1990). A variabilidade do regime hidrológico é controlada por diversos elementos que caracterizam a bacia hidrográfica, tais como litologia, relevo, solos, cobertura vegetal e também por fatores climáticos, tais como precipitação, radiação solar, evaporação e velocidade do vento (TUCCI, 2002).

Neste trabalho, foram realizadas análises hidrológicas, por meio da criação/complementação de uma base de dados, análise dos dados, estudos quantitativos e por fim modelagem matemática utilizando o modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), com o intuito de simular o fluxo de água e, assim, caracterizar hidrológicamente a bacia do rio Doce e compreender o aporte de água doce no ambiente estuarino-marinho do rio Doce.

#### **2 METODOLOGIA**

##### **2.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA GLOBAL PARA COMPREENSÃO DO APORTE DE ÁGUA DOCE NO SISTEMA ESTUARINO-MARINHO DO RIO DOCE**

Neste item, está apresentada a metodologia seguida para o conhecimento do funcionamento hidrológico da bacia do rio Doce. Este está apresentado em subitens:

- Pluviometria;
- Fluviometria;
- Modelagem hidrológica.

## 2.1.1 Pluviometria

Neste item está descrita a metodologia seguida durante os estudos sobre a pluviometria da bacia do rio Doce e é dividido em três subitens: (1) Série histórica e distribuição das chuvas na bacia do rio Doce, (2) Comparação entre a pluviosidade mensal da série histórica e a pluviosidade mensal durante o primeiro ano do PMBA, e (3) Totais pluviométricos no período antecedente às campanhas de monitoramento.

### 2.1.1.1 Série histórica e distribuição das chuvas na bacia do rio Doce

As estações pluviométricas existentes no interior e áreas limdeiras da bacia do Rio Doce foram identificadas por meio de consultas aos bancos de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

As estações existentes tiveram suas posições geográficas determinadas em shapefile e seus dados foram analisados em termos de consistência, disponibilidade e modo de obtenção, tendo as mesmas sido divididas em dois grupos: (1) As estações que possuem longa série histórica e, (2) As estações que apresentam dados diários atuais.

No grupo das estações de longa série histórica, ocorrem as com séries descontinuadas e as que tiveram coleta de dados interrompidas. Assim, foram escolhidas aquelas com pelo menos 30 anos de dados contínuos entre 1985 e 2014, período em que os dados disponibilizados pela ANA se encontram consistidos. Este grupo é composto por 90 estações, todas operadas pela Agência Nacional de Água e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (ANA/CPRM).

A Tabela 1 apresenta dados das estações que apresentam longa série histórica, enquanto a Figura 1 apresenta a espacialização das mesmas ao longo da bacia do rio Doce.

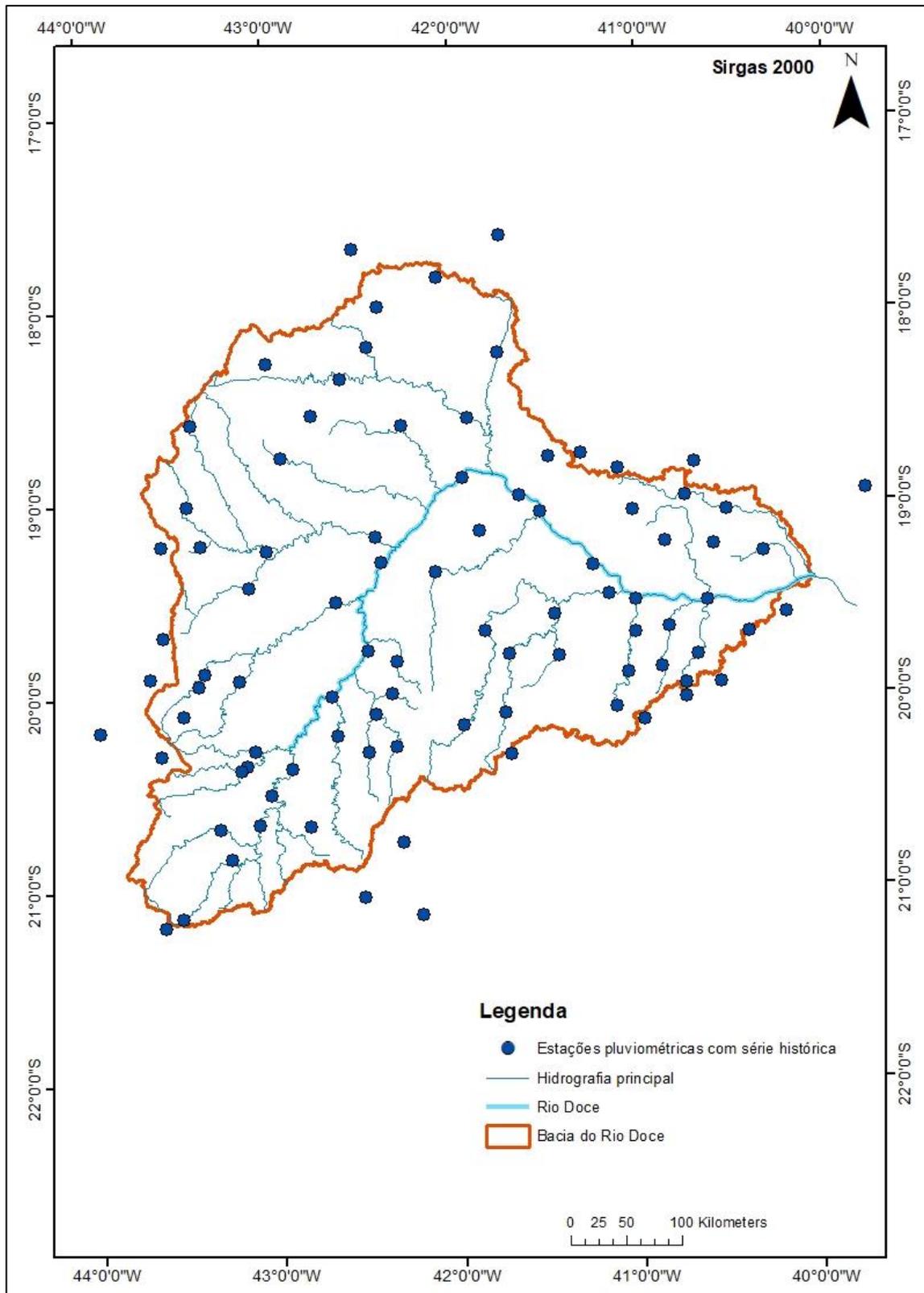
Tabela 1: Estações pluviométricas de longa série histórica na bacia do rio Doce

Resp./Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude
ANA/CPRM	2042010	Abre Campo	-20.69055556	-43.29944444
ANA/CPRM	2043009	Acaiaca Jusante	-20.67027778	-43.08805556
ANA/CPRM	2041023	Afonso Cláudio montante	-20.3625	-43.14388889
ANA/CPRM	1742019	Água Boa	-20.39	-43.18027778
ANA/CPRM	1840000	Águia Branca	-17.84555556	-42.07555556
ANA/CPRM	1941012	Alto Rio Novo	-17.99222222	-42.39388889
ANA/CPRM	1941006	Assaraí montante	-18.57472222	-41.91777778
ANA/CPRM	1941003	Baixo Guandu	-18.23861111	-41.74861111
ANA/CPRM	1940016	Barra de São Gabriel	-18.88305556	-41.95027778
ANA/CPRM	1941005	Barra do Cuieté jusante	-18.77694444	-41.48277778
ANA/CPRM	1839006	Barra Nova	-18.55277778	-42.76416667

Resp./Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude
ANA/CPRM	1942030	Belo Oriente	-19.31638889	-42.39611111
ANA/CPRM	2042014	Bicuiba	-18.59277778	-43.4125
ANA/CPRM	1942002	Bom Jesus do Galho	-18.61194444	-42.27861111
ANA/CPRM	2043026	Braz Pires	-18.97638889	-41.64027778
ANA/CPRM	1942031	Cachoeira dos Óculos montante	-19.76944444	-42.47694444
ANA/CPRM	1943010	Caeté	-18.36305556	-42.60222222
ANA/CPRM	1940020	Caldeirão	-18.27972222	-43.00055556
ANA/CPRM	1841003	Campanário	-18.77222222	-42.93111111
ANA/CPRM	1742014	Capelinha	-18.20111111	-42.45277778
ANA/CPRM	1940005	Cavalinho	-19.79888889	-41.70611111
ANA/CPRM	1840010	Cedrolândia	-19.06166667	-41.53277778
ANA/CPRM	1841018	Central de Minas	-19.67833333	-41.83611111
ANA/CPRM	1940006	Colatina - Corpo de Bombeiros	-19.16166667	-41.86222222
ANA/CPRM	2043059	Colégio Caraça	-19.01666667	-43.44416667
ANA/CPRM	1943002	Conc. do Mato Dentro	-19.44027778	-43.11861111
ANA/CPRM	1842005	Coroaci	-19.59472222	-41.45805556
ANA/CPRM	2143003	Desterro do Melo	-19.2175	-43.37416667
ANA/CPRM	1841019	Divino de Laranjeiras	-19.99888889	-42.3475
ANA/CPRM	1942008	Dom Cavati	-19.25027778	-43.01444444
ANA/CPRM	2041008	Dores do Manhumirim	-19.34305556	-41.24611111
ANA/CPRM	2043056	Fazenda Água Limpa Jusante	-19.92277778	-43.17777778
ANA/CPRM	2042031	Fazenda Cachoeira D'Antas	-19.94527778	-43.40111111
ANA/CPRM	2043027	Fazenda Ocidente	-19.81111111	-41.43777778
ANA/CPRM	2043011	Fazenda Paraíso	-19.37361111	-42.105
ANA/CPRM	2142004	Fazenda Umbaúbas	-19.4925	-41.16166667
ANA/CPRM	2041048	Fazenda Vargem Alegre	-19.83361111	-42.31777778
ANA/CPRM	1943003	Ferros	-19.52472222	-42.64416667
ANA/CPRM	2040008	Garrafão (DNOS)	-19.88083333	-43.3675
ANA/CPRM	1841020	Governador Valadares	-20.10805556	-41.72833333
ANA/CPRM	1842007	Guanhães	-20.10361111	-42.44
ANA/CPRM	1941009	Ibituba	-20.29888889	-42.47805556
ANA/CPRM	1941000	Ipanema	-20.21472222	-42.65222222
ANA/CPRM	1940012	Itaimbé	-20.01138889	-42.67416667
ANA/CPRM	1941018	Itanhomi	-20.09694444	-43.48805556
ANA/CPRM	1940000	Itarana	-20.6825	-42.80666667
ANA/CPRM	1940022	Jacupemba	-20.38472222	-42.90277778
ANA/CPRM	1943024	José de Melo	-20.28555556	-43.09888889
ANA/CPRM	1741006	Ladainha	-20.8475	-43.24194444
ANA/CPRM	2043002	Lagoa Grande	-20.51666667	-43.01666667
ANA/CPRM	1941008	Laranja da Terra	-21.14916667	-43.52

Resp./Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude
ANA/CPRM	1742017	Malacacheta	-20.27722222	-42.32555556
ANA/CPRM	1841009	Mantenópolis	-20.17055556	-41.96111111
ANA/CPRM	1942029	Mario de Carvalho	-19.90111111	-41.05805556
ANA/CPRM	2042017	Matipó	-20.07861111	-41.12138889
ANA/CPRM	1943025	Morro do Pilar	-18.98555556	-40.74611111
ANA/CPRM	1941019	Mutum	-19.69111111	-41.02
ANA/CPRM	1942032	Naque Velho	-19.18861111	-42.42277778
ANA/CPRM	1940013	Novo Brasil	-19.52361111	-41.01416667
ANA/CPRM	1940009	Pancas	-19.53083333	-40.62305556
ANA/CPRM	2142002	Patrocínio do Muriaé	-19.2375	-40.59138889
ANA/CPRM	2043010	Piranga	-19.69222222	-40.39805556
ANA/CPRM	2042018	Ponte Nova jusante	-19.66361111	-40.83527778
ANA/CPRM	2043014	Porto Firme	-19.87444444	-40.87444444
ANA/CPRM	2042008	Raul Soares montante	-19.27416667	-40.32083333
ANA/CPRM	1941004	Resplendor jusante	-19.05777778	-40.51638889
ANA/CPRM	1940023	Rio Bananal	-19.22027778	-40.85333333
ANA/CPRM	2042011	Rio Casca	-19.05916667	-41.0275
ANA/CPRM	1943001	Rio Piracicaba	-19.80527778	-40.67888889
ANA/CPRM	1843012	Rio Vermelho	-19.955	-40.74166667
ANA/CPRM	1943007	Santa Barbara	-17.62944444	-41.73722222
ANA/CPRM	2041017	Santa Cruz Caparaó	-17.69166667	-42.52611111
ANA/CPRM	1943008	Santa Maria do Itabira	-18.76305556	-41.30833333
ANA/CPRM	2040007	Santa Maria de Jetibá	-19.90277778	-43.66638889
ANA/CPRM	1842008	Santa Maria do Suaçuí	-19.68972222	-43.58555556
ANA/CPRM	1941011	Santo Antônio do Manhuaçu	-19.21888889	-43.58805556
ANA/CPRM	1940001	São João de Petrópolis	-20.76944444	-42.30111111
ANA/CPRM	1842020	São João Evangelista	-20.17916667	-43.94277778
ANA/CPRM	2042016	São Miguel do Anta	-20.30305556	-43.61583333
ANA/CPRM	1842004	São Pedro do Suaçuí	-21.05027778	-42.51555556
ANA/CPRM	1941010	São Sebastião da Encruzilhada	-21.15	-42.20111111
ANA/CPRM	1843011	Serro	-21.19277778	-43.61388889
ANA/CPRM	1841011	Tumiritinga	-19.58861111	-40.19805556
ANA/CPRM	2043025	Usina da Brecha	-20.32277778	-41.70416667
ANA/CPRM	1943027	Usina Peti	-18.83888889	-41.11027778
ANA/CPRM	1940010	Valsugana Velha montante	-18.80972222	-40.69055556
ANA/IGAM	2143007	Vargem do Engenho	-20.14333333	-40.97527778
ANA/CPRM	1943035	Vau da Lagoa	-20.02805556	-40.74416667
ANA/CPRM	1942006	Vermelho Velho	-19.95333333	-40.5525
ANA/CPRM	1841001	Vila Matias montante	-18.95027778	-39.76444444

Figura 1: Espacialização das estações pluviométricas de longa série histórica na bacia do rio Doce



No grupo das estações com dados atuais, estão incluídas aquelas cujos dados são disponibilizados na internet diariamente ou em tempo real. Tratam-se das estações operadas pelo INMET, CEMADEN e ANA/Gestor PCD, cujos dados foram compilados diariamente durante o período de estudo.

A Tabela 2 apresenta as estações operadas pelo CEMADEN, enquanto a Figura 2 apresenta a espacialização das mesmas ao longo da bacia do rio Doce. A Tabela 3 apresenta as estações telemétricas disponibilizadas pela base de dados HIDRO - Telemetria, da ANA, enquanto a Figura 3 apresenta a espacialização das mesmas.

Tabela 2: Estações pluviométricas operadas pelo CEMADEN com dados atuais

<b>Responsável</b>	<b>Código</b>	<b>Estação</b>
CEMADEN	320010201H	Rio Guandu
CEMADEN	320010202A	São Vicente
CEMADEN	320010203A	Floresta
CEMADEN	320010205A	Fazenda Guandu
CEMADEN	320010207A	Serra Pelada
CEMADEN	320010208A	Piracema
CEMADEN	320060702A	Centro
CEMADEN	320060705A	Jacupemba
CEMADEN	320060707A	Rod. Primo Bitti
CEMADEN	320090401A	Centro
CEMADEN	320090402A	Bambu
CEMADEN	320090403A	Centro2
CEMADEN	320150601A	Centro
CEMADEN	320150602A	Maria das Graças
CEMADEN	320150603A	Baunilha
CEMADEN	320150604A	Morada do Sol
CEMADEN	320150605A	Carlos Germano
CEMADEN	320150606A	Novo Horizonte
CEMADEN	320170401A	Pedro Rigo
CEMADEN	320220702A	São Joao
CEMADEN	320250401A	Centro
CEMADEN	320250402A	Av. Getúlio Vargas
CEMADEN	320255301A	Centro
CEMADEN	320270201A	Itaguaçu
CEMADEN	320270202A	Otto Luís Hofman
CEMADEN	320300701A	Centro
CEMADEN	320313001A	João Neiva
CEMADEN	320316301A	São Luiz de Miranda
CEMADEN	320316310H	Rio Guandu
CEMADEN	320320501A	Centro
CEMADEN	320330401A	Mantenópolis

<b>Responsável</b>	<b>Código</b>	<b>Estação</b>
CEMADEN	320400501A	Pancas
CEMADEN	320455901A	Alto Rio Possmoser
CEMADEN	320455903A	São Joao do Garrafão
CEMADEN	320455904A	São Luís
CEMADEN	320455905A	Baixo São Sebastiao
CEMADEN	320460901A	Centro
CEMADEN	320460902A	Alto Caldeirão
CEMADEN	320465801A	São Domingos do Norte
CEMADEN	320495501A	São Roque do Canaã
CEMADEN	320495502A	São Jacinto
CEMADEN	320506901A	Esplanada
CEMADEN	310060901A	Centro
CEMADEN	310110201A	Igrejinha
CEMADEN	315350901A	Centro
CEMADEN	310230801A	Centro
CEMADEN	310560802A	Joao Paulo II
CEMADEN	310560803A	São Francisco
CEMADEN	310560804A	Correia de Almeida
CEMADEN	310560805A	Senhora dos Dores
CEMADEN	310560806A	Funcionários
CEMADEN	310560808A	Ipanema
CEMADEN	310560810A	Água Santa
CEMADEN	310560811A	Nove de Março
CEMADEN	310560813A	Vilela
CEMADEN	310560814A	Carmo
CEMADEN	310560828H	Ribeirão Caieiro
CEMADEN	310570701A	Centro
CEMADEN	310630901A	Centro
CEMADEN	311000401A	Jose Brandao
CEMADEN	311080601A	Centro
CEMADEN	311205901A	Centro
CEMADEN	311230701A	Centro
CEMADEN	311290101A	Centro
CEMADEN	311320603A	Centro
CEMADEN	311320604A	Ponte Chave
CEMADEN	311320605A	Dombe
CEMADEN	311320606A	Pedra do Sino
CEMADEN	311320607A	Herculano Pena
CEMADEN	311340401A	Centro
CEMADEN	311340402A	Rural

<b>Responsável</b>	<b>Código</b>	<b>Estação</b>
CEMADEN	311570601A	Centro
CEMADEN	311600101A	Centro
CEMADEN	311750401A	Centro
CEMADEN	311800703A	Lobo Leite
CEMADEN	311800704A	Joaquim Murtinho
CEMADEN	311800711H	Rio Maranhão
CEMADEN	311830401A	Centro
CEMADEN	311830402A	Santa Efigênia
CEMADEN	311830403A	São Sebastiao
CEMADEN	311830404A	Belavinha
CEMADEN	311830405A	Buarque de Macedo
CEMADEN	311830406A	Santa Matilde
CEMADEN	311830410H	Rio Bananeiras
CEMADEN	311920301A	Centro
CEMADEN	312170402A	Centro
CEMADEN	312190201A	Centro
CEMADEN	312250401A	Centro
CEMADEN	312260301A	Centro
CEMADEN	312370001A	Centro
CEMADEN	312400501A	Centro
CEMADEN	312420301A	Centro
CEMADEN	312420302A	Pq. Nac. Caparaó
CEMADEN	312580401A	Centro
CEMADEN	312680201A	Centro
CEMADEN	312690102A	Centro
CEMADEN	312690112H	Rio Suaçuí Grande
CEMADEN	312770101A	Altinópolis
CEMADEN	312770102A	Caravelas
CEMADEN	312770103A	Vera Cruz
CEMADEN	312770104A	Chonin de Baixo
CEMADEN	312770105A	Querosene
CEMADEN	312770106A	Santa Paula
CEMADEN	312770108A	Sir
CEMADEN	312820401A	Centro
CEMADEN	312900401A	Centro
CEMADEN	312930102A	Centro
CEMADEN	313090301A	Centro
CEMADEN	313130702A	Bom Jardim
CEMADEN	313130703A	Limoeiro
CEMADEN	313130704A	Bethânia

<b>Responsável</b>	<b>Código</b>	<b>Estação</b>
CEMADEN	313130705A	Bom Retiro
CEMADEN	313170301A	Joao XXIII
CEMADEN	313170302A	Gabiroba
CEMADEN	313170303A	N. S. das Oliveiras
CEMADEN	313170304A	Pedreira
CEMADEN	313170305A	Ipoema
CEMADEN	313170306A	Senhora do Carmo
CEMADEN	313270101A	Centro
CEMADEN	313320401A	Centro
CEMADEN	313620701A	Centro Industrial
CEMADEN	313620702A	N. S. da Conceição
CEMADEN	313620703A	Cruzeiro Celeste
CEMADEN	313620704A	Laranjeiras
CEMADEN	313620705A	Acimação
CEMADEN	313770001A	Centro
CEMADEN	313920101A	Centro
CEMADEN	313940901A	Pouso Alegre
CEMADEN	313940902A	Todos os Santos
CEMADEN	313950801A	Centro
CEMADEN	313960701A	Vila Florinda
CEMADEN	314000101A	Rosário
CEMADEN	314000102A	Centro
CEMADEN	314000103A	São Pedro
CEMADEN	314000104A	Santa Rita de Cassia
CEMADEN	314060501A	Centro
CEMADEN	314150401A	Centro
CEMADEN	314400301A	Centro
CEMADEN	314435901A	Centro
CEMADEN	314480503A	Centro
CEMADEN	314480504A	Honório Bicalho
CEMADEN	314480505A	Oswaldo Barbosa Penna II
CEMADEN	314480506A	Retiro
CEMADEN	314490401A	Esperança
CEMADEN	314610701A	Santo Antônio do Leite
CEMADEN	314610702A	Subdistrito de Soares
CEMADEN	314610703A	Bauxita
CEMADEN	314610704A	São Cristóvão
CEMADEN	314610705A	Parque das Andorinhas
CEMADEN	314610706A	Vila Itacolomy
CEMADEN	314610707A	Rodovia Melo Frando

<b>Responsável</b>	<b>Código</b>	<b>Estação</b>
CEMADEN	314610709A	Amarantina
CEMADEN	314610711A	Vila alegre
CEMADEN	314610712A	Estação Dom Bosco
CEMADEN	314995201A	Gameleira
CEMADEN	315000001A	Centro
CEMADEN	315080201A	Rosário
CEMADEN	315210502A	Centro MG
CEMADEN	315400201A	Santana
CEMADEN	315415001A	Moreira Bastos
CEMADEN	315430902A	Resplendor
CEMADEN	315480401A	Morgans
CEMADEN	315490301A	Centro
CEMADEN	315570201A	Centro
CEMADEN	315670023H	Ribeirão Sabará
CEMADEN	315680901A	Centro
CEMADEN	316020701A	Centro
CEMADEN	316105601A	Centro
CEMADEN	316330001A	Centro
CEMADEN	316400101A	Centro
CEMADEN	316410001A	Centro
CEMADEN	316550301A	Centro
CEMADEN	316600601A	Centro
CEMADEN	316870501A	Centro-Norte
CEMADEN	316990102A	São Domingos
CEMADEN	316990104A	Otacílio Coutinho
CEMADEN	316990105A	Aeroporto
CEMADEN	316990107A	Ubá Pequeno
CEMADEN	316990108A	Av. Amadeu Schiavon
CEMADEN	316990109A	Rua Lilina Rinaldi
CEMADEN	316990110A	Av. Olegário Maciel
CEMADEN	316990126H	Rio Ubá
CEMADEN	317130301A	Centro
CEMADEN	317130303A	Fatima
CEMADEN	317130304A	São José do Triunfo
CEMADEN	317190701A	Centro
CEMADEN	317200401A	Centro
CEMADEN	317200427H	Rio Xopotó

Figura 2: Espacialização das estações pluviométricas operadas pelo CEMADEN e localizadas na bacia do rio Doce, que apresentam dados diariamente disponibilizados na internet

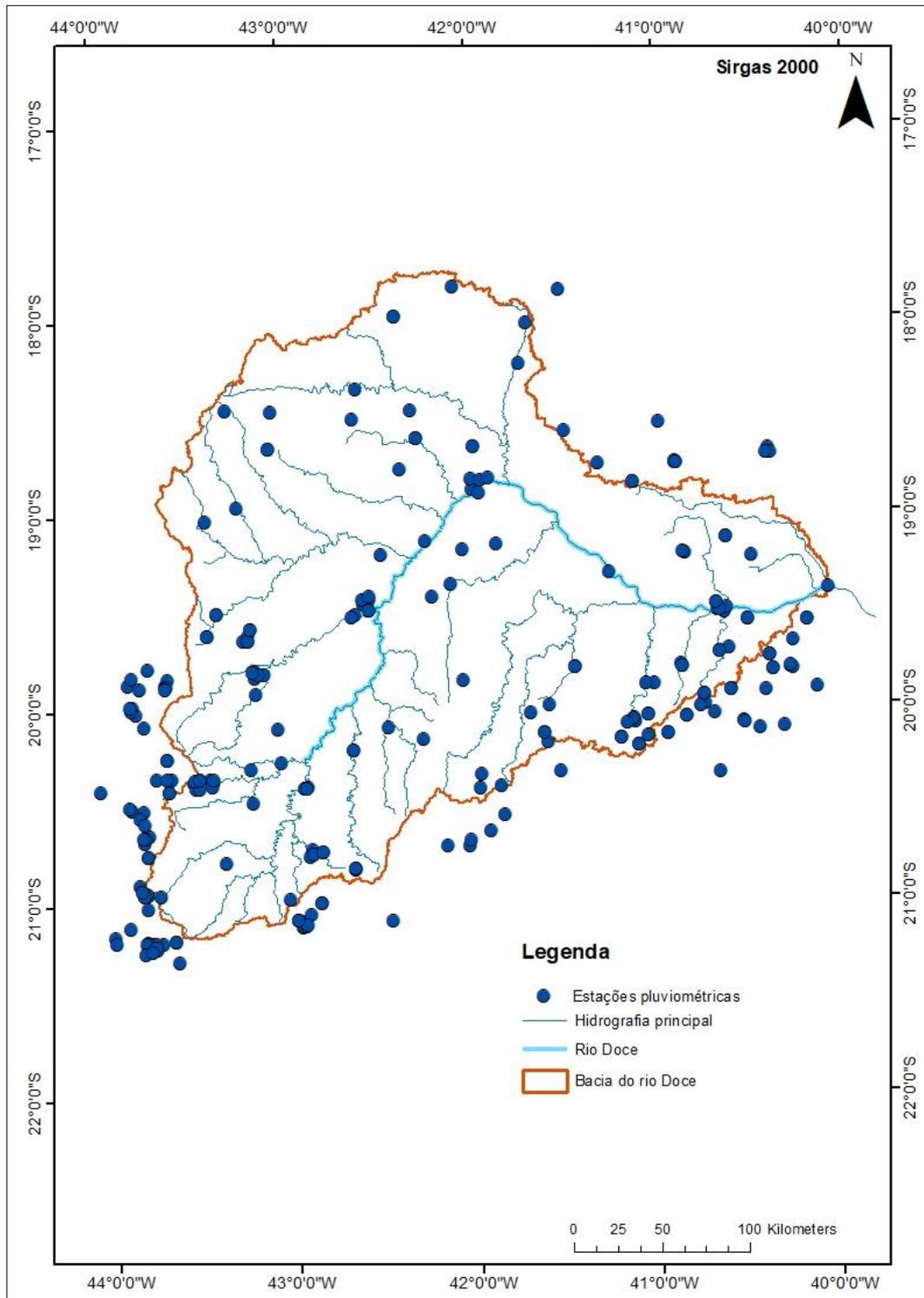


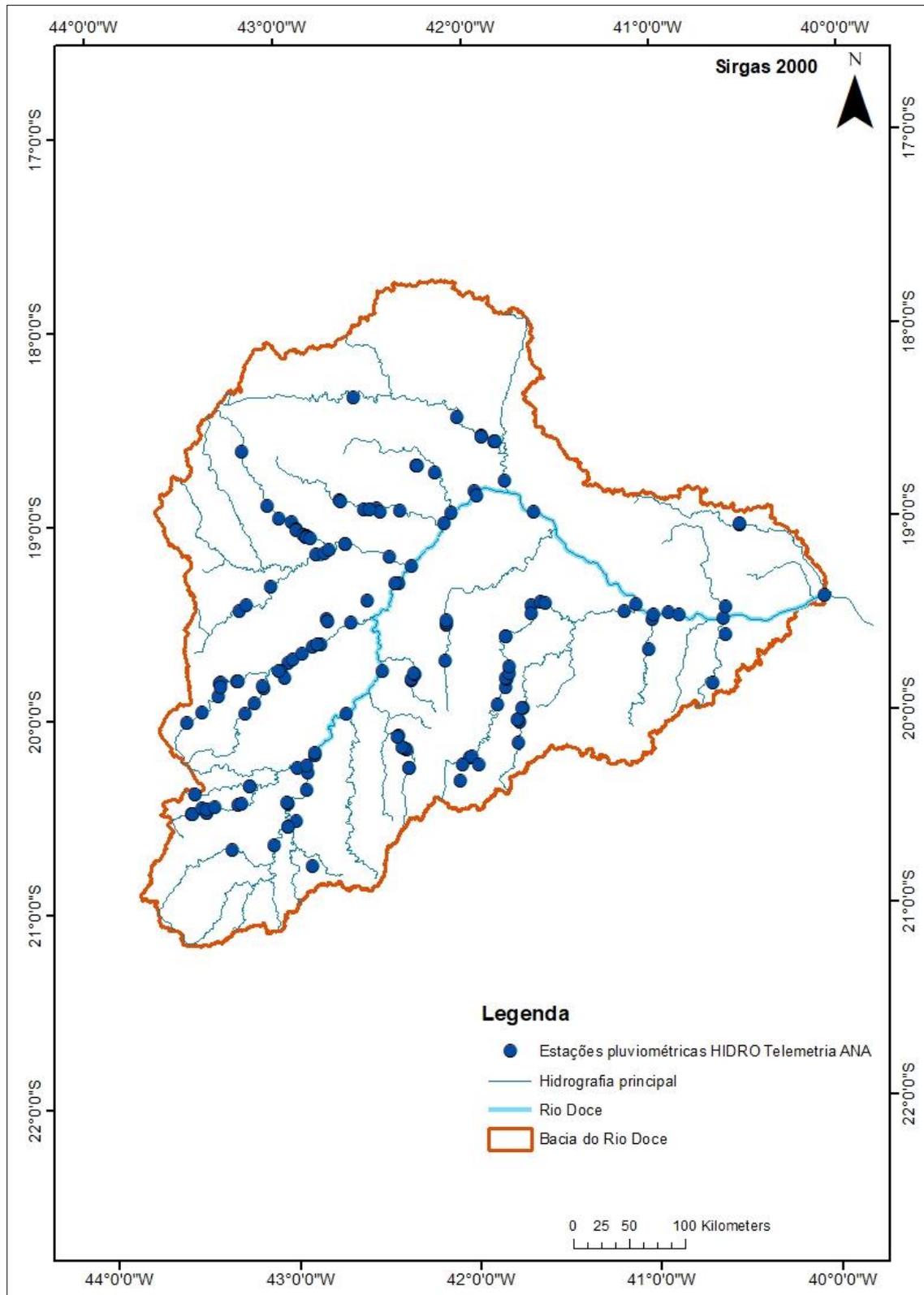
Tabela 3: Estações pluviométricas disponibilizadas pela base de dados HIDRO – Telemetria, da ANA

<b>Resp./ Operadora</b>	<b>Código Est. Pluviométrica</b>	<b>Estação</b>
ENERGEST	1941023	UHE Mascarenhas - Montante 1
ENERGEST	1941033	UHE Mascarenhas - Montante 3
ENERGEST	1940051	UHE Mascarenhas - Barramento
ENERGEST	1940047	UHE Mascarenhas - Jusante
ANA/CPRM	1940006	Colatina - Corpo de Bombeiros
ANA/CPRM	1940004	Linhares - Cais do Porto
ANA/CPRM	1940016	Barra de SAO Gabriel
CEMIG LESTE	1841029	PCH Tronqueiras Gov. Valadares
SA CARVALHO	1942033	UHE SA Carvalho Mesquita
SA CARVALHO	1942049	UHE SA Carvalho Jusante
CEMIG LESTE	2043063	UHE Peti SAO Gonçalo do Rio Acima
CEMIG LESTE	2043066	PCH Dona Rita Ouro Preto
ANA/CPRM	2042073	Viçosa Hidro
NOVELIS	2043069	PCH Brecha Montante 1
NOVELIS	2043068	PCH Brecha Montante 2
NOVELIS	2043067	PCH Brecha Montante 3
NOVELIS	2042055	PCH Brecha Barramento
NOVELIS	2042035	PCH Brecha Jusante
NOVELIS	2043087	PCH Brito Barramento
NOVELIS	2043088	PCH Brito Jusante
ANA/CPRM	2042018	Ponte Nova Jusante
MAYNART	2043083	PCH Furquim Barramento
MAYNART	2043084	PCH Furquim Jusante
MAYNART	2043129	PCH Caboclo Barramento
MAYNART	2043082	PCH Salto Jusante
MAYNART	2043130	CGH Cachoeira dos Prazeres Barramento
MAYNART	2043080	PCH Funil Barramento
MAYNART	2043081	PCH Funil Jusante
MAYNART	2043085	PCH Fumaça Barramento
MAYNART	2043086	PCH Fumaça Jusante
CONS. RISOLETA	2042056	UHE Risoleta Neves - Rio Piranga
CONS. RISOLETA	2042057	UHE Risoleta Neves - Rio do Carmo
CONS. RISOLETA	2042058	UHE Risoleta Neves Montante
CONS. RISOLETA	2042059	UHE Risoleta Neves Jusante
ANA/CPRM	2042031	Fazenda Cachoeira D'Antas
SAO GERALDO	2042052	PCH Tulio Cordeiro de Mello Montante 1
SAO GERALDO	2042053	PCH Tulio Cordeiro de Mello Montante 2
SAO GERALDO	2042054	PCH Tulio Cordeiro de Mello Jusante

<b>Resp./ Operadora</b>	<b>Código Est. Pluviométrica</b>	<b>Estação</b>
ZONA DA MATA	2142069	PCH João Camilo Penna Jusante
ZONA DA MATA	2042037	CGH MATIPO Jusante
ANA/CPRM	1942031	Cachoeira dos Óculos Montante
CEMIG	1942078	CGH Bom Jesus do Galho Montante
CEMIG	1942077	CGH Bom Jesus do Galho Barramento
CEMIG	1942034	CGH Sumidouro Barramento
CEMIG	1942076	CGH Sumidouro Jusante
ARCELOR	1943111	PCH Rio Piracicaba Montante
ARCELOR	1943112	PCH Rio Piracicaba Jusante
CEMIG LESTE	1943101	UHE Peti Carrapato
CEMIG LESTE	1943076	UHE Peti Barramento
CEMIG LESTE	1943145	UHE Peti Jusante
SPE Gonçalves	1943104	PCH SAO Gonçalves Montante 1
SPE Gonçalves	1943114	PCH SAO Gonçalves Montante 2
SPE Gonçalves	1943103	PCH SAO Gonçalves Jusante
SA CARVALHO	1942050	UHE SA Carvalho Drumond Central
ANA/CPRM	1943100	Nova Era Telemétrica
CONS. UHEGA	1943113	UHE Guilman Amorim - Rio da Prata
CONS. UHEGA	1943080	UHE Guilman Amorim - Nova Era
CONS. UHEGA	1942055	UHE Guilman Amorim - Jusante
SPE COCAIS	1942057	PCH Cocais Grande Montante
ANA/CPRM	1942029	Mario de Carvalho
ANA/CPRM	1942030	Belo Oriente
SALTO GRANDE	1942022	UHE Salto Grande Rio Sto. Antônio
CEMIG LESTE	1943102	PCH Dona Rita Povoado dos Gomes
CEMIG LESTE	1943147	PCH Dona Rita Jusante
Jacaré	1843026	PCH Jacaré Montante 1
Jacaré	1843025	PCH Jacaré Montante 2
Jacaré	1843024	PCH Jacaré Montante 3
Jacaré	1942064	PCH Jacaré Barramento
SENHORA	1942065	PCH Senhora do Porto Jusante
DORES	1942063	PCH Dores de Guanhões Jusante
SALTO GRANDE	1942045	UHE Salto Grande Montante
FUNIL	1942053	PCH Funil Montante
SALTO GRANDE	1942059	UHE Salto Grande Barramento Sto. Antônio
SALTO GRANDE	1942025	UHE Salto Grande Barramento Guanhões
PORTO ESTRELA	1942041	UHE Porto Estrela Jusante
ANA/CPRM	1942032	Naque Velho

Resp./ Operadora	Código Est. Pluviométrica	Estação
CONS. BAGUARI	1942066	UHE Baguari Montante
CONS. BAGUARI	1942051	UHE Baguari Naque Balsa
SPE PACIENCIA	1842030	PCH Barra da Paciência Jusante
SPE CORR. GRANDE	1842030	PCH Corrente Grande Montante
FORTUNA	1842033	SPE Fortuna II Jusante
CONS. BAGUARI	1842034	UHE Baguari Rio Corrente Grande
CONS. BAGUARI	1942067	UHE Baguari Barramento
CONS. BAGUARI	1842028	UHE Baguari Jusante
CEMIG LESTE	1842027	PCH Tronqueiras Jusante
CEMIG LESTE	1842036	PCH Tronqueiras Suaçuí Pequeno
ANA/CPRM	1841020	Governador Valadares
ANA/CPRM	1842004	SAO Pedro do Suaçuí
SPE PAIOL	1841032	PCH Paiol Montante 1
SPE PAIOL	1842032	PCH Paiol Montante 2
SPE PAIOL	1841031	PCH Paiol Jusante
ANA/CPRM	1841001	Vila Matias Montante
ALIANCA	1841030	UHE Aimorés - Rio Suaçuí Grande
ALIANCA	1841044	UHE Aimorés Montante
IG. CAARATINGA	1942061	PCH Inhapim Montante 1
IG. CAARATINGA	1942060	PCH Inhapim Montante 2
IG. CAARATINGA	1942062	PCH Inhapim Jusante
CEMIG LESTE	2042074	PCH Sinceridade Montante
RIO MANHUACU	2041098	PCH Benjamim Mário Baptista Montante
CEMIG LESTE	1941040	PCH Neblina Montante 1
CEMIG LESTE	1941039	PCH Neblina Montante 2
CEMIG LESTE	1941041	PCH Neblina Barramento
CEMIG LESTE	1941022	PCH Neblina Jusante
CEMIG LESTE	2041089	CGH Cachoeira Alta Jusante
PIPOCA	1941032	PCH Pipoca Montante
AREIA BRANCA	1941030	PCH Areia Branca Barramento
AREIA BRANCA	1941036	PCH Areia Branca Jusante
Cachoeirao	1941027	PCH Cachoeirao Montante 1
Cachoeirao	1941028	PCH Cachoeirao Montante 2
Cachoeirao	1941029	PCH Cachoeirao Jusante
SPE VARGINHA	2041086	PCH Varginha Montante 1
SPE VARGINHA	2041093	PCH Varginha Montante 2
SPE VARGINHA	2048085	PCH Varginha Jusante
SPE V. ALEGRE	1941031	PCH Várzea Alegre Jusante
ALIANCA	1941038	PCH Aimorés - Rio MANHUACU
ALIANCA	1941037	PCH Aimorés Barramento

Figura 3: Espacialização das estações telemétricas localizadas na bacia do rio Doce, com dados disponibilizadas na base de dados HIDRO – Telemetria, da ANA



As estações que apresentam dados pluviométricos de longo prazo tiveram seus dados compilados em planilha eletrônica e os totais pluviométricos mensais calculados e os resultados estão apresentados no item 3.1.1.1.

#### 2.1.1.2 Comparação entre a pluviosidade mensal da série histórica e pluviosidade mensal durante o primeiro ano de monitoramento

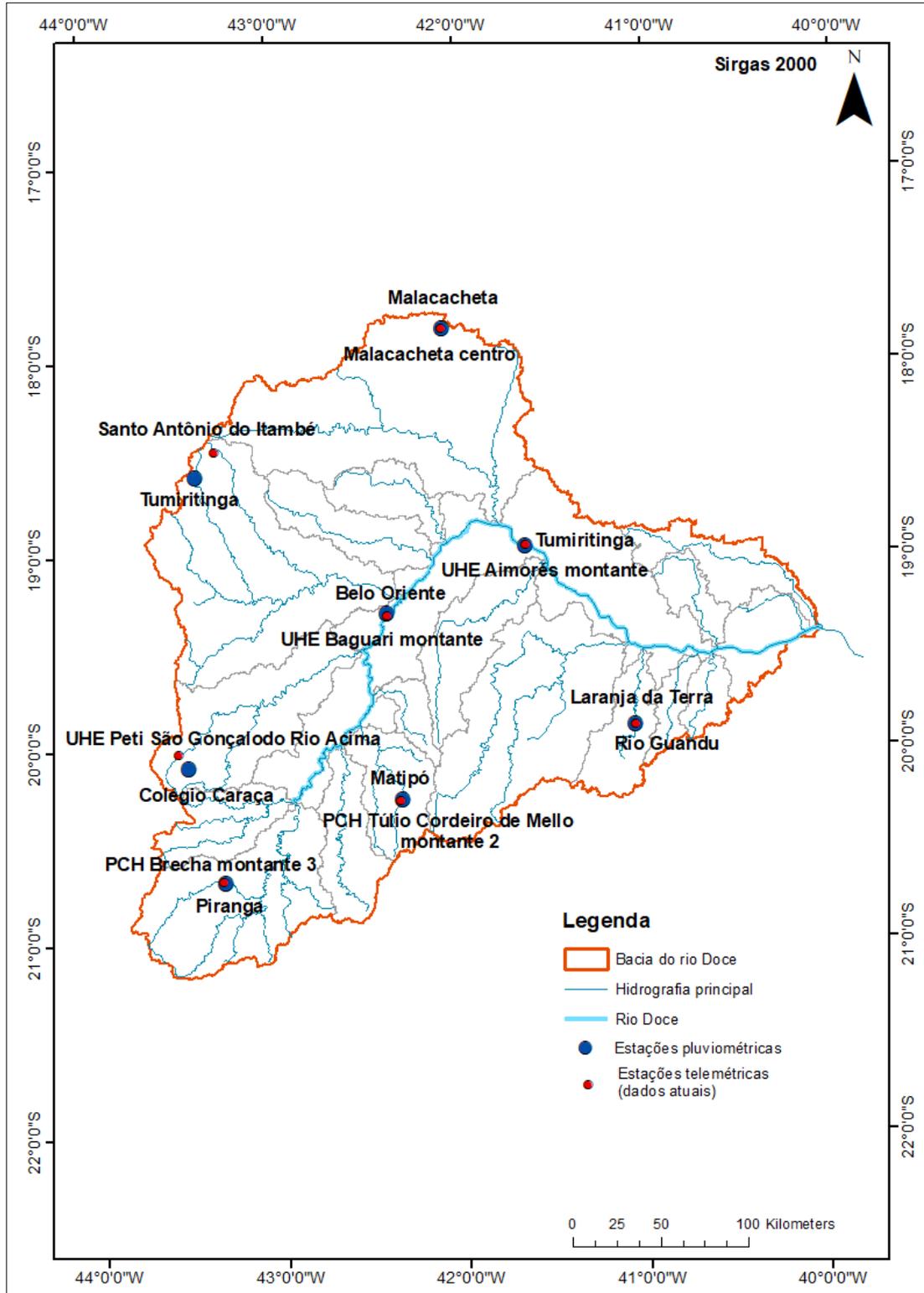
Foi realizado um estudo da distribuição da chuva durante este primeiro ano de monitoramento das águas do rio Doce pelo PMBA. Para tanto, foram escolhidas oito estações pluviométricas distribuídas ao longo da bacia do rio Doce. Em um primeiro momento, foram calculadas as médias da precipitação total em cada mês do ano para uma série histórica entre 1985 e 2017. Posteriormente, foram calculados os totais pluviométricos de cada mês entre setembro de 2018 e agosto de 2019, contabilizando um total de 12 meses – período de realização do primeiro ano de projeto. As estações pluviométricas utilizadas foram: Serro, Malacacheta, Tumiritinga, Laranja da Terra, Belo Oriente, Matipó, Piranga e Colégio Caraça. Os dados destas estações estão disponibilizados online pela Agência Nacional de águas (ANA), por meio do sitio virtual *Hidroweb*, até início de 2019 (podendo variar a disponibilidade máxima de janeiro a maio de 2019). Para o período de setembro de 2018 a agosto de 2019, portanto, os dados tiveram que ser complementados com estações telemétricas que possuem dados atuais. A complementação foi realizada com dados das estações telemétricas localizadas mais próxima às citadas acima, e, assim, realizada a complementação dos dados nos meses faltantes de 2019. As estações da ANA e as respectivas estações telemétricas utilizadas para a complementação se encontram no Quadro 1. Já as localizações das estações, tanto da ANA como as telemétricas, estão apresentadas na Figura 4 em azul e vermelho, respectivamente.

Quadro 1: Compatibilidade de estações para complementação de dados recentes

<b>Estações ANA</b>	<b>Estações Telemétricas</b>
BELO ORIENTE	UHE Baguari Montante - Sistema Hidro Telemetria ANA
COLÉGIO CARAÇA	UHE Peti São Gonçalo do Rio Acima - Sistema Hidro Telemetria ANA
LARANJA DA TERRA	São Luiz de Miranda e Piracema- CEMADEN
MALACACHETA	Malacacheta Centro - CEMADEN
MATIPÓ	PCH Tulio Cordeiro de Mello Montante 2 - Sistema Hidro Telemetria ANA
PIRANGA	PCH Brecha Montante 3 - Sistema Hidro Telemetria ANA
SERRO	Santo Antônio do Itambé - CEMADEN
TUMIRITINGA	UHE Aimorés Barramento - Sistema Hidro Telemetria ANA

Os resultados desta análise estão apresentados no item 3.1.1.2.

Figura 4: Posição geográfica das estações pluviométricas para as quais foram realizados cálculos dos totais pluviométricos mensais



### 2.1.1.3 Totais pluviométricos nos períodos antecedentes às campanhas de monitoramento

Foi realizado um estudo acerca da situação pluviométrica da bacia no período de 7 dias antecedentes às campanhas de monitoramento. Foram escolhidas 17 estações fluviométricas, cada uma situada em uma das principais subbacias que compõem a bacia do rio Doce: Suaçuí Grande MG, Suaçuí Pequeno MG, Corrente MG, Caratinga MG, Santo Antônio MG, São José ES, Pancas ES, Manhuaçu MG, Piracicaba MG, Santa Maria do Rio Doce ES, Guandu ES, Santa Joana ES, Sacramento MG, Matipó MG, Casca MG, Carmo MG e Piranga MG. A espacialização das subbacias está apresentada na Figura 37 e subsequentes. Os resultados deste trabalho estão apresentados no item 3.1.1.3.

## 2.1.2 Fluviometria

### 2.1.2.1 Fluviometria global na bacia do rio Doce

As estações fluviométricas localizadas na bacia do rio Doce, assim como os responsáveis por sua operação, foram identificados e, em seguida, espacializadas utilizando sistema de informações geográficas. Das estações identificadas nesta fase, algumas não estão mais em operação e outras apresentam séries históricas com muitas falhas ou estão localizadas muito próximas de outras. Assim, 39 estações foram consideradas adequadas para caracterizar fluviometricamente a bacia do rio Doce. A Figura 5 apresenta a espacialização das 39 estações fluviométricas ao longo da bacia do rio Doce. Destas, cinco estações estão localizadas na calha do rio Doce, cinco localizadas no rio Piranga e no rio Santo Antônio, quatro estações no rio Manhuaçu, três estações nos rios Itambacuri e Piracicaba, duas estações no rio Corrente, no rio Caratinga e no rio do Carmo e uma estação nos seguintes rios: Casca, Guandu, Guanhões, Matipó, Pancas, Sacramento, Santa Joana, Santa Maria do rio Doce e São José. O rio Suaçuí Pequeno possui uma estação (Fazenda Aconchego) que se encontra também espacializada; porém, a mesma possui poucos dados disponíveis, não constituindo uma série histórica e, portanto, não foi utilizada em análises estatísticas subsequentes.

Os dados das estações foram consistidos em escritórios com a eliminação dos anos com falhas superiores a vinte dias e preenchimento de dados para os anos com menos de 20 dias de falha. Para o preenchimento das falhas, foram utilizados dados da estação mais próxima localizada e no mesmo curso d'água da estação com dados a serem preenchidos. A Tabela 4 apresenta a listagem das estações e as operações executadas nas mesmas para a consistência de seus dados. Das 38 estações, 36 tiveram o ano de 1988 eliminado devido ao grande número de falhas. A estação Dom Cavati teve três anos eliminados da análise (1988, 1991 e 1993), enquanto as estações Porto de Santa Rita, Instituto Florestal Raul Soares, Rio Piracicaba, Barra do Cuieté Jusante, Barra de São Gabriel, Colatina, Ponte do Pancas e Jusante Córrego da Piaba tiveram dois anos eliminados. Quatro estações tiveram dados preenchidos durante o processamento de consistência de dados, Instituto Florestal Raul Soares, Mário de Carvalho, Colatina e Jusante Córrego da Piaba.

Para a maioria das estações, a série histórica estudada compreende os anos de 1985 a 2014. As exceções foram para as estações Nova Era IV, Mario de Carvalho e Belo Oriente. Para a primeira, a

série histórica abrangeu o período 1990 – 2016, enquanto que, para as estações Mario de Carvalho e Belo Oriente o período foi entre 1987 e 2016.

Figura 5: Espacialização das estações fluviométricas na bacia do rio Doce a montante de Linhares

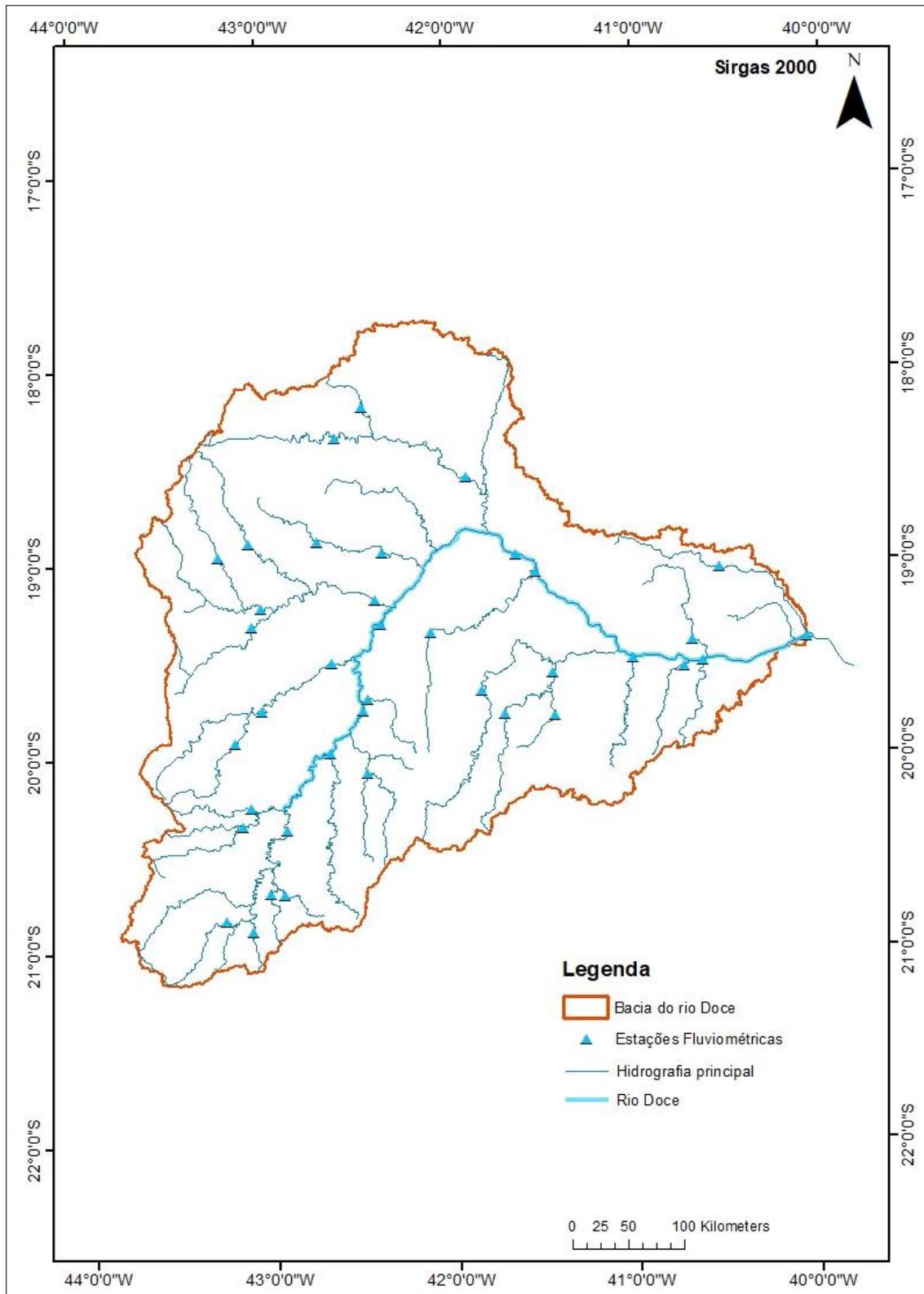


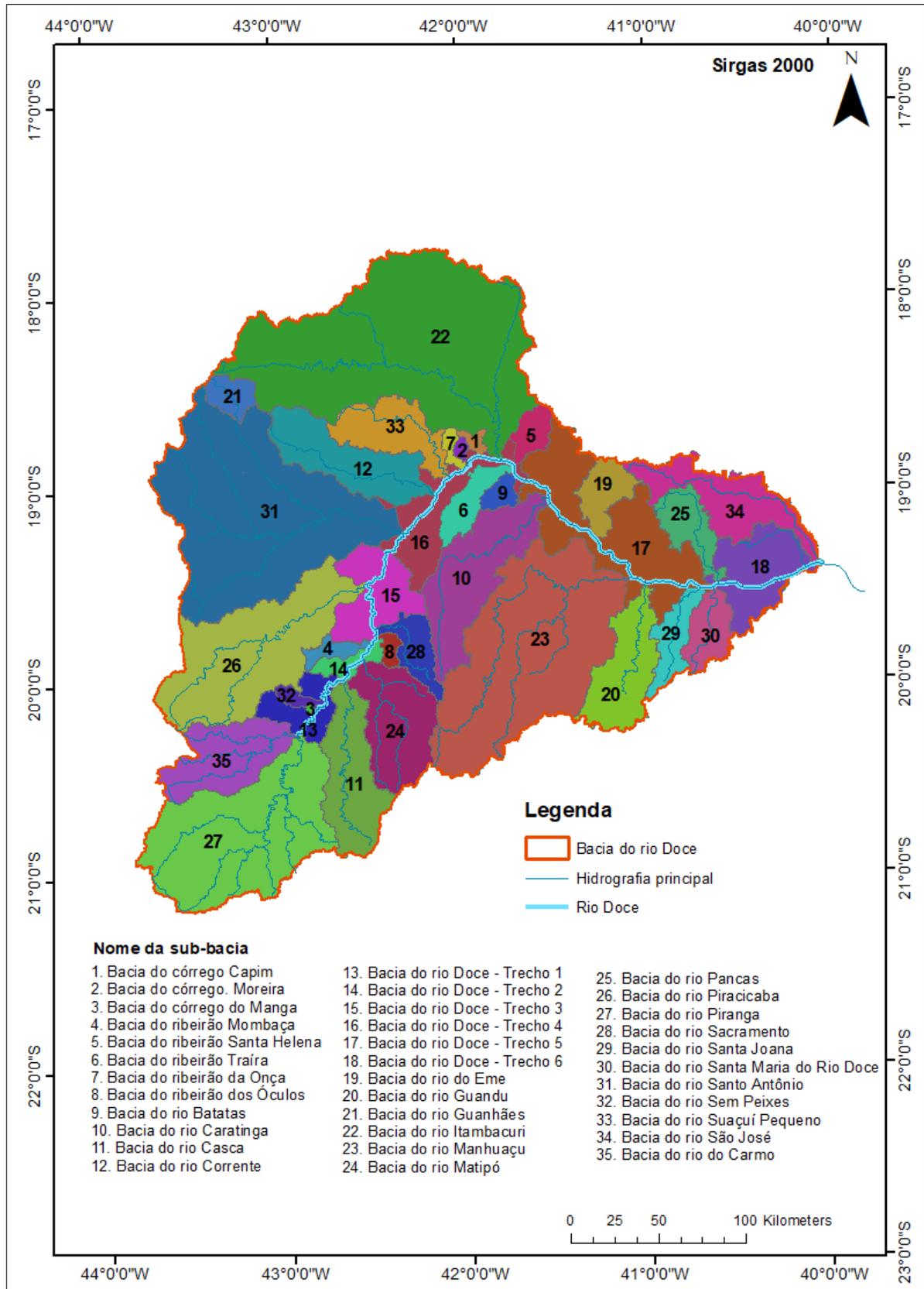
Tabela 4: Análise da consistência de dados fluviométricos das 38 estações da bacia do rio Doce

<b>Código</b>	<b>Estação</b>	<b>Anos eliminados</b>	<b>Preenchimento de falhas</b>
56846000	Porto de Santa Rita	1988 e 1989	-
56055000	Braz Pires	1988	-
56090000	Fazenda Varginha	1988	-
56110005	Ponte Nova Jusante	1988	-
56335001	Acaiaca Jusante	1988	-
56337000	Fazenda Ocidente	1988	-
56425000	Fazenda Cachoeira D'Antas	1988	-
56510000	Instituto Florestal Raul Soares	1988 e 2009	Dez. 2008
56539000	Cachoeira dos Óculos Montante	1988	-
56570000	Pingo D'Água	1988	-
56610000	Rio Piracicaba	1986 e 1988	-
56659998	Nova Era IV	-	-
56696000	Mário de Carvalho	1988	Mai. 1985, jul. 2016 e set. 2016
56719998	Belo Oriente	1988	-
56765000	Dom Joaquim	1988	-
56775000	Ferros	1988	-
56787000	Fazenda Barraca	1988	-
56800000	Senhora do Porto	1988	-
56825000	Naque Velho	1988	-
56845000	Fazenda Corrente	1988	-
56860000	São Pedro do Suaçuí	1988	-
56870000	Santa Maria do Suaçuí	1988	-
56891900	Vila Matias Montante	1988	-
56920000	Tumiritinga	1988	-
56935000	Dom Cavati	1988, 1991 e 1993	-
56940002	Barra do Cuieté Jusante	1988 e 1993	-
56978000	Santo Antônio do Manhuaçu	1988	-
56988500	Ipanema	1988	-
56989001	Mutum	1988	-
56989400	Assaraí montante	1988	-
56998400	Barra de São Gabriel	1988 e 1989	-
56992000	Baixo Guandu	1988	-
56994500	Colatina	1988 e 1989	Jan. 1985 e fev. 1985
56995500	Ponte do Pancas	1988 e 1989	-
56993551	Jusante Córrego da Piaba	1990 e 1989	Mar 1995
56075000	Porto Firme	1988	-
56085000	Seriquite	1988	-
56065000	Senador Firmino	1988	-

Os dados fluviométricos diários de cada estação foram compilados em planilha eletrônica e calculada a vazão média para todo o período. Para cada ano, foram identificadas as vazões máxima e mínima e calculadas as médias das mesmas para a série histórica. Com o objetivo de se comparar a produção de água entre as diversas subbacias do rio Doce, as vazões médias das estações foram divididas pelas áreas de contribuição das mesmas, resultando na produção de água em L/s.km<sup>2</sup> (deflúvio areal médio). Os resultados estão apresentados no item 3.1.2.1.

Os dados das vazões médias anuais das estações foram transpostos para as demais áreas da bacia do rio Doce, de forma a se computar as vazões médias contribuintes de cada uma das subbacias e trechos do rio Doce, isto é, o quanto cada subbacia e cada trecho do rio Doce contribui para a vazão média do rio Doce. A Figura 6 apresenta as subbacias e os trechos do rio Doce que foram contemplados nesta análise.

Figura 6: Mapa das subbacias e trechos do rio Doce



### 2.1.2.2 Efeito do lago da hidrelétrica de Aimorés na hidrologia

A Usina Hidrelétrica Eliezer Batista se situa imediatamente a montante da área onde se localizam os pontos de monitoramento de água para o PMBA. O lago formado pelo represamento das águas possui volume útil igual a 185,11 milhões de m<sup>3</sup> (CEMIG, 2019) e tem potencial para interferir na hidrologia e qualidade da água do rio Doce, sobretudo em períodos de baixas vazões, quando os tempos de residência das águas no lago são maiores. Para esta análise foram utilizados dados das vazões medidas em duas estações: a convencional Tumiritinga (código 56920000, de outubro de 2018 e de janeiro a março de 2019) e a telemétrica UHE Aimorés Montante (código 56919500, nos demais meses). A análise foi dividida em duas etapas, a primeira durante os 7 dias anteriores às amostragens e a segunda durante a realização de cada campanha (a primeira com 6 dias de amostragem e as demais com 5 dias de amostragem). As duas estações estão localizadas a montante do início do lago da citada usina, bem perto uma da outra.

Nas datas de 3/12/2019, 4/12/2019, 7/12/2019 a 9/12/2019, 01/04/2019, 02/04/2019, 08/07/2019 a 12/07/2019 e 16/07/2019 não havia dados em nenhuma das duas estações utilizadas, portanto, estas datas supracitadas foram excluídas da análise. A partir das vazões observadas existentes, foi calculado o tempo de detenção das águas no lago nos períodos que antecederam as campanhas para amostragens de água e sedimentos, cujas datas estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5: Campanhas e períodos analisados (semana anterior a cada campanha e períodos de amostragens)

Campanha	Período de análise anterior à campanha	Períodos de amostragens
1	15 a 21 de outubro de 2018	22 a 27 de outubro de 2018
2	12 a 18 de novembro de 2018	19 a 23 de novembro de 2018
3	3 a 9 de dezembro de 2018	10 a 14 de dezembro de 2018
4	7 a 13 de janeiro de 2019	14 a 18 de janeiro de 2019
5	4 a 10 de fevereiro de 2019	11 a 15 de fevereiro de 2019
6	11 a 17 de março de 2019	18 a 22 de março de 2019
7	1 a 7 de abril de 2019	8 a 12 de abril de 2019
8	6 a 12 de maio de 2019	13 a 17 de maio de 2019
9	3 a 9 de junho de 2019	10 a 14 de junho de 2019
10	8 a 14 de julho de 2019	15 a 19 de julho de 2019
11	5 a 11 de agosto de 2019	12 a 16 de agosto de 2019
12	9 a 15 de setembro de 2019	16 a 20 de setembro de 2019

### 2.1.2.3 Fluviometria do rio Doce durante as campanhas de monitoramento

Com o objetivo de verificar a origem das águas que compunham as vazões do rio Doce nos momentos das campanhas de monitoramento, foi realizada uma análise das vazões das subbacias no período

anterior às campanhas, pelo fato de ser considerável a influência do rio Doce no período anterior às campanhas de monitoramento. Como foi considerada significativa a influência do lago da Usina Hidrelétrica Eliezer Batista na mistura das águas originadas a montante do início do seu lago, entraram na análise as vazões do rio Doce que afluem no lago e as das estações situadas nas bacias dos rios Pancas, Manhauçu, Guandu, Santa Joana, São José, Colatina e Santa Maria do Rio Doce. Os resultados desta análise estão apresentados no item 3.1.2.3

### **2.1.3 Modelagem hidrológica**

#### **2.1.3.1 Aspectos gerais**

Os principais fatores que influem no regime hídrico de uma região são a topografia, a capacidade de infiltração dos solos (estritamente ligada ao uso e ocupação, às suas condições físicas como porosidade, textura, estrutura, entre outros) e o regime climático local, principalmente pluviosidade e os fatores que interferem na evapotranspiração (vento, radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar).

A espacialização dessas variáveis reflete na diferenciação do regime fluviométrico de uma bacia ou das subbacias que a compõem, como é o caso da bacia do rio Doce.

Dentre as várias finalidades de uso de modelos hidrológicos, podem-se citar seu uso para prever impactos de mudanças climáticas e de uso do solo sobre o balanço hídrico de bacias hidrográficas, assim como calcular o deflúvio a partir de dados pluviométricos. A publicação de dados fluviométricos das estações na bacia do rio Doce não ocorrem em tempo real, o que dificulta a interpretação dos dados quanto à origem das águas monitoradas por este PMBA, isto é, qual a percentagem da água monitorada em um determinado dia que vem da região próxima à barragem de Fundão e qual é a percentagem vinda de subbacias não impactadas pelo rompimento da barragem. Como as estações gerenciadas pelo CEMADEN e pelo Gestor PCD publicam diariamente dados pluviométricos, julgou-se conveniente ajustar um modelo hidrológico à bacia do rio Doce para simular vazões tendo dados pluviométricos como uma das variáveis de entrada, de forma a auxiliar nas análises.

Dentre os modelos hidrológicos disponíveis, decidiu-se por utilizar o SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). Trata-se de um modelo hidrológico de simulação diária integrado a um Sistema de Informações Geográficas que permite a representação da bacia hidrográfica estudada em *layers*, sendo possível, desta forma, utilizar modelos digitais de elevação, mapas de solo e uso e ocupação do solo como dados de entrada e estudar o comportamento hidrológico das diversas variáveis de entrada, inclusive as ligadas ao clima. O modelo foi desenvolvido pelo *US Department of Agriculture - Agricultural Research Service* no *Soil and Water Research Laboratory*, em *Temple no Texas, EUA*, em 1990 e vem sofrendo atualizações constantes ao longo dos anos.

O SWAT permite que diferentes processos físicos sejam simulados em uma bacia hidrográfica com o objetivo de analisar os impactos das alterações no uso do solo sobre o escoamento superficial e

subterrâneo, produção de sedimentos e qualidade da água em bacias hidrográficas não instrumentadas (MACHADO, 2002). O modelo é dividido em oito componentes de dados (MARCHIORO, 2008):

- **Clima:** possibilita a geração estocástica de dados climáticos através do algoritmo baseado na cadeia de *Markov* para uma localidade específica, tais como precipitação, temperatura, velocidade do vento e radiação solar.
- **Hidrologia:** calcula a infiltração, o movimento da água no solo, umidade relativa, balanço hídrico diário, fluxo subterrâneo lateral, escoamento superficial e retorno do fluxo.
- **Crescimento de plantas:** simula as mudanças temporais das plantas e resíduos, tais como altura da copa, profundidade de raiz e biomassa produzida.
- **Solos:** requer parâmetros físicos (profundidade do perfil e dos horizontes, textura, entre outros) e hídricos (condutividade hidráulica e disponibilidade de água por horizonte).
- **Processo de erosão/sedimentação:** governado pela MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) que utiliza o escoamento para simular a erosão e produção de sedimentos.
- **Nutrientes e pesticidas:** o modelo simula o comportamento para a variável encosta e a propagação no canal fluvial.
- **Manejo:** permite que o usuário indique o tipo, início e fim do manejo para que o modelo possa simular sua variação temporal.

O SWAT é classificado como um modelo baseado em processos, incorporando equações que descrevem a relação entre as variáveis do sistema. É também classificado como um modelo distribuído, pois subdivide a bacia hidrográfica em subbacias ou Unidades de Resposta Hidrológica (URH) de modo a refletir a diferença do tipo de solo, cobertura vegetal, topografia e uso do solo em cada URH, sendo possível a subdivisão da bacia em centenas a milhares de unidades, cada uma representando um sistema aberto (ANDRIOLO *et al*, 2008).

As URH são aglomerados de células que possuem idênticas características de vegetação, tipo de solo, práticas conservacionistas, dentre outros e são fundamentais quando diferentes áreas da bacia hidrográfica são dominadas por usos e tipos de solo diferentes (NEITSCH *et al*, 2005).

Após os trabalhos de coleta e compilação de dados hidrológicos, a simulação hidrológica se dividiu em quatro etapas:

- Elaboração de mapas.
- Calibração do modelo
- Modelagem hidrológica atual.
- Análise dos resultados.

### 2.1.3.2 Elaboração de mapas

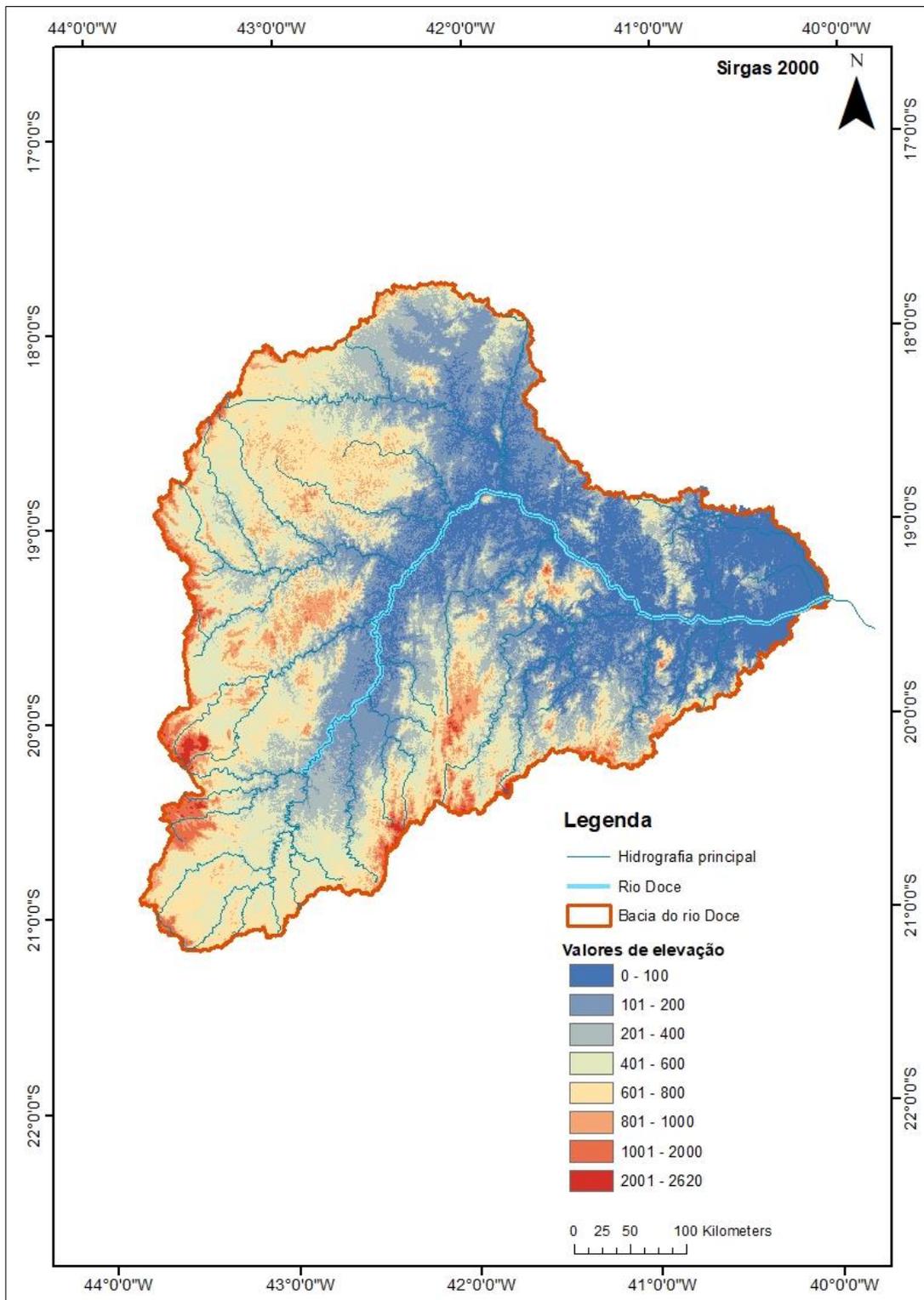
As informações cartográficas que compuseram dados de entrada do modelo SWAT foram o Modelo Digital de Elevação (MDE) e os mapas Pedológico e de Uso e Ocupação do Solo da bacia do rio Doce. O MDE utilizado foi o disponibilizado no Portal para Informações e Dados Espaciais da Agência Nacional de Águas (GeoNetwork – ANA, 2018). Este possui moderada resolução espacial (células de 10m) e foi criado a partir de Modelos Digitais SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), ASTER GDEM (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) e *Global Digital Elevation Map*. A interpolação utilizada para a elaboração do MDE com resolução de 10 m foi pelo método “*Spline*”. Além disso, foram utilizados os pontos altimétricos cotados para alocação de torres de transmissão de sinal de telefonia celular distribuídos aleatoriamente por toda a área do projeto, aprimorando a acurácia do dado. Para a área correspondente ao fuso 23, foram utilizados 9.720 pontos com as coordenadas planialtimétricas conhecidas e na área pertencente ao fuso 24, um total de 6.478 pontos. Como resultado, foi gerado um MDE de Superfície (MDS) com uma precisão de 5 m na altimetria e 10 m na planimetria.

O Mapa de Uso e Ocupação do Solo utilizado é também disponibilizado pelo Portal para Informações e Dados Espaciais (GeoNetwork – ANA, 2018). O mapa foi criado por meio de imagens de satélites ALOS, QUICKBIRD, WORLD VIEW I e LANDSAT-7 e o produto tem uma escala de interpretação de 10 metros compatível com escala 1:100.000.

Já o Mapa Pedológico da bacia do Rio Doce foi criado em 2006 pela Diretoria de Geociências do IBGE e está disponibilizado pelo Portal FTP deste órgão em resolução 1:5.000.000 (IBGE, 2006).

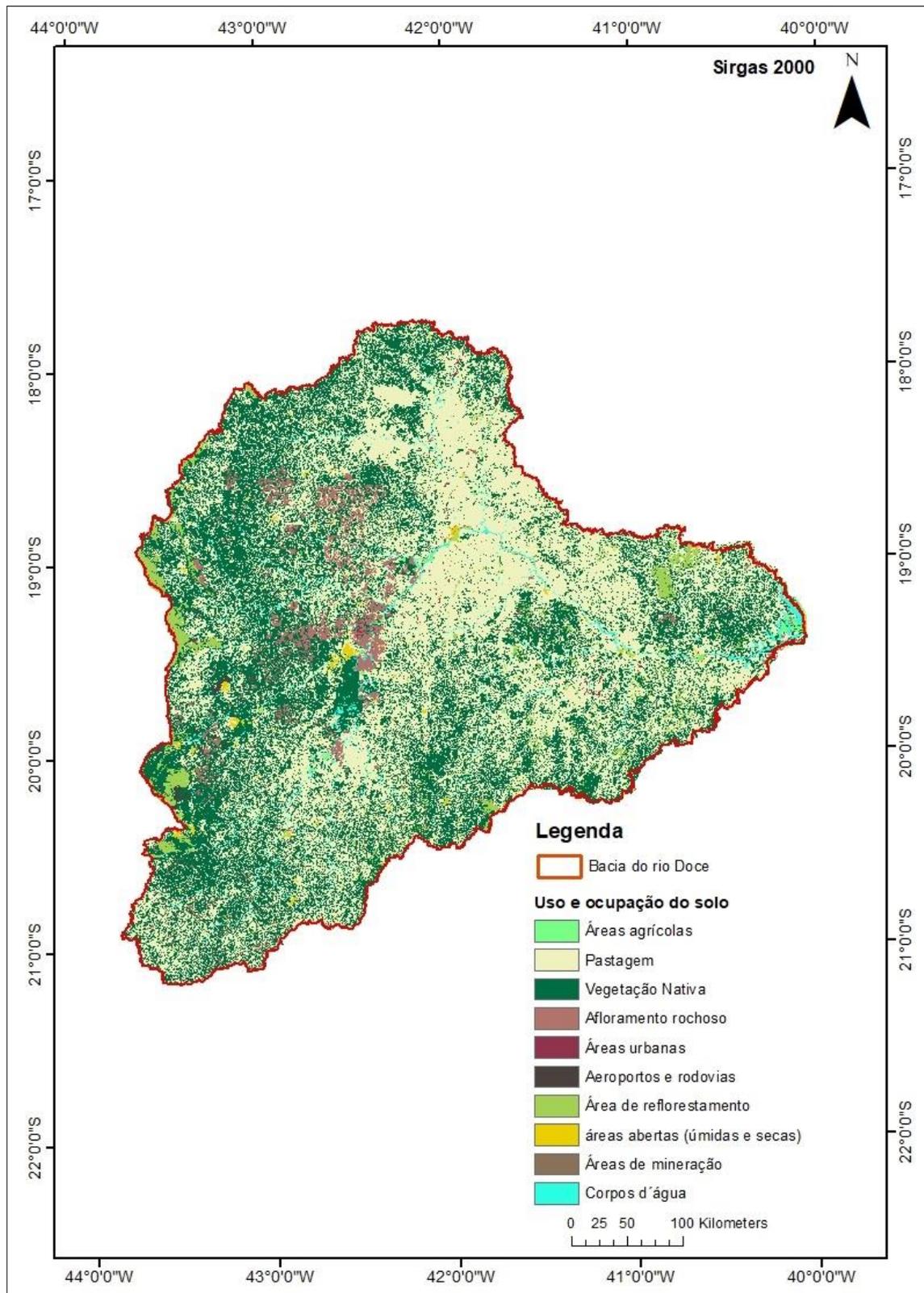
Os dados cartográficos e de altimetria utilizados estão apresentados a seguir: o MDE é apresentado na Figura 7, o mapa de Uso e ocupação do solo, na Figura 8 e o Mapa Pedológico, na Figura 9.

Figura 7: MDE da bacia do rio Doce



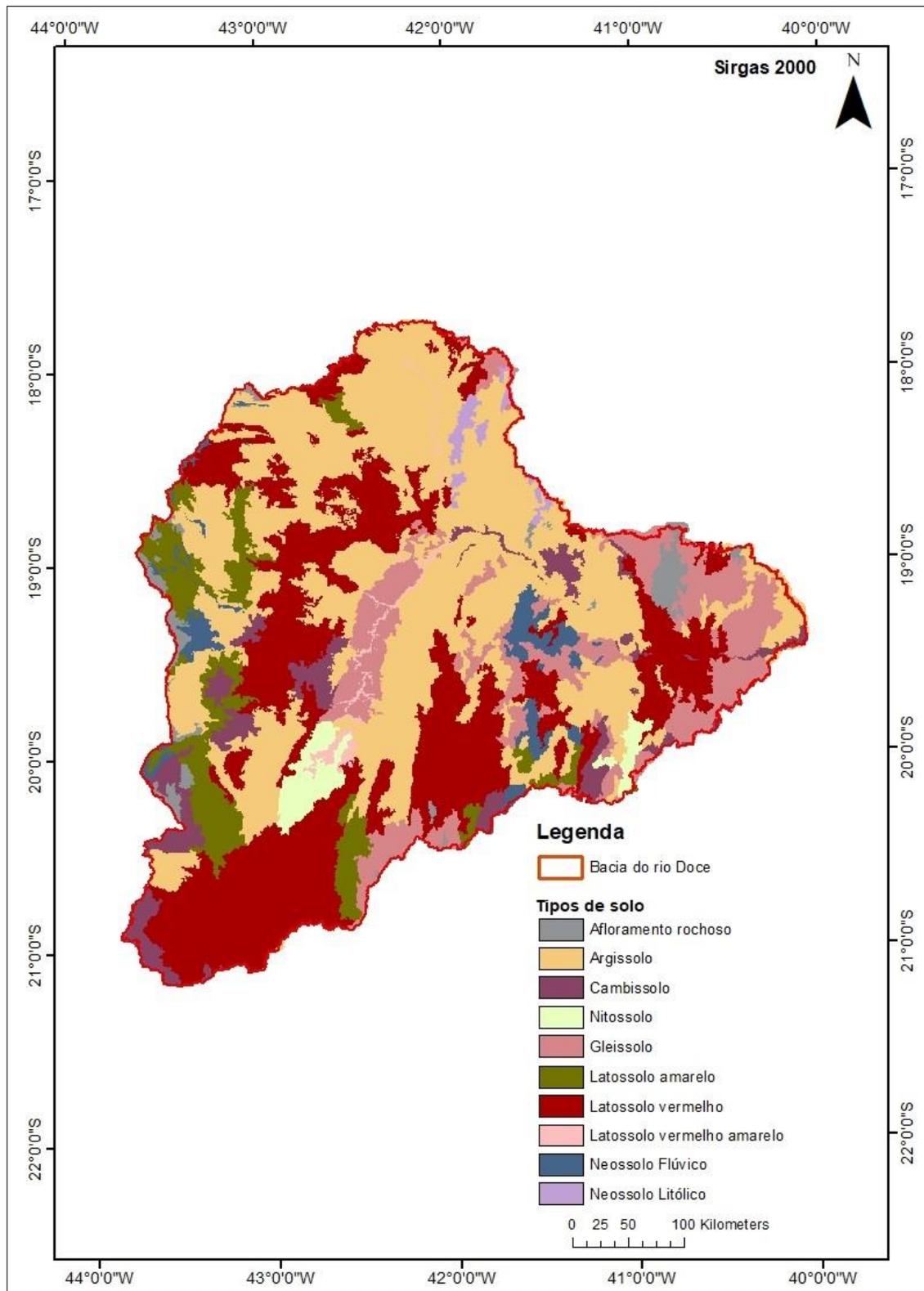
Fonte: ANA adaptado, 2018.

Figura 8: Mapa de Uso e Ocupação do solo da bacia do rio Doce



Fonte: ANA adaptado, 2018.

Figura 9: Mapa pedológico da bacia do rio Doce



Fonte: IBGE adaptado, 2018.

### 2.1.3.3 Calibração do modelo

Esta etapa foi dividida em cinco partes:

- Definição das subbacias;
- Entrada dos mapas de solos e uso e ocupação do solo;
- Definição das Unidades de Resposta Hidrológica (URH);
- Entrada dos dados climatológicos;
- Simulação do cenário de calibração.

Para a etapa de calibração do modelo, primeiramente foi inserido no SWAT o modelo digital de terreno da bacia e o shapefile com a posição das estações fluviométricas situadas em posições estratégicas e que possuem longa série de dados (1985 e 2017). As subbacias foram delimitadas de acordo com o modelo digital de terreno, tendo a posição das estações fluviométricas como ponto mais a jusante. A Figura 10 apresenta a espacialização das estações fluviométricas e as subbacias delimitadas, enquanto a Tabela 6 apresenta características das estações fluviométricas utilizadas na etapa de calibração do modelo.

Figura 10: Posição das estações fluviométricas e sub-bacias a montante das mesmas

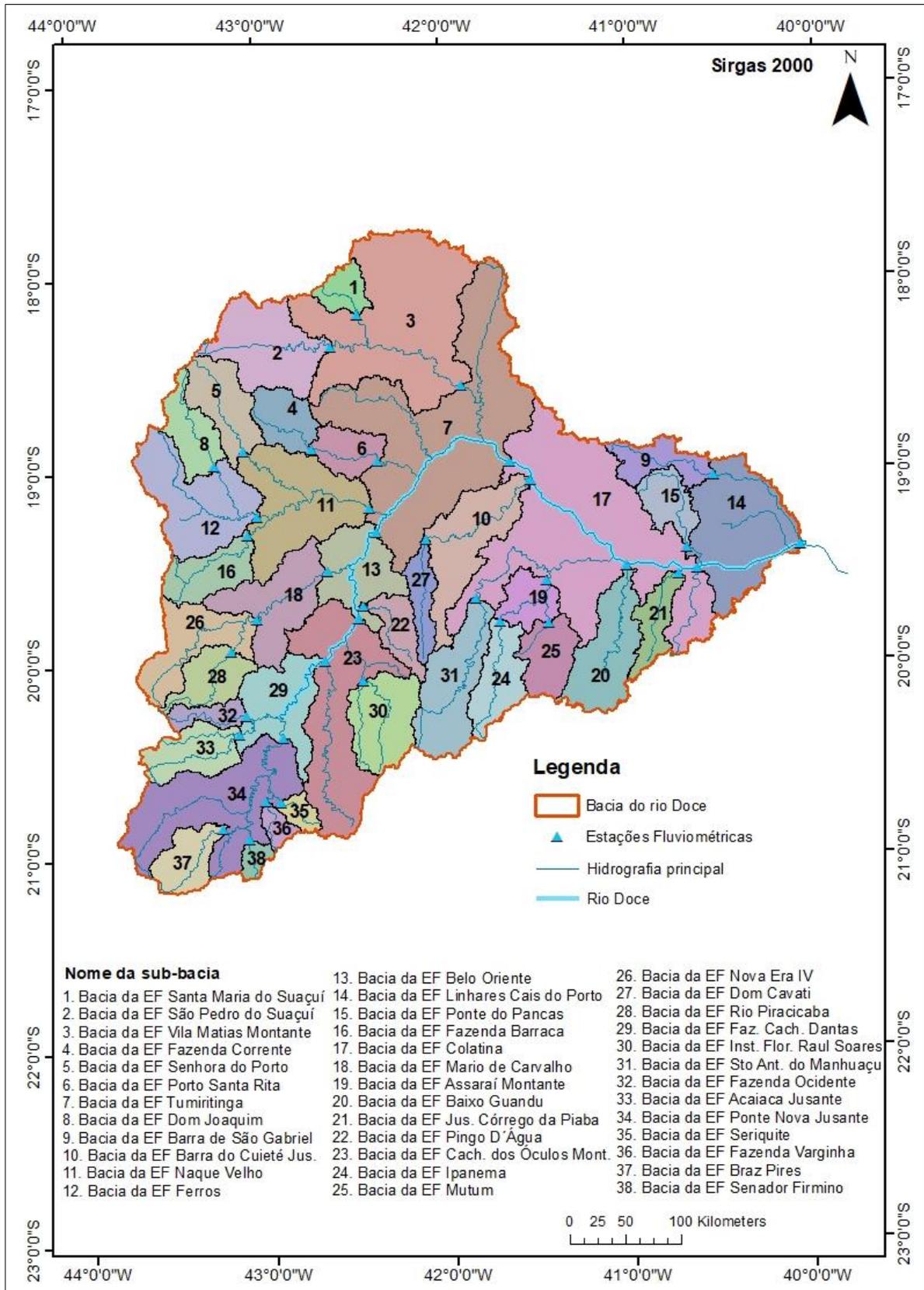


Tabela 6: Características das estações fluviométricas utilizadas na etapa de calibração do modelo SWAT

<b>Código</b>	<b>Estação</b>	<b>Resp./Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>
56846000	Porto de Santa Rita	ANA/CPRM	-18.95	-42.36	1965.00
56055000	Braz Pires	ANA/CPRM	-20.85	-43.24	1089.00
56090000	Fazenda Varginha	ANA/CPRM	-20.71	-43.00	324.00
56110005	Ponte Nova Jusante	ANA/CPRM	-20.38	-42.90	6132.00
56335001	Acaiaca Jusante	ANA/CPRM	-20.36	-43.14	1371.00
56337000	Fazenda Ocidente	ANA/CPRM	-20.27	-43.10	531.00
56425000	Faz. Cachoeira D'Antas	ANA/CPRM	-19.99	-42.67	10079.00
56510000	Inst. Flor. Raul Soares	ANA/CPRM	-20.10	-42.46	1800.00
56539000	Cach. Óculos Montante	ANA/IGAM	-19.78	-42.48	15836.00
56570000	Pingo D'Água	ANA/CPRM	-19.71	-42.45	814.00
56610000	Rio Piracicaba	ANA/CPRM	-19.93	-43.17	1163.00
56659998	Nova Era IV	ANA/CPRM	-19.77	-43.03	3060.00
56696000	Mário de Carvalho	ANA/CPRM	-19.52	-42.64	5270.00
56719998	Belo Oriente	ANA/CPRM	-19.33	-42.38	24200.00
56765000	Dom Joaquim	ANA/CPRM	-18.96	-43.24	972.00
56775000	Ferros	ANA/CPRM	-19.23	-43.02	4058.00
56787000	Fazenda Barraca	ANA/CPRM	-19.33	-43.07	1280.00
56800000	Senhora do Porto	ANA/CPRM	-18.89	-43.08	1521.00
56825000	Naque Velho	ANA/CPRM	-19.19	-42.42	10170.00
56845000	Fazenda Corrente	ANA/CPRM	-18.89	-42.71	1064.00
56860000	São Pedro do Suaçuí	ANA/CPRM	-18.36	-42.61	2610.00
56870000	Santa Maria do Suaçuí	ANA/CPRM	-18.20	-42.45	670.00
56891900	Vila Matias Montante	ANA/CPRM	-18.57	-41.92	10200.00
56920000	Tumiritinga	ANA/CPRM	-18.97	-41.64	55425.00
56935000	Dom Cavati	ANA/CPRM	-19.37	-42.11	784.00
56940002	Barra do Cuieté Jus.	ANA/CPRM	-19.07	-41.54	3250.00
56978000	Sto. Ant. do Manhuaçu	ANA/CPRM	-19.68	-41.84	2287.00
56988500	Ipanema	ANA/CPRM	-19.80	-41.71	1420.00
56989001	Mutum	ANA/CPRM	-19.81	-41.44	1187.00
56989400	Assaraí Montante	ANA/CPRM	-19.59	-41.46	3190.00
56998400	Barra de São Gabriel	ANA/CPRM	-19.04	-40.53	1070
56992000	Baixo Guandu	ANA/CPRM	-19.52	-41.01	2135.00
56994500	Colatina	ANA/CPRM	-19.53	-40.62	75800.00
56995500	Ponte do Pancas	ANA/CPRM	-19.42	-40.69	919.00
56993551	Jusante Córrego da Piaba	ANA/CPRM	-19.56	-40.73	873.00
56075000	Porto Firme	ANA/CPRM	-20.67	-43.09	4251.00
56085000	Seriquite	ANA/CPRM	-20.67	-43.09	4251.00
56065000	Senador Firmino	ANA/CPRM	-20.91	-43.10	291.00

Em seguida, foram inseridos no SWAT os mapas de solo e de uso e ocupação do solo da bacia do rio Doce. Para cada classe de solo e de uso e ocupação do solo, o modelo associa um conjunto de parâmetros e variáveis de entrada que são retirados de seu banco de dados ou fornecidos pelo modelador. Dados de solo da bacia foram retirados de levantamentos exploratórios de reconhecimento de solos, tanto para a porção mineira quanto para a porção espírito-santense (PANOSO, 1978; JACOMINE et al., 1979; PANOSO, 1980; MOTTA et al., 2004; IBGE, 2007). Já os dados das classes de uso do solo foram retirados do banco de dados existente no modelo.

Com base nas informações cartográficas, o modelo dividiu a bacia em 1705 Unidades de Resposta Hidrológica (URH), que são áreas com apenas um tipo de solo e um tipo de uso e ocupação do solo.

Na etapa seguinte foram inseridos os dados climatológicos no modelo. O SWAT utiliza os seguintes dados: precipitação, temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. A precipitação utilizada é proveniente de dados reais medidos nas estações pluviométricas de responsabilidade da ANA e operadas pela CPRM (Tabela 7), enquanto, para as demais variáveis, foram utilizados dados de um banco de dados mundial denominado Centros Nacionais de Previsão Ambiental (*The National Centers for Environmental Prediction – NCEP*) pela Reanálise de Sistemas de Previsão Climática (*Climate Forecast System Reanalysis – CFSR*), o qual foi concluído para um período de 36 anos, que compreende de 1979 a 2014. A CFSR foi projetada e executada como uma superfície global de alta resolução para fornecer a melhor estimativa de dados climáticos durante esse período. Este site permite que seja feito download de dados climatológicos no formato de arquivo SWAT para um determinado local do globo terrestre e período de tempo. Com relação à pluviosidade, para cada sub bacia, o modelo utiliza dados da estação pluviométrica localizada mais próxima ao seu centroide. Foram adicionados ao modelo os dados das 90 estações pluviométricas apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7: Estações pluviométricas de longa série histórica utilizadas na modelagem hidrológica

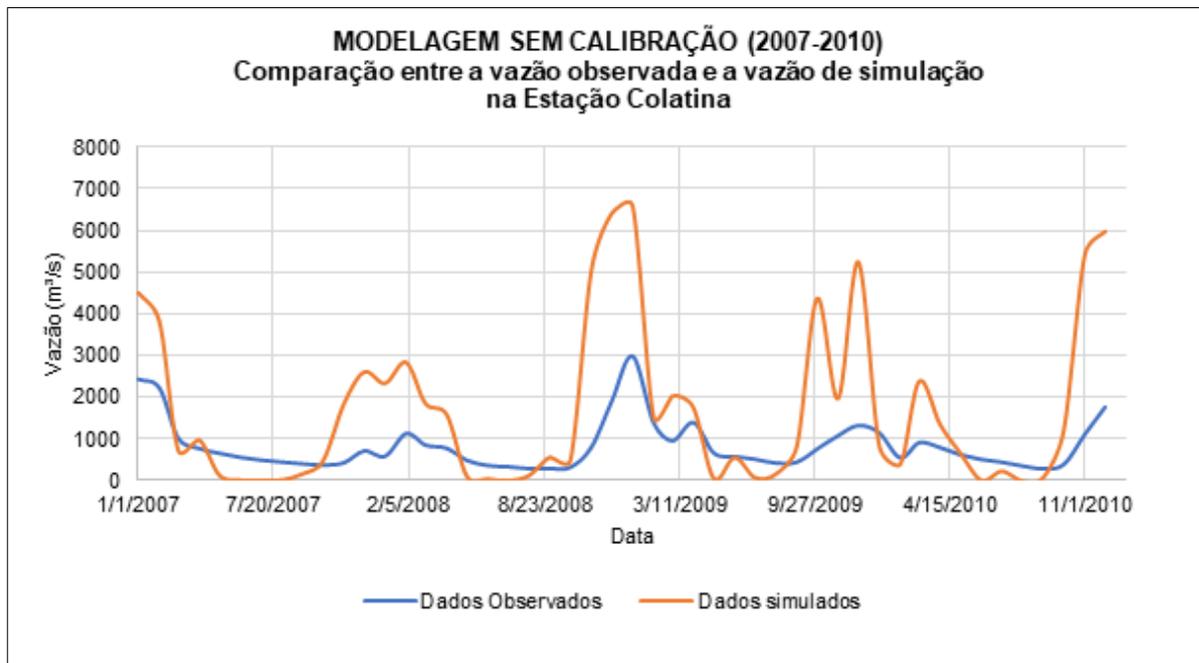
Resp./Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude
ANA/CPRM	2042010	Abre Campo	-20.69055556	-43.29944444
ANA/CPRM	2043009	Acaiaca Jusante	-20.67027778	-43.08805556
ANA/CPRM	2041023	Afonso Cláudio montante	-20.3625	-43.14388889
ANA/CPRM	1742019	Água Boa	-20.39	-43.18027778
ANA/CPRM	1840000	Águia Branca	-17.84555556	-42.07555556
ANA/CPRM	1941012	Alto Rio Novo	-17.99222222	-42.39388889
ANA/CPRM	1941006	Assaraí montante	-18.57472222	-41.91777778
ANA/CPRM	1941003	Baixo Guandu	-18.23861111	-41.74861111
ANA/CPRM	1940016	Barra de São Gabriel	-18.88305556	-41.95027778
ANA/CPRM	1941005	Barra do Cuieté jusante	-18.77694444	-41.48277778
ANA/CPRM	1839006	Barra Nova	-18.55277778	-42.76416667
ANA/CPRM	1942030	Belo Oriente	-19.31638889	-42.39611111
ANA/CPRM	2042014	Bicuiba	-18.59277778	-43.4125
ANA/CPRM	1942002	Bom Jesus do Galho	-18.61194444	-42.27861111

Resp./Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude
ANA/CPRM	2043026	Braz Pires	-18.97638889	-41.64027778
ANA/CPRM	1942031	Cach. dos Óculos montante	-19.76944444	-42.47694444
ANA/CPRM	1943010	Caeté	-18.36305556	-42.60222222
ANA/CPRM	1940020	Caldeirão	-18.27972222	-43.00055556
ANA/CPRM	1841003	Campanário	-18.77222222	-42.93111111
ANA/CPRM	1742014	Capelinha	-18.20111111	-42.45527778
ANA/CPRM	1940005	Cavalinho	-19.79888889	-41.70611111
ANA/CPRM	1840010	Cedrolândia	-19.06166667	-41.53277778
ANA/CPRM	1841018	Central de Minas	-19.67833333	-41.83611111
ANA/CPRM	1940006	Colatina - Corpo de Bombeiros	-19.16166667	-41.86222222
ANA/CPRM	2043059	Colégio Caraça	-19.01666667	-43.44416667
ANA/CPRM	1943002	Conc. do Mato Dentro	-19.44027778	-43.11861111
ANA/CPRM	1842005	Coroaci	-19.59472222	-41.45805556
ANA/CPRM	2143003	Desterro do Melo	-19.2175	-43.37416667
ANA/CPRM	1841019	Divino de Laranjeiras	-19.99888889	-42.3475
ANA/CPRM	1942008	Dom Cavati	-19.25027778	-43.01444444
ANA/CPRM	2041008	Dores do Manhumirim	-19.34305556	-41.24611111
ANA/CPRM	2043056	Fazenda Água Limpa Jusante	-19.92277778	-43.17777778
ANA/CPRM	2042031	Fazenda Cachoeira D'Antas	-19.94527778	-43.40111111
ANA/CPRM	2043027	Fazenda Ocidente	-19.81111111	-41.43777778
ANA/CPRM	2043011	Fazenda Paraíso	-19.37361111	-42.105
ANA/CPRM	2142004	Fazenda Umbaúbas	-19.4925	-41.16166667
ANA/CPRM	2041048	Fazenda Vargem Alegre	-19.83361111	-42.31777778
ANA/CPRM	1943003	Ferros	-19.52472222	-42.64416667
ANA/CPRM	2040008	Garrafão (DNOS)	-19.88083333	-43.3675
ANA/CPRM	1841020	Governador Valadares	-20.10805556	-41.72833333
ANA/CPRM	1842007	Guanhães	-20.10361111	-42.44
ANA/CPRM	1941009	Ibituba	-20.29888889	-42.47805556
ANA/CPRM	1941000	Ipanema	-20.21472222	-42.65222222
ANA/CPRM	1940012	Itaimbé	-20.01138889	-42.67416667
ANA/CPRM	1941018	Itanhomi	-20.09694444	-43.48805556
ANA/CPRM	1940000	Itarana	-20.6825	-42.80666667
ANA/CPRM	1940022	Jacupemba	-20.38472222	-42.90277778
ANA/CPRM	1943024	José de Melo	-20.28555556	-43.09888889
ANA/CPRM	1741006	Ladainha	-20.8475	-43.24194444
ANA/CPRM	2043002	Lagoa Grande	-20.51666667	-43.01666667
ANA/CPRM	1941008	Laranja da Terra	-21.14916667	-43.52
ANA/CPRM	1742017	Malacacheta	-20.27722222	-42.32555556
ANA/CPRM	1841009	Mantenedópolis	-20.17055556	-41.96111111
ANA/CPRM	1942029	Mario de Carvalho	-19.90111111	-41.05805556
ANA/CPRM	2042017	Matipó	-20.07861111	-41.12138889

Resp./Operadora	Código	Estação	Latitude	Longitude
ANA/CPRM	1943025	Morro do Pilar	-18.98555556	-40.74611111
ANA/CPRM	1941019	Mutum	-19.69111111	-41.02
ANA/CPRM	1942032	Naque Velho	-19.18861111	-42.42277778
ANA/CPRM	1940013	Novo Brasil	-19.52361111	-41.01416667
ANA/CPRM	1940009	Pancas	-19.53083333	-40.62305556
ANA/CPRM	2142002	Patrocínio do Muriaé	-19.2375	-40.59138889
ANA/CPRM	2043010	Piranga	-19.69222222	-40.39805556
ANA/CPRM	2042018	Ponte Nova jusante	-19.66361111	-40.83527778
ANA/CPRM	2043014	Porto Firme	-19.87444444	-40.87444444
ANA/CPRM	2042008	Raul Soares montante	-19.27416667	-40.32083333
ANA/CPRM	1941004	Resplendor jusante	-19.05777778	-40.51638889
ANA/CPRM	1940023	Rio Bananal	-19.22027778	-40.85333333
ANA/CPRM	2042011	Rio Casca	-19.05916667	-41.0275
ANA/CPRM	1943001	Rio Piracicaba	-19.80527778	-40.67888889
ANA/CPRM	1843012	Rio Vermelho	-19.955	-40.74166667
ANA/CPRM	1943007	Santa Barbara	-17.62944444	-41.73722222
ANA/CPRM	2041017	Santa Cruz Caparaó	-17.69166667	-42.52611111
ANA/CPRM	1943008	Santa Maria do Itabira	-18.76305556	-41.30833333
ANA/CPRM	2040007	Santa Maria de Jetibá	-19.90277778	-43.66638889
ANA/CPRM	1842008	Santa Maria do Suaçuí	-19.68972222	-43.58555556
ANA/CPRM	1941011	Santo Antônio do Manhuaçu	-19.21888889	-43.58805556
ANA/CPRM	1940001	São João de Petrópolis	-20.76944444	-42.30111111
ANA/CPRM	1842020	São João Evangelista	-20.17916667	-43.94277778
ANA/CPRM	2042016	São Miguel do Anta	-20.30305556	-43.61583333
ANA/CPRM	1842004	São Pedro do Suaçuí	-21.05027778	-42.51555556
ANA/CPRM	1941010	São Sebastião da Encruzilhada	-21.15	-42.20111111
ANA/CPRM	1843011	Serro	-21.19277778	-43.61388889
ANA/CPRM	1841011	Tumiritinga	-19.58861111	-40.19805556
ANA/CPRM	2043025	Usina da Brecha	-20.32277778	-41.70416667
ANA/CPRM	1943027	Usina Peti	-18.83888889	-41.11027778
ANA/CPRM	1940010	Valsugana Velha montante	-18.80972222	-40.69055556
ANA/IGAM	2143007	Vargem do Engenho	-20.14333333	-40.97527778
ANA/CPRM	1943035	Vau da Lagoa	-20.02805556	-40.74416667
ANA/CPRM	1942006	Vermelho Velho	-19.95333333	-40.5525
ANA/CPRM	1841001	Vila Matias montante	-18.95027778	-39.76444444

O modelo foi rodado no período de 2004 a 2013 utilizando os dados inseridos no mesmo nas etapas discutidas nos itens anteriores. A Figura 11 apresenta hidrograma simulado e medido na estação fluviométrica Colatina para o período 2007-2010.

Figura 11: Resultado da simulação hidrológica na etapa anterior à calibração



Conforme pode ser observado, os resultados da modelagem inicial não se mostraram satisfatórios, havendo, dessa forma, necessidade de se proceder a calibração do modelo.

A calibração de um modelo é realizada com a finalidade de fazer com que valores simulados se aproximem ao máximo aos valores medidos, utilizando coeficientes estatísticos como o Nash-Sutcliffe (NS) e o Percentual bias (Pbias) para comparação. Para a bacia do rio Doce, valores de vazão diária simulados nos exutórios das subbacias foram comparados com os valores de vazão medidos nas estações fluviométricas durante o processo de calibração.

Para a calibração do SWAT na bacia do rio Doce, foi utilizado o software SWAT-CUP (ABBASPOUR et al., 2005), tendo sido escolhido o algoritmo de parametrização Sufi-2. Este algoritmo vem sendo o mais utilizado em modelagem de bacias hidrográficas por todo o globo, principalmente devido a sua facilidade de aplicação. Além disso, o software conta com a lista de parâmetros utilizados dentro do modelo SWAT e seus respectivos valores mínimos e máximos aceitáveis. O Quadro 2 apresenta os parâmetros que foram calibrados com o uso do SWAT CUP. Estes foram escolhidos a partir de revisão de literatura e do estudo detalhado de cada um dos parâmetros. Para a calibração, foram utilizados dados de 2007 a 2010 (4 anos) e o de validação de 2011 a 2013 (3 anos).

Quadro 2: Parâmetros utilizados na calibração do modelo

Parâmetro	Descrição
ALPHA_BF	Fator de fluxo de base ou constante de recessão (dias)
CANMX	Quantidade de água interceptada (mm)
SURLAG	Coefficiente de retardamento do escoamento superficial direto
GW_DELAY	Intervalo de tempo para recarga do aquífero (dias)
GW_REVAP	Coefficiente de ascensão de água à zona de saturação
GWQMN	Nível limite de água no aquífero livre para ocorrer o fluxo de retorno (mm)
CN2	Curva número inicial para condição de umidade do solo II
REVAPMN	Profund. de limiar de água no lençol freático para que ocorra reevaporação (mm)
SLSUBBSN	Comprimento médio da declividade (m)
RCHRG_DP	Coefficiente de percolação da água para o aquífero profundo (dias)
SOL_K	Condutividade hidráulica do solo (mm/h)
SOL_AWC	Armazenamento de água no solo (mm H <sub>2</sub> O/mm solo)
SOL_Z	Profundidade da superfície do solo ao fundo da camada (mm)
EPCO	Fator de compensação de captação de plantas
ESCO	Coefficiente de compensação de evaporação de água no solo
CH_K2	Condutividade efetiva do canal (mm/h)
CH_N2	Coefficiente de Manning para o canal principal
BIOMIX	Eficiência da mistura biológica

Foram realizadas diversas simulações com mais de 1000 iterações cada, quando os parâmetros foram sendo ajustados até que a estatística Nash-Sutcliffe fosse considerada satisfatória. Os parâmetros ajustados e os modos de ajuste encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8: Parâmetros calibrados

Parâmetro	Valor calibrado	Tipo de ajuste
ALPHA_BF	0.000273	substituição
CANMX	4.2242	adição
SURLAG	-1.848833	adição
GW_DELAY	99.985001	adição
GW_REVAP	-0.009426	adição
GWQMN	678.208008	adição
CN2	-0.30706	multiplicação
REVAPMN	23.533335	adição
SLSUBBSN	-0.27217	multiplicação
RCHRG_DP	0.02162	multiplicação
SOL_K	-4.76673	multiplicação
SOL_AWC	-0.022075	multiplicação
SOL_Z	0.41853	multiplicação

Parâmetro	Valor calibrado	Tipo de ajuste
EPCO	0.3741	adição
ESCO	0.020701	adição
CH_K2	5.591664	adição
CH_N2	0.168383	adição
BIOMIX	0.16243	multiplicação

O coeficiente escolhido para análise da calibração e validação do modelo foi o Nash-Sutcliffe (NS), que é o indicador estatístico de uso mais comum entre os usuários do SWAT. Para um ajuste perfeito entre os dados simulados e observados, o valor de NS deve ser o mais próximo possível de um, sendo que resultados menores que zero significam que o uso da média dos dados observados é melhor que a simulação feita. Para o período de calibração o NS foi de 0,75 e para o período de validação foi de 0,43 e as comparações entre os dados observados e os dados simulados são mostrados na Figura 12 e na Figura 13.

Figura 12: Gráfico calibração do modelo (vazão simulada vs vazão observada ao longo do período)

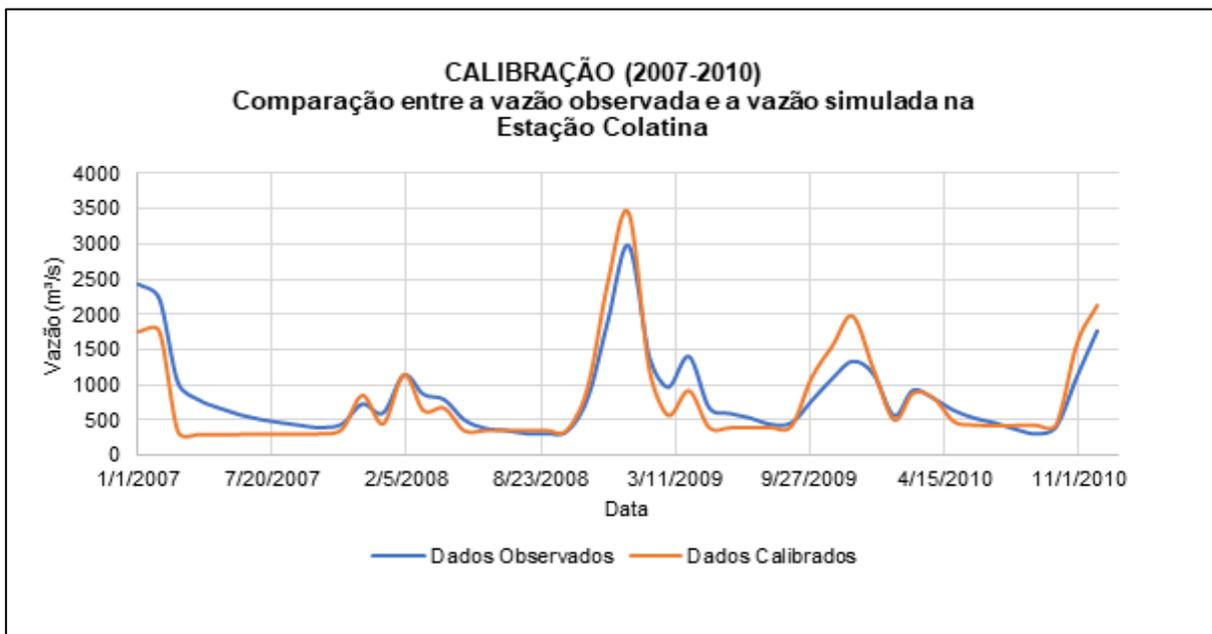
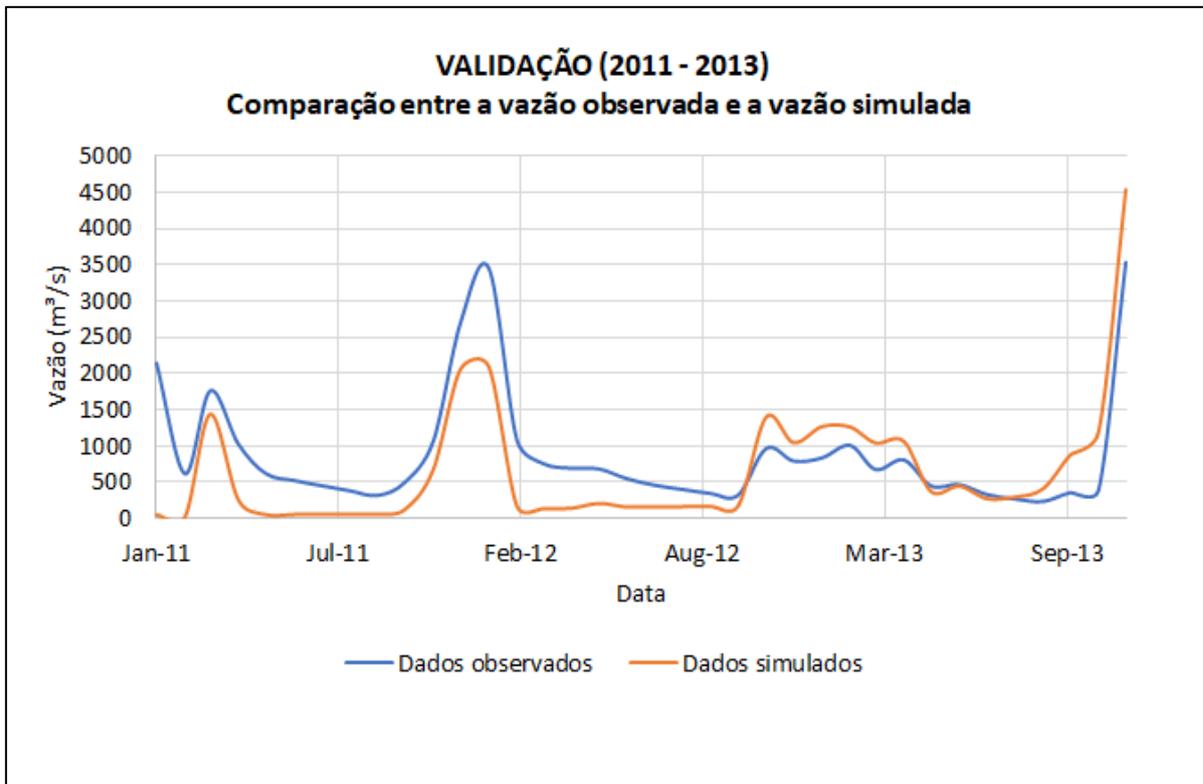


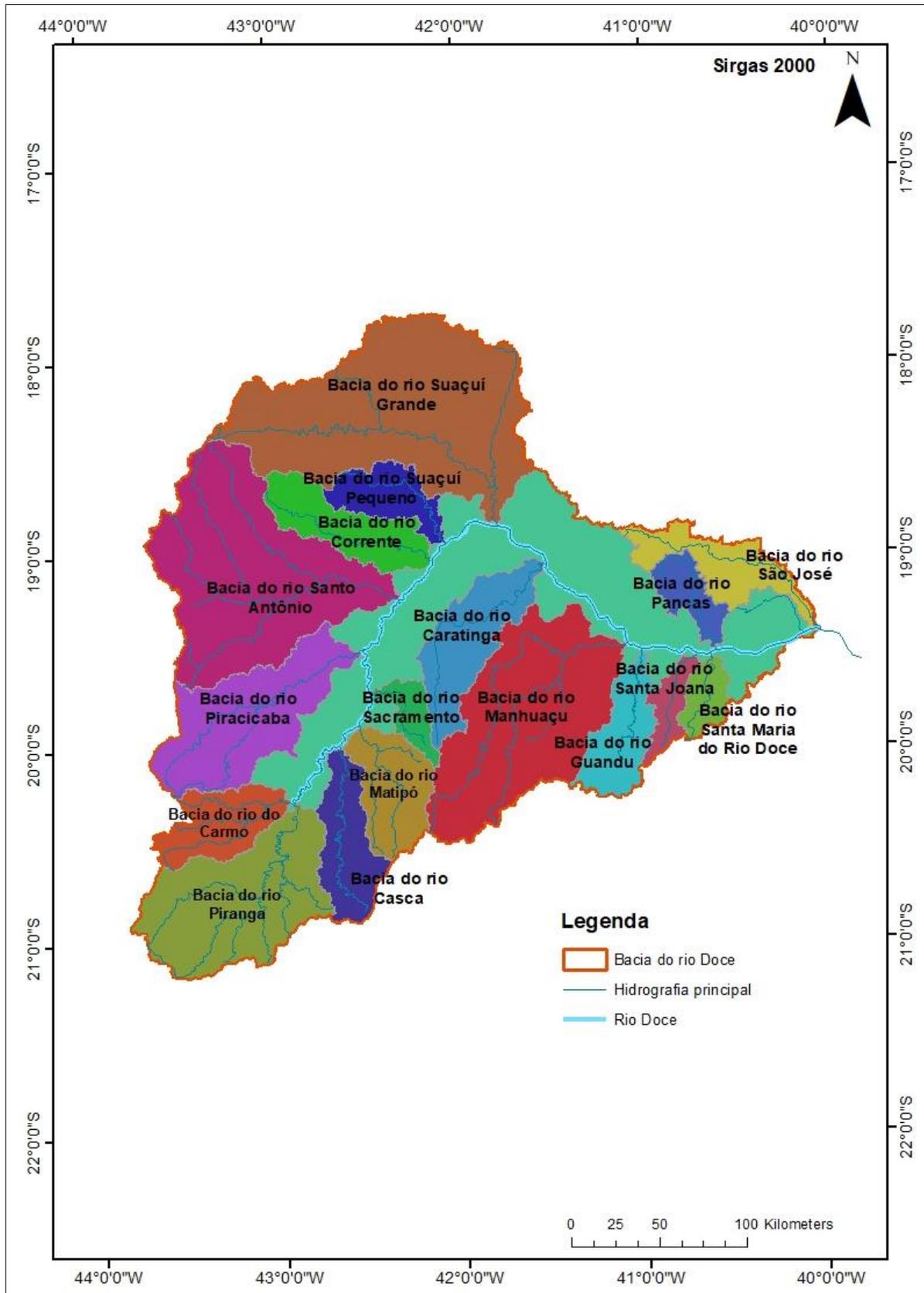
Figura 13: Gráfico validação do modelo (vazão simulada vs vazão observada ao longo do período)



#### 2.1.3.4 Simulação das vazões das subbacias

Após a calibração e a validação do modelo a bacia foi dividida em regiões com base na hidrografia principal (Figura 14), a fim de se caracterizar a quantidade de água que chega ao rio Doce advinda das suas diferentes subbacias formadoras.

Figura 14: Divisão da bacia do rio Doce para análise do aporte de água por região

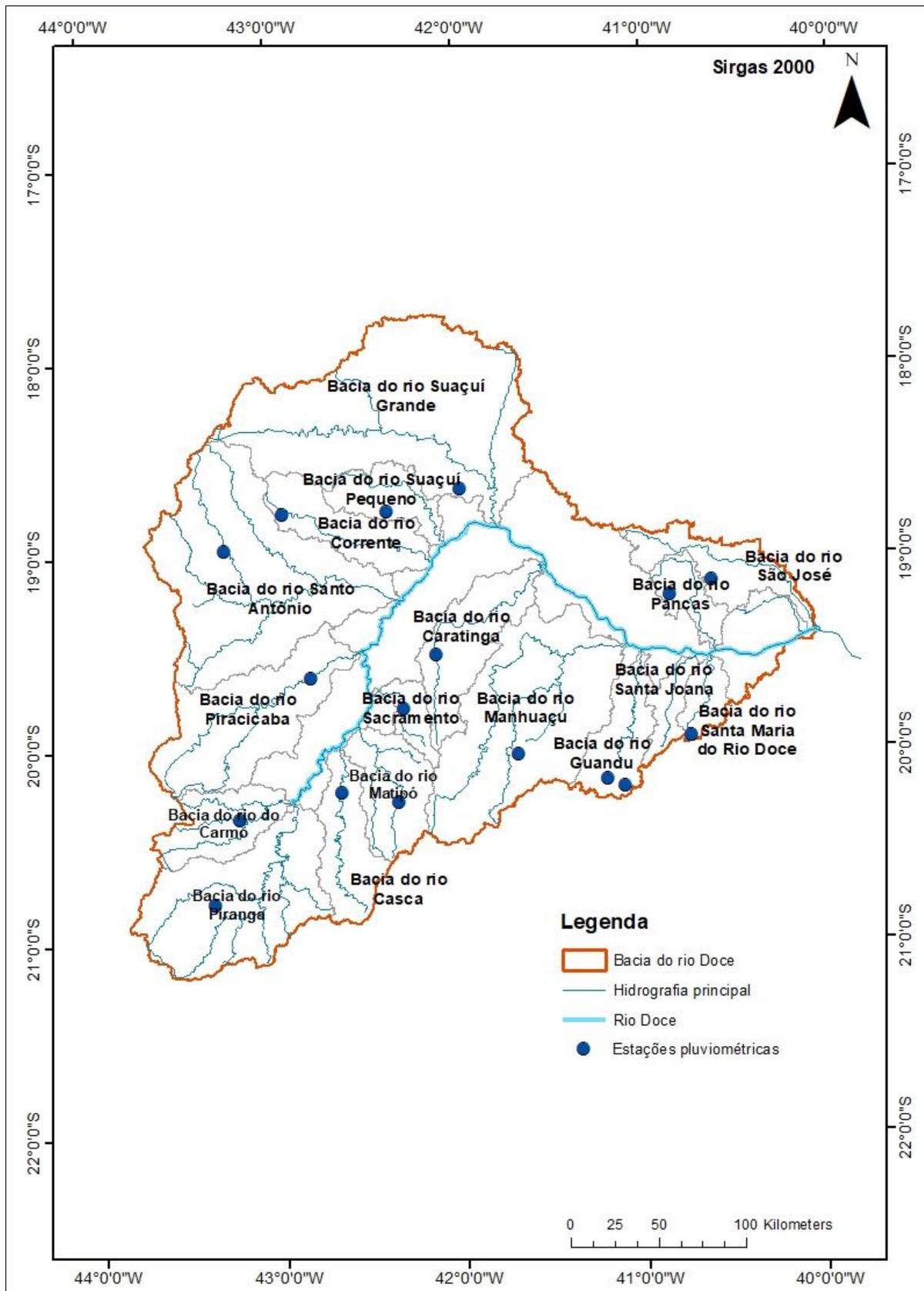


Para este processo, foi necessária uma simulação com dados atuais, visando entender hidrologicamente a bacia do rio Doce durante o período de setembro de 2018 a agosto de 2019. Para tanto, o modelo requer dados pluviométricos para o mesmo período. Estes dados foram buscados em bases que possuem estações telemétricas (CEMADEN, Sistema HIDRO – Telemetria da ANA e INMET), cujos dados são disponibilizados na internet diariamente ou em tempo real, e foram sendo compilados para alimentar o modelo SWAT durante as simulações hidrológicas atuais. Essas bases, porém, não possuem dados consistentes e podem conter falhas. Sendo assim, foi escolhida uma estação de dado atual para cada região hidrográfica, desde que possuíssem o menor número de dias com falha ao longo do período analisado (setembro de 2018 a agosto de 2019). Para a bacia do rio Santa Joana, não foi possível encontrar nenhuma estação com dados atuais, portanto, foi necessário escolher uma mais próxima com dados disponíveis (Estação Afonso Cláudio – Fazenda Guandu), logo, estão duas estações localizadas na bacia do rio Guandu e nenhuma na bacia do rio Santa Joana. As estações estão detalhadas na Tabela 9 e especializadas na Figura 15.

Tabela 9: Estações telemétricas utilizadas para análise pluviométrica 7 dias antes de cada amostragem

Bacia do rio	Código	Estação telemétrica - dados atuais
Suaçuí Grande MG	312770104A	Gov. Valadares - Chonin de baixo
Suaçuí Pequeno MG	316550301A	Sardoá - Centro
Corrente MG	A533	Guanhães
Caratinga MG	1942062	PCH Inhapim Jusante
Santo Antônio MG	312260301A	Dom Joaquim - Centro
São José ES	320270201A	São Domingos do Norte
Pancas ES	320400501A	Pancas
Manhuaçu MG	311600101A	Chalé - Centro
Piracicaba MG	1942049	UHE Sá Carvalho Jusante
Santa Maria do Rio Doce ES	320460902A	Santa Teresa - Alto Caldeirão
Guandu ES	320010208A	Afonso Cláudio - Piracema
Santa Joana ES	320010205A	Afonso Cláudio - Fazenda Guandu
Sacramento MG	1942034	GCH Sumidouro Barramento
Matipó MG	2042053	PCH Tulio Cordeiro de Mello Montante 2
Casca MG	315490301A	Rio Casca Centro
Carmo MG	2043084	PCH Furquim Jusante
Piranga MG	316600601A	Senhora de Oliveira - Centro

Figura 15: Espacialização das estações telemétricas ao longo da bacia do rio Doce



### 3 RESULTADOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA GLOBAL PARA COMPREENSÃO DO APORTE DE ÁGUA DOCE NO SISTEMA ESTUARINO-MARINHO DO RIO DOCE

##### 3.1.1 Pluviometria

###### 3.1.1.1 Série histórica e distribuição das chuvas na bacia do rio Doce

A Tabela 10 apresenta estatísticas calculadas a partir dos valores dos totais pluviométricos anuais de cada estação pluviométrica.

Tabela 10: Análise estatística dos valores dos totais pluviométricos anuais de estações pluviométricas localizadas na bacia do rio Doce que apresentaram dados entre 1985 a 2014

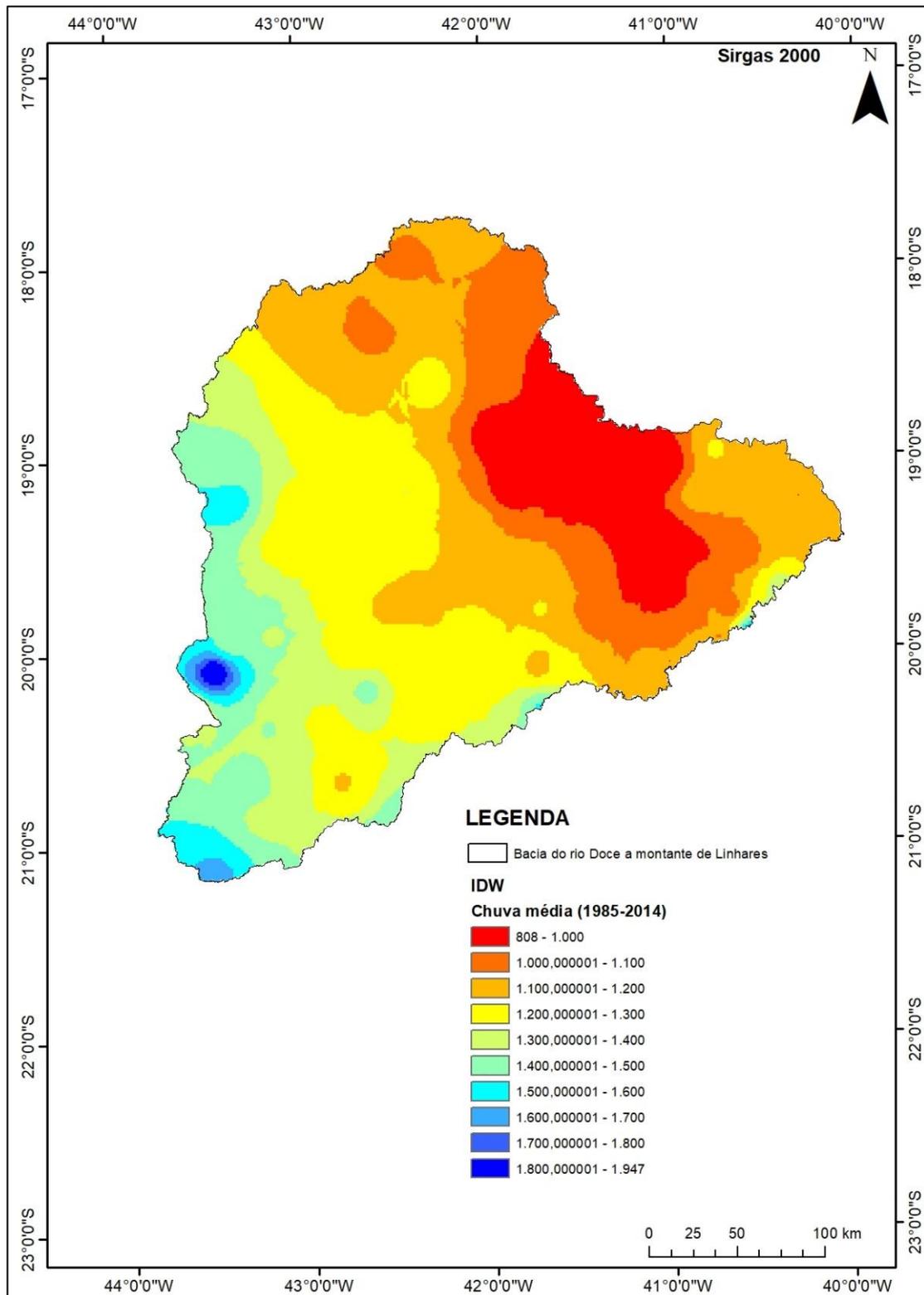
Estação	Valores - Série Histórica					
	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)
Abre Campo	665,9	3.003,3	1.292,9	1.212,0	522,6	40,4
Acaiaca Jusante	744,5	1.889,6	1.357,3	1.375,1	281,3	20,7
Afonso Cláudio montante	394,7	2.073,8	1.124,6	1.129,0	358,6	31,9
Água Boa	426,1	1.642,0	1.081,7	1.156,1	322,8	29,8
Águia Branca	661,8	1.769,6	1.221,0	1.206,6	324,2	26,5
Alto Rio Novo	255,2	1.546,3	848,1	836,5	322,6	38,0
Assaraí montante	619,4	1.928,4	1.091,8	1.016,3	282,0	25,8
Baixo Guandu	393,5	1.252,4	807,8	787,5	223,3	27,6
Barra de São Gabriel	701,2	1.663,8	1.102,9	1.051,0	269,9	24,5
Barra do Cuieté Jusante	544,1	1.665,2	946,7	962,2	251,8	26,6
Barra Nova	882,3	1.577,1	1.227,0	1.228,2	199,1	16,2
Belo Oriente	676,0	1.782,1	1.215,7	1.241,5	284,5	23,4
Bicuíba	819,8	2.137,1	1.464,7	1.498,2	313,8	21,4
Bom Jesus do Galho	656,7	1.901,3	1.189,8	1.179,8	262,7	22,1
Braz Pires	668,8	1.941,4	1.352,3	1.342,9	257,0	19,0
Cachoeira dos Óculos montante	670,7	1.655,4	1.157,3	1.169,4	257,3	22,2
Caeté	1.022,1	2.782,6	1.478,8	1.415,9	348,2	23,5
Caldeirão	682,5	1.873,2	1.094,4	1.038,7	310,9	28,4
Campanário	504,7	1.689,5	1.012,6	981,1	257,8	25,5
Capelinha	500,1	2.092,7	1.121,1	1.130,7	308,9	27,6
Cavalinho	761,3	1.944,5	1.328,4	1.297,4	315,6	23,8
Cedrolândia	612,2	2.010,6	1.173,2	1.084,2	341,8	29,1
Central de Minas	427,5	1.426,3	900,2	900,7	222,6	24,7
Colatina - Corpo de Bombeiros	600,2	1.490,8	1.017,7	1.015,5	236,0	23,2
Colégio Caraça	1.222,0	3.274,4	1.948,4	1.880,1	475,5	24,4
Conc, do Mato Dentro	950,4	2.128,8	1.422,9	1.386,2	310,6	21,8

Estação	Valores - Série Histórica					
	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)
Coroaci	642,7	2.067,2	1.266,7	1.292,3	379,5	30,0
Desterro do Melo	1.102,5	2.329,3	1.643,3	1.609,2	309,4	18,8
Divino de Laranjeiras	530,0	1.450,6	957,5	921,3	235,1	24,6
Dom Cavati	595,9	1.599,2	1.159,4	1.154,9	244,8	21,1
Dores do Manhumirim	641,1	1.687,0	1.172,9	1.130,3	241,7	20,6
Fazenda Água Limpa jusante	374,8	1.740,8	1.242,6	1.226,3	306,3	24,6
Fazenda Cachoeira D'Antas	547,4	1.960,0	1.230,9	1.229,1	327,8	26,6
Fazenda Ocidente	240,2	2.030,8	1.308,0	1.283,7	370,7	28,3
Fazenda Paraíso	802,4	2.015,2	1.429,3	1.403,4	315,6	22,1
Fazenda Umbaúbas	1.200,3	2.204,5	1.541,5	1.415,9	288,9	18,7
Fazenda Vargem Alegre	821,7	1.949,1	1.281,7	1.280,1	301,9	23,6
Ferros	834,8	1.890,4	1.233,7	1.199,1	275,0	22,3
Garrafão	394,9	1.829,9	1.133,9	1.123,5	285,2	25,2
Governador Valadares	577,1	1.502,9	963,4	918,8	221,3	23,0
Guanhães	683,0	1.856,9	1.234,9	1.208,5	265,8	21,5
Ibituba	555,8	1.349,7	891,3	892,2	216,4	24,3
Ipanema	580,3	1.912,7	1.206,3	1.211,3	299,5	24,8
Itaimbé	731,5	1.642,3	1.059,4	989,6	240,3	22,7
Itanhomi	572,2	1.632,6	967,5	944,2	268,3	27,7
Itarana	537,1	1.629,4	1.097,1	1.089,1	272,9	24,9
Jacupemba	671,3	1.810,0	1.181,5	1.178,6	292,6	24,8
José de Melo	787,5	1.952,1	1.446,0	1.447,4	237,2	16,4
Ladainha	705,7	1.668,7	1.065,5	1.022,4	242,2	22,7
Lagoa Grande	1.099,9	2.254,5	1.651,0	1.633,5	306,7	18,6
Laranja da Terra	461,1	1.505,6	1.010,8	1.075,2	285,0	28,2
Malacacheta	730,5	2.038,0	1.150,7	1.075,0	309,6	26,9
Mantenópolis	657,4	1.548,6	963,8	885,7	252,0	26,1
Mario de Carvalho	630,9	1.949,7	1.256,8	1.299,3	307,8	24,5
Matipó	679,5	1.762,6	1.212,7	1.254,9	263,7	21,7
Morro do Pilar	949,1	2.428,8	1.573,6	1.559,5	354,9	22,6
Mutum	684,2	1.447,3	1.075,1	1.095,7	220,1	20,5
Naque Velho	667,0	2.065,9	1.300,5	1.304,4	340,0	26,1
Novo Brasil	619,4	1.695,6	1.104,3	1.116,7	274,9	24,9
Pancas	479,8	1.673,0	1.162,1	1.101,3	289,0	24,9
Patrocínio do Muriaé	917,7	2.996,8	1.745,1	1.607,5	569,7	32,6
Piranga	837,6	2.018,3	1.491,3	1.502,3	249,9	16,8
Ponte Nova jusante	756,2	1.760,8	1.238,0	1.243,1	257,5	20,8
Porto Firme	631,1	1.962,2	1.332,9	1.359,6	289,6	21,7
Raul Soares montante	632,7	1.968,5	1.226,7	1.250,4	307,1	25,0
Resplendor jusante	559,2	1.775,6	979,4	946,8	247,8	25,3

Estação	Valores - Série Histórica					
	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	CV (%)
Rio Bananal	645,0	2.034,7	1.175,8	1.072,2	320,3	27,2
Rio Casca	811,8	2.641,4	1.454,4	1.342,7	441,0	30,3
Rio Piracicaba	499,4	2.042,4	1.385,5	1.402,4	363,6	26,2
Rio Vermelho	651,7	1.651,3	1.177,6	1.226,3	285,9	24,3
Santa Barbara	725,5	2.470,7	1.423,6	1.359,7	411,5	28,9
Santa Cruz Caparaó	1.005,6	2.119,9	1.520,7	1.451,6	278,6	18,3
Santa Maria de Jetibá	658,7	1.988,9	1.222,2	1.210,5	319,1	26,1
Santa Maria do Itabira	818,1	1.689,5	1.249,7	1.240,5	261,8	20,9
Santa Maria do Suaçuí	396,3	2.242,9	1.123,4	1.102,6	361,0	32,1
Santo Antônio do Manhuaçu	506,8	1.891,4	1.160,8	1.087,0	326,2	28,1
São João de Petrópolis	604,9	1.437,7	1.023,2	1.062,5	265,0	25,9
São João Evangelista	699,9	1.766,5	1.160,6	1.153,0	255,2	22,0
São Miguel do Anta	669,9	1.668,3	1.186,6	1.207,7	240,2	20,2
São Pedro do Suaçuí	202,0	1.753,9	1.044,7	1.047,9	327,9	31,4
São Sebastião da Encruzilhada	496,1	1.675,7	989,2	996,3	253,5	25,6
Serro	841,3	1.805,6	1.325,8	1.288,6	289,6	21,8
Tumiritinga	496,3	1.384,3	920,1	908,3	216,8	23,6
Usina da Brecha	729,2	1.884,2	1.306,3	1.274,7	294,4	22,5
Usina Peti	752,8	2.012,2	1.442,3	1.484,8	338,7	23,5
Valsugana Velha montante	1.087,7	2.897,9	1.830,3	1.806,6	441,5	24,1
Vargem do Engenho	859,0	2.232,3	1.592,8	1.526,1	361,1	22,7
Vau da Lagoa	1.034,4	2.073,7	1.532,8	1.522,5	250,9	16,4
Vermelho Velho	699,5	1.933,8	1.273,9	1.302,7	295,5	23,2
Vila Matias montante	547,1	1.708,6	1.021,0	975,0	256,0	25,1

A Figura 16 apresenta o resultado da interpolação dos totais pluviométricos anuais das estações que apresentam dados de longo prazo (1985-2014) na bacia do rio Doce e áreas lindeiras utilizando o interpolador Inverse Distance Weight (IDW) com potência 2 e número de pontos igual a 6.

Figura 16: Resultado da interpolação dos valores de precipitação média anual entre 1985 e 2014 de 90 estações pluviométricas da bacia do rio Doce utilizando o interpolador IDW



Conforme pode ser observado, a bacia apresentou uma significativa variação em sua pluviosidade média anual no período analisado, variando entre 795 mm e 1.916 mm, sendo a parte central e nordeste a parte mais seca da bacia e a faixa a oeste, a mais chuvosa.

### 3.1.1.2 Comparação entre a pluviosidade mensal da série histórica e pluviosidade mensal durante o primeiro ano de monitoramento

Nas figuras a seguir (Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20, Figura 21, Figura 22, Figura 23 e Figura 24) estão apresentadas as médias dos totais pluviométricos de cada mês utilizando uma série histórica de longo prazo (1985-2017), a média anual da série histórica e o total pluviométrico mensal entre setembro de 2018 a agosto de 2019 para estações pluviométricas situadas ao longo de toda a bacia do rio Doce.

Figura 17 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação pluviométrica Malacacheta (Código ANA 1742017)

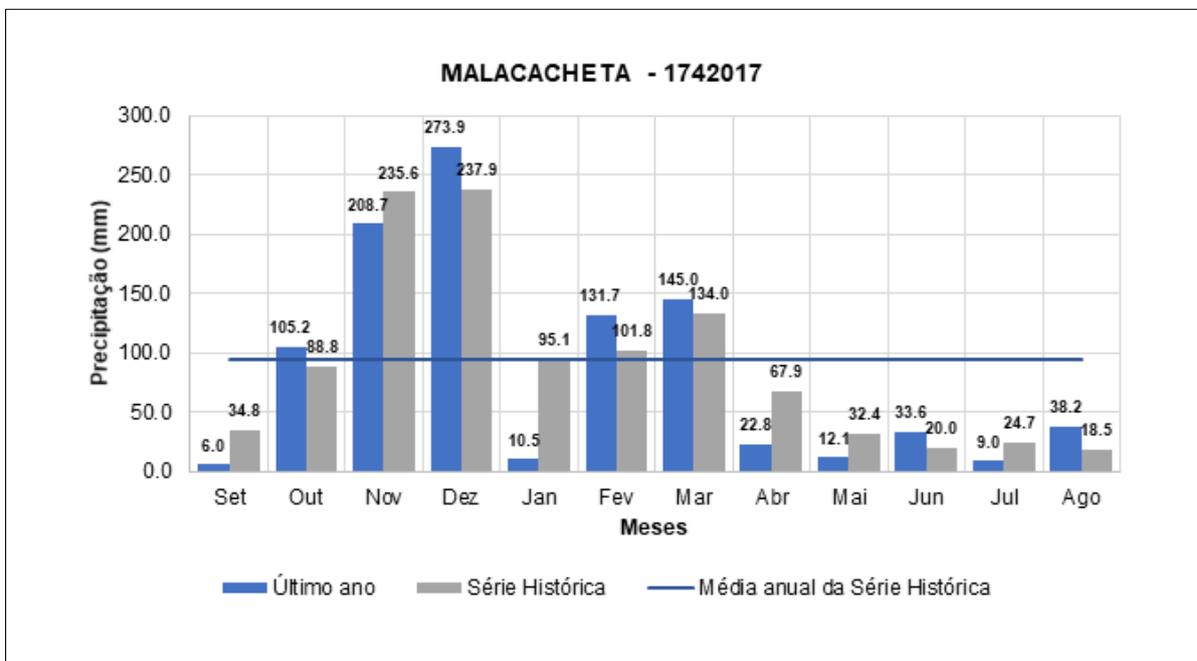


Figura 18 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Serro (Código ANA 1843011)

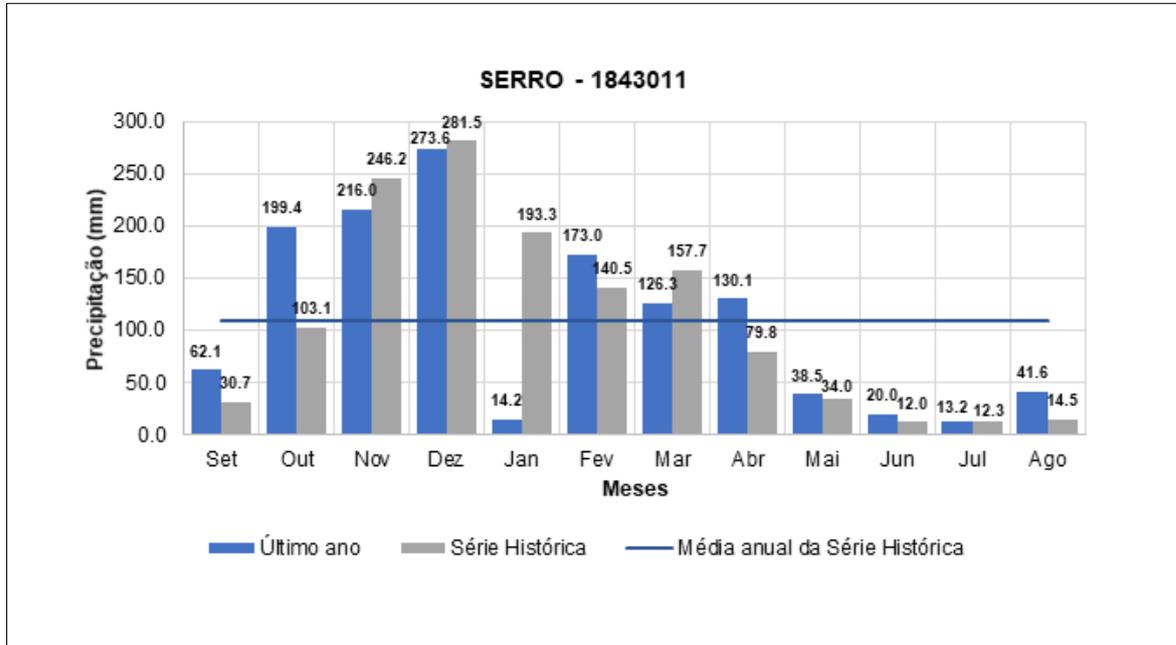


Figura 19 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Belo Oriente (Código ANA 1942030)

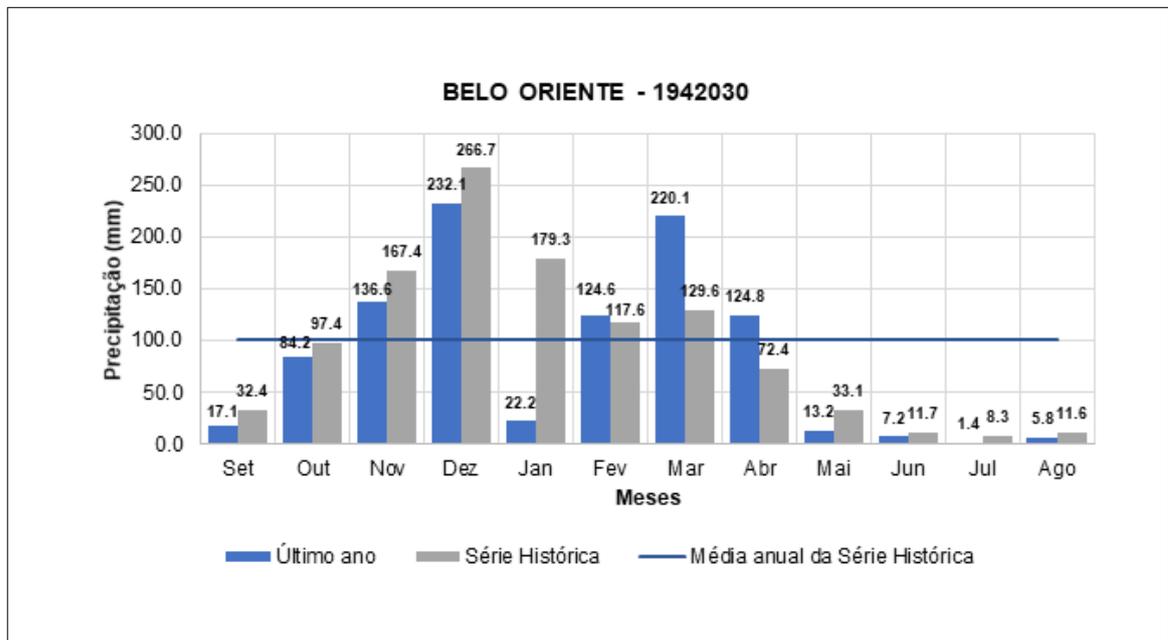


Figura 20 Média da precipitação mensal entre 1985-2017 média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação pluviométrica Tumiritinga (Código ANA 1841011)

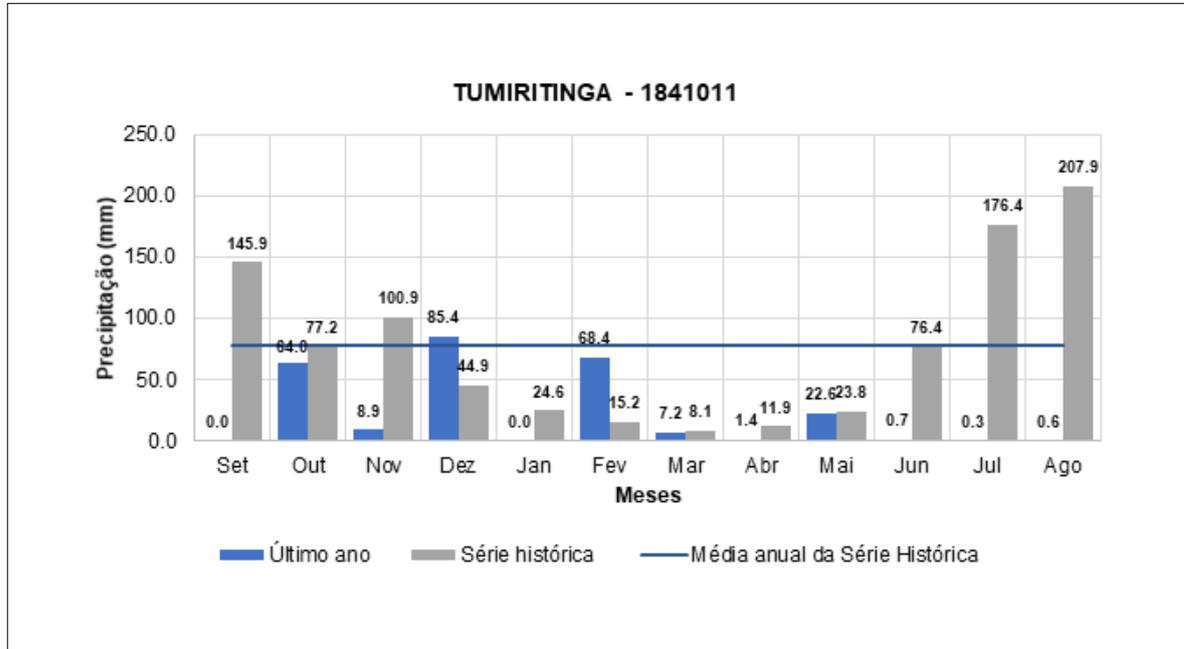


Figura 21 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação pluviométrica Colégio Caraça (Código ANA 2043059)

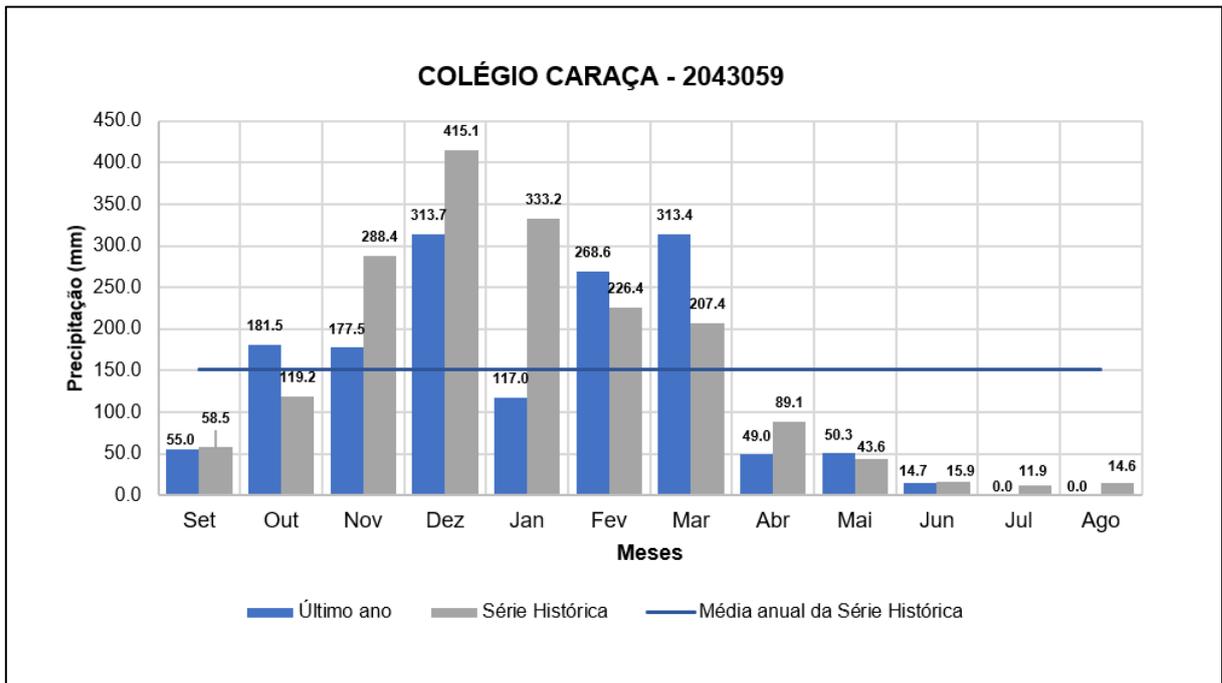


Figura 22 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Laranja da Terra (Código ANA 1941008)

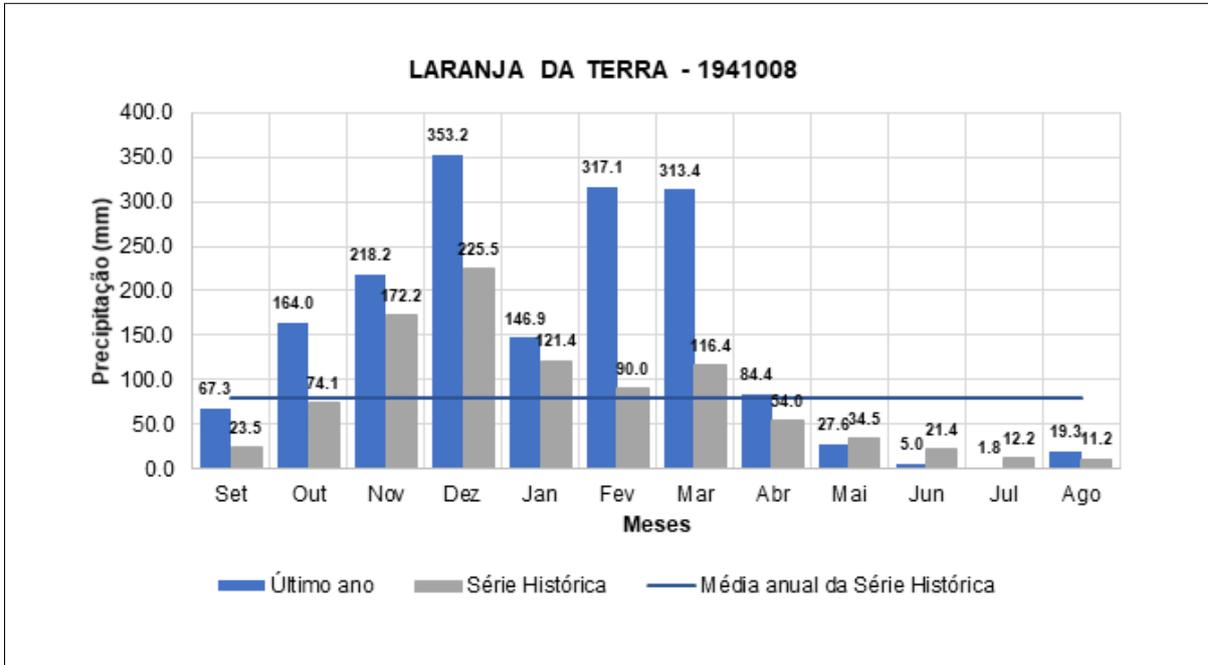


Figura 23 Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Matipó (Código ANA 2042017)

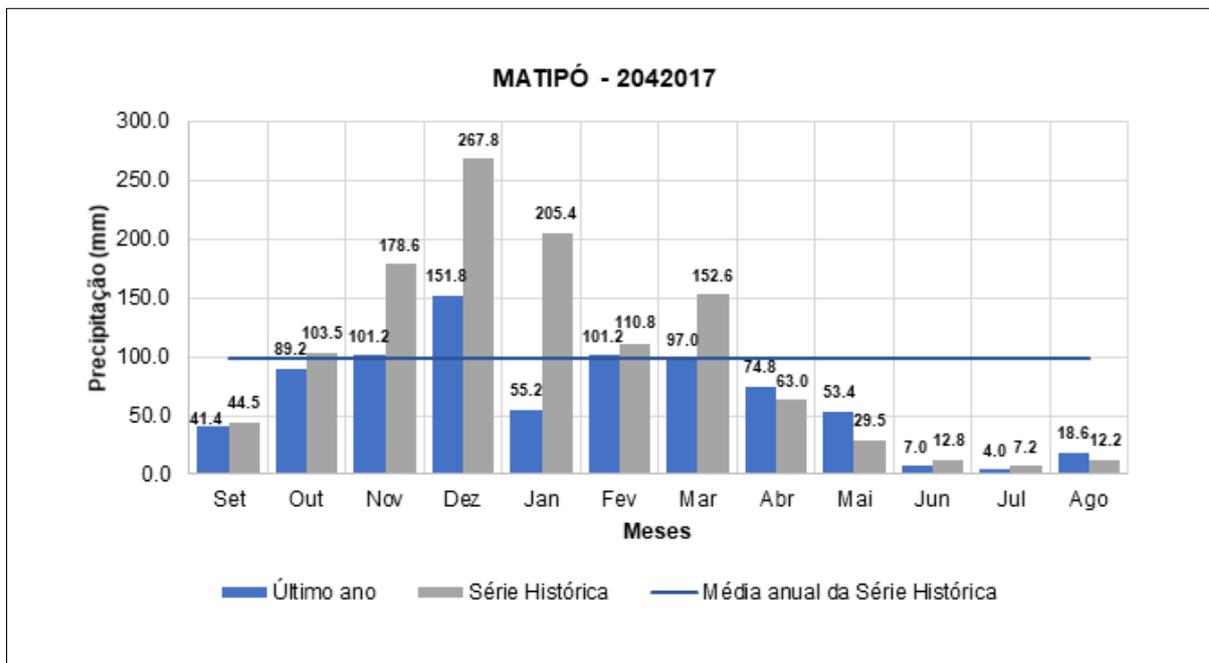
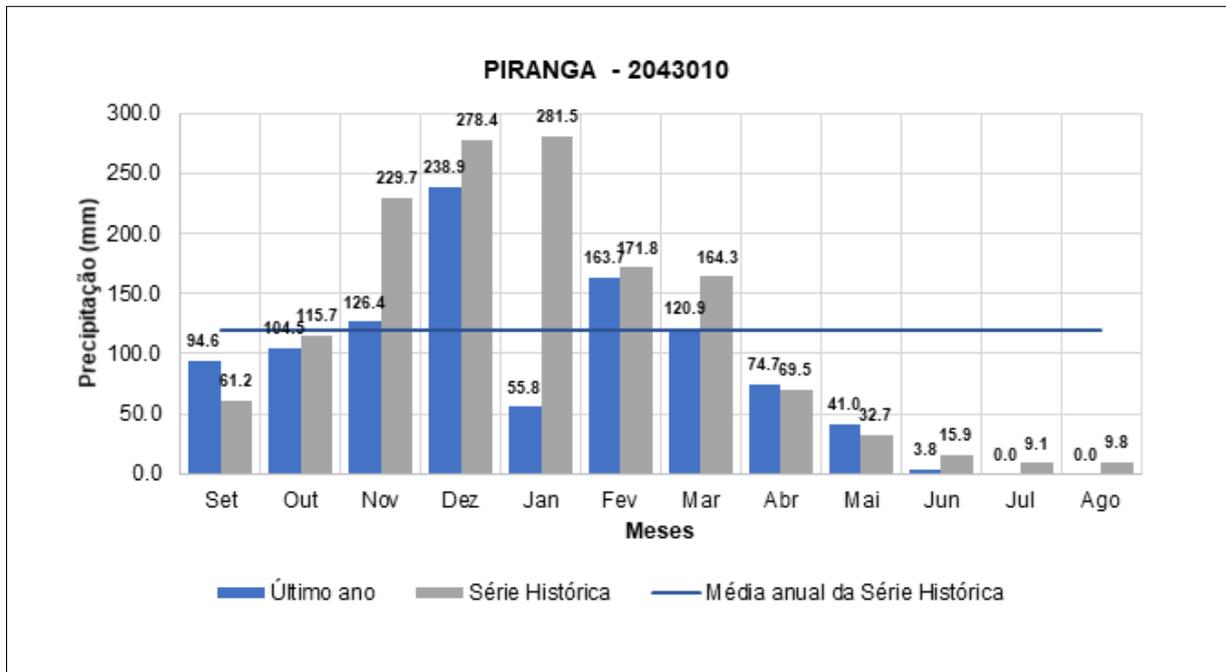


Figura 24: Média da precipitação mensal entre 1985-2017, média dos 12 meses (anual) da série histórica e total pluviométrico mensal de setembro de 2018 a agosto de 2019 na estação fluviométrica Piranga (Código ANA 2043010)



Considerando como secos os meses com pluviosidade abaixo da média mensal anual, todas as estações apresentam uma estação chuvosa e uma seca, sendo o período seco coincidente com os meses mais frios do ano. Para a maioria das estações, o período seco se estende entre abril e outubro, as exceções são as estações Tumiritinga e Matipó, para as quais, se estende entre abril e setembro, se estendendo o período seco por 6 ou 7 meses.

O último ano se apresentou mais seco que a média das séries históricas em praticamente todas as estações, com exceção de Laranja da Terra, que apresentou uma média de precipitação maior no último ano, e Serro, que manteve um valor de precipitação anual bem próximo da média da série histórica. Alguns meses, porém, nesta maioria de estações, foram mais chuvosos que a série histórica, sobretudo no período seco.

Todas as estações, exceto Serro e Laranja da Terra, apresentaram seis ou mais meses mais secos que as médias históricas, destacando-se a estação Tumiritinga, com 10 meses mais secos que a média histórica, e Belo oriente, Matipó e Piranga, com nove meses mais secos e Caraça, com oito meses, sendo relevante observar que as estações Caraça, Piranga e Matipó estão situadas na região próxima à barragem de Fundão.

O mês de julho de 2019 foi mais seco que a média histórica em todas as estações. Os meses de janeiro e novembro se apresentaram mais secos que a média histórica em todas as estações, com exceção de laranja da Terra.

Com a ressalva de os dados pluviométricos ainda não estarem consistidos, a estação Laranja da Terra, localizada nas cabeceiras da bacia do rio Guandu, apresentou, no período de setembro de 2018 a agosto de 2019, 1.718,2 mm de chuva contra a média histórica de 956,4 mm.

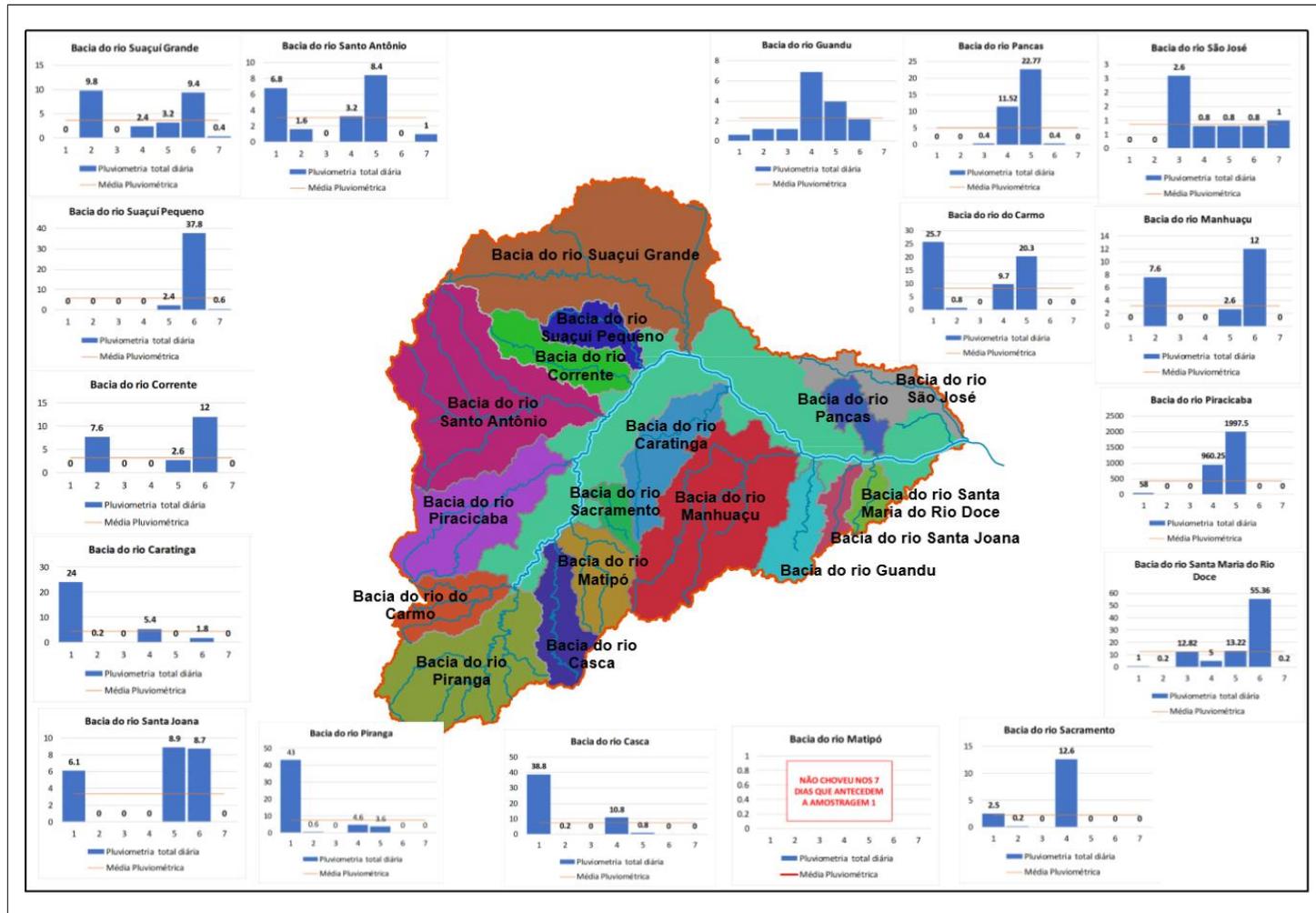
### 3.1.1.3 Totais pluviométricos nos períodos antecedentes às campanhas de monitoramento

A primeira campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 22 ao dia 27 de outubro de 2018. A Tabela 11 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 1 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 25 Figura 24 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 11: Dados pluviométricos na semana anterior à campanha 1 o total pluviométrico

Bacia	15/10	16/10	17/10	18/10	19/10	20/10	21/10	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	9,8	0	2,4	3,2	9,4	0,4	25.2
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	2,4	37,8	0,6	40.8
Corrente MG	0	7,6	0	0	2,6	12	0	22.2
Caratinga MG	24	0,2	0	5,4	0	1,8	0	31.4
Santo Antônio MG	6,8	1,6	0	3,2	8,4	0	1	21
São José ES	0	0	2,6	0,8	0,8	0,8	1	6
Pancas ES	0	0	0,4	11,52	22,77	0,4	0	35.09
Manhuaçu MG	0	7,6	0	0	2,6	12	0	22.2
Piracicaba MG	58	0	0	<b>960,3</b>	<b>1998</b>	0	0	<b>3015.75</b>
Santa Maria do Rio Doce ES	1	0,2	12,82	5	13,22	55,36	0,2	87.8
Guandu ES	0,6	1,2	1,18	6,89	3,95	2,17	0	15.99
Santa Joana ES	6,1	0	0	0	8,9	8,7	0	23.7
Sacramento MG	2,5	0,2	0	12,6	0	0	0	15.3
Matipó MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Casca MG	38,8	0,2	0	10,8	0,8	0	0	50.6
Carmo MG	25,7	0,8	0	9,7	20,3	0	0	56.5
Piranga MG	43	0,6	0	4,6	3,6	0	0	51.8

Figura 25: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 1

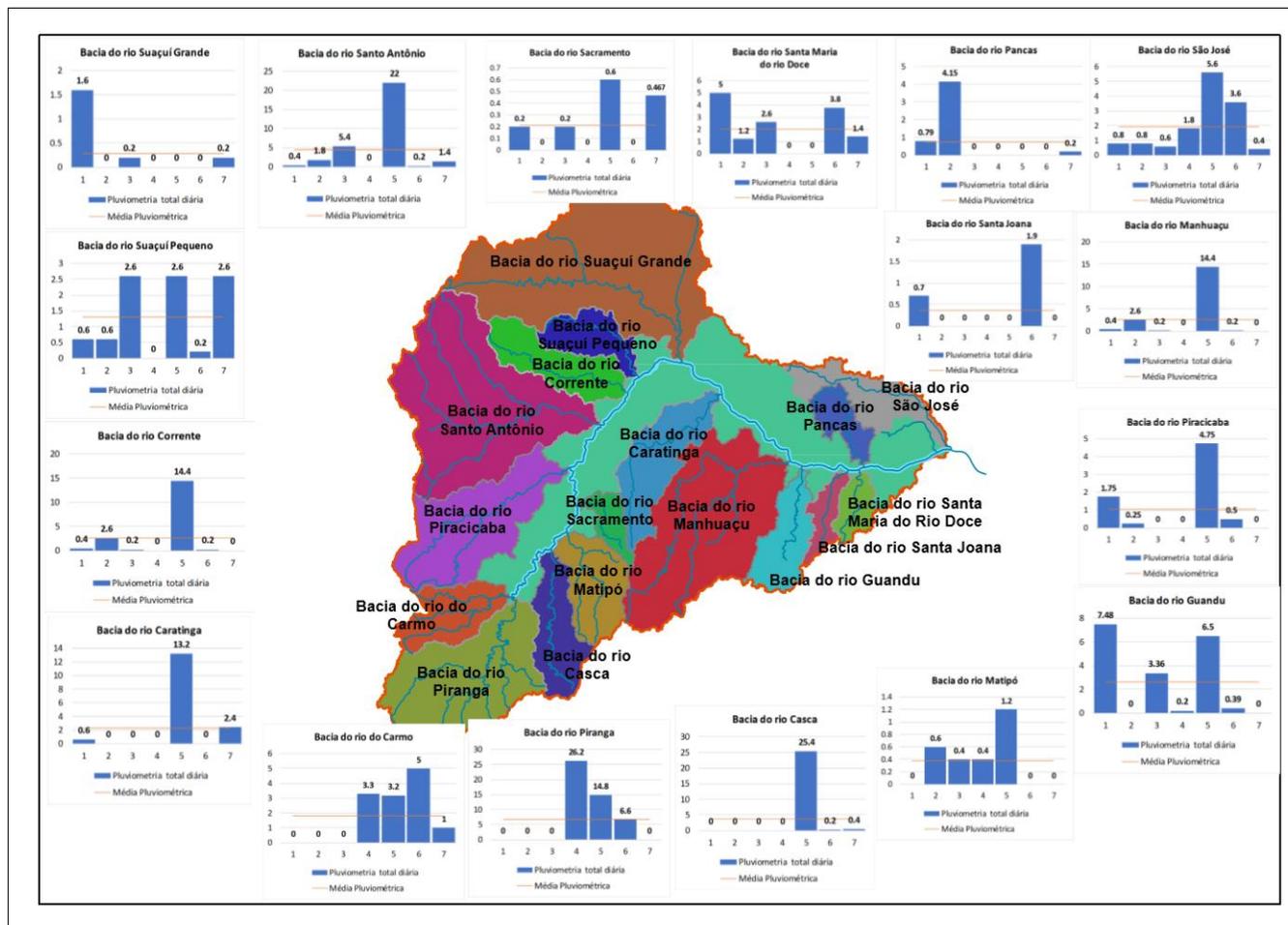


A segunda campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 19 ao dia 23 de novembro de 2018. A Tabela 12 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 2 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 26 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 12: Dados pluviométricos da semana anterior à a campanha 2 e o total pluviométrico

Bacia	12/11	13/11	14/11	15/11	16/11	17/11	18/11	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	1,6	0	0,2	0	0	0	0,2	2
Suaçuí Pequeno MG	0,6	0,6	2,6	0	2,6	0,2	2,6	9,2
Corrente MG	0,4	2,6	0,2	0	14,4	0,2	0	17,8
Caratinga MG	0,6	0	0	0	13,2	0	2,4	16,2
Santo Antônio MG	0,4	1,8	5,4	0	22	0,2	1,4	31,2
São José ES	0,8	0,8	0,6	1,8	5,6	3,6	0,4	13,6
Pancas ES	0,79	4,15	0	0	0	0	0,2	5,14
Manhuaçu MG	0,4	2,6	0,2	0	14,4	0,2	0	17,8
Piracicaba MG	1,75	0,25	0	0	4,75	0,5	0	7,25
Santa Maria do Rio Doce ES	5	1,2	2,6	0	0	3,8	1,4	14
Guandu ES	7,48	0	3,36	0,2	6,5	0,39	0	17,93
Santa Joana ES	0,7	0	0	0	0	1,9	0	2,6
Sacramento MG	0,2	0	0,2	0	0,6	0	0,467	1,467
Matipó MG	0	0,6	0,4	0,4	1,2	0	0	2,6
Casca MG	0	0	0	0	25,4	0,2	0,4	26
Carmo MG	0	0	0	3,3	3,2	5	1	12,5
Piranga MG	0	0	0	26,2	14,8	6,6	0	47,6

Figura 26: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 2

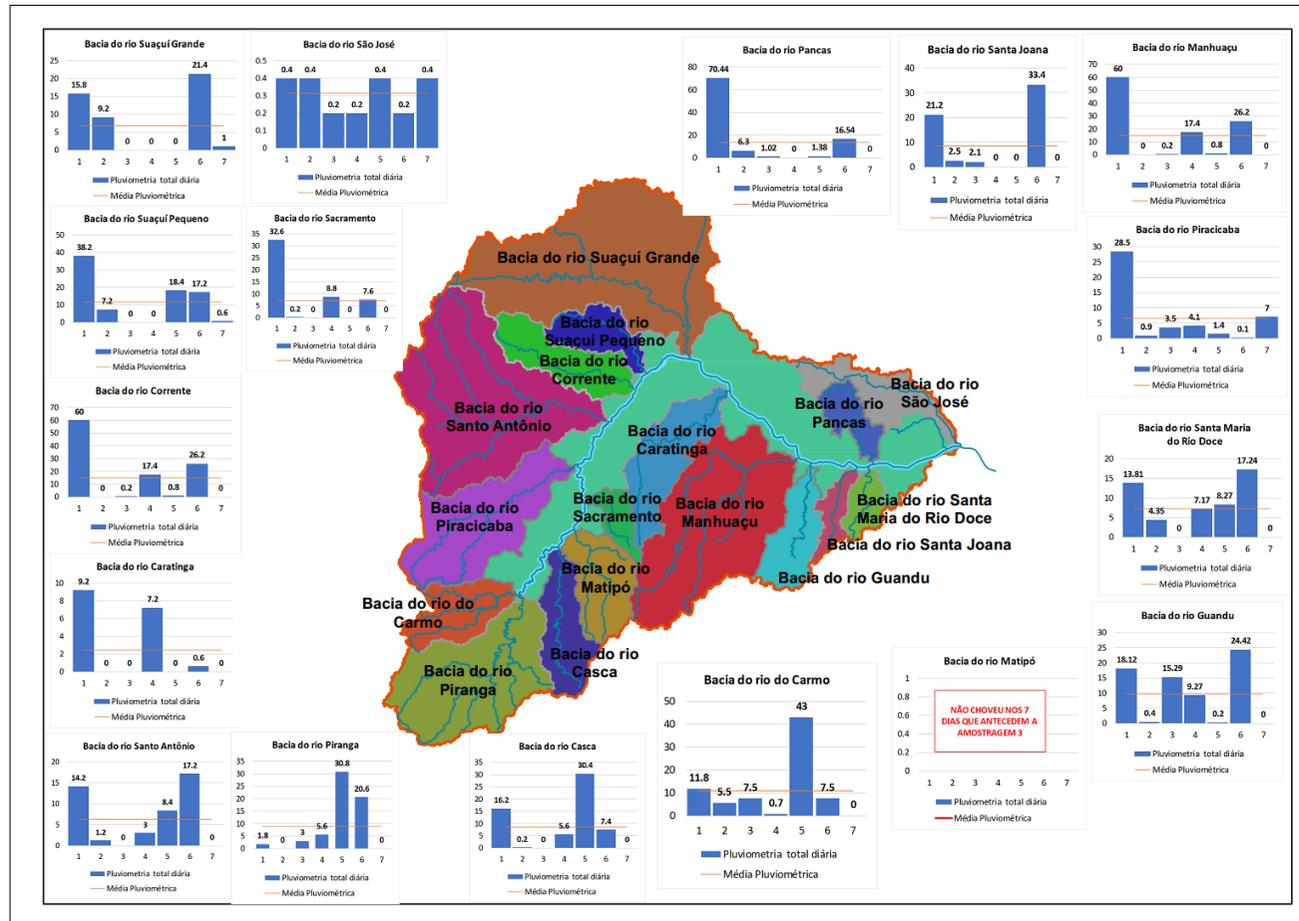


A terceira campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 10 ao dia 14 de dezembro de 2018. A Tabela 13 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 3 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 27 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 13: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 3 e o total pluviométrico

Bacia	3/12	4/12	5/12	6/12	7/12	8/12	9/12	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	15,8	9,2	0	0	0	21,4	1	47,4
Suaçuí Pequeno MG	38,2	7,2	0	0	18,4	17,2	0,6	81,6
Corrente MG	60	0	0,2	17,4	0,8	26,2	0	104,6
Caratinga MG	9,2	0	0	7,2	0	0,6	0	17
Santo Antônio MG	14,2	1,2	0	3	8,4	17,2	0	44
São José ES	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,4	2,2
Pancas ES	70,44	6,3	1,02	0	1,38	16,54	0	95,68
Manhuaçu MG	60	0	0,2	17,4	0,8	26,2	0	104,6
Piracicaba MG	28,5	0,9	3,5	4,1	1,4	0,1	7	45,5
Santa Maria do Rio Doce ES	13,81	4,35	0	7,17	8,27	17,24	0	50,84
Guandu ES	18,12	0,4	15,29	9,27	0,2	24,42	0	67,7
Santa Joana ES	21,2	2,5	2,1	0	0	33,4	0	59,2
Sacramento MG	32,6	0,2	0	8,8	0	7,6	0	49,2
Matipó MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Casca MG	16,2	0,2	0	5,6	30,4	7,4	0	59,8
Carmo MG	11,8	5,5	7,5	0,7	43	7,5	0	76
Piranga MG	1,8	0	3	5,6	30,8	20,6	0	61,8

Figura 27: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 3

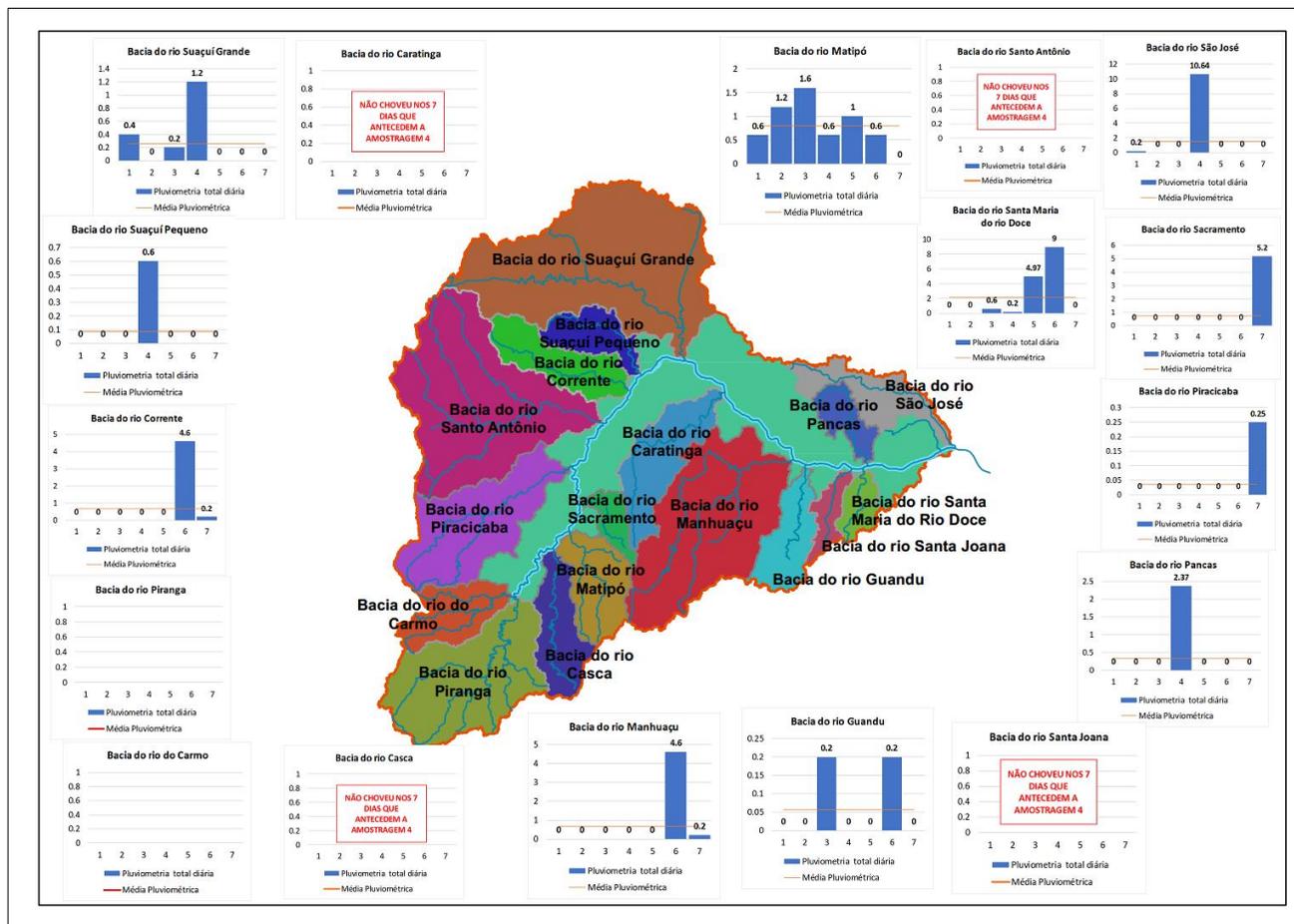


A quarta campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 10 ao dia 14 de janeiro de 2019. A Tabela 14 e Tabela 26 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 4 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 28 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 14: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 4 e o total pluviométrico

Bacia	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1	12/1	13/1	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0,4	0	0,2	1,2	0	0	0	1,8
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6
Corrente MG	0	0	0	0	0	4,6	0,2	4,8
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0	0	0	0	0	0	0
São José ES	0,2	0	0	10,64	0	0	0	10,84
Pancas ES	0	0	0	2,37	0	0	0	2,37
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	4,6	0,2	4,8
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0	0,25	0,25
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0,6	0,2	4,97	9	0	14,77
Guandu ES	0	0	0,2	0	0	0,2	0	0,4
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	0	0	0	0	0	0	5,2	5,2
Matipó MG	0,6	1,2	1,6	0,6	1	0,6	0	5,6
Casca MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 28: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 4

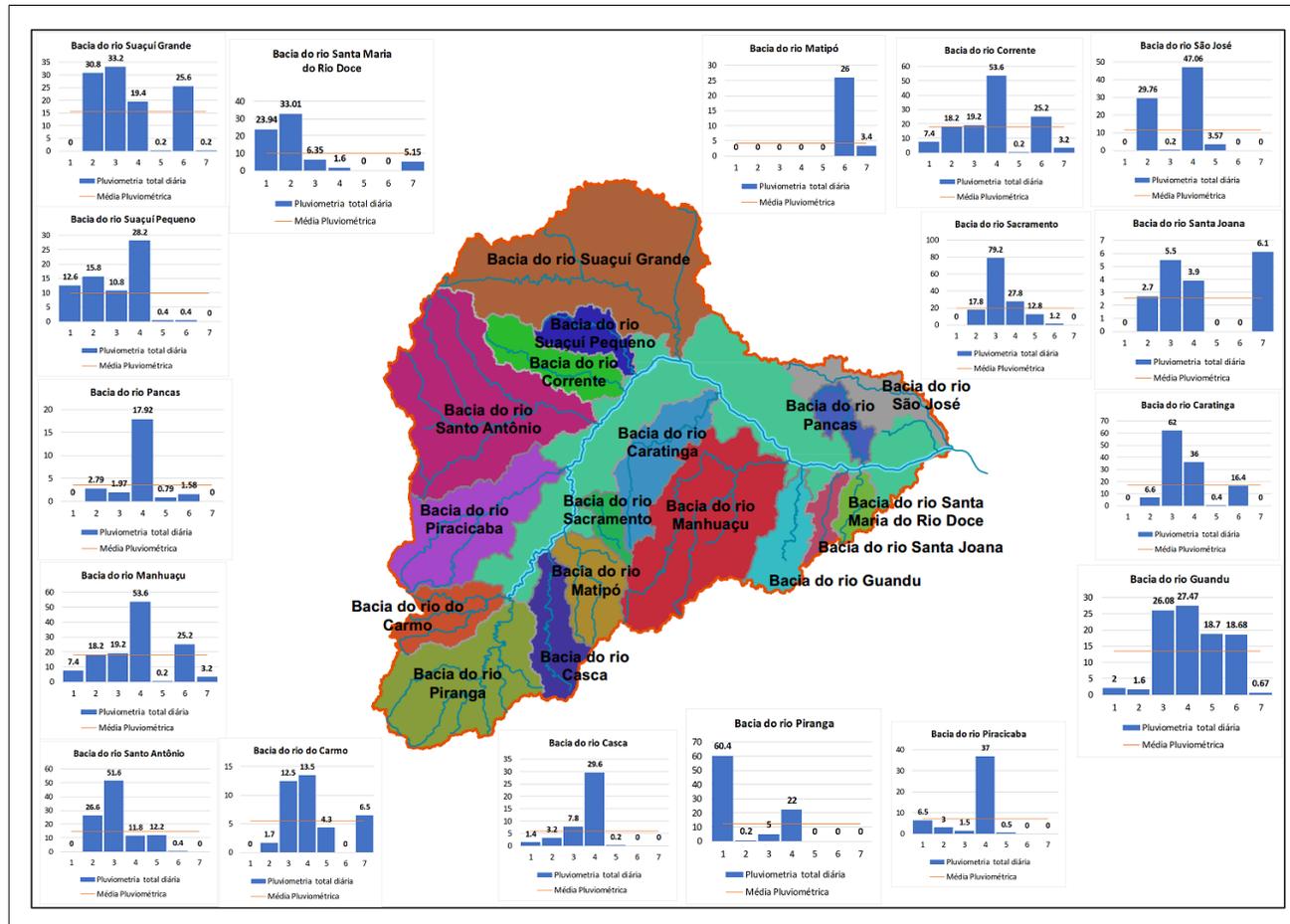


A quinta campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 11 ao dia 15 de fevereiro de 2019. A Tabela 15 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 5 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 29 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 15: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 5 e o total pluviométrico

Bacia	4/2	5/2	6/2	7/2	8/2	9/2	10/2	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	30,8	33,2	19,4	0,2	25,6	0,2	109,4
Suaçuí Pequeno MG	12,6	15,8	10,8	28,2	0,4	0,4	0	68,2
Corrente MG	7,4	18,2	19,2	53,6	0,2	25,2	3,2	127
Caratinga MG	0	6,6	62	36	0,4	16,4	0	121,4
Santo Antônio MG	0	26,6	51,6	11,8	12,2	0,4	0	102,6
São José ES	0	29,76	0,2	47,06	3,57	0	0	80,59
Pancas ES	0	2,79	1,97	17,92	0,79	1,58	0	25,05
Manhuaçu MG	7,4	18,2	19,2	53,6	0,2	25,2	3,2	127
Piracicaba MG	6,5	3	1,5	37	0,5	0	0	48,5
Santa Maria do Rio Doce ES	23,94	33,01	6,35	1,6	0	0	5,15	70,05
Guandu ES	2	1,6	26,08	27,47	18,7	18,68	0,67	95,2
Santa Joana ES	0	2,7	5,5	3,9	0	0	6,1	18,2
Sacramento MG	0	17,8	79,2	27,8	12,8	1,2	0	138,8
Matipó MG	0	0	0	0	0	26	3,4	29,4
Casca MG	1,4	3,2	7,8	29,6	0,2	0	0	42,2
Carmo MG	0	1,7	12,5	13,5	4,3	0	6,5	38,5
Piranga MG	60,4	0,2	5	22	0	0	0	87,6

Figura 29: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 5

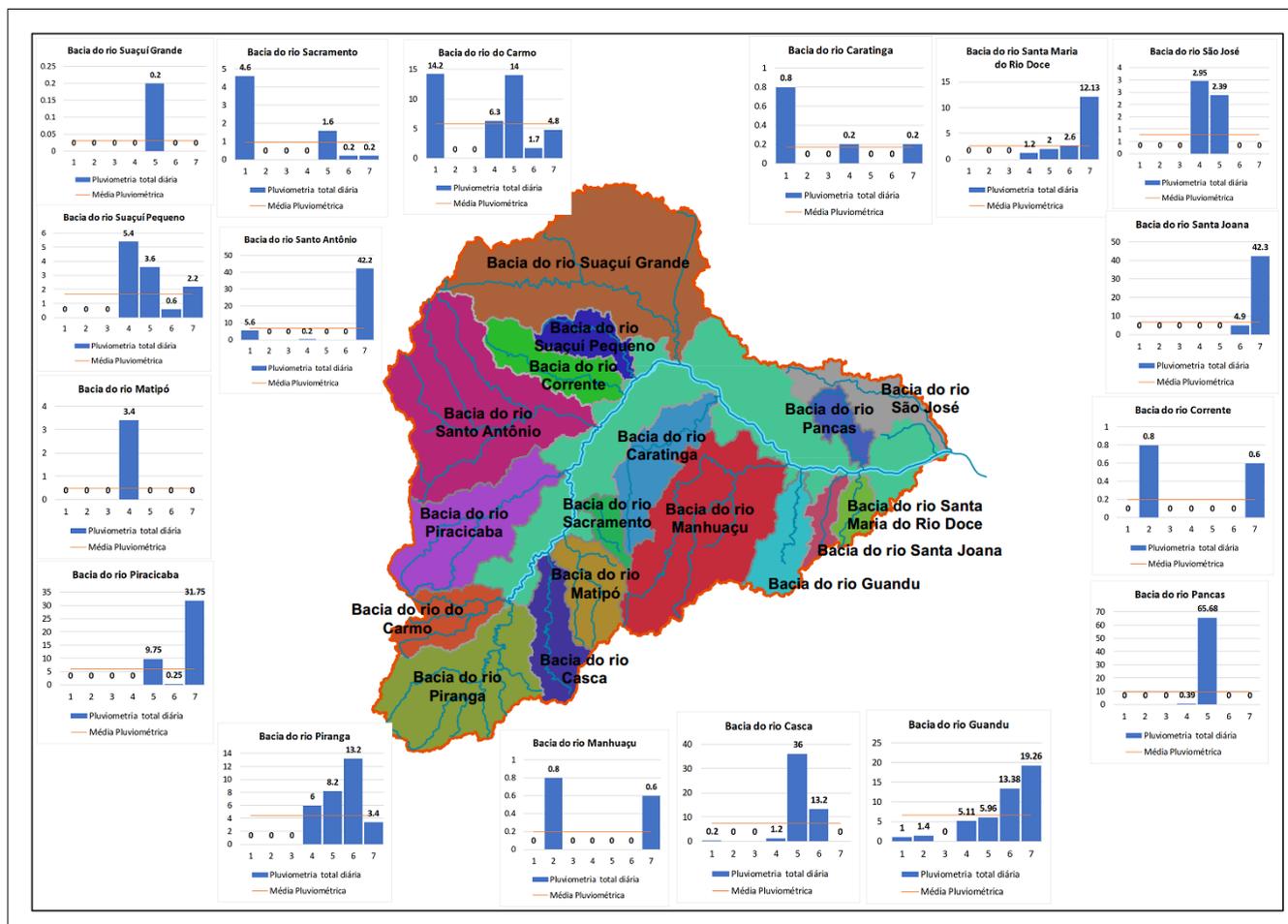


A sexta campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 18 ao dia 22 de março de 2019. A Tabela 16 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 6 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 30 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 16: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 6 e o total pluviométrico

Bacia	11/3	12/3	13/3	14/3	15/3	16/3	17/3	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	5,4	3,6	0,6	2,2	11,8
Corrente MG	0	0,8	0	0	0	0	0,6	1,4
Caratinga MG	0,8	0	0	0,2	0	0	0,2	1,2
Santo Antônio MG	5,6	0	0	0,2	0	0	42,2	48
São José ES	0	0	0	2,95	2,39	0	0	5,34
Pancas ES	0	0	0	0,39	65,68	0	0	66,07
Manhuaçu MG	0	0,8	0	0	0	0	0,6	1,4
Piracicaba MG	0	0	0	0	9,75	0,25	31,75	41,75
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	1,2	2	2,6	12,13	17,93
Guandu ES	1	1,4	0	5,11	5,96	13,38	19,26	46,11
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	4,9	42,3	47,2
Sacramento MG	4,6	0	0	0	1,6	0,2	0,2	6,6
Matipó MG	0	0	0	3,4	0	0	0	3,4
Casca MG	0,2	0	0	1,2	36	13,2	0	50,6
Carmo MG	14,2	0	0	6,3	14	1,7	4,8	41
Piranga MG	0	0	0	6	8,2	13,2	3,4	30,8

Figura 30: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 6

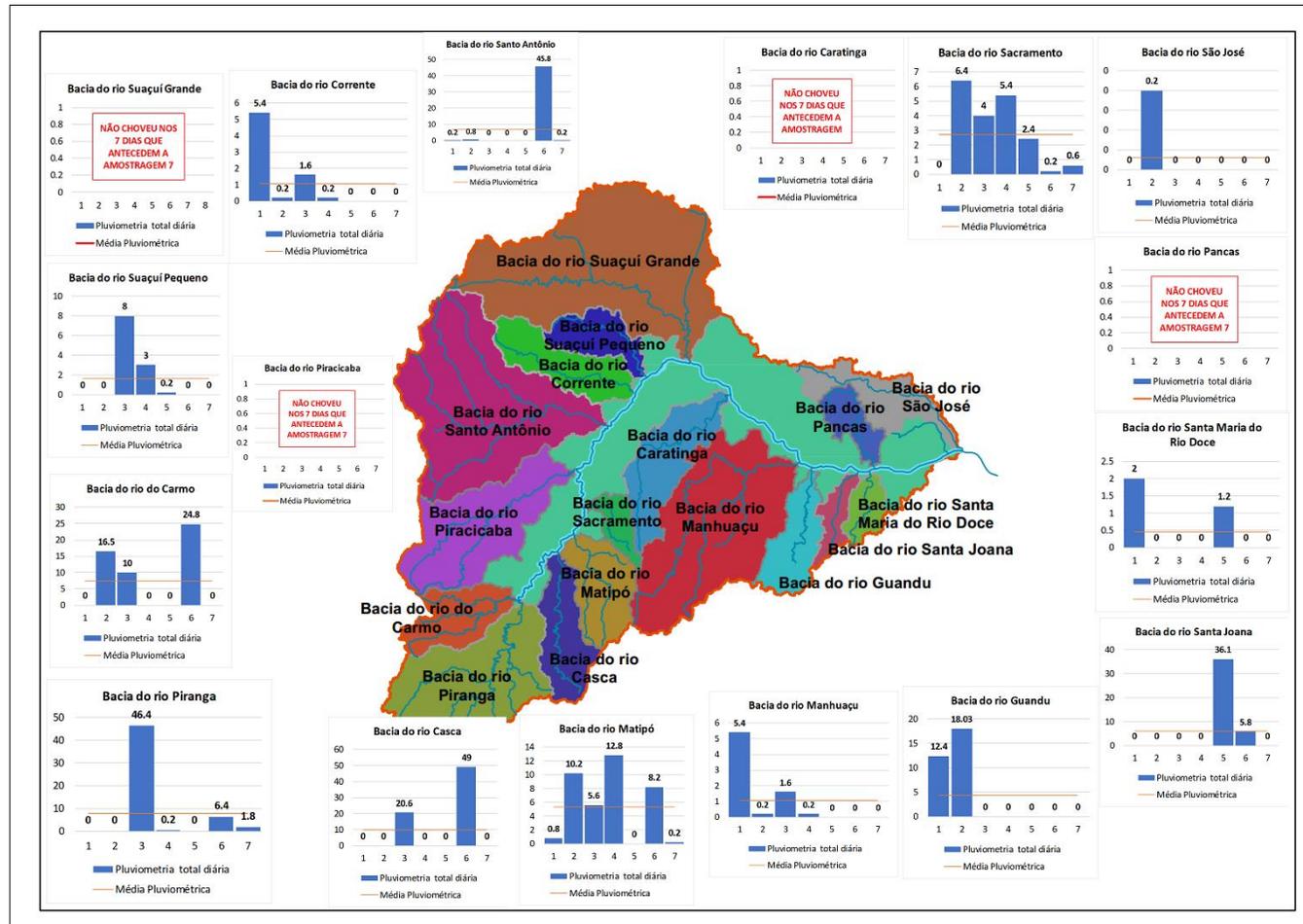


A sétima campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 8 ao dia 12 de abril de 2019. A Tabela 17 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 7 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 31 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 17: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 7 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>1/4</b>	<b>2/4</b>	<b>3/4</b>	<b>4/4</b>	<b>5/4</b>	<b>6/4</b>	<b>7/4</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	8	3	0,2	0	0	11,2
Corrente MG	5,4	0,2	1,6	0,2	0	0	0	7,4
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0,2	0,8	0	0	0	45,8	0,2	47
São José ES	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2
Pancas ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Manhuaçu MG	5,4	0,2	1,6	0,2	0	0	0	7,4
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	2	0	0	0	1,2	0	0	3,2
Guandu ES	12,4	18,03	0	0	0	0	0	30,43
Santa Joana ES	0	0	0	0	36,1	5,8	0	41,9
Sacramento MG	0	6,4	4	5,4	2,4	0,2	0,6	19
Matipó MG	0,8	10,2	5,6	12,8	0	8,2	0,2	37,8
Casca MG	0	0	20,6	0	0	49	0	69,6
Carmo MG	0	16,5	10	0	0	24,8	0	51,3
Piranga MG	0	0	46,4	0,2	0	6,4	1,8	54,8

Figura 31: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 7

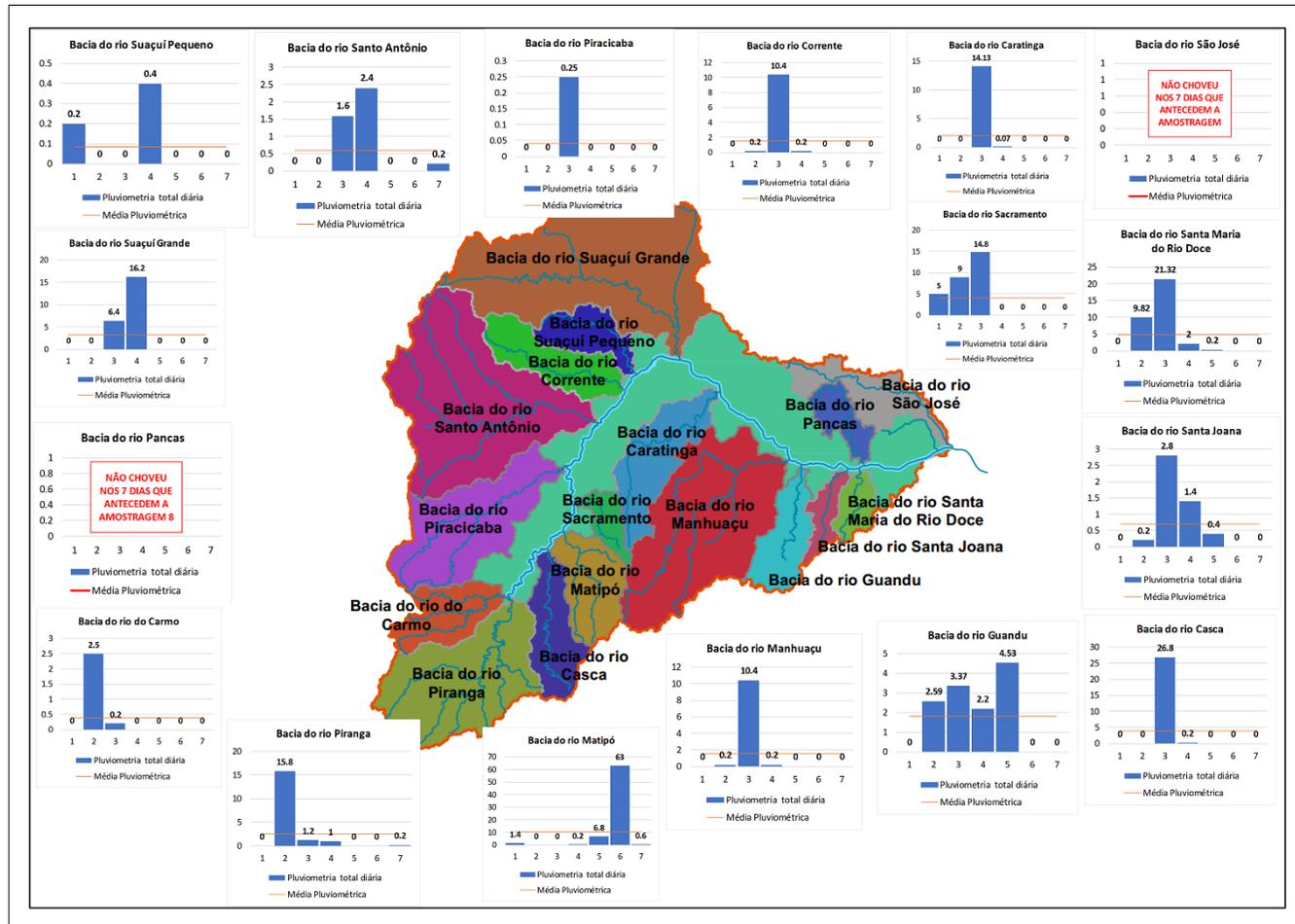


A oitava campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 13 ao dia 17 de maio de 2019. A Tabela 18 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 8 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 32 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 18: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 8 e o total pluviométrico

Bacia	6/5	7/5	8/5	9/5	10/5	11/5	12/5	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	6,4	16,2	0	0	0	22,6
Suaçuí Pequeno MG	0,2	0	0	0,4	0	0	0	0,6
Corrente MG	0	0,2	10,4	0,2	0	0	0	10,8
Caratinga MG	0	0	14,13	0,067	0	0	0	14,197
Santo Antônio MG	0	0	1,6	2,4	0	0	0,2	4,2
São José ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Pancas ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Manhuaçu MG	0	0,2	10,4	0,2	0	0	0	10,8
Piracicaba MG	0	0	0,25	0	0	0	0	0,25
Santa Maria do Rio Doce ES	0	9,82	21,32	2	0,2	0	0	33,34
Guandu ES	0	2,59	3,37	2,2	4,53	0	0	12,69
Santa Joana ES	0	0,2	2,8	1,4	0,4	0	0	4,8
Sacramento MG	5	9	14,8	0	0	0	0	28,8
Matipó MG	1,4	0	0	0,2	6,8	63	0,6	72
Casca MG	0	0	26,8	0,2	0	0	0	27
Carmo MG	0	2,5	0,2	0	0	0	0	2,7
Piranga MG	0	15,8	1,2	1	0	0	0,2	18,2

Figura 32: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 8

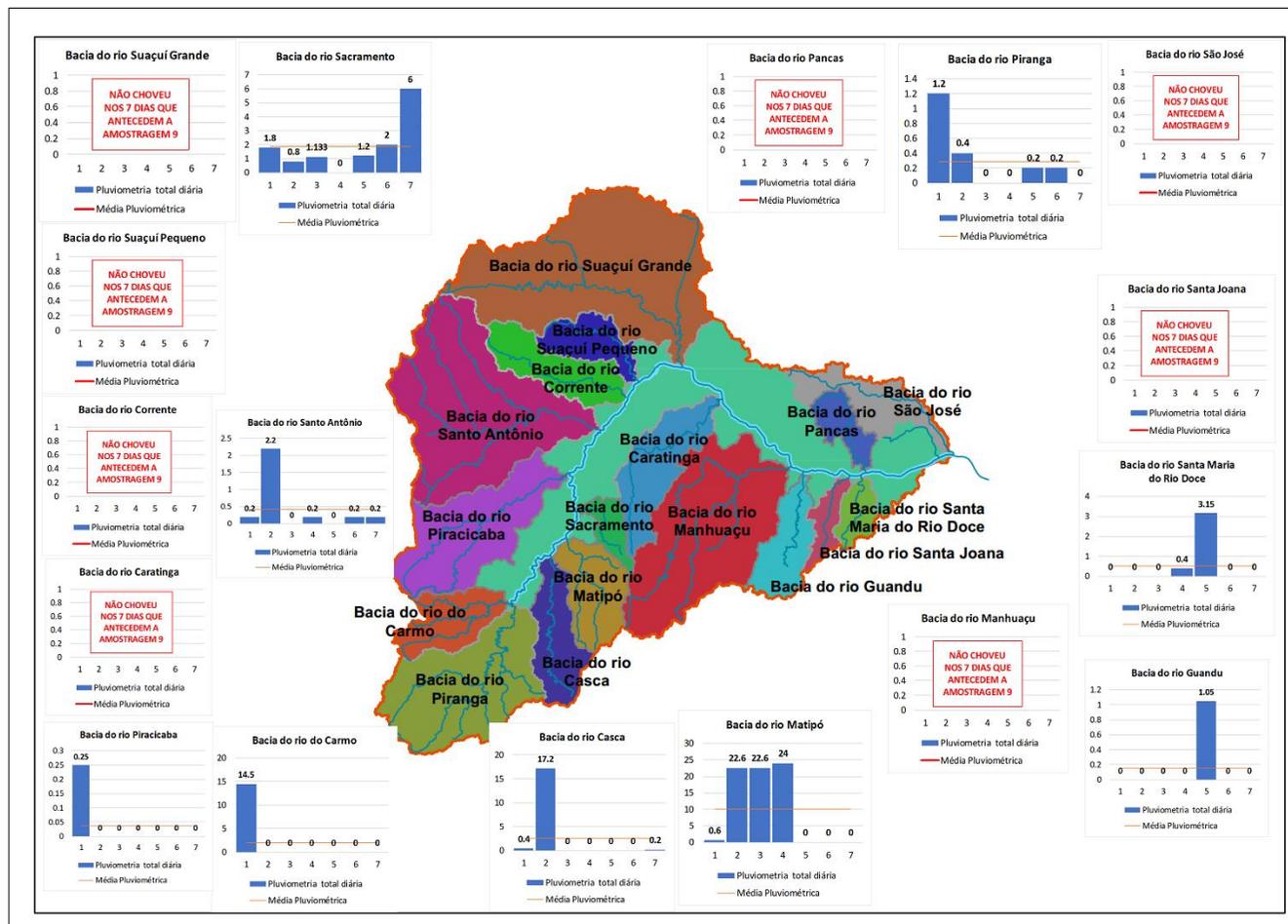


A nona campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 10 ao dia 14 de junho de 2019. A Tabela 19 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 8 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 33 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 19: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 9 e o total pluviométrico

Bacia	3/6	4/6	5/6	6/6	7/6	8/6	9/6	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0,2	2,2	0	0,2	0	0,2	0,2	3
São José ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Pancas ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0,4	3,15	0	0	3,55
Guandu ES	0	0	0	0	1,05	0	0	1,05
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	1,8	0,8	1,133	0	1,2	2	6	12,93
Matipó MG	0,6	22,6	22,6	24	0	0	0	69,8
Casca MG	0,4	17,2	0	0	0	0	0,2	17,8
Carmo MG	14,5	0	0	0	0	0	0	14,5
Piranga MG	1,2	0,4	0	0	0,2	0,2	0	2

Figura 33: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 9

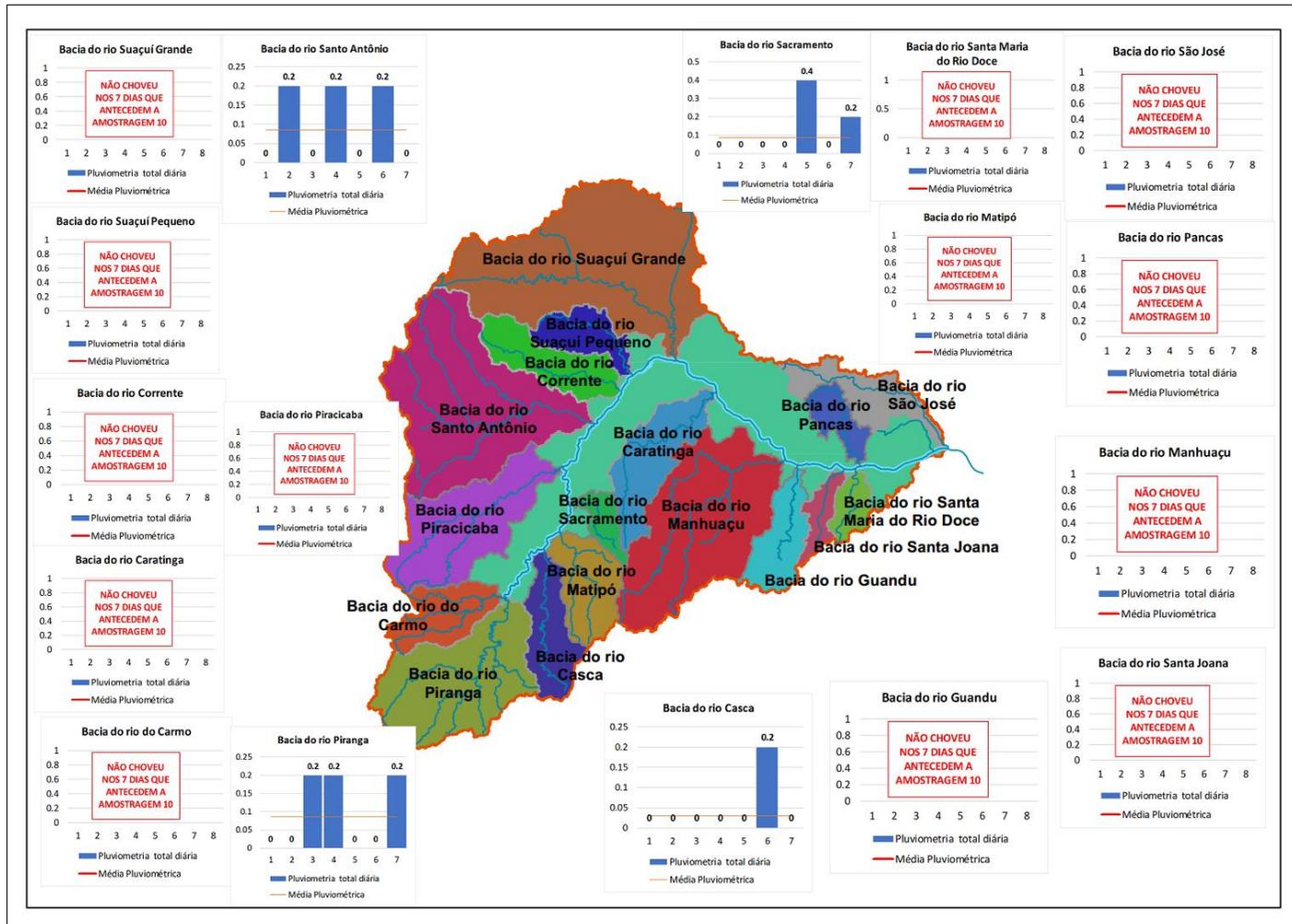


A décima campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 15 ao dia 19 de julho de 2019. A Tabela 20 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 10 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 34 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 20: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 10 e o total pluviométrico

Bacia	8/7	9/7	10/7	11/7	12/7	13/7	14/7	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0,2	0	0,2	0	0,2	0	0,6
São José ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Pancas ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Guandu ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	0	0	0	0	0,4	0	0,2	0,6
Matipó MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2
Carmo MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0,2	0,2	0	0	0,2	0,6

Figura 34: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 10

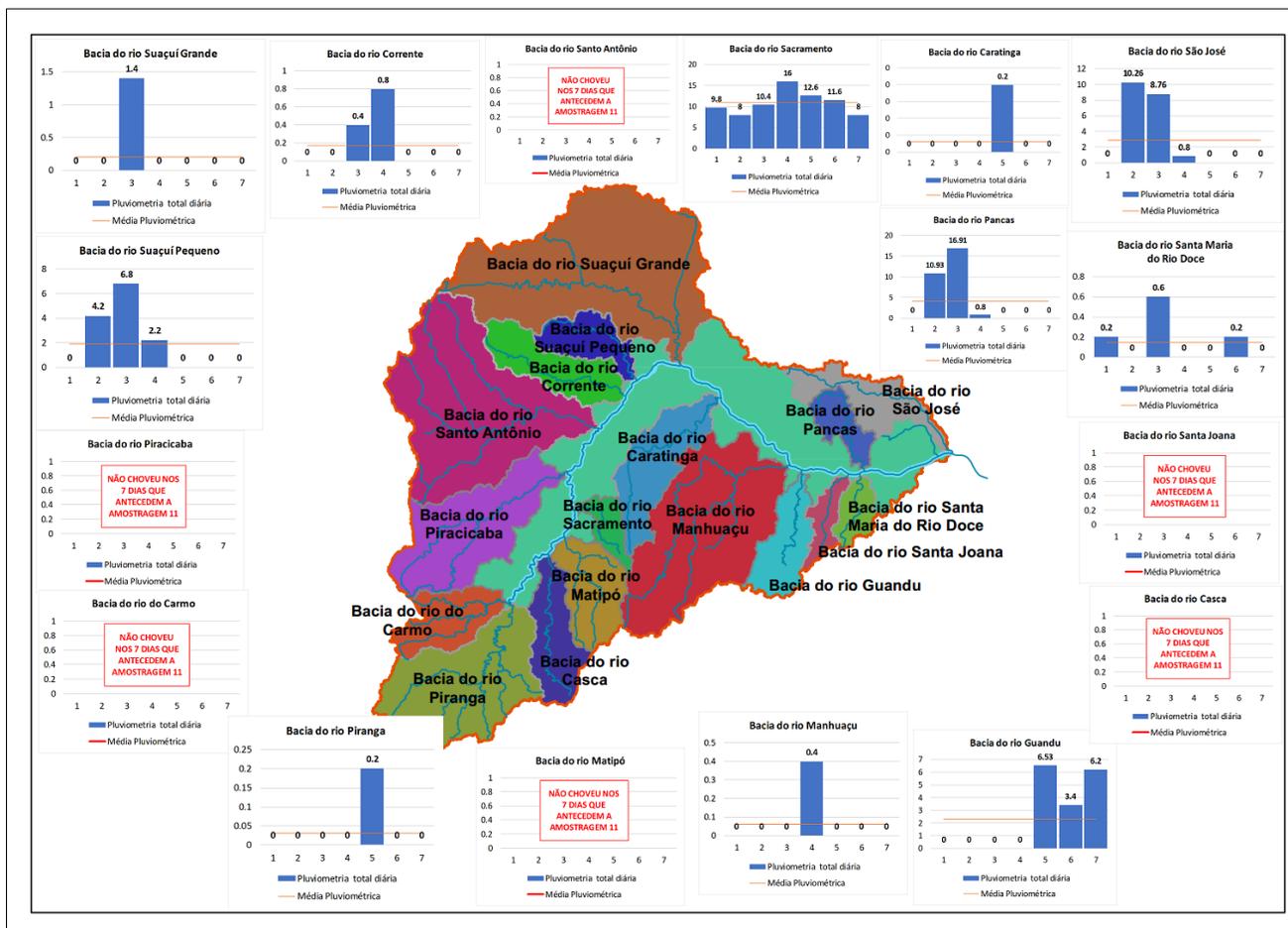


A décima primeira campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 12 ao dia 16 de agosto de 2019. A Tabela 21 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 11 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 35 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária na semana anterior, para cada uma das regiões.

Tabela 21: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 11 e o total pluviométrico

Bacia	5/8	6/8	7/8	8/8	9/8	10/8	11/8	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	1,4	0	0	0	0	1,4
Suaçuí Pequeno MG	0	4,2	6,8	2,2	0	0	0	13,2
Corrente MG	0	0	0,4	0,8	0	0	0	1,2
Caratinga MG	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2
Santo Antônio MG	0	0	0	0	0	0	0	0
São José ES	0	10,26	8,76	0,8	0	0	0	19,82
Pancas ES	0	10,93	16,91	0,8	0	0	0	28,64
Manhuaçu MG	0	0	0	0,4	0	0	0	0,4
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0,2	0	0,6	0	0	0,2	0	1
Guandu ES	0	0	0	0	6,53	3,4	6,2	16,13
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	9,8	8	10,4	16	12,6	11,6	8	76,4
Matipó MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0,2	0	0	0,2

Figura 35: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 11

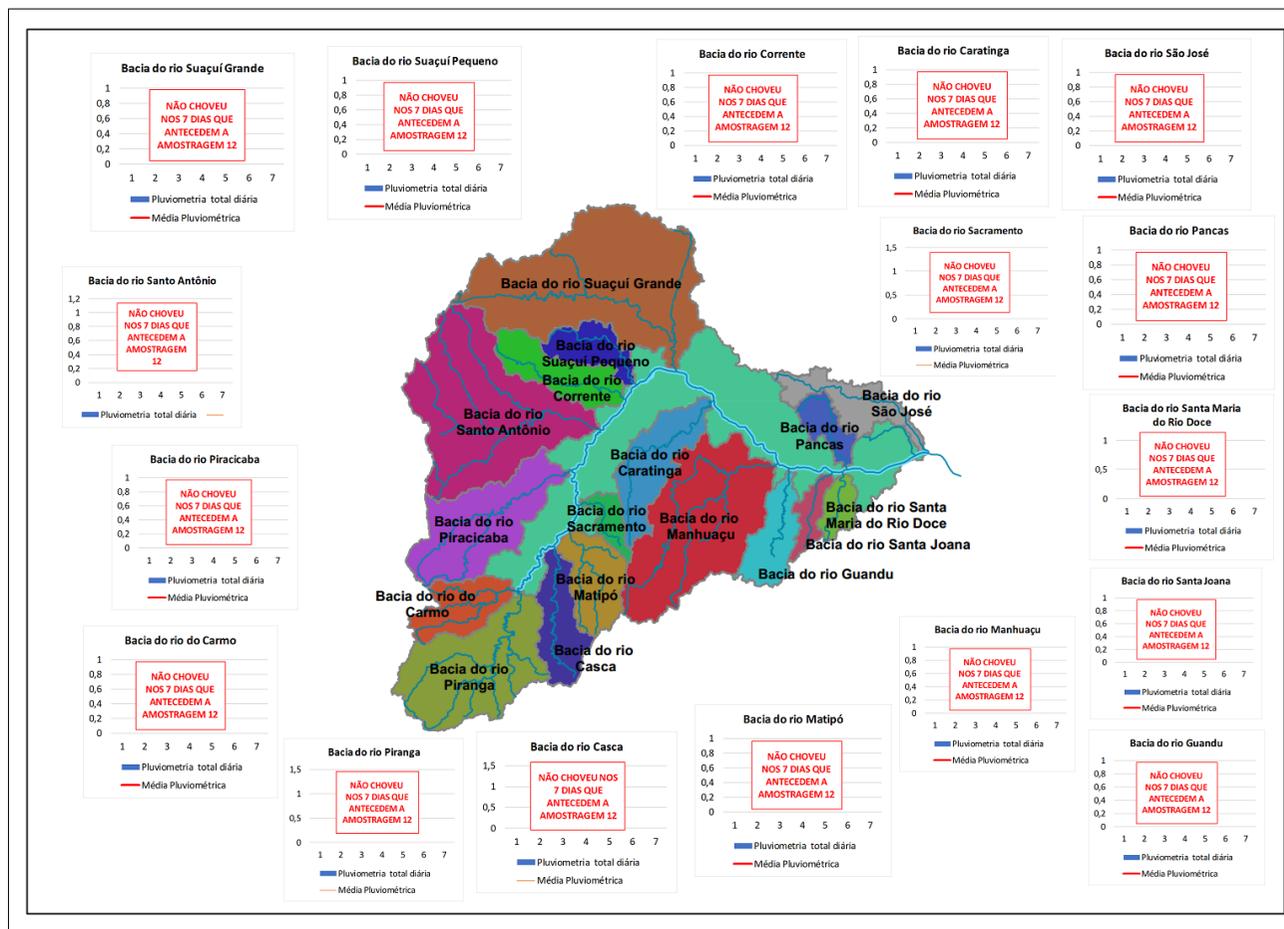


A décima segunda campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 16 ao dia 20 de setembro de 2019. A Tabela 22 contém os dados pluviométricos da semana anterior à campanha 12 e o total pluviométrico deste mesmo período.

Tabela 22: Dados pluviométricos da semana anterior à campanha 12 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>9/9</b>	<b>10/9</b>	<b>11/9</b>	<b>12/9</b>	<b>13/9</b>	<b>14/9</b>	<b>15/9</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0	0	0	0	0	0	0
São José ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Pancas ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Guandu ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Matipó MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 36: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos que antecedem a campanha 12



Conforme pode ser observado nesta análise pré-campanhas, nos dias que antecedem a primeira campanha, só não foi observada precipitação pluviométrica na bacia do rio Matipó, sendo que, nas bacias dos rios São José, Guandu e Sacramento, as precipitações somaram menos de 6 mm nos 7 dias antecedentes. Foram registradas precipitações de 960,3 mm no dia 18 de outubro de 2018 e de 1998 mm no dia 19 de outubro de 2018. Pelo fato desses dados não estarem consistidos, devem ser observados com cuidado. Os maiores registros de chuva neste período que antecede a primeira campanha aconteceram nas bacias dos rios Santa Maria do Rio Doce, Carmo, Casca e Piranga.

Nos dias antecedentes à segunda campanha, ocorreram chuvas mais expressivas nas bacias dos rios Santo Antônio (31,2 mm) e Piranga (47,6 mm). Menos de 10 mm totais nas bacias dos rios Suaçuí Grande, Suaçuí Pequeno, Pancas, Piracicaba, Santa Joana, Sacramento e Matipó.

No período que antecedeu a terceira campanha, praticamente toda a bacia apresentou chuvas expressivas. As precipitações pluviométricas foram maiores que 80 mm nas bacias dos rios Corrente, Suaçuí Pequeno, Pancas e Manhauçu. Nenhuma chuva na bacia do rio Matipó e apenas 2,2 mm na bacia do rio São José.

Antes da quarta campanha, que corresponde ao mês de janeiro, a quantidade de chuva registrada foi atípica para esta época do ano, não tendo sido registrada nenhuma precipitação pluviométrica nas bacias dos rios Caratinga, Santo Antônio, Piracicaba, Santa Joana, Casca, Carmo e Piranga. Houve um déficit de chuva na primeira quinzena equivalente a mais de 90% em diversas partes do sudeste no mês de janeiro de 2019. Menos que 5 mm em 13 das 17 sub bacias. Apenas as bacias dos rios Pancas (10,84 mm) e Santa Maria do rio Doce (14,8 mm).

No período que antecede a quinta campanha, houve chuva expressiva em toda a bacia, sendo que em 8 delas, a soma dos 7 dias foi maior que 80 mm.

Antes da sexta campanha, a chuva foi muito variada em toda a bacia, com sete das sub bacias apresentando chuvas menores que 10 mm e seis com mais de 40 mm, com o máximo sendo registrado na bacia do rio Pancas (66,7 mm).

Durante os dias que antecederam a sétima campanha, não houve precipitação pluviométrica registrada em quatro regiões da bacia do rio Doce, com maior registro na região da bacia do rio Casca.

No período que antecede a oitava campanha não houve precipitação pluviométrica nas bacias dos rios São José, Pancas e Piracicaba e pouca nas bacias dos rios Suaçuí Pequeno e Carmo. O maior valor foi registrado na bacia do rio Santa Maria do Rio Doce (33,4 mm).

No período antecedente à nona campanha, as chuvas foram pouco expressivas, com 13 estações apresentando menos de 5 mm de chuvas totais nos 7 dias. A bacia do rio Matipó apresentou 69,8 mm de chuva, enquanto as demais apresentaram menos de 18 mm.

O período antecedente à décima campanha foi caracterizado por chuva nula em 13 subbacias, com as demais apresentando um total inferior a 0,6 mm.

Antes da penúltima campanha, que corresponde ao mês de agosto de 2019, o maior valor registrado foi na bacia do rio Sacramento (76,4 mm) e praticamente não choveu na porção capixaba da bacia do rio Doce, nas regiões dos rios São José, Pancas, Guandu e Santa Maria do Rio Doce. Doze subbacias apresentaram totais pluviométricos menores que 10 mm e as demais, menos que 30 mm, exceto a bacia do rio Sacramento.

O período antecedente à última campanha foi caracterizado por chuva nula ao longo de toda a bacia do rio Doce.

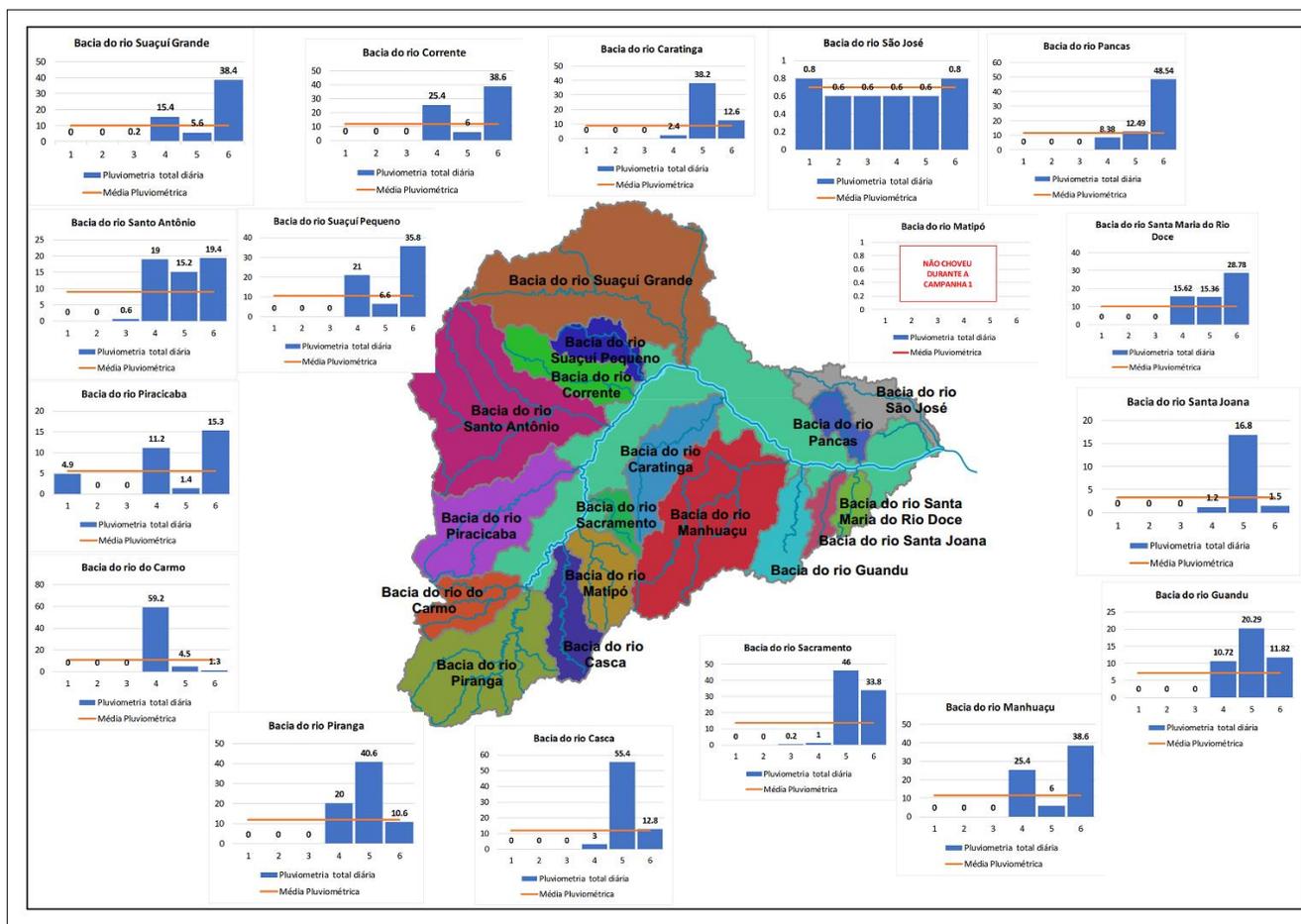
#### 3.1.1.4 Totais pluviométricos durante as campanhas de monitoramento

A primeira campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 22 ao dia 27 de outubro de 2018. A Tabela 23 contém os dados pluviométricos durante a campanha 1 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 37 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 23: Dados pluviométricos durante a campanha 1 e o total pluviométrico

Bacia	22/10	23/10	24/10	25/10	26/10	27/10	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0,2	15,4	5,6	38,4	59,6
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	21	6,6	35,8	63,4
Corrente MG	0	0	0	25,4	6	38,6	70
Caratinga MG	0	0	0	2,4	38,2	12,6	53,2
Santo Antônio MG	0	0	0,6	19	15,2	19,4	54,2
São José ES	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	4
Pancas ES	0	0	0	8,38	12,49	48,54	69,41
Manhuaçu MG	0	0	0	25,4	6	38,6	70
Piracicaba MG	4,9	0	0	11,2	1,4	15,3	32,8
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	15,62	15,36	28,78	59,76
Guandu ES	0	0	0	10,72	20,29	11,82	42,83
Santa Joana ES	0	0	0	1,2	16,8	1,5	19,5
Sacramento MG	0	0	0,2	1	46	33,8	81
Matipó MG	0	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	3	55,4	12,8	71,2
Carmo MG	0	0	0	59,2	4,5	1,3	65
Piranga MG	0	0	0	20	40,6	10,6	71,2

Figura 37: Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 1

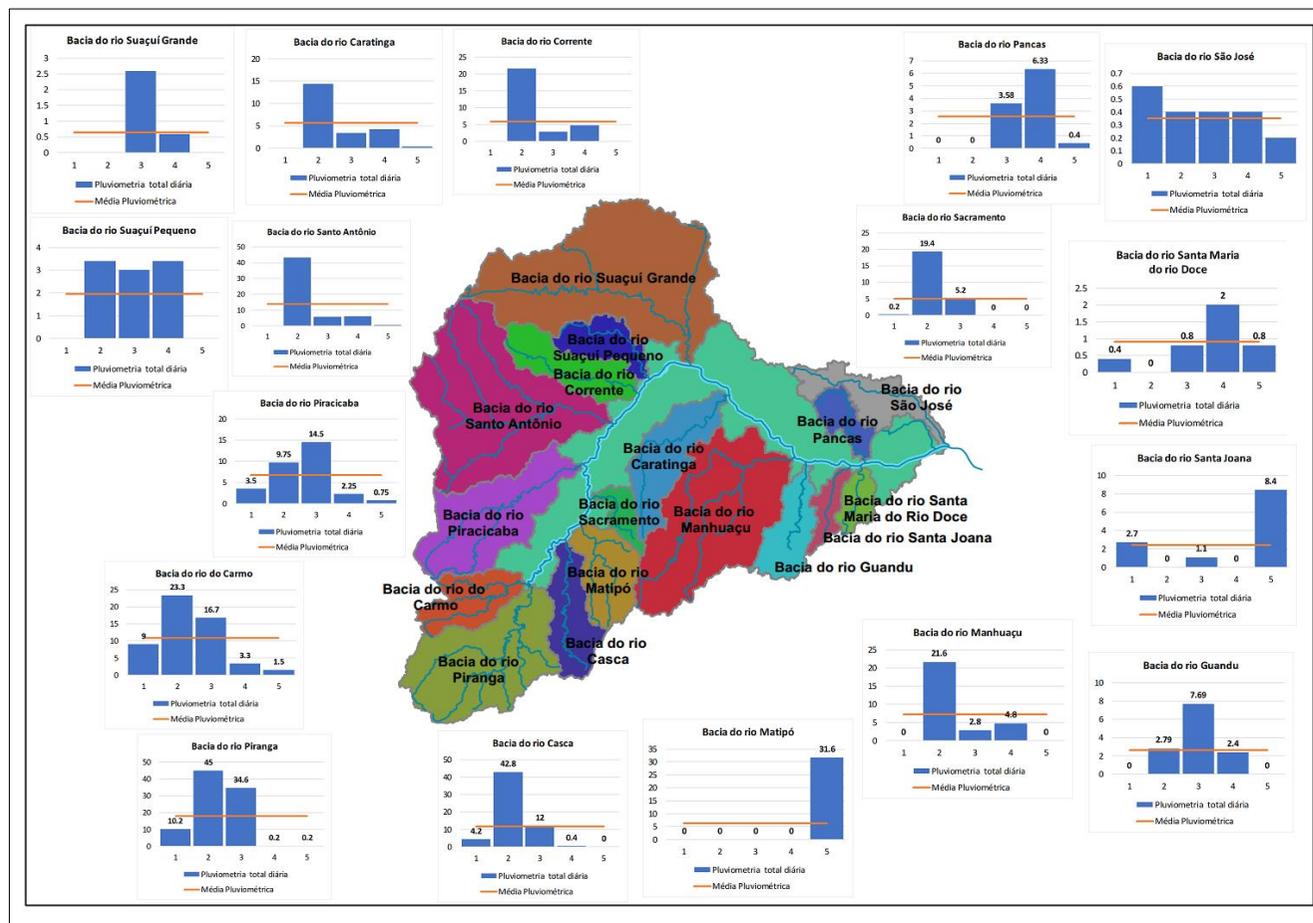


A segunda campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 19 ao dia 23 de novembro de 2018. A Tabela 24 contém os dados pluviométricos durante a campanha 2 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 38 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 24: Dados pluviométricos durante a campanha 2 e o total pluviométrico

Bacia	19/11	20/11	21/11	22/11	23/11	Precipitação Total
Suaçuí Grande MG	0	0	2,6	0,6	0	3,2
Suaçuí Pequeno MG	0	3,4	3	3,4	0	9,8
Corrente MG	0	21,6	2,8	4,8	0	29,2
Caratinga MG	0	14,4	3,4	4,2	0,4	22,4
Santo Antônio MG	0	43	5,8	6	0,6	55,4
São José ES	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	2
Pancas ES	0	0	3,58	6,33	0,4	10,31
Manhuaçu MG	0	21,6	2,8	4,8	0	29,2
Piracicaba MG	3,5	9,75	14,5	2,25	0,75	30,75
Santa Maria do Rio Doce ES	0,4	0	0,8	2	0,8	4
Guandu ES	0	2,79	7,69	2,4	0	12,88
Santa Joana ES	2,7	0	1,1	0	8,4	12,2
Sacramento MG	0,2	19,4	5,2	0	0	24,8
Matipó MG	0	0	0	0	31,6	31,6
Casca MG	4,2	42,8	12	0,4	0	59,4
Carmo MG	9	23,3	16,7	3,3	1,5	53,8
Piranga MG	10,2	45	34,6	0,2	0,2	90,2

Figura 38. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 2

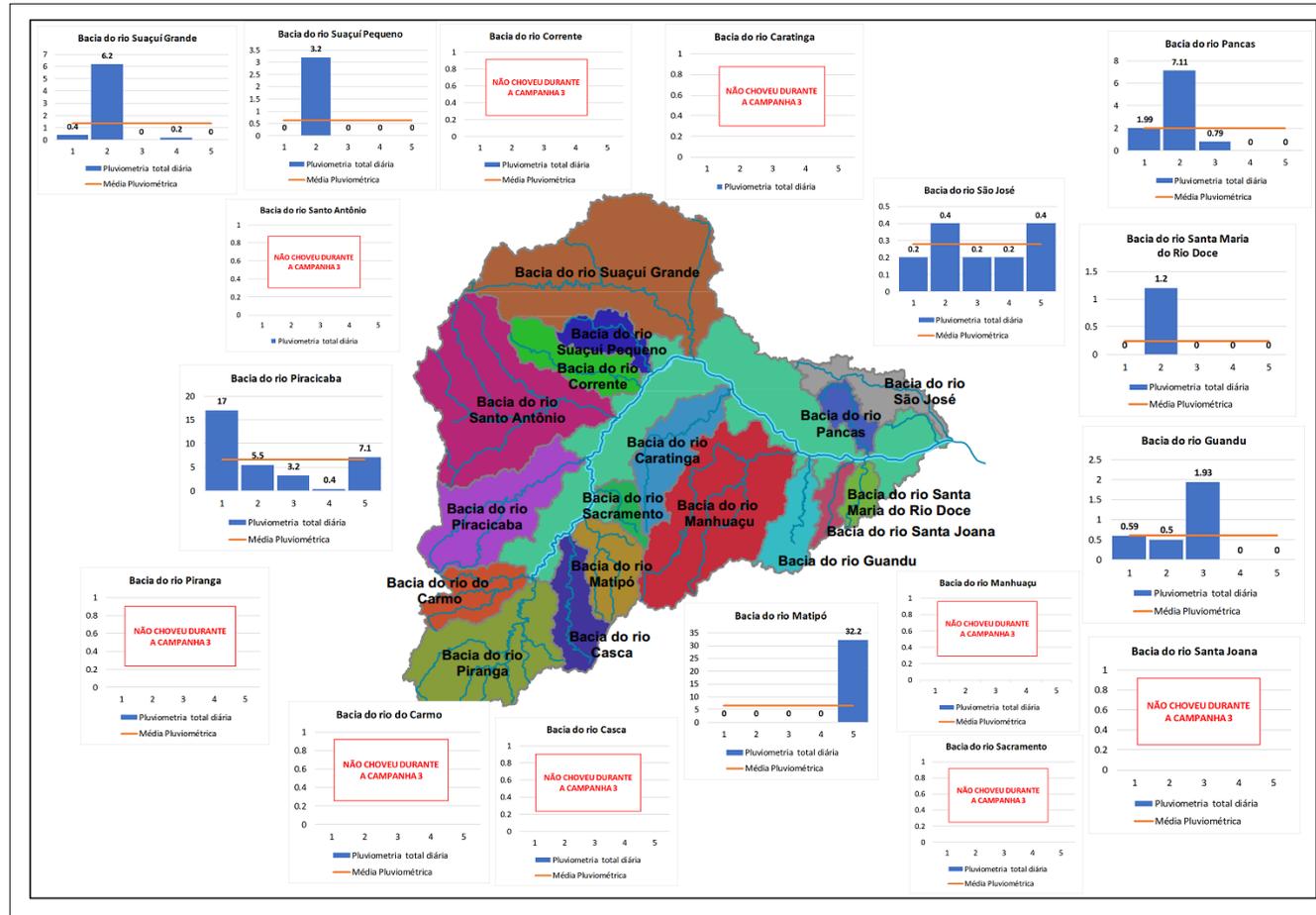


A terceira campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 10 ao dia 14 de dezembro de 2018. A Tabela 25 contém os dados pluviométricos durante a campanha 3 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 39 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 25. Dados pluviométricos durante a campanha 3 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>10/12</b>	<b>11/12</b>	<b>12/12</b>	<b>13/12</b>	<b>14/12</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0,4	6,2	0	0,2	0	6,8
Suaçuí Pequeno MG	0	3,2	0	0	0	3,2
Corrente MG	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0	0	0	0	0
São José ES	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	1,4
Pancas ES	1,99	7,11	0,79	0	0	9,89
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	17	5,5	3,2	0,4	7,1	33,2
Santa Maria do Rio Doce ES	0	1,2	0	0	0	1,2
Guandu ES	0,59	0,5	1,93	0	0	3,02
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	0	0	0	0	0	0
Matipó MG	0	0	0	0	32,2	32,2
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0	0

Figura 39. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 3

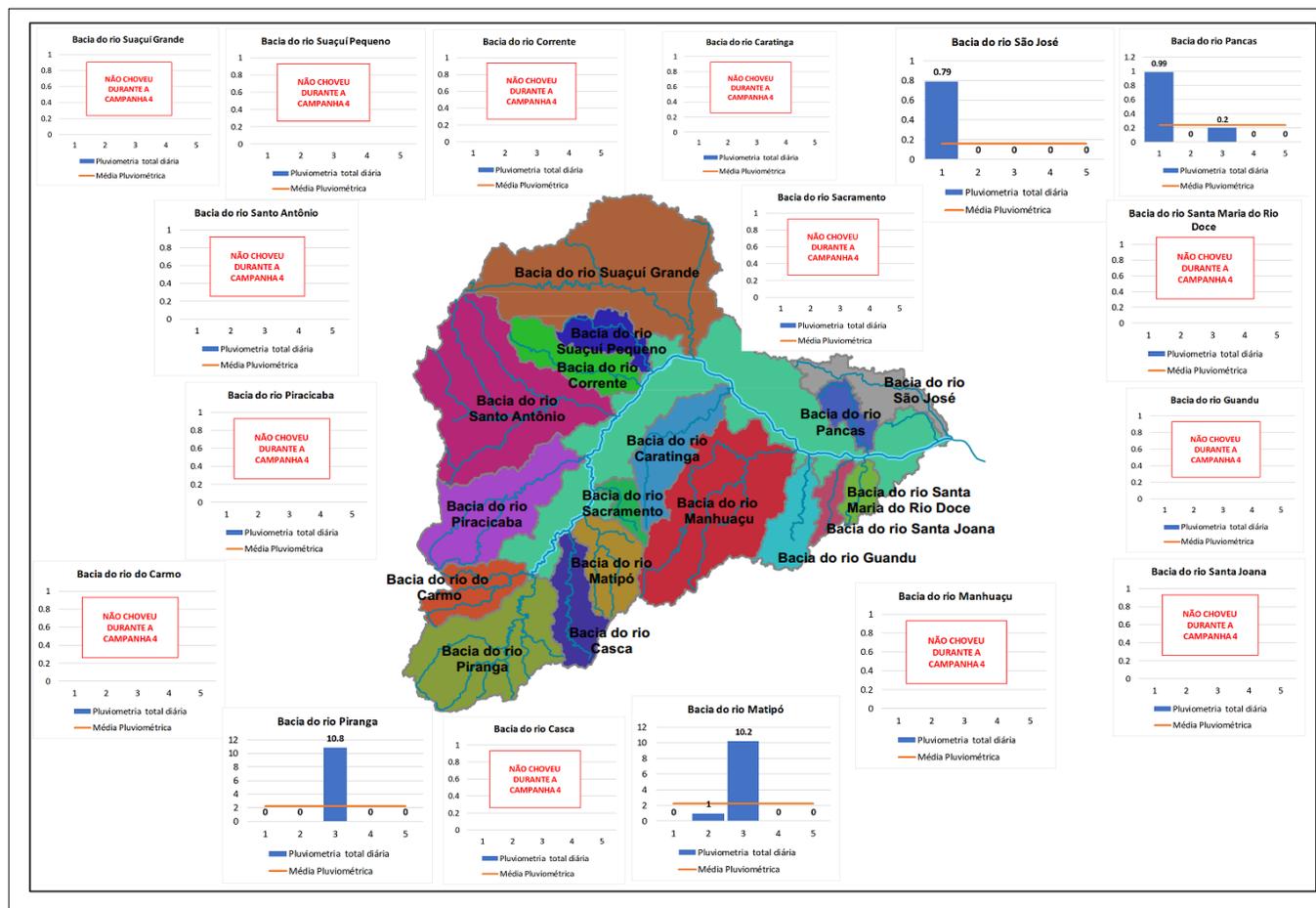


A quarta campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 14 ao dia 18 de janeiro de 2019. A Tabela 26 contém os dados pluviométricos durante a campanha 4 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 40 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 26. Dados pluviométricos durante a campanha 4 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>14/1</b>	<b>15/1</b>	<b>16/1</b>	<b>17/1</b>	<b>18/1</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0	0	0	0	0
São José ES	0,79	0	0	0	0	0,79
Pancas ES	0,99	0	0,2	0	0	1,19
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0	0	0
Guandu ES	0	0	0	0	0	0
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	0	0	0	0	0	0
Matipó MG	0	1	10,2	0	0	11,2
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	10,8	0	0	10,8

Figura 40. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 4

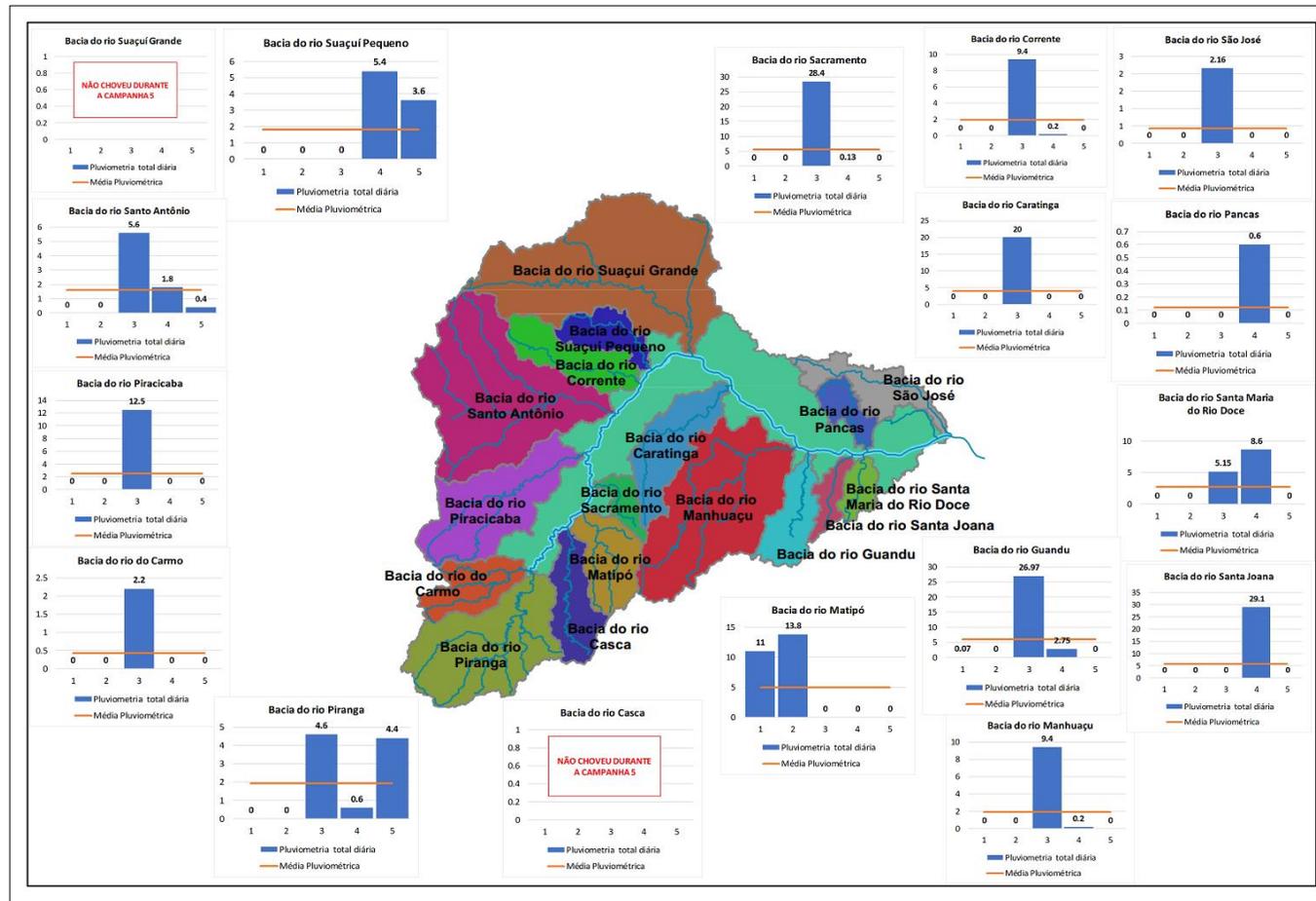


A quinta campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 11 ao dia 15 de fevereiro de 2019. A Tabela 27 contém os dados pluviométricos durante a campanha 5 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 41 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 27. Dados pluviométricos durante a campanha 5 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>11/2</b>	<b>12/2</b>	<b>13/2</b>	<b>14/2</b>	<b>15/2</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	5,4	3,6	9
Corrente MG	0	0	9,4	0,2	0	9,6
Caratinga MG	0	0	20	0	0	20
Santo Antônio MG	0	0	5,6	1,8	0,4	7,8
São José ES	0	0	2,16	0	0	2,16
Pancas ES	0	0	0	0,6	0	0,6
Manhuaçu MG	0	0	9,4	0,2	0	9,6
Piracicaba MG	0	0	12,5	0	0	12,5
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	5,15	8,6	0	13,75
Guandu ES	0,07	0	26,97	2,75	0	29,79
Santa Joana ES	0	0	0	29,1	0	29,1
Sacramento MG	0	0	28,4	0,13	0	28,53
Matipó MG	11	13,8	0	0	0	24,8
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	2,2	0	0	2,2
Piranga MG	0	0	4,6	0,6	4,4	9,6

Figura 41. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 5

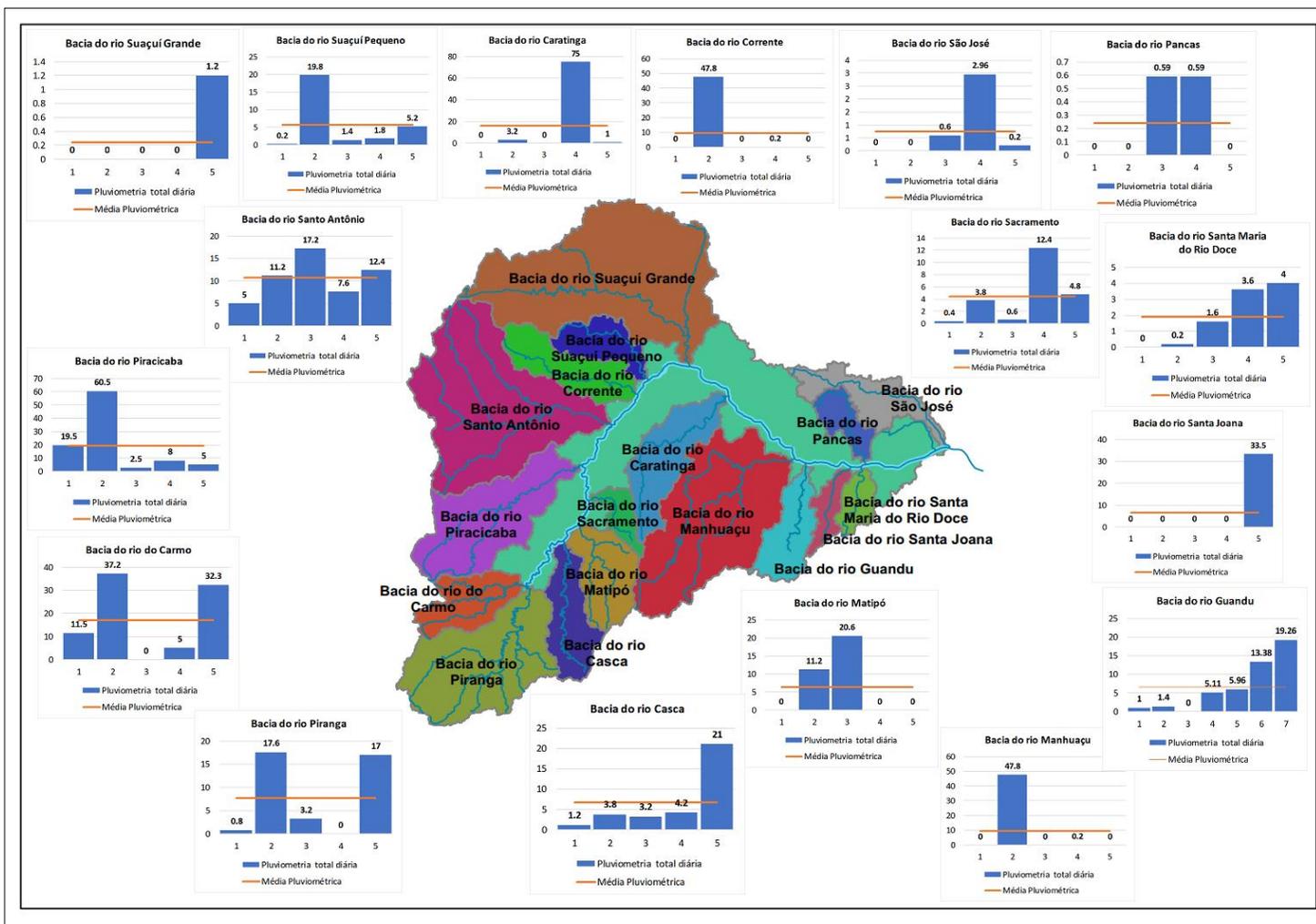


A sexta campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 18 ao dia 22 de março de 2019. A Tabela 28 contém os dados pluviométricos durante a campanha 6 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 42 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 28. Dados pluviométricos durante a campanha 6 e o total pluviométrico

Bacia	18/3	19/3	20/3	21/3	22/3	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	1,2	1,2
Suaçuí Pequeno MG	0,2	19,8	1,4	1,8	5,2	28,4
Corrente MG	0	47,8	0	0,2	0	48
Caratinga MG	0	3,2	0	75	1	79,2
Santo Antônio MG	5	11,2	17,2	7,6	12,4	53,4
São José ES	0	0	0,6	2,96	0,2	3,76
Pancas ES	0	0	0,59	0,59	0	1,18
Manhuaçu MG	0	47,8	0	0,2	0	48
Piracicaba MG	19,5	60,5	2,5	8	5	95,5
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0,2	1,6	3,6	4	9,4
Guandu ES	0	23,17	20,73	45,87	0	89,77
Santa Joana ES	0	0	0	0	33,5	33,5
Sacramento MG	0,4	3,8	0,6	12,4	4,8	22
Matipó MG	0	11,2	20,6	0	0	31,8
Casca MG	1,2	3,8	3,2	4,2	21	33,4
Carmo MG	11,5	37,2	0	5	32,3	86
Piranga MG	0,8	17,6	3,2	0	17	38,6

Figura 42. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 6

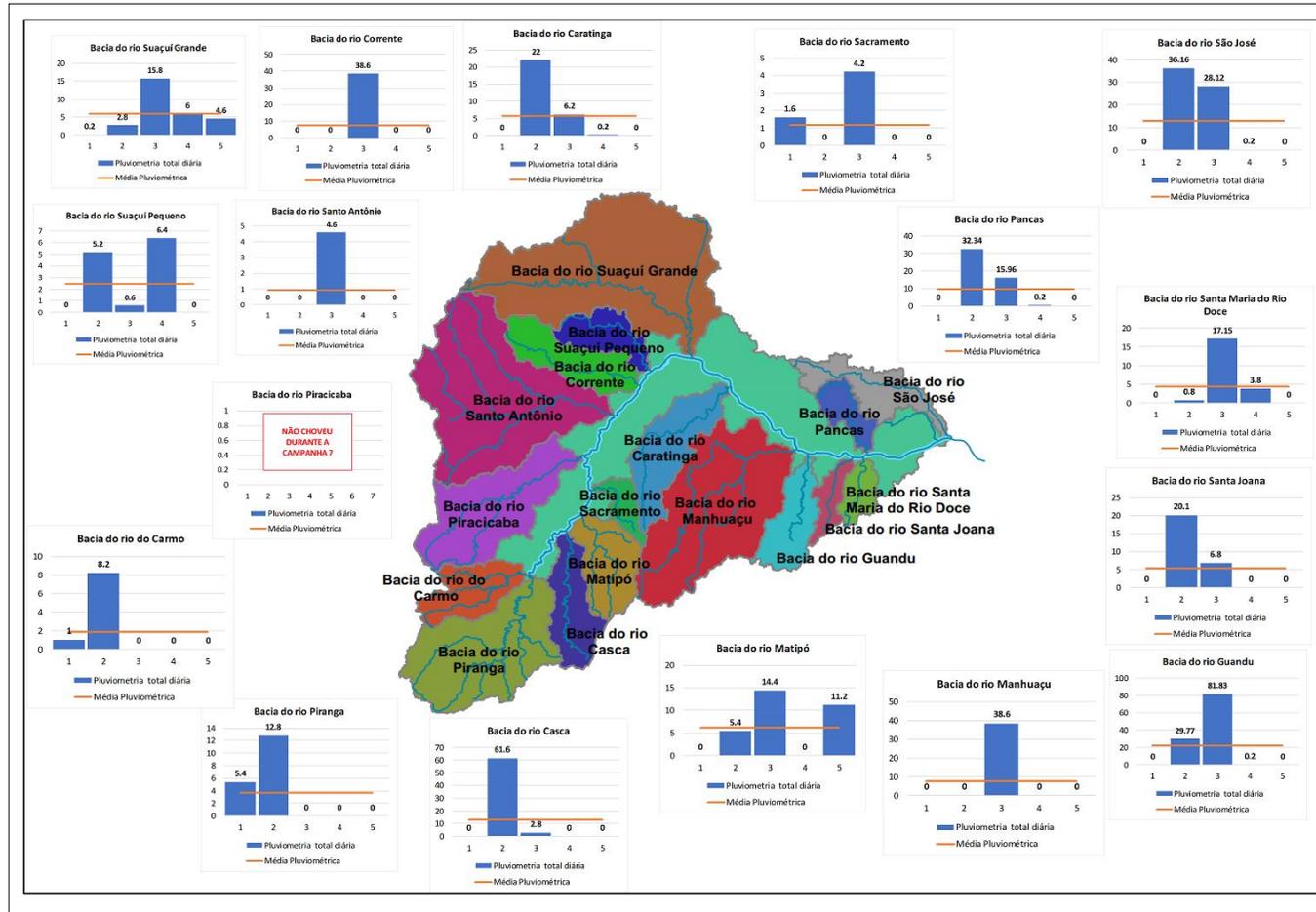


A sétima campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 8 ao dia 12 de abril de 2019. A Tabela 29 contém os dados pluviométricos durante a campanha 7 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 43 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 29. Dados pluviométricos durante a campanha 7 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>8/4</b>	<b>9/4</b>	<b>10/4</b>	<b>11/4</b>	<b>12/4</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0,2	2,8	15,8	6	4,6	29,4
Suaçuí Pequeno MG	0	5,2	0,6	6,4	0	12,2
Corrente MG	0	0	38,6	0	0	38,6
Caratinga MG	0	22	6,2	0,2	0	28,4
Santo Antônio MG	0	0	4,6	0	0	4,6
São José ES	0	36,16	28,12	0,2	0	64,48
Pancas ES	0	32,34	15,96	0,2	0	48,5
Manhuaçu MG	0	0	38,6	0	0	38,6
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0,8	17,15	3,8	0	21,75
Guandu ES	0	29,77	81,83	0,2	0	111,8
Santa Joana ES	0	20,1	6,8	0	0	26,9
Sacramento MG	1,6	0	4,2	0	0	5,8
Matipó MG	0	5,4	14,4	0	11,2	31
Casca MG	0	61,6	2,8	0	0	64,4
Carmo MG	1	8,2	0	0	0	9,2
Piranga MG	5,4	12,8	0	0	0	18,2

Figura 43. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 7

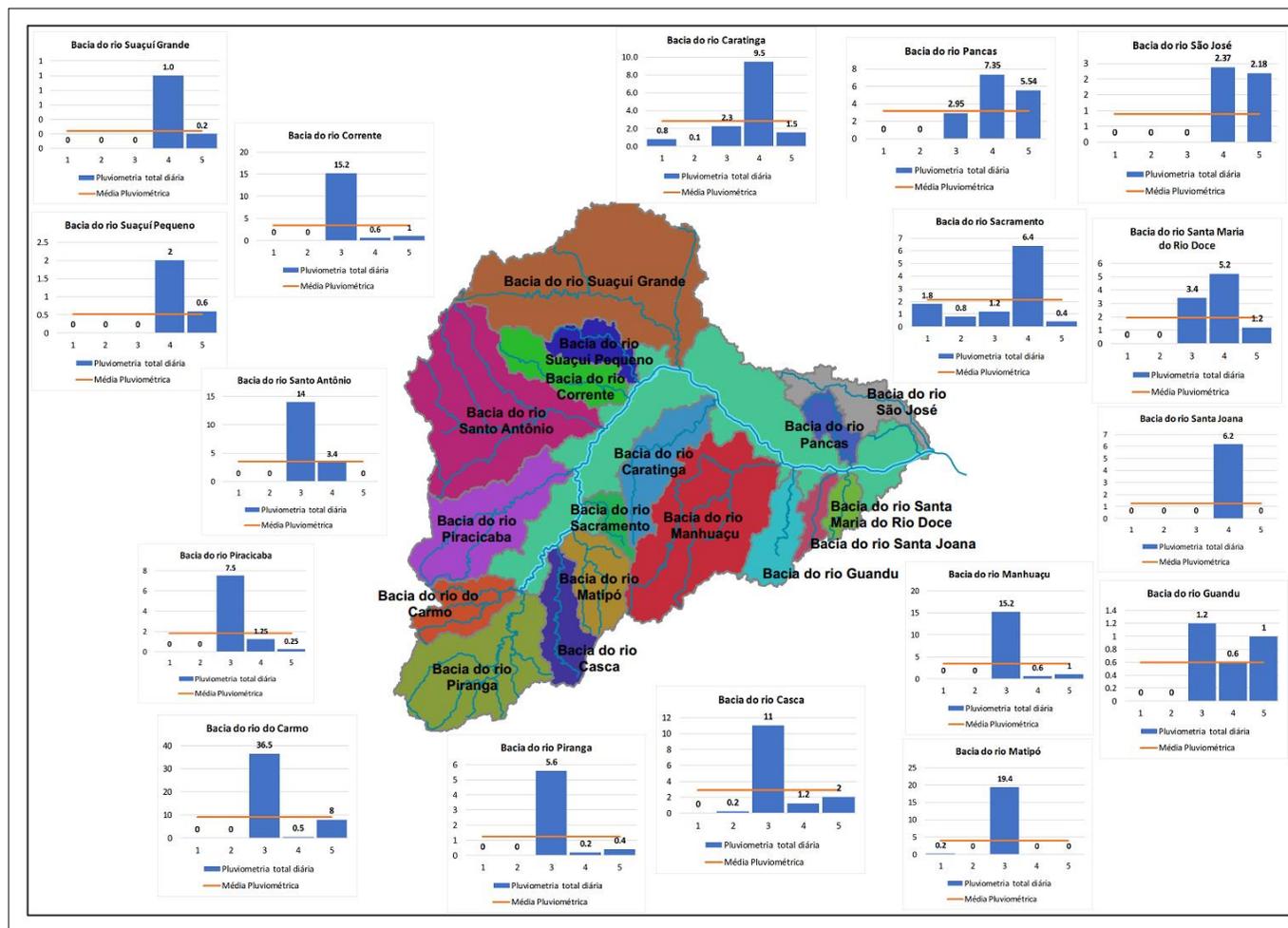


A oitava campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 13 ao dia 17 de maio de 2019. A Tabela 30 contém os dados pluviométricos durante campanha 8 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 44 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 30. Dados pluviométricos durante campanha 8 e o total pluviométrico

Bacia	13/5	14/5	15/5	16/5	17/5	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	1,0	0,2	1,2
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	2	0,6	2,6
Corrente MG	0	0	15,2	0,6	1	16,8
Caratinga MG	0,8	0,067	2,267	9,467	1,533	14,134
Santo Antônio MG	0	0	14	3,4	0	17,4
São José ES	0	0	0	2,37	2,18	4,55
Pancas ES	0	0	2,95	7,35	5,54	15,84
Manhuaçu MG	0	0	15,2	0,6	1	16,8
Piracicaba MG	0	0	7,5	1,25	0,25	9
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	3,4	5,2	1,2	9,8
Guandu ES	0	0	1,2	0,6	1	2,8
Santa Joana ES	0	0	0	6,2	0	6,2
Sacramento MG	1,8	0,8	1,2	6,4	0,4	10,6
Matipó MG	0,2	0	19,4	0	0	19,6
Casca MG	0	0,2	11	1,2	2	14,4
Carmo MG	0	0	36,5	0,5	8	45
Piranga MG	0	0	5,6	0,2	0,4	6,2

Figura 44. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 8

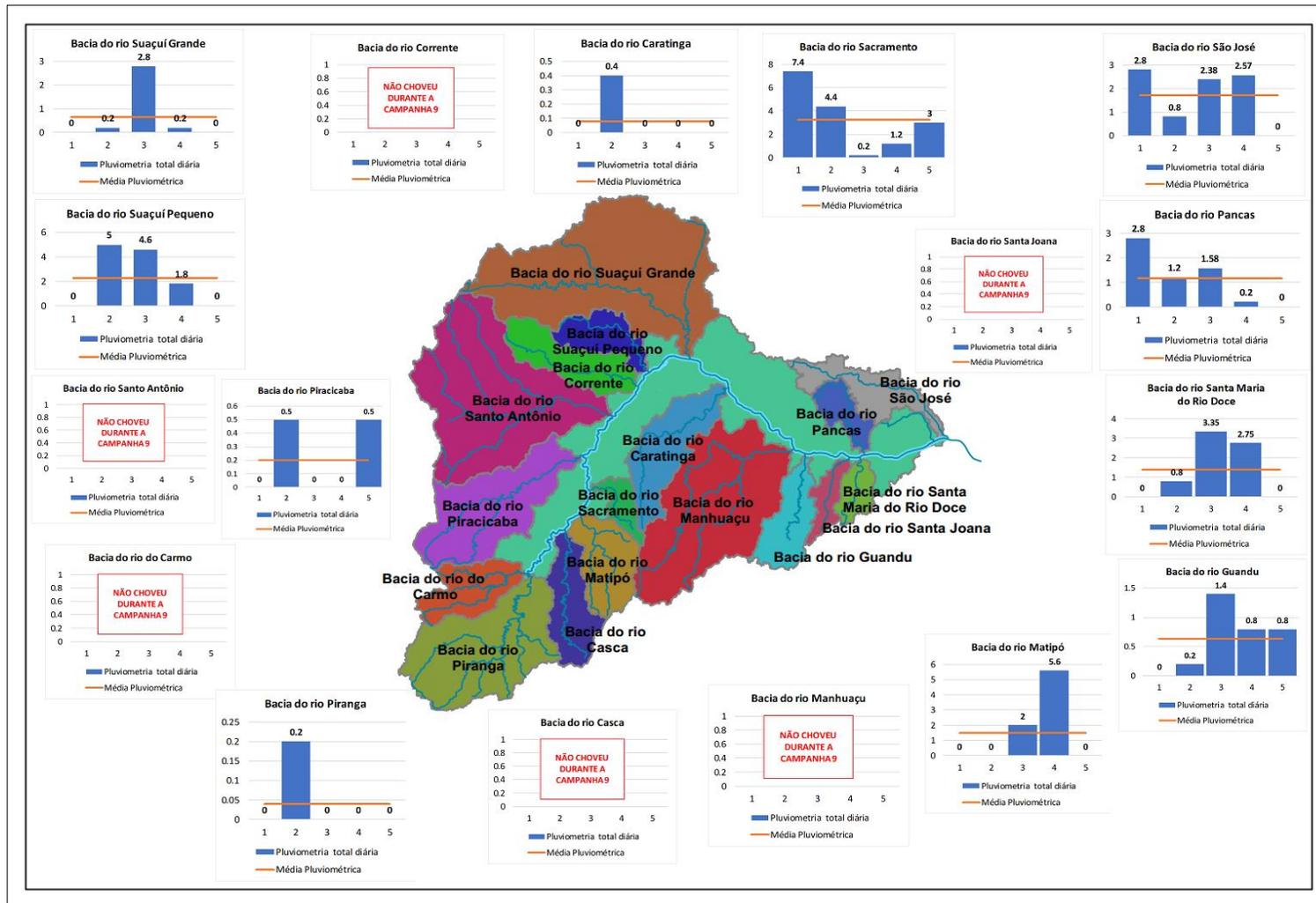


A nona campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 10 ao dia 14 de junho de 2019. A Tabela 31 contém os dados pluviométricos durante campanha 9 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 45 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 31. Dados pluviométricos durante campanha 9 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>10/6</b>	<b>11/6</b>	<b>12/6</b>	<b>13/6</b>	<b>14/6</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0	0,2	2,8	0,2	0	3,2
Suaçuí Pequeno MG	0	5	4,6	1,8	0	11,4
Corrente MG	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0,4	0	0	0	0,4
Santo Antônio MG	0	0	0	0	0	0
São José ES	2,8	0,8	2,38	2,57	0	8,55
Pancas ES	2,8	1,2	1,58	0,2	0	5,78
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0,5	0	0	0,5	1
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0,8	3,35	2,75	0	6,9
Guandu ES	0	0,2	1,4	0,8	0,8	3,2
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	7,4	4,4	0,2	1,2	3	16,2
Matipó MG	0	0	2	5,6	0	7,6
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0,2	0	0	0	0,2

Figura 45. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 9

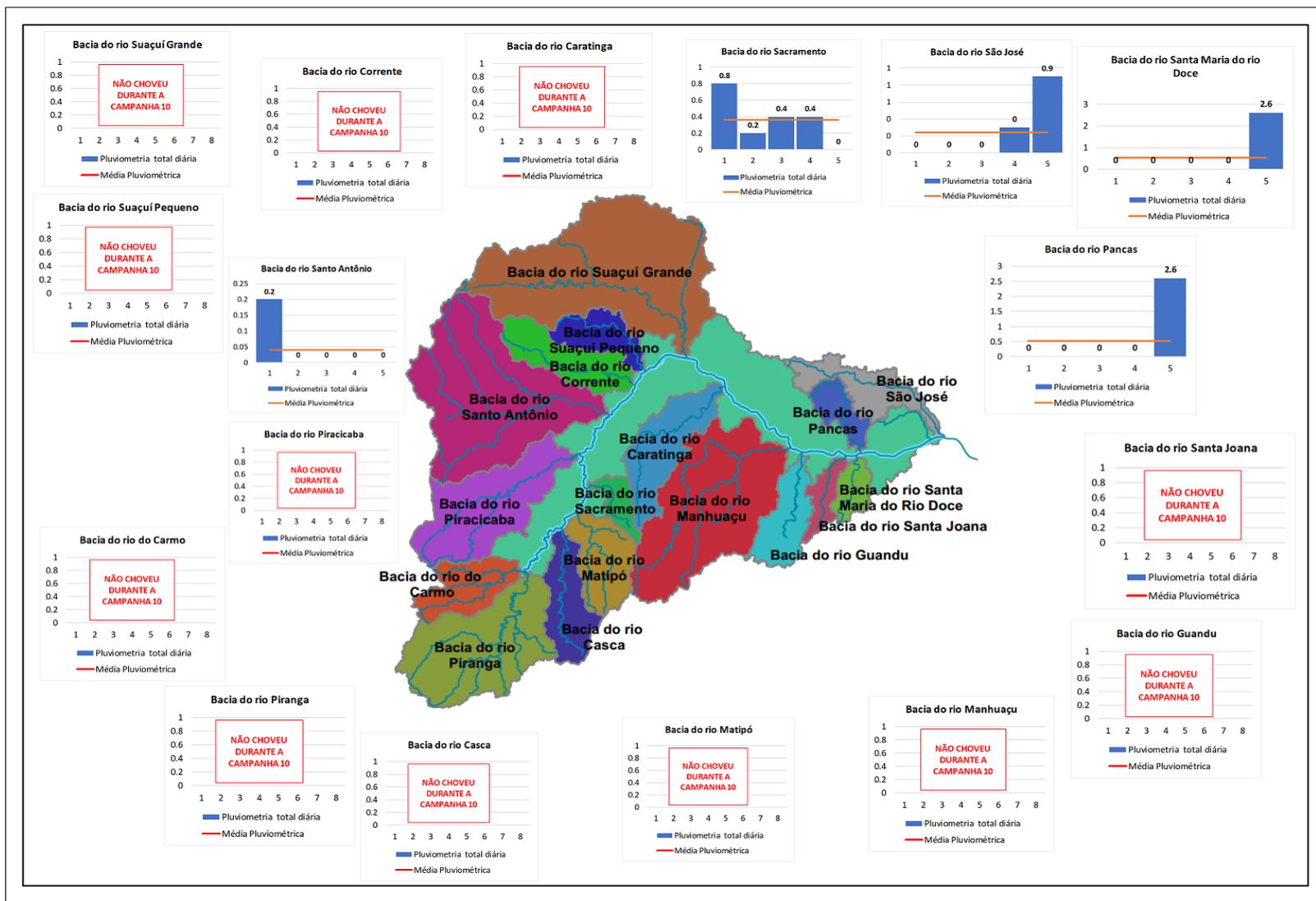


A décima campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 15 ao dia 19 de julho de 2019. A Tabela 32 contém os dados pluviométricos durante a campanha 10 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 46 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 32. Dados pluviométricos durante a campanha 10 e o total pluviométrico

Bacia	15/7	16/7	17/7	18/7	19/7	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0	0	0
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0,2	0	0	0	0	0,2
São José ES	0	0	0	0	0,9	1,2
Pancas ES	0	0	0	0	4	4
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0	2,6	2,6
Guandu ES	0	0	0	0	0	0
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	0,8	0,2	0,4	0,4	0	1,8
Matipó MG	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0	0

Figura 46. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 10



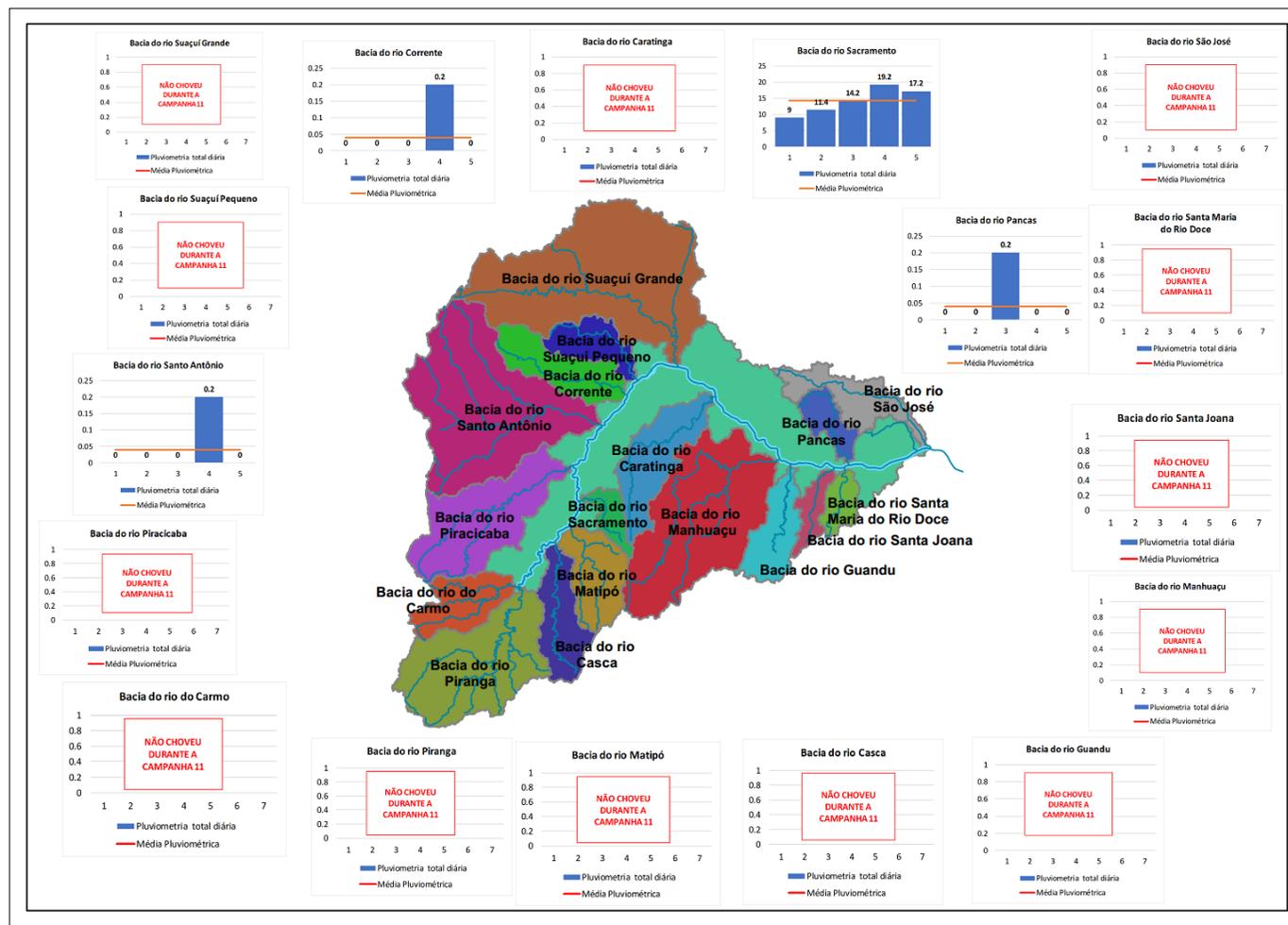
A décima primeira campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 12 ao dia 16 de agosto de 2019. A Tabela 33 contém os dados pluviométricos durante a campanha 11 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 47 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 33. Dados pluviométricos durante a campanha 11 e o total pluviométrico

<b>Bacia</b>	<b>12/8</b>	<b>13/8</b>	<b>14/8</b>	<b>15/8</b>	<b>16/8</b>	<b>Precipitação total</b>
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0,2	0	0,2
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0	0	0,2	0	0,2
São José ES	0	0	0	0	0	0
Pancas ES	0	0	0,2	0	0	0,2
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0	0	0
Guandu ES	2	0	0	0	0	2
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	9	11,4	14,2	19,2	17,2	71
Matipó MG	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0	0

Fonte: autoria própria.

Figura 47. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 11



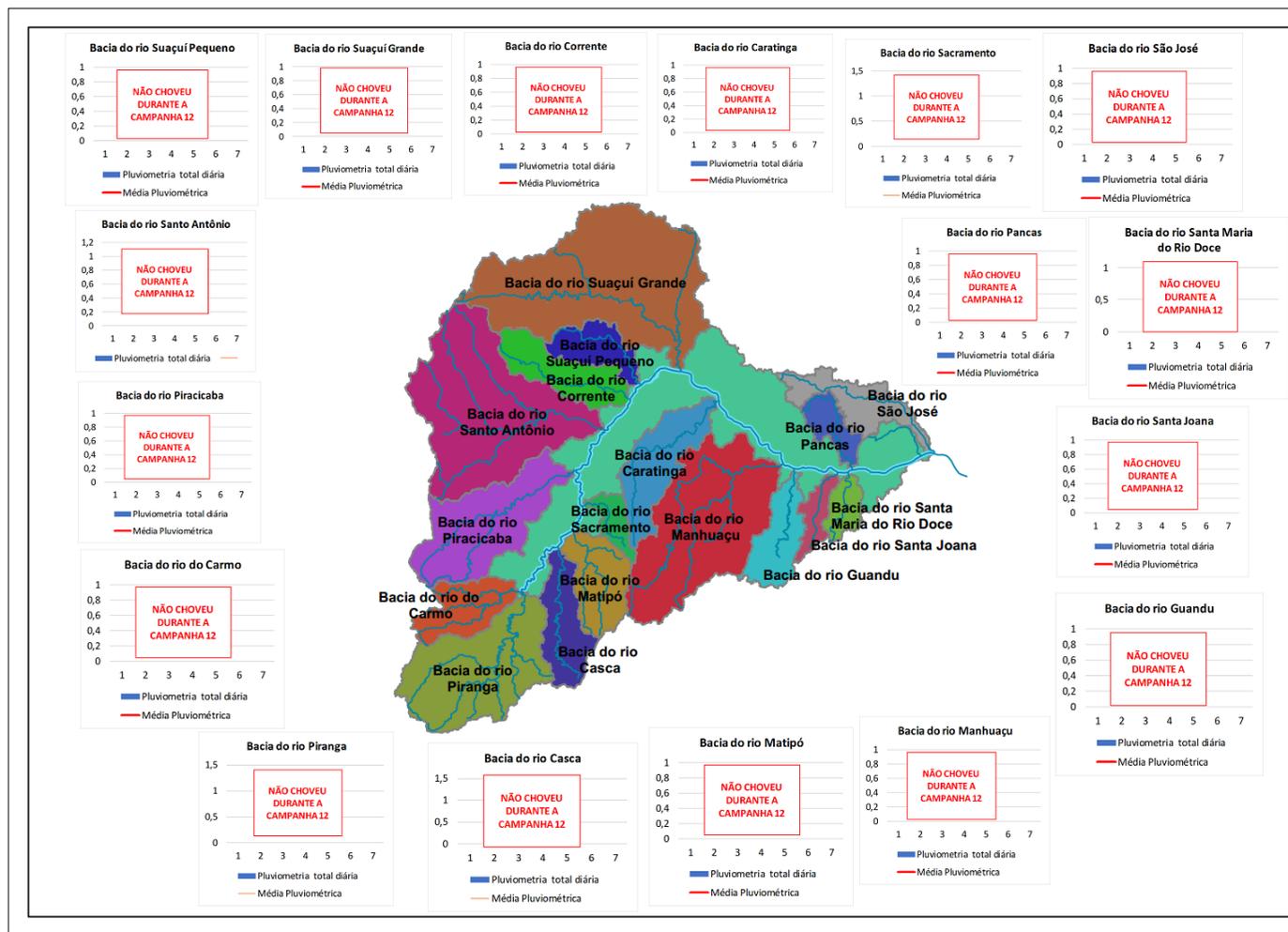
Fonte: autoria própria.

A décima segunda campanha para amostragem de água e sedimentos ocorreu do dia 16 ao dia 20 de setembro de 2019. A Tabela 34 contém os dados pluviométricos durante a campanha 12 e o total pluviométrico deste mesmo período. A Figura 48 mostra o mapa com os gráficos contendo dados de chuva diária em cada uma das regiões.

Tabela 34. Dados pluviométricos durante a campanha 12 e o total pluviométrico

Bacia	12/8	13/8	14/8	15/8	16/8	Precipitação total
Suaçuí Grande MG	0	0	0	0	0	0
Suaçuí Pequeno MG	0	0	0	0	0	0
Corrente MG	0	0	0	0,2	0	0,2
Caratinga MG	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio MG	0	0	0	0,2	0	0,2
São José ES	0	0	0	0	0	0
Pancas ES	0	0	0,2	0	0	0,2
Manhuaçu MG	0	0	0	0	0	0
Piracicaba MG	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Rio Doce ES	0	0	0	0	0	0
Guandu ES	2	0	0	0	0	2
Santa Joana ES	0	0	0	0	0	0
Sacramento MG	9	11,4	14,2	19,2	17,2	71
Matipó MG	0	0	0	0	0	0
Casca MG	0	0	0	0	0	0
Carmo MG	0	0	0	0	0	0
Piranga MG	0	0	0	0	0	0

Figura 48. Mapa de regiões da bacia do rio Doce com os gráficos pluviométricos durante a campanha 12



Fonte: autoria própria.

Conforme pode ser observado nesta análise durante as campanhas, durante a primeira delas, assim como na análise pré-campanha, não foi observada precipitação pluviométrica na bacia do rio Matipó, a bacia do rio São José teve um registro de precipitação de apenas 4 mm durante os 6 dias de campanha. Os maiores registros pluviométricos neste período ocorreram nas bacias dos rios Sacramento, Casca, Piranga e Manhauçu, tendo sido registrados valores superiores a 70 mm.

Durante a segunda campanha, o maior registro de chuva ocorreu na bacia do rio Guandu, totalizando 90,2 mm. Menos de 10 mm totais nas bacias dos rios Suaçuí Grande, Suaçuí Pequeno, São José e Santa Maria do Rio Doce.

Já durante a terceira campanha, diferentemente da semana anterior, em nenhuma das bacias as precipitações pluviométricas foram maiores que 80 mm, sendo o maior valor registrado na bacia do rio Guandu (32,2 mm). Não houve registro de chuva em grande parte da bacia do rio Doce do dia 10 ao dia 14 de dezembro (bacias dos rios Corrente, Caratinga, Santo Antônio, Manhauçu, Santa Joana, Sacramento, Casca, Carmo e Piranga).

Na quarta campanha, que corresponde ao mês de janeiro, a quantidade de chuva registrada continuou atípica para esta época do ano, assim como na análise pré-campanha e não foi registrada nenhuma precipitação pluviométrica em 13 das 17 subbacias da análise. Apenas choveu acima de 10 mm nas bacias dos rios Matipó (11,2 mm) e Piranga (10,8 mm).

Durante a quinta campanha, as bacias com maior precipitação foram Guandu, Santa Joana, Sacramento e Matipó, variando entre 24,8 e 29,79 mm, havendo redução da precipitação na maior parte da bacia, já que no período que antecede a quinta campanha houve chuva expressiva em toda a bacia do rio Doce. Não foi registrada nenhuma precipitação na bacia do rio Suaçuí Grande nem na bacia do rio Casca.

Na sexta campanha, a chuva continua sendo bem variada em toda a bacia, agora com quatro das subbacias apresentando chuvas menores que 10 mm e sete com mais de 40 mm, com o máximo sendo registrado na bacia do rio Piracicaba (95,5 mm).

Durante a sétima campanha, houve precipitação pluviométrica registrada em praticamente toda a bacia do rio Doce, com exceção apenas da bacia do rio Piracicaba. O maior registro correu na região da bacia do rio Guandu, tendo sido registrado mais de 100 mm em cinco dias de amostragem.

Durante a oitava campanha choveu em todas as estações utilizadas na análise pluviométrica da bacia do rio Doce. O maior valor foi registrado na bacia do rio do Carmo (45 mm), seguido das regiões de Matipó (19,6 mm), Santo Antônio (14,4 mm) e Manhauçu (16,8 mm).

No período da nona campanha, as chuvas foram pouco expressivas, agora com 11 estações apresentando menos de 5 mm de chuvas totais durante esses 5 dias de amostragem. O maior registro pluviométrico (16,2 mm na bacia do rio Sacramento) foi bem abaixo do valor registrado no período pré-campanha, que havia sido medido na bacia do Matipó (69,8 mm).

A décima campanha foi caracterizada por chuva nula em 12 subbacias, 4 mm de chuva na bacia do rio Pancas (maior registro de precipitação para este período) e as demais apresentando registro entre 0,2 e 2,6 mm.

Durante a décima primeira campanha, que corresponde ao mês de agosto de 2019, o maior valor registrado também foi na bacia do rio Sacramento (71 mm) e praticamente não choveu no restante da bacia do rio Doce, sendo os valores de precipitação variando de nulo a 2 mm.

Durante a última campanha, que corresponde ao mês de setembro de 2019, não houve registro de chuva ao longo de toda a bacia do rio Doce.

### 3.1.2 Fluviometria

Os resultados dos estudos de fluviometria da bacia do rio Doce estão apresentados e discutidos no presente item.

#### 3.1.2.1 Fluviometria global na bacia do rio Doce

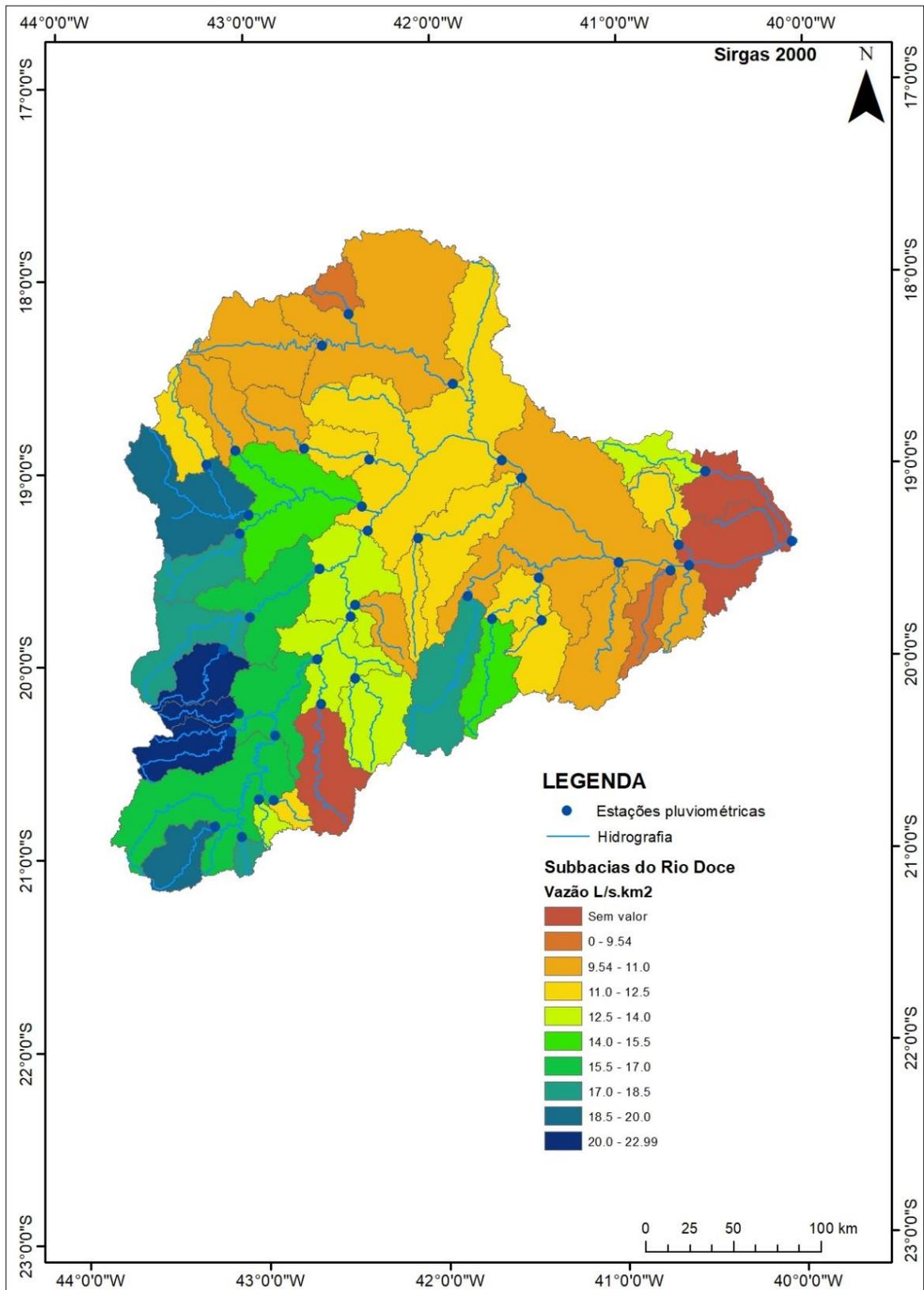
A Tabela 35 e a Figura 49 apresentam, respectivamente, dados gerais e a espacialização da produção de água em cada subbacia.

Tabela 35. Análise estatística dos dados fluviométricos: médias das vazões médias, médias das máximas e médias das mínimas de cada estação

Código	Estação	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Média das máximas (m <sup>3</sup> /s)	Média das mínimas (m <sup>3</sup> /s)	Vazões médias (m <sup>3</sup> /s)	Produção por subbacia (L/s.km <sup>2</sup> )
56846000	Porto de Santa Rita	1965	112,26	10,23	22,85	11,63
56055000	Braz Pires	1089	118,50	7,93	20,33	18,67
56090000	Fazenda Varginha	324	19,98	2,13	3,92	12,10
56110005	Ponte Nova jusante	6132	610,30	35,64	100,10	16,32
56335001	Acaiaca jusante	1371	223,01	12,72	29,75	21,70
56337000	Fazenda Ocidente	531	115,74	5,39	12,25	23,07
56425000	Fazenda Cachoeira D'Antas	10079	835,33	71,54	165,50	16,42
56510000	Instituto Florestal Raul Soares	1800	202,74	6,43	23,92	13,29
56539000	Cachoeira dos Óculos montante	15836	1036,50	88,78	220,01	13,89
56570000	Pingo D'Água	814	84,34	2,90	8,98	11,03
56610000	Rio Piracicaba	1163	204,88	7,22	23,88	20,53
56659998	Nova Era IV	3060	478,33	18,09	53,34	17,43
56696000	Mário de Carvalho	5270	594,97	30,82	84,19	15,98
56719998	Belo Oriente	24200	1614,00	124,03	313,13	12,94
56765000	Dom Joaquim	972	145,04	2,87	14,20	14,61

Código	Estação	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Média das máximas (m <sup>3</sup> /s)	Média das mínimas (m <sup>3</sup> /s)	Vazões médias (m <sup>3</sup> /s)	Produção por subbacia (L/s.km <sup>2</sup> )
56775000	Ferros	4058	899,17	16,92	81,04	19,97
56787000	Fazenda Barraca	1280	258,25	6,68	23,07	18,02
56800000	Senhora do Porto	1521	119,44	4,84	16,38	10,77
56825000	Naque Velho	10170	1046,97	43,07	148,92	14,64
56845000	Fazenda Corrente	1064	64,21	2,94	10,38	9,76
56860000	São Pedro do Suaçuí	2610	158,46	9,04	24,53	9,40
56870000	Santa Maria do Suaçuí	670	53,76	1,56	5,73	8,55
56891900	Vila Matias Montante	10200	397,06	21,81	67,37	6,60
56920000	Tumiritinga	55425	3284,07	266,49	669,39	12,08
56935000	Dom Cavati	784	126,93	2,63	9,41	12,00
56940002	Barra do Cuieté jusante	3250	317,59	8,26	29,40	9,05
56978000	Santo Antônio do Manhuaçu	2287	276,53	11,57	41,33	18,07
56988500	Ipanema	1420	174,40	6,71	20,61	14,51
56989001	Mutum	1187	146,96	3,73	13,38	11,27
56989400	Assaraí montante	3190	341,61	11,11	36,85	11,55
56998400	Barra de São Gabriel	1070	107,20	2,62	13,29	12,42
56992000	Baixo Guandu	2135	228,77	6,20	21,03	9,85
56994500	Colatina	75800	4982,78	296,41	829,86	10,95
56995500	Ponte do Pancas	919	129,82	1,51	10,77	11,72
56993551	Jusante Córrego da Piaba	873	113,41	1,04	7,61	8,72
56075000	Porto Firme	4251	349,83	27,64	71,02	-
56085000	Seriquite	342	48,87	1,68	4,17	12,19
56065000	Senador Firmino	291	30,64	2,23	5,07	17,42

Figura 49. Deflúvio areal médio em L/s.km<sup>2</sup> nas diversas bacias das estações fluviométricas da bacia do rio Doce



As maiores produções de água em L/s.km<sup>2</sup> (deflúvio areal médio) coincidem com as áreas de maiores pluviosidades, tendo sido observado uma relação direta entre as duas grandezas. Deve-se observar

que os valores apresentados na Figura 49 estão relacionados a toda a bacia da estação. Assim, o valor auferido para a subbacia Colatina está relacionado a toda a bacia a montante da mesma. Como a bacia da estação Colatina abrange cerca de 91,4% da bacia do rio Doce, pode-se afirmar que o deflúvio areal médio da bacia é de cerca de 10,95 L/s.km<sup>2</sup>.

As subbacias com menores deflúvios médios estão situados no extremo norte e oeste da bacia, são elas: Jusante Córrego da Piaba (Rio Santa Joana), Santa Maria do Suaçuí, São Pedro do Suaçuí, Fazenda Corrente, Vila Matias Montante (bacia do rio Itambacuri) e Baixo Guandu (Rio Guandu).

Os maiores deflúvios médios são observados nas estações Ferros e Fazenda Barraca (subbacia do rio Santo Antônio), Mário de Carvalho, Nova Era IV e Rio Piracicaba (subbacia do rio Piracicaba), Fazenda Ocidente e Acaiaca Jusante (subbacia do rio do Carmo), Ponte Nova Jusante, Braz Pires e Senador Firmino (subbacia do rio Piranga) e Santo Antônio de Manhuaçu, no rio Manhuaçu.

A Tabela 36 apresenta os resultados dos trabalhos de transposição dos dados das estações fluviométricas para as subbacias que compõem a bacia do rio Doce.

Tabela 36. Vazão das subbacias hidrográficas por relação de área

<b>Subbacias hidrográficas</b>	<b>Estação Fluviométrica mais próxima</b>	<b>Área Territorial da Subbacia</b>	<b>Vazão média da subbacia</b>	<b>Vazão percentual % vazão média total</b>
Bacia do rio Manhuaçu	Assaraí montante	8811,82	101,803	11
Bacia do rio Guandu	Baixo Guandu	2162,25	21,345	2
Bacia do rio São José	Barra de São Gabriel	2392,24	29,702	3
Bacia do ribeirão Traíra	Barra do Cuieté Jusante	763,219	6,968	0,7
Bacia do rio Caratinga	Barra do Cuieté Jusante	3217,47	29,375	3
Bacia do rio Eme	Barra do Cuieté Jusante	903,381	8,248	0,9
Bacia do rio Batatas	Barra do Cuieté Jusante	312,743	2,855	0,3
Bacia do córrego Capim	Barra do Cuieté Jusante	140,736	1,285	0,1
Bacia do rio Doce - Trecho 3	Belo Oriente	1858,92	24,053	2,6
Bacia do rio Doce - Trecho 2	Cachoeira dos Óculos Montante	423,48	5,860	0,6
Bacia do rio Doce - Trecho 5	Colatina	4458,34	48,427	5

Subbacias hidrográficas	Estação Fluviométrica mais próxima	Área Territorial da Subbacia	Vazão média da subbacia	Vazão percentual % vazão média total
Bacia do rio Doce - Trecho 1	Fazenda Cachoeira D'Antas	978,782	16,038	1
Bacia do rio Carmo	Fazenda Ocidente	2287,15	52,959	5
Bacia do rio Matipó	Instituto Florestal Raul Soares	2559,31	32,732	3
Bacia do rio Santa Joana	Jusante Córrego da Piaba	912,338	7,777	0,8
Bacia do rio Santa Maria do Rio Doce	Jusante Córrego da Piaba	961,314	8,194	0,9
Bacia do rio Doce - Trecho 6	Colatina	2164,83	23,515	2
Bacia do rio Piracicaba	Mario de Carvalho	5460,09	87,231	9
Bacia do rio Santo Antônio	Naque Velho	9923,83	144,885	16
Bacia do ribeirão dos Óculos	Pingo D'Água	187,473	1,969	0,2
Bacia do ribeirão Mombaça	Pingo D'Água	323,282	3,395	0,3
Bacia do rio Sacramento	Pingo D'Água	844,684	8,872	0,9
Bacia do rio Pancas	Ponte do Pancas	1052,72	12,323	1
Bacia do córrego da Manga	Ponte Nova Jusante	19,0292	0,306	0,03
Bacia do rio Piranga	Ponte Nova Jusante	6642,12	106,722	11
Bacia do rio Sem Peixes	Ponte Nova Jusante	190,492	3,061	0,3
Bacia do córrego Moreira	Porto Santa Rita	87,4375	1,014	0,1
Bacia do ribeirão da Onça	Porto Santa Rita	166,981	1,936	0,2
Bacia do rio Corrente	Porto Santa Rita	2458,02	28,504	3
Bacia do rio Suaçuí Pequeno	Porto Santa Rita	1727,46	20,032	2
Bacia do rio Casca	Rio Casca	2506,7	33,635	3
Bacia do rio Guanhões	Senhora do Porto	546,42	5,889	0,6

Subbacias hidrográficas	Estação Fluviométrica mais próxima	Área Territorial da Subbacia	Vazão média da subbacia	Vazão percentual % vazão média total
Bacia do rio Doce - Trecho 4	Tumiritinga	1888,16	22,938	2
Bacia do ribeirão Santa Helena	Vila Matias Montante	511,933	3,530	0,3
Bacia do rio Itambacuri	Vila Matias Montante	12426,2	85,691	9

Conforme pode ser observado, os formadores do rio Doce, rios Piranga e Carmo, são responsáveis por cerca de 16% da vazão do rio Doce computada na entrada do seu estuário. As bacias dos rios Santo Antônio, Manhuaçu, Piracicaba e Itambacuri são as que mais contribuem no deflúvio médio do rio Doce, respectivamente 16%, 11%, 9% e 9%. A contribuição das pequenas bacias que drenam diretamente para o rio Doce somam cerca de 14% do deflúvio médio.

### 3.1.2.2 Efeito do lago da hidrelétrica de Aimorés na hidrologia

As vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) referentes à primeira etapa, ou seja, correspondentes aos 7 dias anteriores às campanhas para amostragem de água e sedimentos, encontram-se nas figuras que seguem (Figura 50, Figura 51, Figura 52, Figura 53, Figura 54, Figura 55, Figura 56, Figura 57, Figura 58, Figura 59).

Figura 50 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 1 (22 a 27 de outubro de 2018)

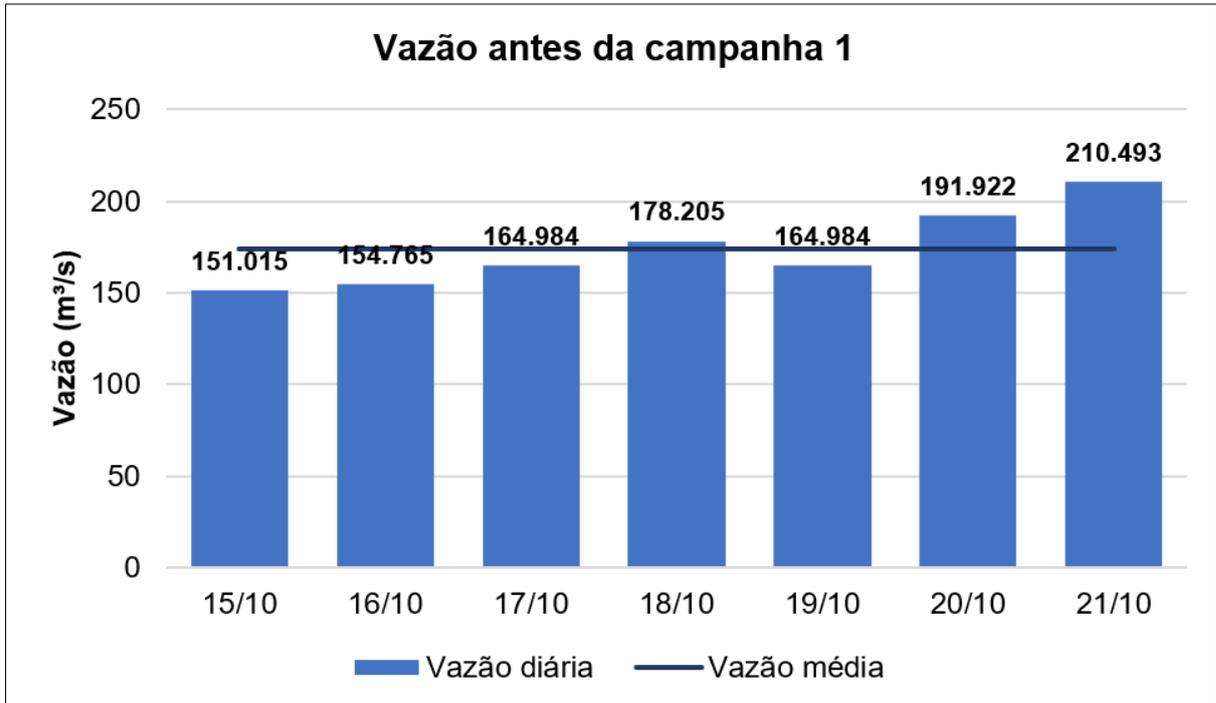


Figura 51 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 2 (19 a 23 de novembro de 2018)

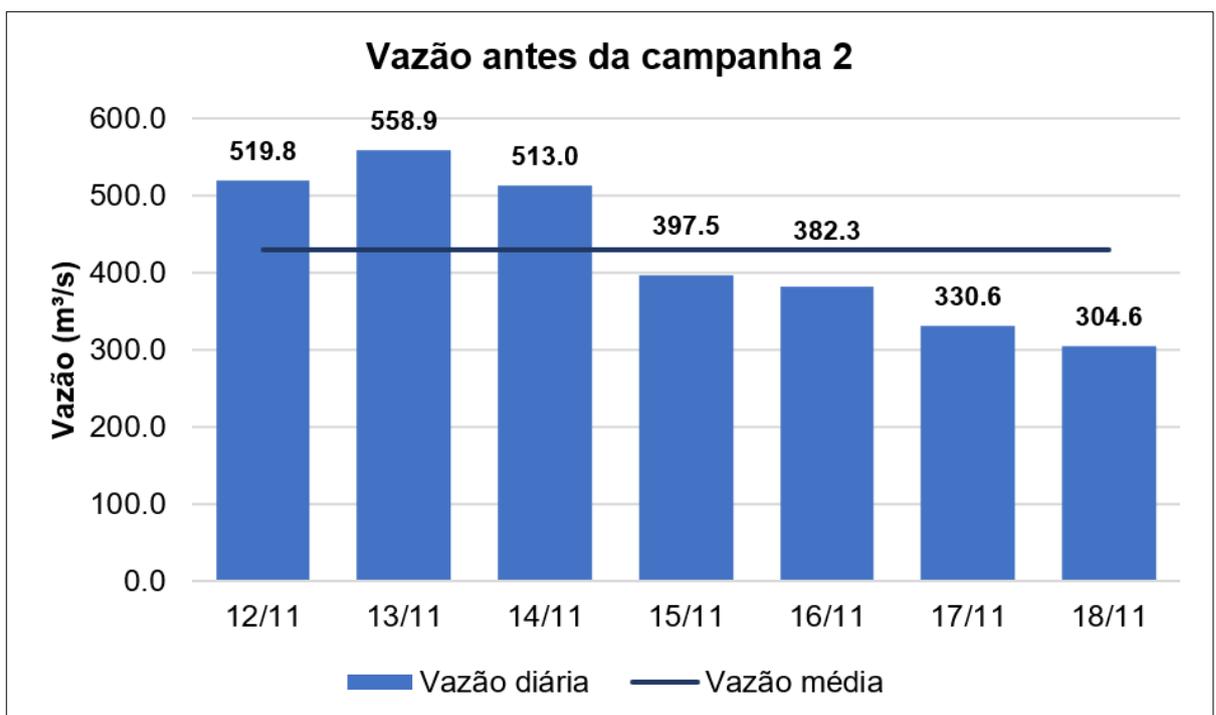


Figura 52 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 3 (10 a 14 de dezembro de 2018)

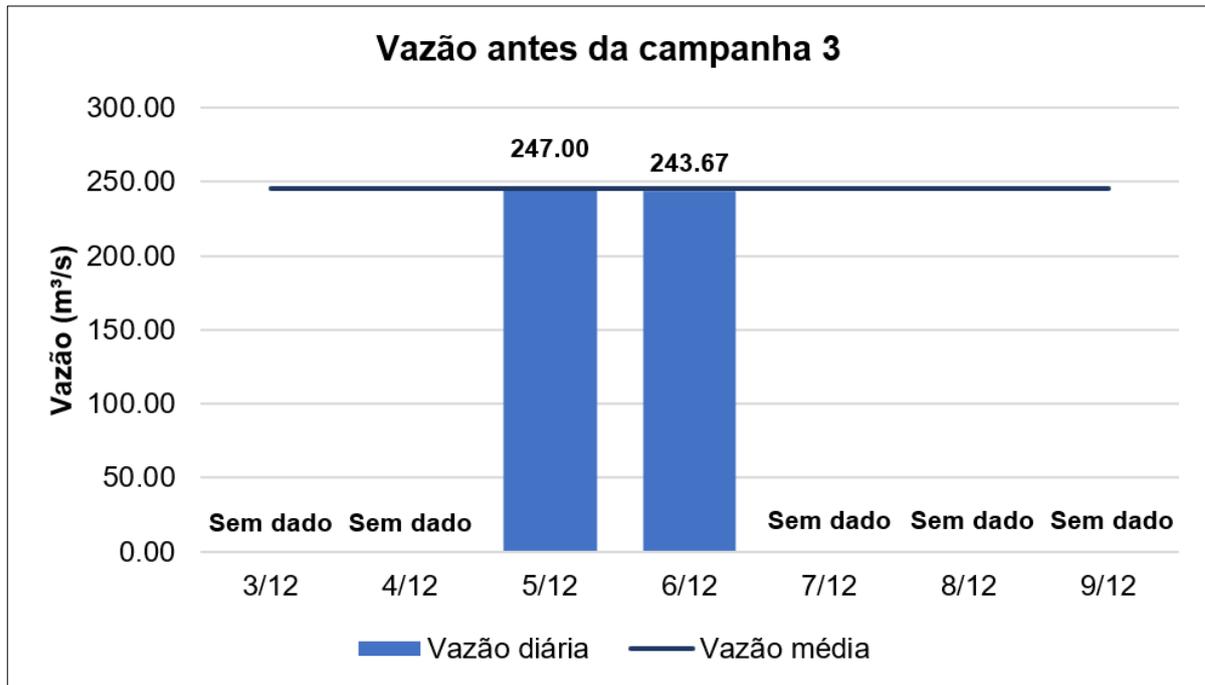


Figura 53 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 4 (14 a 18 de janeiro de 2019)

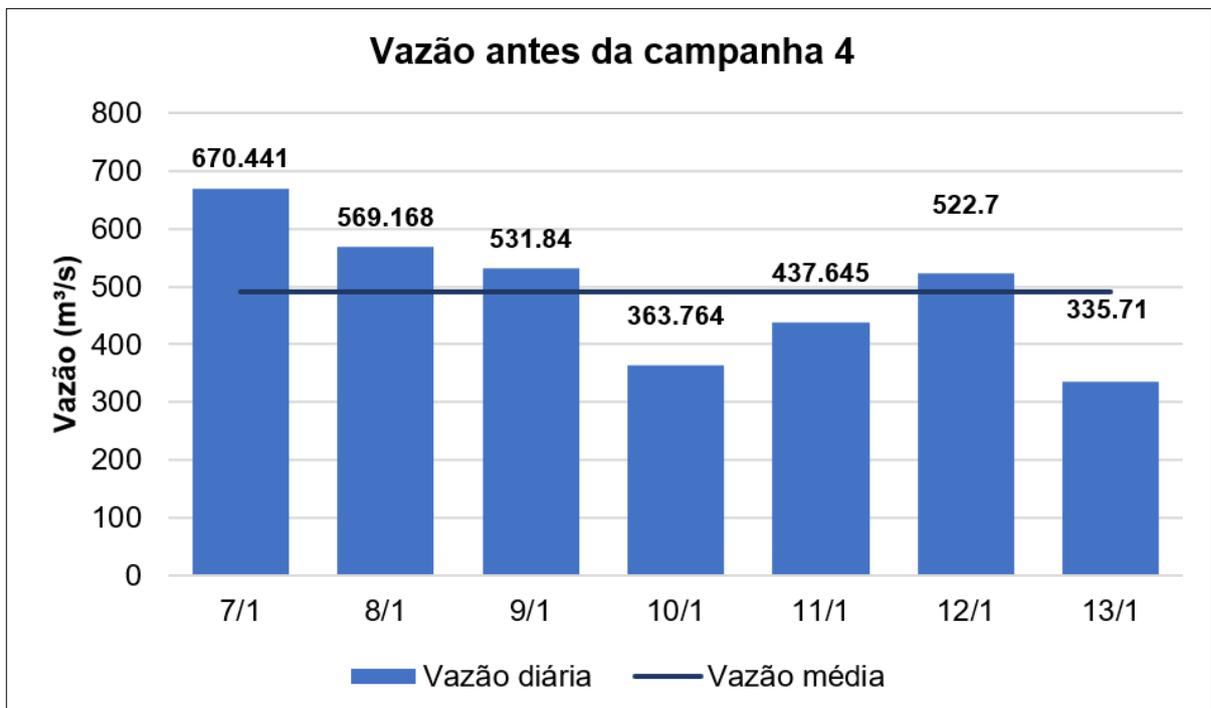


Figura 54 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 5 (11 a 15 de fevereiro de 2019)

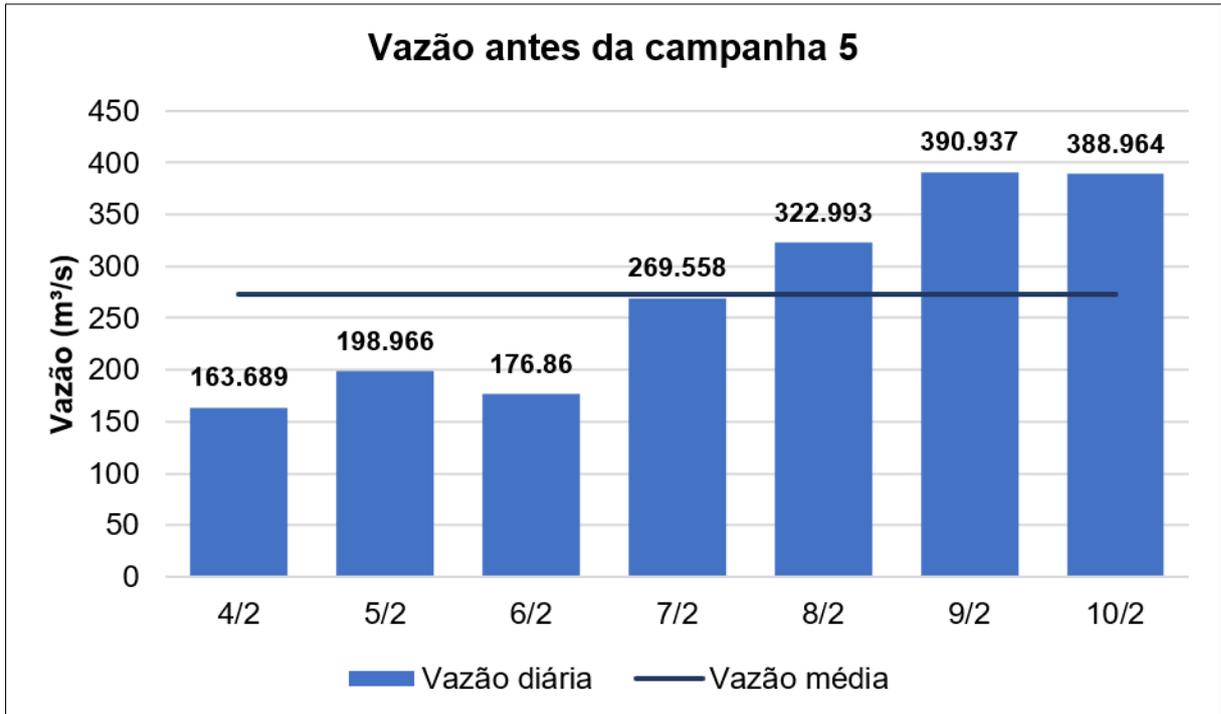


Figura 55 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante os 7 dias anteriores à campanha 6 (18 a 22 de março de 2019)

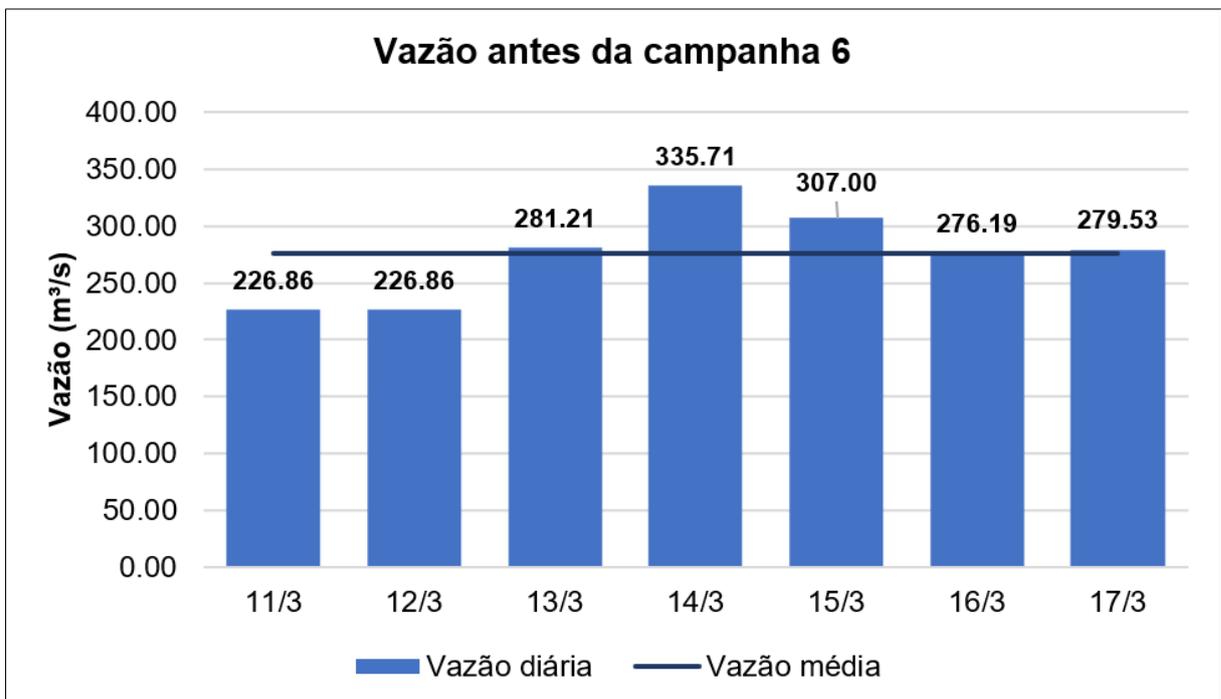


Figura 56 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 7 (8 a 12 de abril de 2019)

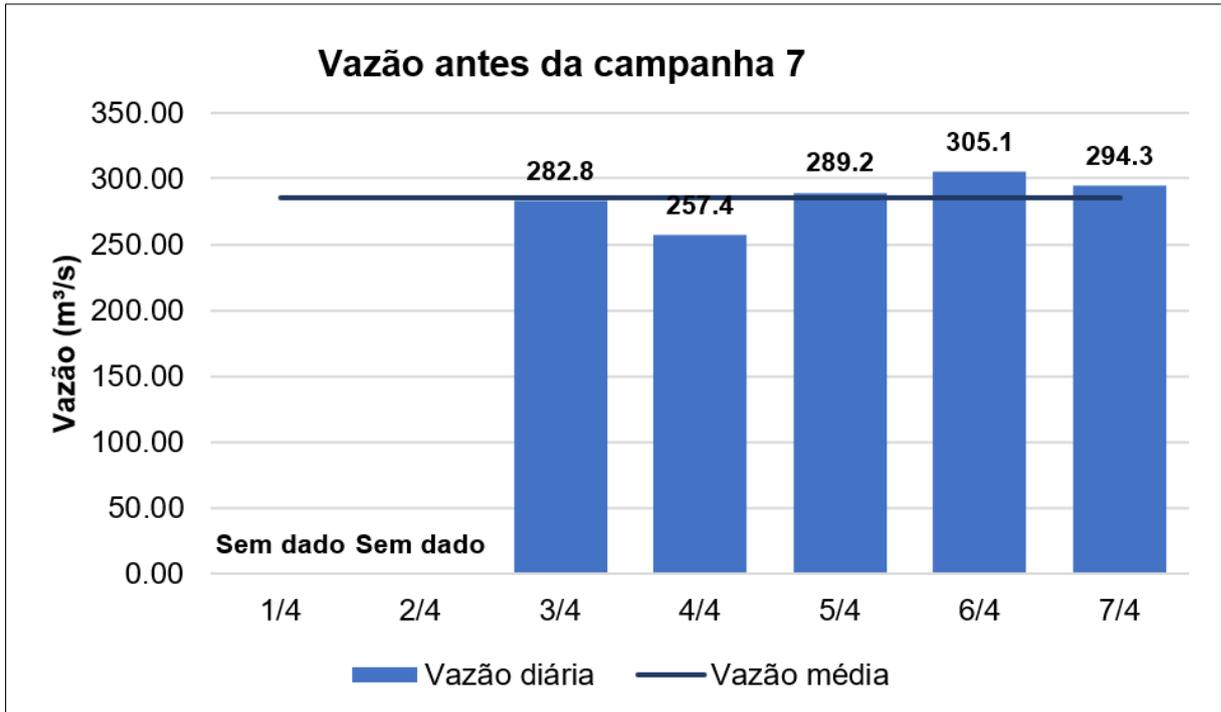


Figura 57 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 8 (13 a 17 de maio de 2019)

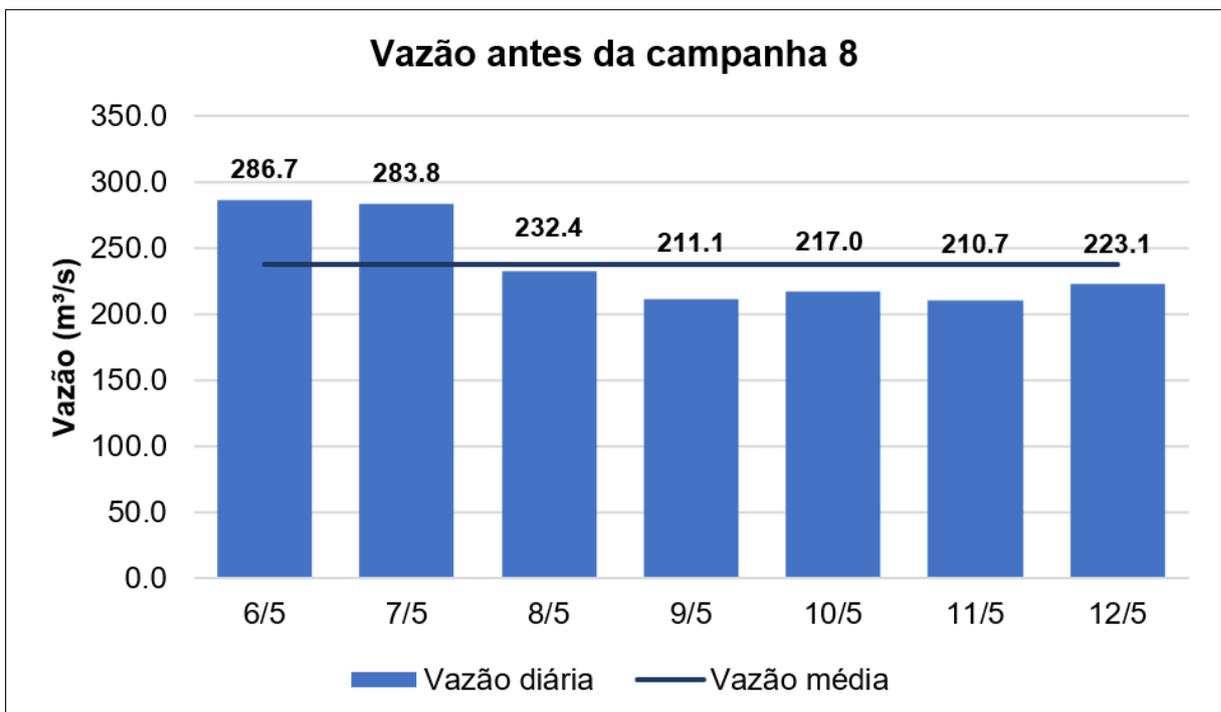


Figura 58 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 9 (10 a 14 de junho de 2019)

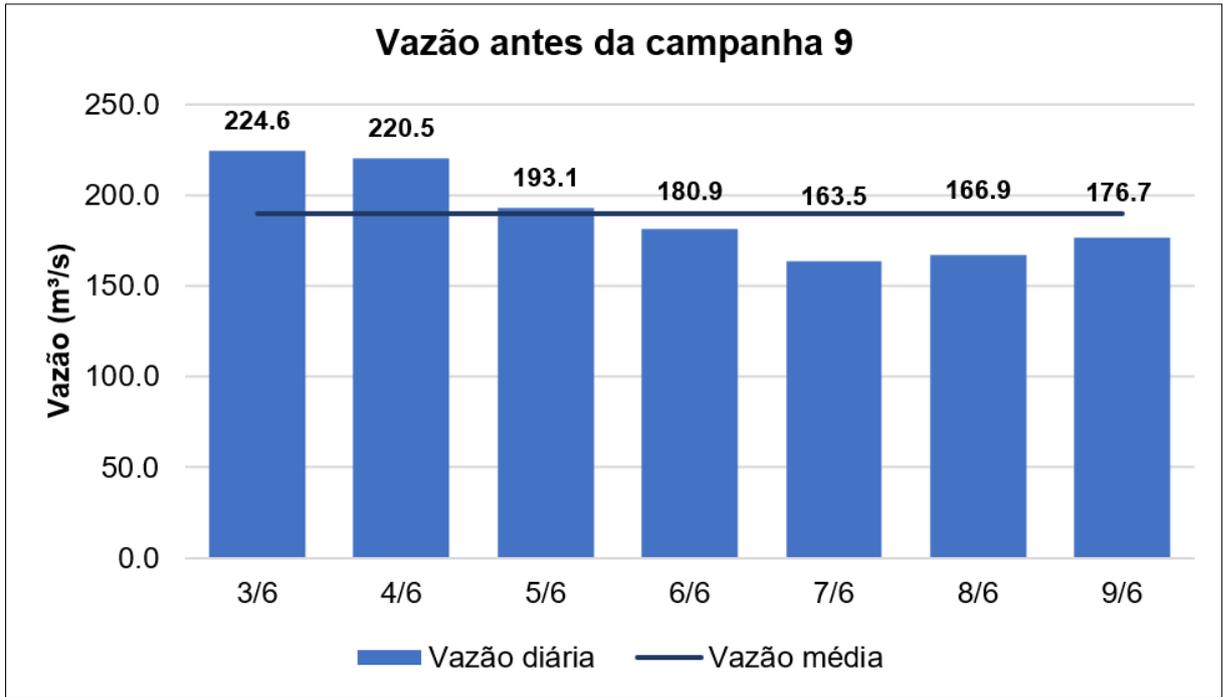


Figura 59 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 10 (15 a 19 de julho de 2019)

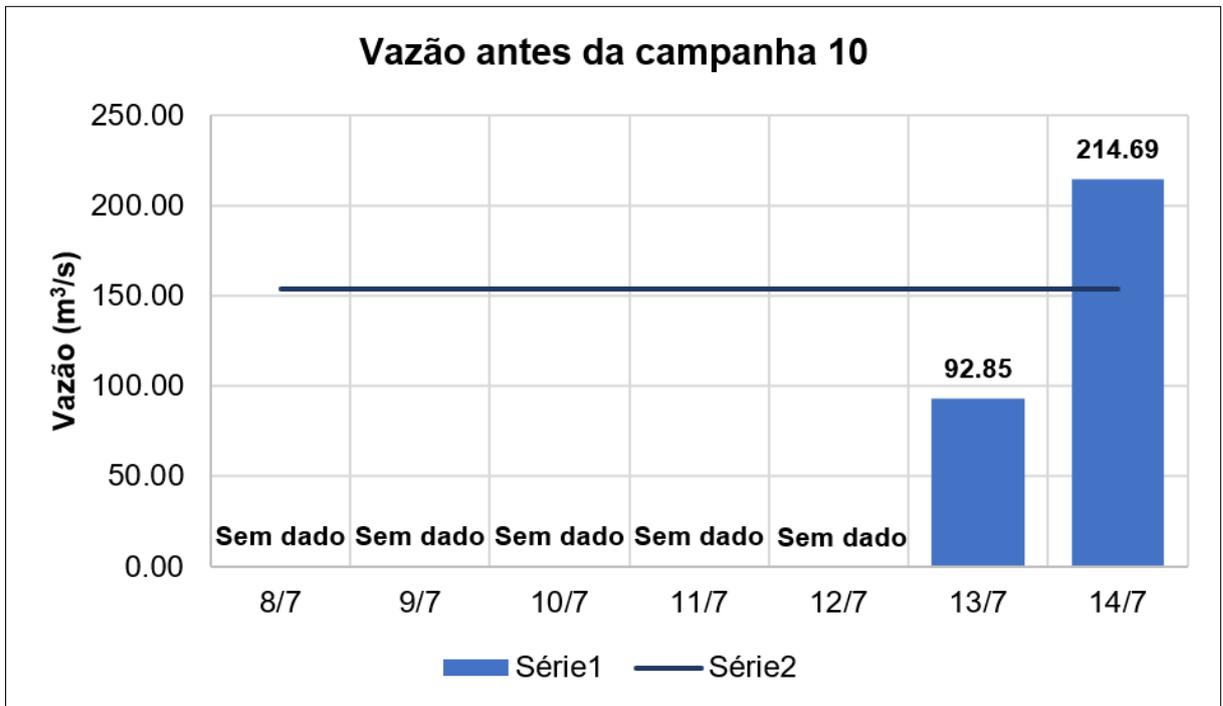


Figura 60. Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 11 (5 a 11 de agosto de 2019)

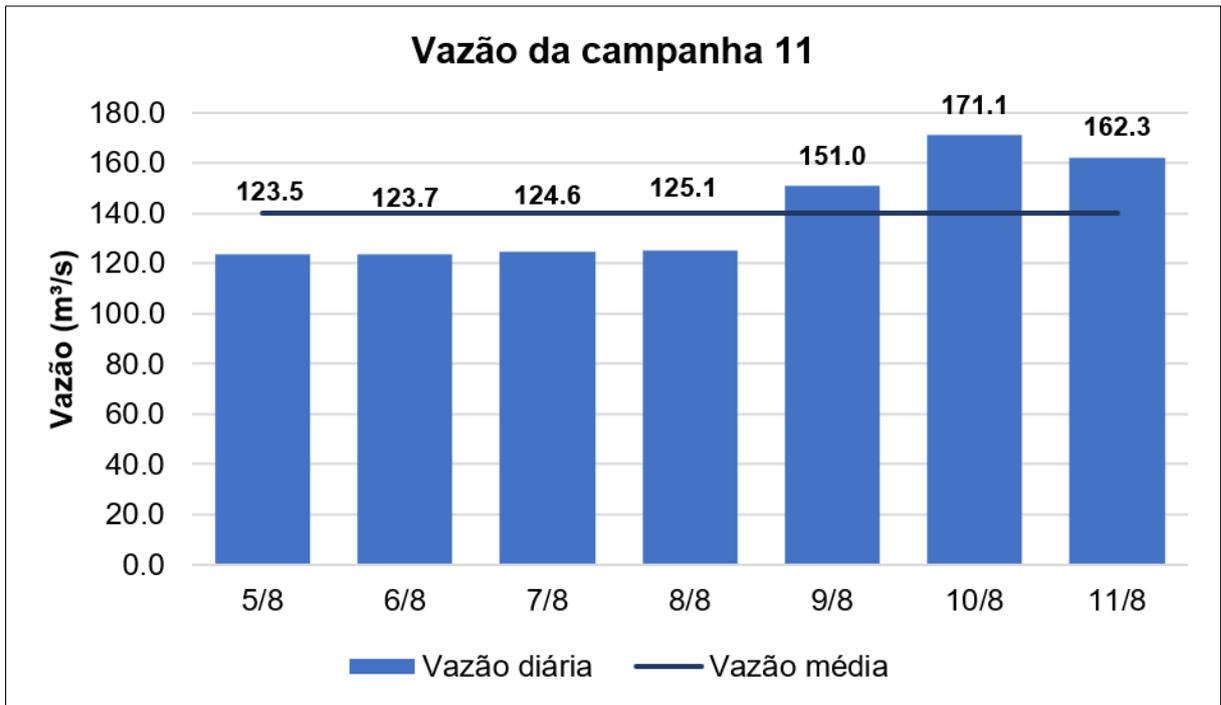


Figura 61: Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante os 7 dias anteriores à campanha 12 (9 a 15 de setembro de 2019)

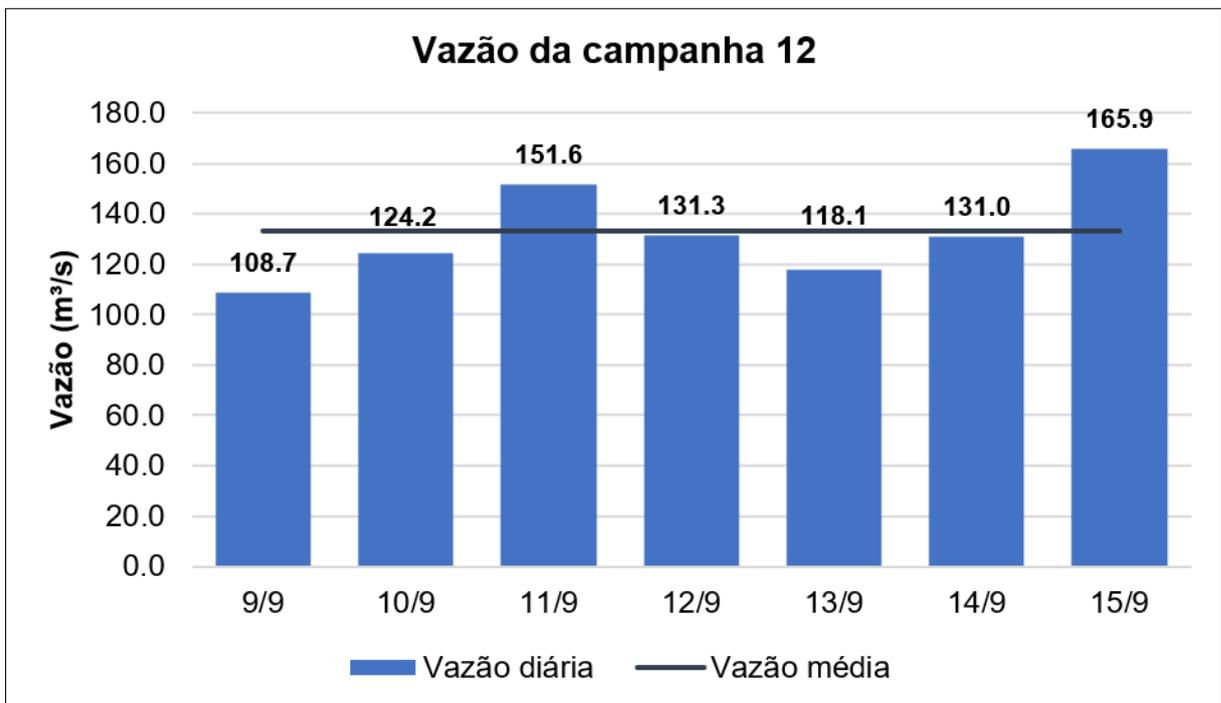


Tabela 37. Tempo de detenção em dias na lagoa Aimorés nos 7 dias que antecedem as campanhas

<b>Período que antecede cada campanha</b>	<b>Tempo de detenção (dias)</b>
Antes da campanha 1 (15 a 21 de outubro de 2018)	12,3
Antes da campanha 2 (12 a 18 de novembro de 2018)	5,0
Antes da campanha 3 (3 a 9 de dezembro de 2018)	8,7
Antes da campanha 4 (7 a 13 de janeiro de 2019)	4,4
Antes da campanha 5 (4 a 10 de fevereiro de 2019)	7,8
Antes da campanha 6 (11 a 17 de março de 2019)	7,8
Antes da campanha 7 (1 a 7 de abril de 2019)	7,5
Antes da campanha 8 (6 a 12 de maio de 2019)	9,0
Antes da campanha 9 (3 a 9 de junho de 2019)	11,3
Antes da campanha 10 (8 a 14 de julho de 2019)	13,9
Antes da campanha 11 (5 a 11 de agosto de 2019)	15,3
Antes da campanha 12 (9 a 15 de setembro de 2019)	16,1

O tempo de detenção da água no lago da hidrelétrica na semana anterior às campanhas de monitoramento variou entre 4,4 dias (antes da campanha 4 – 10 a 14 de dezembro de 2018) e 16,1 dias (antes da campanha 12 – 9 a 15 de setembro de 2019).

Para a segunda etapa da análise do efeito do lago, as vazões correspondentes aos dias de cada campanha para amostragem de água e sedimentos medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500), encontram-se nas próximas figuras (Figura 62, Figura 63, Figura 64, Figura 65, Figura 66, Figura 67, Figura 68, Figura 69, Figura 70, Figura 71, Figura 72 e Figura 73).

Figura 62. Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 1 (22 a 27 de outubro de 2019)

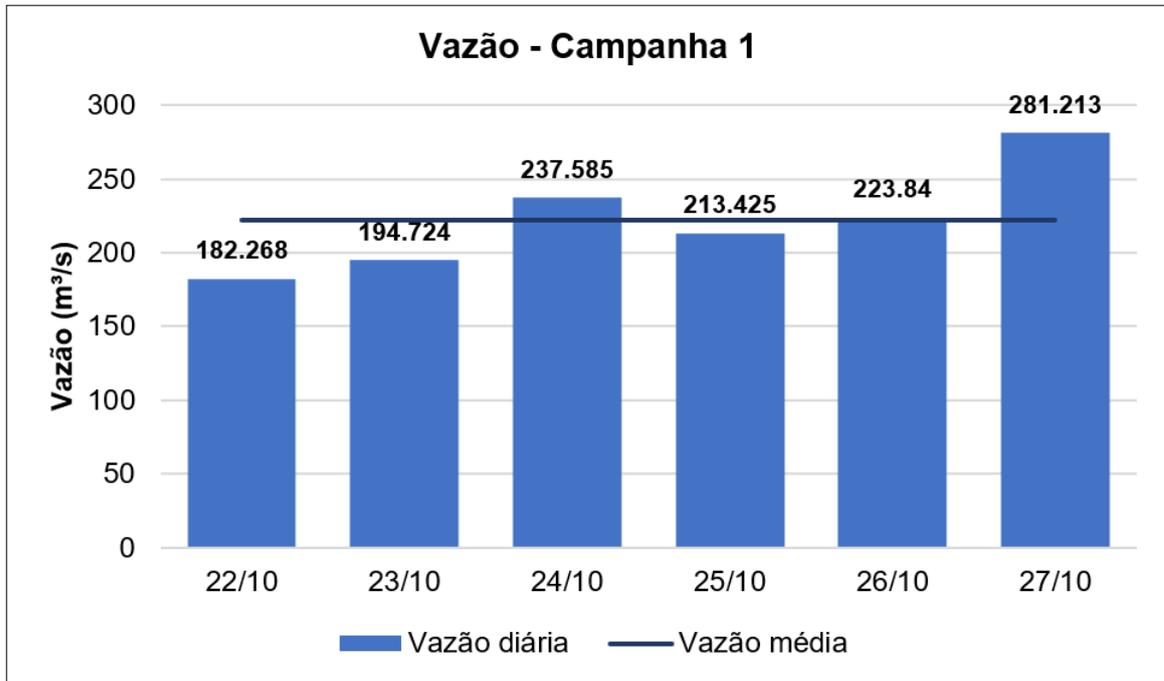


Figura 63. Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 2 (19 a 23 de novembro de 2019)

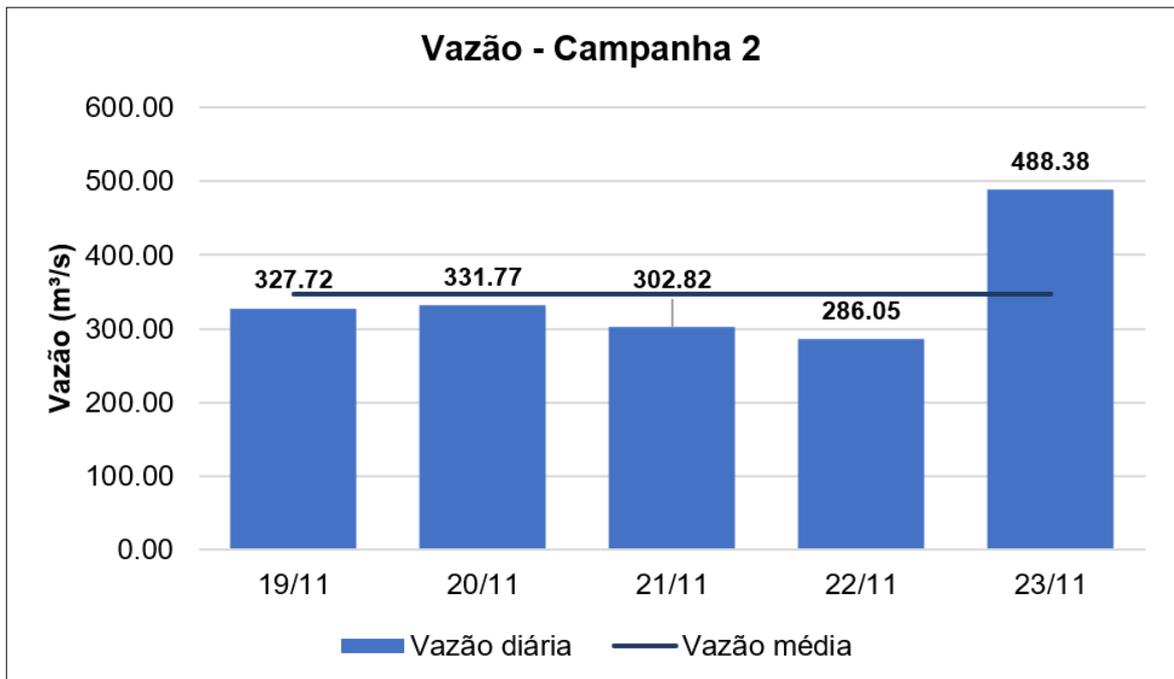


Figura 64. Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 3 (10 a 14 de dezembro de 2019)

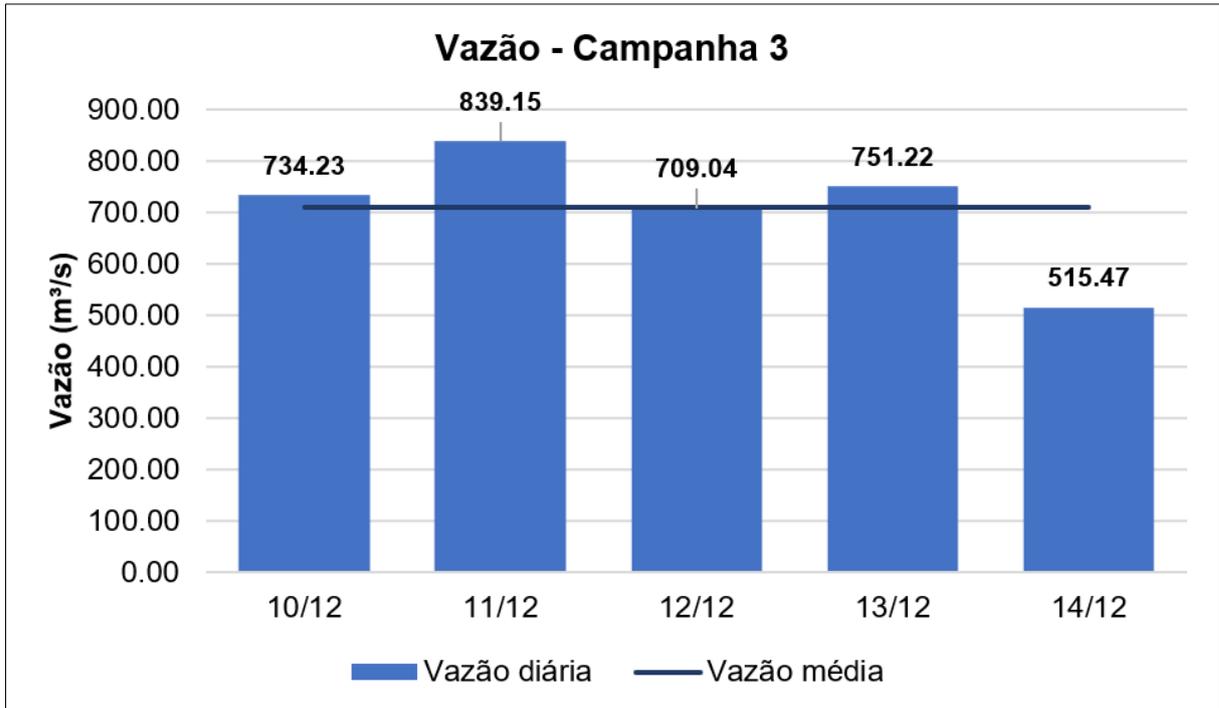


Figura 65 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 4 (14 a 18 de janeiro de 2019)

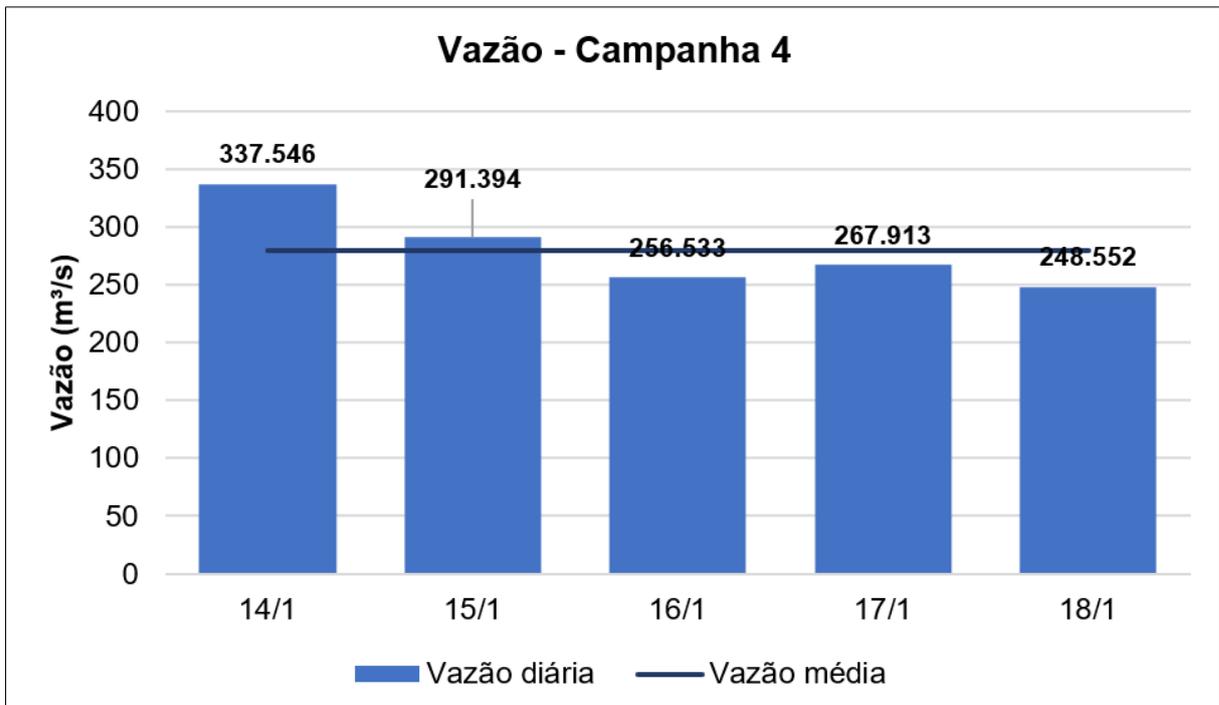


Figura 66 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 5 (11 a 15 de fevereiro de 2019)

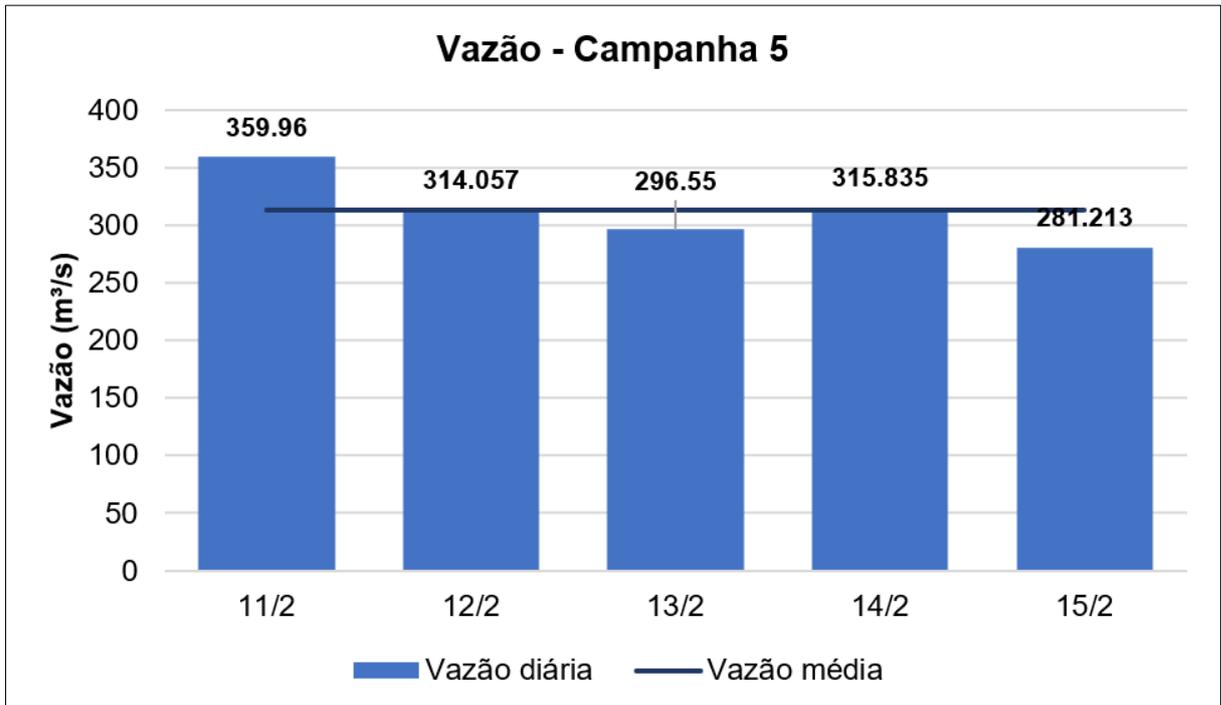


Figura 67 Vazões medidas na estação Tumiritinga (código 56920000) durante a campanha 6 (18 a 22 de março de 2019)

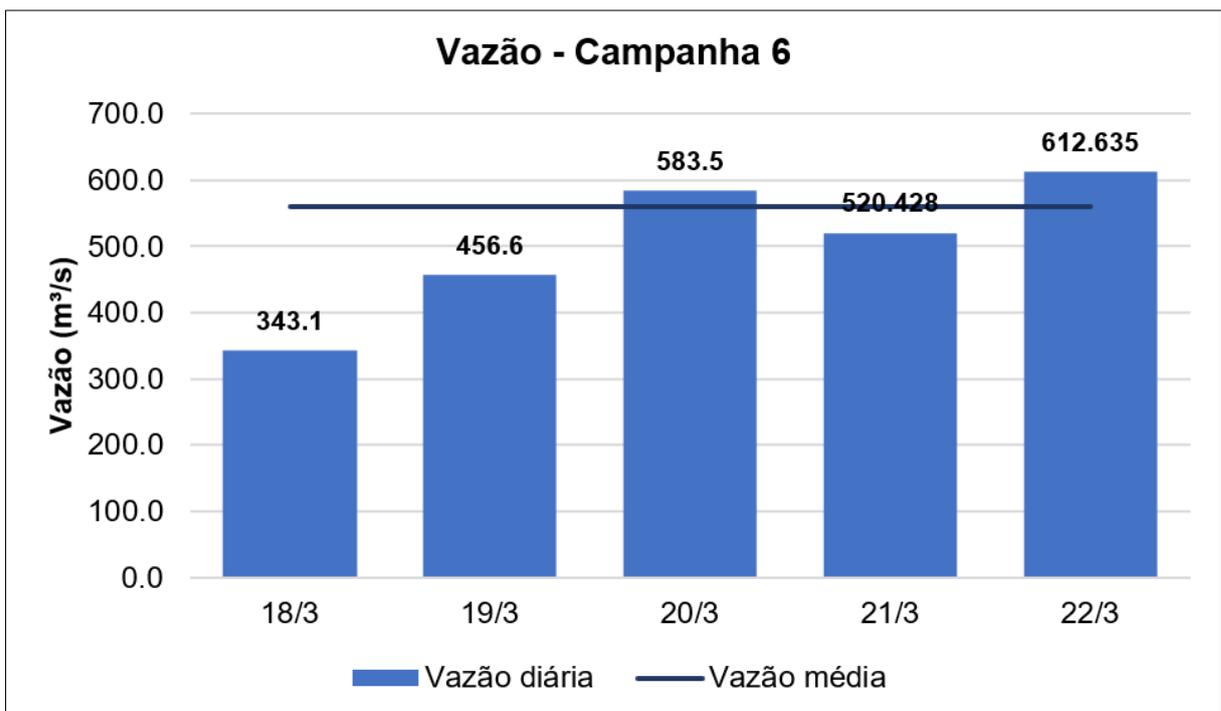


Figura 68 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 7 (8 a 12 de abril de 2019)

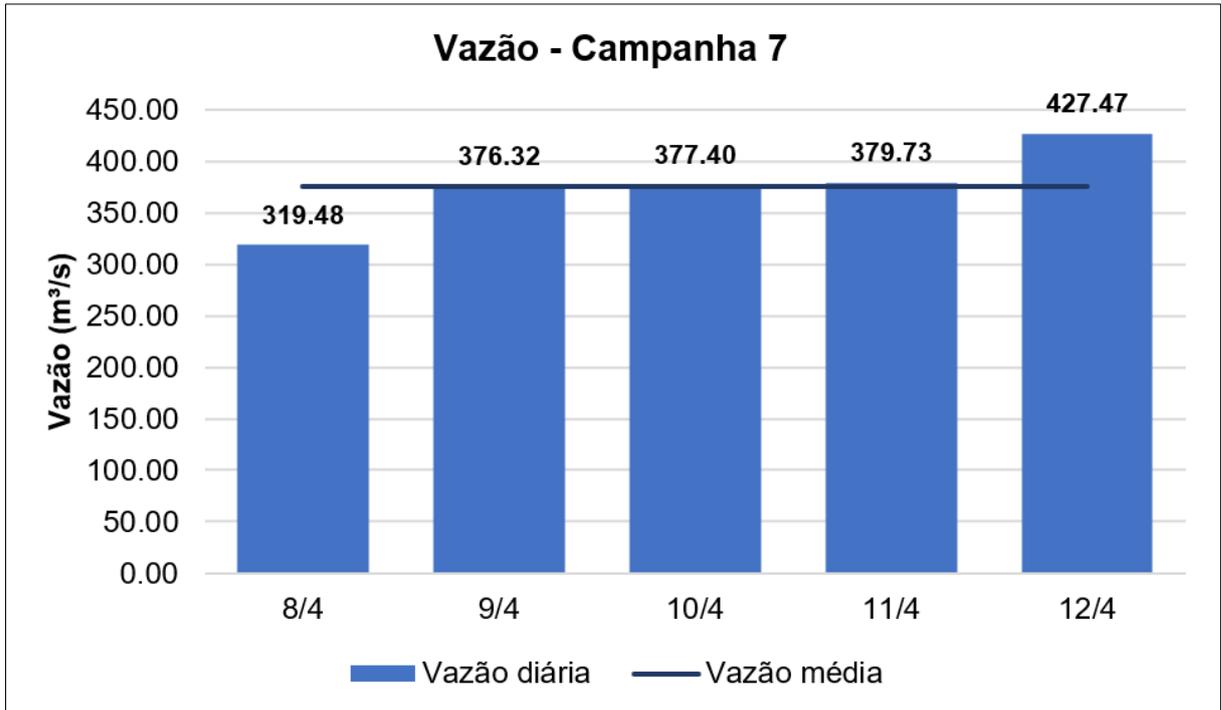


Figura 69 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 8 (13 a 17 de maio de 2019)

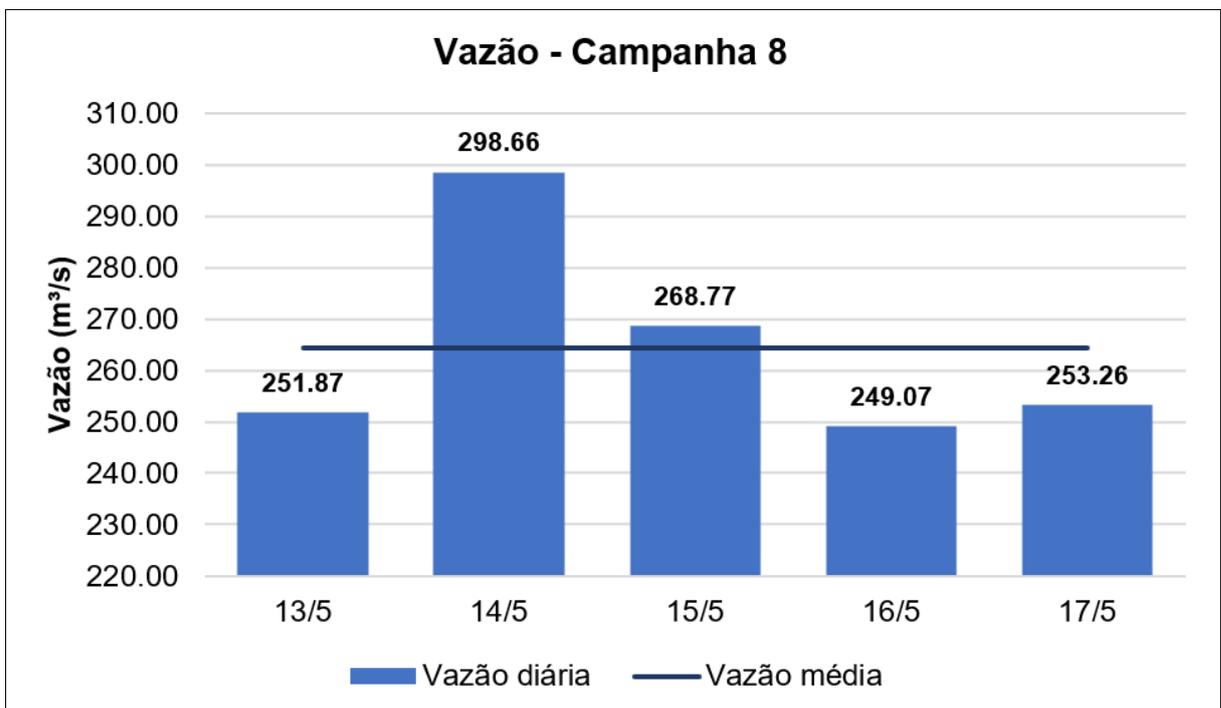


Figura 70 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 9 (10 a 14 de junho de 2019)

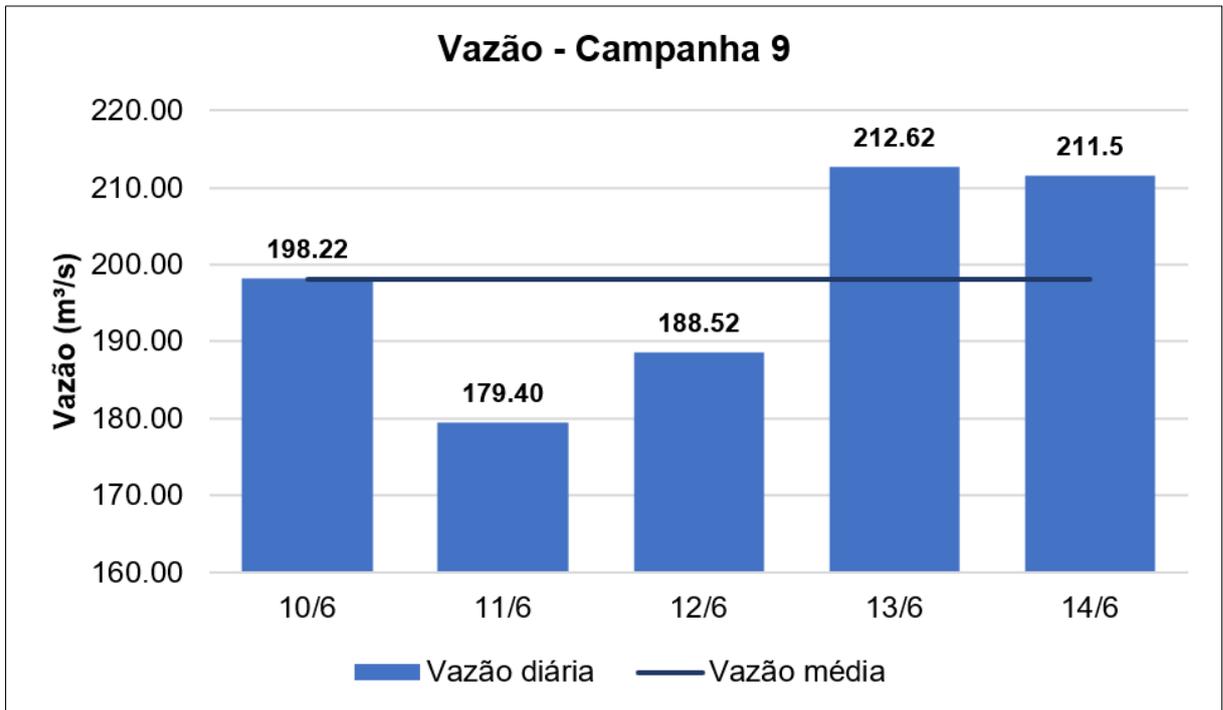


Figura 71 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 10 (15 a 19 de julho de 2019)

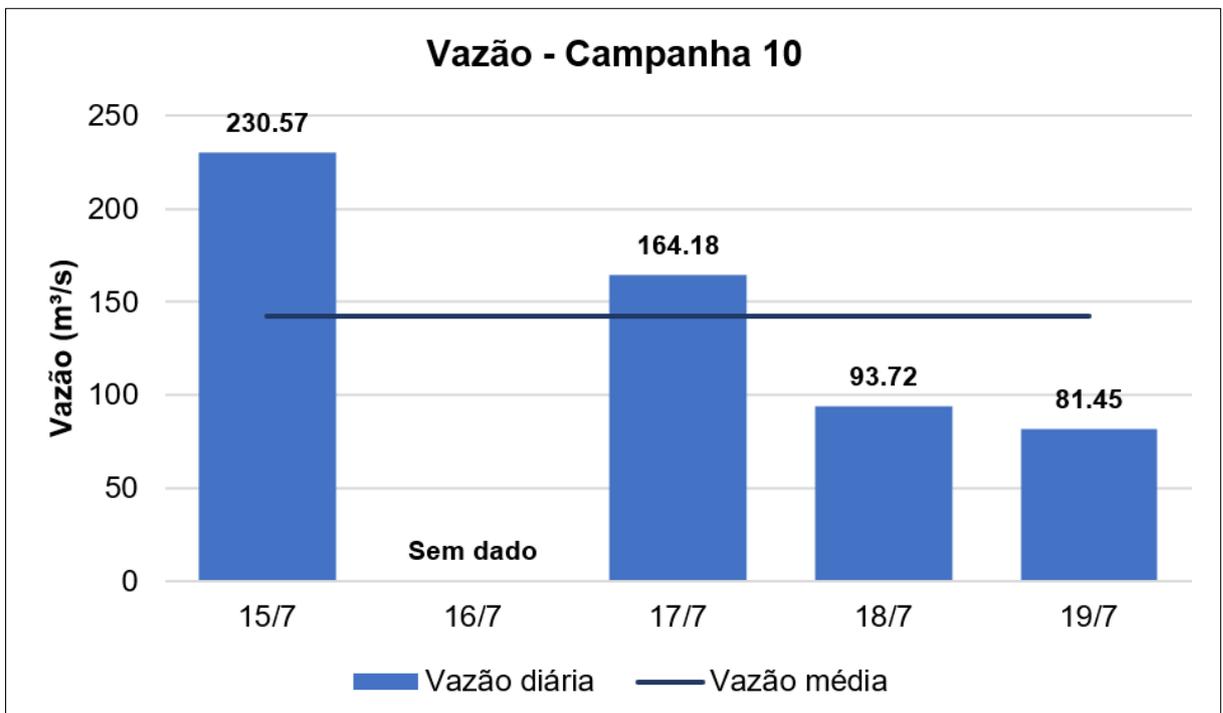


Figura 72 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 11 (12 a 16 de agosto de 2019)

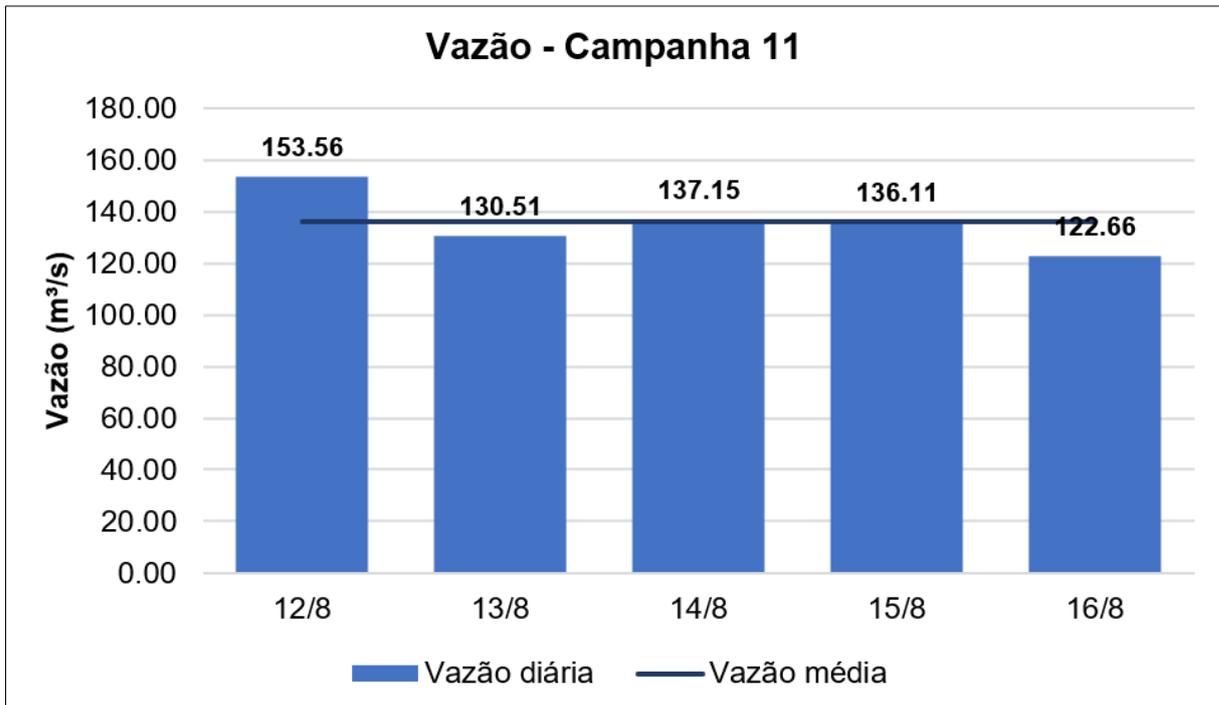


Figura 73 Vazões medidas na estação UHE Aimorés Montante (código 56919500) durante a campanha 12 (16 a 20 de setembro de 2019)

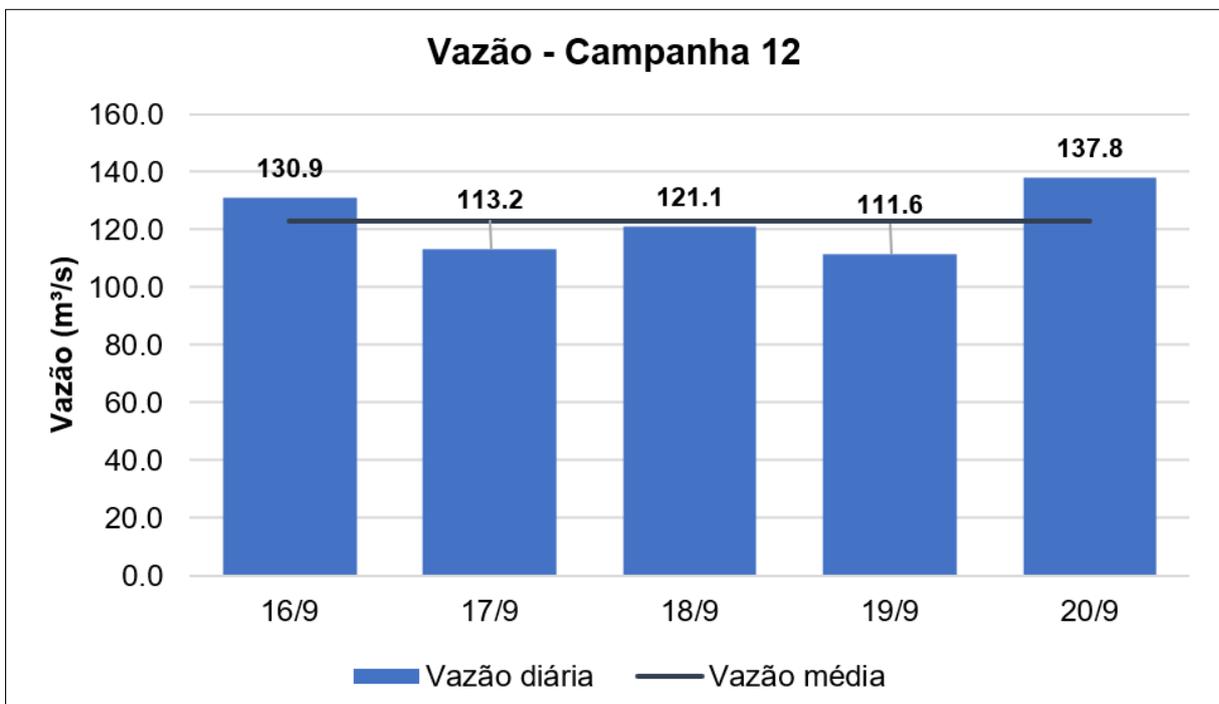


Tabela 38: Tempo de detenção em dias na lagoa Aimorés durante as campanhas.

Período da campanha	Tempo de detenção (dias)
Campanha 1 (22 a 27 de outubro de 2018)	9,6
Campanha 2 (19 a 23 de novembro de 2018)	6,2
Campanha 3 (10 a 14 de dezembro de 2018)	3,0
Campanha 4 (14 a 18 de janeiro de 2019)	7,6
Campanha 5 (11 a 15 de fevereiro de 2019)	6,8
Campanha 6 (18 a 22 de março de 2019)	4,3
Campanha 7 (8 a 12 de abril de 2019)	5,7
Campanha 8 (13 a 17 de maio de 2019)	8,1
Campanha 9 (10 a 14 de junho de 2019)	10,8
Campanha 10 (15 a 19 de julho de 2019)	15,0
Campanha 11 (12 a 16 de agosto de 2019)	15,8
Campanha 12 (16 a 20 de setembro de 2019)	17,4

O tempo de detenção da água no lago durante as campanhas de monitoramento variou entre 3 dias (campanha 3 – 10 a 14 de dezembro de 2018) e 17,4 dias (campanha 12 – 16 a 20 de setembro de 2019).

Pode-se inferir que a influência do lago na qualidade da água variou entre as diferentes campanhas de monitoramento, já que um maior tempo de detenção resulta em maior oportunidade de sedimentação de material suspenso, resultando em melhor qualidade da água a jusante do reservatório. Por outro lado, em épocas de maiores vazões, o reduzido tempo de concentração pode tornar sem efeito ou de efeito reduzido a presença do lago sobre a qualidade da água a jusante do lago devido ao reduzido tempo de oportunidade de sedimentação do material que aporta no mesmo. Soma-se a isso o fato de, em épocas chuvosas, as concentrações de sólidos nas águas serem mais elevadas devido à erosão das encostas e de bancos dos rios e da ressuspensão de material particulado que se encontra no fundo dos cursos d'água da bacia.

Pode-se inferir, ainda, que as vazões a montante e a jusante do lago possuem uma relação distinta para períodos secos e úmidos. Em períodos de maior pluviosidade, as vazões a montante do reservatório da usina podem ser maiores que as vazões a jusante do mesmo. Já em períodos de estiagem, as vazões a montante do lago são menores que as de jusante do mesmo.

### 3.1.2.3 Fluviometria do rio Doce na semana anterior e durante as campanhas de monitoramento

Devido ao significativo volume de água no reservatório da UHE Eliezer Batista (UHE Aimorés), cujas águas apresentam tempo de residência de até 17,4 dias, decidiu-se por desconsiderar as contribuições individuais advindas das subbacias de montante da UHE. Assim, as tabelas abaixo apresentam as contribuições conjuntas de todas as subbacias de montante da UHE, acrescidas das contribuições de cada uma das subbacias de jusante, a saber, as dos rios Manhuaçu, Guandu, Santa Joana e Santa

Maria do Rio Doce, afluentes da margem esquerda do rio Doce, e rios Pancas e São José, afluentes da margem direita.

A Tabela 39, a Tabela 40, a Tabela 41 e a Tabela 42 apresentam os fluxos diários médios modelados no SWAT em m<sup>3</sup>/s e percentuais das águas que chegam ao estuário do rio doce nos sete dias antecedentes às campanhas de monitoramento das águas e sedimentos no rio Doce.

Tabela 39 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 1, 2 e 3

Região	Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	1053,6	86,2	1424,3	85,1	1543,1	84,6
Pancas ES	14,4	1,2	19,6	1,2	43,3	2,4
Manhuaçu MG	49,0	4,0	72,7	4,3	82,3	4,5
Guandu ES	46,1	3,8	49,1	2,9	63,2	3,5
Santa Joana ES	18,9	1,5	22,0	1,3	25,1	1,4
São José	23,0	1,9	32,8	2,0	40,9	2,2
Santa Maria do Rio Doce ES	16,8	1,4	52,9	3,2	26,9	1,5
Linhares montante	1221,8	100,0	1673,4	100,0	1824,9	100,0

Tabela 40 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 4, 5 e 6

Região	Campanha 4		Campanha 5		Campanha 6	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	1248,5	86,5	1424,7	84,6	1267,0	86,6
Pancas ES	23,0	1,6	17,7	1,1	17,4	1,2
Manhuaçu MG	69,4	4,8	69,8	4,1	62,8	4,3
Guandu ES	43,6	3,0	96,1	5,7	54,8	3,7
Santa Joana ES	12,8	0,9	23,1	1,4	15,4	1,1
São José	27,7	1,9	26,6	1,6	26,7	1,8
Santa Maria do Rio Doce ES	18,8	1,3	26,7	1,6	18,9	1,3
Linhares montante	1443,7	100,0	1684,6	100,0	1463,1	100,0

Tabela 41 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 7, 8 e 9

Região	Campanha 7		Campanha 8		Campanha 9	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	1170,0	87,1	986,3	85,7	931,7	83,5
Pancas ES	16,6	1,2	16,3	1,4	14,7	1,3
Manhuaçu MG	57,1	4,2	58,5	5,1	60,7	5,4
Guandu ES	42,8	3,2	35,4	3,1	33,7	3,0
Santa Joana ES	13,0	1,0	11,8	1,0	11,4	1,0
São José	26,4	2,0	24,1	2,1	19,7	1,8
Santa Maria do Rio Doce ES	17,8	1,3	18,1	1,6	44,5	4,0
Linhares montante	1343,8	100,0	1150,6	100,0	1116,3	100,0

Tabela 42 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário nos 7 dias antecedentes às campanhas 10, 11 e 12

Região	Campanha 10		Campanha 11		Campanha 12	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	940,0	84,6	964,1	87,3	852,66	86,7
Pancas ES	12,7	1,1	12,2	1,1	10,93	1,11
Manhuaçu MG	44,2	4,0	42,5	3,8	39,43	4,01
Guandu ES	32,5	2,9	32,2	2,9	30,88	3,14
Santa Joana ES	11,4	1,0	11,7	1,1	11,32	1,15
São José	19,2	1,7	19,0	1,7	19,44	1,98
Santa Maria do Rio Doce ES	50,9	4,6	22,7	2,1	18,8	1,91
Linhares montante	1110,9	100,0	1104,2	100,0	983,47	100,0

As contribuições das bacias de montante da UHE variaram entre 83,5% e 87,3% do fluxo, respectivamente nos períodos antecedentes às campanhas de amostragem 9 e 11, o que demonstra que, correspondendo à uma grande parte da bacia, garante sempre a maior parte das vazões que chegam ao estuário.

Nos dias antecedentes à primeira campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.053,6 m<sup>3</sup>/s, sendo que as baixas vazões resultaram em um tempo de detenção médio de 10,5 dias das águas no lago da UHE. Antes da primeira campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 86,2% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,0% e 3,8%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à segunda campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.424,3 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 5,0 dias no lago da UHE. Antes da segunda campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 85,1% do total que chega no estuário, sendo que as

contribuições dos rios Manhuaçu e Santa Maria do Rio Doce foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,3% e 3,2%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à terceira campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.543,1 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 1,4 dia no lago da UHE. Antes da terceira campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 84,6% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,5% e 3,5%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à quarta campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.248,5 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 3,5 dias no lago da UHE. Com isso, as contribuições de montante da UHE foram de 86,5% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,8% e 3%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à quinta campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.424,7 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 4,6 dias no lago da UHE. Antes da quinta campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 84,6% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Guandu e Manhuaçu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 5,7% e 4,1%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à sexta campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.267 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 1,8 dia no lago da UHE. Antes da sexta campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 86,6% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,3% e 3,7%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à sétima campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.170 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 4 dias no lago da UHE. Antes da sétima campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 87,1% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,2% e 3,2%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à oitava campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 986,3 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 9,0 dias no lago da UHE. Antes da oitava campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 85,7% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 5,1% e 3,1%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à nona campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.116,3 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 11,3 dias no lago da UHE. Antes da nona campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 83,5% do total que chega no estuário, sendo que as

contribuições dos rios Manhuaçu e Santa Maria do Rio Doce foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 5,4% e 4,0%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à décima campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.110,9 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 2,4 dias no lago da UHE. Antes da décima campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 84,6% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Santa Maria do Rio Doce e Manhuaçu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,6% e 4,0%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à décima primeira campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.104,2 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 15,3 dias no lago da UHE. Antes da décima primeira campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 87,3% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 3,8% e 2,9%, respectivamente.

Nos dias antecedentes à décima segunda campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 983,47 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 16,1 dias no lago da UHE. Antes da décima segunda campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 86,7% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,01% e 3,14%, respectivamente.

A Tabela 43, Tabela 44, Tabela 45 e a Tabela 46 apresentam os fluxos diários médios modelados no SWAT em m<sup>3</sup>/s e percentuais das águas que chegam ao estuário do rio doce durante as campanhas de monitoramento das águas e sedimentos no rio Doce.

Tabela 43 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 1, 2 e 3

Região	Campanha 1		Campanha 2		Campanha 3	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	1396,3	88,3	1402,4	86,3	1430,4	85,3
Pancas ES	19,1	1,2	19,0	1,2	17,8	1,1
Manhuaçu MG	57,9	3,7	60,3	3,7	73,4	4,4
Guandu ES	45,0	2,8	44,5	2,7	67,8	4,0
Santa Joana ES	16,5	1,0	25,9	1,6	35,5	2,1
São José	26,2	1,7	45,0	2,8	32,9	2,0
Santa Maria do Rio Doce ES	19,5	1,2	27,7	1,7	19,4	1,2
Linhares montante	1580,5	100,0	1624,9	100,0	1677,2	100,0

Tabela 44 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 4, 5 e 6

Região	Campanha 4		Campanha 5		Campanha 6	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	1178,5	87,3	1391,6	85,8	2245,1	90,6
Pancas ES	12,2	0,9	14,8	0,9	13,5	0,5
Manhuaçu MG	57,8	4,3	71,0	4,4	75,0	3,0
Guandu ES	39,2	2,9	75,9	4,7	50,4	2,0
Santa Joana ES	18,4	1,4	17,3	1,1	17,2	0,7
São José	23,9	1,8	25,4	1,6	48,4	2,0
Santa Maria do Rio Doce ES	20,0	1,5	26,6	1,6	29,2	1,2
Linhares montante	1349,9	100,0	1622,5	100,0	2478,8	100,0

Tabela 45 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 7, 8 e 9

Região	Campanha 7		Campanha 8		Campanha 9	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	1203,0	86,9	1038,1	86,2	972,0	85,0
Pancas ES	14,5	1,0	11,6	1,0	11,5	1,0
Manhuaçu MG	56,7	4,1	63,1	5,2	55,4	4,8
Guandu ES	42,9	3,1	34,7	2,9	33,4	2,9
Santa Joana ES	21,0	1,5	16,0	1,3	13,8	1,2
São José	24,9	1,8	22,3	1,8	19,5	1,7
Santa Maria do Rio Doce ES	20,8	1,5	19,0	1,6	38,4	3,4
Linhares montante	1383,8	100,0	1204,7	100,0	1143,9	100,0

Tabela 46 Contribuição real (simulada) e relativa das regiões e subbacias do rio Doce no fluxo de água no estuário durante campanhas 10, 11 e 12

Região	Campanha 10		Campanha 11		Campanha 12	
	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%	m <sup>3</sup> /s	%
Montante do lago UHE Aimorés	885,8	84,3	856,8	85,9	800,9	86,0
Pancas ES	11,3	1,1	11,5	1,2	10,8	1,2
Manhuaçu MG	43,3	4,1	42,3	4,2	39,1	4,2
Guandu ES	32,4	3,1	32,2	3,2	30,8	3,3
Santa Joana ES	12,5	1,2	12,1	1,2	11,2	1,2
São José	19,1	1,8	18,9	1,9	19,4	2,1
Santa Maria do Rio Doce ES	46,0	4,4	23,2	2,3	17,02	1,8
Linhares montante	1050,4	100,0	997,0	100,0	930,9	100,0

As contribuições das bacias de montante da UHE durante as campanhas variaram entre 85% (campanha 9) e 90,6% (campanha 6) do fluxo.

Durante a primeira campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.580,5 m<sup>3</sup>/s. O tempo de detenção médio do lago da UHE Aimorés foi de 9,4 dias e as contribuições a montante deste corresponderam a 88,3% do total que chega ao estuário. A jusante da UHE, as bacias que mais contribuíram foram as dos rios Manhuaçu e Guandu, contribuindo respectivamente com 3,7% e 2,8%.

Nos dias de amostragem da segunda campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.624,9 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 6,2 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 88,3% do total que chega no estuário, sendo que a maior contribuição veio do rio Manhuaçu (60,3%), seguidas das contribuições dos rios São José e Guandu, com 2,8% e 2,7%, respectivamente.

Durante a terceira campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.677,2 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 2,3 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 85,3% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,4% e 4%, respectivamente.

Na quarta campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.349,9 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 4,5 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 87,3% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,3% e 2,9%, respectivamente.

Nos dias de amostragem da quinta campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.622,5 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 4,2 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 85,8% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Guandu e Manhuaçu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,7% e 4,4%, respectivamente.

Durante a sexta campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 2.478,8 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 3,8 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 90,6% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 3% e 2%, respectivamente.

Durante a sétima campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.383,8 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 5,7 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 86,9% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,1% e 3,1%, respectivamente.

Nos dias de amostragem da oitava campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1.204,7 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 8,1 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 86,2% do total que chega no estuário, sendo que a contribuição do rio Manhuaçu foi a mais expressiva das bacias de jusante da UHE, com 5,2%, seguida da bacia do rio Guandu, com 3,1%.

Durante a nona campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1143,9 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 10,8 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 85% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Santa Maria do Rio Doce foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,8% e 3,4%, respectivamente.

Nos dias de amostragem da décima campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 1050,4 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 2,4 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 84,3% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Santa Maria do Rio Doce e Manhuaçu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,4% e 4,1%, respectivamente.

Nos dias de amostragem da décima primeira campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 997 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 15,8 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 85,9% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,2% e 3,2%, respectivamente.

Nos dias de amostragem da décima segunda campanha, o fluxo simulado em Linhares foi, em média, de 930,9 m<sup>3</sup>/s, com um tempo de detenção médio de 17,4 dias no lago da UHE. Naquela campanha, as contribuições de montante da UHE foram de 86% do total que chega no estuário, sendo que as contribuições dos rios Manhuaçu e Guandu foram as mais expressivas das bacias de jusante da UHE, com 4,2% e 3,3%, respectivamente.

#### 4 REFERÊNCIAS

ABBASPOUR, K.C. 2005. **Calibration of hydrologic models: when is a model calibrated.** In: ZERGER, A.; ARGENT, R.M. (eds) MODSIM 2005 International Congress on Modelling and Simulation. Canberra: Modelling and Simulation Society of Australia and New Zealand, 2005.

ANDRIOLO, M. V. et al. **Calibração do modelo SWAT para a produção e transporte de sedimentos.** VI Simpósio Sobre Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas. Belo horizonte: Comitê Brasileiro de Barragens, 2008. p.1-17.

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **Portal de Informações e Dados Especiais da agência nacional de águas – GeoNetwork.** Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <<https://metadados.ana.gov.br/geonetwork>>.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia.** Coleção Manuais Técnicos em Geociências. Vol. 4. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/sustentabilidade/nossos\\_programas/ambientais/peixe\\_vivo/Paginas/usinas\\_rio\\_doce.aspx?>](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/ambientais/peixe_vivo/Paginas/usinas_rio_doce.aspx?>)>.

JACOMINE, P. K. T. et al. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Boletim Técnico n. 60. **Levantamento exploratório – Reconhecimento de Solos do Norte de Minas Gerais (Área de Atuação da SUDENE).** Recife: EMBRAPA, 1979.

MARCHIORO, E. **Modelagem hidrossedimentológica na bacia do córrego Santa Maria: Subsídios à aplicação de práticas de conservação de água e solo no noroeste fluminense.** 2008. 189 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

MOTTA, P. E. F.; BARUQUI, A. M.; SANTOS, H. G. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – 44. **Levantamento de Reconhecimento de Média Intensidade dos Solos da Região do Alto Paraíba, Minas Gerais.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2004.

NEITSCH, S. L. **Soil and Water Assessment Tool – Theoretical Documentation.** Temple, Texas: Texas Water Resources Institute, 2005.

PANOSO, L. A. (Coord.). Boletim Técnico n. 45. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1978.

PANOSO, L. A. (Coord.). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Boletim Técnico n. 76. **Levantamento Semidetalhado de Solos de Solos da Área do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, Coronel Pacheco, MG.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1980.

PETTS, G.; FOSTER, I. Rivers and Landscape. 3 ed. New Castle: The Athenaeum Press, 1990.

TUCCI, Carlos. E. M. Regionalização de vazões. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2002.