

ESTUDOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA



Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Dezembro 2021

**Sistema Aquífero Urucuia:
Caracterização hidrológica com dados da
Rede Hidrometeorológica do
Aquífero Urucuia**

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA

ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS
SUBÁREA: LEVANTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS BÁSICOS

**Sistema Aquífero Urucuia:
Caracterização hidrológica com dados
da Rede Hidrometeorológica do
Aquífero Urucuia**

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Básica – DIHIBA
Divisão de Hidrologia Aplicada – DIHAPI
Divisão de Hidrogeologia e Exploração – DIHEXP

AUTORES

Myrla de Souza Batista Vieira
Camila Dalla Porta Mattiuzi
Alice Silva de Castilho
Daniel Medeiros Moreira

Brasília, 2021

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Bento Albuquerque

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Pedro Paulo Dias Mesquita

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Esteves Pedro Colnago

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Marcio José Remédio

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Frederico Claudio Peixinho

Chefe da Divisão de Hidrologia Básica

Ana Carolina Costi

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Adriana Dantas Medeiros

Chefe da Divisão de Hidrologia Exploratória

João Alberto Diniz

EQUIPE DO PROJETO

A partir de 2020:

Myrla de Souza Batista Vieira – Pesquisadora em Geociências – DEHID – D.Sc.

Camila Dalla Porta Mattiuzi – Pesquisadora em Geociências SUREG/PA – M.Sc.

Daniel Medeiros Moreira – Analista em Geociências DIHAPI – D.Sc.

Miguel Anderson dos Santos Cidreira – Pesquisador em Geociências e GEHITE SUREG/SA – M.Sc.

Roberto Fernandes de Paiva – Pesquisador em Geociências SUREG/SA

Até 2019:

Alice Silva de Castilho – Pesquisadora em Geociências - M.Sc.

Dandara Cardim de Lima – estagiária de engenharia – SUREG/RE

Eronilton Moraes Cavalcanti – Analista em Geociências – Escritório - RJ

George Rodrigues de Sousa Araújo – Pesquisador em Geociências SUREG/RE –
M.Sc.

João Hipólito Paiva Brito Salgueiro - Pesquisador em Geociências SUREG/RE –
D.Sc.

José Carlos Souza Silva – Técnico em Geociências - SUREG/RE

PROJETO REDE HIDROMETEOROLÓGICA DO AQUÍFERO URUCUIA
RHUrucuia

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Básica – DIHIBA

Divisão de Hidrologia Aplicada – DIHAPI

Divisão de Hidrogeologia e Exploração – DIHEXP

AUTORES

Myrla de Souza Batista Vieira

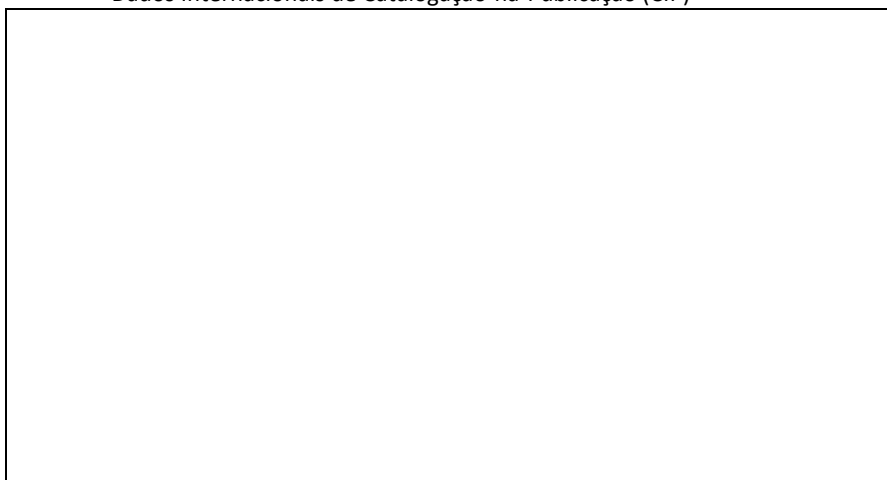
Camila Dalla Porta Mattiuzi

Alice Silva de Castilho

Daniel Medeiros Moreira

FOTO DA CAPA: Eronilton Morais Cavalcanti (Março/2017). Estação Fluviométrica Vereda Grande (Código: 45125000), da RHUrucuia, instalada no rio Soninho, município de São Félix do Tocantins.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)



Ficha catalográfica elaborada pela DIDOTE

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil - CPRM
www.cprm.gov.br
seus@cprm.gov.br

APRESENTAÇÃO

O Aquífero Urucuia é um aquífero sedimentar poroso de grande potencial, localizado no oeste do estado da Bahia e nas proximidades dos limites dos estados brasileiros nesta área. Por ser um aquífero sedimentar poroso existe uma grande interação entre as águas superficiais e subterrâneas na região. Em função desta interação e ser um reservatório de grande potencial subterrâneo, contribui significativamente para a manutenção das vazões do rio São Francisco, no período seco, entre a divisa do estado de Minas Gerais e a montante da UHE Sobradinho. Por outro lado, é uma região de expansão agrícola com uso intenso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos para irrigação.

Ciente disso, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM, buscando aprofundar o conhecimento sobre o sistema hídrico da bacia do Urucuia, instituiu o projeto “Estudos Hidrogeológicos no Sistema Hídrico Urucuia” através do qual tem adensado as redes de monitoramento tanto superficiais quanto subterrâneas, bem como desenvolvido estudos integrados na área deste importante aquífero. Os dados e produtos estão sendo divulgados na página da CPRM e no Rigeo (<https://rigeo.cprm.gov.br/>).

No âmbito desse Projeto, foi instalada a rede hidrometeorológica do aquífero Urucuia - RHUrucuia, desde 2013, como objetivo de adensar o monitoramento na região e promover um maior conhecimento do comportamento hidrológico. E o presente relatório – um dos componentes dos estudos em desenvolvimento – tem como objetivo apresentar uma avaliação dessa rede complementar e informar os conhecimentos adquiridos através do monitoramento climatológico e fluviométrico. A avaliação dos dados da RHUrucuia e o conhecimento adquirido, através da operação dessa rede, serão apresentados neste documento.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. AQUÍFERO URUCUIA.....	17
3. REDE HIDROMETEOROLÓGICA DO AQUÍFERO URUCUIA	24
4. METODOLOGIA DA ANÁLISE DOS DADOS	29
4.1. CONSISTÊNCIA DOS DADOS HIDROLÓGICOS	29
4.1.1. Dados das Estações Climatológicas Automáticas.....	29
4.1.2. Dados das Estações Pluviométricas Automáticas	29
4.1.3. Dados Pluviométricos Convencionais	29
4.1.4. Dados Fluviométricos	30
4.2. ANÁLISE DOS DADOS CLIMATOLÓGICOS	30
4.3. ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS	30
4.4. ANÁLISE DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS.....	32
4.4.1. Análise da Curva de Permanência.....	33
4.4.2. Separação do Escoamento Superficial e Subterrâneo	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1. CONSISTÊNCIA DOS DADOS	36
5.1.1. Consistência dos Dados Automáticos das Estações Climatológicas e Pluviométricas	36
5.1.2. Consistência dos Dados Pluviométricos.....	36
5.1.3. Consistência dos Dados Fluviométricos	39
5.2. ANÁLISE DOS DADOS CLIMATOLÓGICOS	40
5.3. ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS	42
5.4. ANÁLISE DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS.....	43
5.4.1. Análise da Curva de Permanência.....	45
5.4.2. Identificação de Regiões Homogêneas pela Curva de Permanência Adimensionalizada.....	46
5.5. SEPARAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DO SUBTERRÂNEO.....	57

5.6. ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO SIMPLIFICADO	67
6. CONCLUSÕES.....	68
7. REFERÊNCIAS.....	72
Anexo I - PRECIPITAÇÃO.....	77
Anexo II - EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL	78
Anexo III – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS AUTOMÁTICOS	79
Anexo IV – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	81
Anexo V – COMPARAÇÃO ENTRE AS PRECIPITAÇÕES	93
Anexo VI – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS	109
Anexo VII – MEDIÇÕES, CURVAS-CHAVE E PERFIS	112
Anexo VIII – VALORES CARACTERÍSTICOS DOS PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS MONITORADOS.....	121
Anexo IX – DADOS DE MÉDIA PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL.....	127
Anexo X – DADOS DE VAZÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL.....	128
Anexo XI – DADOS DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA.....	129
Anexo XII – GRÁFICOS DE PRECIPITAÇÃO, EVT REAL E VAZÃO	131

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização de Sistema Aquífero Urucuia.	15
Figura 2 – Modelo esquemático dos subsistemas aquíferos presentes no SAU. Perfil composto de uma seção EW e NS. A linha tracejada representa a superfície potenciométrica regional.	20
Figura 3 – Mapa de isópacas do Sistema Aquífero Urucuia na porção norte da Bacia Sanfranciscana.	21
Figura 4 – Vista da Serra Geral de Goiás, na região de São Domingos, GO.	22
Figura 5 – Valores médios de evaporação (E) e evapotranspiração (EVT) potencial mensal do SAU comparados aos valores precipitados (P) nos períodos 1961-1990 e 1981-2010.	22
Figura 6 – Valores médios mensal de precipitação do CHIRPS (resolução de 5 km) e evapotranspiração real do SSEBop (resolução de 1 km), para o período de 2003 a 2020.	23
Figura 7 – Localização das estações da Rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia.	28
Figura 8 – Precipitação anual nas estações da RHUrucuia.	38
Figura 9 – Gráficos da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), ao longo do tempo monitorados nas estações climatológicas e puviométricas da RHUrucuia, entre 2014 e 2019.	40
Figura 10 – Gráficos da pressão atmosférica (hPa) e radiação solar (W/m ²), ao longo do tempo, monitoradas nas estações climatológicas da RHUrucuia, entre 2014 e 2019.	41
Figura 11 – Gráficos da velocidade (m/s) e da direção do vento, ao longo do tempo, monitorados nas estações climatológicas da RHUrucuia, entre 2014 e 2019.	41
Figura 12 – Hietograma da precipitação das estações convencionais das RHUrucuia, espacializadas pelo método do Kriging, para área do SAU.	43

Figura 13 – Gráfico da correlação entre as precipitações das estações convencionais das RHUrucua, espacializadas pelo método do Kriging, e dados obtidos no projeto CHIRPS.....	43
Figura 14 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 20 com inserção das curvas das estações da RHUrucua na bacia do rio Tocantins	47
Figura 15 – Curvas de Permanência adimensionalizadas das Regiões 21 e 22 com inserção das curvas das estações da RHUrucua na bacia do rio Parnaíba	48
Figura 16 – Geologia das estações na bacia do rio Parnaíba	48
Figura 17 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 1 com inserção das curvas das estações 45120000 - Sumidor das Gaitas e 45125000 - Vereda Grande da RHUrucua na bacia do rio São Francisco.....	49
Figura 18 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 2 com inserção da curva da estação 45155500 - Santa Luzia da RHUrucua na bacia do rio São Francisco.....	50
Figura 19 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 8 com inserção da curva da estação 45155500 - Santa Luzia da RHUrucua na bacia do rio São Francisco.....	50
Figura 20 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 6 com inclusão da curva da estação 45765000 - Fazenda Mombim da RHUrucua na bacia do rio São Francisco.....	51
Figura 21 – Mapa de uso do solo na área de drenagem da estação 45765000 - Fazenda Mombim, montando a partir da informação do Projeto MapBiomias. .	51
Figura 22 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 12 com inclusão da curva da estação 46410000 – Batalha da RHUrucua na bacia do rio São Francisco.....	52
Figura 23 – Mapa de uso do solo na área de drenagem da estação 46410000 – Batalha.....	52

Figura 24 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 9 com inclusão da curva da estação 46438000 - Retiro da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco.....	53
Figura 25 – Curvas de Permanência adimensionalizadas da curva da estação 46439000 - Ribeirão dos Bois da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco.....	54
Figura 26 – Mapa de uso do solo na área de drenagem da 46439000 - Ribeirão dos Bois, montando com informações de vários projetos (ANA and EMBRAPA, 2019; CPRM, 2019b; MapBiomias, 2019).	54
Figura 27 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 13 com inserção da curva da estação 46470000 – Canabravão da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco	55
Figura 28 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 17 com inserção das curvas das estações 46555800 - Nova Vista e 46572000 - Fazenda Santa Maria, ambas da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco.	56
Figura 29 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 19 com inserção da curva da estação 46780800 - Ponte Riachão da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco	56
Figura 30 – Localização das áreas de drenagem das estações, sobre o Modelo Numérico de Elevação elaborado pela EMBRAPA (MIRANDA, 2021)	58
Figura 31 – Localização das áreas de drenagem, sobre o mapa hidrogeológico elaborado pelo SGB-CPRM (DINIZ et al., 2014).....	59
Figura 32 – Relação entre a razão das vazões Q90/Q50 e a área de drenagem das bacias hidrográficas.....	61
Figura 33 – Espacialização da razão das vazões Q90/Q50.	61
Figura 34 – Espacialização do parâmetro BFI _{max}	62
Figura 35 – Resultado da Análise dos Dados Hidrológicos.....	63
Figura 36 – Relação entre a vazão média de longo tempo (QMLT) e a área de drenagem das bacias hidrográficas	64

Figura 37 – Espacialização das razões entre vazão de base (Q_b) e vazão de longo tempo (QMLT). 65

Figura 38 – Relação entre o coeficiente de escoamento Q/P e a área de drenagem das bacias hidrográficas 66

Figura 39 – Espacialização das razões entre vazão de base (Q_b) e vazão de longo tempo (QMLT). 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do Sistema Aquífero Urucuia.	19
Tabela 2 – Estações climatológicas em operação na RHUrucuia.	24
Tabela 3 – Estações pluviométricas em operação na RHUrucuia.	25
Tabela 4 – Estações fluviométricas em operação na RHUrucuia.	26
Tabela 5 – Disponibilidade de dados pluviométricos da RHUrucuia.....	31
Tabela 6 – Disponibilidade de dados fluviométricos da RHUrucuia.....	32
Tabela 7 – Valores de BFI _{max} sugeridos por Eckhardt (2005).	35
Tabela 8 – Curvas-chave definidas para as 16 estações fluviométricas.....	39
Tabela 9 – Vazões mínima e máxima das estações fluviométricas.....	44
Tabela 10 – Vazões características das estações fluviométricas.....	45
Tabela 11 – Estações fluviométricas utilizadas no cálculo do escoamento de base.	57
Tabela 12 – Resultado aplicação do filtro de Eckhardt	60
Tabela 13 – Resultado da Análise dos Dados Hidrológicos (em mm/ano).....	63
Tabela 15 – Deflúvio, precipitação, evapotranspiração e variação de armazenamento média anual por estação fluviométrica.	67

1. INTRODUÇÃO

O Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tem como missão "Gerar e difundir o conhecimento geológico e hidrológico básico necessário para o desenvolvimento sustentável do Brasil".

Entre os valores e princípios da instituição destacam-se a excelência técnico-científica, a responsabilidade social e consciência ecológica, a utilização da geologia para o bem-estar da sociedade e o reconhecimento da água como um bem vital e estratégico, devendo ser assegurada sua disponibilidade e utilização racional pelas gerações atual e futura.

Para cumprir a sua missão institucional, na avaliação da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea, a CPRM promove o monitoramento de variáveis do ciclo hidrológico, como: precipitação, vazão, variação do nível do lençol freático, parâmetros climáticos que permitem o cálculo de algumas variáveis do ciclo; bem como o monitoramento da qualidade das águas.

Grande parte desse monitoramento é realizado pela CPRM, desde a data da sua fundação, através da rede hidrometeorológica nacional – RHN, cujo gerenciamento atualmente é de responsabilidade da ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

Em destaque ao monitoramento hidrológico, nos últimos anos a investigação da interação de águas subterrâneas e de superfície tem se mostrado uma preocupação significativa. A ausência de monitoramento hidrogeológico tem prejudicado estudos e análises como, por exemplo, da descarga de aquíferos contaminados nos fluxos de superfície que podem resultar, em longo prazo, na contaminação das águas superficiais e, inversamente, os cursos de águas superficiais podem se constituir em importantes fontes de contaminação para aquíferos. Águas de superfície normalmente são hidráulicamente conectadas as águas subterrâneas, embora estas interações sejam difíceis de observar e medir, sendo comumente ignoradas na gestão e política das águas. De forma a suprir essa carência de monitoramento hidrogeológico, a CPRM tem gerenciado e operado desde 2009 a Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas – RIMAS em vários aquíferos do território nacional.

Apesar dos grandes esforços empreendidos no monitoramento hidrológico e hidrogeológico nacional, por suas dimensões continentais o Brasil ainda possui regiões onde esse monitoramento necessita um adensamento mais adequado para realizações de importantes estudos, entre essas regiões pode-se destacar a Bacia Sedimentar do Urucuia, a qual o crescente uso e utilização dos recursos hídricos subterrâneos podem trazer consequências imediatas e de alto impacto, não apenas para as águas subterrâneas, mas também para os fluxos de base das bacias hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins.

Considerando as características do Aquífero Sedimentar do Urucuia (Figura 1), onde há uma forte interação entre águas superficiais e subterrâneas, bem como a grande utilização dos recursos hídricos na região e a importante contribuição dos rios desta região para a manutenção das vazões do rio São Francisco; tornou-se necessário o adensamento do monitoramento hidrológico na região, com a implantação de uma rede complementar tanto em pontos de monitoramento, frequência de obtenção de dados, quanto em variáveis a serem monitoradas.

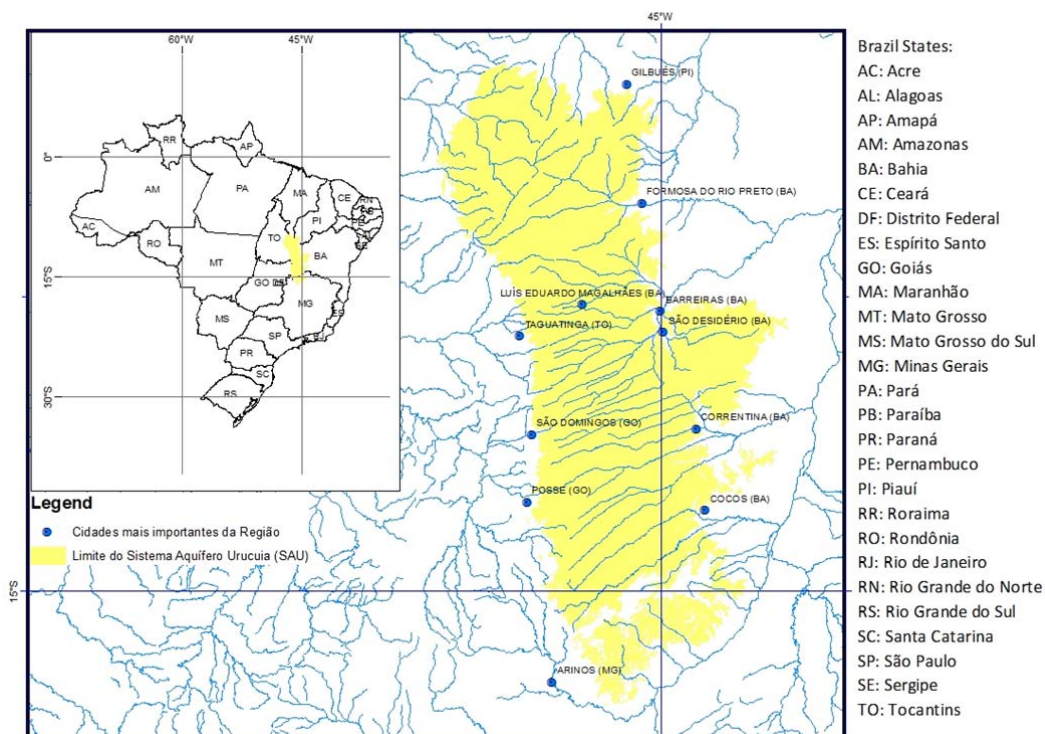


Figura 1 – Localização de Sistema Aquífero Urucuia.
Fonte: Vieira (2021).

Neste sentido, o SGB implantou o monitoramento integrado de águas superficiais e subterrâneas na região, e partir do qual serão desenvolvidos estudos hidrológicos e hidrogeológicos, com o objetivo de aprimorar o conhecimento da inter-relação dos recursos hídricos da região e permitir a análise de cenários futuros, além do desenvolvimento de ferramentas de gestão integrada das águas.

Em relação ao monitoramento superficial e meteorológico, visando fornecer mais informações para avaliação da disponibilidade hídrica e geração de cenários futuros, foi implementada a rede hidrometeorológica do aquífero Urucuia - RHUrucuia, visando à obtenção de dados que permitam calibrar o estudo integrado dos recursos hídricos e à complementaridade das informações das redes já existentes na região.

A avaliação dos dados da RHUrucuia e o conhecimento adquirido, através da operação dessa rede, serão apresentados neste documento.

Portanto, este estudo tem o objetivo de aprofundar o conhecimento acerca do comportamento das interações entre as águas superficiais e subterrâneas, através da análise dos dados hidrometeorológicos de estações situadas na região do Sistema Aquífero Urucuia, com vistas ao fomento da implementação da gestão integrada das águas subterrâneas e águas superficiais. Sendo que para atingi-lo, adotaram-se quatro objetivos específicos:

- Avaliar os dados obtidos pelo monitoramento da rede hidrometeorológica do aquífero Urucuia;
- Analisar as curvas de permanência das estações da RHUrucuia;
- Comparar dos resultados encontrados com os resultados apresentados no estudo “Caracterização Climatológica e Hidrológica da Região do Urucuia” (CPRM, 2019a);
- Separar do escoamento superficial e subterrâneo nas estações da RHUrucuia;
- Caracterizar os dados hidrológicos e interligações; e
- Realizar um balanço hídrico simplificado.

2. AQUÍFERO URUCUIA

O Sistema Aquífero Urucuia (SAU) é um aquífero sedimentar de grande potencial e contribui significativamente para a manutenção das vazões do rio São Francisco, especialmente entre a divisa do estado de Minas Gerais e a montante de Sobradinho.

Devido às condições climáticas, abundância de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e do relevo da área, nesta região tem havido um grande desenvolvimento da agricultura especialmente irrigada. Esta grande utilização dos recursos hídricos pode vir a comprometer a manutenção das vazões dos cursos d'água da região, como também as vazões do rio São Francisco e seus usos como navegação e geração de energia elétrica.

O uso da água, tanto superficial quanto subterrâneo, para irrigação vem aumentando de forma significativa, assim tornou-se importante desenvolver estudos de disponibilidade hídrica superficial e subterrânea como o objetivo, dentre outros, de permitir a simulação de cenários de exploração de recursos hídricos.

Geologicamente o Sistema Aquífero Urucuia é representado pela cobertura fanerozóica do Cráton do São Francisco incluindo o Grupo Urucuia e suas coberturas cenozoicas. As principais litologias que compõem este importante sistema aquífero regional são arenitos de origem eólica e fluvial, como espessuras que alcançam até 600 metros nas áreas de depocentro da bacia (Gaspar and Campos, 2007).

O Sistema Aquífero Urucuia é dividido em quatro subsistemas com características hidráulicas e físicas contrastantes, incluindo espessura da zona vadosa, coeficiente de armazenamento, transmissividade e escoamento de base. Os diferentes subsistemas foram definidos por Gaspar (2006) e são sintetizados a seguir.

Aquífero Livre Regional (I)

É o subsistema que ocupa a maior área na bacia. Apresenta nível estático variável desde 4 até cerca de 50 metros, sendo, explorado por meio de poços tubulares de cerca de 100 metros de profundidade para demandas domésticas.

O fluxo de base desse subtipo de aquífero mantém a perenidade e a elevada vazão específica da rede de drenagem superficial, que por sua vez

contribui para a regularização da vazão do rio São Francisco principalmente na época de secas na bacia, que ocorre de forma simultânea em toda área do alto, médio e submédio curso da bacia.

Aquífero Suspenso Local (II)

Constitui um subtipo de aquífero desenvolvido em função da presença de níveis silicificados rasos e de extensão limitada. Esses níveis funcionam como um aquitarde, retardando a drenagem vertical da água, o que permite o acúmulo de água, provavelmente temporário, acima do nível d'água regional; podendo assim, dispor-se acima de outros subtipos dentro do sistema.

Este subsistema é responsável pela manutenção de lagoas rasas e amplas, além de terras úmidas, principalmente nas cabeceiras das principais drenagens, no extremo oeste da bacia. Os níveis silicificados afloram nas bordas leste e oeste da chapada e é interceptado durante a perfuração de poços tubulares.

O escoamento de base deste subsistema é muito sensível ao bombeamento, de forma que os poços tubulares nunca deverão ter seção de filtro em sua porção rasa, sob o risco de afetar instantaneamente as vazões em cabeceiras e até causar o secamento de lagoas e áreas úmidas. Este subsistema é o mais sensível à exploração e ao uso intensivo dos solos para plantio irrigado e até de sequeiro.

Aquífero Semiconfinado (III)

A condição de artesianismo desse subsistema de aquífero é controlada pela presença de níveis silicificados em profundidade. Entretanto, é comum a presença de vários níveis silicificados no perfil em diferentes profundidades, o que em alguns casos pode ampliar o confinamento. Esses níveis funcionam muitas vezes como aquitardes, permitindo uma drenança vertical de diferentes camadas. Schuster *et al.* (2002) corroboram a presença deste tipo de aquífero a partir de dados de testes de bombeamento que apresentam valores de coeficiente de armazenamento inferiores a 10^{-3} .

A maior parte dos poços tubulares de alta vazão bombeia água deste subsistema aquífero. O nível potenciométrico nesse subtipo de aquífero é bastante variável. Em um caso observado na cidade de Luiz Eduardo Magalhães, a superfície potenciométrica, de um poço com profundidade maior que 200

metros, é mais rasa que dos demais poços da mesma bateria com profundidade da ordem de 100 metros.

Aquífero Livre Profundo (IV)

O contexto desse subsistema é vincula ao extremo oeste da área de ocorrência do Aquífero Urucuia distribuído a oeste do eixo divisor de fluxo regional. Os poços perfurados nesse aquífero apresentam níveis estáticos profundos, em sua maior parte, mais profundo que 100 metros. O nível freático regional aumenta progressivamente para oeste em direção à divisa com os estados de Goiás e Tocantins. Seu escoamento de base alimenta as nascentes da bacia do Tocantins-Araguaia.

A figura 2 mostra de forma esquemática a distribuição espacial os quatro subtipos de aquíferos que compõem o Sistema aquífero Urucuia. A seção oeste-leste exibe o contexto dos subtipos *aquífero livre regional* (I) e *aquífero livre profundo* (IV), e o perfil norte-sul apresenta os subtipos *aquífero suspenso local* (II) e *aquífero semiconfinado* (III). E a Tabela 1 traz a síntese de dados hidrodinâmicos apresentados por diferentes autores.

Tabela 1 – Parâmetros hidrodinâmicos obtidos em poços do Sistema Aquífero Urucuia.

AQUÍFERO		PARÂMETRO	K (m/s)	T (m ² /s)	S	Q/S (m ³ /h/m)
Livre regional	Gaspar & Campos (2007)		$2,4 \times 10^{-7}$	$4,9 \times 10^{-5}$	-	0,46
			$1,3 \times 10^{-6}$	$2,7 \times 10^{-4}$	-	2,70
Aquífero livre profundo	Gaspar & Campos (2007)		$3,9 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-3}$	-	13,1
Aquífero confinado ou semiconfinado	Gaspar & Campos (2007)		$2,55 \times 10^{-5}$	$8,91 \times 10^{-3}$	$1,01 \times 10^{-4}$	13,1
			$6,4 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-2}$	$1,4 \times 10^{-4}$	12,4
			$3,8 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-2}$	$1,8 \times 10^{-4}$	15,2
Dados obtidos por outros autores			K (m/s)	T (m²/s)	S	Aquífero
Schuster et al. (2002)			$1,00 \times 10^{-4}$	$1,61 \times 10^{-2}$	$2,6 \times 10^{-4}$	Aquífero semiconfinado
			$1,08 \times 10^{-4}$	$1,63 \times 10^{-2}$	$1,5 \times 10^{-4}$	
Nascimento et al. (2003)			$4,05 \times 10^{-3}$	$1,52 \times 10^{-2}$	$7,5 \times 10^{-4}$	Aquífero semiconfinado
			$4,11 \times 10^{-3}$	$1,69 \times 10^{-2}$	$3,0 \times 10^{-4}$	
Schuster (2003)			$1,61 \times 10^{-2}$	-	$2,74 \times 10^{-4}$	Aquífero semiconfinado
			$2,03 \times 10^{-2}$	-	$5,39 \times 10^{-4}$	

Obs.: K é condutividade hidráulica (m/s), T é transmissividade (m²/s), S é coeficiente de armazenamento (adimensional) e Q/S é vazão específica (m³/h/m). Fonte: Gaspar e Campos (2007) apud Vieira (2021).

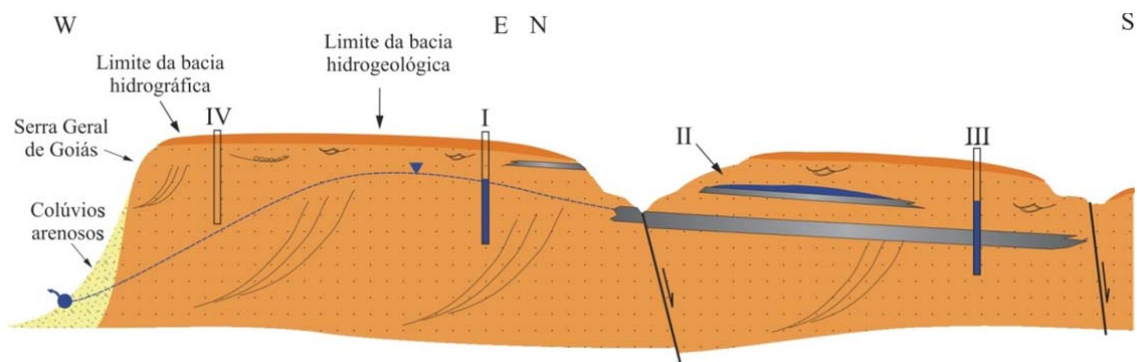


Figura 2 – Modelo esquemático dos subsistemas aquíferos presentes no SAU. Perfil composto de uma seção EW e NS. A linha tracejada representa a superfície potenciométrica regional.
Fonte: Gaspar e Campos (2007).

A figura 3 mostra o mapa de isópacas (mesma espessura de um corpo geológico) da porção norte da bacia Sanfranciscana, proposto por Gaspar (2006), indicando espessuras variáveis desde inferiores a 100 metros, na porção centro-leste, até espessuras de 600 metros no depocentro sul. Entretanto, é importante mostrar que tal variação de espessura não é consenso na literatura, pois há autores que consideram espessuras maiores que 1000 metros nos depocentros (Bomfim and Gomes, 2004).

Poços totalmente penetrantes recentemente construídos na bacia Sanfranciscana têm mostrado que a variação de espessura proposta por Gaspar (2006) parece ser a mais realista.

As potencialidades hídricas subterrâneas são regionalmente bastante elevadas (ANA, 2017), que mostra os divisores de águas subterrâneas praticamente coincidem exatamente com os divisores das águas de superfície (limites das regiões hidrográficas) e suas linhas de fluxo acompanham as drenagens superficiais de forma paralela em toda a área. Ou seja, as linhas de fluxo de águas subterrâneas jamais ultrapassam o limite de cada bacia individual, comportando-se ainda de forma absolutamente paralela os cursos d'água de superfície. Os gradientes hidráulicos da água subterrânea diminuem sensivelmente de oeste para leste na região hidrográfica do São Francisco de sudeste para noroeste na região hidrográfica do Tocantins.

Do ponto de vista geomorfológico, Campos (1996) afirmou que o desnível na região alcança até 200 metros na Serra Geral de Goiás, com escarpas abruptas e com presença de colúvios, compondo solos constituídos essencialmente de areias (Figura 4).

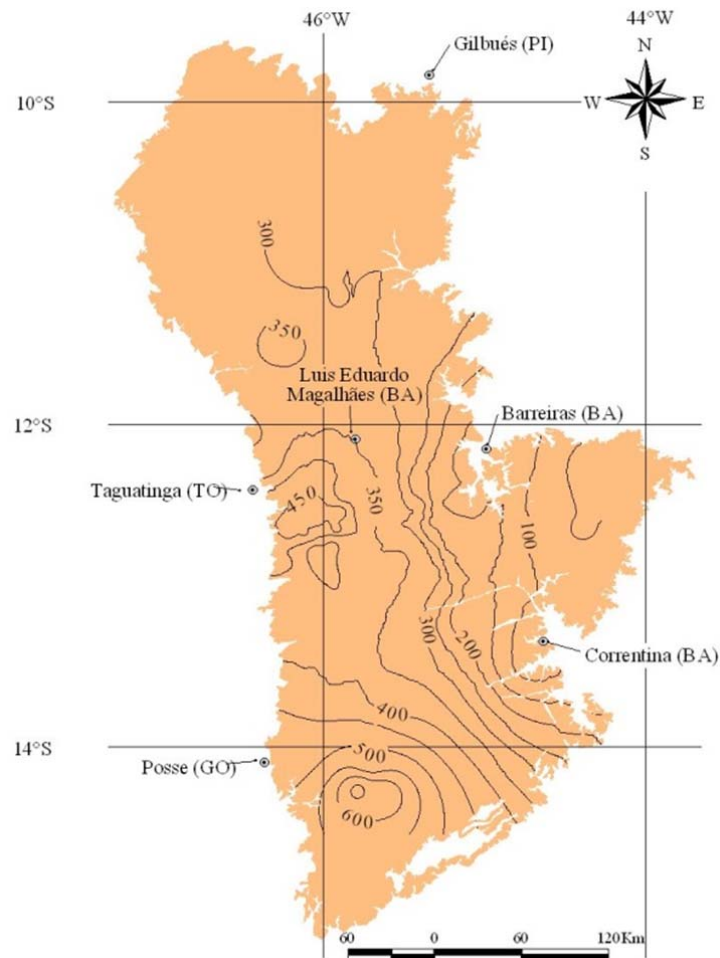


Figura 3 – Mapa de isópacas do Sistema Aquífero Urucua na porção norte da Bacia Sanfranciscana.
Fonte: Gaspar (2006).



Figura 4 – Vista da Serra Geral de Goiás, na região de São Domingos, GO.
Fonte: Vieira (2021).

Nesta região, o clima é classificado como um clima tropical, com inverno seco - do tipo Aw, segundo Köppen, com as temperaturas médias variando anualmente entre 26° e 20°C. A umidade relativa do ar varia em torno de 80%, a máxima, no mês de dezembro, e a mínima de 50%, em agosto (Gaspar, 2006).

Uma análise da variabilidade da evaporação potencial para os períodos 1961-1990 e 1981-2010 e da evapotranspiração potencial (EVTpot) para o período 1981-2010 (Figura 5), realizada por Vieira (2021).

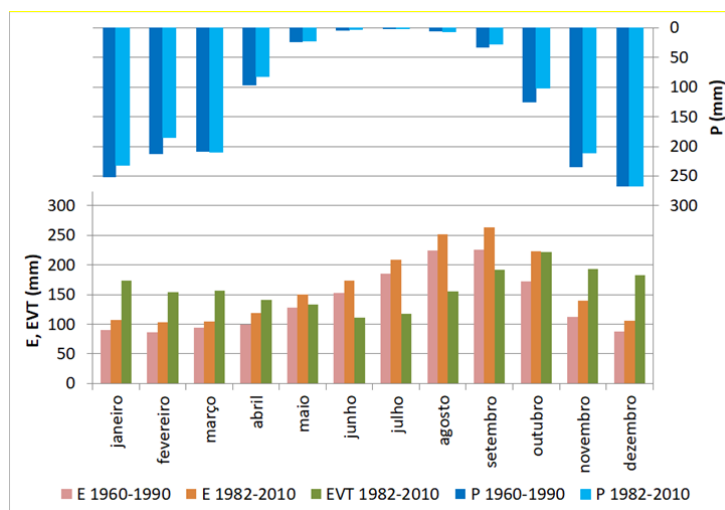


Figura 5 – Valores médios de evaporação (E) e evapotranspiração (EVT) potencial mensal do SAU comparados aos valores precipitados (P) nos períodos 1961-1990 e 1981-2010.
Fonte: Vieira (2021).

Essa análise da variabilidade mostrou que a evaporação potencial na região aumentou no período mais recente, ou seja, nos valores mensais houve um acréscimo entre 10% a 30% da evaporação e aumento de 18% nos valores anuais. E que o comportamento da evapotranspiração potencial ao longo do ano é diferente do comportamento da evaporação e da precipitação, ou seja, ela é maior no início do período chuvoso na região, atingindo seu valor máximo no mês de outubro, e tem seu declínio no final do período chuvoso, alcançando seu valor mínimo em junho.

E, analisando os dados de precipitação do projeto CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station*), com resolução de 5 km (Funk et al., 2015), e os dados de evapotranspiração real do modelo SSEBop (*Operational Simplified Surface Energy Balance*), com resolução de 1 km (Savoca et al., 2013), para o período de 2003 a 2020, observamos que o período chuvoso ocorre no verão, entre outubro a abril, quando o volume da precipitação é maior que o da evapotranspiração potencial (Figura 6). E o período seco ocorre entre maio a setembro, inverno no hemisfério sul, e a evapotranspiração é maior que a precipitação, ocasionando déficit hídrico. Os dados médios mensais e anuais utilizados estão disponíveis nos anexos I (Precipitação) e II (Evapotranspiração).

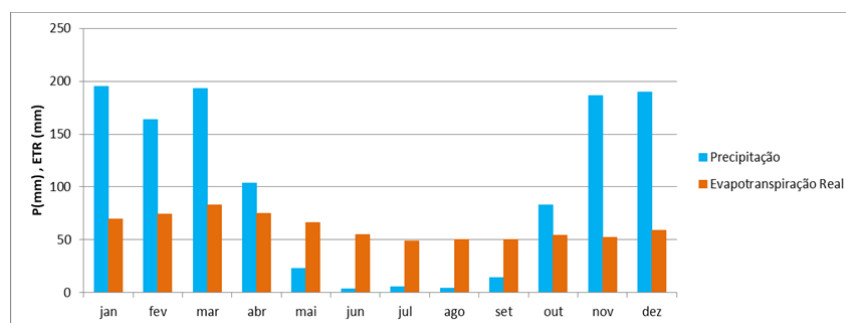


Figura 6 – Valores médios mensais de precipitação do CHIRPS (resolução de 5 km) e evapotranspiração real do SSEBop (resolução de 1 km), para o período de 2003 a 2020.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Portanto, no período entre maio a setembro, os rios da região são mantidos pelo escoamento ou vazão de base, que segundo Gaspar (2006) analisando o período 1982 a 2002, corresponde a 20% da precipitação e a 91% do escoamento total. Resultado comparados com os valores obtidos a partir das séries históricas das estações fluviométricas da RHUruçuia.

3. REDE HIDROMETEOROLÓGICA DO AQUÍFERO URUCUIA

A RHUrucua foi concebida para complementação as redes de monitoramento existentes na região do Sistema Aquífero Urucua. Ela foi, inicialmente, projetada a instalação de uma rede totalmente automática composta por 12 estações climatológicas, 62 estações pluviométricas e 25 estações fluviométricas. Entretanto, após análise de viabilidade e observada a existência de outras redes de monitoramento como a Rede Hidrometeorológica Nacional – RHN, rede do Instituto do meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA, rede do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET e de outras instituições, bem como o projeto de ampliação e perfuração de novos poços da Rede de Monitoramento Integrado de Águas Subterrâneas – RIMAS, optou-se pela instalação de 12 estações climatológicas, 17 estações pluviométricas, e 16 estações fluviométricas, as quais serão detalhadas a seguir.

Nas estações climatológicas automáticas são monitorados e disponibilizados os dados de pressão atmosférica (hPA), temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global (W/m²), direção e velocidade do vento (m/s) e precipitação (mm). As 12 estações climatológicas estão listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Estações climatológicas em operação na RHUrucua.

CÓDIGO	NOME	TIPO	MUNICÍPIO	ESTADO	SB
01146020	Fazenda Piquezeiro	PC	Ponte Alta do Bom Jesus	TO	21
01046006	Entrada das Dunas	PC	Mateiros	TO	22
01046007	Povoado Prata	PC	São Félix do Tocantins	TO	22
01146021	Fazenda Látex	PC	Rio da Conceição	TO	22
01345012	Fazenda Rio do Meio	PC	Correntina	BA	45
01445007	Fazenda Prata	PC	Jaborandi	BA	45
01445008	Fazenda Santa Colomba	PC	Cocos	BA	45
01445009	Fazenda Trijunção	PC	Cocos	BA	45
01045012	Fazenda Gaio	PC	Formosa do Rio Preto	BA	46
01145031	Fazenda Paineira	PC	Riachão das Neves	BA	46
01145032	Fazenda Santana	PC	Formosa do Rio Preto	BA	46
01245035	Fazenda Dom Perignon	PC	São Desidério	BA	46

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Na RHUrucua estão em operação 17 estações pluviométricas automáticas, listadas na Tabela 3, nas quais são monitorados precipitação (mm),

temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), além das informações sobre o equipamento, como tensão da bateria – V e temperatura interna – °C. Além do pluviômetro automático, as estações também contam com pluviômetro convencional e observador hidrológico. As estações automáticas realizam medidas de acumulado de precipitação a cada 15min, já na estação convencional o observador hidrológico realiza a leitura do acumulado de 24h de chuva todos os dias, as 7h da manhã.

Tabela 3 – Estações pluviométricas em operação na RHUrucuia.

CÓDIGO	NOME	TIPO	MUNICÍPIO	ESTADO	SB
01146018	Fazenda Chapadão	P	Barreiras	BA	21
01046004	Fazenda São Sebastião	P	Mateiros	TO	22
01046005	Camping Rio Novo	P	Ponte Alta do Tocantins	TO	22
01146019	Fazenda São Lucas	P	Almas	TO	22
00945018	Sítio Poço Novo	P	Barreiras do Piauí	PI	34
01045010	Fazenda do Bené	P	São Gonçalo Gurguéia	PI	34
01045011	Sítio Barra Brejo	P	São Gonçalo Gurguéia	PI	34
01344030	Povoado Pedra	P	Santa Maria da Vitória	BA	45
01345009	Fazenda Buriti	P	Correntina	BA	45
01345010	Fazenda Mombim	P	Jaborandi	BA	45
01345011	Chapadão Alegre	P	Correntina	BA	45
01444022	Fazenda Sussuarana	P	Montalvânia	MG	45
01444023	Barra da Ema	P	Bonito de Minas	MG	45
01145030	Fazenda Aleixo	P	Riachão das Neves	BA	46
01244024	Fazenda Campo Grande	P	Baianópolis	BA	46
01245034	Fazenda Pioneira	P	São Desidério	BA	46
01246015	Fazenda Sertaneja	P	Luís Eduardo Magalhães	BA	46

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

As 17 estações fluviométricas convencionais da RHUrucuia foram instaladas entre 2013 e 2015. Entretanto, em dezembro/2017, a estação Fazenda Bananeira (34224000) foi extinta, por dificuldade de contratação de observador, realização de leituras e de medições. Nesta estação foi realizada apenas uma medição de descarga líquida no dia 20/03/17, na cota 111 cm e cuja vazão foi de 0,927m³/s.

Portanto, atualmente estão em operação 16 estações fluviométricas convencionais na RHUrucuia, listadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Estações fluviométricas em operação na RHUrucuia.

CÓDIGO	NOME	RIO	TIPO	MUNICÍPIO	ESTADO	SB
22560000	Chácara Alecrim	Soninho	FD	São Félix do Tocantins	TO	22
22662000	Barra do Caracol	Novo	FD	São Félix do Tocantins	TO	22
22665000	Chácara Rio Preto	Preto	FD	Mateiros	TO	22
34001000	Porto Alegre	Paraibinha	FD	Alto Parnaíba	MA	34
34228000	Barrocão	Gurgueia	FD	Gilbues	PI	34
45120000	Sumidor das Gaitas	Carinhanha	FD	Cocos	BA	45
45125000	Vereda Grande	Carinhanha	FD	Bonito de Minas	MG	45
45155500	Santa Luzia	Itaquari	FD	Cocos	BA	45
45765000	Fazenda Mombim	Arrojado	FD	Correntina	BA	45
46410000	Batalha	Grande	FD	São Desidério	BA	46
46438000	Retiro	Rio das Fêmeas	FD	São Desidério	BA	46
46439000	Ribeirão dos Bois	Riacho dos Bois	FD	São Desidério	BA	46
46470000	Canabravão	Do Nado	FD	São Desidério	BA	46
46555800	Nova Vista	Bom Jesus	FD	Riachão das Neves	BA	46
46572000	Faz. Santa Maria	Ponta d'água	FD	Barreiras	BA	46
46780800	Ponte Riachão	Riachão	FD	Formosa do Rio Preto	BA	46

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Como a RHUrucuia se trata de uma rede de estudo, inicialmente foi previsto que a operação da rede fluviométrica fosse feita com frequência mensal ao longo de 3 anos, de modo que ao final deste período, haveria pelo menos 30 medições de descarga para o traçado da curva chave, cobrindo uma grande amplitude de cotas. Entretanto, por questões operacionais, as estações fluviométricas foram operadas, até 2018, com uma frequência de 2 a 3 vezes por ano, ou seja, ao final de 5 anos de operação, cada estação tem em torno de 12 medições.

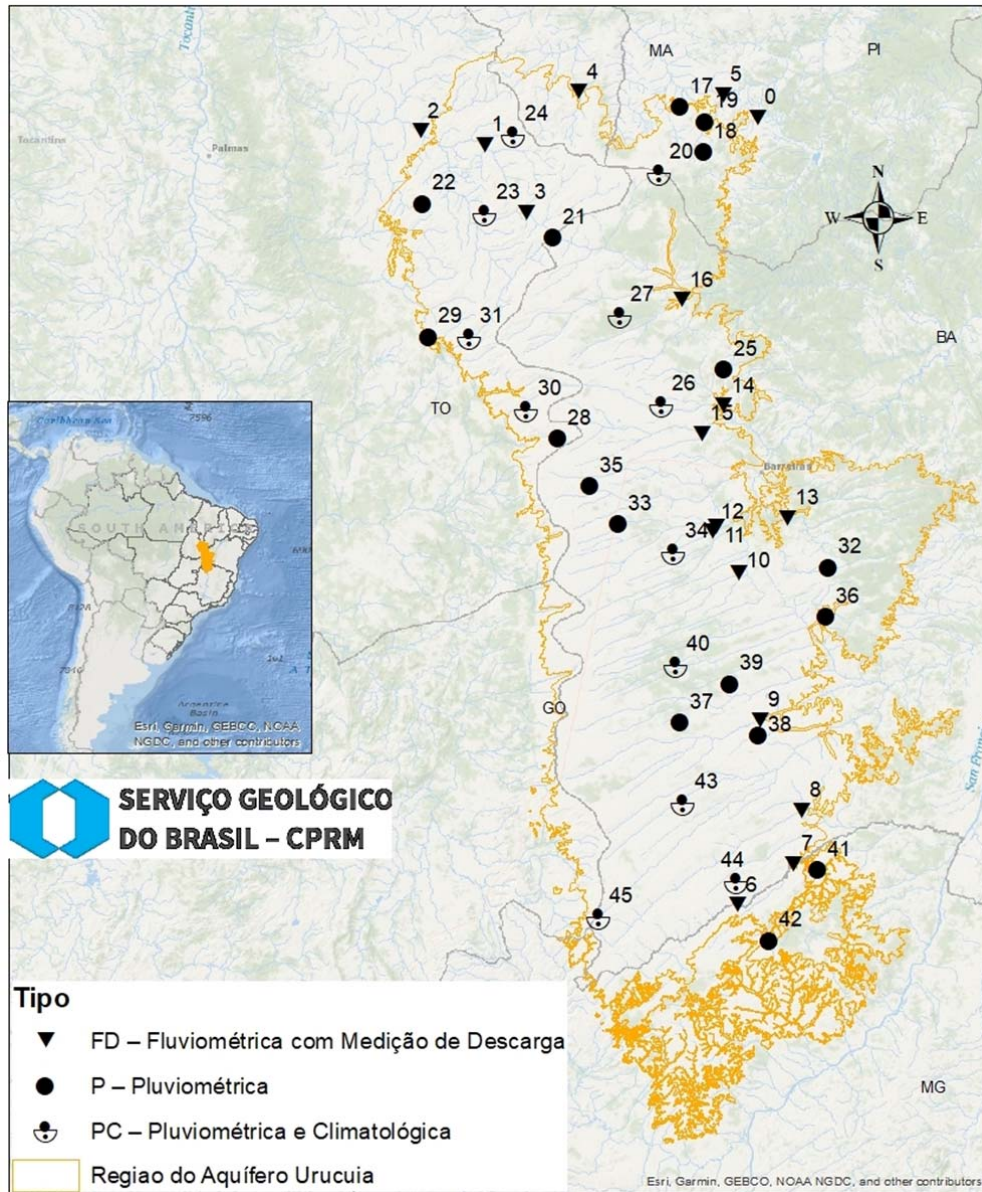
Em 2020 a RHUrucuia se tornou parte da operação integrada de rede de monitoramento hidrológico implementada na região do Sistema Aquífero Urucuia pela Superintendência Regional da Salvador, através da Gerencia de Hidrologia e Gestão Territorial, conforme descrito a seguir:

- RHN – Rede Hidrometeorológica Nacional (parceria com ANA): a RHN possui 83 estações, sendo 38 pluviométricas e 45 fluviométricas. As estações hidrológicas estão agrupadas em roteiros de operação nos quais as pluviométricas são visitadas para manutenção 2 vezes por ano, e as estações

fluviométricas 4 vezes por ano, sendo que todas as estações possuem observador hidrológico;

- RHNR – Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (parceria com ANA): a RHNR possui 10 estações com monitoramento pluviométrico e fluviométrico, as quais estão dispostas no rio São Francisco e nos seus principais afluentes. As estações de referência estão agrupadas em 2 roteiros de operação, os quais são visitados para manutenção a cada 2 meses. Esta rede possui equipamentos automáticos telemétricos e em caso de problemas com equipamentos, foi acordado entre os parceiros que a transmissão de dados deve estar reestabelecida num prazo máximo de 5 dias. Além disso, todas as estações também possuem observador hidrológico;
- RIMAS – Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas (institucional): a RIMAS possui 66 poços de monitoramento dos níveis piezométricos, divididos em 3 roteiros de operação, os quais são visitados 4 vezes por ano. Uma vez por ano são coletadas amostras para análise de alguns parâmetros de qualidade das águas no LAMIN da CPRM. Quando os poços são instalados e, novamente a cada 5 anos, são realizadas amostragens para análises completas de qualidade da água. Todas as estações possuem equipamentos automáticos de registro e transmissão de nível dos poços e 8 delas possuem PCDs com registro automático de chuva, temperatura e umidade do ar. Estas estações não possuem observadores hidrológicos;
- RHUrucuia – Rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia (institucional): a RHUrucuia possui 45 estações, agrupadas em 2 roteiros de operação, sendo as pluviométricas e climatológicas operadas 2 vezes por ano e as fluviométricas idealmente 4 vezes por ano. Todas as estações pluviométricas e climatológicas são automáticas, já as fluviométricas são convencionais. Todas as estações possuem observador hidrológico.

Na Figura 7, pode-se observar a localização das estações da Rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia, cujas análises dos dados são objetivo deste estudo.



1 - 22662000	13 - 46780800	25 - 01344030	37 - 01345012
2 - 22665000	14 - 00945018	26 - 01345009	38 - 01445007
3 - 34001000	15 - 01045010	27 - 01345010	39 - 01445009
4 - 34224000	16 - 01045011	28 - 01345011	40 - 45120000
5 - 34228000	17 - 01046004	29 - 01045012	41 - 45125000
6 - 45765000	18 - 01046005	30 - 01046006	42 - 45155500
7 - 46410000	19 - 01145030	31 - 01046007	43 - 01444022
8 - 46438000	20 - 01146018	32 - 01145031	44 - 01444023
9 - 46439000	21 - 01146019	33 - 01145032	45 - 01445008
10 - 46470000	22 - 01244024	34 - 01146020	
11 - 46555800	23 - 01245034	35 - 01146021	0 - 22560000 (Bananeiras)
12 - 46572000	24 - 01246015	36 - 01245035	

Figura 7 – Localização das estações da Rede Hidrometeorológica do Aquífero Uruçuia – RHUruçuia.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

4. METODOLOGIA DA ANÁLISE DOS DADOS

Neste estudo, serão analisados os dados fluviométricos e pluviométricos convencionais, conforme descrito a seguir.

4.1. CONSISTÊNCIA DOS DADOS HIDROLÓGICOS

As séries de dados foram consistidas conforme metodologia abaixo e disponibilizados na página da RHUrucuia no site da CPRM.

4.1.1. Dados das Estações Climatológicas Automáticas

A análise da consistência dos dados automáticos foi feita por meio da plotagem dos gráficos dos parâmetros ao longo do tempo por estação. Importante ressaltar que os equipamentos automáticos instalados nestas estações são as PCDs do tipo Vaisala com 7 sensores, a saber: Precipitação, Umidade Relativa, Temperatura do Ar, Pressão Atmosférica, Direção e Velocidade do Vento e Radiação Solar.

4.1.2. Dados das Estações Pluviométricas Automáticas

Os dados das 17 estações pluviométricas automáticas são monitorados pelo equipamento PCD OTT, com 3 sensores: precipitação, temperatura do ar e umidade relativa. Estes dados foram analisados por meio da plotagem dos gráficos dos parâmetros ao longo do tempo por estação.

4.1.3. Dados Pluviométricos Convencionais

Para análise dos dados pluviométricos convencionais e anuais foram traçadas curvas de dupla massa da série de dados da estação em análise com as estações das vizinhanças, chamadas estações de apoio.

Na seleção das estações de apoio foram selecionadas, no mínimo 4, diametralmente opostas em relação à estação em análise, e com distância inferior a 50 km.

Para análise dos dados mensais foi utilizado o software Hidroplu que também faz a comparação do dado da estação em análise com os dados das estações de apoio, e define faixas de aceitação do dado, levando em conta: estatísticas das séries de dados, mês em análise, distância da estação ao apoio. E, para os dados diários, foi feita a análise da consistência dos dados pluviométricos, por meio da comparação entre os dados do observador e da estação automática.

4.1.4. Dados Fluviométricos

Para a análise dos dados fluviométricos as séries foram consistidos através da análise de cotogramas, atualização das curvas chaves das estações fluviométricas, geração das vazões a partir da série de dados de cotas consistidos e as curvas chaves atualizadas, e por fim comparação dos hidrogramas das vazões geradas.

Ressalta-se que tanto na análise de cotogramas quanto de hidrogramas as estações são comparadas com estações de apoio. Neste caso as estações de apoios estão localizadas no mesmo curso d'água, em afluentes e/ou em bacias vizinhas.

4.2. ANÁLISE DOS DADOS CLIMATOLÓGICOS

A análise dos dados climatológicos foi realizada para um curto período de dados, portanto não foi possível fazer uma análise estatística. Mas as séries foram avaliadas através da plotagem gráfica dos parâmetros ao longo do tempo, por estação. Além disso, determinou-se também os valores característicos dos parâmetros climatológicos registrados nas estações no período monitorado.

4.3. ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

As séries de dados pluviométricos compreenderam o período de 2014 a 2020, das 29 estações convencionais, conforme apresentado na Tabela 5. Os dados consistidos foram utilizados para o cálculo da precipitação média, mensal e anual de cada estação.

Os resultados foram utilizados para calcular a variabilidade temporal da precipitação sobre o SAU, através da espacialização pela interpolação, visando criar uma superfície estatística ou raster, no qual as estimativas de chuva mensal são elaboradas para todas as células para gerar um mapa contínuo. Há diversos métodos de interpolação, mas, neste trabalho, optamos por usar o método do Kriging (ou Krigagem), que é o mais utilizado para a espacialização de dados climáticos, pois cria variações mais uniformes e sem grandes variações, suavizando a representação (Murara, 2019).

Tabela 5 – Disponibilidade de dados pluviométricos da RHUrucuia.

CÓDIGO	NOME	QUANTIDADE DE MESES COM DADOS COMPLETOS POR ANO						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
00945018	SÍTIO POÇO NOVO	2	12	12	12	11	10	11
01045010	FAZENDA DO BENÉ	2	12	12	12	12	12	10
01045011	SÍTIO BARRA DO BREJO	1	9	12	11	12	7	8
01045012	FAZENDA GAIO	3	12	12	12	12	10	10
01046004	FAZENDA SÃO SEBASTIÃO	2	12	12	12	12	10	8
01046005	CAMPING DO RIO NOVO	2	12	11	9	7	6	8
01046006	ENTRADA DAS DUNAS	3	12	12	12	12	11	12
01046007	POVOADO PRATA	3	12	12	12	12	11	12
01145030	FAZENDA ALEIXO	0	8	12	12	11	8	1
01145031	FAZENDA PAINEIRA	3	12	12	12	12	11	11
01145032	FAZENDA SANTANA	3	12	12	12	10	5	
01146018	FAZENDA CHAPADÃO	1	9	8	8	8	7	8
01146019	FAZENDA SÃO LUCAS	1	12	12	11	8	9	5
01146020	FAZENDA PEQUIZEIRO	3	9	12	12	12	9	
01146021	FAZENDA LATEX	3	12	11	11	11	12	9
01244024	FAZENDA CAMPO GRANDE	0	11	12	12	12	11	11
01245034	FAZENDA PIONEIRA	1	12	12	12	12	12	10
01245035	FAZENDA DOM PERIGNON	3	12	12	12	12	11	9
01246015	FAZENDA SERTANEJA	1	12	12	12	10	10	9
01344030	POVOADO PEDRA	0	7	9	11	12	11	12
01345009	FAZENDA BURITI	2	12	11	12	12	9	3
01345010	FAZENDA MOMBIM	2	12	12	12	12	11	12
01345011	CHAPADÃO ALEGRE	0	9	5	7	8	9	10
01345012	FAZENDA RIO DO MEIO	3	11	11	12	11	9	10
01444022	FAZENDA SUSSUARANA		6	12	12	12	11	
01444023	BARRA DA EMA		8	9	7	11	10	
01445007	FAZENDA PRATA	2	12	12	9	10	9	10
01445008	FAZENDA SANTA COLOMBA	1	12	12	12	12	11	
01445009	FAZENDA TRIJUNÇÃO	2	12	11	12	8	9	12

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Devido ao tamanho das séries não foi possível fazer uma análise estatística; porém os resultados foram comparados com dados de precipitação das estações pluviométricas e climatológicas automáticas, além da comparação com os dados do projeto CHIRPS.

A comparação foi realizada através de um gráfico de dispersão, onde a relação entre as duas variáveis foi analisada pela reta de tendência e pelo coeficiente de determinação (r^2), que define o percentual da variância de uma das variáveis que pode ser explicado a partir do valor da outra. Lembrando que r^2 varia entre 0 e 1, sendo que o 0 indica que uma variável não explica nada da variabilidade da outra, e 1 indica que uma variável pode explicar toda a variabilidade da segunda variável.

4.4. ANÁLISE DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

As séries de dados fluviométricos convencionais compreenderam o período de 2014 a 2020, conforme disponibilidade de dados apresentados na Tabela 6. Nesta análise foram utilizadas as séries de dados consistidas, e foi definido o ano hidrológico inicia em outubro e termina em setembro, onde foram determinados os valores de vazão média longo termo, mínima e máxima.

Tabela 6 – Disponibilidade de dados fluviométricos da RHUrucuia.

CÓDIGO	NOME	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
22560000	CHÁCARA ALECRIM	1	12	12	12	9	11	8
22662000	BARRA DO CARACOL	1	12	12	12	12	12	12
22665000	CHÁCARA RIO PRETO	1	12	12	12	12	10	6
34001000	PORTO ALEGRE	2	12	12	12	12	12	12
34228000	BARROÇÃO	7	12	12	12	12	12	12
45120000	SUMIDOR DAS GAITAS	1	12	12	12	12	11	
45125000	VEREDA GRANDE	1	12	12	12	12	11	
45155500	SANTA LUZIA	1	12	12	12	12	12	8
45765000	FAZENDA MOMBIM	1	12	10	11	9	8	1
46410000	BATALHA		6	12	7	12	12	10
46438000	RETIRO	5	12	12	8	8	12	2
46439000	RIBEIRÃO DOS BOIS	5	12	12	12	12	12	9
46470000	CANABRAVÃO	5	12	12	12	12	12	12
46555800	NOVA VISTA	12	12	12	12	12	11	6
46572000	FAZENDA SANTA MARIA	12	12	12	12	12	11	6
46780800	PONTE RIACHÃO	2	12	12	12	8	9	3

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

4.4.1. Análise da Curva de Permanência

A curva de permanência é uma função que caracteriza a frequência da oferta das vazões, o que permite avaliar a disponibilidade hídrica que depende da variabilidade temporal expressa por várias funções hidrológicas. Essa disponibilidade correlacionada com as demandas dos diversos usos torna-se uma análise fundamental para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos pressupõe a regulação do uso das águas mediante o conhecimento da oferta hídrica da bacia hidrográfica (Cruz and Tucci, 2008).

As curvas de permanência indicam as vazões para diferentes magnitudes, o que proporciona a caracterização da variabilidade histórica das vazões e do regime fluvial, indicando um comportamento de cada bacia hidrográfica. E para isso cada valor de vazão Q é correlacionada com uma probabilidade de excedência P ; a representação gráfica desses pares de informações define a curva de permanência.

A curva de permanência de vazões adimensionalizada pela vazão média de longo termo (QMLT) é uma ferramenta utilizada para a identificação de regiões hidrológicas homogêneas.

Para utilização desta técnica as séries diárias de vazões devem ter o mesmo período de dados, e devem ser classificadas em ordem decrescente. Cada valor de vazão ordenado será associado a um número de ordem variando de 1 a n que corresponde ao tamanho da série. Dividindo este número de ordem pelo tamanho da série tem-se a posição de plotagem expressa em termos percentuais.

A série de vazões será adimensionalizada pela QMLT, ou seja cada valor de vazão da série foi dividido pela QMLT. Em seguida são plotados os gráficos de posição de plotagem x vazão adimensionalizada para todas as séries das estações estudadas identificando aquelas com comportamento similar. Os resultados foram comparados com regiões homogêneas definidas no estudo de Caracterização Hidrológica do Aquífero Urucuia com Base em Dados Secundários, que compreendeu a análise da série histórica das estações da Rede Hidrometeorológica Nacional (CPRM, 2019a).

4.4.2. Separação do Escoamento Superficial e Subterrâneo

Para a compreensão do comportamento da relação água superficial-subterrânea na região do Sistema Aquífero Urucuia foi realizada a separação do escoamento de base das séries fluviométricas consistidas anteriormente.

Métodos de separação de escoamento de base através da análise de hidrogramas são utilizados para entender o comportamento difuso das contribuições às vazões dos rios através de descargas de águas subterrâneas em uma determinada bacia, a qual é delimitada pela área de drenagem das estações fluviométricas (Healy, 2010).

O método utilizado para fazer a separação de escoamento de base a partir das séries fluviométricas foi o Filtro Digital Recursivo de Eckhardt (2005), o qual consiste em é um algoritmo recursivo que faz a separação das vazões dos rios em duas componentes: escoamento superficial (direto) e escoamento de base (indireto), conforme a Equação 1:

$$y_i = f_i + b_i \quad \text{Equação 1}$$

Onde y_i corresponde à vazão do rio, f_i ao escoamento superficial, e b_i ao escoamento de base, todos calculados no intervalo de tempo i .

Eckhardt (2005) generalizou o equacionamento do filtro de separação de escoamento de base conforme Equação 2, sujeito a restrição de que a vazão de base em qualquer tempo deve ser menor ou igual à vazão total do rio no mesmo tempo, isto é, $b_i \leq y_i$.

$$b_i = A \times b_{i-1} + B \times y_i \quad \text{Equação 2}$$

Os parâmetros A e B da Equação 2 podem ser expressos em função da constante de recessão e do parâmetro BFI_{max} (Base Flow Index maximum – Índice máximo de Escoamento de Base).

A constante de recessão (“a”) está relacionada com a descarga de água subterrânea em um intervalo de tempo no qual não há entrada de água no

sistema através de precipitação, de forma que o escoamento superficial (direto) é nulo, sendo a vazão do rio composta exclusivamente pela vazão de base. Neste estudo, após análise das recessões e consulta a bibliografia (CPRM, 2019a), foi adotado o parâmetro “a” como sendo igual a 0,999.

O parâmetro BFI (Baseflow Index – Índice de Escoamento de Base) é razão, a longo prazo, entre o fluxo de base e a vazão total; já o parâmetro BFI_{max} é um fator que restringe o BFI. Conforme Eckhardt (2005) o BFI_{max} pode ser definido pela natureza do curso d’água (perene ou efêmero) e das características do aquífero (poroso ou confinado), conforme valores sugeridos na Tabela 7.

Tabela 7 – Valores de BFI_{max} sugeridos por Eckhardt (2005).

CARACTERÍSTICA RIO E AQUÍFERO	BFI _{max}
Rios perenes em aquíferos porosos	0,80
Rio efêmeros em aquíferos porosos	0,50
Rios perenes em aquíferos fraturados	0,25

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021)

Outra forma de estimar o parâmetro BFI_{max} foi proposta por Collischonn e Fan (2012), a qual relaciona as vazões Q₉₀ e Q₅₀, conforme Equação 3; este ajuste foi realizado a partir de estações fluviométricas nas regiões sul e central do Brasil, incluindo locais com clima e ano hidrológico semelhantes aos existentes na região do SAU e, portanto, foi escolhido para o cálculo do parâmetro BFI_{max} neste estudo.

$$BFI_{max} = 0.8344 \frac{Q_{90}}{Q_{50}} + 0.2146 \quad \text{Equação 3}$$

Os parâmetros A e B relacionados na Equação 2 estão apresentados nas Equações 4 e 5; a Equação 6 apresenta o filtro digital recursivo de Eckhardt, sujeito a $b_i \leq y_i$.

$$B = \frac{(1-a) \times BFI_{max}}{1-a \times BFI_{max}} \quad \text{Equação 4}$$

$$A = \left(\frac{1 - BFI_{max}}{1 - a \times BFI_{max}} \right) \times a \quad \text{Equação 5}$$

$$b_i = \frac{(1 - BFI_{max}) \times a \times b_{i-1} + (1 - a) \times BFI_{max} \times y_i}{1 - a \times BFI_{max}} \quad \text{Equação 6}$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. CONSISTÊNCIA DOS DADOS

5.1.1. Consistência dos Dados Automáticos das Estações Climatológicas e Pluviométricas

A consistência dos dados automáticos das estações climatológicas e pluviométricas, realizada por meio da plotagem dos gráficos dos parâmetros ao longo do tempo por estação, tem os resultados e as inconsistências encontradas apresentadas no Anexo III. Essa consistência dos dados automáticos foi imprescindível para subsidiar a consistência e análise dos dados pluviômetros convencionais, para análise e definição dos valores característicos dos parâmetros climatológicos registrados nas estações no período monitorado.

5.1.2. Consistência dos Dados Pluviométricos

A consistência dos dados pluviômetros convencionais diários foi realizada a partir dos dados automáticos, utilizando a comparação entre os dados dos observadores e automáticos. As inconsistências encontradas estão apresentadas no Anexo IV.

De modo geral a alteração de dados diários em análise de consistência de dados pluviométricos não é recomendada. Neste caso esta alteração foi feita utilizando os dados da estação automática localizada ao lado do pluviômetro. Assim, a grande maioria dos dados alterados é compatíveis com erro de posicionamento de vírgula, ausência de leitura e leitura acumulada.

As séries de dados de pluviômetros, com menor número de dados alterado e conseqüentemente de melhor qualidade foram: 01045011 - Sítio Barra Brejo; 01046005 - Camping Rio Novo; 01046007 - Povoado Prata; 01145031 - Fazenda Paineira; 01145032 - Fazenda Santana; 01146020 - Fazenda Piquezeiro; 01244024 - Fazenda Campo Grande; 01245034 - Fazenda Pioneira; 01245035 - Fazenda Dom Perignon; 01246015 - Fazenda Sertaneja; 01344030 - Povoado Pedra; 01345009 - Fazenda Buriti; 01345010 - Fazenda Mombim; 01345012 - Fazenda Rio do Meio; 01444022 - Fazenda Sussuarana; e 01445009 - Fazenda Trijunção.

Já as séries que tiveram o maior número de dados alterados foram: 00945018 - Sítio Poço Novo; 01045010 - Fazenda do Bené; 01045012 - Fazenda Gaio; 01046004 - Fazenda São Sebastião; 01046006 - Entrada das Dunas; 01145030 - Fazenda Aleixo; 01146021 - Fazenda Látex; 01345011 - Chapadão Alegre; 01444023 - Barra da Ema; 01445007 - Fazenda Prata; e 01445008 - Fazenda Santa Colomba.

O Anexo V apresenta a precipitação diária medida nos equipamentos automáticos versus a monitorada nos pluviômetros convencionais nas estações climatológicas e pluviométricas.

A análise dos dados de precipitação foi feita com a totalização diária, mensal e anual, diferentemente dos dados dos outros parâmetros monitorados, nos quais se analisa a média. Dessa forma, quando há falhas nos dados a totalização fica comprometida. Além disso, a precipitação apresenta muita variação espacial, de forma que as estações pluviométricas e climatológicas foram agrupadas segundo a proximidade e analisadas conjuntamente.

A Figura 8 apresenta os totais anuais nas estações monitoradas agrupadas; destaca-se que os anos 2014 e 2019 estão incompletos.

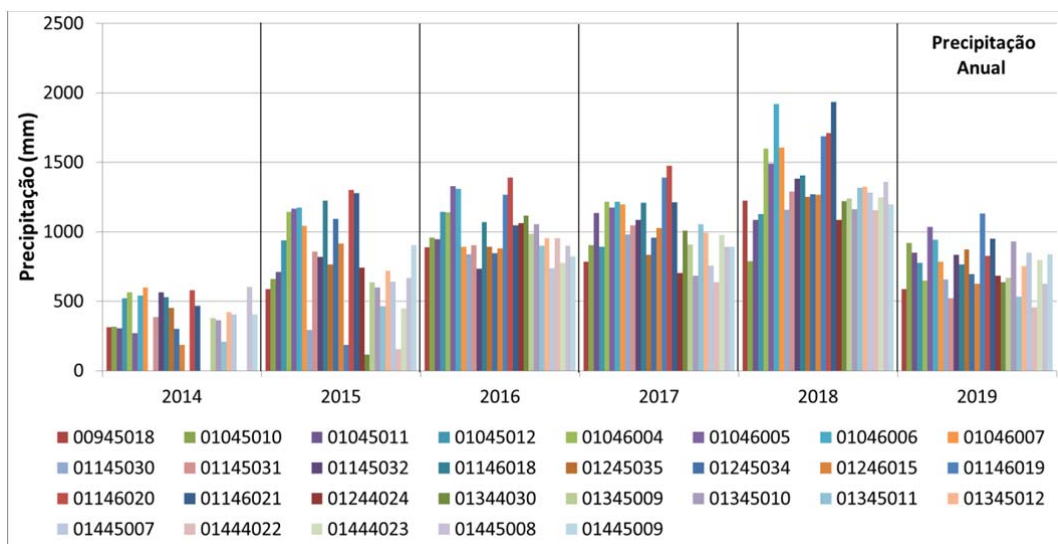


Figura 8 – Precipitação anual nas estações da RHUrucuia
 Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Segundo o agrupamento das estações acima, verificou-se que:

- Estações nas proximidades do estado do Piauí: precipitações anuais não ultrapassaram 1.200 mm no período monitorado.
- Estações na bacia do rio Tocantins na região do Jalapão: precipitações anuais ultrapassaram 1.500 mm em 2018.
- Estações nas bacias dos rios Preto e Branco afluentes do rio Grande: precipitações anuais ultrapassaram 1.100 mm em 2018.
- Estações nas proximidades das divisas dos estados de Tocantins e Bahia: precipitações anuais ultrapassaram 1.700 mm em 2018; esta é a região de precipitações mais elevadas, chegando próximo a 2.000 mm no período monitorado.
- Estações nas bacias dos rios Ondas, Fêmeas e Grande: precipitações anuais ultrapassaram 1.200 mm em 2018.
- Estações na margem esquerda do rio Corrente: precipitações ultrapassam 1.000 mm nos anos de 2016 e 2018.
- Estações na margem direita do rio Corrente: precipitações próximas a 600 mm em 2015 e ultrapassaram 1.200 mm em 2018.
- Estações na bacia do rio Carinhanha: precipitações ultrapassaram 1.200 mm em 2018.

5.1.3. Consistência dos Dados Fluviométricos

Para as 16 estações fluviométricas realizou-se a análise séries e as inconsistências verificadas se encontram apresentadas no Anexo VI; as curvas-chave definidas, de forma preliminar, do tipo: $Q = a \cdot (h - h_0)^n$, se encontram na Tabela 8.

Tabela 8 – Curvas-chave definidas para as 16 estações fluviométricas.

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	COTA MÍNIMA	COTA MÁXIMA	a	h ₀	n
22560000	01/11/14	31/12/21	80	420	5,855	-0,36	2,095
22662000	01/11/14	31/12/21	100	590	25,168	0,07	2,158
22665000	01/11/14	31/12/21	100	420	5,048	-0,40	2,044
34001000	01/10/14	31/12/21	200	510	0,561	0,1	3,060
34228000	01/06/14	31/10/17	110	370	9,272	0,93	2,263
	01/11/17	31/12/21	120	380	9,272	1,03	2,263
45120000	01/11/14	31/12/21	300	510	31,934	2,35	2,201
45125000	01/11/14	31/12/21	300	495	13,072	1,83	2,021
45155500	01/11/14	31/12/21	100	310	45,876	0,70	1,189
45765000	01/11/14	31/12/21	300	460	2,169	0,57	2,670
46439000	01/07/14	31/12/21	112	230	3,843	1,12	2,919
46410000	01/06/15	24/04/19	180	400	2,482	-0,13	1,796
	25/04/19	31/12/21	200	420	2,482	0,09	1,796
46438000	01/07/14	31/12/21	100	220	12,853	-0,09	1,653
46470000	01/07/14	31/01/16	130	230	9,899	1,08	2,756
	01/02/16	09/09/18	130	190	12,539	1,13	2,973
	10/09/18	31/12/21	134	210	12,539	1,34	2,973
46555800	01/10/13	31/12/21	150	370	4,137	0,75	2,107
46572000	01/10/13	31/12/21	120	250	12,317	0,94	2,153
46780800	01/10/14	31/12/21	140	370	5,347	-0,24	1,450

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

As medições de descarga líquida e as curvas-chave definidas e o perfil transversal do período monitorado para cada estação fluviométrica da RHUrucua estão apresentadas no Anexo VII.

Os resultados da análise de consistência de dados apontam que houve mudança na relação cota x vazão das seguintes estações:

- 34228000 – Barroão no rio Gurguéia: construção de uma ponte a montante da estação;
- 46410000 – Batalha no rio Grande: estação foi mudada para cerca de 600m a jusante;

- 46470000 – Canabravão no rio do Nado: foi criado um barramento a jusante para fins de recreação.

5.2. ANÁLISE DOS DADOS CLIMATOLÓGICOS

No Anexo VIII estão apresentados os valores característicos dos parâmetros climatológicos, monitoradas nas estações climatológicas e pluviométricas automáticas da RHUrucuia, entre 2014 e 2019.

Em todas as estações automáticas foram monitorados os parâmetros: Precipitação (mm), Temperatura (C) e Umidade Relativa (%). Entretanto, os dados de precipitação serão analisados conjuntamente com os dados das estações pluviométricas no item a seguir.

A partir das séries de dados automáticos de temperatura e umidade relativa do ar, foram gerados os gráficos apresentados na Figura 9.

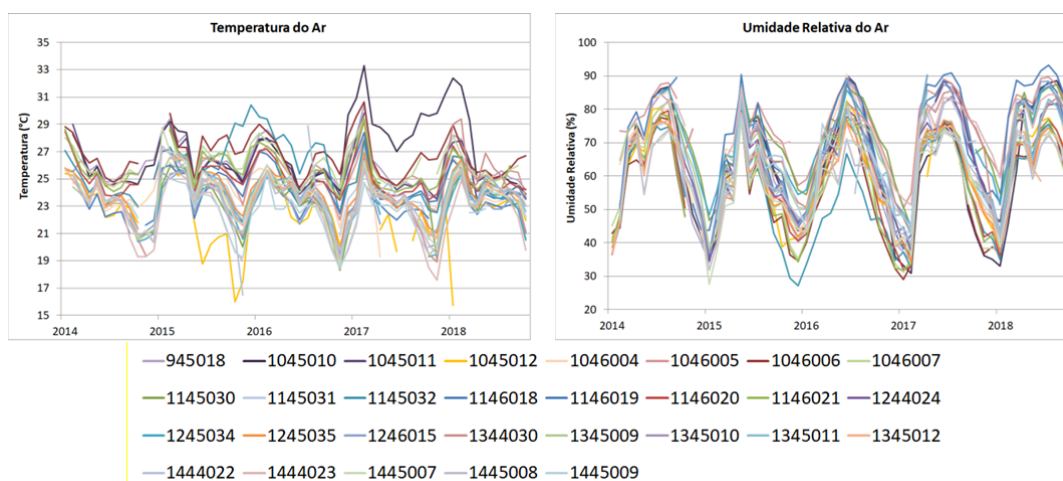


Figura 9 – Gráficos da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%), ao longo do tempo monitorados nas estações climatológicas e pluviométricas da RHUrucuia, entre 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Nas estações climatológicas, também foram monitorados os parâmetros: Pressão Atmosférica (hPA), Radiação Solar (W/m²), Velocidade (m/s) e Direção do Vento, cujos valores característicos foram definidos a partir das séries de dados automáticos registrados nas estações climatológicas e utilizados para gerar os gráficos das Figuras 10 e 11.

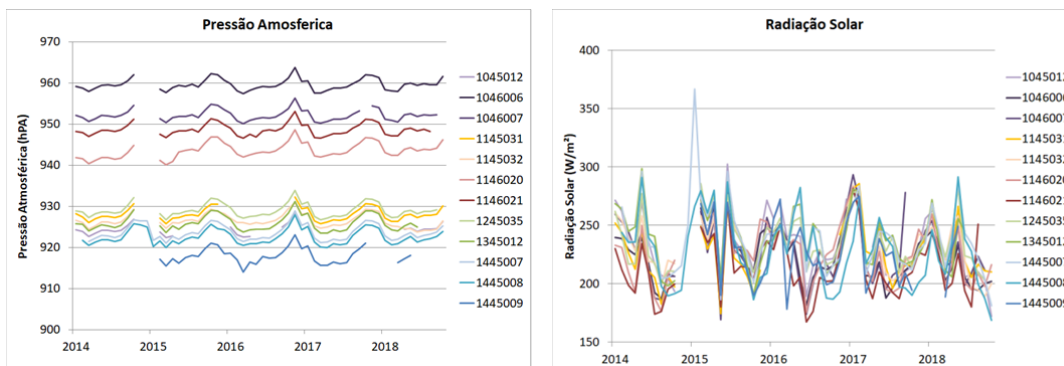


Figura 10 – Gráficos da pressão atmosférica (hPa) e radiação solar (W/m^2), ao longo do tempo, monitoradas nas estações climatológicas da RHUrucua, entre 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

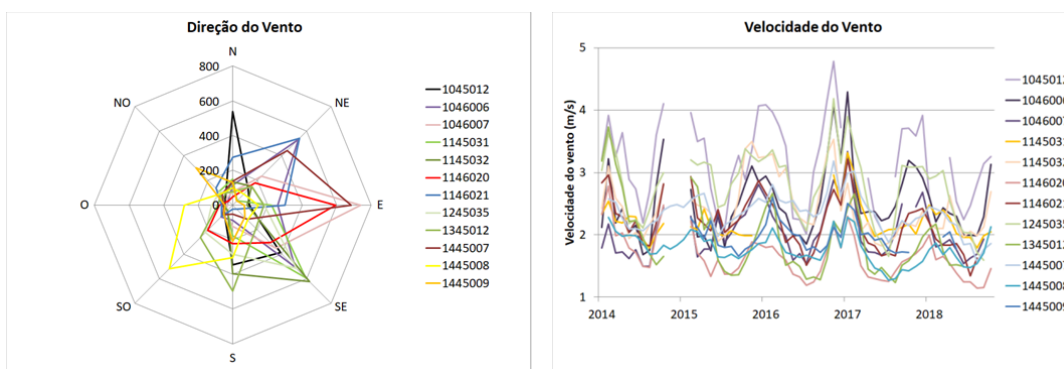


Figura 11 – Gráficos da velocidade (m/s) e da direção do vento, ao longo do tempo, monitorados nas estações climatológicas da RHUrucua, entre 2014 e 2019.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Analisando os dados do Anexo VIII, verificou que:

- As estações com maiores precipitações são aquelas de maior longitude (46°) próximas ao divisor de águas das bacias dos rios São Francisco e Tocantins.
- As estações de maior pressão atmosférica > 940 hPa são as de menor altitude < 640 m. E as de menor pressão atmosférica < 930 hPa são as de maior altitude > 747 m.
- As estações de maior radiação solar estão localizadas na parte central da área monitorada (latitude entre 12° e 14° e longitude em torno de 45°)
- As estações com maior temperatura são as de menor altitude < 550 m e latitude de 10° , ou seja, as maiores temperaturas foram registradas nas estações com latitudes mais baixas na bacia rio do Gurguéia;

- maiores umidades relativas foram registradas nas estações 01046005 e 01444023, sendo esta em Minas Gerais na bacia do Carinhanha e aquela no estado do Tocantins.
- As estações de maior velocidade do vento são: 01045012 – Fazenda Gaio em Luiz Eduardo Magalhães e 01245035 – Fazenda Dom Perigon em São Desidério.

E, no período monitorado (2014 a 2019), as faixas de valores médios mensais encontradas nas estações climatológicas foram:

- Pressão atmosférica – entre 910 a 970 hPA;
- Temperatura – entre 15 a 34 °C;
- Umidade relativa – entre 28 a 82 %;
- Radiação Solar – entre 150 a 310 W/m²;
- Velocidade do vento – entre 0,5 a 4,5 m/s.

5.3. ANÁLISE DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A partir da análise das séries históricas destaca-se a maior precipitação diária observada no período entre 2014 a 2020 foi de 166 mm, que corresponde a 24% do valor máximo valor mensal observado (682 mm). No Anexo IX estão apresentados os totais mensais e o média anual de precipitação de todas as 29 estações pluviométricas convencionais da RHUrucuia.

Na Figura 12 observa-se o hietograma das precipitações médias mensais sobre o SAU, obtidas pela espacialização dos dados de precipitação de satélite do projeto CHIRPS, comparadas com dados das estações pelo método do Kriging (ou Krigagem) para o período de séries históricas (2014 a 2020). Os resultados da análise da linha de tendência e do coeficiente de determinação, mostram que os dados do projeto CHIRPS, em uma análise espacial, podem eventualmente ser utilizados para representar a precipitação na região do SAU (Figura 13), uma vez que a precipitação média anual, das estações convencionais da RHUrucuia espacializadas, é de 989 mm, para o período de 2014 a 2020, que é um valor muito próximo ao encontrado com dados do projeto CHIRPS (1.059 mm). A diferença é de 7%, sendo que os dados do CHIRPS são maiores.

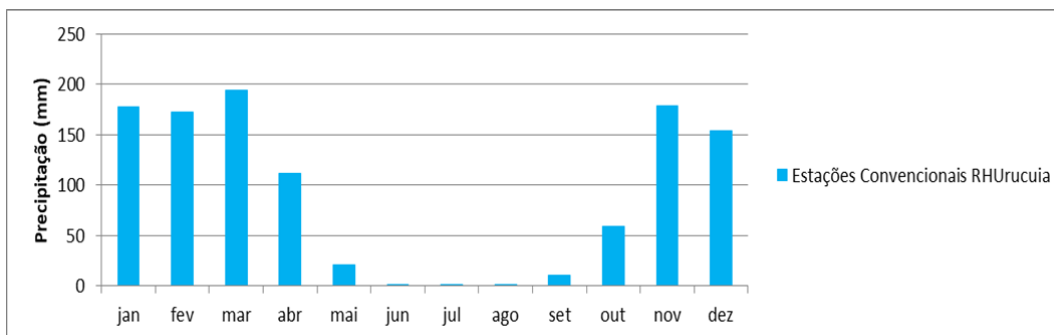


Figura 12 – Hietograma da precipitação das estações convencionais das RHUrucua, espacializadas pelo método do Kriging, para área do SAU.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

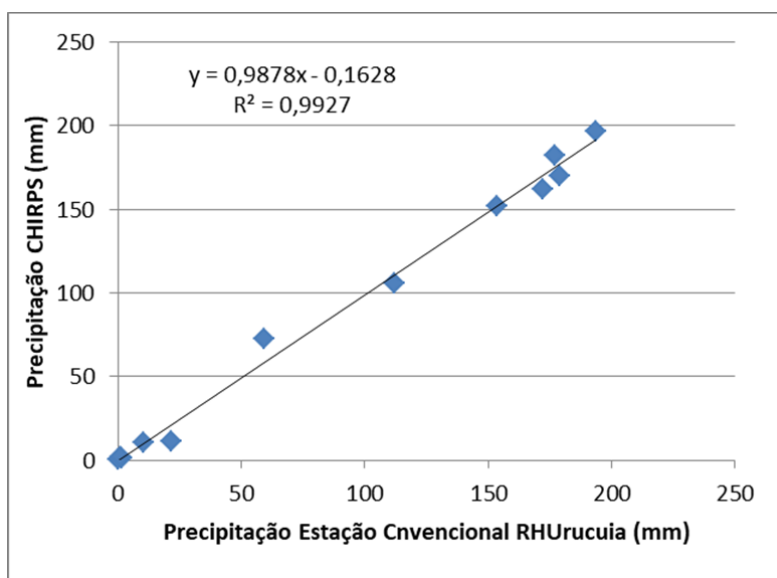


Figura 13 – Gráfico da correlação entre as precipitações das estações convencionais das RHUrucua, espacializadas pelo método do Kriging, e dados obtidos no projeto CHIRPS.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

5.4. ANÁLISE DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

As variações entre as maiores e menores vazões médias mensais nas estações fluviométricas permitem identificar a regularização natural que ocorre por meio das descargas do Aquífero Urucua. Nas estações monitoradas a razão encontrada entre estas vazões foi de 1,28 a 2,36, exceto nas estações do rio Gurguéia (34228000) e da bacia do rio São Desidério (46470000) onde esta razão foi da ordem de 4,1; sendo que esta bacia está localizada já numa região onde predomina o carste; já na bacia do Gurguéia, o pacote do aquífero já se

encontra bastante intemperizado. A Tabela 9 apresenta as vazões mínimas e máxima do período monitorado e no Anexo X estão os dados de vazão média mensal e anual.

Tabela 9 – Vazões mínima e máxima das estações fluviométricas

CÓDIGO	NOME	PERÍODO DE DADOS	Y	X	Vazão (m ³ /s)	
					Mínima	Máxima
22560000	Chácara Alecrim	2014/2020	-101.819	-466.675	10,5	127,4
22662000	Barra do Caracol	2014/2020	-100.994	-470.519	70,3	783,6
22665000	Chácara Rio Preto	2014/2020	-105.878	-464.136	12,5	108,2
34001000	Porto Alegre	2014/2020	-98.644	-461.006	5,4	76,8
34228000	Barroão	2014/2020	-98.819	-452.328	0,5	82,7
45120000	Sumidor das Gaitas	2014/2019	-147.433	-451.425	18,0	123,7
45125000	Vereda Grande	2014/2019	-144.956	-448.058	21,9	126,1
45155500	Santa Luzia	2014/2020	-141.761	-447.561	22,5	852,7
45765000	Fazenda Mombim	2014/2020	-136.328	-450.064	25,6	87,3
46410000	Batalha	2015/2020	-127.486	-451.353	9,2	27,8
46438000	Retiro	2014/2020	-124.692	-452.706	15,0	52,8
46439000	Ribeirão dos Bois	2014/2020	-125.011	-452.956	0,0	4,6
46470000	Canabravão	2014/2020	-124.208	-448.453	0,2	3,6
46555800	Nova Vista	2013/2020	-117.478	-452.300	4,1	38,1
46572000	Fazenda Santa Maria	2013/2020	-119.131	-453.572	0,7	32,1
46780800	Ponte Riachão	2014/2020	-111.133	-454.825	11,1	25,5

Obs.: Y = Latitude (°); X = Longitude (°). Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Observa-se que as menores vazões são registradas nos meses de julho a setembro e as maiores de dezembro a março. Abaixo estão apresentadas as variações nas vazões específicas nas Bacias Hidrográficas no período monitorado:

- Bacia do rio Tocantins: entre 9,1 a 11,8 L/s km²;
- Bacia do Parnaíba:
 - Paraibinha: 14,7 L/s km²;
 - Gurguéia: 2,1 L/s km²;
- Bacias do Carinhanha e Corrente: 6 a 9,8 L/s km²;
- Bacia do Grande:
 - do Nado (afluente do São Desidério): 0,2 L/s km²;
 - Ribeirão dos Bois (afluente do rio das Fêmeas): 0,5 L/s km²;
 - Branco: 2,5 a 3,4 L/s km²;

- Grande, Fêmeas e Preto: 6,7 a 7,0 L/s km².

5.4.1. Análise da Curva de Permanência

A partir das séries de vazões foram determinadas as curvas de permanência de vazões médias diárias das estações, apresentadas na Tabela 10; é possível verificar a capacidade de regularização natural do aquífero indicando uma pequena variação entre as vazões máximas e as vazões mínimas registradas.

Tabela 10 – Vazões características das estações fluviométricas

CÓDIGO	PERÍODO	AD (km ²)	QMLT (m ³ /s)	Q50%	Q90%	Q95%	Qesp (L/skm ²)
22560000	2014/2020	2.085	19,9	17,4	12,6	12	7,01
22662000	2014/2020	10.579	129	111	84,6	80,1	12,19
22665000	2014/2020	1.931	18,6	15,8	13,9	13,4	9,63
34001000	2014/2020	825	11,3	9,96	8,6	8,38	13,7
34228000	2014/2020	1.004	2,03	1,2	0,807	0,704	2,02
45120000	2014/2019	4.207	30,7	26,9	21,2	20,1	7,3
45125000	2014/2019	5.375	32,7	28,5	24,3	23,6	6,08
45155500	2014/2020	3.306	32,2	30,5	26,5	25,5	9,74
45765000	2014/2020	4.366	33,8	30,2	27,5	27	7,74
46410000	2015/2020	2.486	14,7	12,4	10,1	9,69	5,91
46438000	2014/2020	3.149	22,1	20,6	17,5	17,1	7,02
46439000	2014/2020	545	0,172	0	0	0	0,316
46470000	2014/2020	2.629	0,49	0,316	0,077	0,036	0,186
46555800	2013/2020	1.768	5,86	5,35	4,58	4,4	3,31
46572000	2013/2020	514	1,24	1,1	0,922	0,889	2,41
46780800	2014/2020	2.089	13,3	12,9	11,6	11,5	6,37

Obs.: AD = Área de Drenagem (km²); QMLT = Vazão de Média Longo termo.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

A partir dos dados apresentados na Tabela 10 e das curvas de permanência, disponíveis no Anexo XI, também é possível verificar a grande capacidade de regularização natural do aquífero através da pequena variação entre as vazões máximas e as vazões mínimas registradas:

- Nas estações localizadas na sub-bacia 22, que drenam para o rio Tocantins, a razão entre a Q10% e a Q50% variou entre 1,60 a 1,89, já a razão entre Q50% e Q95% entre 1,18 a 1,45, o que comprova a capacidade de regularização;

- Nas estações localizadas na sub-bacia 34, que drena para o rio Parnaíba, a razão entre a Q10% e a Q50% variou entre 1,45 a 2,62 e a razão entre a Q50% e Q95% variou entre 1,19 a 1,70, o que mostra que esta bacia tem a capacidade de regularização em alguns pontos;
- Nas estações localizadas na sub-bacia 45, que drena para o rio São Francisco, a razão entre Q10% e Q50% é da ordem de 1,28 a 1,68, já a razão entre Q50% e Q95% entre 1,12 e 1,34, comprovando a capacidade de regularização do aquífero.
- Nas estações localizadas na sub-bacia 46, que drena para o rio São Francisco, a razão entre Q10% e Q50% é da ordem de 1,26 a 1,88, já a razão entre Q50% e Q95% entre 1,12 e 1,28, comprovando a capacidade de regularização do aquífero. Mas nesta sub-bacia ocorreram exceções:
 - 46439000 – Ribeirão dos Bois: Não foi possível calcular onde as vazões Q50% e Q95% são iguais à zero (0) e que está localizada na sub-bacia do rio das Fêmeas, afluente do rio Grande, com presença de agricultura irrigada a montante.
 - 46470000 – Canabravão: localizada no rio São Desidério e apresentou valores mais elevados, pois a razão entre a Q10% e a Q50% é da ordem de 3,22 e a razão entre a Q50% e Q95% é da ordem de 8,8, o que é um indicativo da baixa capacidade de regularização natural neste ponto.

5.4.2. Identificação de Regiões Homogêneas pela Curva de Permanência Adimensionalizada

As curvas de permanência das vazões diárias adimensionalizadas pela vazão média de longo termo foram traçadas e, considerando as formas definidas, foram comparadas com os agrupamentos definidos no estudo de Caracterização Hidrológica do Aquífero Urucuia com Base em Dados Secundários, que compreendeu a análise da série histórica das estações da Rede Hidrometeorológica Nacional (CPRM, 2019a) no qual foram identificadas 22 regiões homogêneas.

Para comparação entre as regiões homogêneas identificadas em CPRM (2019a), as séries das estações fluviométricas da RHUrucuia foram utilizadas

independentemente do tamanho, sendo todas adimensionalizadas pela respectiva vazão média de longo termo.

Os resultados mostraram que as estações de RHUrucuia, localizadas na Região Hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia, que são 22560000 - Chácara Alecrim, 22662000 - Barra do Caracol e 22665000 - Chácara Rio Preto, apresentam formas semelhantes às estações da Região 20 (Figura 14). Logo, a curva de permanência adimensionalizada média pode ser utilizada para definir as vazões nas áreas de drenagem dessas estações.

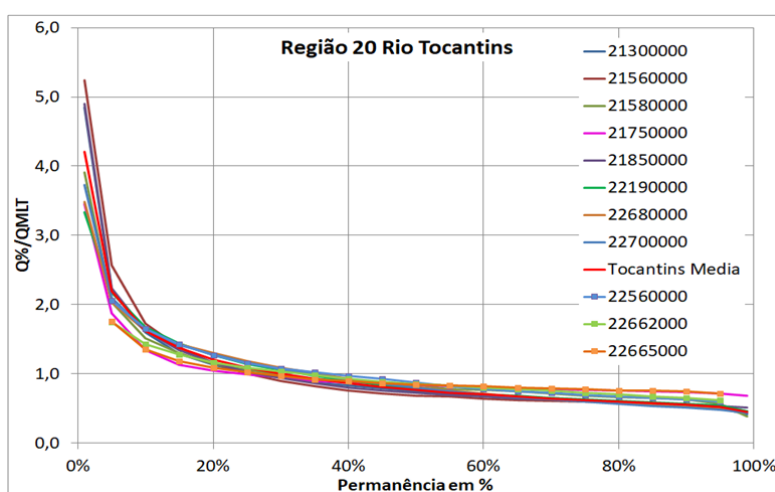


Figura 14 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 20 com inserção das curvas das estações da RHUrucuia na bacia do rio Tocantins

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Com relação às estações da RHUrucuia localizadas na bacia do rio Parnaíba, 34001000 – Porto Alegre e 34228000 - Barroço, as curvas de permanência apresentaram uma forma totalmente diferente das formas das regiões 21 e 22 (CPRM, 2019a), como pode ser observado na Figura 15. Isto ocorreu devido à área de drenagem, dessas estações, estarem inseridas quase que totalmente sobre o platô do aquífero Urucuia (94% da área de Porto Alegre e 75% de Barroço), diferente das estações 34020000 – Alto Parnaíba, onde apenas 33% da área de drenagem estão sobre o platô, e 34230000 – Contrato, situada totalmente fora do platô, ambas utilizadas para definir as regiões 21 e 22 (CPRM, 2019a). Ou seja, todas estas estações têm características geológicas diferentes, como mostra a Figura 16.

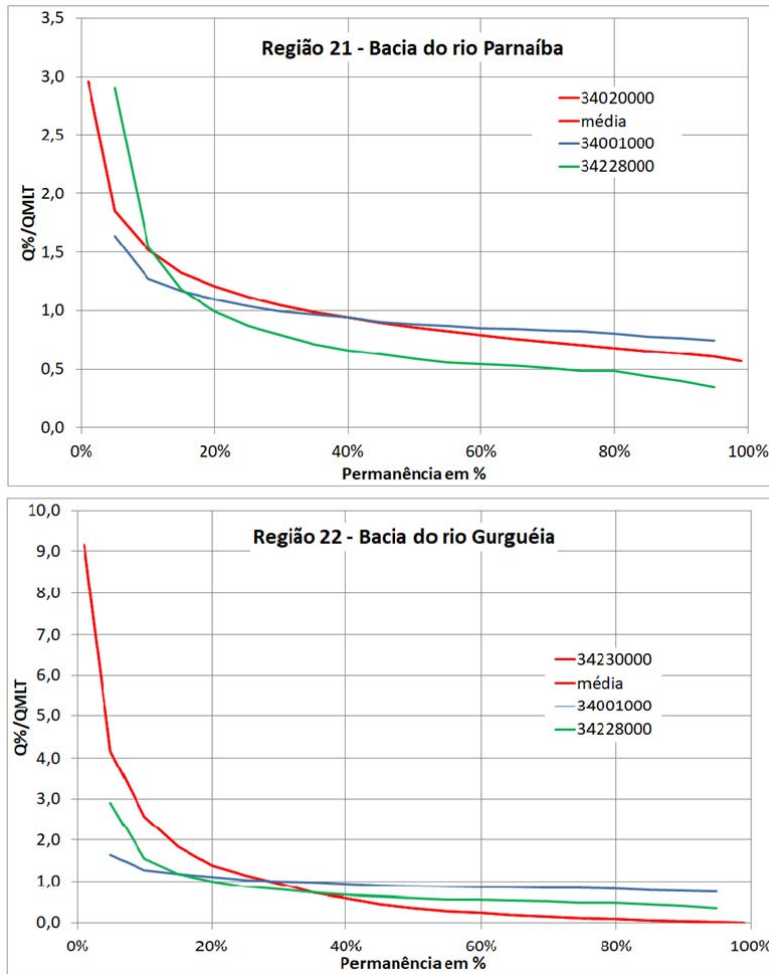


Figura 15 – Curvas de Permanência adimensionalizadas das Regiões 21 e 22 com inserção das curvas das estações da RHUrucua na bacia do rio Parnaíba
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

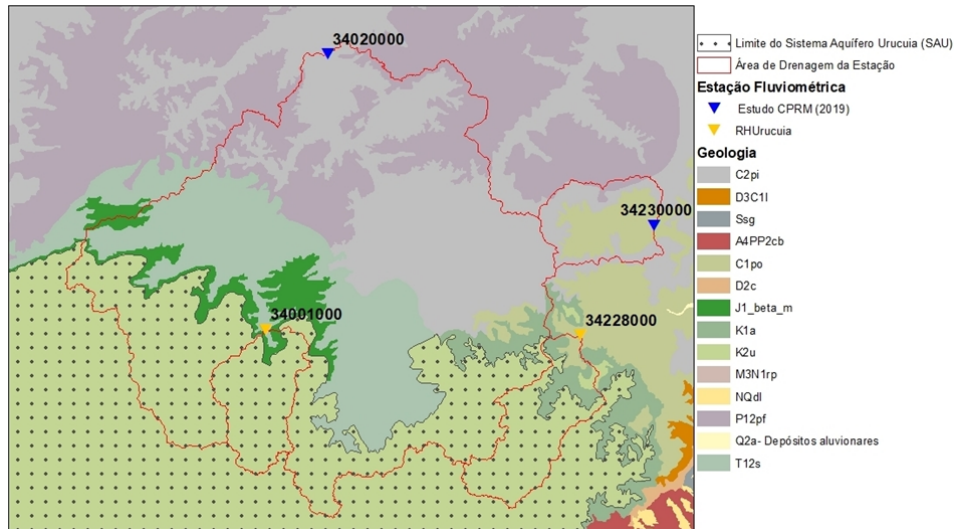


Figura 16 – Geologia das estações na bacia do rio Parnaíba
Fonte: Adaptado de CRPM (2004).

Para a estação 45120000 - Sumidor das Gaitas, a forma curva de permanência adimensionalizada se ajustou melhor a Região 1 da bacia do rio Carinhanha, como se pode observar na Figura 17. Entretanto, a estação 45125000 - Vereda Grande que fica a jusante e também no rio Carinhanha se não se ajustou a mesma Região (Figura 17), talvez pela localização da estação que está no início da descida do platô do Urucuia ou pode ser devido ao tamanho da série. E, por isso, a vazão neste pode deve ser monitorado por mais tempo, para caracterizar melhor comportamento das desta estação.

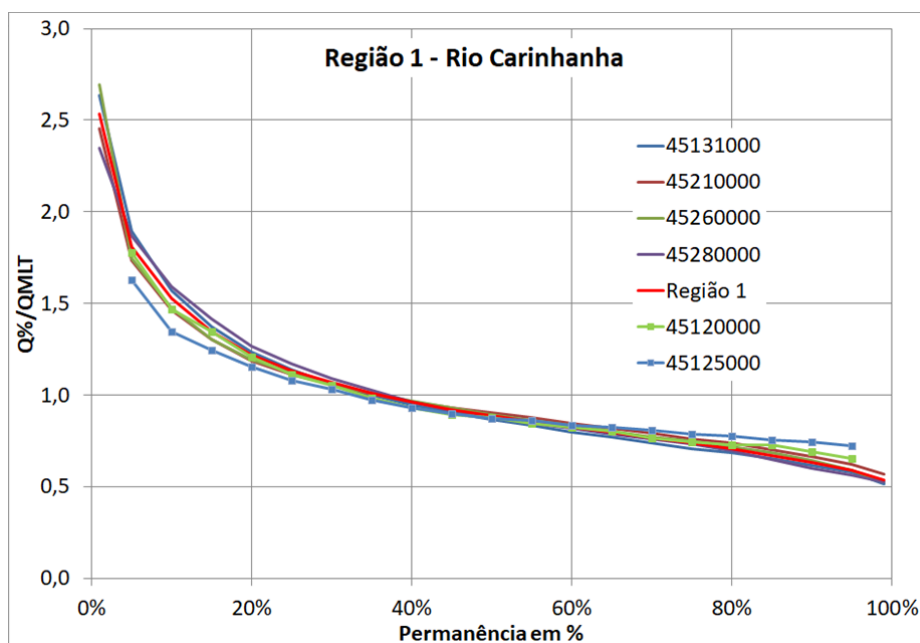


Figura 17 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 1 com inserção das curvas das estações 45120000 - Sumidor das Gaitas e 45125000 - Vereda Grande da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Outra estação que a curva de permanência adimensionalizada apresentou forma diferente das observadas nas estações de montante e de jusante foi à estação 45155500 - Santa Luzia, pois as estações a montante (45155000 – Fazenda Velha) e a jusante (45170000 – Fazenda Porto Alegre) estão agrupadas na Região 2. Ou seja, como pode ser observado na Figura 18, à parte baixa de 60 a 100% de permanência da curva de Santa Luzia apresentou um comportamento diferente. Entretanto, no inventário de dados da ANEEL, consta a Pequena Central Hidrelétrica – PCH Vereda (PCHPHBA048730-9-01), sem operação, a montante da estação de Santa Luzia e sua curva se ajustou melhor a Região 8 da Bacia do rio Pratudão, afluente do rio Formoso (sub-bacia

do rio Corrente), e onde está instalada a estação 45850000 – Fazenda Nova Esperança, que fica a jusante da Central Geradora Hidrelétrica – CGH Girassol (CGHPHBA030426-3), como pode ser observado na Figura 19. Portanto, é preciso analisar melhor a série de dados para melhorar a caracterização do comportamento das vazões dessa estação.

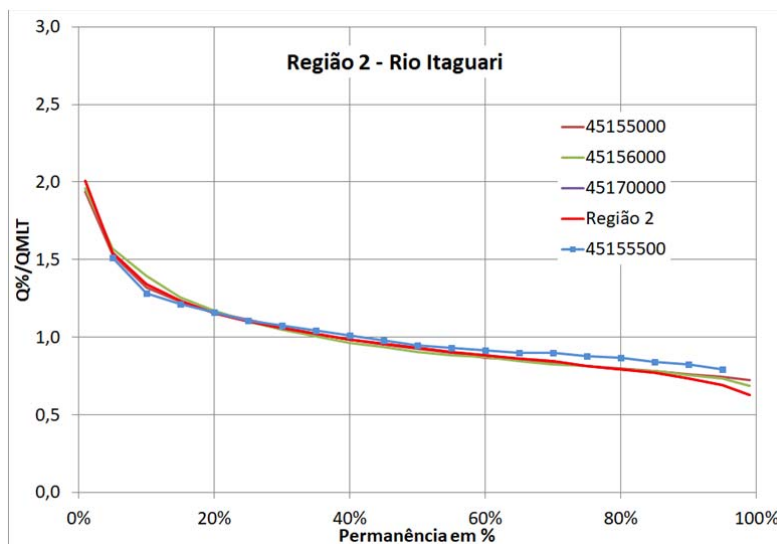


Figura 18 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 2 com inserção da curva da estação 45155500 - Santa Luzia da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

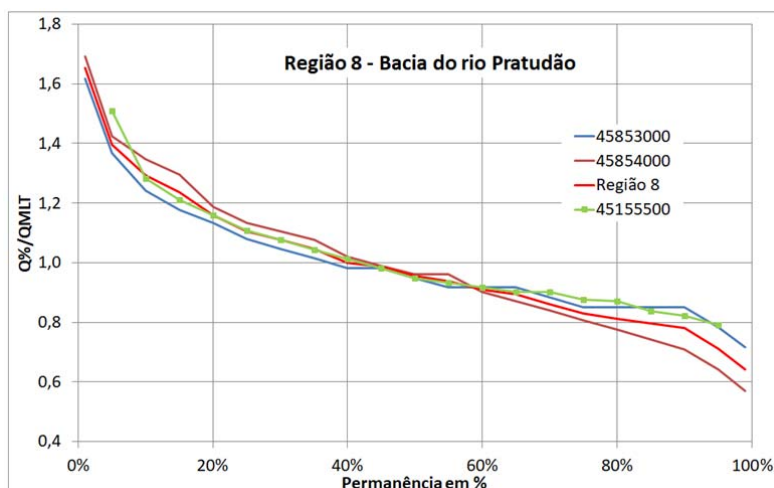


Figura 19 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 8 com inserção da curva da estação 45155500 - Santa Luzia da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

A forma da curva de permanência adimensionalizada da estação 45765000 - Fazenda Mombim não se ajustou a nenhuma das regiões definidas no estudo de CPRM (2019a). As estações de montante e de jusante, também instaladas no rio Arrojado, foram agrupadas na Região 6, mas ela não apresentou a mesma forma como é possível observar na Figura 20. A área tem muita influência da agricultura anual e perene, mas também é onde está localizada a maior área com floresta plantada (Figura 21) no platô do aquífero Urucuia, de acordo as informações do projeto MapBiomias (MapBiomias, 2019).

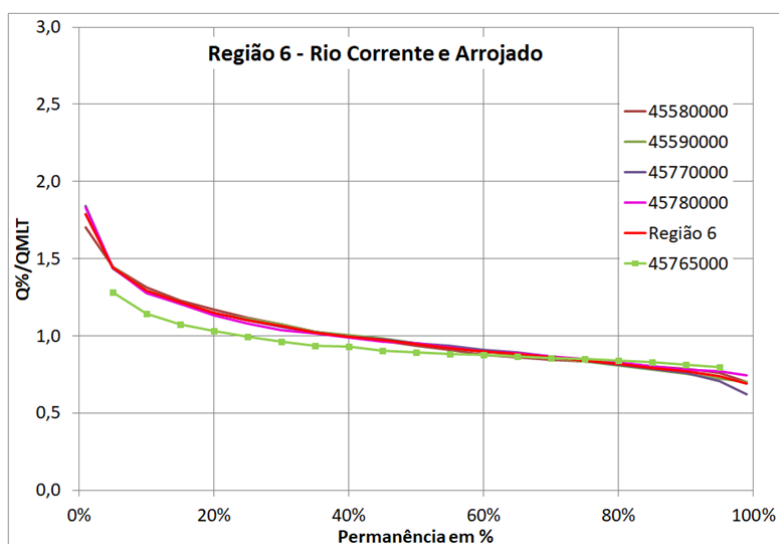


Figura 20 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 6 com inclusão da curva da estação 45765000 - Fazenda Mombim da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

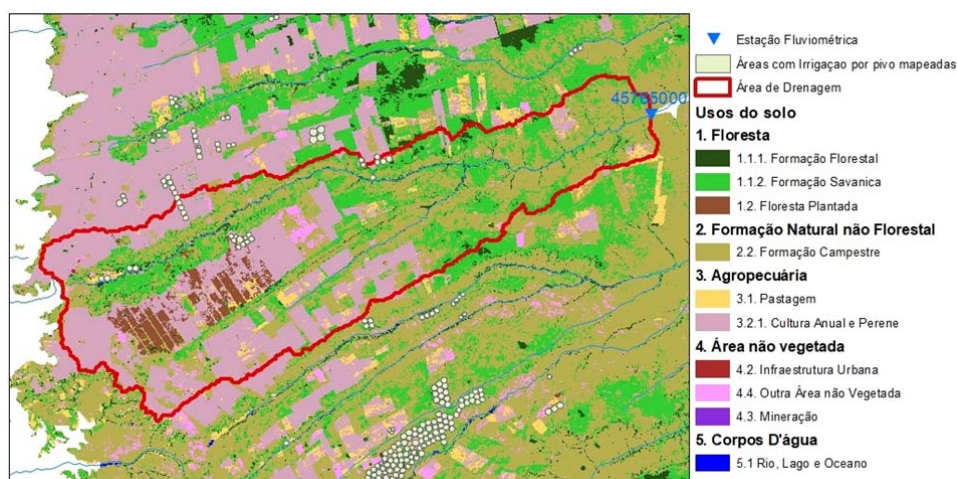


Figura 21 – Mapa de uso do solo na área de drenagem da estação 45765000 - Fazenda Mombim, montando a partir da informação do Projeto MapBiomias.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Para a estação 46410000 – Batalha ocorreu à mesma situação, pois a forma da curva de permanência adimensionalizada não se ajustou a nenhuma regiões definidas no estudo citado anteriormente. Ou seja, as estações instaladas na calha do rio Grande, que ficam a montante e a jusante da estação de Batalha, foram agrupadas na Região 12, mas ela não apresentou a mesma forma (figura 22). A área de drenagem também tem grande influência da agricultura anual e perene (MapBiomias, 2019), com uso do pivô central para a irrigação em grandes áreas bem a montante da estação (Figura 23), de acordo as informações do mapeamento de áreas irrigadas (ANA, 2019).

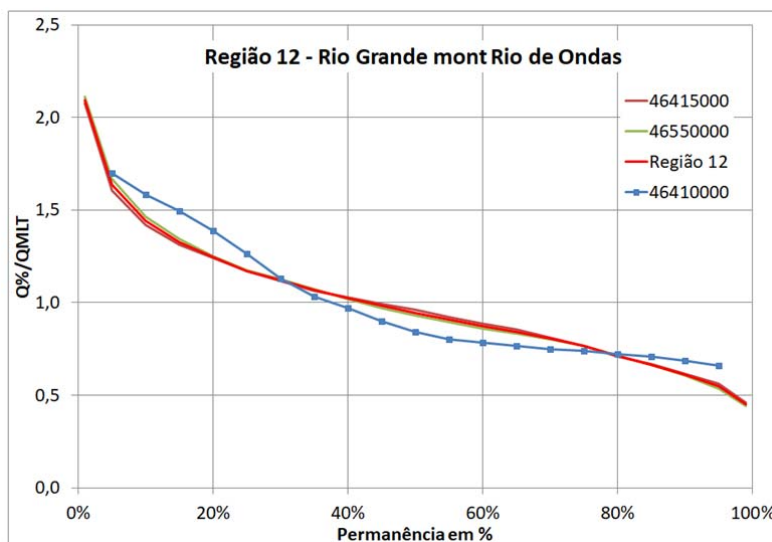


Figura 22 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 12 com inclusão da curva da estação 46410000 – Batalha da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

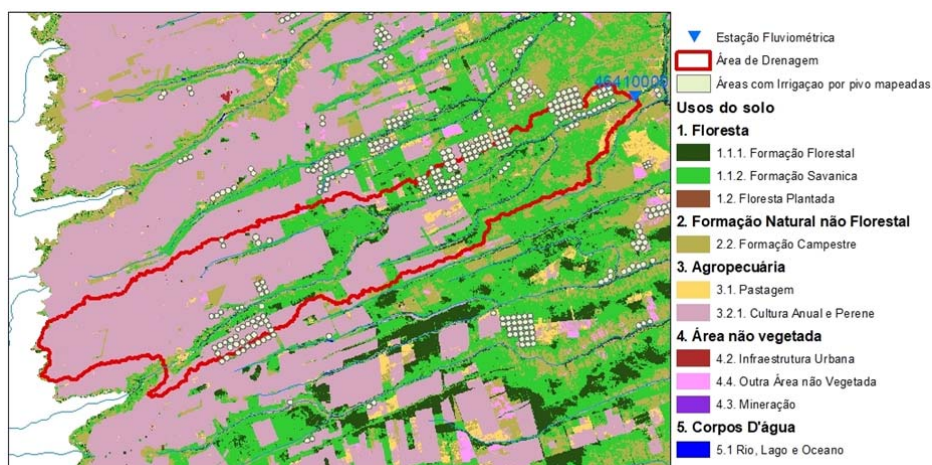


Figura 23 – Mapa de uso do solo na área de drenagem da estação 46410000 – Batalha.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

A forma da curva de permanência adimensionalizada da estação 46438000 - Retiro apresentou forma igual às demais curvas da Região 9, onde estão as demais estações da bacia do rio das Fêmeas, como pode ser observado na Figura 24.

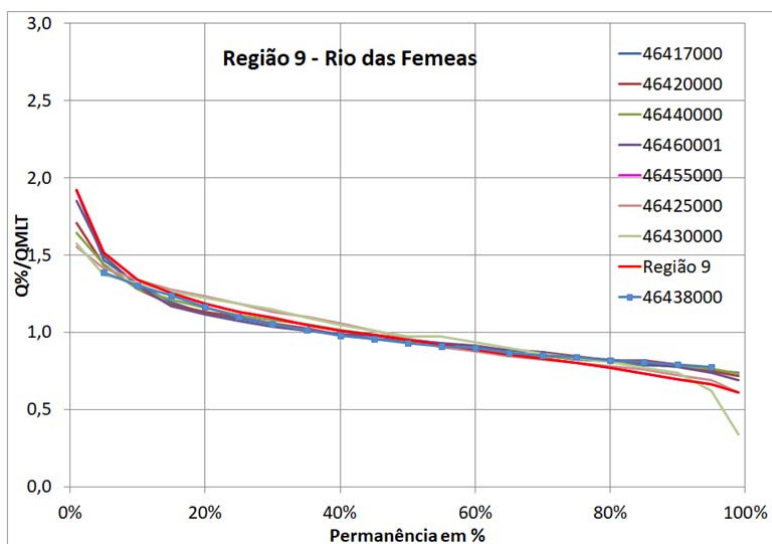


Figura 24 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 9 com inclusão da curva da estação 46438000 - Retiro da RHUrucua na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Entretanto, a estação 46439000 - Ribeirão dos Bois, também instalada no afluente do rio das Fêmeas, apresentou ao longo do período monitorado vários meses com vazão igual à zero, comportamento muito diferente dos demais pontos monitorados do aquífero. Fato que gerou uma curva de permanência adimensionalizada muito diferente das demais curvas definidas (Figura 25).

Na área de drenagem da estação 46439000 - Ribeirão dos Bois existem dois pontos de monitoramento da rede RIMAS (CPRM, 2019b), cujos níveis freáticos são inferiores a 15 m (Figura 25). Vieira (2021) analisou os dados diários dos poços da RIMAS locados no aquífero Urucua e não observou correlação da precipitação com os níveis mais rasos (inferiores a 15 m), sugerindo que esses poços indicavam uma condição de artesianismo do aquífero semiconfinado, no qual a presença de níveis silicificados em profundidade causaria atraso na infiltração e limitando a correlação entre chuva e recarga, o que poderia explicar os comportamentos hidrológicos distintos observados nas estações fluviométricas. Destaca-se ainda a existência de 12

áreas mapeadas, com uso de irrigação por pivô central, próximas a calha do rio (Figura 26), as quais podem também estar inferindo nas vazões.

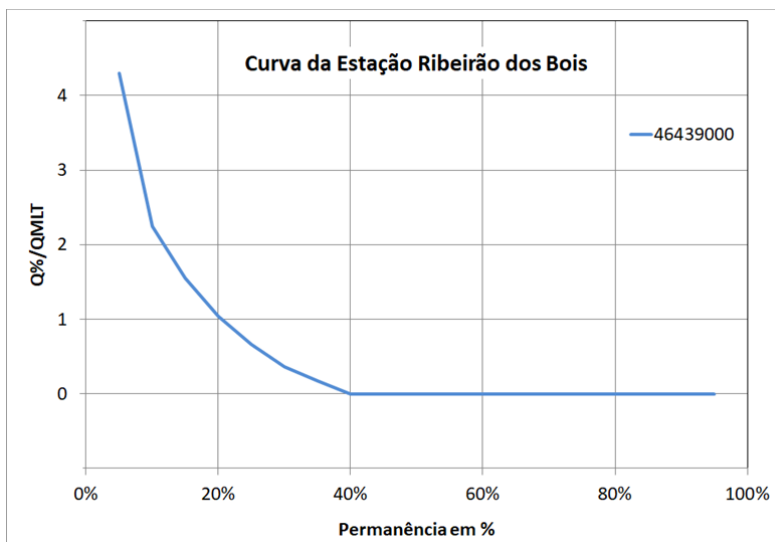


Figura 25 – Curvas de Permanência adimensionalizadas da curva da estação 46439000 - Ribeirão dos Bois da RHUrucuia na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

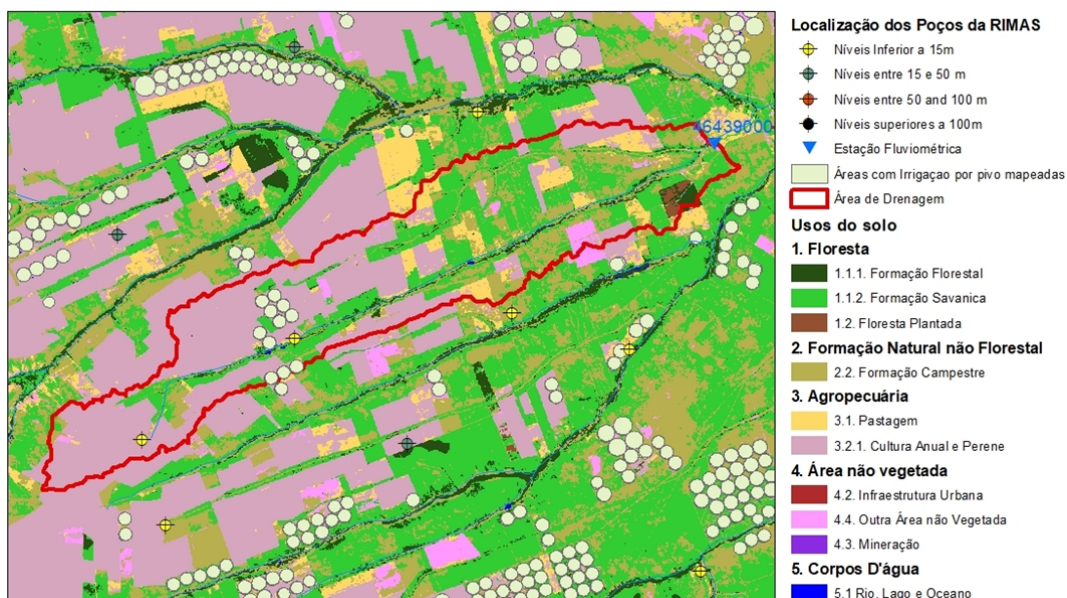


Figura 26 – Mapa de uso do solo na área de drenagem da 46439000 - Ribeirão dos Bois, montando com informações de vários projetos (ANA and EMBRAPA, 2019; CPRM, 2019b; MapBiomias, 2019).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

A estação 46470000 – Canabravão está localizada a montante da estação 46490000 - Fazenda Coqueiro, que já apresentou um comportamento diferente e uma curva de permanência adimensionalizada distinta, que sozinha definiu a Região 13 - Bacia do rio São Desidério. Entretanto a curva de permanência adimensionalizada da estação Canabravão também não apresentou forma semelhante à da Fazenda Coqueiro (Figura 27). Isto pode estar ocorrendo devido à localização desta sub-bacia em uma área do aquífero que é considerada um local onde não há ou é muito restrito o armazenamento de água, pois não observa-se desempenho da função reguladora das vazões das drenagens superficiais (Gaspar and Campos, 2007).

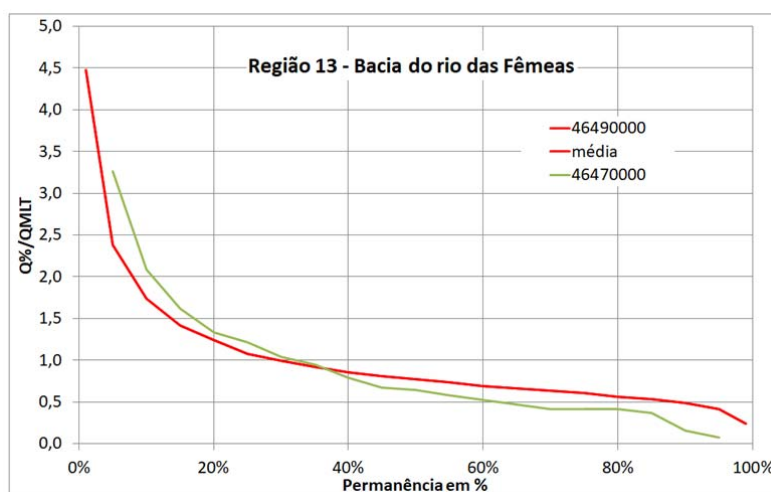


Figura 27 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 13 com inserção da curva da estação 46470000 – Canabravão da RHUrucua na bacia do rio São Francisco
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Para a estação 46555800 - Nova Vista, a forma curva de permanência adimensionalizada se ajustou melhor a Região 17 da bacia do rio Branco, em consonância com a estação 46560000 que fica mais a jusante, como se pode observar na Figura 28.

A curva de permanência adimensionalizada da estação 46572000 - Fazenda Santa Maria também se ajustou melhor a Região 17 da bacia do rio Branco (Figura 28), mostrando que apesar do Rio Ponta-d'água ser um afluente do rio de Janeiro, o comportamento das vazões nesta área de drenagem é semelhante ao comportamento das vazões do Branco, antes e após a confluência com rio de Janeiro.

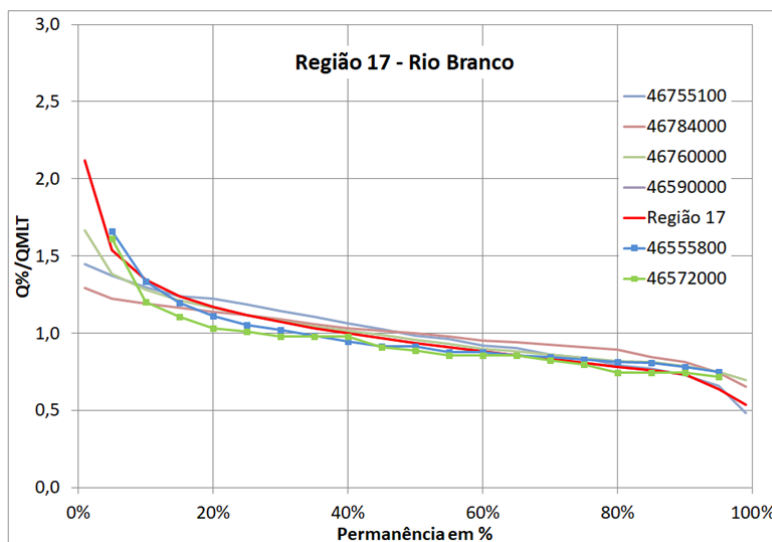


Figura 28 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 17 com inserção das curvas das estações 46555800 - Nova Vista e 46572000 - Fazenda Santa Maria, ambas da RHUruçua na bacia do rio São Francisco.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Por último, analisando a estação 46780800 - Ponte Riachão, apresentou uma forma da curva de permanência adimensionalizada compatível com a Região 19, que corresponde às vazões das estações que estão na calha do rio Riacho, onde a mesma está instalada (Figura 29).

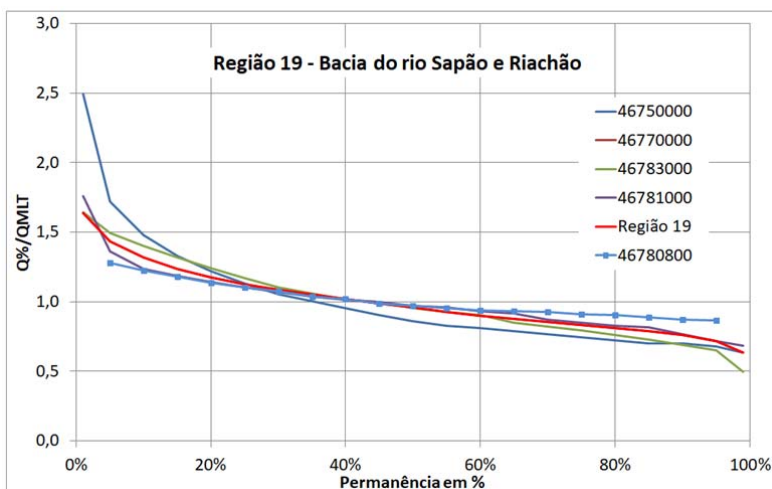


Figura 29 – Curvas de Permanência adimensionalizadas agrupadas na Região 19 com inserção da curva da estação 46780800 - Ponte Riachão da RHUruçua na bacia do rio São Francisco

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

5.5. SEPARAÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DO SUBTERRÂNEO

As estações fluviométricas utilizadas para o cálculo da separação do escoamento de base estão listadas na Tabela 11. O período de dados analisados iniciou em 2013/2014 até 2019/2020, totalizando entre 6 e 7 anos de dados de vazões para cada estação fluviométrica. As áreas de drenagem das bacias hidrográficas delimitadas a partir das estações fluviométricas variaram de 514 km² (46572000 – Fazenda Santa Maria) a 10.578 km² (22662000 – Barra do Caracol).

Tabela 21 – Estações fluviométricas utilizadas no cálculo do escoamento de base.

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km ²)	Período de Dados Fluviométricos
22560000	Chácara Alecrim	-10,1819	-46,6675	2.085	2014/2020
22662000	Barra do Caracol	-10,0994	-47,0519	10.579	2014/2020
22665000	Chácara Rio Preto	-10,5878	-46,4136	1.931	2014/2020
34001000	Porto Alegre	-9,8644	-46,1006	825	2014/2020
34228000	Barrocão	-9,8819	-45,2328	1.004	2014/2020
45120000	Sumidor das Gaitas	-14,7433	-45,1425	4.207	2014/2019
45125000	Vereda Grande	-14,4956	-44,8058	5.375	2014/2019
45155500	Santa Luzia	-14,1761	-44,7561	3.306	2014/2020
45765000	Fazenda Mombim	-13,6328	-45,0064	4.366	2014/2020
46410000	Batalha	-12,7486	-45,1353	2.486	2015/2020
46438000	Retiro	-12,4692	-45,2706	3.149	2014/2020
46439000	Ribeirão dos Bois	-12,5011	-45,2956	545	2014/2020
46470000	Canabravão	-12,4208	-44,8453	2.629	2014/2020
46555800	Nova Vista	-11,7478	-45,2300	1.768	2013/2020
46572000	Fazenda Santa Maria	-11,9131	-45,3572	514	2013/2020
46780800	Ponte Riachão	-11,1133	-45,4825	2.089	2014/2020

Elaborado pelo Autor (2021)

Nas Figuras 30 e 31 estão apresentadas as localizações das 16 bacias hidrográficas utilizadas neste estudo com a altimetria (MIRANDA, 2021) e hidrogeologia elaborado pelo SGB/CRRM (DINIZ et al., 2014). Para análise e comparação dos resultados foram utilizados os valores de precipitação média e evapotranspiração real média na área das bacias hidrográficas, obtidos a partir dos dados de satélite CHIRPS e SSEBop, respectivamente.

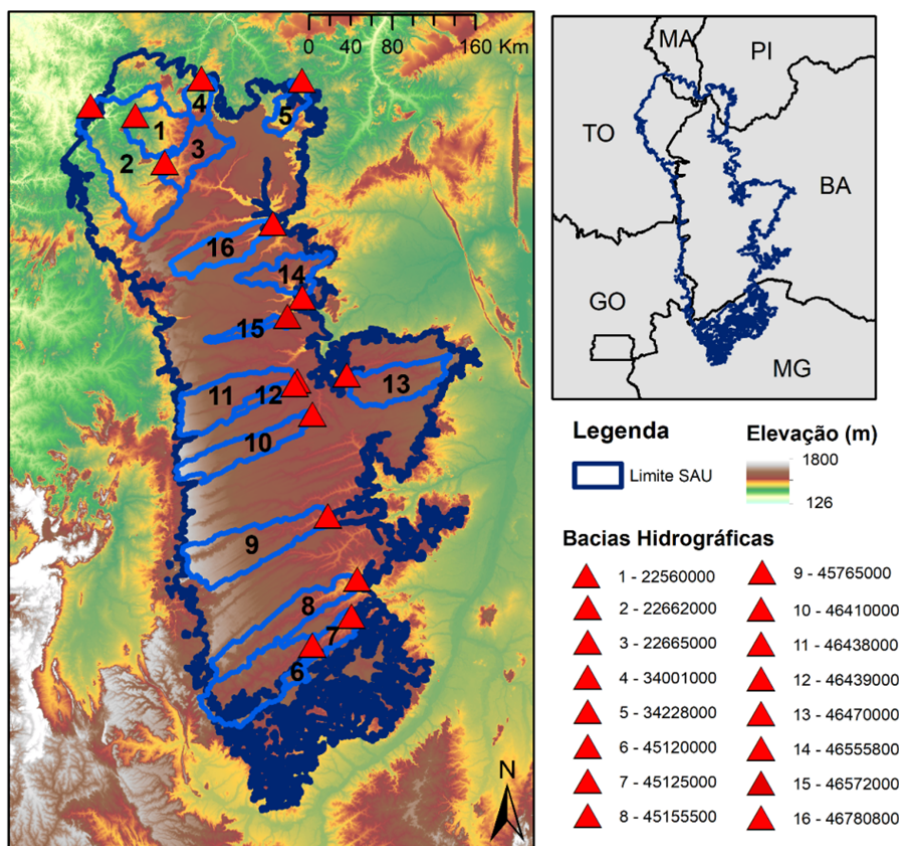


Figura 30 – Localização das áreas de drenagem das estações, sobre o Modelo Numérico de Elevação elaborado pela EMBRAPA (MIRANDA, 2021)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

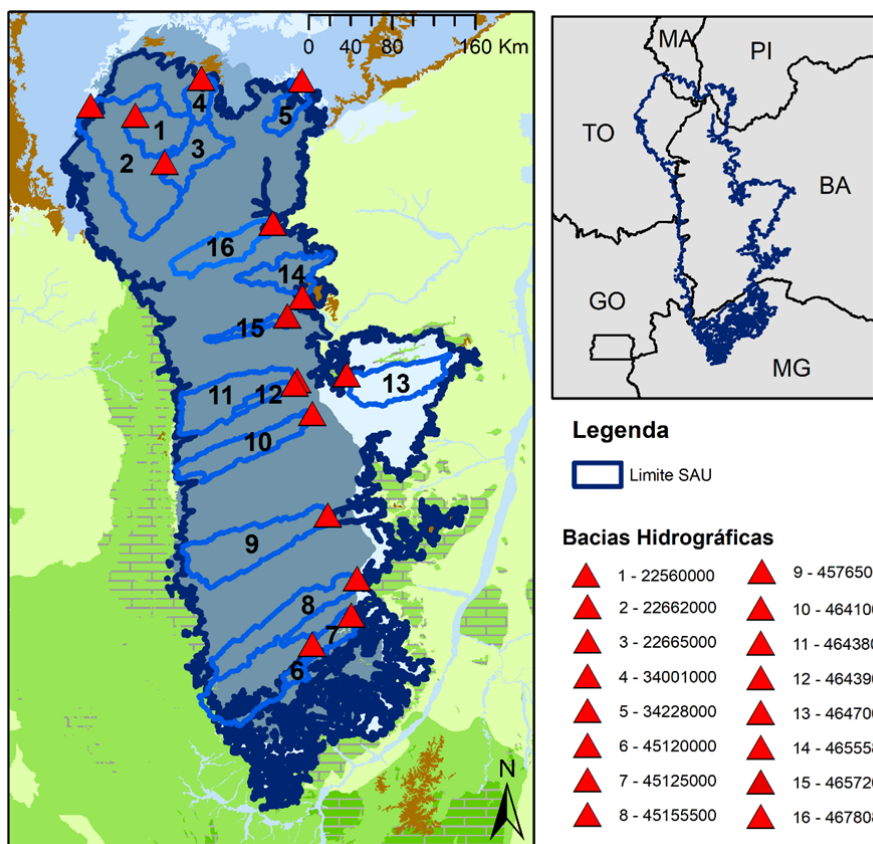


Figura 31 – Localização das áreas de drenagem, sobre o mapa hidrogeológico elaborado pelo SGB-CPRM (DINIZ et al., 2014)
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Na Tabela 12 estão apresentados os parâmetros utilizados na separação de escoamento de base com filtro digital recursivo de Eckhardt.

Das 16 estações fluviométricas analisadas percebe-se que a relação das vazões Q_{90}/Q_{50} variou de 0,67 a 0,91 em 14 estações, o menor valor observado foi 0,24 na estação 46470000 – Canabravão; a estação 46439000 – Ribeirão dos Bois apresentou valores de Q_{90} e Q_{50} iguais à zero, o que não permitiu realizar a separação de escoamento.

Os valores do parâmetro BFI_{max} seguiram o mesmo comportamento das razões Q_{90}/Q_{50} , sendo observado uma variação entre 0,78 a 0,97 em 14 estações fluviométricas, e 0,42 na estação 46470000 – Canabravão; os valores observados nas 14 estações estão próximos ao valor sugerido por Eckhardt (2005), apresentados na Tabela 7, para condições de rios perenes em aquíferos

porosos (0,80), enquanto que o valor observado na estação 46470000 aproxima-se da condição sugerida para rios efêmeros em aquíferos porosos.

Tabela 12 – Resultado aplicação do filtro de Eckhardt

Código	Estação	Área de Drenagem (km ²)	Q90/Q50	BFImax	Qb/QMLT
22560000	Chácara Alecrim	2.085	0,72	0,82	0,74
22662000	Barra do Caracol	10.579	0,76	0,85	0,76
22665000	Chácara Rio Preto	1.931	0,88	0,95	0,85
34001000	Porto Alegre	825	0,86	0,93	0,85
34228000	Barrocão	1.004	0,67	0,78	0,48
45120000	Sumidor das Gaitas	4.207	0,79	0,87	0,80
45125000	Vereda Grande	5.375	0,85	0,93	0,85
45155500	Santa Luzia	3.306	0,870	0,94	0,91
45765000	Fazenda Mombim	4.366	0,91	0,97	0,90
46410000	Batalha	2.486	0,82	0,89	0,77
46438000	Retiro	3.149	0,85	0,92	0,88
46439000	Ribeirão dos Bois	545	-	-	-
46470000	Canabravão	2.629	0,24	0,42	0,38
46555800	Nova Vista	1.768	0,86	0,93	0,87
46572000	Fazenda Santa Maria	514	0,84	0,91	0,81
46780800	Ponte Riachão	2.089	0,90	0,96	0,95

Elaborado pelo Autor (2021)

Na Figura 32 é apresentada a relação entre as vazões Q90/Q50 (adimensional) e a área de drenagem das bacias hidrográficas, com destaque para as estações 46470000 – Canabravão e 22662000 – Barra do Caracol, as quais apresentaram comportamentos distintos das demais. Nas Figuras 33 e 34 estão apresentadas as espacializações das razões Q90/Q50 e do parâmetro BFImax.

As relações entre a vazão de base e a vazão média de longo período (Qb/QMLT) estão apresentadas na Tabela 12; observa-se que as razões variaram entre 0,38 a 0,95 da vazão média de longo período, sendo os menores valores observados 0,38 (46470000 – Canabravão) e 0,48 (34228000 – Barrocão), e os maiores valores observados 0,95 (46780800 – Ponte Riachão), 0,91 (45155500 – Santa Luzia) e 0,90 (45765000 – Fazenda Mombim).

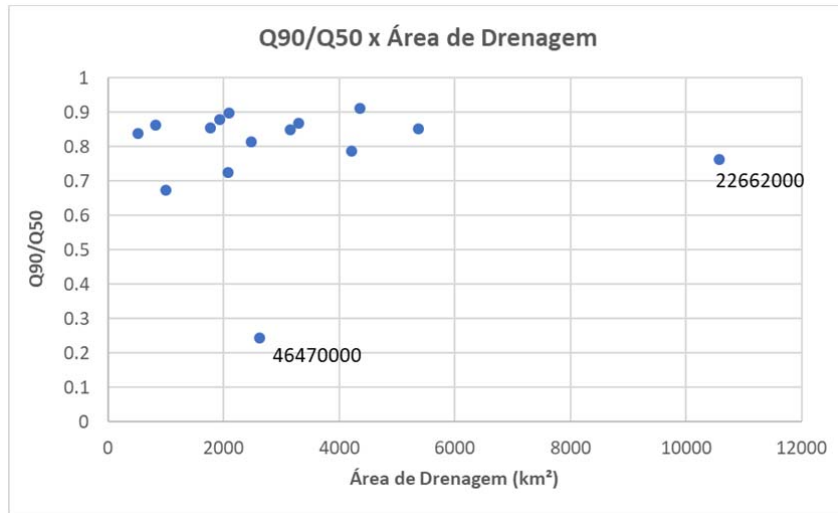


Figura 32 – Relação entre a razão das vazões Q90/Q50 e a área de drenagem das bacias hidrográficas

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

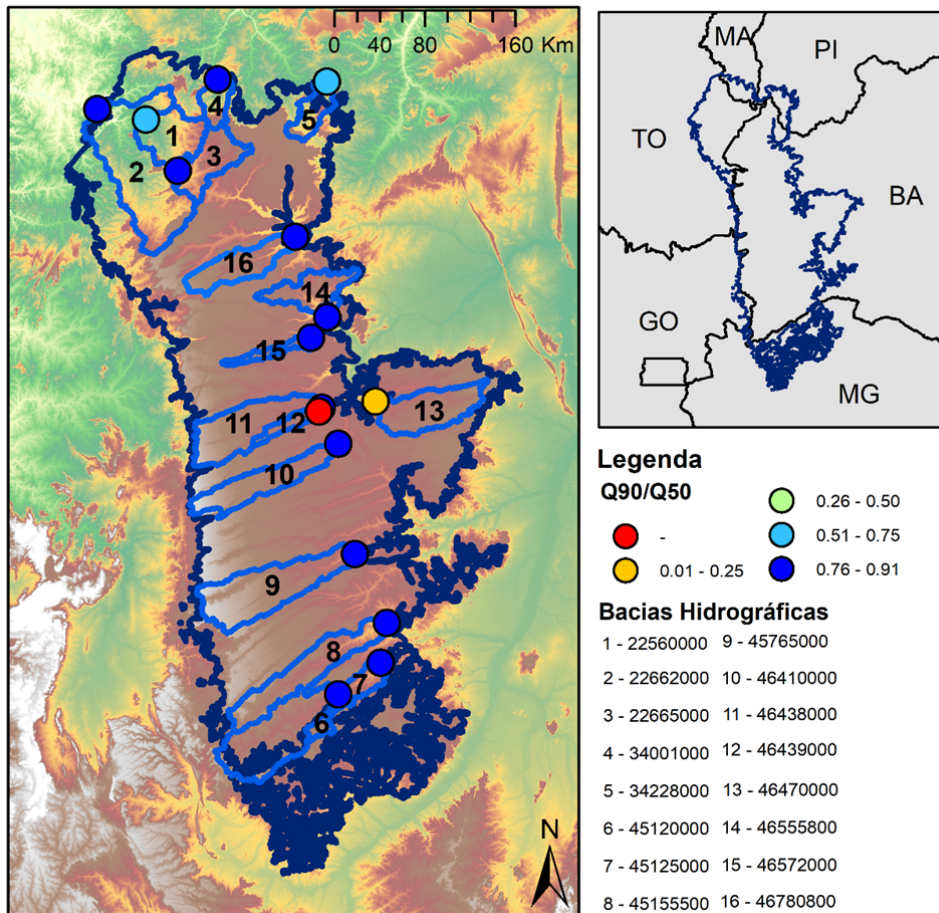


Figura 33 – Espacialização da razão das vazões Q90/Q50.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

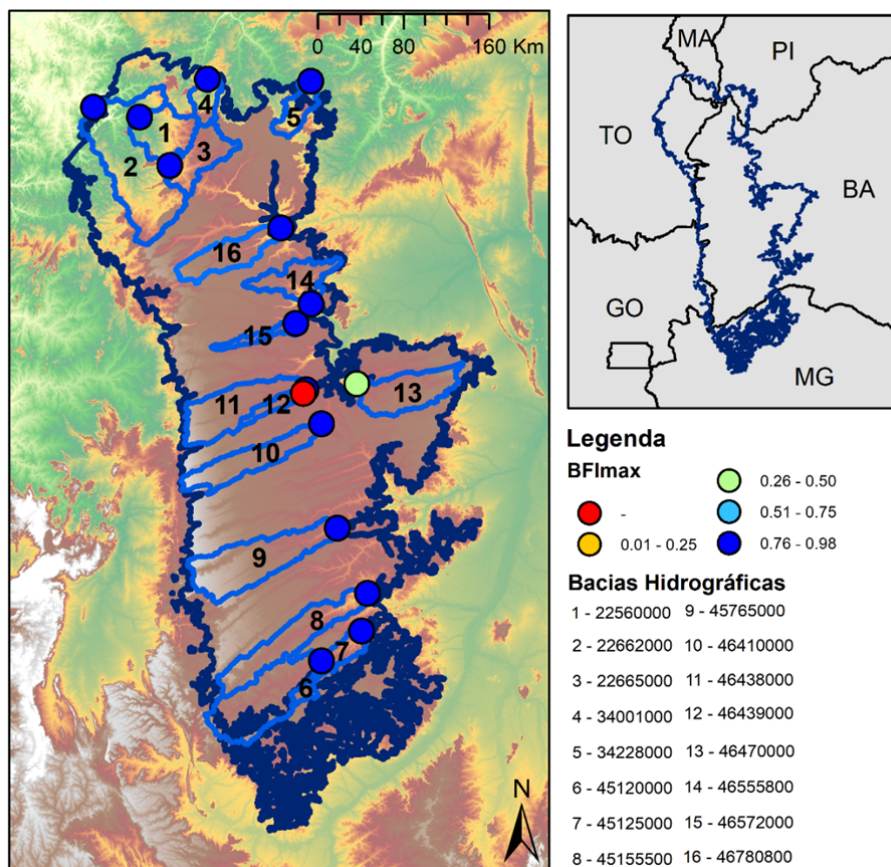


Figura 34 – Espacialização do parâmetro BFI_{max}.
Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Na tabela 13 e na Figura 35 são apresentados os resultados da análise dos dados hidrológicos vazão e vazão de base, precipitação e evapotranspiração para todas as estações fluviométricas analisadas.

Observa-se que as precipitações médias variaram de 892 mm/ano (46470000 – Canabravão) a 1.394 mm/ano (226620000 – Barra do Caracol), com valor médio das 16 bacias hidrográficas em 1.102 mm/ano.

A evapotranspiração média anual variou de 545 mm/ano (226620000 – Barra do Caracol) a 918 mm/ano (46470000 - Canabravão), com valor médio igual a 674 mm/ano. Observou-se que a relação ETR/P variou de 39% a 77%, com exceção da bacia de Canabravão, cujo valor de ETR/P foi 103%, indicando que a evapotranspiração é superior à precipitação nesta bacia.

Tabela 33 – Resultado da Análise dos Dados Hidrológicos (em mm/ano).

CÓDIGO	Q	Qb	P	ETR	Qb/Q	Q/P	ETR/P
22560000	301	223	1.358	586	74%	22%	43%
22662000	385	294	1.394	545	76%	28%	39%
22665000	304	257	1.235	596	85%	25%	48%
34001000	432	367	1.234	691	85%	35%	56%
34228000	64	31	1.003	765	48%	6%	76%
45120000	230	183	943	721	80%	24%	76%
45125000	192	163	927	714	85%	21%	77%
45155500	307	279	912	597	91%	34%	65%
45765000	244	219	1.095	579	90%	22%	53%
46410000	186	144	1.125	701	77%	17%	62%
46438000	221	194	1.162	600	88%	19%	52%
46439000	10	-	1.082	687	-	1%	64%
46470000	5,9	2,2	892	918	38%	1%	103%
46555800	105	91	1.021	774	87%	10%	76%
46572000	76	62	1.101	675	81%	7%	61%
46780800	201	190	1.154	641	95%	17%	56%

Elaborado pelo Autor (2021)

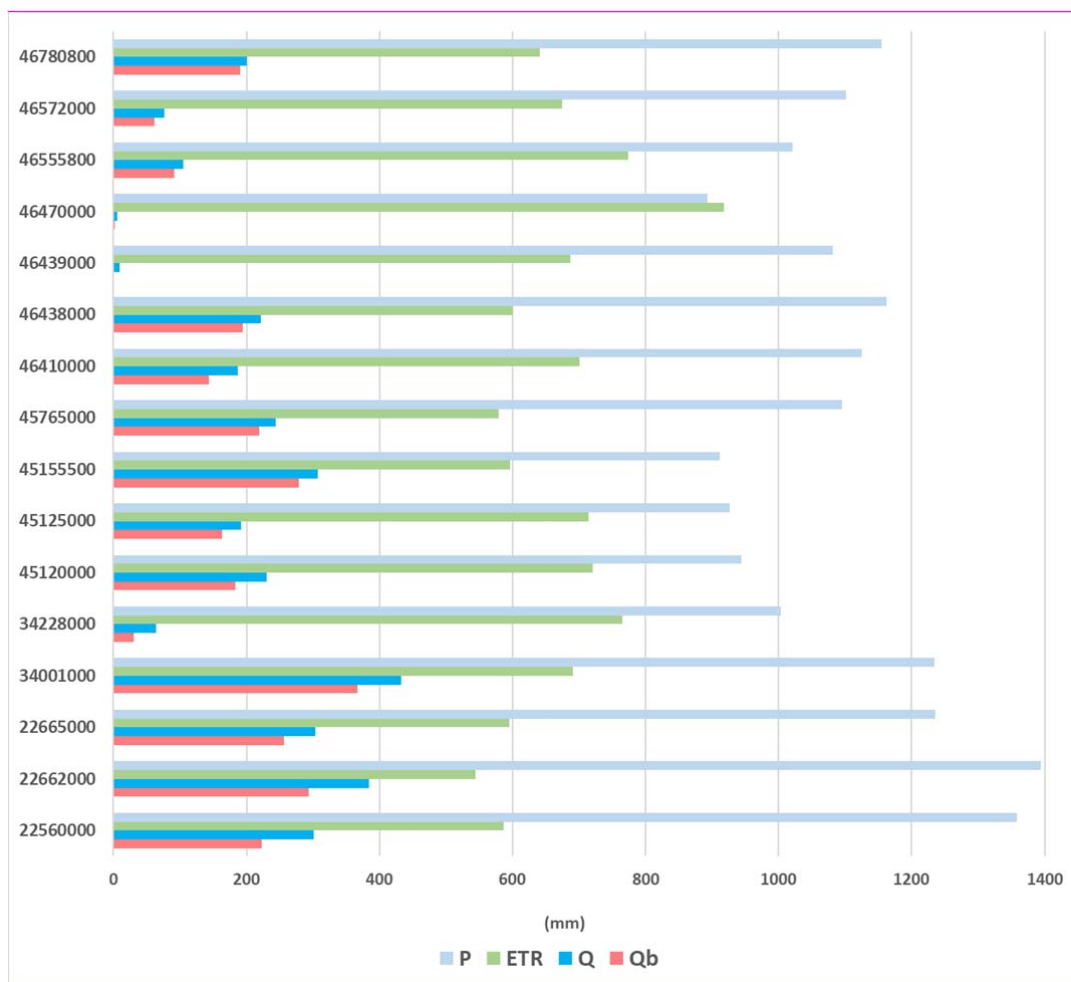


Figura 35 – Resultado da Análise dos Dados Hidrológicos.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

No Anexo XII estão são apresentados os gráficos de precipitação, evapotranspiração real, vazão e vazão de base das 16 estações fluviométricas da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia, bem como a localização de suas respectivas áreas de contribuição.

Na Figura 36 é apresentada a relação entre as vazões médias de longo tempo (QMLT, em m³/s) e as áreas de drenagem das bacias hidrográficas; destaca-se a estação 46470000 – Canabravão que possui uma área de drenagem de 2.629 km² e QMLT igual a 0,49 m³/s, apresentando um comportamento diferente das bacias com área de drenagem na mesma ordem de grandeza, como a estação 46410000 – Batalha.

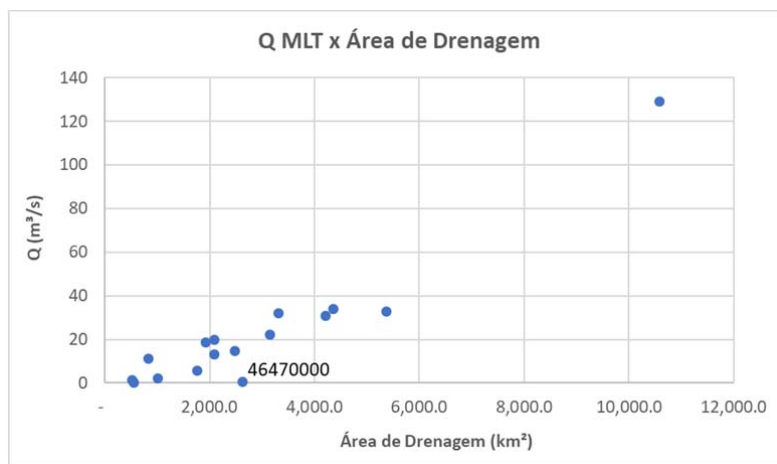


Figura 36 – Relação entre a vazão média de longo tempo (QMLT) e a área de drenagem das bacias hidrográficas

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

A relação entre as vazões e vazões de base, apresentada na Figura 37, variou de 38% Q_b/Q a 95% Q_b/Q, com valor médio de 79% Q_b/Q; destaca-se a bacia 46780800 – Chácara Alecrim com a maior razão entre vazão de base e vazão média, igual a 95%, e a estação 46470000 – Canabravão com a menor razão, igual a 38%.

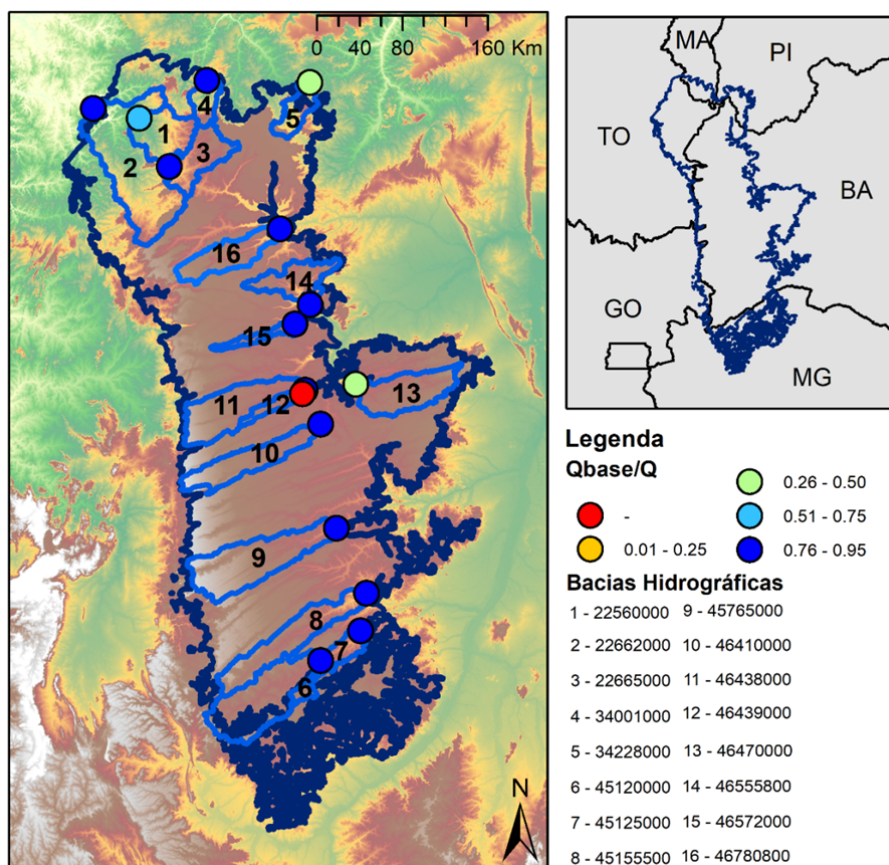


Figura 37 – Espacialização das razões entre vazão de base (Q_b) e vazão de longo tempo (QMLT).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Nas Figuras 38 e 39 é apresentada a relação entre o coeficiente de escoamento, que é a razão entre vazão e precipitação, e as áreas de drenagem das bacias hidrográficas; novamente destacam-se as estações 46470000 – Canabravão e 22662000 – Barra do Caracol, as quais apresentaram comportamentos mais distintos das demais.

Conforme foi observado na localização das bacias hidrográficas no mapa hidrogeológico (Figura 31), a estação 46470000 – Canabravão (nº 13 no mapa) está situada em uma porção de menor produtividade do sistema aquífero Urucuia, o que pode explicar o comportamento distinto das variáveis hidrológicas nesta estação. Já na Figura 30, na qual foi apresentada a localização das bacias com a altimetria, percebe-se que a estação 22662000 – Barra do Caracol (nº 2 no mapa) está situada em uma seção de variação de altimetria, o que pode explicar o comportamento distinto nesta estação.

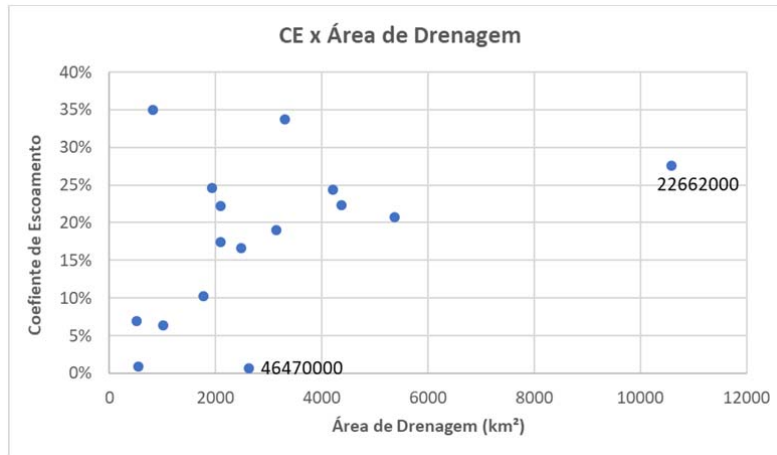


Figura 38 – Relação entre o coeficiente de escoamento Q/P e a área de drenagem das bacias hidrográficas

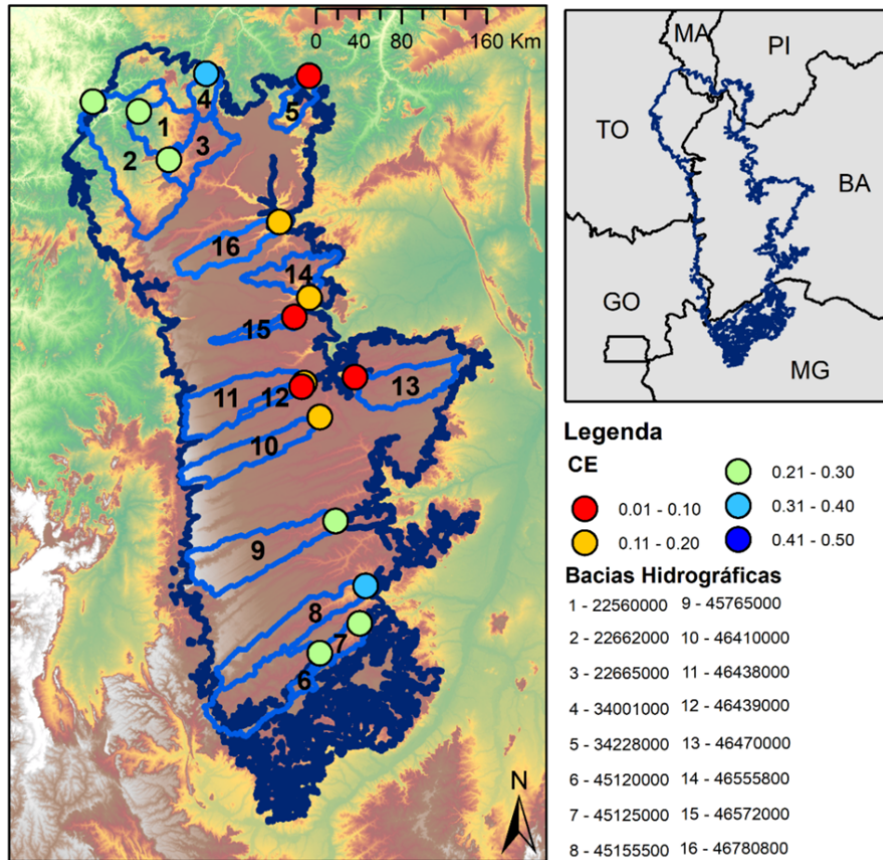


Figura 39 – Espacialização das razões entre vazão de base (Qb) e vazão de longo tempo (QMLT).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

5.6. ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO SIMPLIFICADO

Com base nos dados de precipitação do projeto CHIRPS (Funk et al., 2015), os dados de evapotranspiração real do modelo SSEBop (Savoca et al., 2013), para o período de 2014 a 2020, e dados fluviométricos consistidos das estações convencionais da RHUrucua, foram calculados o deflúvio médio anual por estação fluviométrica, a precipitação média anual por área de drenagem e a evapotranspiração anual por área de drenagem.

A partir desses resultados foi calculada uma estimativa simplificada da variação de armazenamento do sistema hidroclimatológico para cada área de drenagem das estações fluviométricas através das respectivas áreas de drenagem; assume-se que o deflúvio compreende escoamento superficial e escoamento de base, e não estão sendo considerados volumes que estejam sendo recarregados e/ou extraídos dos rios e aquífero. Os resultados estão apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Deflúvio, precipitação, evapotranspiração e variação de armazenamento média anual por estação fluviométrica.

Código	Período	Precipitação	Deflúvio Anual	ETR	Varição De Armazenamento
22560000	2014/2020	1358	301	586	471
22662000	2014/2020	1394	385	545	465
22665000	2014/2020	1235	304	596	336
34001000	2014/2020	1234	432	691	112
34228000	2014/2020	1003	64	765	175
45120000	2014/2019	943	230	721	-7
45125000	2014/2019	927	192	714	21
45155500	2014/2020	912	307	597	8
45765000	2014/2020	1095	244	579	272
46410000	2015/2020	1125	186	701	237
46438000	2014/2020	1162	221	600	340
46439000	2014/2020	1082	10	687	384
46470000	2014/2020	892	6	918	-32
46555800	2013/2020	1021	105	774	142
46572000	2013/2020	1101	76	675	350
46780800	2014/2020	1154	201	641	313

A partir dos resultados foi possível definir áreas com indicação de variações baixas ou negativas no armazenamento subterrâneo, como as estações 45120000 – Sumidor das Gaitas, 45125000 – Vereda Grande, 45155500 – Santa Luzia, e 46470000 – Canabravão. Entretanto, destaca-se que é necessário um estudo mais aprofundado sobre a relação entre as variáveis hidrológicas e hidrogeológicas para o cálculo de um balanço hídrico integrado.

6. CONCLUSÕES

A análise de dados hidrológicos permite aprofundar o conhecimento acerca do comportamento das interações entre as águas superficiais e subterrâneas, que é essencial para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Neste estudo foram analisados dados hidrometeorológicos de estações situadas na região do Sistema Aquífero Urucuia, o qual já tem reconhecida a sua importância regional tanto para diversos usos, como irrigação, quanto para a manutenção de cursos d'água.

Os dados de vazão e precipitação foram obtidos através do monitoramento das estações da Rede de Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia, a qual é mantida e operada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM/SGB. A RHUrucuia começou a ser implementada em 2013, e consiste em 12 estações climatológicas, 17 pluviométricas e 16 fluviométricas, tendo as séries históricas em torno de 6 a 7 anos de dados.

Sobre os **dados climatológicos**, faz-se necessário aprofundar análise, a partir de uma série mais longa para correlacionar com dados de outras entidades. Mas, de forma sucinta, foi possível observar que, no período monitorado (2014 a 2019), as faixas de valores médios mensais encontradas nas estações climatológicas foram:

- Pressão atmosférica – entre 910 a 970 hPa;
- Temperatura – entre 15 a 34 °C;
- Umidade relativa – entre 28 a 82 %;
- Radiação Solar – entre 150 a 310 W/m²;
- Velocidade do vento – entre 0,5 a 4,5 m/s.

Com relação aos **dados de precipitação**, observou-se que as máximas anuais nas estações convencionais variaram entre 1.100mm a 2.000mm e foram registradas no ano de 2018. A maior precipitação acumulada diária foi 166 mm, correspondendo a 24% do valor mensal observado, que foi de 682mm. A comparação realizada entre os dados anuais das estações convencionais e as precipitações por satélite do projeto CHIRPS apontou um coeficiente r^2 de 0,9927, indicando que os dados de satélite estavam em concordância com os das estações in situ.

As análises das **séries fluviométricas** indicaram que houve mudança na relação cota x vazão em três estações, provavelmente devido às interferências humanas próximas ao local onde estavam instaladas as seções de régua, são elas 34228000 – Barroco, 46410000 – Batalha e 46470000 – Canabravão.

As vazões máximas diárias observadas variaram de 4 a 784 m³/s, e as mínimas entre 0 a 70 m³/s. Na maior parte das estações analisadas observou-se pequenas variações entre as maiores e as menores vazões médias mensais; este comportamento pode ser explicado pela capacidade natural de regularização das vazões do Aquífero Urucuia. Entretanto, houve duas exceções, são elas 46439000 – Ribeirão dos Bois, na qual existe agricultura irrigada a montante, e 46470000 – Canabravão, a qual está localizada fora da área de recarga efetiva do aquífero. De modo geral, as menores vazões ocorrem entre julho e setembro e as maiores entre dezembro e março.

A avaliação das **curvas de permanência** das vazões diárias adimensionalizadas pela vazão média de longo termo, com referência às regiões homogêneas descritas em CPRM (2019) mostrou que:

- As estações 22560000 - Chácara Alecrim, 22662000 - Barra do Caracol e 22665000 - Chácara Rio Preto podem ser agrupadas na Região 20 – Bacia do rio Tocantins;
- A estação 45120000 - Sumidor das Gaitas apresentou uma curva semelhante às agrupadas na Região 1 – Bacia do Rio Carinhanha;
- A forma da curva da estação 46438000 - Retiro se assemelhou às demais curvas da Região 9, sendo todas localizadas na bacia do rio das Fêmeas;
- As curvas das estações 46555800 - Nova Vista e 46572000 - Fazenda Santa Maria, são semelhantes às da Região 17: Bacia do rio Branco; e

- A estação 46780800 - Ponte Riachão apresentou uma forma da curva compatível com a região 19: Bacia do rio Sapão e Riachão.

Não foi possível agrupar as curvas de permanência adimensionalizadas de oito estações: 34001000 - Porto Alegre, 34228000 – Barroão, 45125000 - Vereda Grande, 45155500 - Santa Luzia, 45765000 - Fazenda Mombim, 46410000 – Batalha, 46439000 - Ribeirão dos Bois e 46470000 – Canabravão. E, os motivos pelos quais não foi possível realizar o ajuste, podem variar desde curto período de monitoramento, baixas vazões, modificações no uso do solo, aumento das áreas irrigadas, áreas de baixa descarga e regularização. Neste sentido, indicamos a continuação do monitoramento das vazões nestas estações, para subsidiar um melhor detalhamento em estudos posteriores.

A **separação do escoamento de base** foi realizada para as 16 estações fluviométricas através do filtro digital recursivo de Eckhardt (2005); para comparar os resultados da separação do escoamento foram utilizados dados de precipitação e evapotranspiração de satélite extraídos conforme as áreas de drenagens das estações fluviométricas analisadas.

Os resultados mostraram que as estações que drenam para a bacia do Rio São Francisco, apresentaram razões Q_b/Q acima de 0,7 e as razões Q_{90}/Q_{50} observadas foram superiores a 50%, com exceção da estação Canabravão. Isto é indicativo que, em geral, o aquífero tem elevada porosidade e permeabilidade, onde fluxo de base é parcela importante do escoamento total e existe uma elevada estimativa da reserva ativa.

O comportamento hidrológicamente distinto observado na estação 46470000 – Canabravão pode ser devido à produtividade do Aquífero Urucua ser inferior nesta porção do que no restante do Sistema Aquífero, conforme apresentado anteriormente no mapa hidrogeológico; entretanto, destaca-se que a série histórica disponível nesta estação ainda é curta, de apenas 6 anos, e mais análises são necessárias para confirmar este comportamento.

Em relação aos Coeficientes de Escoamento (CE):

- Para bacia do rio Grande, CE variou de 0,01 a 0,2, com apenas 3 estações atingindo CE até 0,3 (46415000 – Sítio Grande, 46543000 – Fazenda Redenção e 46790000 – Formosa do Rio Preto);

- Para bacia do rio Corrente, CE variou entre 0,21 e 0,30 na maior parte das estações, com exceção de 45740000 – Mocambo (0,16) e 45770000 – Arrojado (0,32).
- Para bacia do rio Carinhanha, o CE variou entre 0,21 a 0,34, com exceção da estação 45220000 – Capitânia, no rio Coxá, na qual o CE observado foi de 0,16.

As estações que drenam para a bacia do Rio Tocantins apresentaram comportamentos semelhantes entre si nas razões Q90/Q50, as quais variaram entre 0,64 e 0,88, e nas razões Qbase/Q entre 0,64 e 0,84. Entretanto, houve maior divergência nos coeficientes de escoamento, os quais foram acima de 0,50 nas estações 21580000 – São Vicente e 21750000 – Lavadeira, o que pode ocorrer devido às descargas do SAU profundo em direção à bacia do rio Tocantins, elevando as vazões observadas e, por consequência, elevando o CE. Por outro lado, nas estações 22560000 – Chácara Alecrim, 22662000 – Barra do Caracol, e 22665000 – Chácara do Rio Preto, os CE' foram inferiores a 0,30.

As estações 34228000 – Barroçã e 34230000 – Contrato, as quais drenam para a bacia do Rio Parnaíba, apresentaram comportamento semelhante entre si quanto às variáveis analisadas, porém comportamento distinto em relação às demais estações. Ambas estações estão fora do limite do Sistema Aquífero Urucuia, o que pode explicar o comportamento hidrológicamente.

Em geral foram observadas conformidades entre os resultados do estudo do SGB-CPRM (2019a) e as análises das séries temporais da RHUrucuia, principalmente com relação às relações entre vazão de base e vazão de longo tempo, e das razões entre as vazões Q90 e Q50, com algumas exceções. As maiores diferenças foram observadas em termos do coeficiente de escoamento, que representa a razão entre vazão e precipitação, sendo estas divergências devem ser analisadas em estudos futuros.

A seguir são listadas **as recomendações e próximos passos** para o estudo hidrológico da interação superficial-subterrânea na região do Sistema Aquífero Urucuia:

- Integração entre os resultados das análises das redes convencionais (CPRM, 2019) com as análises da RHUrucuia (presente relatório)

- Análise hidrológica a partir das séries das estações automáticas
- Cálculo do balanço hídrico completo, levando em consideração usos e extrações de águas superficiais e subterrâneas, bem como as mudanças no uso e cobertura do solo nas bacias hidrográficas
- Análise integrada dos resultados hidrológicos com as variações de níveis d'água subterrânea e estudos isotópicos

Por fim, destaca-se a importância do monitoramento hidrometeorológico, a partir do qual foram gerados e disponibilizados dados que subsidiaram as análises contidas neste relatório, bem como o aprofundamento do conhecimento sobre as interações hidrológicas e hidrogeológicas na região do Sistema Aquífero Urucuia.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Estudos hidrogeológicos e de vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e proposição de modelo de gestão integrada compartilhada: resumo executivo. Brasília, DF: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017). 2 ed. Brasília, DF: ANA, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-e-embrapa-identificam-forte-tendencia-de-crescimento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais-no-brasil/ana_levantamento-da-agricultura-irrigada-por-pivos-centrais_2019.pdf/view. Acesso em: 20 dez. 2021.

BOMFIM, L. F. C.; GOMES, R. A. D. Aquífero Urucuia - geometria e espessura: ideias para discussão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: ABAS, 2004. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16649>. Acesso em: 21 dez. 2021.

CAMPOS, J. E. G. Estratigrafia, sedimentação, evolução tectônica e geologia do diamante da porção centro-norte da Bacia Sanfranciscana. 1996. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília, DF, 1996.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Aquífero urucuia caracterização

hidrológica com base em dados secundários. Belo Horizonte: CPRM, 2019a. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20922>. Acesso em: 21 dez. 2021.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas - RIMAS. Brasília, DF: CPRM, 2019b. Disponível em: <http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>. Acesso em: 9 ago. 2020.

CRPM, 2004. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (No. Escala 1: 1.000.000. Sistema de Informações Geográficas-SIG; Programa Geologia do Brasil – PGB). Brasília – DF.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, RS, v. 13, n. 1, p. 111-124, jan./mar. 2008. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/15/d10e0ca961a111adf95ca28c21078539_a24fb6762c28e81794b336c73d4e5121.pdf. Acesso em: 21 dez. 2021.

DINIZ, J. A. O.; MONTEIRO, A. B.; SILVA, R. de C. da; PAULA, T. L. F. de. Mapa hidrogeológico do Brasil ao milionésimo. Recife: CPRM, 2014. Escala 1:5.000.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/15556>. Acesso em: 21 dez. 2021.

Eckhardt, K., 2005. How to construct recursive digital filters for baseflow separation. Hydrol. Process. 19, 507–515. <https://doi.org/10.1002/hyp.5675>

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations - a new environmental record for monitoring extremes. Scientific Data, London, v. 2, p. 1-21, Dec. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata201566#citeas>. Acesso em: 21 dez. 2021.

GASPAR, M. T. P. Sistema aquífero Urucuia: caracterização regional e propostas de gestão. 2006. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/6742>. Acesso em: 21 dez. 2021.

GASPAR, M. T. P.; CAMPOS, J. E. G. O sistema aquífero Urucuia. Revista Brasileira de Geociências, v. 37, n. 4, p. 216-226, 2007. Suplemento. Disponível: <https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9236>. Acesso em: 21 dez.

2021.

Healy, R.W., 2010. Estimating Groundwater Recharge. Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511780745>

MAPBIOMAS. Coleção 4.1 da série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil (1985-2018). São Paulo: MAPBIOMAS, [2018]. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 13 out. 2019.

MIRANDA, E. E. de (coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 21 dez. 2021.

MURARA, P. G. Técnicas de interpolação para a pesquisa em climatologia regional e agroclimatologia. Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, ano 15, p. 106-126, jun. 2019. Edição especial. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v0i0.66602>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/66602>. Acesso em: 21 dez. 2021.

NASCIMENTO, K. R. F. do (coord.). Uso conjunto das águas superficiais e subterrâneas da sub-bacia do Rio das Fêmeas - BA: resumo executivo do relatório final. Salvador: SRH, 2003. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2019/06/Uso-Conjunto-das-%C3%81guas-Superficiais-e-Subterr%C3%A2neas-da-Sub-bacia-do-rio-das-F%C3%A2neas-BA.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2021.

SAVOCA, M. E.; SENAY, G. B.; MAUPIN, M. A.; KENNY, J. F.; PERRY, C. A. Actual evapotranspiration modeling using the operational simplified surface energy balance (SSEBop) approach. U.S Geological Survey Scientific Investigations Report 2013–5126, Reston, VA, 16 p., Jan. 2013. DOI: <https://doi.org/10.3133/sir20135126>.

SCHUSTER, H. D. M.; SILVA, F. F. da; TEIXEIRA, S. L.; BATISTA, L. H. G.; FREITAS, W. A. de. Estudos hidrogeológicos do aquífero Urucuia no oeste baiano para obtenção de parâmetros nas outorgas de mananciais subterrâneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, São Paulo. Anais [...]. Florianópolis, SC: ABAS, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22736>. Acesso em: 21 dez. 2021.

SCHUSTER, H. D. M. Modelagem de fluxo subterrâneo com vistas à definição de

parâmetros para outorgas de mananciais subterrâneos na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros - oeste do estado da Bahia. Projeto rio dos Cachorros e anexos. 113p . Salvador:BA , 2003.

VIEIRA, M. de S. B. Estudo das vazões em períodos de recessão hídrica no sistema aquífero Urucuia. 2021. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas) – Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/41347>. Acesso em: 21 dez. 2021.

ANEXOS

ANEXO I - PRECIPITAÇÃO

ANEXO II - EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL

ANEXO III – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS AUTOMÁTICOS

ANEXO IV – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

ANEXO V – COMPARAÇÃO ENTRE AS PRECIPITAÇÕES

ANEXO VI – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

ANEXO VII – MEDIÇÕES, CURVAS-CHAVE E PERFIS

ANEXO VIII – VALORES CARACTERÍSTICOS DOS PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS
MONITORADOS

ANEXO IX – DADOS DE MÉDIA PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL

ANEXO X – DADOS DE VAZÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL

ANEXO XI – DADOS DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA

ANEXO XII - GRÁFICOS DE PRECIPITAÇÃO, EVT REAL E VAZÃO

ANEXO I - PRECIPITAÇÃO

Dados de precipitação acumulada mensal do projeto CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station*) com resolução de 5 km (Funk et al., 2015), para o período de 2003 a 2020, para área do Sistema Aquífero Urucuia.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
2003	191	127	176	79	28	2	16	31	19	42	147	157	1.016
2004	363	252	238	84	6	27	41	2	37	84	118	163	1.415
2005	214	210	263	76	44	7	6	2	21	37	227	273	1.380
2006	96	170	240	172	25	2	2	22	28	170	199	186	1.313
2007	152	253	56	56	72	4	37	9	3	29	136	167	974
2008	183	189	222	116	14	0	0	0	13	17	244	268	1.265
2009	203	131	155	218	82	6	0	0	18	232	116	264	1.426
2010	135	110	210	89	14	0	0	0	13	122	223	212	1.128
2011	200	180	233	77	13	2	0	0	3	154	234	238	1.334
2012	216	121	143	46	21	1	0	0	9	19	330	88	995
2013	282	72	157	109	17	3	0	0	15	77	191	334	1.258
2014	154	124	193	83	11	2	0	0	10	85	223	230	1.115
2015	122	168	159	162	20	2	0	10	6	52	155	78	935
2016	415	40	110	30	4	1	0	1	28	88	157	159	1.033
2017	95	236	209	37	8	1	0	0	7	19	183	191	984
2018	136	210	213	127	4	0	0	2	6	85	181	213	1.177
2019	111	164	249	127	14	2	0	0	14	60	138	104	983
2020	242	189	245	175	17	2	1	0	5	121	153	89	1.239
Média	195	164	193	103	23	3	6	4	14	83	186	190	1.165

ANEXO II - EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL

Dados de evapotranspiração real mensal do modelo SSEBop (*Operational Simplified Surface Energy Balance*), com resolução de 1 km (Savoca et al., 2013), para o período de 2003 a 2020, para área do Sistema Aquífero Urucuia.

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL ANUAL
2003	2	67	78	74	67	57	54	55	49	55	62	71	691
2004	79	75	81	73	61	49	46	51	54	59	56	62	745
2005	75	76	88	73	65	58	52	51	59	68	59	57	779
2006	70	76	88	80	71	55	48	53	61	72	61	62	798
2007	82	82	84	72	69	59	50	51	48	45	42	46	729
2008	58	67	83	77	63	50	47	51	55	61	49	53	713
2009	70	72	85	79	72	57	51	53	59	75	77	79	827
2010	87	69	78	79	72	62	56	57	55	66	71	71	822
2011	77	81	92	77	63	52	49	51	54	59	59	64	778
2012	78	80	88	81	72	58	49	50	52	49	43	49	749
2013	70	74	78	70	65	55	49	48	48	57	58	66	738
2014	75	70	81	77	69	54	47	50	52	52	51	57	734
2015	65	66	80	77	71	57	50	50	41	32	30	44	663
2016	66	68	70	63	60	50	41	38	39	52	49	54	650
2017	74	77	85	69	63	54	46	39	38	34	36	55	670
2018	74	76	83	70	60	51	46	51	49	49	53	56	719
2019	71	78	91	83	71	57	53	54	46	47	45	52	748
2020	75	78	81	70	61	52	50	51	50	47	45	56	718
Média	69	74	83	75	66	55	49	50	50	54	52	59	737

ANEXO III – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS AUTOMÁTICOS

Inconsistências encontradas nos dados automáticos das estações climatológicas e pluviométricas automáticas.

CÓDIGO	TIPO	INICIO	FIM	OBSERVAÇÃO
Estações climatológicas da RHUrucua				
01045012	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
	Todos	Set/17	Nov/17	Dados duvidosos de todos os sensores.
		Mar/18	Mar/18	Dados duvidosos de todos os sensores.
		Out/18	Nov/18	Dados duvidosos de todos os sensores.
01046006	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
01046007	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
	Rad	27/05/18	27/06/18	Radiação duvidosa muito alta.
01145031	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
		Ago/16	Jun/17	Falha.
	P	Fev/18	atual	Falha sensor de Precipitação.
01145032	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
	Rad	Mai/16	Jul/17	Radiação duvidosa, muito alta.
01146020	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
01146021	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
01245035	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
01345012	Todos	Jul/15	Set/15	Falha.
01445009	Todos	início	Out/15	Falha.
	Todos	Jul/18	Out/18	Falha.
	Todos	Fev/19	atual	Falha.
Estações pluviométricas da RHUrucua				
01045010	P	Out/17	Set/18	Dados duvidosos.
	T	Ago/17	Out/18	Dados duvidosos. Temperatura elevada.
01045011	Todos	Jan/15	Set/15	Falha.
	Todos	Nov/17	Dez/17	Falha.
01046004	Todos	Jan/18	Mai/18	Falha.
01046005	todos	Jun/15	Dez/15	Falha.
	todos	Jan/19	Nov/19	Falha.
01145030	Todos	Jan/18	Mai/18	Falha.
01146018	Todos	Jun/15	Jun/15	Falha.
	Todos	Jul/18	Out/18	Falha.
01146019	T	Dez/14	Jul/15	Falha.
	UR	Jan/15	Jun/15	Falha.
	P	Jan/19	Nov/19	Falha.
01244024	T	todo	todo	Falha.
01245034	Todos	Jan/18	Mai/18	Falha.
01246015	Todos	Jan/18	Mai/18	Falha.
01344030	Todos	Ago/15	Out/15	Falha.
	Todos	Nov/17	Nov/17	Falha.
01345009	Todos	Jan/18	Mai/18	Falha.
01345010	Todos	Dez/17	Mai/18	Falha.
	T	Dez/18	Jun/19	Dados duvidosos deletados. Temperatura baixa.

CÓDIGO	TIPO	INICIO	FIM	OBSERVAÇÃO
01345011	Todos	Jul/15	Out/15	Falha.
	Todos	Jan/18	Mai/18	Falha.
01444022	Todos	Ago/16	Fev/17	Falha.
	Todos	Jul/18	Nov/19	Falha.
01444023	todos	Ago/16	Jan/17	Falha.

ANEXO IV – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Inconsistências encontradas nos dados pluviométricos convencionais

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
Estações climatológicas da RHUruçuia					
01045012	Set/14	Jul/15	-	-	Dados PCD
	Set/15	Mai/17	-	-	Dados PCD
	12/02/17	12/02/17	99,0	1,0	Automática
	14/03/19	14/03/19	0,0	7,0	Automática
	17/03/19	17/03/19	0,0	8,3	Automática
	20/03/19	20/03/19	21,0	2,1	Vírgula
	21/04/19	21/04/19	0,0	22,4	Automática
	17/05/19	17/05/19	42,4	4,4	Automática
01046006	23/09/14	23/09/14	1,0	17,2	Automática
	16/12/14	16/12/14	25,4	75,4	Automática
	21/12/14	21/12/14	3,0	30,0	Vírgula
	23/12/14	23/12/14	1,0	10,0	Vírgula
	01/01/15	01/01/15	0,0	6,0	Automática
	19/01/15	19/01/15	0,0	9,3	Automática
	21/01/15	21/01/15	0,0	12,6	Automática
	25/01/15	25/01/15	2,0	20,0	Vírgula
	11/03/15	11/03/15	29,4	0,0	Automática
	13/03/15	18/03/15	33,4; 23,1; 9,4; 14,8; 28,4; 29,8	12,8; 5,4; 0,0; 4,7; 9,8; 13,5	Automática
	20/03/15	20/03/15	0,0	24,7	Automática
	02/04/15	03/04/15	23,4; 18,5	0,0; 0,0	Automática
	14/04/15	17/04/15	6,4; 8,6; 1,4; 0,0	33,2; 13,9; 11,3; 12,4	Automática
	27/04/15	27/04/15	3,0	30,0	Vírgula
	30/04/15	30/04/15	2,0	20,0	Vírgula
	06/12/05	06/12/05	73,2	43,2	Automática
	21/01/16	21/01/16	15,2	95,2	Automática
	27/01/16	29/01/16	20,0; 0,0; 0,0	56,8; 62,8; 37,3	Automática
	10/06/16	11/06/16	0,0; 0,0	9,8; 12,4	Automática
	22/09/16	22/09/16	32,6	52,6	Automática
	30/09/16	30/09/16	0,0	6,2	Automática
	27/12/16	28/12/16	0,0; 0,0	10,9; 17,8	Automática
	05/01/17	05/01/17	0,0	7,7	Automática
	24/01/17	25/01/17	0,0; 0,0	6,9; 5,8	Automática
	11/02/17	11/02/17	20,0	2,0	Vírgula
	20/02/17	20/02/17	0,0	24,9	Automática
05/02/18	05/02/18	39,8	69,8	Automática	
13/02/18	13/02/18	3,4	34,0	Vírgula	
02/10/18	02/10/18	0,0	63,7	Automática	
05/12/18	05/12/18	0,0	37,3	Automática	
31/03/19	31/03/19	15,6	0,0	Automática	

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	04/04/19	04/04/19	3,0	30,0	Vírgula
	10/04/19	11/04/19	7,0; 0,0	25,9; 60,8	Automática
	14/04/19	14/04/19	0,0	22,3	Automática
	30/05/19	31/05/19	-	0,0; 0,0	Automática
01046007	24/09/14	24/09/14	0,0	8,1	Automática
	09/01/15	09/01/15	1,0	10,0	Vírgula
	07/02/15	07/02/15	4,3	43,0	Vírgula
	07/10/15	07/10/15	7,3	73,0	Vírgula
	10/06/16	10/06/16	6,7	26,7	Automática
01145031	31/03/15	31/03/15	0,0	12,2	Automática
	24/11/15	24/11/15	0,0	21,3	Automática
	22/12/15	22/12/15	0,0	16,4	Automática
	09/01/16	09/01/16	10,8	108,0	Vírgula
01145032	18/03/15	18/03/15	12,7	42,7	Automática
	22/03/15	22/03/15	10,8	40,8	Automática
	08/10/18	08/10/18	0,0	10,0	Automática
	28/10/18	28/10/18	25,2	55,2	Automática
	04/11/18	08/11/18	10,9; 15,7; 35,8; 0,0; 0,0	4,8; 1,1; 3,1; 30,4; 40,3	Automática
	26/12/18	27/12/18	25,9; 9,0	0,0; 0,9	Automática
	Nov/18	Dez/18	-	158,8; 252,5	Total mensal
	11/02/19	11/02/19	21,1	2,1	Automática
	11/03/19	11/03/19	97,0	0,0	Automática
	22/03/19	22/03/19	115,6	75,6	Automática
	24/03/19	24/03/19	25,0	2,5	Vírgula
	21/04/19	21/04/19	97,9	67,9	Automática
	01146020	Jun/15	Jun/15	-	0,0
Ago/15		Set/15	-	0,0; 0,3	Total mensal
31/10/15		31/10/15	2,0	20,0	Vírgula
26/11/15		26/11/15	15,0	1,5	Vírgula
10/01/16		10/01/16	0,0;	36,3	Automática
18/01/16		18/01/16	30,0	3,0	Vírgula
03/11/17		03/11/17	0,0	24,4	Automática
23/01/18		25/01/18	8,0; 0,0; 0,0	0,8; 18,2; 11,4	Automática
10/03/18		11/03/18	7,5; 0,0	75,0; 17,1	Automática
14/03/18		14/03/18	41,4;	4,4	Automática
21/05/18		22/05/18	0,0; 0,0	33,7; 6,8	Automática
30/11/18		30/11/18	31,6	0,0	Automática
06/12/18		06/12/18	21,2	2,2	Automática
Nov/18		Dez/18	-	261,2; 214	Total mensal
01/03/19		01/03/19	28,0	2,8	Vírgula
07/03/19		07/03/19	0,0	38,3	Automática
27/03/19		27/03/19	0,0	47,8	Automática
01146021	21/10/14	21/10/14	2,2	22,0	Vírgula
	10/11/14	10/11/14	9,5	27,1	Automática
	29/11/14	29/11/14	0,0	7,6	Automática
	06/12/14	06/12/14	0,0	16,6	Automática

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	08/12/14	08/12/14	2,4	24,0	Vírgula
	13/12/14	13/12/14	0,0	50,3	Automática
	15/12/14	15/12/14	0,0	25,2	Automática
	21/12/14	21/12/14	0,0	24,4	Automática
	06/01/15	06/01/15	1,8	18,0	Vírgula
	22/01/15	22/01/15	0,0	22,8	Automática
	26/01/15	26/01/15	0,0	21,5	Automática
	31/01/15	31/01/15	0,0	9,2	Automática
	02/02/15	02/02/15	0,0	10,2	Automática
	28/02/15	28/02/15	1,6	16,0	Vírgula
	07/03/15	07/03/15	2,7	27,0	Vírgula
	13/03/15	13/03/15	1,4	14,0	Vírgula
	16/03/15	16/03/15	1,4	14,0	Vírgula
	20/03/15	20/03/15	14,5	0,0	Automática
	24/03/15	24/03/15	1,9	19,0	Vírgula
	30/03/15	30/03/15	1,5	15,0	Vírgula
	03/04/15	04/04/15	3,5; 3,2	35,0; 32,0	Vírgula
	15/04/15	16/04/15	0,0; 0,0	10,7; 44,3	Automática
	21/04/15	21/04/15	1,4	14,0	Vírgula
	06/10/15	06/10/15	0,0	8,2	Automática
	28/10/15	28/10/15	30,0	3,0	Vírgula
	05/11/15	05/11/15	0,0	20,9	Automática
	17/11/15	17/11/15	0,0	20,8	Automática
	22/11/15	22/11/15	0,0	17,3	Automática
	11/12/15	12/12/15	2,0; 3,0	20,0; 30,0	Vírgula
	17/12/15	17/12/15	0,0	20,6	Automática
	06/03/16	06/03/16	1,0	10,0	Vírgula
	11/03/16	11/03/16	2,0	20,0	Vírgula
	13/03/16	13/03/16	1,0	10,0	Vírgula
	23/03/16	23/03/16	3,6	36,0	Vírgula
	22/10/16	22/10/16	0,0	8,3	Automática
	30/10/17	30/10/17	12	25,8	Automática
	08/11/17	08/11/17	30,0	43,9	Automática
	25/11/17	25/11/17	0,0	12,0	Automática
	10/12/17	12/12/17	2,0; 3,0; 2,0	20,0; 30,0; 20,0	Vírgula
	16/12/17	17/12/17	0,0; 0,0	10,7; 11,9	Automática
	21/01/18	21/01/18	0,0	10,8	Automática
	26/01/18	26/01/18	0,0	12,0	Automática
	31/01/18	31/01/18	0,0	12,9	Automática
	09/02/18	10/02/18	12,4; 0,0	22,9; 48,7	Automática
	24/03/18	25/03/18	0,0; 55,0	34,1; 5,5	Automática
	04/04/18	05/04/18	61,8; 0,0	71,8; 17,4	Automática
	09/04/18	09/04/18	48,3	0,0	Automática
	12/04/18	12/04/18	1,0	22,4	Automática
	18/04/18	18/04/18	0,0	48,3	Automática
	03/05/18	03/05/18	0,0	13,0	Automática
	16/08/18	16/08/18	0,0	7,7	Automática

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	07/09/18	07/09/18	0,0	16,8	Automática
	08/10/18	08/10/18	0,0	12,6	Automática
	15/10/18	15/10/18	34,2	16,9	Automática
	21/10/18	21/10/18	12,6	84,2	Automática
	04/11/18	04/11/18	34,2	74,2	Automática
	08/11/18	08/11/18	0,0	47,3	Automática
	18/11/18	18/11/18	0,3	42,9	Automática
	25/11/18	25/11/18	9,9	29,9	Automática
	01/12/18	01/12/18	9,9	49,9	Automática
01245035	07/02/15	07/02/15	12,1	121,0	Vírgula
01345012	28/04/15	28/04/15	0,0	15,9	Automática
	30/04/15	30/04/15	0,0	13,3	Automática
	06/10/15	06/10/15	0,0	11,2	Automática
	30/10/15	31/10/15	0,0; 0,0	6,1; 9,1	Automática
	19/01/16	19/01/16	74,4	24,4	Automática
	29/01/16	29/01/16	0,0	53,8	Automática
	02/02/16	03/02/16	21,2; 20,0	2,2; 2,0	Vírgula
	08/10/16	08/10/16	24,5	44,5	Automática
	05/02/17	05/02/17	15,5	70,0	Automática
	27/02/17	28/02/17	0,0	24,1; 5,6	Automática
	29/03/17	31/03/17	20,5; 10,0; 6,5	53,6; 25,1; 54,7	Automática
	03/04/17	04/04/17	0,0	8,8; 6,1	Automática
	Jan/19	Fev/19	-	73,0; 154,0	Total mensal
01445007	13/11/14	13/11/14	9,9	99,0	Vírgula
	26/11/14	26/11/14	4,0	40,0	Vírgula
	08/12/14	08/12/14	6,0	60,0	Vírgula
	16/12/14	17/12/14	50,0; 54,3	0; 34,3	Automática
	05/04/15	05/04/15	14,4	34,4	Automática
	26/04/15	27/04/15	0,0; 0,0	10,8; 15,1	Automática
	01/05/15	02/15/15	0,0; 0,0	53,5; 58,0	Automática
	04/05/15	04/05/15	10,0	1,0	Vírgula
	05/05/15	05/05/15	20,0	2,2	Vírgula
	12/05/15	12/05/15	0,0	9,3	Automática
	15/05/15	15/05/15	15,0	1,5	Vírgula
	Nov/15	Ago/16	-		Dados PCD
	23/09/16	23/09/16	0,0	4,0	Automática
	25/09/16	26/09/16	0,0; 0,0	14,0; 5,9	Automática
	28/09/16	28/09/16	0,0	15,5	Automática
	09/10/16	09/10/16	0,0	7,2	Automática
	22/10/16	23/10/16	0,0; 0,0	6,5; 6,9	Automática
	10/11/16	10/11/16	0,0	10,4	Automática
	13/11/16	17/11/16	Todos 0,0	14,6; 7,5; 1,4; 1,5; 17,3	Automática
	19/11/16	21/11/16	Todos 0,0	1,5; 71,6; 9,0	Automática
	23/11/16	23/11/16	0,0	10,0	Automática
	25/11/16	25/11/16	0,0	13,8	Automática
	12/12/16	12/12/16	26,0	2,6	Vírgula

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	17/12/16	17/12/16	10,0	1,0	Vírgula
	26/12/16	26/12/16	6,0	0,6	Vírgula
	31/12/16	31/12/16	6,0	0,6	Vírgula
	05/01/17	05/01/17	0,0	21,0	Automática
	Mar/17	Set/17	-		Dados PCD
	01/11/17	01/11/17	0,0	10,0	Automática
	03/11/17	03/11/17	0,0	45,0	Automática
	06/11/17	06/11/17	45,0	16,0	Automática
	01/12/17	01/12/17	23,0	2,3	Vírgula
	05/12/17	05/12/17	50,0	5,0	Vírgula
	10/12/17	11/12/17	45,0; 20,0	4,5; 2,0	Vírgula
	30/12/17	31/12/17	32,0; 45,0	3,2; 4,5	Vírgula
	04/01/18	05/01/18	0,0; 0,0	10,9; 16,0	Automática
	18/01/18	18/01/18	45,0	4,5	Vírgula
	22/01/18	22/01/18	0,0	13,9	Automática
	26/01/18	30/01/18	Todos 0,0	13,1; 46,2; 14,2; 3,0; 9,1	Automática
	04/02/18	05/02/18	0,0; 10,0	22,9; 46,7	Automática
	10/02/18	10/02/18	85,0	55,0	acumulado
	24/02/18	24/02/18	12,0	55,0	acumulado
	26/02/18	26/02/18	0,0	103,6	Automática
	28/02/18	28/02/18	26,0	2,6	Automática
	09/04/18	10/04/18	0,0; 0,0	15,5; 13,3	Automática
	12/04/18	12/04/18	0,0	8,1	Automática
	14/04/18	14/04/18	0,0	4,6	Automática
	17/08/18	17/08/18	0,0	10,8	Automática
	12/09/18	12/09/18	18,0	1,8	Vírgula
	17/09/18	17/09/18	60,0	6,0	Vírgula
	20/09/18	20/09/18	20,0	2,0	Vírgula
	07/10/18	07/10/18	45,0	0,0	Automática
	16/10/18	17/10/18	0,0; 0,0	5,1; 1,9	Automática
	20/10/18	22/10/18	Todos 0,0	12,9; 3,0; 8,2	Automática
	28/10/18	29/10/18	0,0; 0,0	45,0; 10,8	Automática
	02/11/18	04/11/18	Todos 0,0	58,4; 2,1; 44,8	Automática
	08/11/18	08/11/18	7,0	70,0	acumulado
	09/11/18	10/11/18	4,5; 3,5	45,0; 35,0	Vírgula
	13/11/18	13/11/18	50,0	5,0	Vírgula
	16/11/18	18/11/18	Todos 0,0	12,9; 29,4; 9,9	Automática
	06/12/18	06/12/18	0,0	16,4	Automática
	21/12/18	21/12/18	32,0	3,2	Vírgula
	24/12/18	24/12/18	10,0	1,0	Vírgula
	30/12/18	31/12/18	0,0; 0,0	8,1; 36,8	Automática
	01/01/19	01/01/19	0,0	30,6	Automática
	09/02/19	09/02/19	70,0	7,0	Vírgula
	11/02/19	11/02/19	17,7	32,0	Automática
	21/02/19	21/02/19	0,0	17,7	Automática
	24/02/19	24/02/19	10,0	1,0	Vírgula

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	26/02/19	26/02/19	30,0	3,0	Vírgula
	28/02/19	28/02/19	40,0	4,0	Vírgula
	10/03/19	10/03/19	39,0	3,9	Vírgula
01445008	26/10/14	26/10/14	2,0	22,0	Automática
	29/10/14	29/10/14	0,0	14,8	Automática
	13/11/14	13/11/14	9,8	98,0	Vírgula
	15/11/14	16/11/14	2,1; 1,1	21,0; 11,0	Vírgula
	29/11/14	29/11/14	2,2	22,0	Vírgula
	Nov/14	Nov/14	-	318,3	Total mensal
	13/12/14	13/12/14	0,0	25,8	Automática
	23/01/15	24/01/15	2,0; 2,0	20,0; 20,0	Vírgula
	27/04/15	27/04/15	0,0	69,9	Automática
	07/10/15	07/10/15	0,0	14,6	Automática
	30/10/16	30/10/16	0,0	9,4	Automática
	30/11/16	30/11/16	0,0	17,0	Automática
	07/12/16	08/12/16	0,0	10,2; 20,1	Automática
	15/12/16	15/12/16	0,0	37,2	Automática
	06/11/17	06/11/17	63,0	0,0	Automática
	18/11/17	18/11/17	0,0	30,9	Automática
	29/01/18	30/01/18	0,0	7,2; 6,0	Automática
	03/02/18	03/02/18	73,5	53,5	Automática
	23/02/18	23/02/18	20,5	50,5	Automática
	09/11/18	09/11/18	35,5	55,5	Automática
24/11/18	24/11/18	0,0	20,4	Automática	
10/12/18	11/12/18	0,0	7,6; 7,1	Automática	
24/12/18	24/12/18	0,0	33,6	Automática	
26/03/19	27/03/19	0,0	12,1; 20,1	Automática	
01445009	16/01/16	17/01/16	70,0; 40,0	7,0; 4,0	Vírgula
	29/09/17	30/09/17	-	0,0; 0,0	Automática
	13/11/17	13/11/17	40,8	10,8	Automática
	12/12/17	12/12/17	1,9	19,0	Vírgula
	24/12/17	24/12/17	0,0	10,8	Automática
	04/02/18	05/02/18	0,0; 0,0	54,0; 49,8	Automática
	03/03/18	03/03/18	0,0	25,7	Automática
	21/03/18	21/03/18	0,0	63,3	Automática
	Jun/18	Out/18	-	0,3; 0,0; 0,0; 13,0; 107,2	Total mensal
	08/11/18	08/11/18	94,0	44,0	Automática
	13/11/18	13/11/18	96,0	46,0	Automática
	15/11/18	15/11/18	36,0	3,6	Vírgula
17/11/18	17/11/18	0,0	24,3	Automática	
Estações pluviométricas da RHUruçua					
00945018	10/11/14	10/11/14	24,1	41,0	Automática
	13/11/14	13/11/14	28,2	39,0	Automática
	17/11/14	17/11/14	4,1	61,8	Automática
	19/11/14	19/11/14	40,5	66,6	Automática
	14/12/14	14/12/14	78,3	118,6	Automática

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	15/12/14	15/12/14	12,2	20,8	Automática
	18/12/14	18/12/14	77,8	130,6	Automática
	25/01/15	26/01/15	20,0; 18,3	31,6; 32,8	Automática
	02/02/15	02/02/15	15,7	28,8	Automática
	04/02/15	04/02/15	37,4	59,6	Automática
	17/02/15	17/02/15	33,1	48,2	Automática
	20/02/15	20/02/15	0,0	7,4	Automática
	22/02/15	22/02/15	8,7	15,8	Automática
	24/02/15	24/02/15	12,4	19,6	Automática
	09/11/15	09/11/15	12,0	23,6	Automática
	17/11/15	17/11/15	26,5	53,6	Automática
	05/01/16	05/01/16	4,6	46,0	Vírgula
	20/01/16	20/01/16	6,8	68,0	Vírgula
	16/11/16	16/11/16	3,5	35,0	Vírgula
	19/11/16	19/11/16	0,0	8,8	Automática
	21/11/16	21/11/16	38,4	61,0	Automática
	14/01/17	15/01/17	7,7; 1,6	77,0; 16,0	Vírgula
	11/02/17	11/02/17	41,5	81,4	Automática
	14/02/17	14/02/17	3,2	27,2	Automática
	19/02/17	19/02/17	1,5	35,2	Automática
	22/02/17	22/02/17	0,0	10,0	Automática
	14/11/17	14/11/17	87,0	8,7	Vírgula
	10/12/17	10/12/17	106,6	44,6	Automática
	13/03/19	13/03/19	0,0	7,0	Automática
	16/03/19	16/03/19	2,4	13,8	Automática
	25/03/19	25/03/19	35,0	46,6	Automática
	29/03/19	29/03/19	0,0	6,6	Automática
01045010	29/10/14	29/10/14	40,2	59,6	Automática
	16/11/14	16/11/14	1,3	13,0	Vírgula
	17/11/14	17/11/14	1,8	18,0	Vírgula
	19/11/14	19/11/14	0,0	10,0	Automática
	08/02/15	08/02/15	1,8	18,0	Vírgula
	16/02/15	16/02/15	2,7	27,0	Vírgula
	20/03/15	20/03/15	3,0	33,0	Automática
	22/03/15	24/03/15	0,0; 3,0; 0,0	9,0; 15,0; 27,4	Automática
	01/04/15	01/04/15	0,0	14,4	Automática
	04/04/15	04/04/15	0,0	33,2	Automática
	16/04/15	16/04/15	0,0	8,4	Automática
	20/04/15	20/04/15	3,3	26,0	Automática
	27/04/15	27/04/15	1,2	9,8	Automática
	30/04/15	30/04/15	0,0	11,2	Automática
	01/05/15	02/05/15	2,0; 0,0	13,0; 16,8	Automática
	24/10/15	24/10/15	0,0	22,4	Automática
	19/11/15	21/11/15	10,0; 34,0; 0,0	0,0; 20,0; 77,6	Automática
	13/01/16	14/01/16	43,0; 0,0	23,2; 43,0	Automática
	21/01/16	21/01/16	98,0	129,0	Automática
	28/01/16	28/01/16	23,2	43,6	Automática

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	26/09/16	26/09/16	20,0	2,0	Vírgula
	07/10/16	07/10/16	0,0	31,0	Automática
	21/10/16	21/10/16	1,0	19,4	Automática
	23/03/17	23/03/17	7,3	27,6	Automática
	26/03/17	26/03/17	7,3	20,6	Automática
	28/03/17	29/03/17	0,0; 10,0	22,2; 1,0	Automática
	01/04/17	01/04/17	4,0	40,0	Vírgula
	08/11/17	15/11/17	50,0; 19,0; 20,0; 10,0; 30,0; 15,0; 15,0	13,0; 0,6; 6,8; 0,0; 0,0; 8,4; 7,2; 4,4	Automática
	23/11/17	23/11/17	2,8	28,0	Vírgula
	04/12/18	05/12/18	4,0; 40,1	43,6; 60,6	Automática
	24/01/19	26/01/19	10,0; 3,4; 2,2	0,0; 34,0; 22,2	Automática
	03/02/19	03/02/19	1,7	17,0	Vírgula
	08/02/19	08/02/19	0,0	40,6	Automática
	14/02/19	14/02/19	3,3	33,0	Vírgula
	17/02/19	18/02/19	1,7; 1,6	17,0; 16,0	Vírgula
	24/02/19	25/02/19	1,0; 1,1	10,0; 11,0	Vírgula
	27/02/19	28/02/19	4,0; 1,4	40,0; 14,0	Vírgula
	01/03/19	01/03/19	2,6	26,0	Vírgula
	03/03/19	03/03/19	4,0	40,0	Vírgula
	05/03/19	05/03/19	2,8	28,0	Vírgula
	13/03/19	13/03/19	1,2	12,0	Vírgula
	16/03/19	16/03/19	1,2	12,0	Vírgula
	21/03/19	21/03/19	0,0	58,6	Automática
	24/03/19	24/03/19	2,5	25,0	Vírgula
	26/03/19	27/03/19	3,8; 3,2	56,0; 42,4	Automática
	04/04/19	05/04/19	4,0; 1,9	40,0; 19,0	Vírgula
	07/04/19	08/04/19	4,0; 0,0	26,2; 54,2	Automática
	10/04/19	10/04/19	1,5	15,0	Vírgula
	12/04/19	12/04/19	3,9	39,0	Vírgula
	21/04/19	21/04/19	1,7	17,0	Vírgula
	15/05/19	15/05/19	1,1	11,0	Vírgula
	17/09/19	17/09/19	0,0	48,8	Automática
01045011	09/02/17	09/02/17	20,6	0,0	Automática
	01/02/18	01/02/18	26,0	0,0	Automática
	04/02/18	04/02/18	46,7	27,2	Automática
	13/03/18	13/03/18	25,0	9,4	Automática
	23/03/18	23/03/18	44,3	6,8	Automática
01046004	13/11/14	13/11/14	11,7	132,6	Automática
	07/12/14	08/12/14	3,2; 3,7	32,0; 37,0	Vírgula
	14/12/14	15/12/14	1,6; 0,5	16,0; 5,0	Vírgula
	18/12/14	18/12/14	4,1	41,0	Vírgula
	20/12/14	20/12/14	4,0	40,0	Vírgula
	04/02/15	04/02/15	7,8	78,0	Vírgula
	11/03/15	11/03/15	3,3	33,0	Vírgula
	21/03/15	21/03/15	0,0	39,8	Automática

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	08/04/15	08/04/15	0,0	19,6	Automática
	14/04/15	15/04/15	4,0; 9,8	40,0; 98,0	Vírgula
	17/04/15	17/04/15	0,0	11,0	Automática
	30/04/15	30/04/15	1,0	30,0	Automática
	11/05/15	11/05/15	1,8	18,0	Vírgula
	06/10/15	06/10/15	40,0	58,4	Automática
	23/05/15	23/05/15	36,0	80,8	Automática
	02/11/15	02/11/15	0,0	7,6	Automática
	04/11/15	04/11/15	15,7	25,6	Automática
	15/11/15	15/11/15	34,0	70,8	Automática
	21/10/16	21/10/16	4,0	49,8	Automática
	06/12/16	06/12/16	1,9	19,0	Vírgula
	13/12/16	13/12/16	6,3	63,0	Vírgula
	14/01/17	14/01/17	1,0	10,0	Vírgula
	16/01/17	16/01/17	3,0	30,0	Vírgula
	20/01/17	21/01/17	1,2; 1,3	12,0; 13,0	Vírgula
	02/04/17	02/04/17	5,8	58,0	Vírgula
01046005	08/12/14	08/12/14	20,0	0,0	Automática
	12/12/14	12/12/14	22,0	0,0	Automática
	02/02/15	02/02/15	0,0	14,0	Automática
	04/02/15	04/02/15	6,2	62,0	Vírgula
	07/02/15	08/02/15	12,0; 9,0	35,6; 27,2	Automática
	07/03/15	07/03/15	192,1	33,2	Automática
	20/02/16	20/02/16	448,6	0,0	Automática
	26/02/16	26/02/16	17,6	0,0	Automática
	10/03/16	10/03/16	96,2	56,2	Automática
	19/11/16	20/11/16	137,2; 43,9	0,0; 1,4	Automática
	22/11/16	22/11/16	0,0	20,0	Automática
	15/12/17	15/12/17	37,4	7,4	Automática
	27/12/17	27/12/17	430,0	0,0	Automática
	Fev/18	Abr/18	-	164,2; 138,9; 277,4	Total mensal
	16/10/18	16/10/18	1,0	13,2	Automática
	28/10/18	28/10/18	0,0	32,4	Automática
	02/11/18	03/11/18	0,0; 0,0	5,4; 16,4	Automática
01145030	18/10/15	18/10/15	0,0	7,8	Automática
	26/10/15	26/10/15	40,0	4,0	Vírgula
	23/11/15	25/11/15	0,0; 30,0; 0,0	9,0; 64,4; 10,4	Automática
	01/01/16	03/01/16	13,0; 25,0; 42,0	1,3; 2,5; 4,2	Vírgula
	10/01/16	10/01/16	9,7	97,0	Vírgula
	14/01/16	15/01/16	25,0; 17,0	2,5; 1,7	Vírgula
	18/01/16	19/01/16	22,0; 8,7	2,2; 87,0	Vírgula
	22/01/16	22/01/16	47,0	4,7	Vírgula
	26/01/16	27/01/16	20,0; 23,0	2,0; 2,3	Vírgula
	26/08/16	26/08/16	30,0	0,0	Automática
	05/10/16	05/10/16	70,0	7,0	Vírgula
	12/11/16	13/11/16	30,0; 0,0	0,2; 69,4	Automática
	16/11/16	17/11/16	10,0; 10,0	1,0; 1,0	Vírgula

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	06/09/18	06/09/18	51,6	0,0	Automática
	11/11/18	12/11/18	0,0; 0,0	82,6; 10,8	Automática
	15/11/18	15/11/18	29,0	0,0	Automática
	21/11/18	21/11/18	16,3	0,0	Automática
	26/11/18	26/11/18	33,8	0,0	Automática
	09/12/18	10/12/18	0,0; 0,0	15,4; 17,2	Automática
	07/02/19	07/02/19	40,4	4,4	Automática
	15/03/19	17/03/19	35,7; 0,0; 0,0	0,0; 8,8; 5,8	Automática
	19/03/19	20/03/19	10,0; 29,4	3,2; 0,2	Automática
	22/03/19	23/03/19	0,0; 0,0	42,4; 42,2	Automática
	25/03/19	26/03/19	0,0; 0,0	19,6; 104,4	Automática
	28/03/19	28/03/19	0,0	30,2	Automática
	Fev/19	Mar/19	-	137,3; 317,5	Total mensal
	03/04/19	03/04/19	0,0	25,0	Automática
	06/04/19	06/04/19	0,0	8,2	Automática
	10/04/19	13/04/19	Todos 0,0	42,4; 9,0; 17,0; 5,0	Automática
	21/04/19	22/04/19	0,0; 0,0	7,0; 29,4	Automática
	15/05/19	17/05/19	25,2; 25,2; 15,5	0,0; 3,2; 0,2	Automática
01146008	16/11/14	16/11/14	59,3	0,0	Automática
	22/01/15	22/01/15	48,1	0,0	Automática
	26/01/15	26/01/15	0,0	48,1	Automática
	04/02/15	04/02/15	27,6	0,0	Automática
	25/02/15	25/02/15	0,0	63,2	Automática
	Dez/15	Jan/16	-	102,0; 474,0	Total mensal
	01/12/17	02/12/17	0,0; 0,0	11,8; 38,0	Automática
	11/12/17	11/12/17	37,8	17,8	Automática
	14/03/18	14/03/18	53,1	13,1	Automática
	04/02/19	05/02/19	0,6; 0,0	-	Automática
	03/04/19	03/04/19	0,0	13,8	Automática
01146019	Nov14	Nov/15	Duvidosos		
	23/09/16	23/09/16	0,0	54,9	Automática
	12/12/16	12/12/16	50,0	5,0	Vírgula
	14/12/16	14/12/16	0,0	102,6	Automática
	05/02/17	06/02/17	0,0; 0,0	2,8; 9,4	Automática
	08/02/17	08/02/17	97,7	117,7	Automática
	27/03/17	27/03/17	0,0	26,0	Automática
	05/04/17	05/04/17	0,0	31,0	Automática
	07/04/17	07/04/17	2,0	20,0	Vírgula
	14/04/17	14/04/17	0,0	10,6	Automática
	18/04/17	19/04/17	2,0; 2,0	20,0; 20,0	Vírgula
	14/11/17	14/11/17	10,0	20,0	Automática
	02/12/17	02/12/17		97,7	Automática
	09/12/17	09/12/17	30,0	0,0	Automática
	23/12/17	23/12/17	0,0	30,0	Automática
	05/01/18	08/01/18	20,0; 76,6; 10,0; 74,2	-; 76,6; -; -	Automática
	12/01/18	12/01/18	2,0	20,0	Vírgula

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	18/10/18	19/10/18	2,4; 9,6	0,0; 0,0	Automática
	22/10/18	22/10/18	115,8	0,0	Automática
01244024	Fev/17	Fev/17		192,6	Total mensal
	22/02/18	22/02/18	-	-	Duvidoso
	08/03/18	08/03/18	-	-	Duvidoso
	12/03/18	12/03/18	-	-	Duvidoso
	06/04/18	06/04/18	-	-	Duvidoso
	08/04/18	09/04/18	-	-	Duvidoso
	14/04/18	14/04/18	-	-	Duvidoso
01245034	03/03/15	03/03/15	0,0	11,0	Automática
	09/03/15	09/03/15	0,0	23,4	Automática
	21/03/15	21/03/15	34,9	94,9	Automática
	27/04/15	27/04/15	0,0	39,8	Automática
	01/05/15	02/05/15	0,0; 8,8	38,8; 37,2	Automática
	23/11/15	23/11/15	0,0	64,2	Automática
	25/11/15	25/11/15	23,7	53,7	Automática
	29/11/15	29/11/15	45,4	95,4	Automática
	11/12/16	11/12/16	74,9	14,9	Automática
01246015	23/11/15	23/11/15	0,0	23,0	Automática
	25/11/15	26/11/15	1,2; 0,0	22,0; 10,0	Automática
	29/11/15	29/11/15	0,0	60,0	Automática
	05/01/16	05/01/16	0,0	20,4	Automática
	20/01/16	22/01/16	2,8; 3,0; 3,5	8,4; 26,2; 54,2	Automática
	24/01/16	25/01/16	0,0; 0,0	9,4; 23,0	Automática
	11/02/19	11/02/19	0,0	28,2	Automática
	08/03/19	09/03/19	11,7; 11,7	0,0; 0,0	Automática
	12/03/19	12/03/19	0,0	14,8	Automática
	24/03/19	25/03/19	0,0; 3,0	8,2; 89,8	Automática
	22/04/19	22/04/19	0,0	13,8	Automática
01344030	Nov/14	Mai/15	Muitas falhas		
	14/02/16	14/02/16	0,0	58,8	Automática
	25/03/16	25/03/16	0,0	12,0	Automática
	05/04/17	05/04/17	0,0	14,6	Automática
	18/02/19	18/02/19	10,0	93,4	Automática
	05/04/19	05/04/19	2,0	20,0	Automática
01345009	02/03/15	02/03/15	53,2	0,0	Automática
	11/10/16	11/10/16	11,2	0,0	Automática
	15/01/17	15/01/17	0,0	19,2	Automática
	12/02/17	13/02/17	0,0; 0,0	28,2; 20,4	Automática
01345010	29/10/15	01/11/15	32,1; 0,0; 0,0; 22,5	0,0; 4,6; 3,8; 6,8	Automática
	08/01/16	08/01/16	0,0	23,0	Automática
	27/01/16	27/01/16	108,4	148,4	Automática
	17/11/18	17/11/18	2,0	32,2	Automática
	17/03/19	17/03/19	0,0	11,4	Automática
	25/03/19	25/03/19	110,0	140,0	Automática
01345011	05/05/15	05/05/15	42,4	4,4	Automática
	29/11/15	29/11/15	11,8	0,0	Automática

CÓDIGO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBS
	06/02/16	06/02/16	0,4	-	Automática
	Fev/17	Mar/17	-	278,8; 105,3	Total mensal
	01/04/18	30/04/18	0,0	-	duvidoso
	Abr/18	Abr/18	-	53,3	Total mensal
	14/11/18	14/11/18	40,0	4,0	Vírgula
	01/12/18	01/12/18	35,0	3,5	Vírgula
	29/12/18	30/12/18	10,0; 10,0	1,0; 1,0	Vírgula
	09/02/19	09/02/19	0,0	14,2	Automática
	11/04/19	11/04/19	0,0	15,2	Automática
01444022	19/01/16	19/01/16	106,3	166,3	Automática
	19/11/17	19/11/17	14,7	44,7	Automática
	29/01/18	29/01/18	42,1	4,1	Automática
	04/02/18	04/02/18	63,9	6,9	Automática
	08/03/18	08/03/18	20,8	2,8	Automática
01444023	24/04/17	24/04/17	0,0	13,8	Automática
	Out/17	Nov/17	-	23,4; 185,0	Total mensal
	30/11/17	30/11/17	87,3	21,6	Automática
	01/12/17	02/12/17	0,0; 4,6	11,6; 92,4	Automática
	06/12/17	08/12/17	9,0; 0,0; 0,0	18,4; 0,6; 5,8	Automática
	11/12/17	11/12/17	24,8	3,8	Automática
	15/12/17	15/12/17	106,4	58,5	Automática
	17/12/17	17/12/17	24,0	14,2	Automática
	28/01/18	28/01/18	82,9	14,8	Automática
	30/01/18	30/01/18	0,0	21,8	Automática
	01/02/18	01/02/18	0,0	20,4	Automática
	04/02/18	05/02/18	133,6; 195,7	63,0; 55,2	Automática
	24/02/18	24/02/18	29,2	0,0	Automática
	07/03/18	07/03/18	0,0	15,2	Automática
	09/04/18	09/04/18	13,0	1,3	Vírgula
	24/09/18	24/09/18	0,0	10,0	Automática
	12/11/18	12/11/18	0	15,0	Automática
	14/11/18	14/11/18	25,5	0,0	Automática
	27/01/19	27/01/19	0,0	25,2	Automática
	21/03/19	21/03/19	5,6	0,0	Automática
	26/03/19	26/03/19	14,0	0,0	Automática

Obs.: Vírgula – posicionamento da vírgula; Automática – dado do observador corrigido de acordo com dado da estação automática.

ANEXO V – COMPARAÇÃO ENTRE AS PRECIPITAÇÕES

Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencionais versus os equipamentos automáticos nas estações climatológicas e pluviométricas.

Estações climatológicas da RHUruçuia

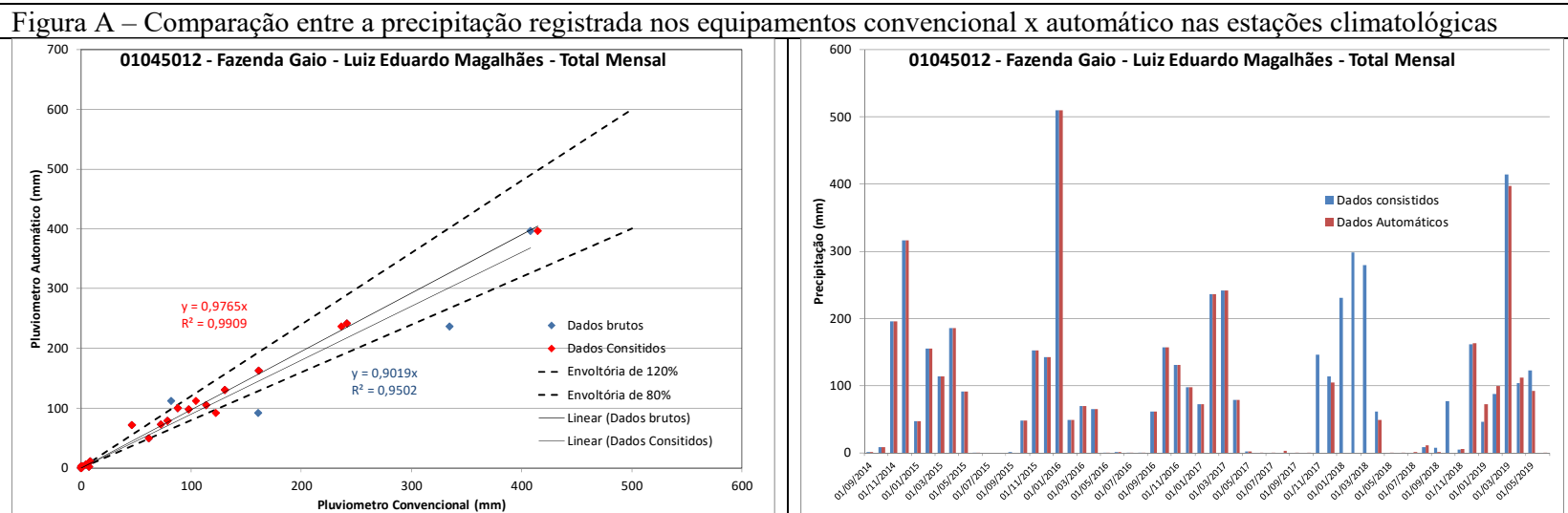


Figura A – Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencional x automático nas estações climatológicas

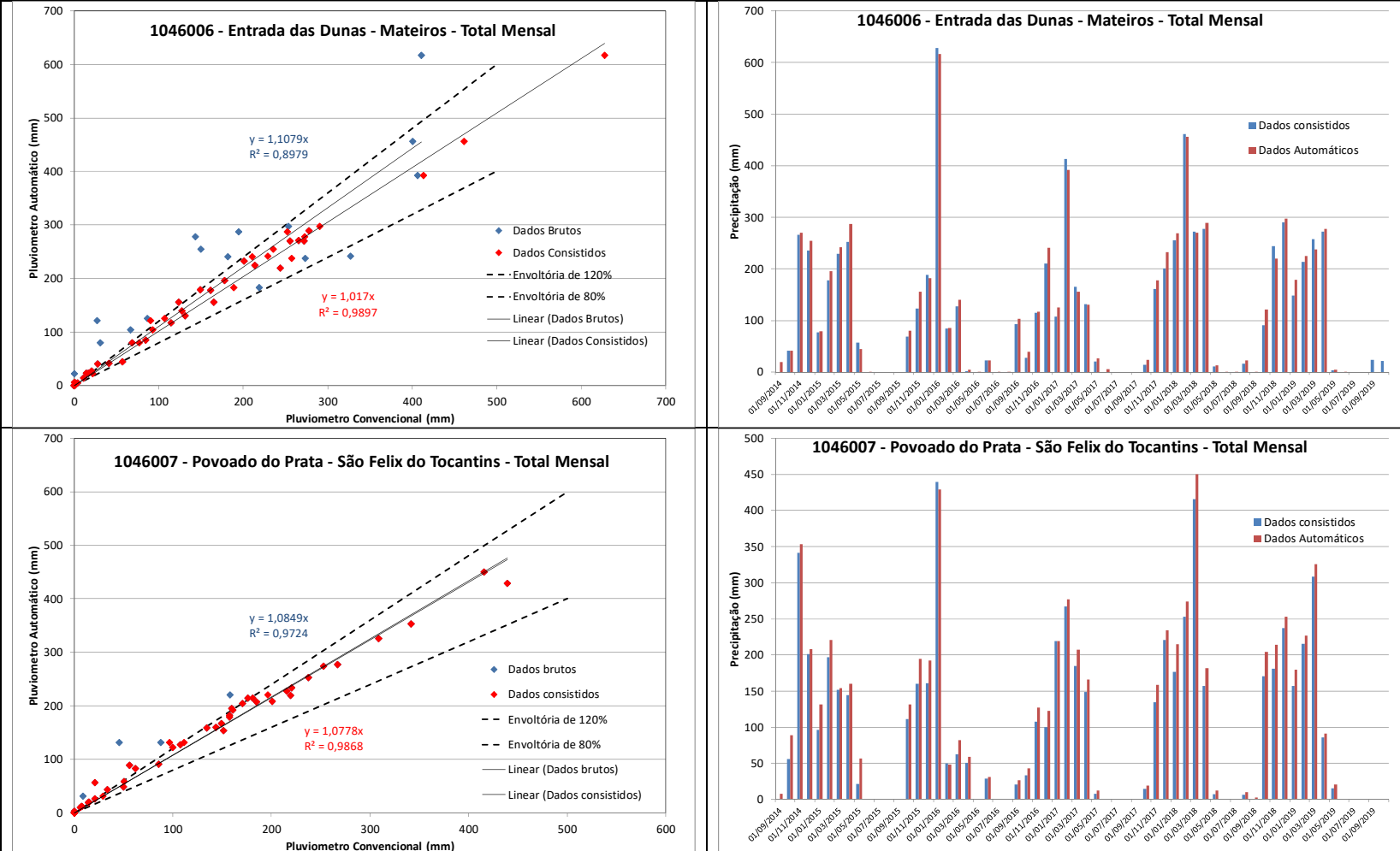


Figura A – Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencional x automático nas estações climatológicas

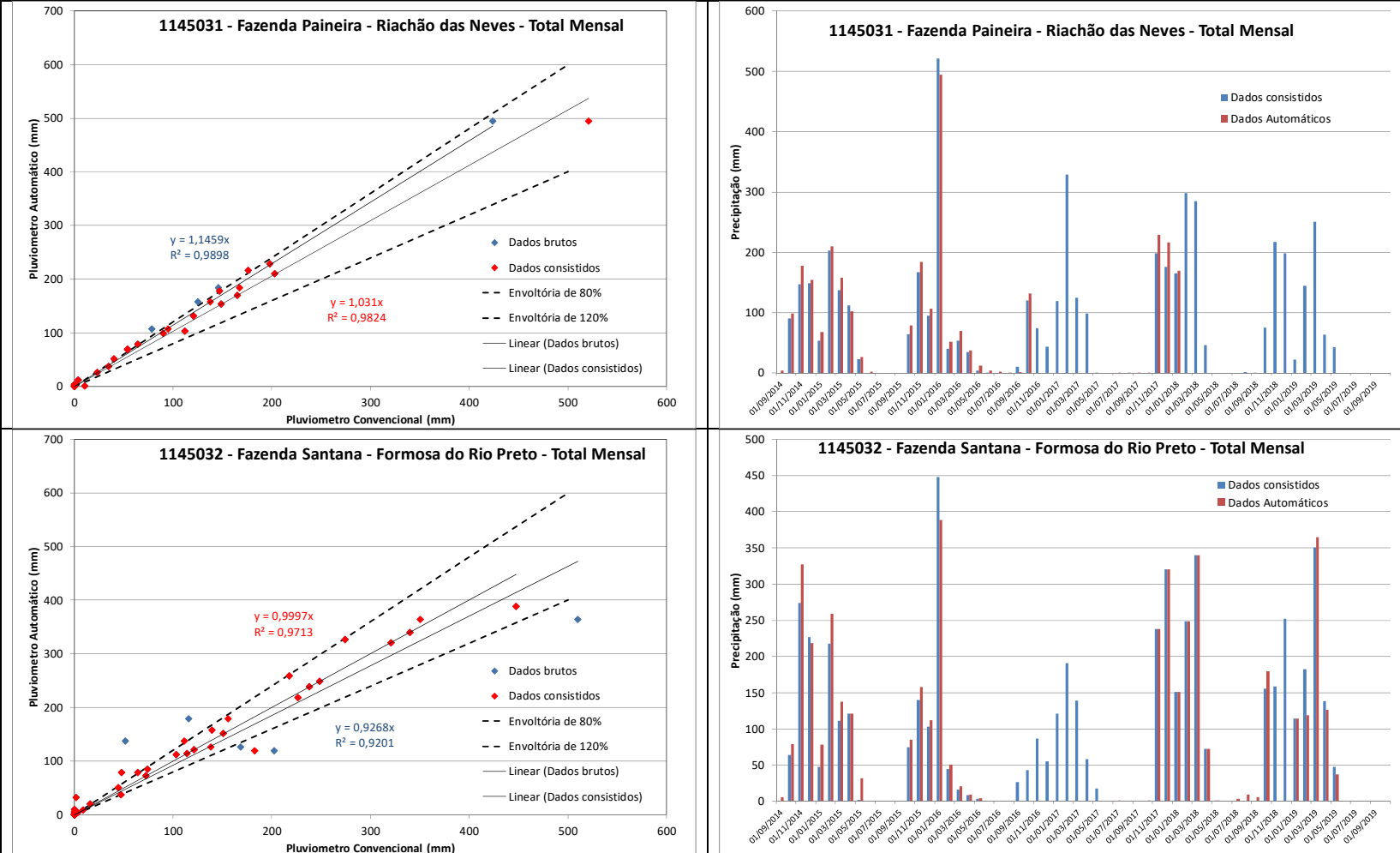


Figura A – Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencional x automático nas estações climatológicas

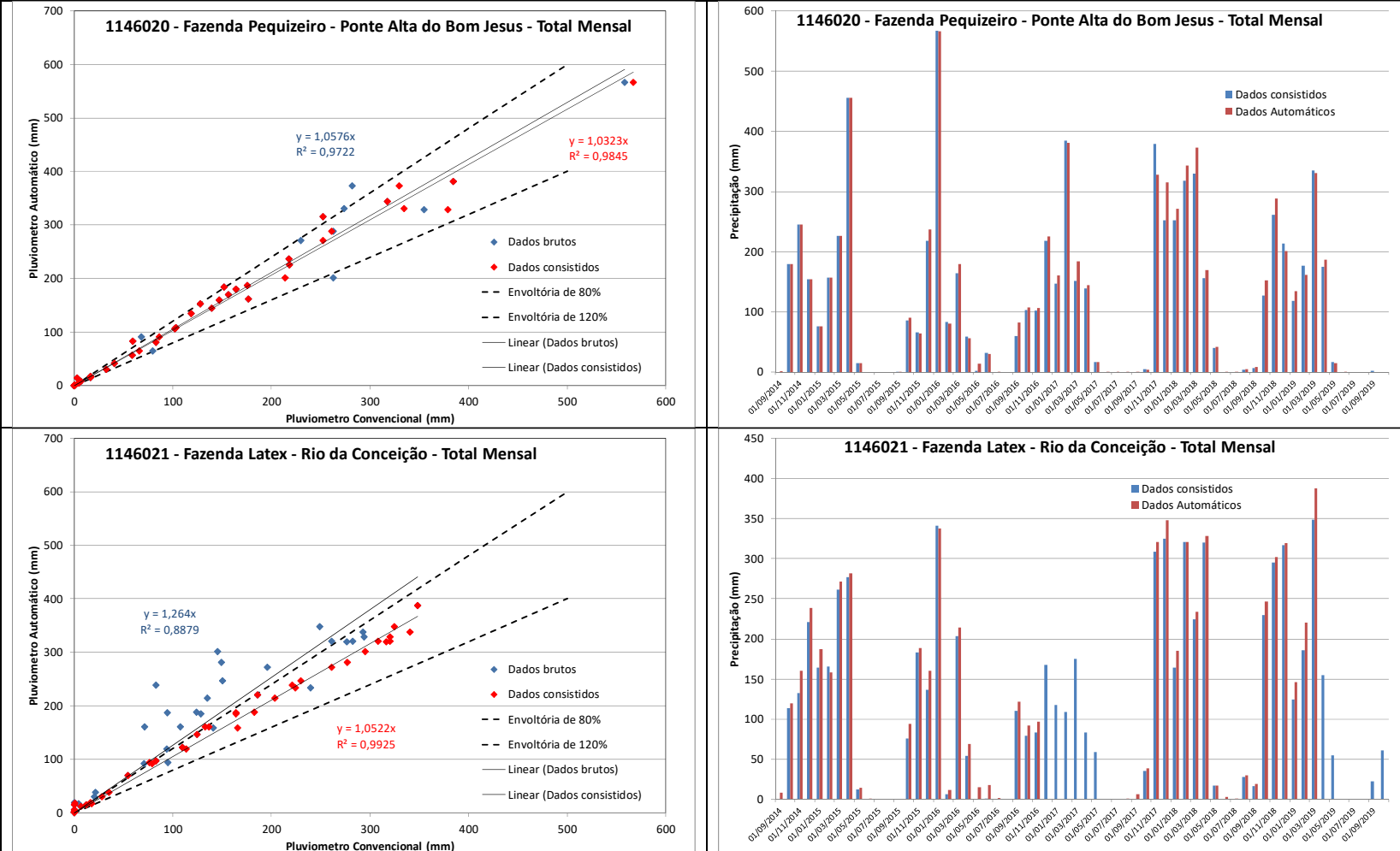


Figura A – Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencional x automático nas estações climatológicas

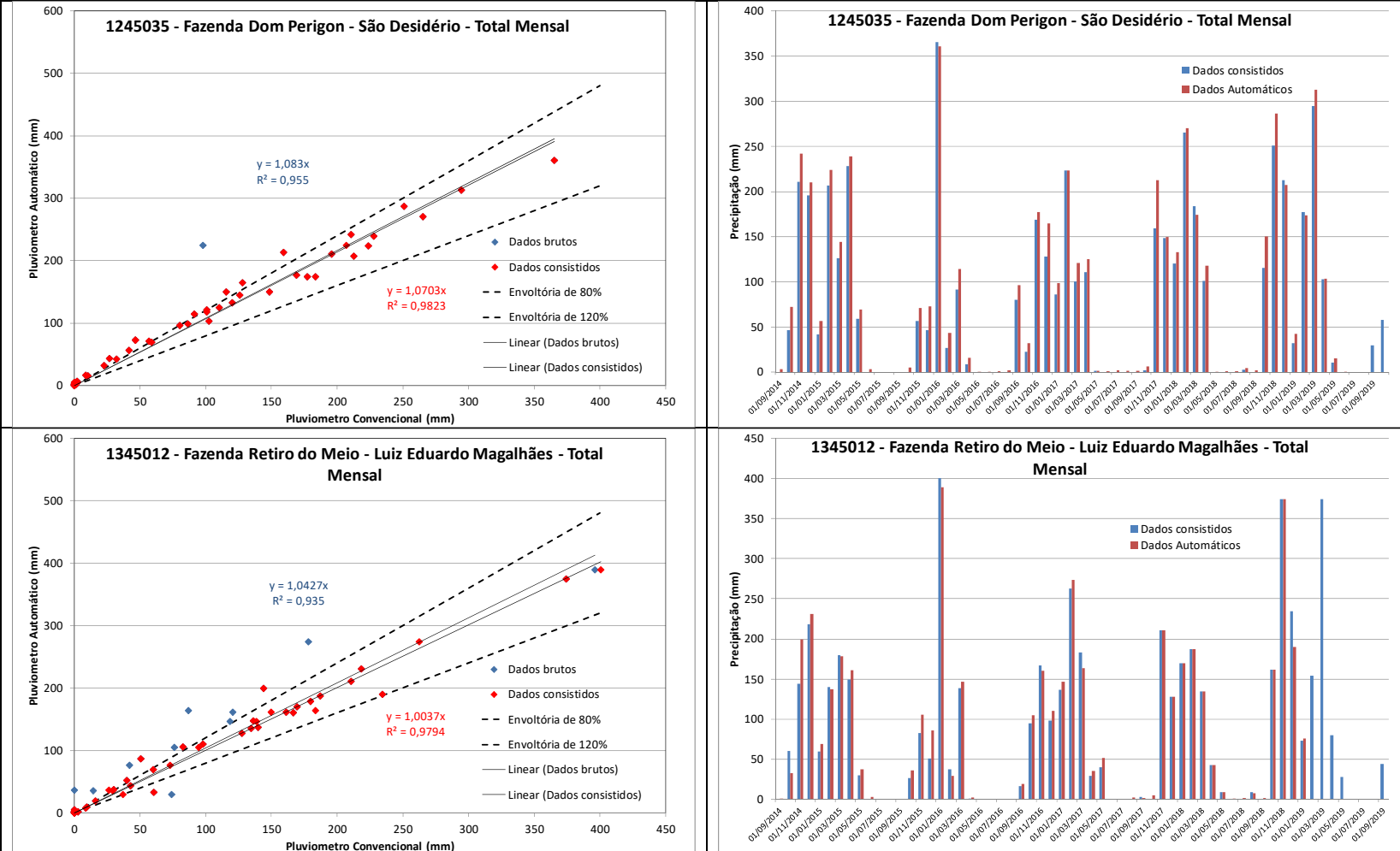


Figura A – Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencional x automático nas estações climatológicas

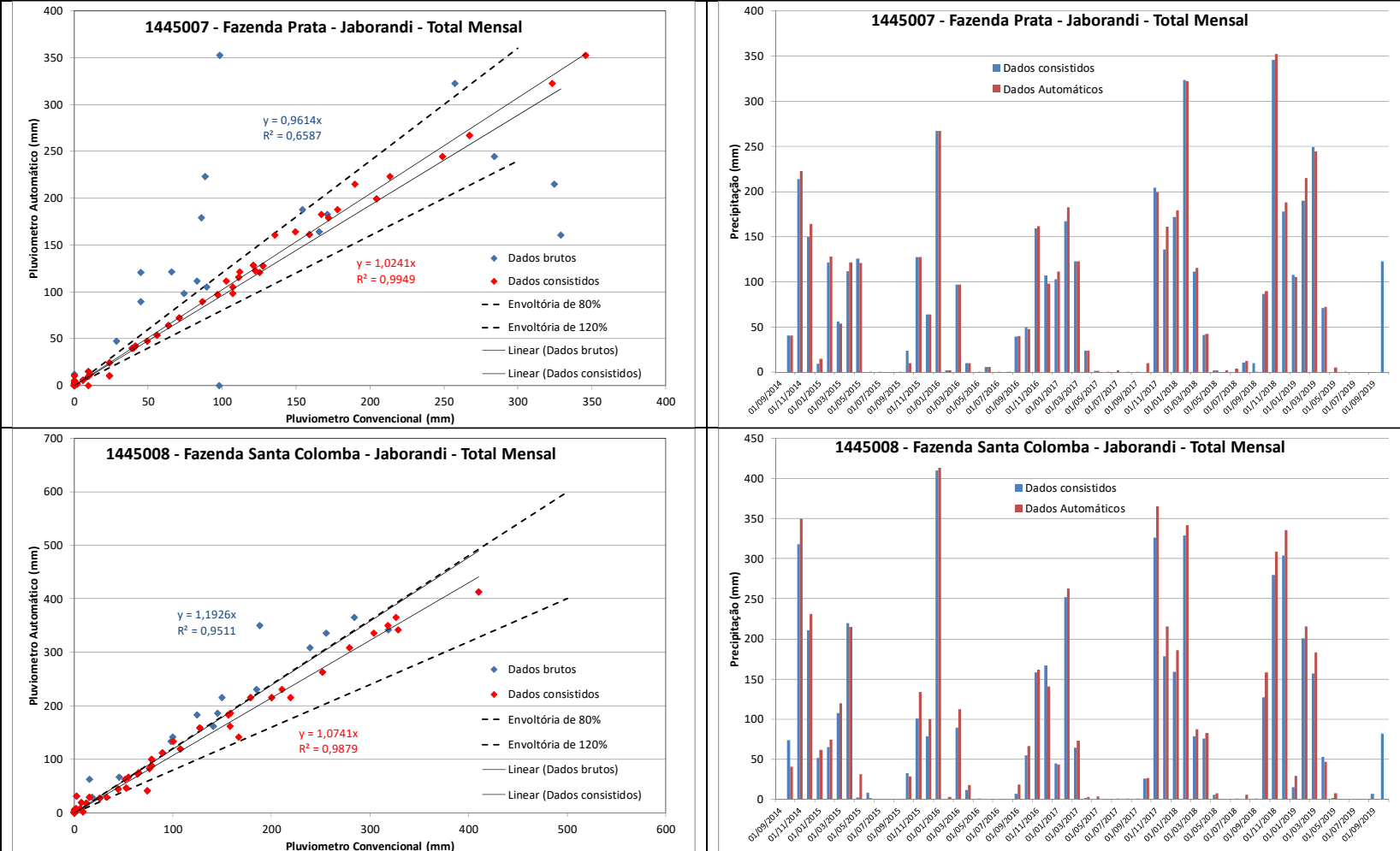


Figura A – Comparação entre a precipitação registrada nos equipamentos convencional x automático nas estações climatológicas

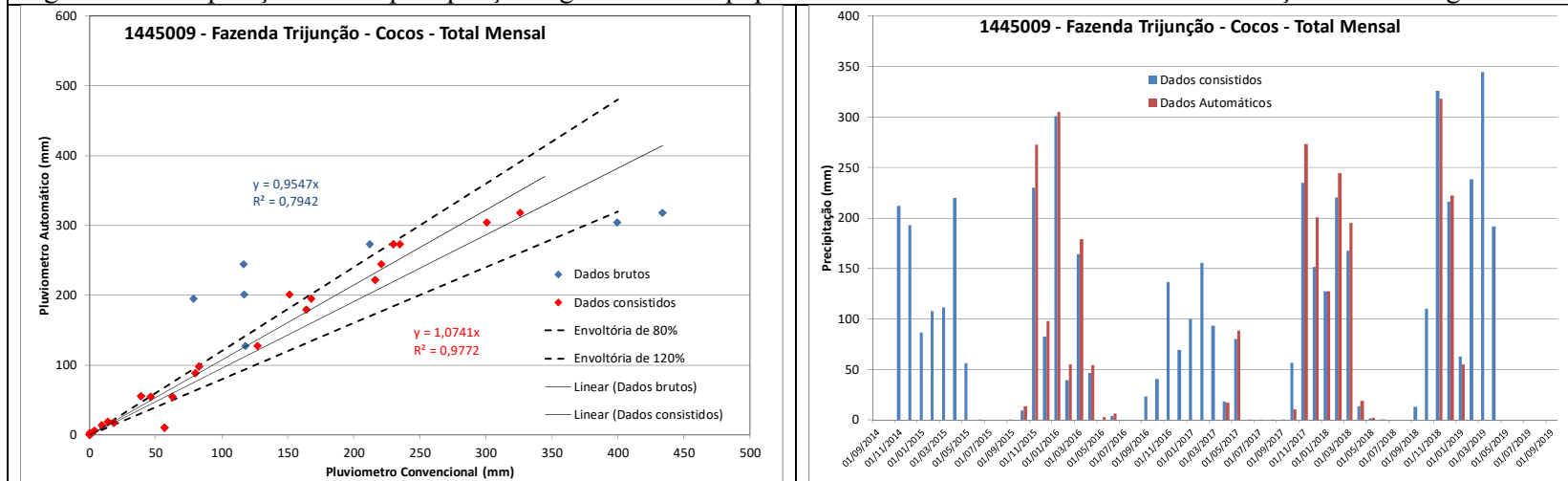


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucua

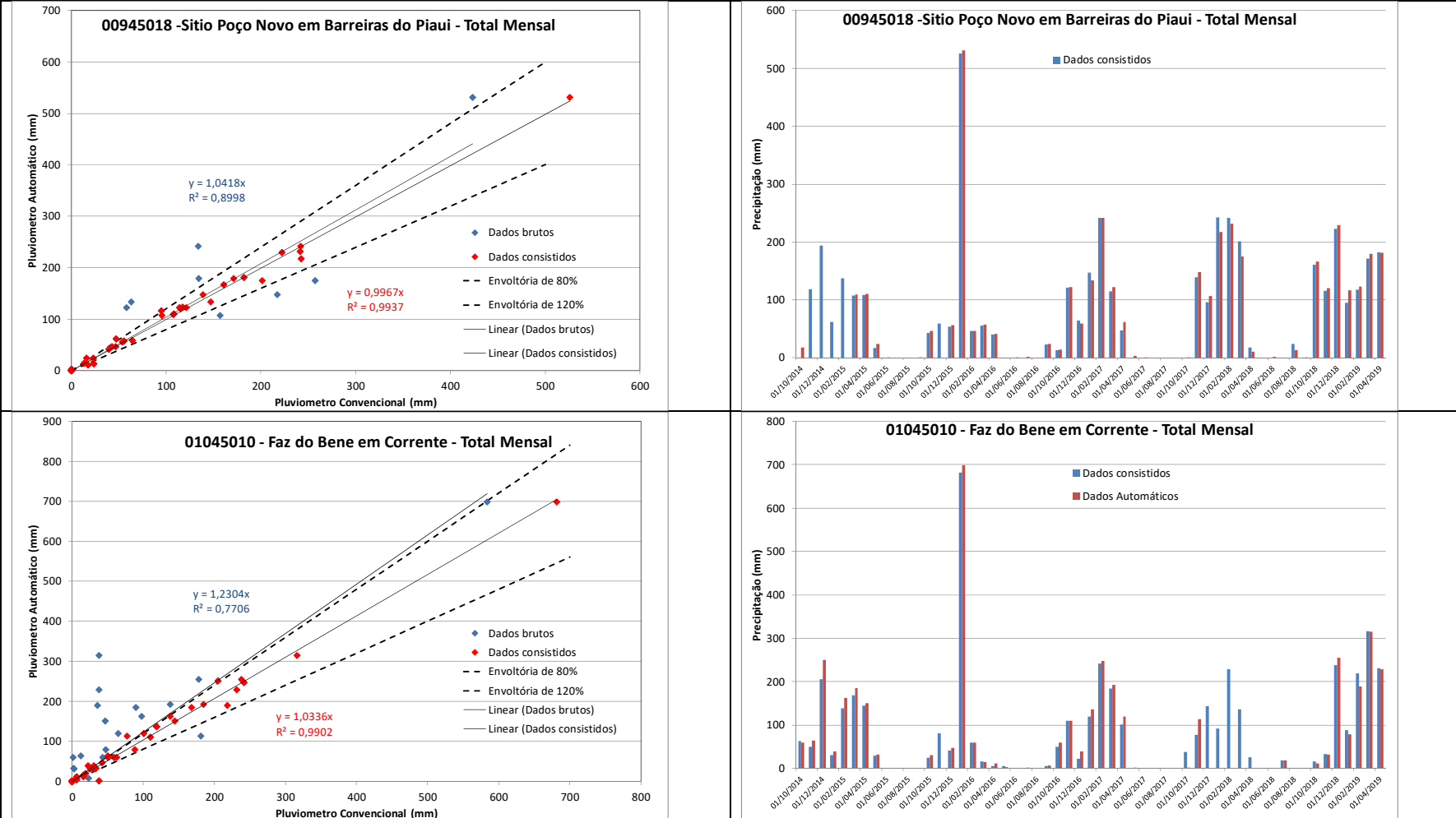


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucua

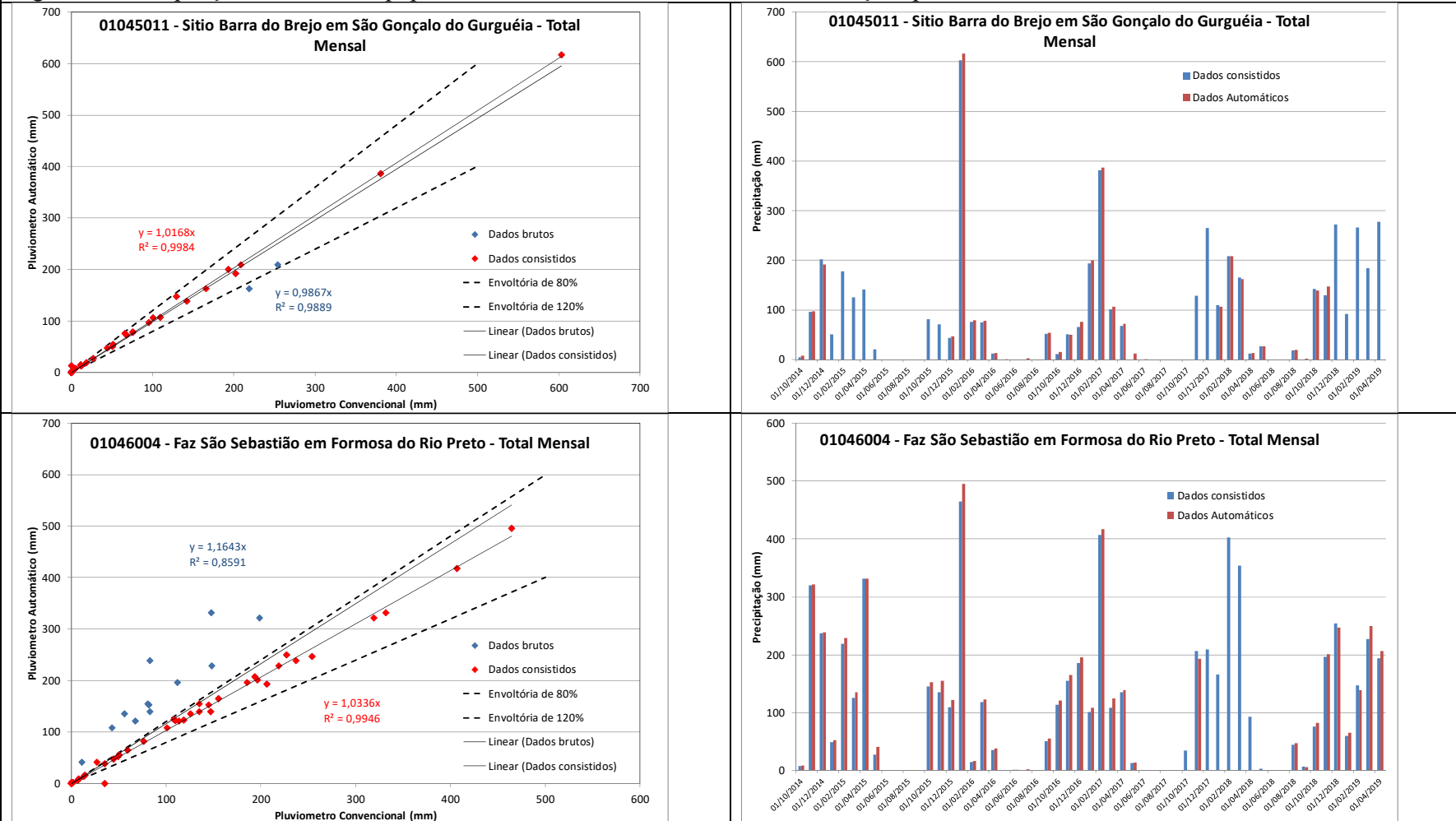


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucua

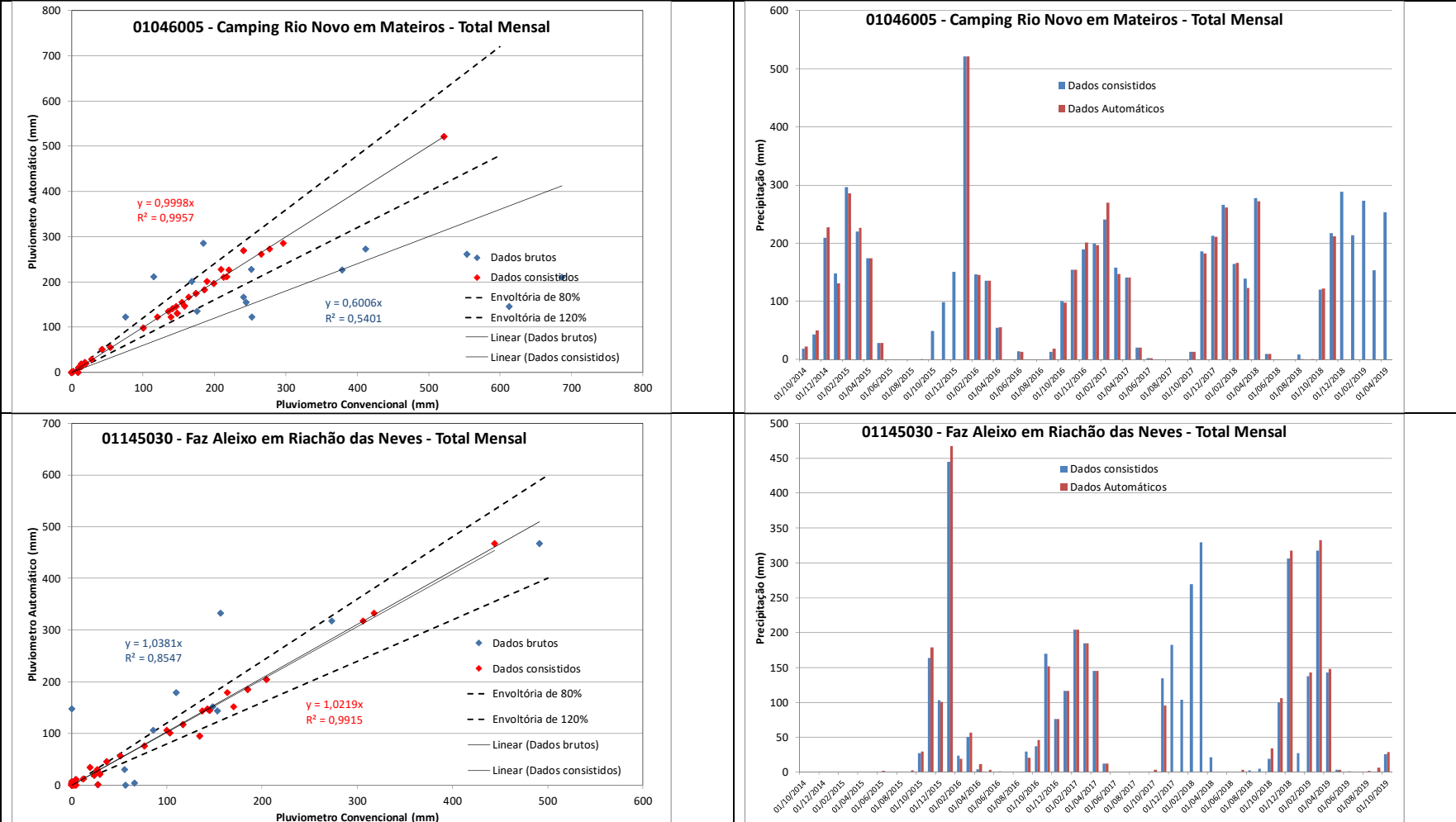


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucua

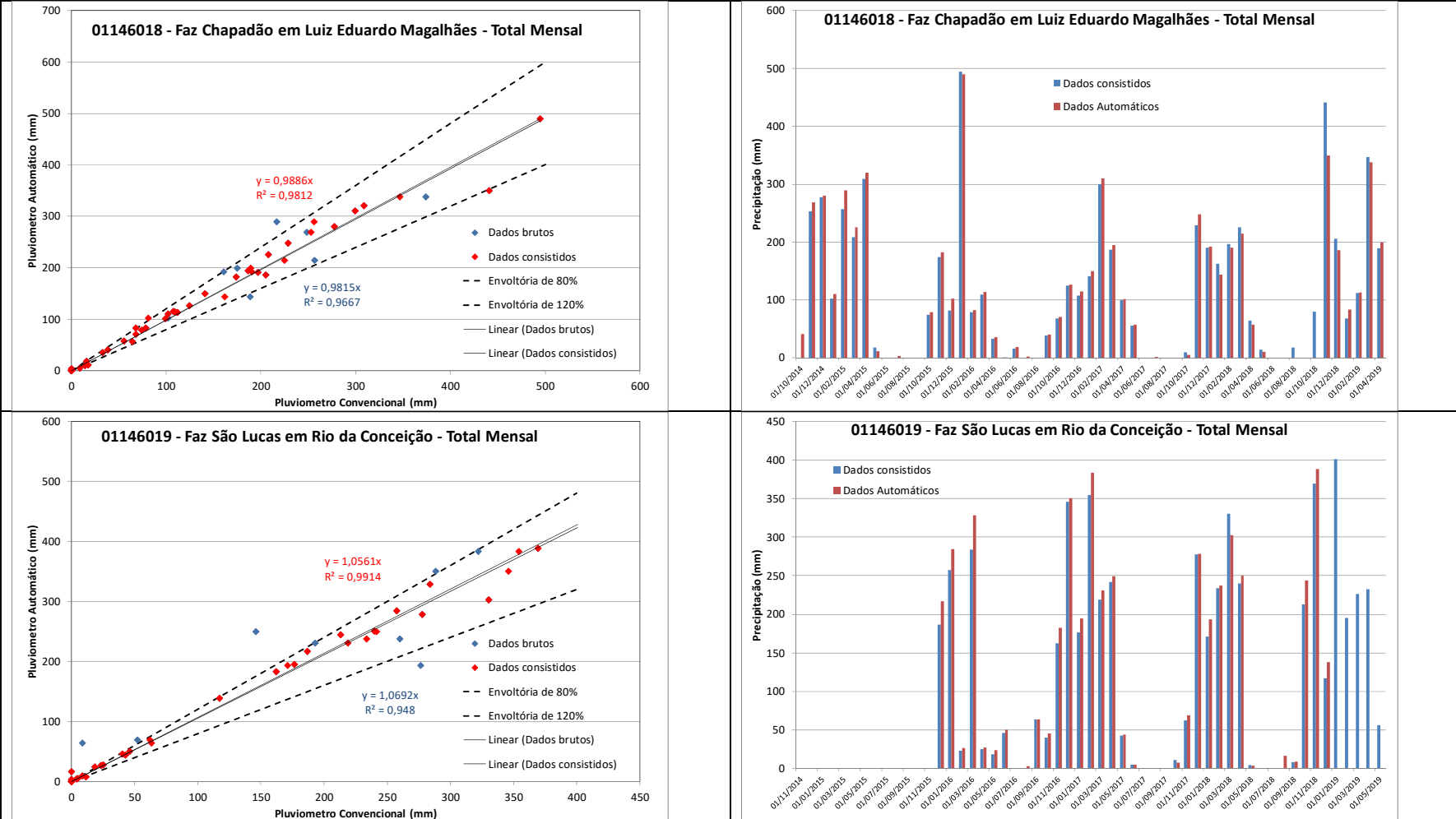


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucua

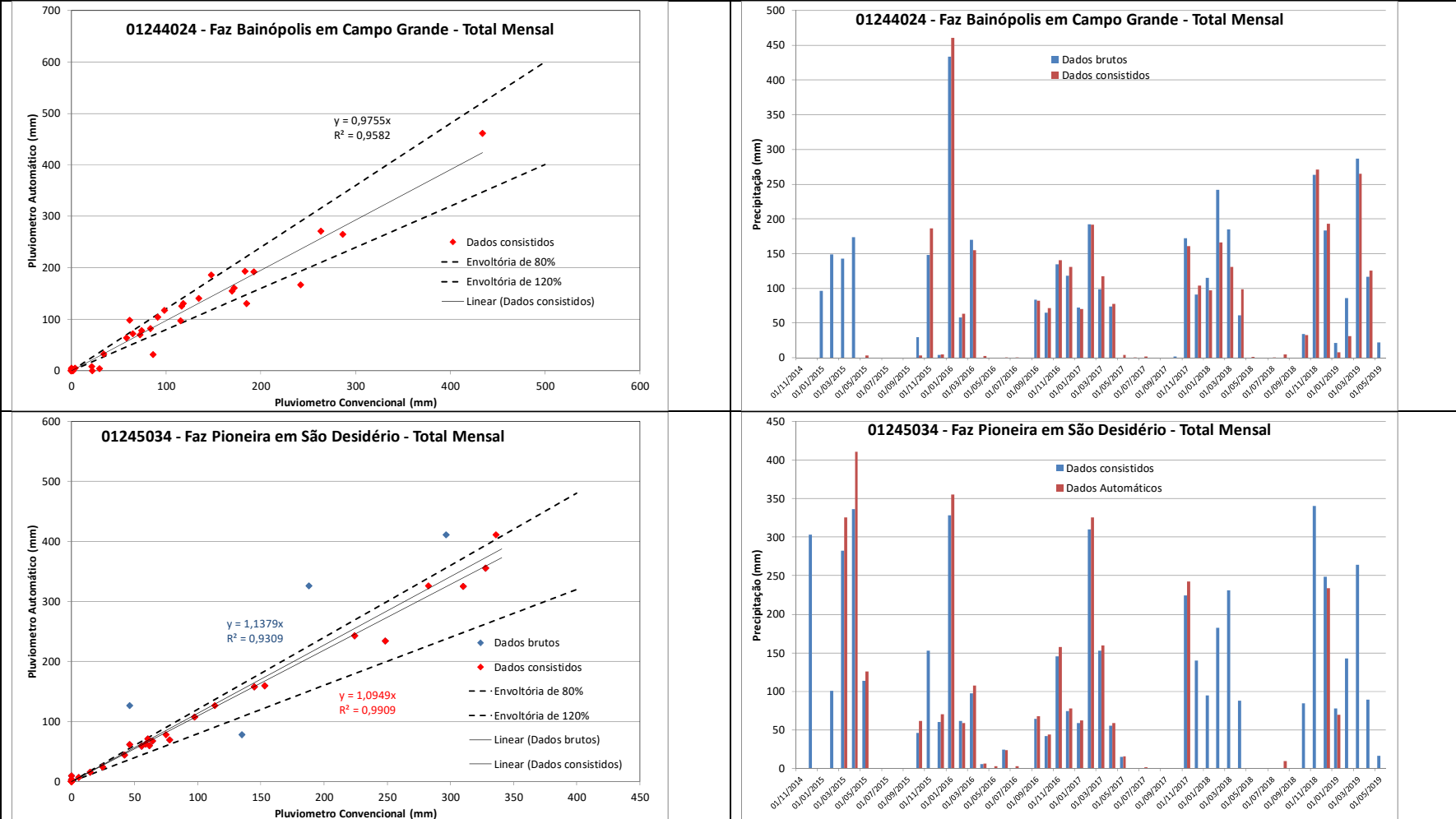


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucua

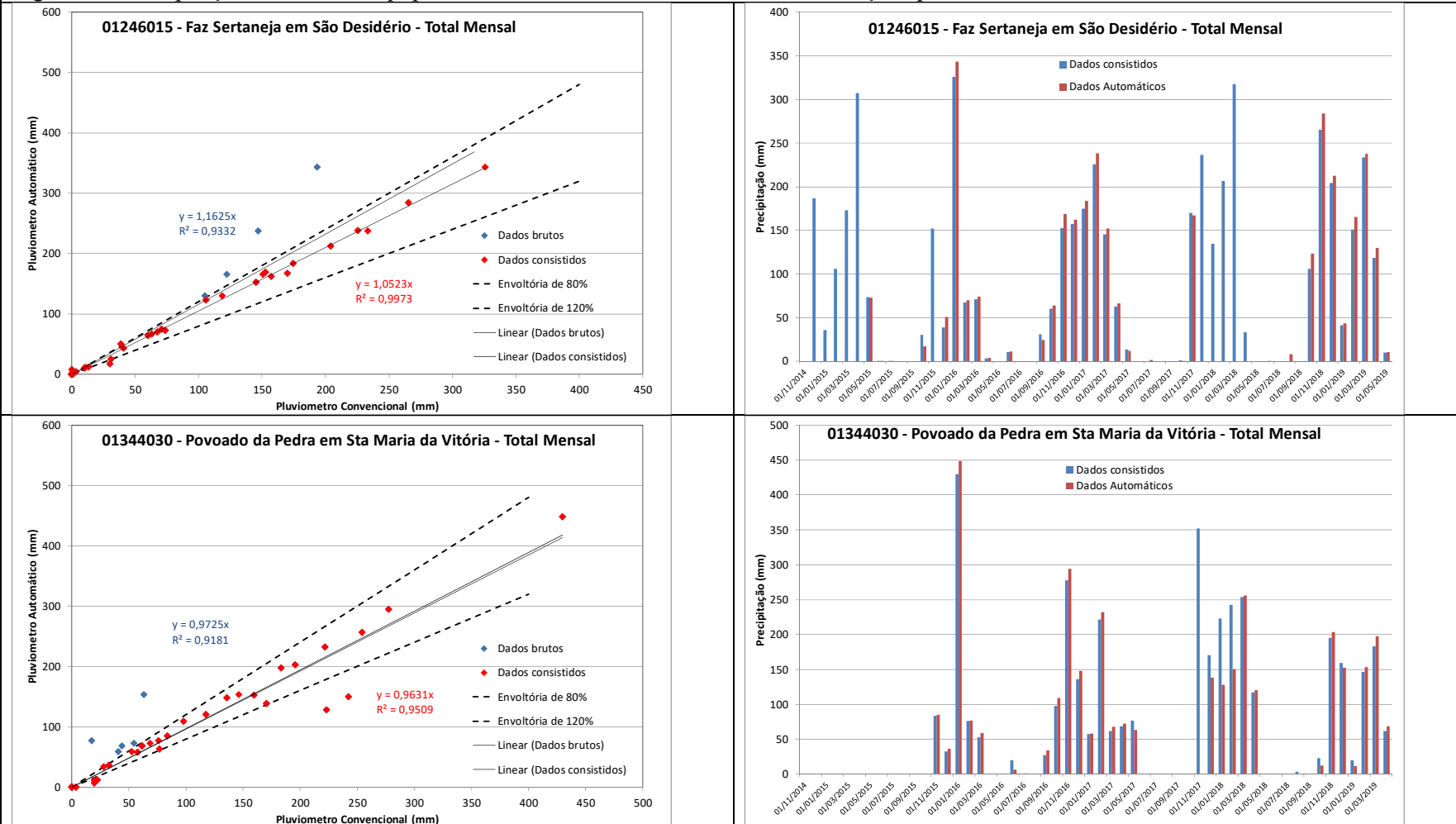


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucuaia

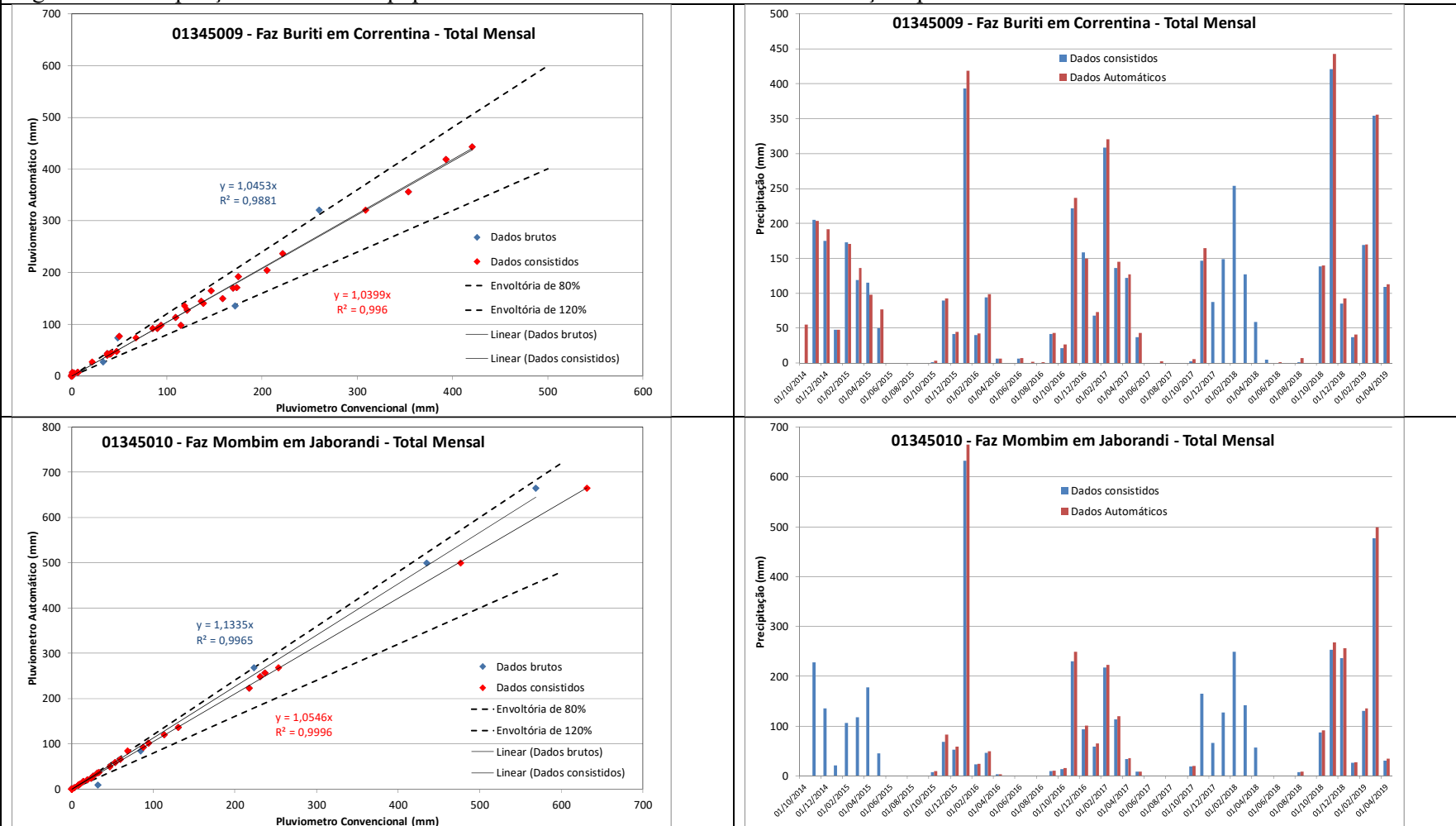


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUrucuaia

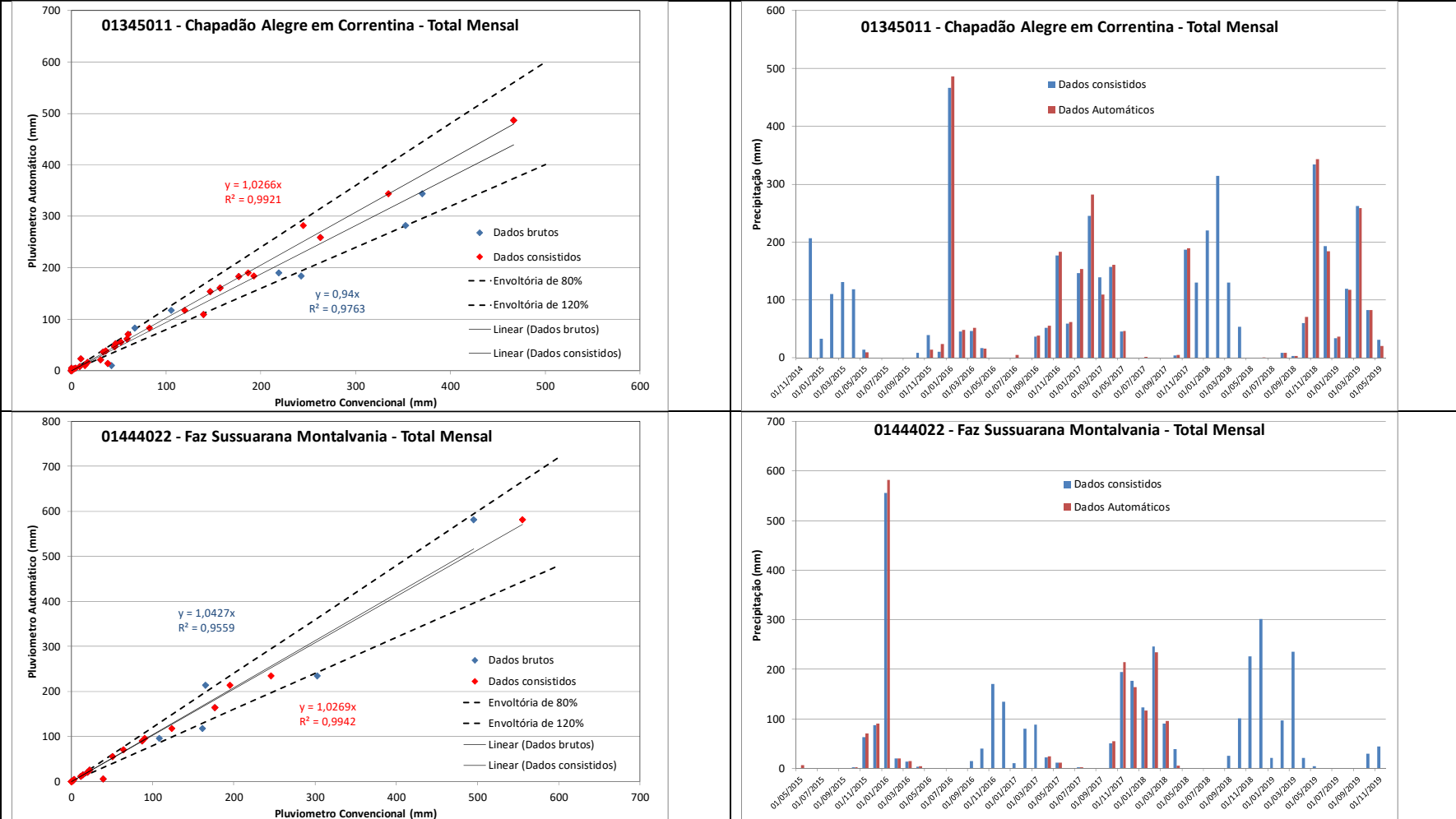
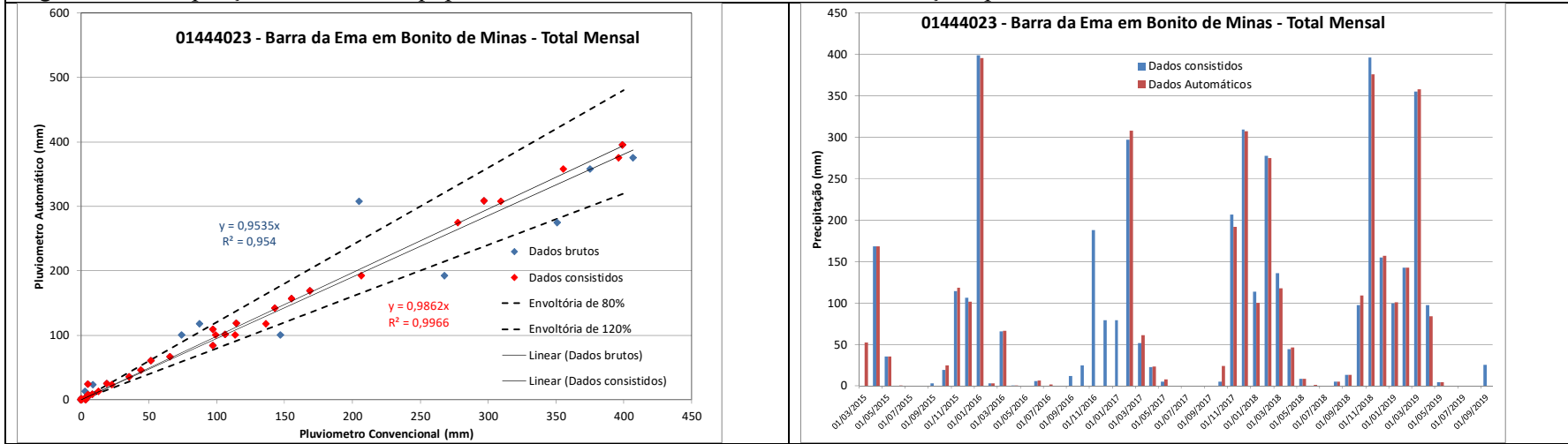


Figura B – Precipitação medida em equipamentos convencional x automático nas estações pluviométricas da RHUruucia



ANEXO VI – INCONSISTÊNCIAS NOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS

Inconsistências encontradas na análise dos dados fluviométricos

CÓDIGO	TIPO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBSERVAÇÃO
22560000	C	17/05/15	30/06/15	-	-	Falha preenchida
	C	06/10/17	23/10/17	-	-	Falha preenchida
	C	01/09/18	30/09/18	-	-	Falha preenchida
	C	26/04/19	30/04/19	-	-	Falha preenchida
	C	29/10/17	29/10/17	88	98	DD alterado
	Q	11/02/18	11/04/18	-	-	Falha preenchida
22662000	C	01/12/14	17/12/14	-	-	Falha preenchida
	C	31/12/14	31/12/14	-	-	Falha preenchida
	C	17/02/17	25/02/17	-	-	Falha preenchida
	C	08/09/18	10/09/18	100, 100, 150	200	EM alterado
	C	08/11/18	08/11/18	299	229	DD alterado
	C	26/04/19	30/04/19	-	-	Falha preenchida
	C	17/06/19	17/06/19	100	200	EM alterado
	C	07/08/19	07/08/19	105	192	DD alterado
22665000	Q	29/01/16	30/01/16	-	-	Falha preenchida
	C	31/12/18	31/12/18	-	-	Falha preenchida
34001000	Q	20/01/16	20/01/16	-	-	Falha preenchida
	C	08/02/15	20/03/15	-	-	Falha preenchida
	C	02/04/15	09/07/15	-	-	Falha preenchida
	C	19/10/15	21/10/15	240	250	DD alterado
	C	01/10/16	06/10/16	-	-	Falha preenchida
	C	11/12/17	11/12/17	240	260	DD alterado
	C	18/05/18	31/05/18	-	-	Falha preenchida
	C	14/09/19	14/09/19	139	252	DD alterado
34228000	Q	21/01/16	26/01/16	-	-	Falha preenchida
	C	16/08/19	16/08/19	76	138	DD alterado
	C	19/07/19	20/07/19	130	140	DD alterado
45120000	C	23/07/19	23/07/19	130	140	DD alterado
	C	25/03/19	27/03/19	315, 303, 302	415, 403, 402	EM alterado
45125000	C	01/11/17	03/11/17	-	-	Falha preenchida
	C	12/11/17	12/11/17	-	-	Falha preenchida
	C	21/10/19	21/10/19	266	316	EM alterado
45155500	C	30/10/16	30/10/16	688	138	DD alterado
	C	09/11/19	09/11/19	72	127	DD alterado
45765000	C	01/04/17	02/04/17	-	-	Falha preenchida
	C	02/03/18	04/03/18	-	-	Falha preenchida
	C	01/08/18	12/08/18	-	-	Falha preenchida
	C	31/08/18	30/09/18	-	-	Falha preenchida
	C, Q	01/10/18	30/04/18	-	-	Falha
	C	01/05/19	09/05/19	-	-	Falha preenchida

CÓDIGO	TIPO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBSERVAÇÃO
	C	25/02/17	28/02/17	-	-	Falha preenchida
	C	07/02/17	13/02/17	-	-	Falha preenchida
	C	01/09/16	31/10/16	-	-	Falha preenchida
	C, Q	01/11/16	31/01/17	-	-	Falha
46410000	C	01/07/14	31/07/14	-	-	Dados deletados
	C	31/12/16	31/12/16	-	-	Falha preenchida
	C	28/01/17	28/01/17	-	-	Falha preenchida
	C	31/01/17	31/01/17	-	-	Falha preenchida
	C	31/03/17	31/03/17	-	-	Falha preenchida
	C	27/04/19	30/04/19	-	-	Falha preenchida
	C	07/04/18	08/04/18	385, 266	285, 316	EM alterado
	C	13/04/18	13/04/18	254	304	EM alterado
C, Q	18/07/17	06/11/17	-	-	Falha	
46438000	C, Q	01/09/17	22/04/18	-	-	Falha
46439000	C	01/09/14	28/09/14	-	-	Falha preenchida
	C	01/10/14	31/10/14	-	-	Falha preenchida
	C	01/11/14	17/11/14	-	-	Falha preenchida
	C	02/05/15	03/05/15	-	-	Falha preenchida
	C	01/08/15	31/10/15	-	-	Falha preenchida
	Q	01/11/15	07/01/16	-	-	Falha preenchida
	C	06/03/16	11/03/16	-	-	Falha preenchida
	C, Q	21/04/16	06/02/17	-	-	Falha
	C	23/03/17	31/03/17	-	-	Falha preenchida
	C, Q	28/04/17	08/11/17	-	-	Falha
	C	30/03/19	30/03/19	-	-	Falha preenchida
	C	15/03/19	16/03/19	-	-	Falha preenchida
	C, Q	11/11/17	07/12/17	-	-	Falha
	C	10/12/17	10/12/17	-	-	Falha preenchida
	C, Q	18/12/17	31/01/18	-	-	Falha
	C	01/03/18	04/03/18	-	-	Falha preenchida
	C	31/03/18	31/03/18	-	-	Falha preenchida
	C, Q	14/05/18	27/11/18	-	-	Falha
	C	23/12/18	31/12/18	-	-	Falha preenchida
	C	08/12/18	08/12/18	150	200	EM alterado
C, Q	08/01/19	11/02/19	-	-	Falha	
C, Q	01/04/19	31/12/19	-	-	Falha	
46470000	C, Q	-	-	-	-	Dados consistentes
46555800	C	29/10/18	29/10/18	252	202	EM alterado
	C	19/09/19	19/09/19	233	183	EM alterado
	Q	20/01/16	22/01/16	-	-	Falha preenchida
46572000	C	29/03/18	31/03/18	-	-	Falha preenchida
	C	05/02/19	05/02/19	-	-	Falha preenchida
	C	16/02/19	17/02/19	-	-	Falha preenchida
	C	04/03/19	04/03/19	-	-	Falha preenchida
	C	13/03/19	15/03/19	-	-	Falha preenchida
	C	22/03/19	22/03/19	-	-	Falha preenchida
C	02/05/19	09/05/19	-	-	Falha preenchida	

CÓDIGO	TIPO	INÍCIO	FIM	VALOR ORIGINAL	VALOR CONSISTIDO	OBSERVAÇÃO
46780800	C, Q	25/01/18	31/03/18	-	-	Falha
	C	01/04/18	04/04/18	-	-	Falha preenchida
	C	10/09/18	30/09/18	-	-	Falha preenchida
	C, Q	01/10/18	15/12/18	-	-	Falha
	C	27/01/19	27/01/19	-	-	Falha preenchida
	C	14/08/19	31/08/19	-	-	Falha preenchida

EM – Erro de Metro; DD – Dado Duvidoso.

ANEXO VII – MEDIÇÕES, CURVAS-CHAVE E PERFIS

Curvas-chave com medições de descarga líquida, perfis transversais, cotograma e hidrograma das estações da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia, para o período de 2014 a 2020.

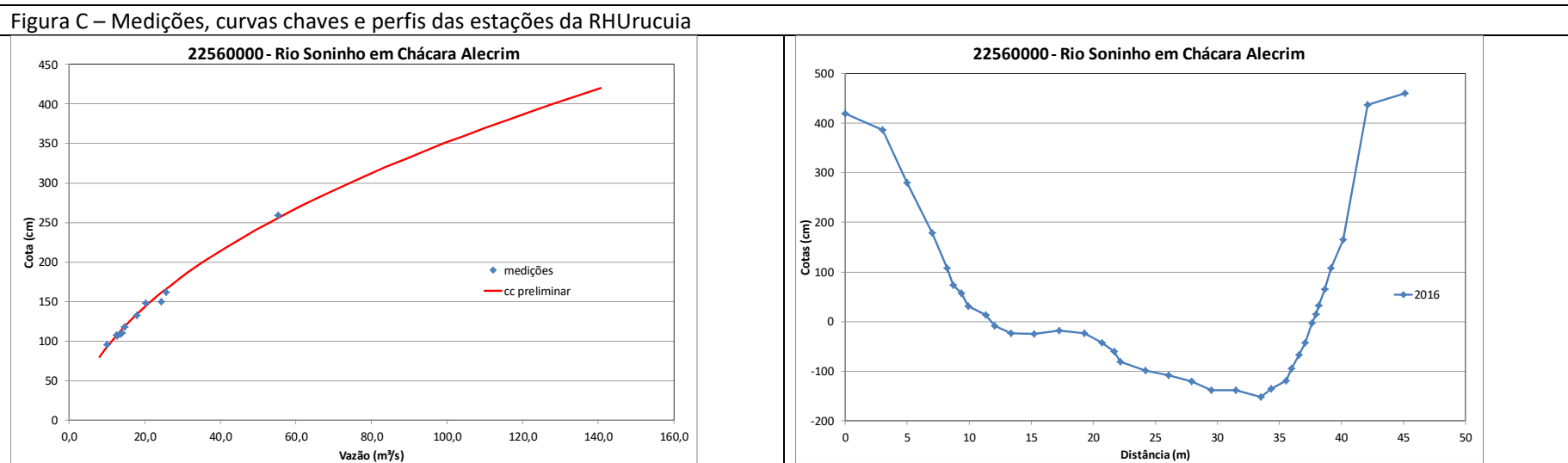


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

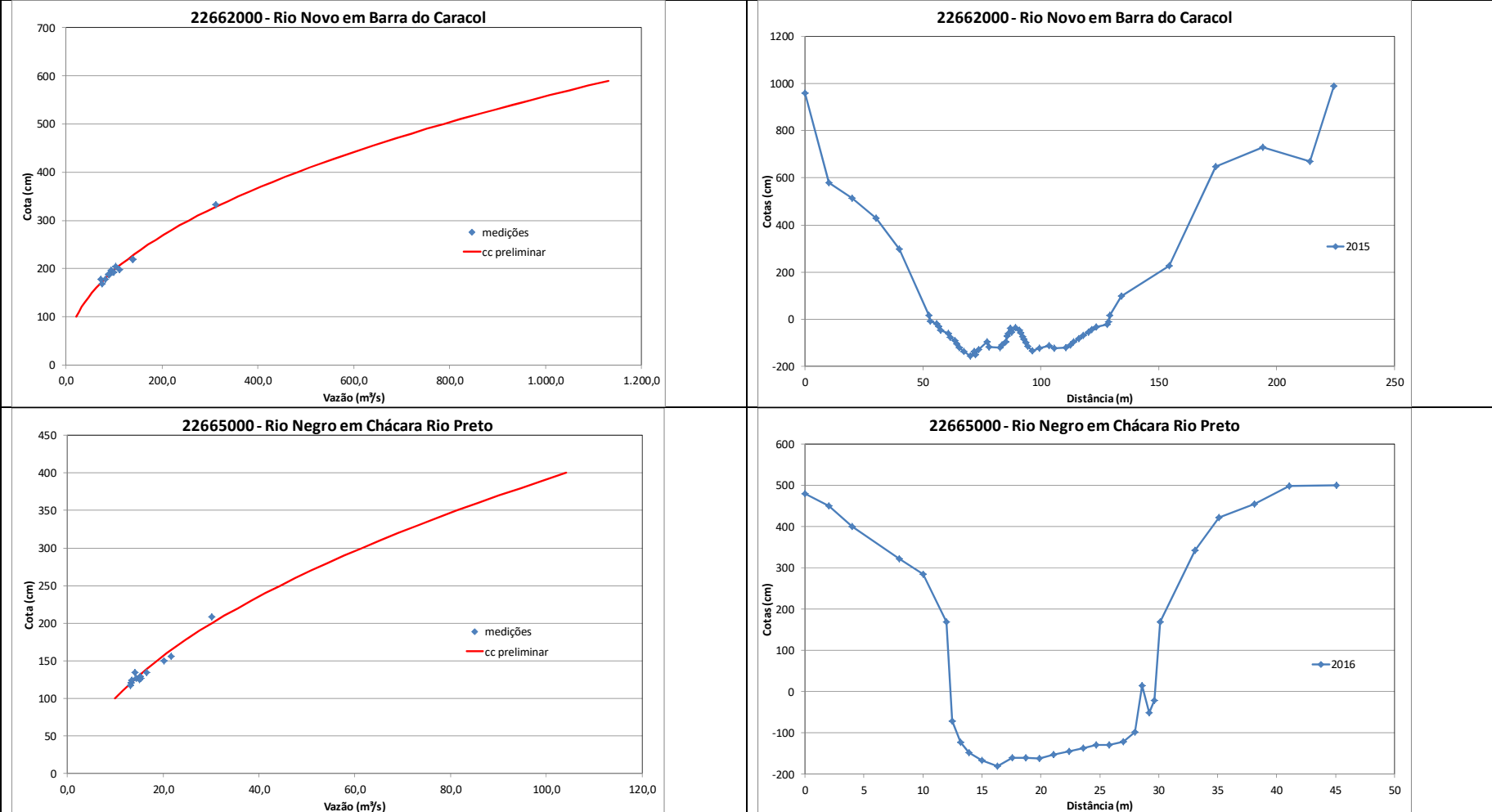


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

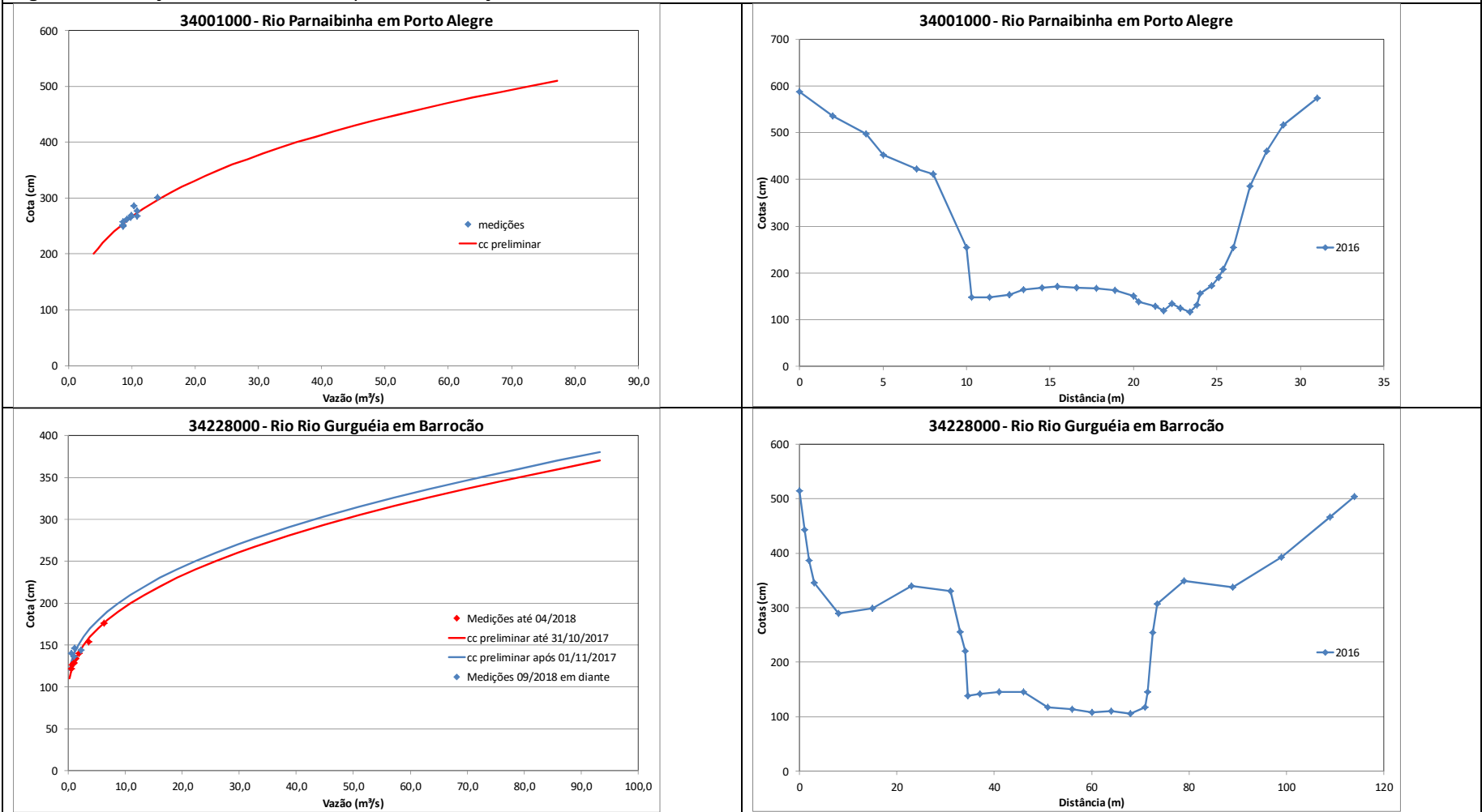


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

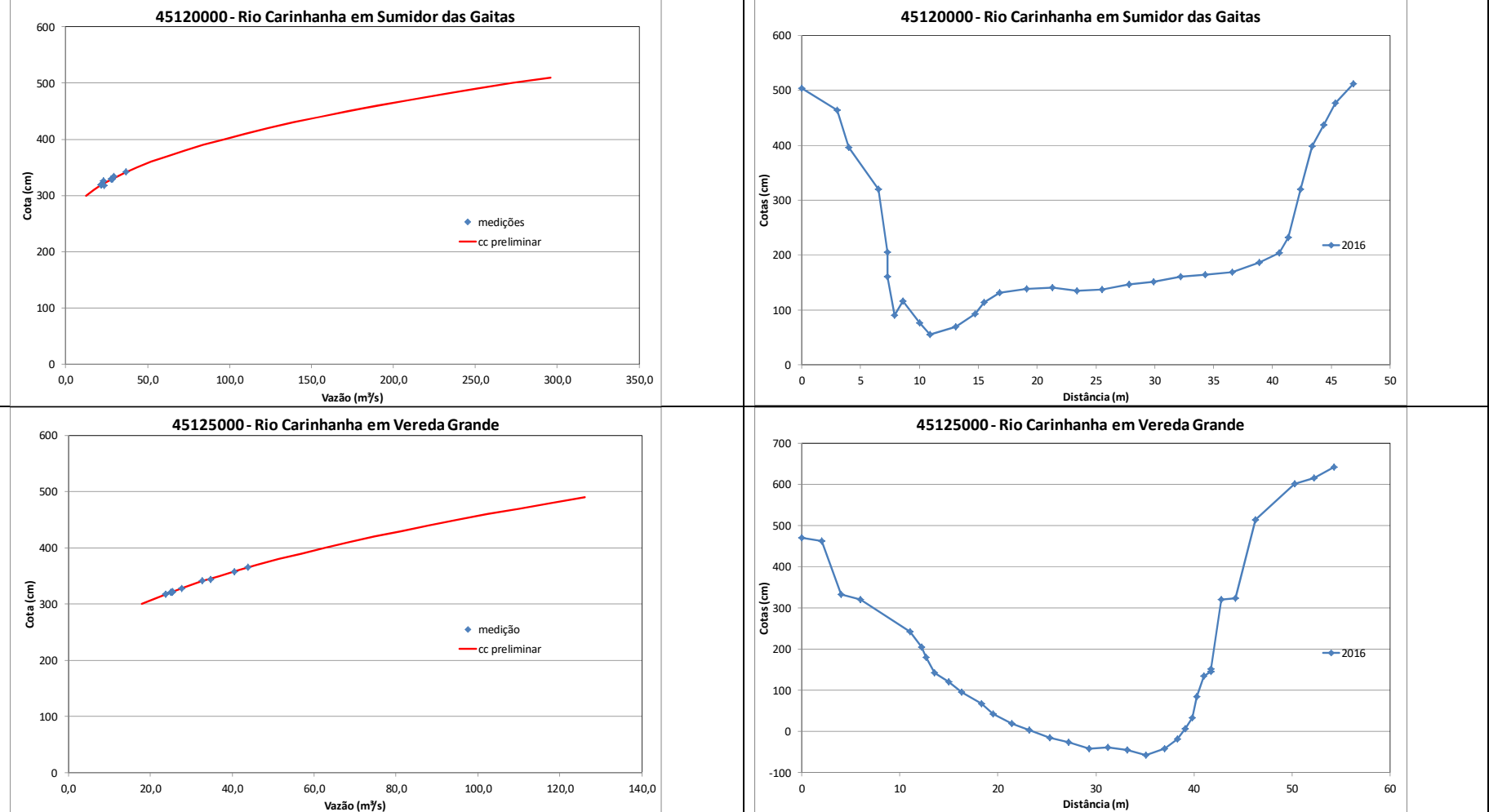


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

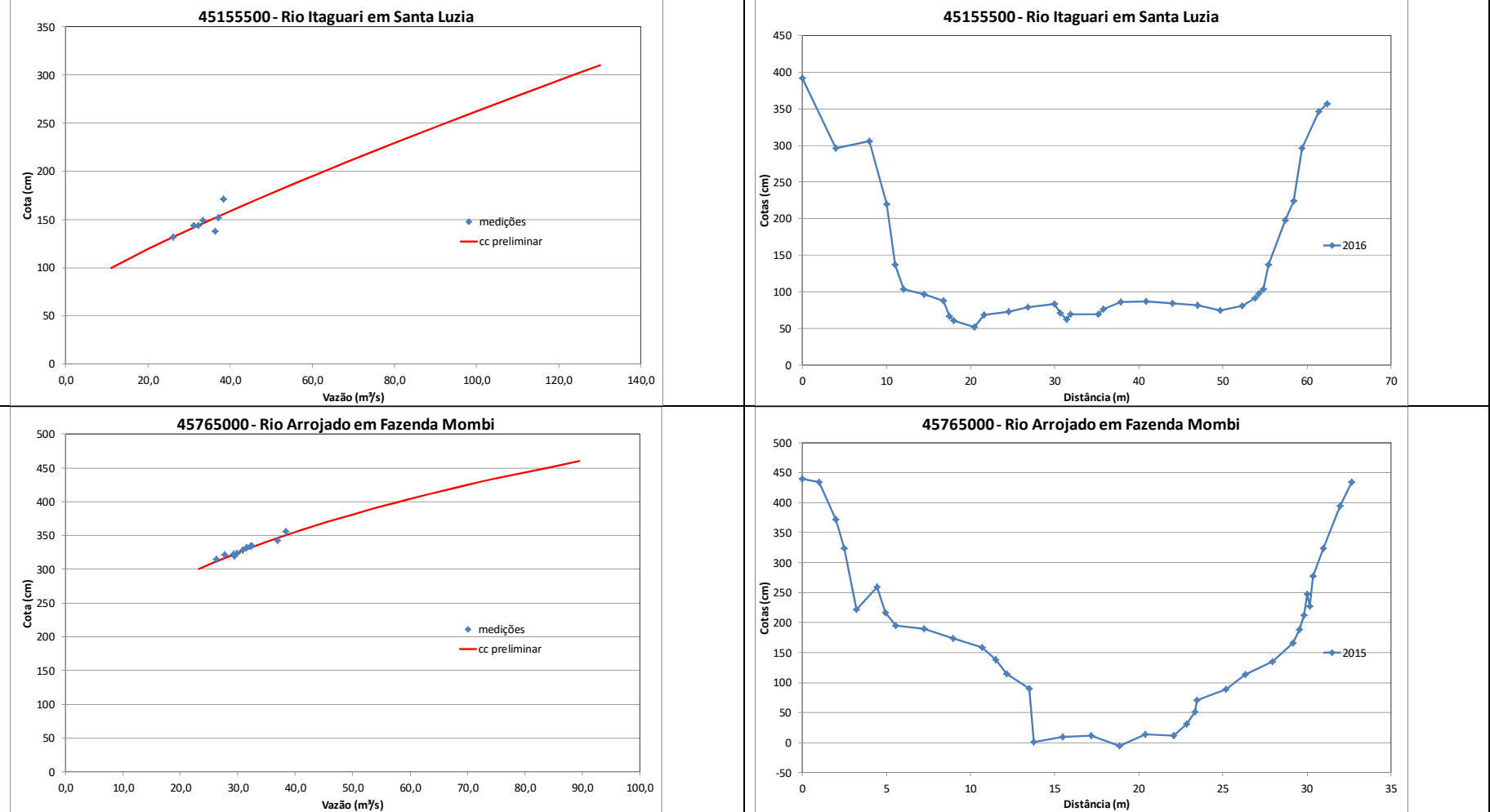


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

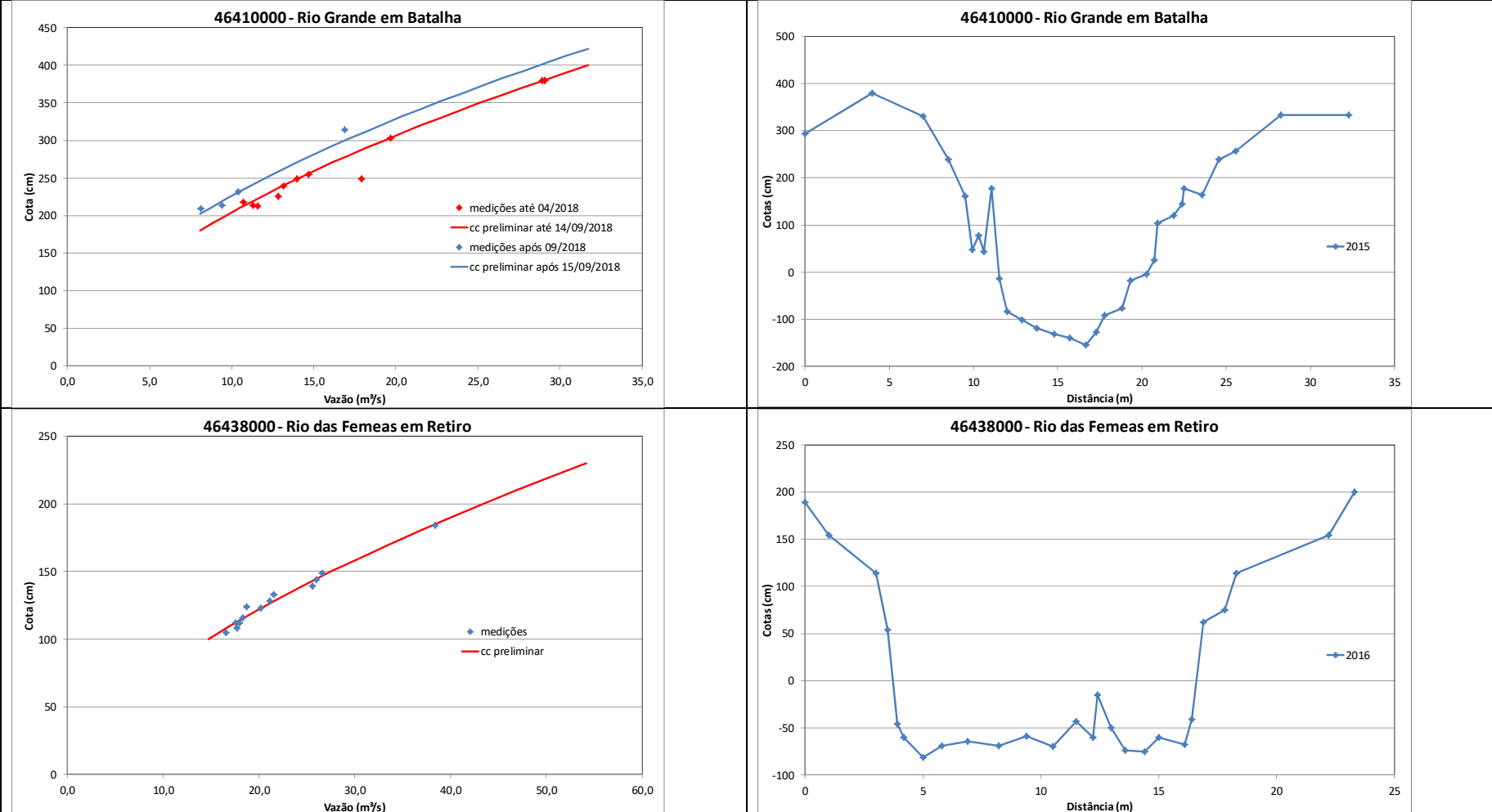


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

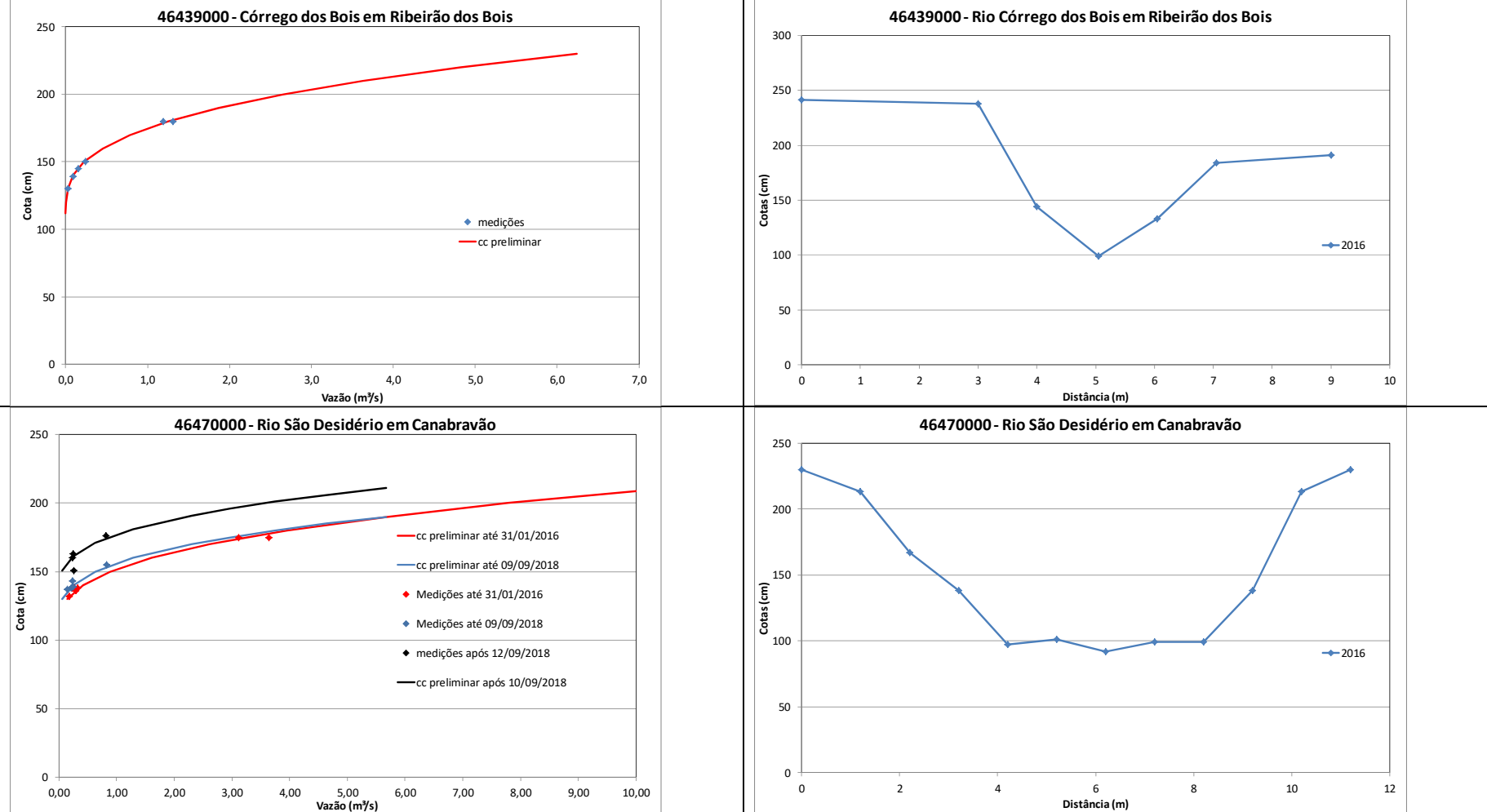


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUruucia

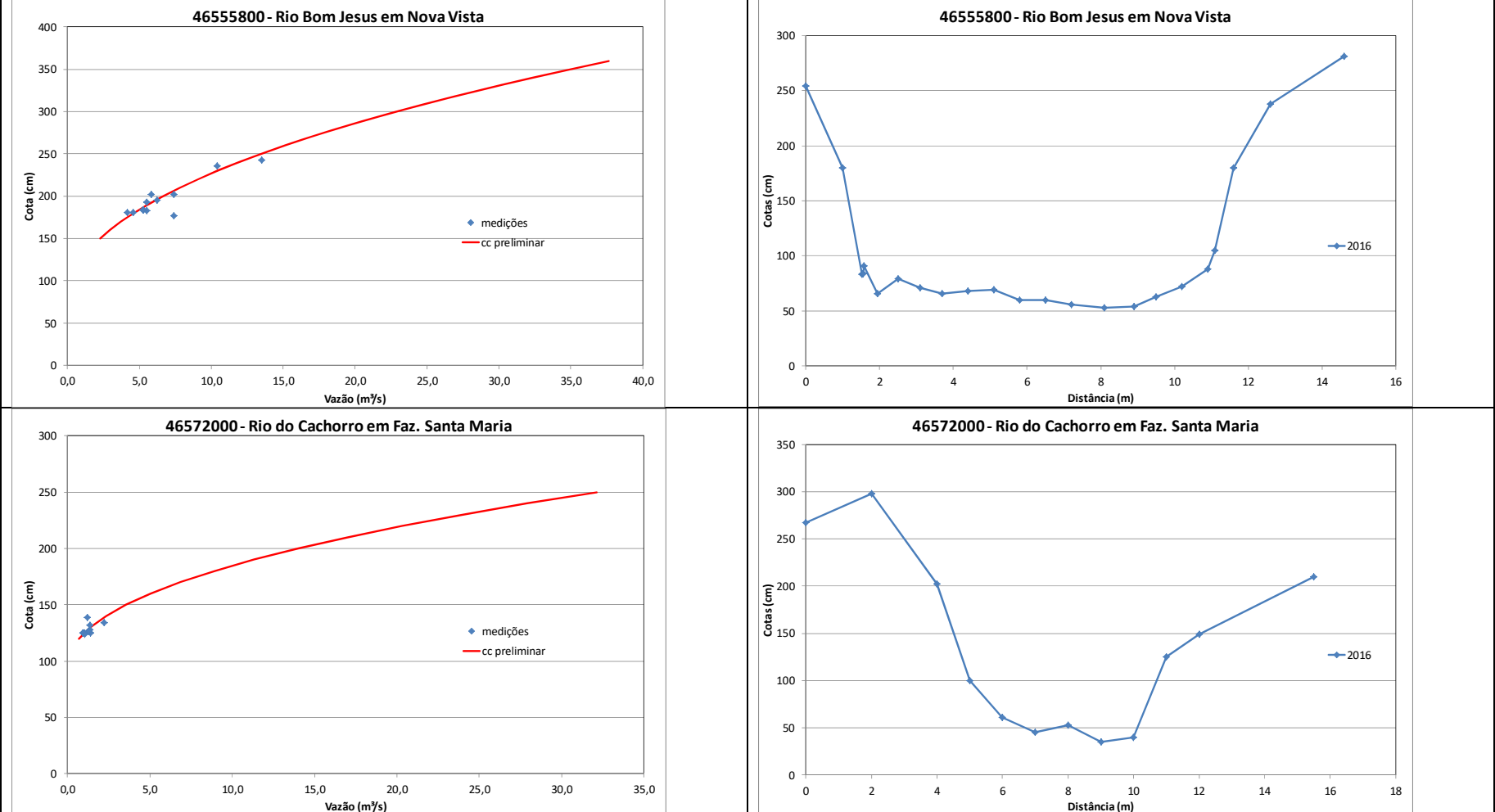
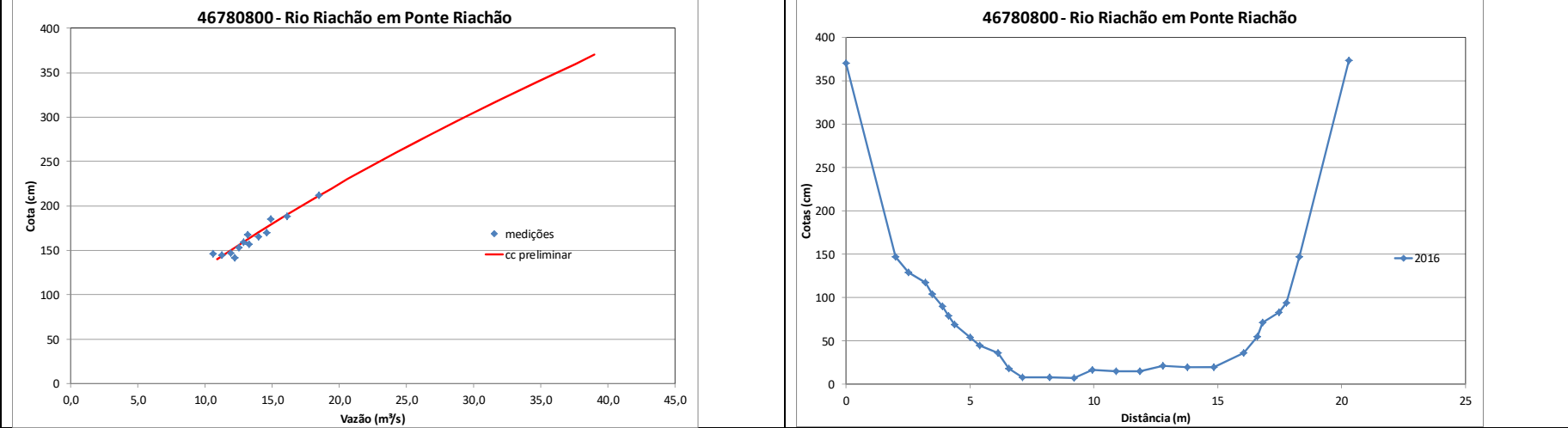


Figura C – Medições, curvas chaves e perfis das estações da RHUrucuia



ANEXO VIII – VALORES CARACTERÍSTICOS DOS PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS MONITORADOS

PRECIPITAÇÃO (MM)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
00945018	219,8	173,9	128,6	81	10,1	0,5	0,3	2,7	5,2	62,7	124,8	152,9	962,4
01045010	192,8	131,8	141,5	102,2	11	0,2	5,1	0	15,2	36,7	76,6	119,7	832,8
01045011	240	197,8	151,4	45,3	15,3	0,4	0,6	4,8	14,2	71,9	79,6	103,7	924,8
01045012	181,2	165,3	223,9	99,1	43,3	0,2	0	2,2	14,3	58,2	126	166,3	1080
01046004	180,3	200,5	158,3	178,9	15,2	0,6	0,6	12	15,8	65,1	174,3	173,4	1174,8
01046005	277,6	284,2	194,7	160,7	14,5	5,3	0	0,1	6,2	63,7	149,7	163,5	1319,9
01046006	243,3	270,3	210,3	187,2	18,8	4,4	0	3,4	23,4	44,1	181,8	225,3	1412,3
01046007	217,8	196,6	224,6	117,4	10,3	5,8	0	1,2	4,2	77,3	184,9	183,9	1224
01145030	194,8	122,4	191,3	101,4	4,9	0,9	0,7	0,4	6	44,4	112,7	131,6	911,6
01145031	176,4	203	170,4	70,9	14,1	0,1	0	0,3	2,2	70	161	132,5	1001
01145032	176,5	176,8	191,5	79,9	14,3	0,2	0	0	6,7	67,5	179,6	191,7	1084,5
01146018	195,5	197,2	217,2	142,5	22,8	4,7	1,8	0	10,3	44,7	196,2	175,1	1208
01146019	168,1	162,1	215,5	131,8	18,1	13,8	0,2	6,8	24,4	74,4	134,6	196,6	1146,3
01146020	232,3	223,9	241,3	197,2	18,3	6,5	0	0,9	13,7	100,3	210,7	211,5	1456,5
01146021	182,4	157,5	242,7	178	28,7	0,2	0	5,6	29,9	99,3	200,5	233,4	1358,3
01244024	159	113,1	167	76	1,8	0,1	0,8	1,3	20,5	21,5	151,6	108,3	820,9
01245034	162,4	157,1	179,3	119	36,5	5	0,9	1,9	14	43,6	175,1	100,4	995,1
01245035	129,2	180	159,3	110,1	14,2	0	0	0,5	22	40,8	169,1	146,4	971,6
01246015	142,7	118,4	116,1	50	23,9	2,6	0,4	1,6	4,9	56,9	153,4	90,3	761,1
01344030	161,4	153,1	145,4	65,3	22,2	1,5	0,2	0	8,5	30,5	145,7	118,8	852,3
01345009	249,7	144	119,4	82,1	49,5	3	1,7	2,1	10,8	38,6	220,8	112,8	1034,2
01345010	280,4	165,4	335,9	91,7	12	0,1	0,3	2,3	3,1	33,6	192,5	200,9	1318,2
01345011	225,4	149,1	140	86,3	19,1	0,1	1,8	2,1	10,4	32,7	146,1	77,4	890,4
01345012	167,9	156,2	202,2	60,6	21,5	0	0	1,8	12,8	68,6	195,7	145,9	1033,2
01444022	349,8	127,7	44,8	11,9	3,9	0,2	1,3	0	0	29	142,4	127,5	838,5

PRECIPITAÇÃO (MM)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
01444023	198,7	182,2	131,1	64,4	11,2	1,6	0,4	1,4	3,3	39,4	171,7	188,7	993,8
01445007	131,8	160,6	127,2	51,7	25,8	1,2	0	2,2	9,8	53,9	193,3	127	884,5
01445008	136,1	169,2	99,4	72,5	2,1	1,7	0	0	2,9	66,3	215,5	187,8	953,4
01445009	135,5	152,2	176,3	98	27,6	0,8	0	0	7,3	54,2	227,9	142,6	1022,4

Os valores em negrito representam as estações que possuem valores característicos mais elevados de cada parâmetro monitorado

PRESSÃO ATM (HPA)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
01045012	924,4	924,1	924,1	924,3	924,9	926,4	927,5	-	924,7	923,5	922,5	923,3	924,4
01145031	927,4	927,3	927,5	927,8	928,9	930,5	931,1	929,7	928,3	926,8	926,0	927,0	928,1
01145032	925,6	925,5	925,7	926,0	927,2	928,8	929,6	928,3	927,0	925,7	925,0	925,3	926,5
01046006	959,3	959,2	959,4	959,5	960,3	961,8	962,5	960,8	959,5	958,2	957,7	958,8	959,6
01046007	951,8	951,7	951,9	952,0	952,9	954,4	955,1	953,5	952,3	951,0	950,4	951,4	952,2
01146020	943,0	943,0	943,1	943,4	944,5	946,1	947,4	945,6	943,8	942,0	941,3	942,2	943,6
01146021	948,1	948,2	948,5	948,5	949,6	951,1	951,7	950,0	948,6	947,3	946,8	947,9	948,6
01245035	928,2	928,3	928,4	928,8	930,0	931,7	932,4	930,7	929,4	927,8	927,1	928,0	929,0
01345012	924,9	924,9	924,9	925,7	927,3	928,9	929,6	927,9	926,6	924,9	923,8	924,6	925,9
01445007	922,5	922,5	922,6	923,3	924,7	926,2	927,0	925,7	923,7	922,2	921,4	922,2	923,6
01445008	921,5	921,4	921,6	922,3	923,7	925,2	925,9	924,6	922,6	921,3	920,4	921,1	922,5
01445009	916,7	917,1	917,3	917,9	919,4	920,9	921,9	919,1	919,5	916,9	915,4	916,7	918,0

Os valores em negrito representam as estações que possuem valores característicos mais elevados de cada parâmetro monitorado

TEMPERATURA (C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
00945018	25,4	24,9	25,3	25,3	25,4	24,8	24,7	26,4	28,4	28,9	27,1	26,2	26,1
01045010	26	25,2	25,7	25,8	26,1	25,7	25,7	27,7	29,4	29,8	28,2	26,7	26,9
01045011	25,2	24,6	24,9	25	25,2	24,5	24	26,1	27,9	28,5	27,1	25,8	25,8
01045012	22,7	21,1	22	22,3	22,7	20,6	19,6	22,7	21,9	25,5	25,1	23,6	22,4
01046004	23,5	23,2	23,6	24,1	24,5	23,1	22,8	24,7	26,2	26,2	24,6	23,1	24,2
01046005	25,1	25	25,3	25,6	25,3	23,7	22,8	24,9	26,7	26,9	26	25,3	25,2
01046006	25,4	25,4	25,5	26,3	27	26,5	26,3	28,1	29,1	28,9	26,9	26,1	26,7
01046007	25,1	25	25,1	25,7	26,4	25,5	25,1	27,3	28,2	28	26,4	25,7	26,1
01145030	23,9	23,6	23,9	23,3	22,5	21,3	19,7	21,7	24,1	25,8	25,2	24,2	23,2
01145031	23,9	23,6	23,9	24	23,7	22,2	21,1	23,5	25,2	26,3	24,8	24,1	23,9
01145032	24,7	24,1	24,7	25	25,3	24,5	24,6	26,6	27	27,4	25,7	25,5	25,4
01146018	23	22,6	23,1	23,4	22,8	21,8	20,9	22,5	24,4	25,8	24,3	23,5	23,3
01146019	23,8	23,9	24	24,5	24,7	23,7	23,3	25,2	26,8	26,8	24,8	24,3	24,8
01146020	24,5	24,3	24,4	24,7	24,8	24,2	24	25,5	27,5	27,7	25,7	24,9	25,2
01146021	24,8	24,7	24,5	25,5	25,7	24,9	24,4	26,6	27,7	27,8	26	25	25,6
01245034	23,9	23,6	23,8	23,7	22,7	20,6	20	21,8	23,8	25,4	24,9	23,8	23,1
01245035	24,3	23,8	24	24,2	23,4	21,9	21	23,6	25	26,3	25,1	24,5	24,1
01246015	23	22,9	23,3	23,9	23	21,1	20,7	22,5	24,4	25,6	24,4	23,4	23,2
01344030	24,7	24,3	24,3	23,5	22,3	20,7	19,6	23,4	25,7	26,8	25,1	24,7	23,6
01345009	24,3	23,5	23,8	23,6	22,4	20,5	20,1	22,1	24,3	25,6	24,3	23,8	23,3
01345010	24,5	24,7	25,2	24,9	23,5	22,2	21,4	23,2	25,1	26,5	24,9	25,7	24,2
01345011	24,6	24,6	24,6	24,4	23,5	21,8	20,7	23	24,3	26	24,7	24,5	23,8
01345012	24,1	23,9	24	23,7	22,7	21,3	20,4	22,9	24,6	25,8	24,5	24,1	23,7
01444022	24,3	24,3	26	23,8	22,5	20,9	18,2	21,2	23,3	26,3	25,6	25,2	23,5
01444023	23,8	23,7	23,8	23	21,3	19,4	18,6	20,3	22,7	25	24,2	23,9	22,3
01445007	24,3	23,8	24,1	23,6	22,6	21,4	20,4	22,3	25,3	26,2	24,5	24,3	23,6
01445008	24,4	23,8	24,1	23,7	22,5	21,4	20,2	21,9	24,7	25,8	24,1	23,9	23,4
01445009	23,1	23	23,3	22,6	21,1	19,5	18,8	21,1	22,4	25,1	23,3	23,3	22,3

Os valores em negrito representam as estações que possuem valores característicos mais elevados de cada parâmetro monitorado

UMIDADE RELATIVA (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
00945018	78,8	82,8	83,8	80,5	69,9	58,6	50	43	39,5	48,7	67,4	72,3	64,4
01045010	75,7	82,3	82,3	78,6	68	56,9	48,9	41,4	38	46,7	61,5	69,6	62,2
01045011	77,8	83	84	79,1	69,1	61,6	55,5	48,2	44,8	51,1	66,8	69,8	65,3
01045012	72,1	74	74,7	67,7	61,9	53,5	46,8	42,8	43,1	48,7	60,9	65	61,9
01046004	79,9	81,8	82,9	77,2	65,8	57	50,5	43,8	41,9	55,7	72,4	79,3	64,6
01046005	83,4	85	86,6	83,6	78,5	72,1	66,3	60,1	56,7	68,7	79,2	81,2	75,8
01046006	69,6	70,2	73,2	66,3	54,8	46,1	37,2	35,2	37,2	45,6	61,9	64,9	56,9
01046007	70,7	70,9	73,3	67,7	56,5	49,8	39,5	35,8	38,9	48,5	64	66,4	58,9
01145030	80	82,8	83,2	81,6	76,7	70,8	67,9	60,2	51,7	55,8	70,3	76,6	69,6
01145031	69,9	72,4	73,3	69,2	62,4	58,9	51	43,9	39,3	46,3	65,8	68,1	61,4
01145032	66,7	70,4	69,6	64,8	55,3	48,8	38,6	34,4	35,6	42,5	60,4	61,2	55,6
01146018	80,9	83,7	82,8	77,5	71,5	62,3	55,2	46,9	43,9	50,8	72,3	76,1	68,1
01146019	86,4	85	88,3	82,7	73,1	63	53,1	47,3	45,7	61,1	78,9	73,9	69
01146020	71,4	73,1	75,5	71	60,8	51,5	42,1	40,7	36,8	47	65	67,8	60,2
01146021	70,8	70,8	75,2	69,3	57,1	47,4	39,8	36,4	38,1	47,4	64,6	69,1	59,2
01244024	71,4	77,2	78,4	73,3	66,7	60,9	55	47,7	42,6	47,4	68,1	69,3	63,2
01245034	79,3	82	82,4	79,2	74,3	68,9	62,5	56,4	51,5	58,6	72,5	78	69,1
01245035	67,4	72,1	72,9	67,3	61	55,2	48,7	42,2	40,2	44,7	63,1	65,9	59,7
01246015	81,4	82,7	81,9	72,8	68,6	62,5	55,2	47,8	44,1	53,3	71,2	76,1	64,6
01344030	74,6	78,7	80,3	77,7	74,1	71,2	65,4	51,5	45,2	50,6	69,5	72,2	68,9
01345009	70,3	76,4	76,2	73,9	70,3	63,5	58,7	51,1	44,9	52,8	71,4	73,8	64,6
01345010	73,3	73,5	73,1	69	65,1	58,7	54,6	48,2	45,3	51,6	68,3	67,6	61,4
01345011	71,3	73,3	74,4	70,8	67,3	60,7	55,6	49	46,7	51,7	69,7	71	63,7
01345012	67,6	69,9	71,8	68,2	62,7	57,1	50,5	44	40,5	45,7	66,1	68,5	60,3
01444022	78,2	76,1	69	71,3	67,6	66	56,5	50,3	47,6	44,9	65,2	69,7	65,4
01444023	78,5	79,6	79,8	79,4	77	74,1	67,8	61,2	56,2	59,4	74,9	77,6	74,3
01445007	63,3	68	68,5	66,9	62,1	56,6	51,6	44,3	37,9	43,8	63,8	64,3	58,3
01445008	63,3	68,4	68,9	66,7	62,9	57,1	53,5	46,9	40,6	46,5	66,2	67,1	59,7

UMIDADE RELATIVA (%)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
01445009	70,7	69,9	70,9	66,8	65	63,3	56	49,2	44	46,3	70,2	68,3	63,4

Os valores em negrito representam as estações que possuem valores característicos mais elevados de cada parâmetro monitorado

RADIAÇÃO SOLAR (W/M ²)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
01045012	246,4	228,2	219,5	215,0	213,1	202,7	235,1	266,8	263,2	268,1	235,3	242,2	233,1
01145031	233,4	227,6	207,2	207,1	209,6	203,6	228,1	248,6	264,4	255,3	226,3	224,3	226,2
01145032	234,2	235,0	217,1	209,0	209,7	213,3	242,3	253,6	264,6	254,5	224,5	235,2	231,3
01046006	214,4	216,2	204,7	206,3	209,1	210,3	238,6	248,0	252,2	248,8	221,6	229,7	223,2
01046007	212,6	212,8	206,6	214,7	225,5	205,3	224,1	256,1	261,5	254,3	227,5	227,3	226,6
01146020	228,3	210,4	200,6	205,8	216,1	221,7	250,5	252,4	251,9	248,3	221,7	222,0	225,3
01146021	211,4	208,4	186,4	207,1	204,4	204,1	227,9	236,2	246,1	239,6	212,0	204,2	214,3
01245035	252,0	232,4	230,8	217,2	215,3	213,5	232,0	249,6	262,9	261,0	227,9	242,6	236,0
01345012	256,0	247,5	246,9	226,9	209,7	206,9	220,5	239,5	264,8	260,7	231,8	242,0	239,0
01445007	258,1	245,3	241,4	225,8	211,6	204,0	222,9	245,6	286,8	263,3	229,5	247,5	239,5
01445008	263,6	244,9	235,9	205,8	194,8	184,7	198,6	218,5	247,5	253,6	229,5	248,1	227,4
01445009	231,6	240,3	224,4	216,0	205,6	155,0	210,0	233,6	262,5	272,1	200,2	235,4	221,0

Os valores em negrito representam as estações que possuem valores característicos mais elevados de cada parâmetro monitorado

VELOCIDADE DO VENTO (M/S)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANUAL
01045012	2,0	1,8	1,7	2,4	2,9	3,1	3,4	3,4	2,8	3,4	3,0	2,9	2,7
01145031	1,6	1,6	1,5	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,2	2,0	1,8	1,8	1,7
01145032	1,7	1,5	1,5	1,6	1,9	2,4	2,6	2,2	2,2	2,2	1,9	2,1	1,9
01046006	1,6	1,6	1,4	1,6	2,1	2,7	2,9	2,5	2,5	2,3	1,8	1,8	2,0
01046007	1,2	1,3	1,2	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,0	1,7	1,3	1,3	1,5
01146020	0,9	0,9	0,8	0,8	1,0	1,3	1,4	1,3	1,6	1,6	1,2	1,1	1,1
01146021	1,5	1,5	1,2	1,3	1,6	2,0	2,1	2,1	2,2	2,1	1,7	1,5	1,7
01245035	1,9	1,7	1,6	1,9	2,2	2,7	3,0	2,6	2,8	2,8	2,6	2,3	2,3
01345012	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9	1,1	1,4	1,5	2,0	2,3	1,9	1,4	1,4
01445007	1,8	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	2,1	2,0	2,1	2,2	2,0	1,9	1,8
01445008	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,5	1,6	1,4	1,3	1,3
01445009	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,5	1,8	1,9	1,6	1,5	1,5

Os valores em negrito representam as estações que possuem valores característicos mais elevados de cada parâmetro monitorado

Direção do Vento	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
1045012	N	N	N	N	S	S	S	SE	N	N	N	N	N
1145031	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
1145032	SE	SE	S	S	SE	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE
1046006	NE	NE	NE	NE	SE	SE	SE	SE	SE	NE	NE	NE	NE/SE
1046007	E	E	E	E	E	E	SE	E	E	E	E	E	E
1146020	E	NE	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
1146021	NE	NE	NE	NE	NE	E	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1245035	SE	SE	SO	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
1345012	SO	E	SO	SO	S	S	S	S	S	SE	S	NE	S
1445007	E	E	E	E	E	E	E	E	NE	NE	NE	NE	E
1445008	SO	S	O	SO	O	SO	SO	SO	SO	SO	S	S	SO
1445009	NO	NO	NO	NO	NO	N	NO	S	S	NO	NO	N	NO

ANEXO IX – DADOS DE MÉDIA PRECIPITAÇÃO MENSAL E ANUAL

Dados de precipitação média mensal (mm) das estações convencionais da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia, para o período de 2014 a 2020.

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
00945018	219	152	136	81	6	0	0	4	7	52	113	104	850
01045010	203	185	202	107	8	0	3	0	10	32	76	115	919
01045011	212	214	130	101	13	0	0	4	10	69	138	170	947
01045012	176	152	236	89	37	0	0	2	13	58	133	145	991
01046004	168	222	231	155	12	0	0	8	10	78	203	199	1.085
01046005	284	197	177	168	16	3	0	2	3	93	193	210	1.268
01046006	265	254	217	176	41	4	0	3	20	46	206	205	1.387
01046007	240	211	230	123	12	5	0	1	6	69	172	170	1.197
01145030	174	159	221	78	3	0	0	1	7	30	142	167	665
01145031	193	193	178	74	30	0	1	0	3	65	146	125	973
01145032	176	177	191	80	14	0	0	0	7	68	180	192	970
01146018	224	191	210	148	28	3	0	3	8	58	244	177	1.115
01146019	205	169	213	151	36	9	0	0	12	90	159	181	1.069
01146020	232	224	241	197	18	6	0	1	14	100	211	212	1.341
01146021	239	153	261	188	29	1	0	5	25	99	213	210	1.344
01244024	159	139	200	100	11	0	0	0	18	41	180	90	952
01245034	147	160	220	129	35	5	0	0	11	59	179	165	1.061
01245035	136	173	163	149	14	0	0	0	33	41	162	143	1.013
01246015	159	167	210	140	32	2	0	0	8	54	186	165	993
01344030	147	123	152	79	18	3	0	1	8	54	211	112	946
01345009	139	189	166	82	19	1	0	0	7	53	217	110	757
01345010	187	141	198	96	16	0	0	1	4	32	204	111	1.017
01345011	174	193	148	118	19	0	0	1	7	47	184	104	892
01345012	144	145	198	60	28	0	0	1	11	86	163	139	906
01444022	178	111	107	22	4	0	0	0	8	45	140	175	671
01444023	173	180	152	67	11	1	0	1	11	38	185	162	848
01445007	132	174	186	101	45	1	0	2	8	69	193	117	968
01445008	136	169	99	73	2	2	0	0	3	65	215	188	889
01445009	175	149	203	120	34	1	0	0	6	54	208	134	1.007

ANEXO X – DADOS DE VAZÃO MÉDIA MENSAL E ANUAL

Dados de vazão média mensal (m³/s) das estações convencionais da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia, para o período de 2014 a 2020.

CÓDIGO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
22560000	26,1	27,5	31,5	27,5	20,9	17,0	14,4	13,5	12,7	13,3	17,3	19,9	20,1
22662000	180	177	186	165	126	105	97,8	92,0	87,4	92,6	115	127	129
22665000	23,0	26,3	24,3	22,8	16,5	15,5	14,9	14,4	13,9	14,9	17,6	20,5	18,5
34001000	13,2	14,3	15,6	12,8	10,3	9,6	9,2	9,0	9,0	9,7	10,9	12,0	11,3
34228000	3,6	3,7	3,5	3,1	1,5	1,1	1,0	1,0	0,9	1,3	1,7	2,0	2,0
45120000	36,4	41,3	39,8	36,5	30,9	25,2	24,3	23,2	21,4	22,0	31,2	38,6	30,9
45125000	37,7	41,0	39,6	37,0	31,3	27,8	26,7	25,7	24,4	24,7	33,9	39,1	32,4
45155500	36,5	37,7	39,5	36,6	32,4	29,7	28,0	27,5	26,8	27,5	35,3	35,6	33,1
45765000	37,9	38,2	35,4	33,5	32,5	29,9	29,4	28,7	27,9	28,3	31,2	34,3	32,0
46410000	16,1	20,0	19,0	20,1	13,2	11,5	11,8	11,3	10,8	11,4	14,8	17,4	14,8
46438000	24,0	26,7	25,9	25,6	22,4	19,3	18,6	18,6	18,3	18,8	23,0	24,9	22,0
46439000	0,2	0,5	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,2
46470000	1,0	1,1	0,9	0,7	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,5
46555800	7,4	7,3	7,8	6,7	5,5	5,0	5,0	4,9	4,7	4,9	6,0	7,2	6,0
46572000	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,2
46780800	15,2	15,4	15,1	14,8	13,5	12,5	12,3	12,1	12,0	12,2	14,0	14,4	13,6

ANEXO XI – DADOS DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA

Curvas de Permanência para séries de vazões das estações fluviométricas da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia (2014 a 2020).

SÉRIE	22560000	22662000	22665000	34001000	34228000	45120000	45125000	45155500
5%	41	225	32,8	18,5	5,89	54,5	53,3	48,6
10%	32,9	184	25,3	14,4	3,14	45,1	44,1	41,3
15%	28,5	165	22,1	13,2	2,4	41,4	40,7	39
20%	25,3	150	20,2	12,4	2,02	37,1	37,7	37,3
25%	23	141	19	11,7	1,76	34,1	35,3	35,7
30%	21,5	134	18	11,2	1,6	32,3	33,8	34,7
35%	20,4	127	17,2	10,9	1,45	30,2	31,9	33,6
40%	19,4	120	16,8	10,6	1,34	28,5	30,5	32,6
45%	18,5	115	16,2	10,2	1,27	27,5	29,3	31,6
50%	17,4	111	15,8	9,96	1,2	26,9	28,5	30,5
55%	16,3	107	15,5	9,78	1,13	25,9	28,1	30
60%	15,5	104	15,3	9,61	1,1	25,3	27,3	29,5
65%	14,9	101	14,9	9,49	1,07	24,7	26,9	29
70%	14,4	97,7	14,8	9,37	1,04	23,5	26,4	29
75%	13,9	93,8	14,6	9,26	0,977	22,9	25,8	28,2
80%	13,5	90,6	14,2	9,04	0,977	22,3	25,4	28
85%	12,9	87,3	14,2	8,81	0,89	22,3	24,7	27
90%	12,6	84,6	13,9	8,6	0,807	21,2	24,3	26,5
95%	12	80,1	13,4	8,38	0,704	20,1	23,6	25,5
100%	10,5	70,3	12,5	7,37	0,44	18	21,9	22,5

ANEXO XI – DADOS DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA – Continuação.

Curvas de Permanência para séries de vazões das estações fluviométricas da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucuia – RHUrucuia (2014 a 2020).

Série	45765000	46410000	46438000	46439000	46470000	46555800	46572000	46780800
5%	43,3	25	30,7	0,74	1,6	9,72	2	17
10%	38,7	23,3	28,8	0,386	1,02	7,84	1,49	16,3
15%	36,4	22	27,4	0,267	0,792	7,02	1,37	15,7
20%	34,9	20,4	25,7	0,179	0,652	6,51	1,28	15,1
25%	33,6	18,6	24,3	0,114	0,593	6,18	1,25	14,7
30%	32,6	16,6	23,3	0,063	0,507	5,97	1,21	14,3
35%	31,7	15,2	22,4	0,03	0,464	5,76	1,21	13,8
40%	31,4	14,3	21,6	0	0,386	5,55	1,21	13,6
45%	30,6	13,2	21,1	0	0,327	5,35	1,13	13,1
50%	30,2	12,4	20,6	0	0,316	5,35	1,1	12,9
55%	29,9	11,8	20,1	0	0,285	5,15	1,06	12,7
60%	29,6	11,5	19,8	0	0,255	5,15	1,06	12,5
65%	29,3	11,3	19,1	0	0,228	5,01	1,06	12,4
70%	29	11	18,8	0	0,203	4,96	1,02	12,3
75%	28,7	10,9	18,6	0	0,203	4,87	0,989	12,1
80%	28,4	10,6	18,1	0	0,203	4,77	0,922	12
85%	28,1	10,4	17,9	0	0,18	4,72	0,922	11,8
90%	27,5	10,1	17,5	0	0,077	4,58	0,922	11,6
95%	27	9,69	17,1	0	0,036	4,4	0,889	11,5
100%	25,6	7,68	15,3	0	0	4,05	0,735	11,1

ANEXO XII – GRÁFICOS DE PRECIPITAÇÃO, EVT REAL E VAZÃO

Nas figuras abaixo são apresentados os gráficos de precipitação, evapotranspiração real, vazão e vazão de base das 16 estações fluviométricas da rede Hidrometeorológica do Aquífero Urucua – RHUrucua, bem como a localização de suas respectivas áreas de contribuição.

Figura D2 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 22560000 – Chácara Alecrim.

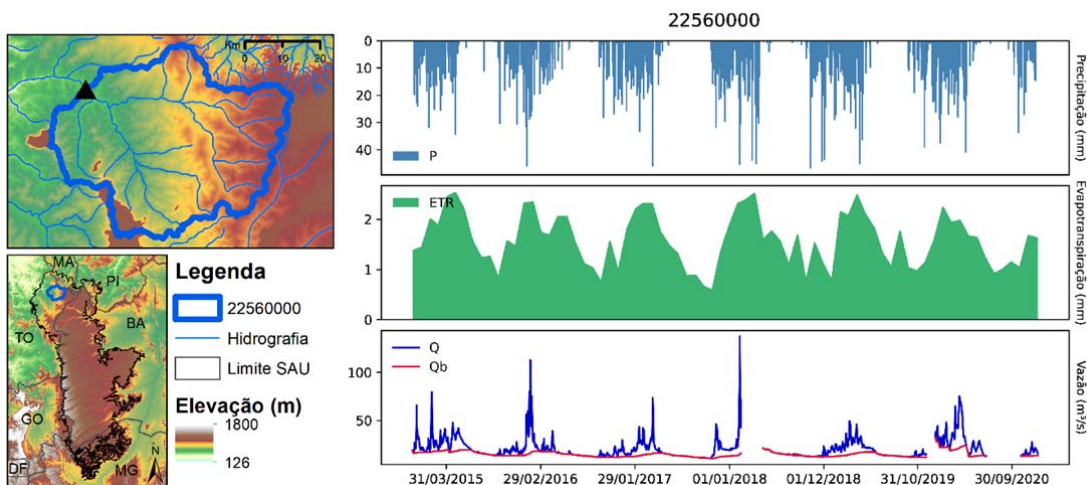


Figura D2 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 22662000 – Barra do Caracol.

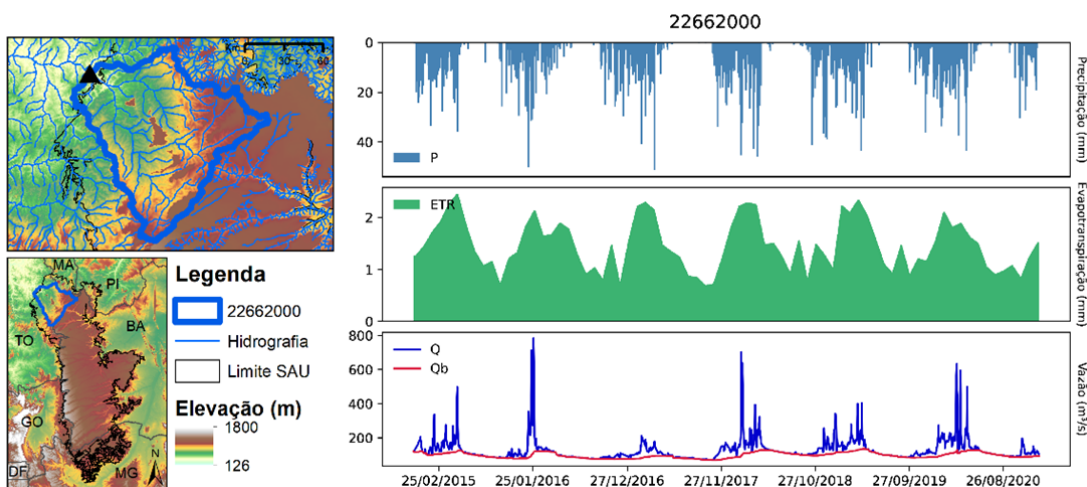


Figura D3 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 22665000 – Chácara Rio Preto.

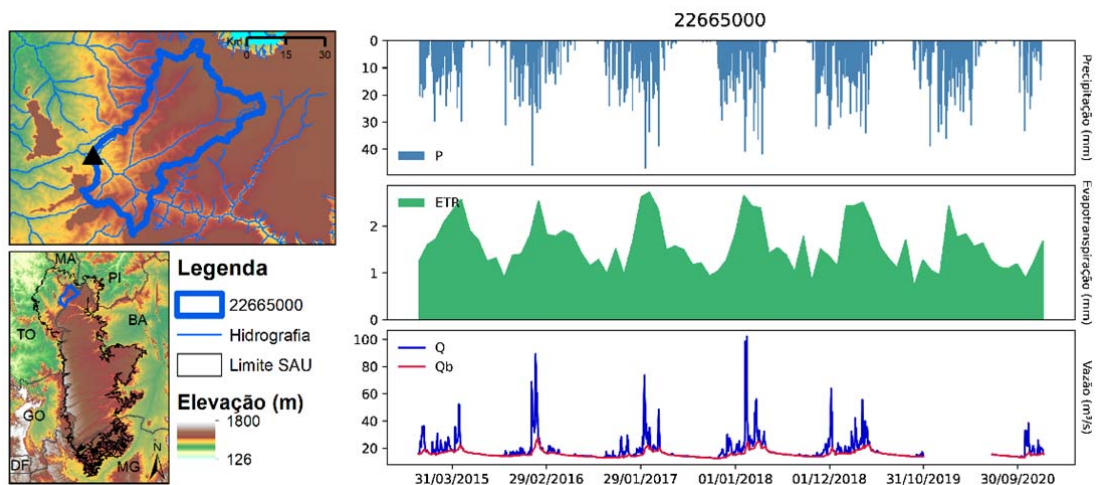


Figura D4 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 34001000 – Porto Alegre.

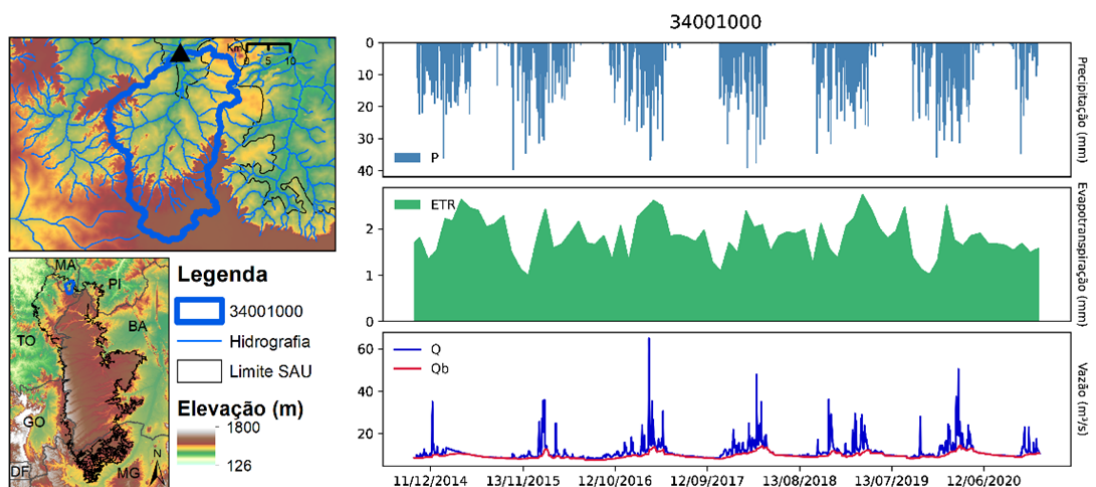


Figura D5 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 34228000 - Barrocoo.

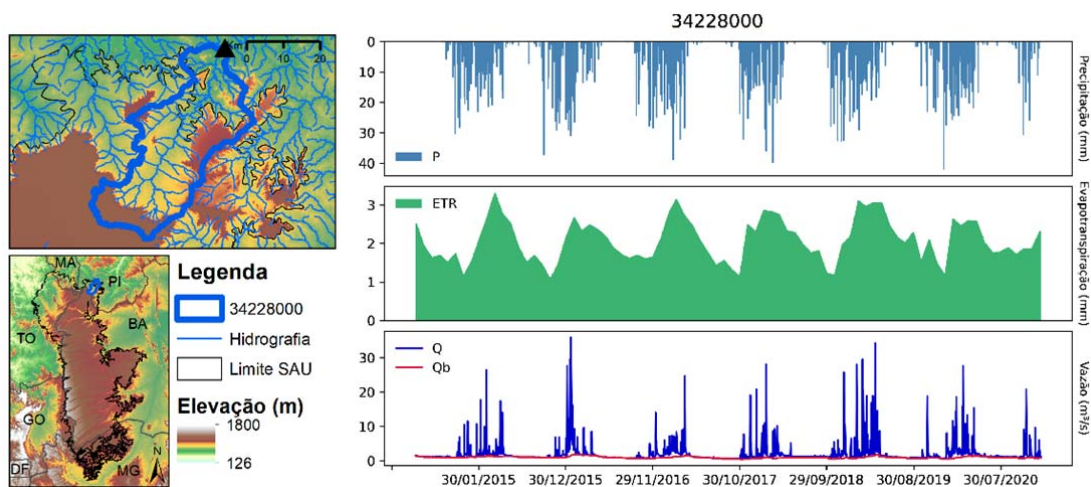


Figura D6 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 45120000 – Sumidor das Gaitas.

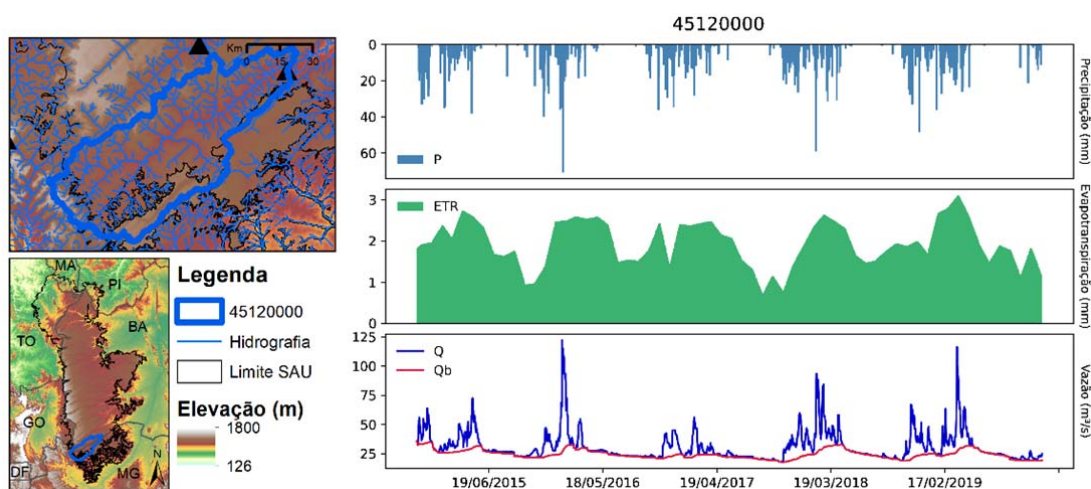


Figura D7 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 45125000 – Vereda Grande.

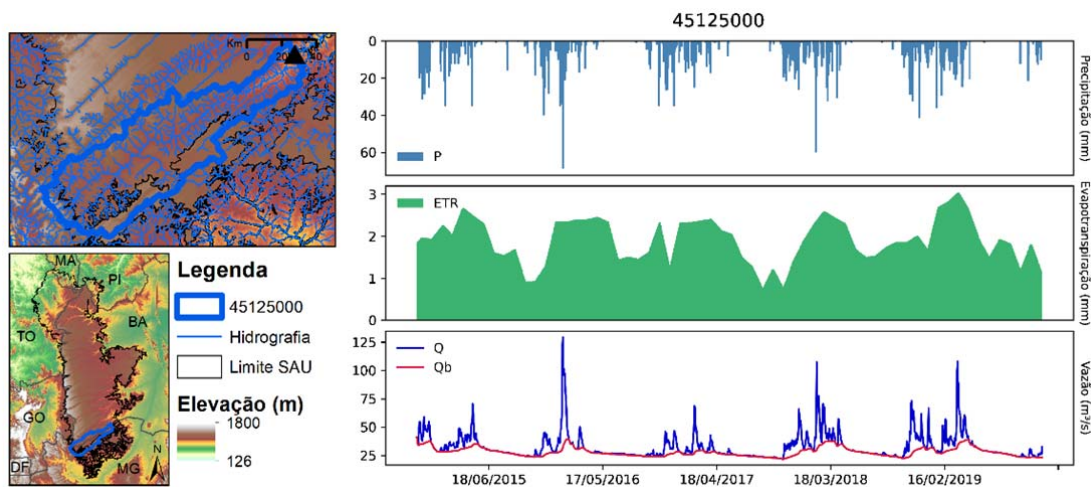


Figura D8 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 45155500 – Santa Luzia.

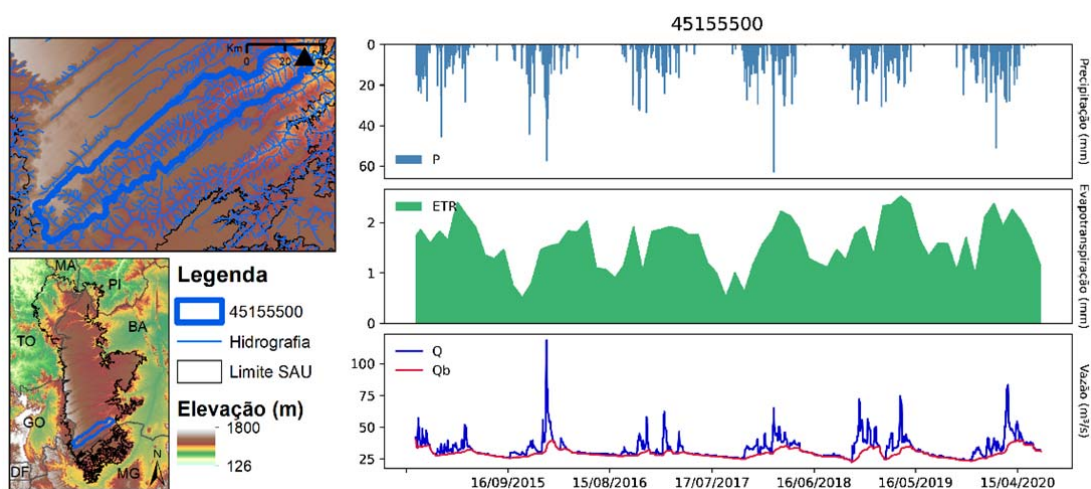


Figura D9 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 45765000 – Fazenda Mombim.

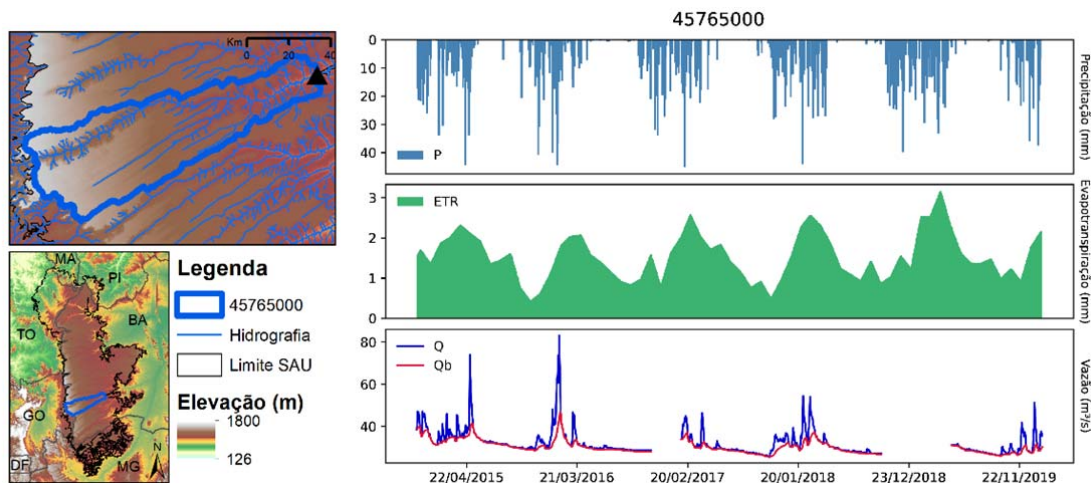


Figura D10 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 46410000 - Batalha.

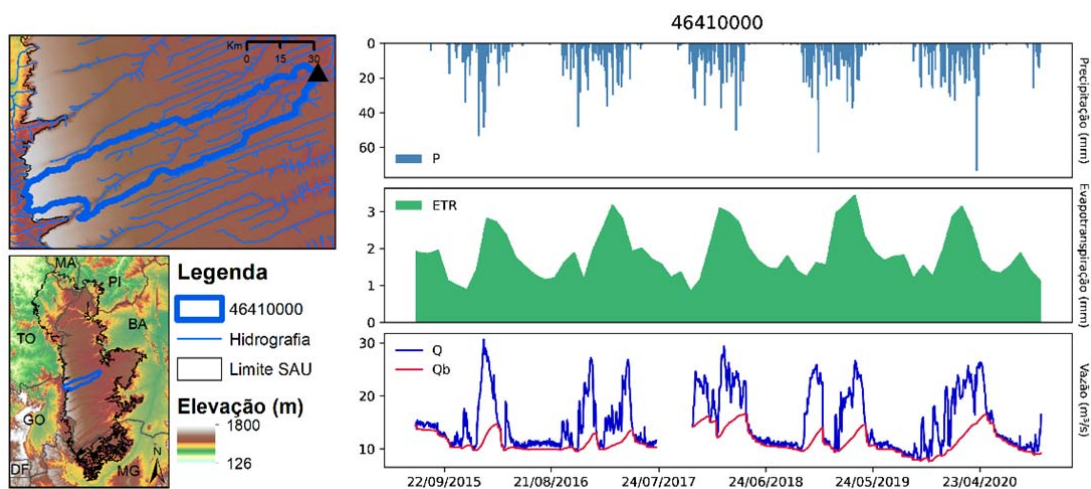


Figura D11 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 46438000 - Retiro.

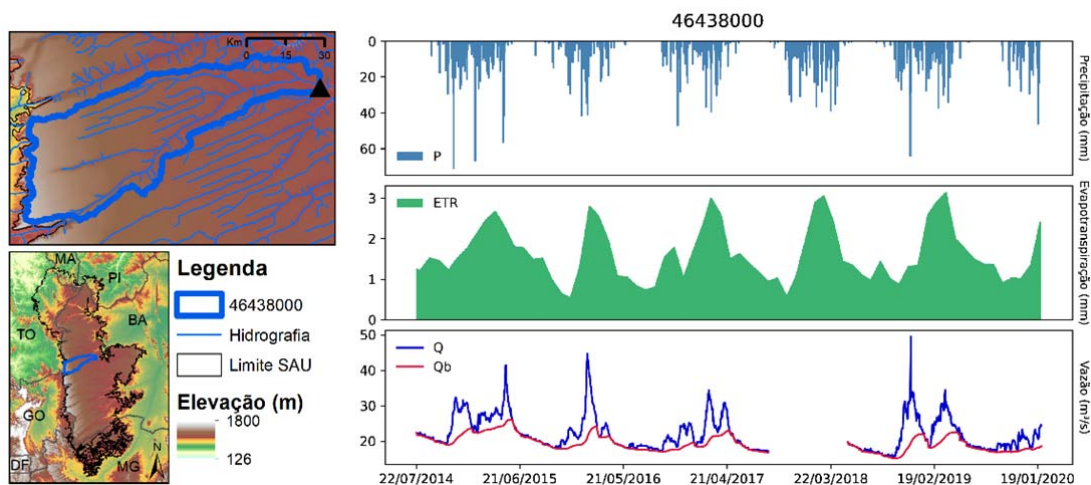


Figura D12 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 46439000 – Ribeirão dos Bois.

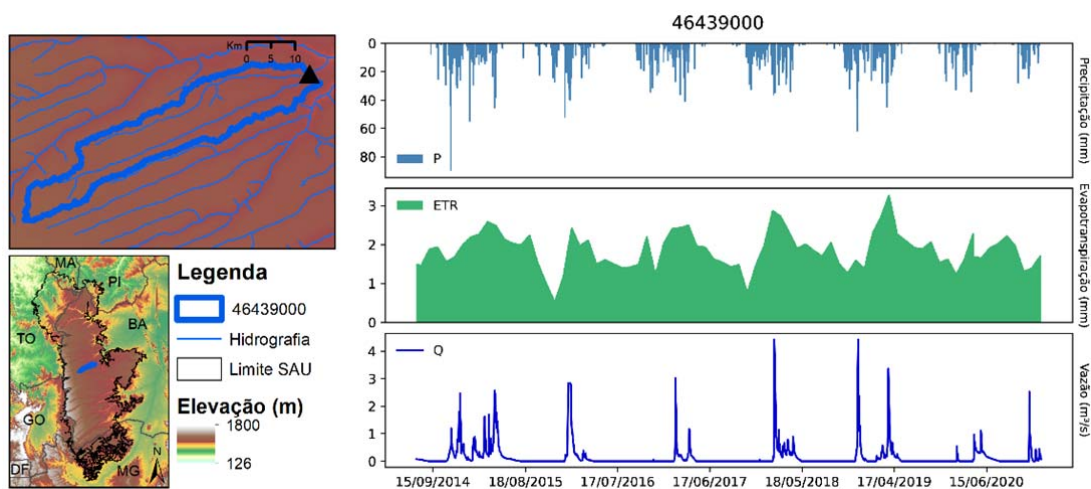


Figura D13 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 46470000 - Canabravão.

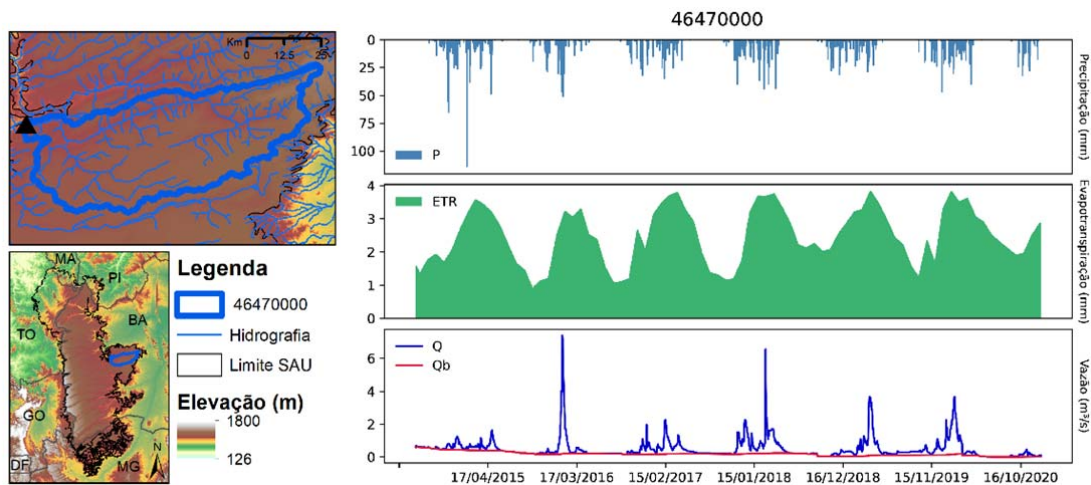


Figura D14 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m³/s) na estação fluviométrica 46555800 – Nova Vista.

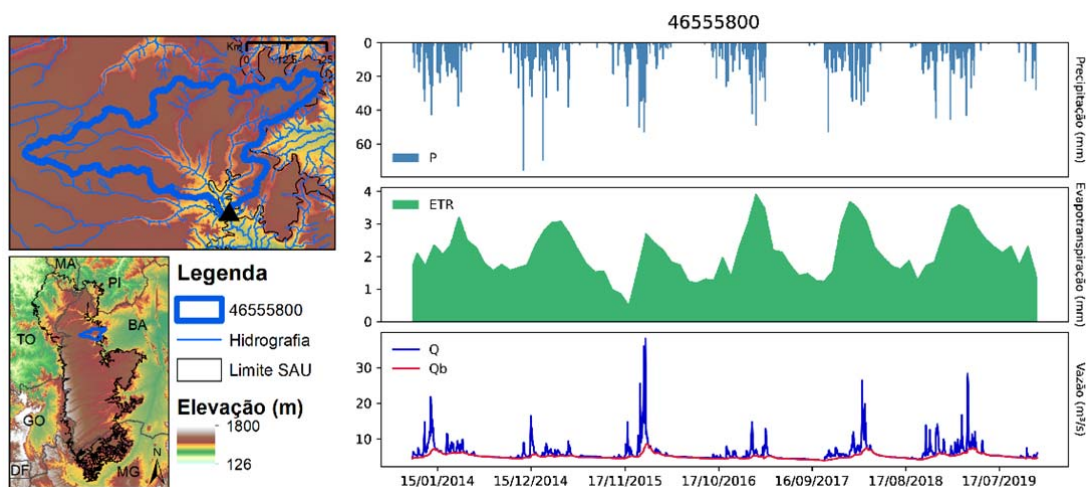


Figura D15 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m^3/s) na estação fluviométrica 46572000 – Fazenda Santa Maria.

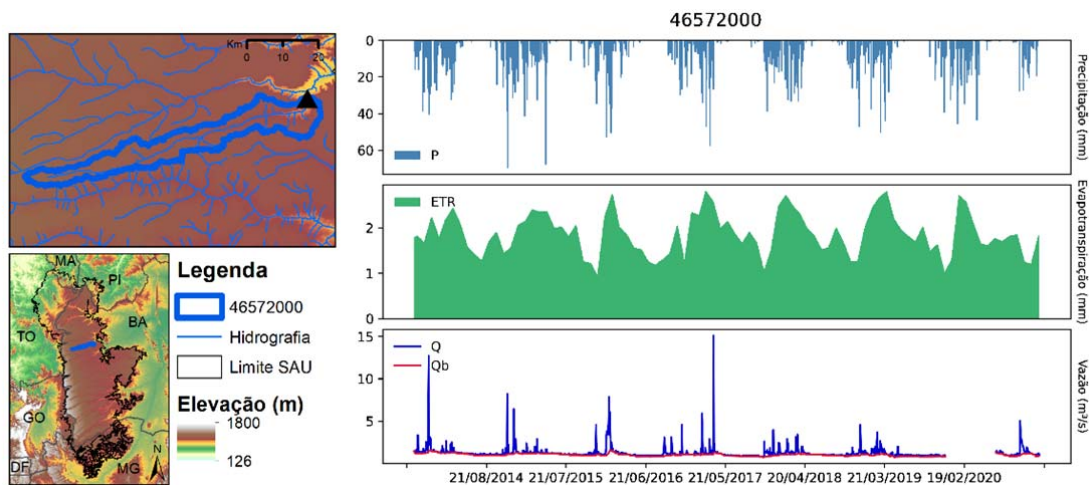


Figura D16 – Precipitação (mm), Evapotranspiração Real (mm), Vazão e Vazão de base (m^3/s) na estação fluviométrica 46780800 – Ponte Riachão.

