

# ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E DE VULNERABILIDADE DO SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA

---

PROPOSIÇÃO DE MODELO DE GESTÃO  
INTEGRADA E COMPARTILHADA

## RELATÓRIO TÉCNICO TEMÁTICO

AVALIAÇÃO CLIMATOLÓGICA E HIDROLÓGICA DOS SISTEMAS  
AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

C O N S Ó R C I O



**República Federativa do Brasil**

Michel Miguel Elias Temer Lulia

Presidente da República

**Ministério do Meio Ambiente**

Sarney Filho

Ministro

**Agência Nacional de Águas****Diretoria Colegiada**

Vicente Andreu (Diretor-Presidente)

Ricardo Medeiros de Andrade

João Gilberto Lotufo Conejo

Gisela Damm Forattini

Ney Maranhão

**Superintendência de Implementação de Programas e Projetos - SIP**

Tibério Magalhães Pinheiro

Victor Alexandre Bittencourt Sucupira

**Coordenação de Águas Subterrâneas - COSUB**

Fernando Roberto de Oliveira

Márcia Tereza Pantoja Gaspar (Gestora do Contrato)

Leonardo de Almeida (Gestor Substituto)

Adriana Niemeyer Pires Ferreira

Fabrcio Bueno da Fonseca Cardoso

Letícia Lemos de Moraes

---

**Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema  
Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão  
Integrada e Compartilhada**

---

***RELATÓRIO TÉCNICO TEMÁTICO***  
***AVALIAÇÃO CLIMATOLÓGICA E HIDROLÓGICA***  
***DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO***

© 2017 Agência Nacional de Águas – ANA  
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L e M  
CEP: 70610-200, Brasília - DF  
PABX: 2109-5400 / 2109-5252  
Endereço eletrônico: <http://www.ana.gov.br>

Capa:

Local da Foto: Cachoeira do Registro, Taguatinga (TO), Rio Sobrado, com vista da Serra Geral de Goiás (Grupo Urucuia)  
Fotografia – Wilton Rocha

Equipe:

**Comissão Técnica de Acompanhamento e Fiscalização – CTAF:**

Márcia Tereza Pantoja Gaspar (ANA)	Leonardo de Almeida (ANA)	
José Jânio de Castro Lima (SEMA-MA)	Zoltan Romero C. Rodrigues (SEMA-BA)	Hugo Leonardo T. Soares (SECIMA)
Aldo Araújo de Azevedo (SEMADES-TO)	Eduardo Farias Topázio (INEMA-BA)	Maricene Menezes de O. M. Paixão (IGAM-MG)

**Elaboração e Execução – CONSÓRCIO ENGECORPS – WALM:**

Marcos Oliveira Godoi – Diretor Técnico do Consórcio  
Maria Bernadete Sousa Sender – Coordenação Geral  
Daniel Andreas Klein – Apoio à Coordenação  
Jacinto Costanzo Junior – Coordenação Setorial

**Membros da Equipe Técnica Executora:**

Flávio de Paula e Silva – Coordenação Técnica

Alberto Lang Filho	Marcia Regina Stradioto	Walter Sergio de Faria
Rinaldo Moreira Marques	Ualfrido del Carlo Junior	Lígia Monteiro da Silva
Andresa Oliva	Aída M. Pereira Andrezza	Laura Rocha de Castro
Maria Luiza M. Granziera	Elias Hideo Teramoto	Maíra Gimenes
Mirtis Malagutti	Fernando Garcia	Milena Mariano dos Santos
Sibele Lima Dantas	Henrique A. de A. Ramos	Fernanda Machado Martins
Caetano Pontes Costanzo	Lígia de Souza Girnius	Fernando Santos Corrêa
Talita Filomena Silva	Christiane Spörl	

**Agradecimentos**

Agradecemos aos professores José Eloi Guimarães Campos (UnB), Chang Hung Kiang (UNESP - Rio Claro) e Francisco Manoel Wohnrath Tognoli (UNISINOS) pela colaboração nas discussões técnicas no âmbito destes estudos, bem como todos os demais colaboradores e usuários de recursos hídricos que direta ou indiretamente contribuíram com a elaboração deste trabalho.

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e de informações, desde que citada à fonte.

**A265m** Agência Nacional de Águas (Brasil).

Estudos hidrogeológicos e de vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuia e proposição de modelo de gestão integrada compartilhada: avaliação climatológica e hidrológica dos Sistemas Aquíferos Urucuia e Areado: relatório técnico temático / Agência Nacional de Águas; Elaboração e Execução: Consórcio Engecorps - Walm. -- Brasília: ANA, 2017.

173 p. il.

1. Hidrogeologia. 2. Água Subterrânea. 3. Aquífero Urucuia.  
I. Consórcio Engecorps II. Título

**CDU 556.33**

**SUMÁRIO**

	<b>PÁG.</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS.....</b>	<b>5</b>
2.1 POSTOS SELECIONADOS.....	5
2.2 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E OBTENÇÃO DOS DADOS .....	10
2.3 TEMPERATURA .....	13
2.3.1 <i>Temperatura Média</i> .....	13
2.3.2 <i>Temperatura Máxima</i> .....	14
2.3.3 <i>Temperatura Mínima</i> .....	14
2.4 PRESSÃO ATMOSFÉRICA .....	15
2.5 INSOLAÇÃO .....	16
2.6 NEBULOSIDADE .....	17
2.7 UMIDADE RELATIVA.....	18
2.8 PRECIPITAÇÃO .....	19
2.9 INTENSIDADE DO VENTO .....	20
2.10 EVAPORAÇÃO .....	21
2.11 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA .....	23
2.11.1 <i>Região Centro-Oeste</i> .....	23
2.11.2 <i>Região Nordeste</i> .....	24
2.11.3 <i>Outras Classificações</i> .....	25
<b>3. AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA DO SAU E SAA .....</b>	<b>27</b>
3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS E FLUVIOMÉTRICOS .....	27
3.1.1 <i>Dados Pluviométricos</i> .....	30
3.1.2 <i>Dados Fluviométricos</i> .....	32
3.2 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA E OBTENÇÃO DAS SÉRIES .....	34
3.2.1 <i>Dados Pluviométricos</i> .....	34
3.2.2 <i>Dados Fluviométricos</i> .....	68
3.3 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS .....	85
<b>4. CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA AS VAZÕES DOS RIOS SÃO FRANCISCO E TOCANTINS.....</b>	<b>87</b>
4.1 METODOLOGIA .....	87
4.1.1 <i>Metodologias Existentes no Hysep</i> .....	90
4.2 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE BASE .....	93
4.3 AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE BASE NOS POSTOS PRINCIPAIS DO RIO SÃO FRANCISCO .....	93
4.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	120
4.5 SUB-BACIAS DO AQUÍFERO .....	124
4.6 METODOLOGIA UTILIZADA PARA O CÁLCULO DAS CONTRIBUIÇÕES DO SAU/SAA.....	130
4.7 CONTRIBUIÇÃO DO SAU E SAA PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO .....	140

---

4.7.1	Contribuição das Sub-Bacias com Postos Principais Representativos .....	140
4.7.2	Contribuição das Sub-Bacias sem Postos Principais Representativos.....	141
4.7.3	Contribuição Total do SAU/SAA para a Bacia do Rio São Francisco .....	143
4.8	CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA AS BACIAS DOS RIOS TOCANTINS, PARNAÍBA E PARANAÍBA .....	143
4.9	CONTRIBUIÇÃO TOTAL DO SAU/SAA .....	144
4.10	COMPARAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA COM AS VAZÕES EFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO .....	144
5.	<b>RESUMO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>168</b>
6.	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>171</b>

**ANEXOS:**

**ANEXO I - DISPONIBILIDADE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS**

**ANEXO II – DISPONIBILIDADE DE DADOS FLUVIOMÉTRICOS**

**ANEXO III – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS**

**ANEXO IV – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS SELECIONADOS**

**ANEXO V – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS AUXILIARES E DISTÂNCIAS RELATIVAS AO POSTO PRINCIPAL**

**ANEXO VI - TOTAIS PRECIPITADOS MENSAIS NOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS**

**ANEXO VII – CURVAS DUPLA-MASSA**

**ANEXO VIII – RELAÇÃO COTA X VAZÃO DOS POSTOS SELECIONADOS**

**ANEXO IX – POSTOS FLUVIOMÉTRICOS, PREENCHIMENTO DE FALHAS E EXTENSÃO DAS SÉRIES**

**ANEXO X - LIMNIGRAMAS DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS**

**ANEXO XI – HIDROGRAMAS DOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS**

**ANEXO XII – SÉRIES DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS**

**ANEXO XIII – CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS NOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS**

**ANEXO XIV – VAZÃO DE BASE NOS POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS**

**Observação:** - Todos os Anexos estão apresentados em forma digital no banco de dados dos estudos (SIGSAU).

---

## 1. INTRODUÇÃO

Este relatório técnico refere-se à compilação da avaliação climatológica e hidrológica dos sistemas aquíferos Urucuia e Areado integrante dos “Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade no Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada”.

O objetivo principal dos estudos consiste na realização de estudos geológicos, geofísicos, hidrogeológicos, de vulnerabilidade e monitoramento das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Urucuia, com vistas a obter informações confiáveis e de qualidade para a gestão dos recursos hídricos nas bacias dos rios São Francisco, Tocantins e Parnaíba. Os resultados visam subsidiar a gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas e as ações de recuperação, conservação e preservação, no âmbito do Programa de Revitalização das respectivas Bacias Hidrográficas.

Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados obtidos nas seguintes atividades: estudos climatológicos, avaliação hidrológica e a contribuição dos sistemas aquíferos Urucuia (SAU) e Areado (SAA) para as vazões dos rios São Francisco e Tocantins, com base na análise de dados históricos de estações meteorológicas e das vazões de base de estações fluviométricas de rios que drenam as áreas de afloramento desses sistemas aquíferos.

O conteúdo final resumido deste relatório está no Tomo II do Volume 1 do Relatório Final dos estudos.

---

## **2. ESTUDOS CLIMATOLÓGICOS**

O presente capítulo apresenta a caracterização climatológica na área onde estão localizadas as áreas de afloramento do SAU e do SAA considerando os parâmetros que controlam e determinam os processos climatológicos ocorrentes na região, a partir dos dados obtidos de estações meteorológicas existentes na área.

### **2.1 POSTOS SELECIONADOS**

---

As estações meteorológicas existentes e localizadas na área de estudo e circunvizinhas foram levantadas no Hidroweb - banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Constatou-se que todas as estações ali registradas pertencem ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, inexistindo dados registrados no banco de dados do Hidroweb. O Quadro 2.1 apresenta as características das estações meteorológicas existentes na região de estudo, incluindo a região do SAU, do SAA e suas proximidades, estando indicados para cada estação:

- ✓ Código ANA – número de registro da estação meteorológica no banco de dados Hidroweb;
- ✓ Código INMET – número de registro da estação meteorológica no INMET;
- ✓ Nome – Nome da Estação Meteorológica;
- ✓ Estado – Estado da Federação onde se localiza a Estação Meteorológica;
- ✓ Município – Município onde se localiza a Estação Meteorológica;
- ✓ Responsável – nome do órgão responsável pela Estação Meteorológica;
- ✓ Operadora – nome da empresa/órgão que opera a Estação Meteorológica;
- ✓ Latitude e Longitude – coordenadas geográficas da localização da Estação Meteorológica.



**QUADRO 2.1 - ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS EXISTENTES NA REGIÃO DO SAU/SAA E PROXIMIDADES**

<b>Código ANA</b>	<b>Código INMET</b>	<b>Nome</b>	<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Responsável</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
01549011	83350	GOIANÉSIA (USINA)	GOIÁS	GOIANÉSIA	INMET	INMET	-15,22	-48,99
01548004	83376	PIRENÓPOLIS	GOIÁS	PIRENÓPOLIS	INMET	INMET	-15,85	-48,97
01547003	83379	FORMOSA	GOIÁS	FORMOSA	INMET	INMET	-15,55	-47,34
01247003	83231	PARANÃ	TOCANTINS	FÁTIMA	INMET	INMET	-12,61	-47,98
01446002	83332	POSSE	GOIÁS	POSSE	INMET	INMET	-14,10	-46,37
01246003	83235	TAGUATINGA	TOCANTINS	TAGUATINGA	INMET	INMET	-12,40	-46,42
01048003	83033	PALMAS	TOCANTINS	PORTO NACIONAL	INMET	INMET	-10,19	-48,30
01248002	83228	PEIXE	TOCANTINS	FILADÉLFIA	INMET	INMET	-12,02	-48,35
00542018	82605	ALTO LONGA	PIAUÍ	ALTO LONGA	INMET	DESATIVADA	-5,25	-42,25
00945010	82970	ALTO PARNAÍBA	MARANHÃO	ALTO PARNAÍBA	INMET	INMET	-9,10	-45,93
00746005	82768	BALSAS	MARANHÃO	BALSAS	INMET	INMET	-7,53	-46,03
00944005	82975	BOM JESUS DO PIAUÍ	PIAUÍ	BOM JESUS	INMET	INMET	-9,10	-44,12
00441011	82474	CALDEIRÃO	PIAUÍ	PIRIPIRI	INMET	INMET	-4,12	-41,80
00943010	82976	CARACOL	PIAUÍ	CARACOL	INMET	INMET	-9,28	-43,33
00540000	82583	CRATEÚS	CEARÁ	CRATEÚS	INMET	INMET	-5,17	-40,67
00643004	82678	FLORIANO	PIAUÍ	FLORIANO	INMET	INMET	-6,77	-43,02
00342011	82296	LUZILÂNDIA	PIAUÍ	LUZILÂNDIA	INMET	INMET	-3,45	-47,96
00741012	82684	MORRO DOS CAVALOS	PIAUÍ	SIMPLÍCIO MENDES	INMET	INMET	-7,85	-41,90
00241001	82287	PARNAÍBA	PIAUÍ	PARNAÍBA	INMET	INMET	-3,08	-41,77
00841014	82882	PAULISTANA	PIAUÍ	PAULISTANA	INMET	INMET	-8,13	-41,13
00741007	82780	PICOS	PIAUÍ	PICOS	INMET	INMET	-7,03	-41,48
00842011	82789	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	PIAUÍ	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	INMET	INMET	-42,17	-42,25
00542011	82578	TERESINA	PIAUÍ	TERESINA	INMET	INMET	-5,08	-42,82
843008	82870	VALE DO GURGUEIA	PIAUÍ	ALVORADA DO GURGUÉIA	INMET	INMET	-8,4	-43,7
2045023	83582	BAMBUI	M.GERAIS	BAMBUÍ	INMET	INMET	-20,0	-46,0
1944051	83581	FLORESTAL (ESC.AGRON.)	M.GERAIS	FLORESTAL	INMET	INMET	-19,9	-44,4
2044039	83632	IBIRITÉ	M.GERAIS	IBIRITÉ	INMET	INMET	-20,0	-44,1
1945022	83570	POMPEU	M.GERAIS	POMPÉU	INMET	INMET	-19,22	-45,00
1943063	83587	BELO HORIZONTE (GAMELEIRA)	M.GERAIS	BELO HORIZONTE	INMET	INMET	-19,93	-43,93
01844015	83536	CURVELO	M.GERAIS	CURVELO	INMET	INMET	-18,74	-44,45
01744025	83483	PIRAPORA	M.GERAIS	PIRAPORA	INMET	INMET	-17,35	-44,92
01944052	83586	SETE LAGOAS	M.GERAIS	SETE LAGOAS	INMET	INMET	-19,47	-43,93
01746012	83481	JOÃO PINHEIRO	M.GERAIS	JOÃO PINHEIRO	INMET	INMET	-17,74	-46,18
01746000	83479	PARACATU	M.GERAIS	PARACATU	INMET	INMET	-17,24	-46,88
01646010	83428	UNAÍ	M.GERAIS	UNAÍ	INMET	INMET	-16,37	-46,88
01546008	83384	ARINOS	M.GERAIS	ARINOS	INMET	INMET	-15,92	-46,10
01446003	83334	FORMOSO	M.GERAIS	FORMOSO	INMET	INMET	-14,93	-46,25
01442025	83338	ESPINOSA	M.GERAIS	ESPINOSA	INMET	INMET	-14,93	-42,82
01544006	83386	JANUÁRIA	M.GERAIS	JANUÁRIA	INMET	INMET	-15,45	-44,00
01544029	83389	MOCAMBINHO (RURALMINAS)	M.GERAIS	ITACARAMBI	INMET	INMET	-15,08	-44,02
01542011	83388	MONTE AZUL	M.GERAIS	MONTE AZUL	INMET	INMET	-15,15	-42,88
01643009	83437	MONTES CLAROS	M.GERAIS	MONTES CLAROS	INMET	INMET	-16,69	-43,84
01544020	83385	SÃO FRANCISCO	M.GERAIS	SÃO FRANCISCO	INMET	INMET	-15,95	-44,87
01343018	83288	BOM JESUS DA LAPA	BAHIA	BOM JESUS DA LAPA	INMET	INMET	-13,27	-43,42
01344024	83286	CORRENTINA	BAHIA	CORRENTINA	INMET	INMET	-13,33	-44,62
01143005	83179	BARRA	BAHIA	BARRA	INMET	INMET	-11,00	-44,52
01244010	83236	BARREIRAS	BAHIA	BARREIRAS	INMET	INMET	-12,15	-45,00
01243005	83238	PARATINGA	BAHIA	PARATINGA	INMET	DESATIVADA	-12,68	-43,20
01144008	83076	SANTA RITA DE CÁSSIA	BAHIA	STA RITA DE CÁSSIA	INMET	INMET	-11,02	-44,52

Para a seleção das estações meteorológicas a serem utilizadas no estudo, foram considerados os seguintes critérios:

- ✓ Localização dentro da área do aquífero Urucuia ou em suas proximidades;
- ✓ Estações com dados na publicação Normais Climatológicas 1961-1990, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2009).

Considerando a inexistência de dados meteorológicos no banco de dados consultados, optou-se pela utilização das Normais Climatológicas para o período de 1961 a 1990, publicadas pelo INMET (2009) para a caracterização meteorológica da região de estudo. O Quadro 2.2 apresenta as estações selecionadas conforme os critérios e a Figura 2.1 ilustra a localização das estações, estando indicadas, através de legenda, as existentes na região e as selecionadas para utilização nos estudos de caracterização climatológica do SAU/SAA.

**QUADRO 2.2 - ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS SELECIONADAS**

<b>Código ANA</b>	<b>Código INMET</b>	<b>Nome</b>	<b>Estado</b>	<b>Município</b>	<b>Responsável</b>	<b>Operadora</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
01549011	83350	GOIANÉSIA (USINA)	GOIÁS	GOIANÉSIA	INMET	INMET	-15,22	-48,99
01547003	83379	FORMOSA	GOIÁS	FORMOSA	INMET	INMET	-15,55	-47,34
01247003	83231	PARANÁ	TOCANTINS	FÁTIMA	INMET	INMET	-12,61	-47,98
01446002	83332	POSSE	GOIÁS	POSSE	INMET	INMET	-14,10	-46,37
01246003	83235	TAGUATINGA	TOCANTINS	TAGUATINGA	INMET	INMET	-12,40	-46,42
01048003	83033	PALMAS	TOCANTINS	PORT. NACIONAL	INMET	INMET	-10,19	-48,30
01248002	83228	PEIXE	TOCANTINS	FILADÉLFIA	INMET	INMET	-12,02	-48,35
00542018	82605	ALTO LONGA	PIAUÍ	ALTO LONGA	INMET	DESATIVADA	-5,25	-42,25
00945010	82970	ALTO PARNAÍBA	MARANHÃO	ALTO PARNAÍBA	INMET	INMET	-9,10	-45,93
00746005	82768	BALSAS	MARANHÃO	BALSAS	INMET	INMET	-7,53	-46,03
00944005	82975	BOM JESUS DO PIAUÍ	PIAUÍ	BOM JESUS	INMET	INMET	-9,10	-44,12
00441011	82474	CALDEIRÃO	PIAUÍ	PIRIPIRI	INMET	INMET	-4,12	-41,80
00540000	82583	CRATEÚS	CEARÁ	CRATEÚS	INMET	INMET	-5,17	-40,67
00643004	82678	FLORIANO	PIAUÍ	FLORIANO	INMET	INMET	-6,77	-43,02
00342011	82296	LUZILÂNDIA	PIAUÍ	LUZILÂNDIA	INMET	INMET	-3,45	-47,96
00741012	82684	MORRO DOS CAVALOS	PIAUÍ	SIMPLÍCIO MENDES	INMET	INMET	-7,85	-41,90
00241001	82287	PARNAÍBA	PIAUÍ	PARNAÍBA	INMET	INMET	-3,08	-41,77
00841014	82882	PAULISTANA	PIAUÍ	PAULISTANA	INMET	INMET	-8,13	-41,13
00741007	82780	PICOS	PIAUÍ	PICOS	INMET	INMET	-7,03	-41,48
00842011	82789	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	PIAUÍ	SÃO JOÃO DO PIAUÍ	INMET	INMET	-42,17	-42,25
00542011	82578	TERESINA	PIAUÍ	TERESINA	INMET	INMET	-5,08	-42,82
01945022	83570	POMPEU	MINAS GERAIS	POMPÉU	INMET	INMET	-19,22	-45,00
01844015	83536	CURVELO	MINAS GERAIS	CURVELO	INMET	INMET	-18,74	-44,45
01744025	83483	PIRAPORA	MINAS GERAIS	PIRAPORA	INMET	INMET	-17,35	-44,92
01746012	83481	JOÃO PINHEIRO	MINAS GERAIS	JOÃO PINHEIRO	INMET	INMET	-17,74	-46,18
01746000	83479	PARACATU	MINAS GERAIS	PARACATU	INMET	INMET	-17,24	-46,88

Continua...

**QUADRO 2.2 - ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS SELECIONADAS**

<i>Código ANA</i>	<i>Código INMET</i>	<i>Nome</i>	<i>Estado</i>	<i>Município</i>	<i>Responsável</i>	<i>Operadora</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
01646010	83428	UNAÍ	MINAS GERAIS	UNAÍ	INMET	INMET	-16,37	-46,88
01546008	83384	ARINOS	MINAS GERAIS	ARINOS	INMET	INMET	-15,92	-46,10
01446003	83334	FORMOSO	MINAS GERAIS	FORMOSO	INMET	INMET	-14,93	-46,25
01544006	83386	JANUÁRIA	MINAS GERAIS	JANUÁRIA	INMET	INMET	-15,45	-44,00
01544029	83389	MOCAMBINHO (RURALMINAS)	MINAS GERAIS	ITACARAMBI	INMET	INMET	-15,08	-44,02
01643009	83437	MONTES CLAROS	MINAS GERAIS	MONTES CLAROS	INMET	INMET	-16,69	-43,84
01544020	83385	SÃO FRANCISCO	MINAS GERAIS	SÃO FRANCISCO	INMET	INMET	-15,95	-44,87
01343018	83288	BOM JESUS DA LAPA	BAHIA	BOM JESUS DA LAPA	INMET	INMET	-13,27	-43,42
01344024	83286	CORRENTINA	BAHIA	CORRENTINA	INMET	INMET	-13,33	-44,62
01244010	83236	BARREIRAS	BAHIA	BARREIRAS	INMET	INMET	-12,15	-45,00
01243005	83238	PARATINGA	BAHIA	PARATINGA	INMET	DESATIVADA	-12,68	-43,20
01144008	83076	SANTA RITA DE CÁSSIA	BAHIA	SANTA RITA DE CÁSSIA	INMET	INMET	-11,02	-44,52

Considerando a inexistência de dados meteorológicos no banco de dados consultados, optou-se pela utilização das Normais Climatológicas para o período de 1961 a 1990, publicadas pelo INMET (2009) para a caracterização meteorológica da região.

Em 1872 o Comitê Meteorológico Mundial decidiu compilar valores médios climatológicos, sobre um período uniforme, a fim de assegurar a compatibilidade entre os dados coletados das várias estações, resultando daí a recomendação para o cálculo das normais de 30 anos. O período inicial adotado foi o de 1901 a 1930, seguido de intervalos sucessivos. Posteriormente a Organização Meteorológica Mundial (OMM) estabeleceu procedimentos para padronização para o cálculo das normais climatológicas, permitindo a obtenção de resultados comparáveis, normas estas em geral seguidas pelos países membros da OMM, entre eles o Brasil. As Normais Climatológicas publicadas pelo INMET seguem estes procedimentos.

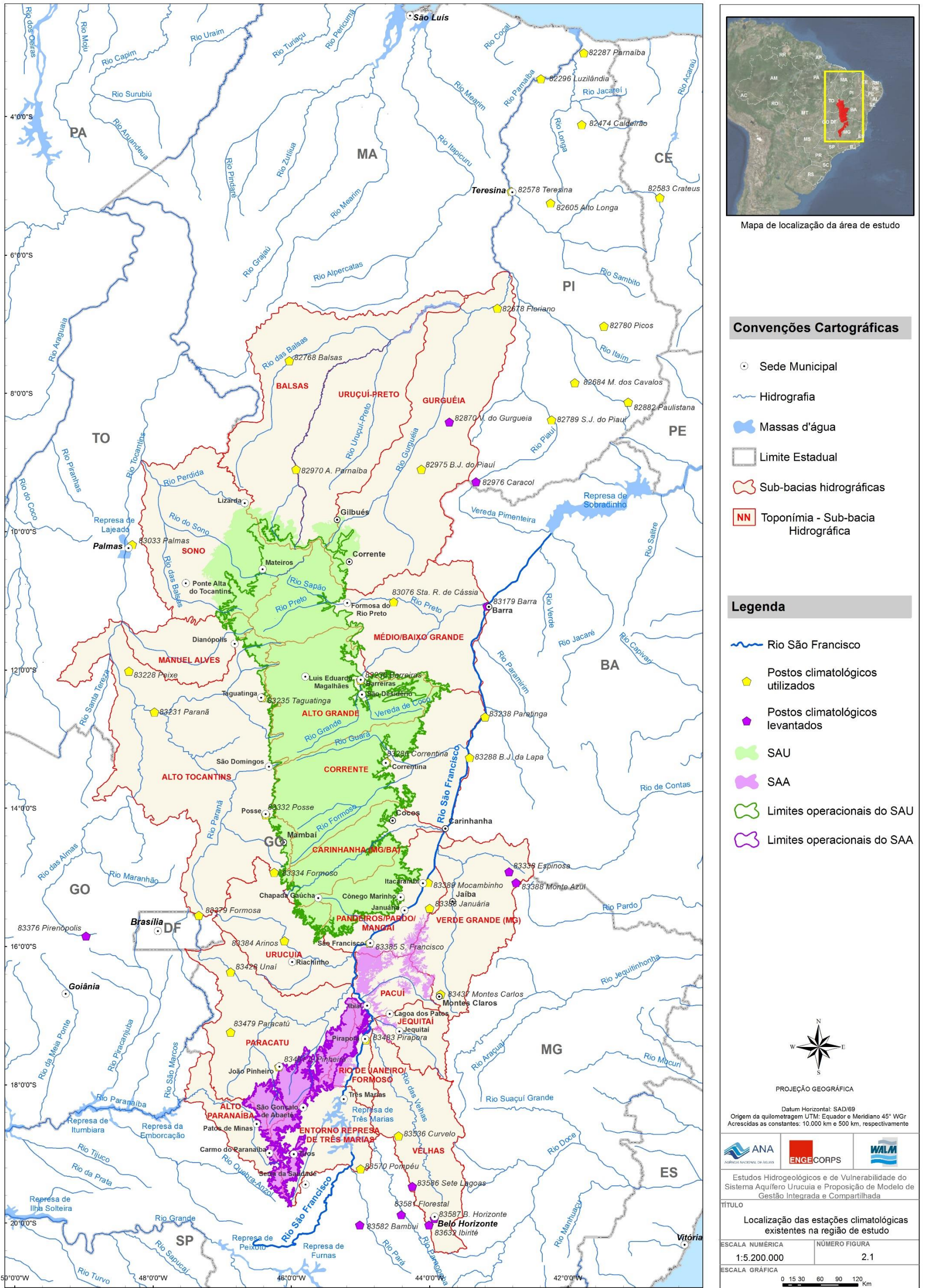


Figura 2.1 - Localização das estações climatológicas existentes na região de estudo

---

## 2.2 *DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS E OBTENÇÃO DOS DADOS*

---

O Quadro 2.3 apresenta a relação das estações meteorológicas existentes na região do SAU/SAA, utilizadas na caracterização meteorológica. Para cada estação estão indicadas variáveis existentes, publicadas nas Normais Climatológicas. Dentre estas variáveis constam: temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, pressão atmosférica, insolação, nebulosidade, umidade relativa, precipitação, intensidade do vento e evaporação.

Para cada uma das variáveis foram obtidos os dados publicados no Atlas de Normais Climatológicas para o período de 1961 a 1990, porém nem todas as estações apresentam informações de todos os parâmetros como pode ser observado no Quadro 2.3. Estes dados referem-se aos valores normais de cada estação meteorológica, ou seja, média de 30 anos dos valores observados de cada variável meteorológica.

Na elaboração dos gráficos de caracterização apresentados a seguir foram considerados os valores normais extremos (mínimo e máximo) de cada variável e o valor médio, obtido por média aritmética, para todos os postos analisados.

No Quadro 2.3 estão apresentados:

- ✓ Código ANA – número de registro da estação meteorológica no banco de dados Hidroweb;
- ✓ Código INMET – número de registro da estação meteorológica no INMET;
- ✓ Nome – Nome da Estação Meteorológica;
- ✓ Lista em colunas das variáveis climatológicas analisadas. No cruzamento de cada coluna com a linha correspondente à estação climatológica está marcada com um x a existência da variável climatológica publicada, quando isto ocorre.

**QUADRO 2.3 - DISPONIBILIDADE DE DADOS NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS NO ESTUDO**

Código ANA	Código INMET	Nome	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Pressão Atmosférica (hPa)	Insolação (h/mês)	Evaporação (mm)	Nebulosidade (décimos)	Umidade Relativa (%)	Precipitação Acumulada (mm)	Precipitação Máxima em 24 horas (mm)	Intensidade do Vento (m/s)
01549011	83350	GOIANÉSIA (USINA)						x					
01547003	83379	FORMOSA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01247003	83231	PARANÃ	x	x	x			x	x	x	x	x	
01446002	83332	POSSE			x	x	x	x	x	x	x	x	x
01246003	83235	TAGUATINGA	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
01048003	83033	PALMAS	x	x	x	x		x	x		x		x
01248002	83228	PEIXE	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
00542018	82605	ALTO LONGA						x					
00945010	82970	ALTO PARNAÍBA		x	x		x	x			x	x	
00746005	82768	BALSAS		x	x	x	x	x	x		x	x	
00944005	82975	BOM JESUS DO PIAUÍ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
00441011	82474	CALDEIRÃO						x					
00540000	82583	CRATEÚS	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
00643004	82678	FLORIANO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
00342011	82296	LUZILÂNDIA											
00741012	82684	MORRO DOS CAVALOS		x			x	x	x	x	x	x	
00241001	82287	PARNAÍBA		x	x		x	x		x	x	x	
00841014	82882	PAULISTANA						x					
00741007	82780	PICOS	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
00842011	82789	SÃO JOÃO DO PIAUÍ						x				x	
00542011	82578	TERESINA	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
01945022	83570	POMPEU	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01844015	83536	CURVELO	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
01744025	83483	PIRAPORA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01746012	83481	JOÃO PINHEIRO	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01746000	83479	PARACATU				x	x	x	x	x	x	x	x
01646010	83428	UNAÍ			x		x	x			x		x
01546008	83384	ARINOS					x	x	x	x	x	x	
01446003	83334	FORMOSO					x	x	x	x	x	x	

Continua...

Conclusão.

**QUADRO 2.3 - DISPONIBILIDADE DE DADOS NAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS**

<b>Código ANA</b>	<b>Código INMET</b>	<b>Nome</b>	<b>Temperatura Média (°C)</b>	<b>Temperatura Máxima (°C)</b>	<b>Temperatura Mínima (°C)</b>	<b>Pressão Atmosférica (hPa)</b>	<b>Insolação (h/mês)</b>	<b>Evaporação (mm)</b>	<b>Nebulosidade (décimos)</b>	<b>Umidade Relativa (%)</b>	<b>Precipitação Acumulada (mm)</b>	<b>Precipitação Máxima em 24 horas (mm)</b>	<b>Intensidade do Vento (m/s)</b>
01544006	83386	JANUÁRIA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01544029	83389	MOCAMBINHO (RURALMINAS)			x		x	x			x	x	
01643009	83437	MONTES CLAROS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01544020	83385	SÃO FRANCISCO	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
01343018	83288	BOM JESUS DA LAPA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
01344024	83286	CORRENTINA						x					
01244010	83236	BARREIRAS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
01243005	83238	PARATINGA						x					
01144008	83076	SANTA RITA DE CÁSSIA	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x

## 2.3 TEMPERATURA

### 2.3.1 Temperatura Média

Os valores de temperatura média correspondem à temperatura média compensada, ou seja, média ponderada entre as temperaturas máxima, mínima e observadas em horários específicos.

A Figura 2.2 apresenta as normais de temperatura média para o período de 1961 a 1990 na região de estudo:

- ✓ Máxima – maior valor normal de temperatura média compensada observado entre os postos analisados;
- ✓ Mínima – menor valor normal de temperatura média compensada observado entre os postos analisados;
- ✓ Média – média dos valores normais de temperatura média compensada observados nos postos analisados.

Conforme pode ser observado na Figura 2.2 a Temperatura Média Compensada na região do SAU/SAA varia entre 18° C e 30° C. O valor máximo de 29,7° C ocorre em Picos – PI – (posto 82780 Picos), no mês de Outubro e o mínimo em Pompéu – MG – (posto 83570 Pompéu), em Julho. Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a temperatura média compensada varia entre o máximo de 26,4 °C e o mínimo de 21,9 °C. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 23,7 °C e o mínimo de 19,9 °C.

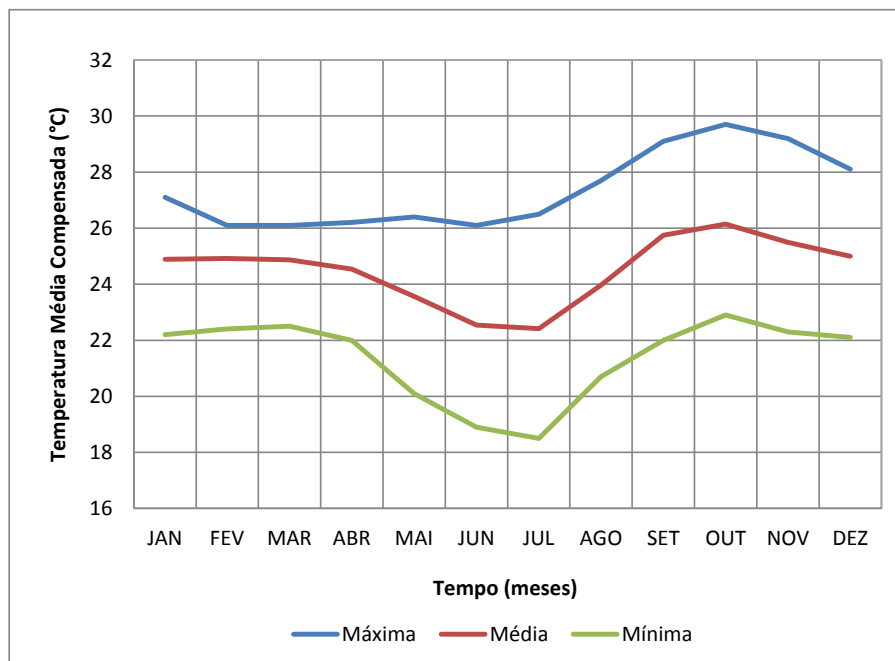


Figura 2.2 - Normais de Temperatura Média Compensada (°C) na região do SAU/SAA – 1961 a 1990



### 2.3.2 *Temperatura Máxima*

Os valores normais de Temperatura Máxima correspondem ao maior valor observado, mês a mês, na estação meteorológica para o período de 1961 a 1990, na região de estudo. Na Figura 2.3 estão apresentados:

- ✓ Máxima – maior valor de Temperatura Máxima, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor de Temperatura Máxima, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores de Temperatura Máxima das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Na Figura 2.3 pode ser observado que na região de estudo a Temperatura Máxima varia entre 26° C e 36° C. O maior valor de 36,6° C ocorreu Outubro em Picos – PI – (posto 82780 Picos) e o mínimo em Junho e Julho em Formosa – GO – (posto 83379 Formosa).

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a temperatura máxima varia entre o máximo de 34,6 °C e o mínimo de 31,0 °C. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 30,5 °C e o mínimo de 27,2 °C.

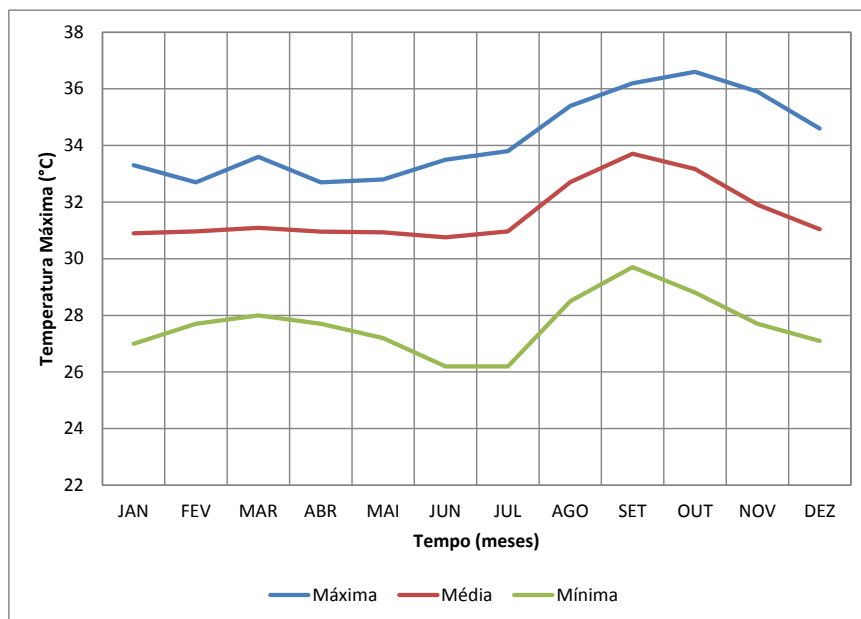


Figura 2.3 - Normais de Temperatura Máxima (°C) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

### 2.3.3 *Temperatura Mínima*

Os valores normais de Temperatura Mínima correspondem ao menor valor observado, mês a mês, na estação meteorológica para o período de 1961 a 1990, na região de estudo. Na Figura 2.4 estão apresentados:

- ✓ Máxima – maior valor de Temperatura Mínima, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor de Temperatura Mínima, mês a mês, para a região do SAU/SAA;

- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores de Temperatura Mínima das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Na Figura 2.4 pode ser observado que na região do SAU/SAA a Temperatura Mínima varia entre 11° C e 24 °C. O maior valor de 23,9 °C ocorreu Setembro em Floriano – PI – (posto 82678 Floriano) e o mínimo em Julho em Pompéu – MG – (posto 83570 Pompéu).

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a temperatura mínima varia entre o máximo de 20,3 °C e o mínimo de 13,6 °C. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 17,8 °C e o mínimo de 12,9 °C.

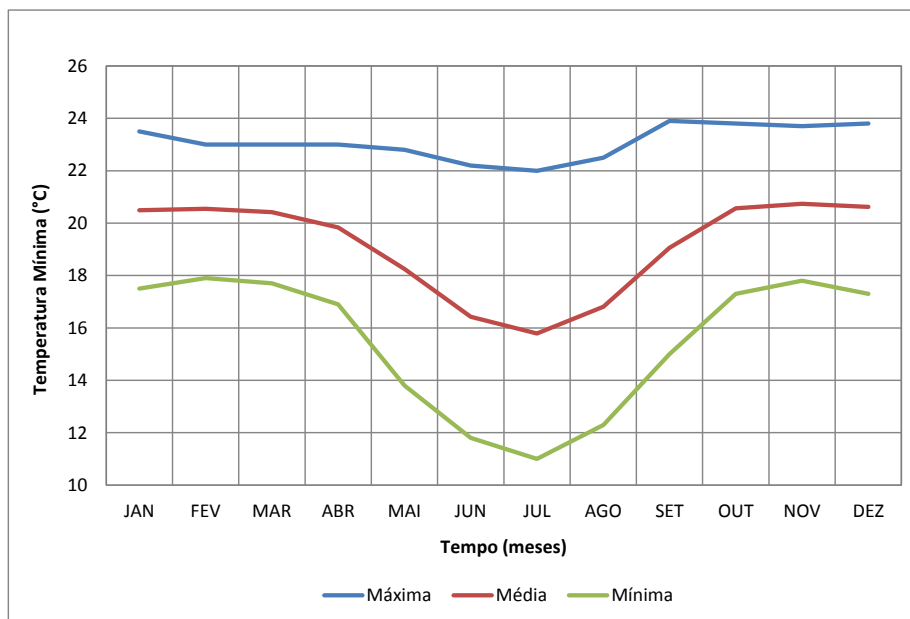


Figura 2.4 - Normais de Temperatura Mínima (°C) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

## 2.4 PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Os valores normais de pressão atmosférica correspondem à média aritmética simples dos valores registrados diariamente, nos três horários diários de observação.

A Figura 2.5 apresenta os valores normais de pressão atmosférica para o período de 1961 a 1990 na região de estudo:

- ✓ Máxima – maior valor de Pressão Atmosférica, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor de Pressão Atmosférica, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores de Pressão Atmosférica das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Conforme pode ser observado na Figura 2.5, a região de estudo apresenta uma amplitude anual de aproximadamente 90 hPa, com máximo de cerca de 1.004 hPa em julho e mínimo de aproximadamente 909 hPa em janeiro. Observa-se também que as máximas observadas são praticamente constantes, com amplitude de 3,4 hPa. Os valores mínimos apresentam variação

pouco maior, com amplitude de 5,2 hPa. O valor máximo (1.003,7 hPa) foi observado no mês de Julho, em Teresina – PI – (posto 82578 Teresina). O valor mínimo (913,4 hPa) também ocorreu em Julho, em Formosa – GO – (posto 83379 Formosa).

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a pressão atmosférica varia entre o máximo de 964,1 hPa e o mínimo de 959,2 hPa. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 932,9 hPa e o mínimo de 927,1 hPa.

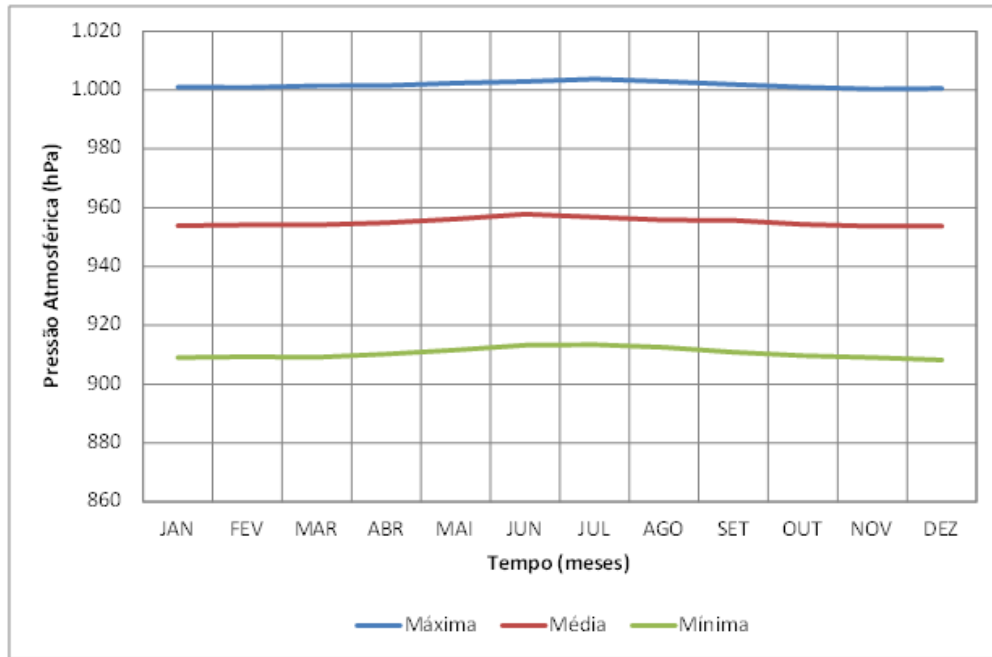


Figura 2.5 - Normais de Pressão Atmosférica (hPa) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

## 2.5 INSOLAÇÃO

O número de horas de brilho solar (insolação) em cada mês do ano é função não somente da nebulosidade existente como também da duração dos dias (mais longos no verão e mais curtos no inverno).

A insolação é definida como o número de horas e décimos de horas de brilho solar incidente sobre um anteparo disposto horizontalmente à superfície. Depende, porém, além dos fatores astronômicos, da nebulosidade e do livre horizonte na trajetória solar do poente ao ocaso.

Na Figura 2.6 são apresentados os valores normais para o período de 1960 a 1990 de horas de insolação, mês a mês, para as estações analisadas na região do SAU/SAA:

- ✓ Máxima – maior valor normal de Insolação, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor normal de Insolação, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores normais de Insolação das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Na Figura 2.6 observa-se a grande amplitude de variação de horas de insolação na região do SAU, variando entre 100 e 320 h mensais. O maior número de horas de brilho solar ocorre em Agosto, alcançando um máximo de 319 horas em Simplício Mendes – PI – (posto 82684 Morro dos Cavalos). O menor valor ocorre em Dezembro, com 102 horas em Formosa – GO – (posto 83379 Formosa).

Em termos médios, os valores máximos ocorrem de Agosto; A partir desse mesmo mês começa há uma diminuição da insolação, com mínimos em Dezembro. O total anual médio de horas de insolação na região é de aproximadamente 2.575 horas.

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a insolação varia entre o máximo de 286,2 h e o mínimo de 186,7 h. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 272,9 h e o mínimo de 167,7 h.

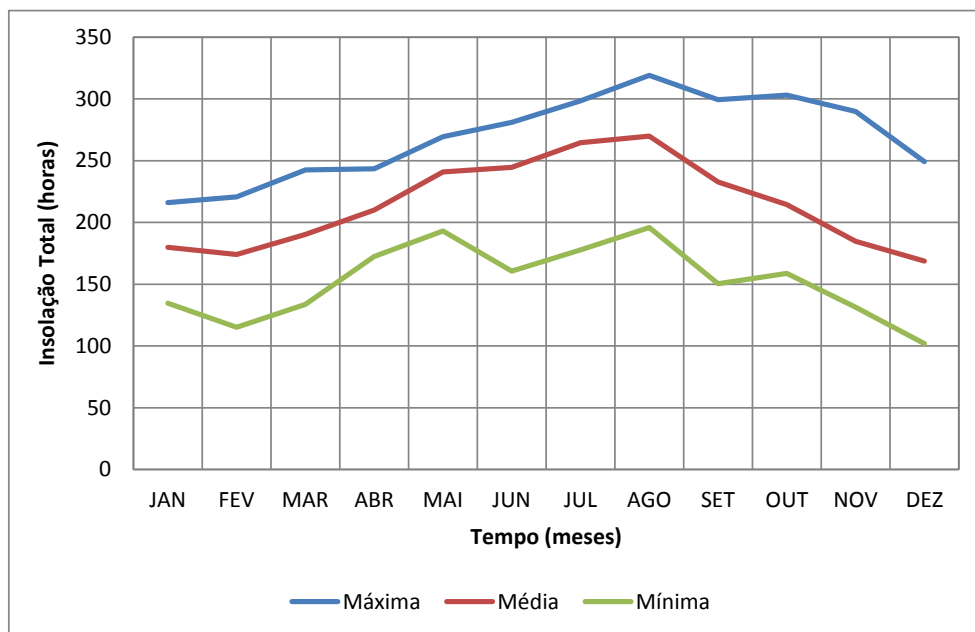


Figura 2.6 - Normais de Insolação (horas) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

## 2.6 NEBULOSIDADE

O Índice de Nebulosidade é um número que representa a parcela do tempo entre as horas totais de luz solar e as horas efetivas de Insolação. O Índice de Nebulosidade pode variar entre 0, situação em que no período analisado não foram registradas horas com insolação e 1, onde inversamente durante todo o período ocorreu insolação.

Na Figura 2.7 são apresentados os valores normais de Nebulosidade, mês a mês, para o período de 1961 a 1990, nas estações analisadas na região do SAU/SAA:

- ✓ Máxima – maior valor normal de Nebulosidade, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor normal de Nebulosidade, mês a mês, para a região do SAU/SAA;

- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores normais de Nebulosidade das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Na Figura 2.7 observa-se que a região de estudo apresenta grande amplitude de variação sazonal dos valores médios de nebulosidade, com máximo de 8 décimos no verão (de novembro a março) e mínima cobertura de céu no inverno, com valores de 2 décimos de abril a setembro.

Tanto na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras) quanto na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), a nebulosidade varia entre o máximo de 7 décimos no verão e o mínimo de 3 décimos no inverno.

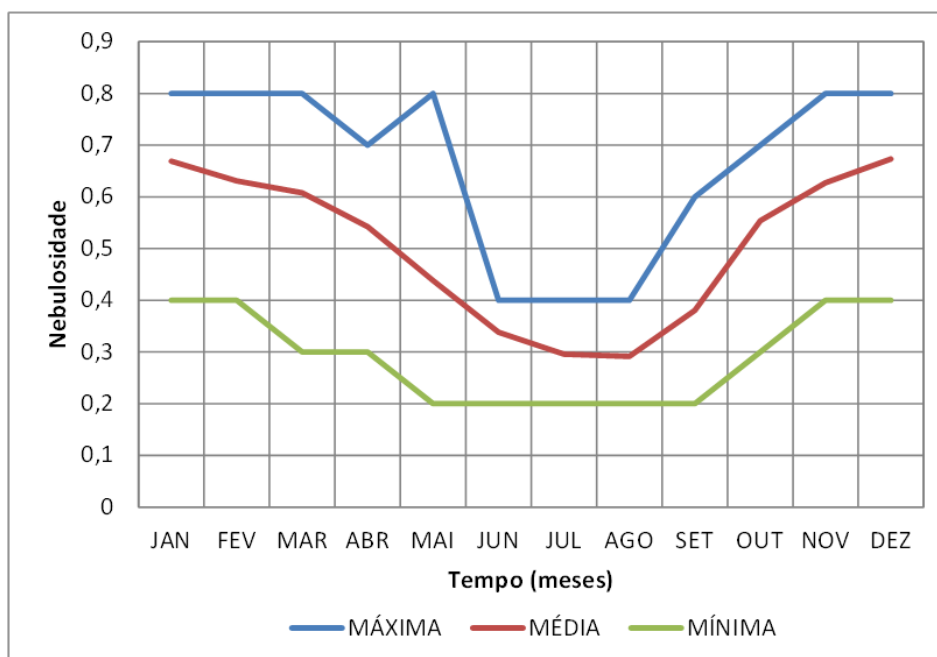


Figura 2.7 - Normais de Nebulosidade na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

## 2.7 UMIDADE RELATIVA

Os valores normais de umidade relativa correspondem à média aritmética simples dos valores registrados diariamente, nos três horários diários de observação.

A Figura 2.8 apresenta os valores normais de umidade relativa para o período de 1961 a 1990 na região de estudo:

- ✓ Máxima – maior valor normal de Umidade Relativa, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor normal de Umidade Relativa, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores normais de Umidade Relativa das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Na Figura 2.8 pode ser observado que a região de estudo apresenta uma nítida sazonalidade no tocante à umidade relativa, com valores máximos no final do verão e mínimos no final do inverno. Para a região em estudo a umidade relativa média apresenta valores crescentes nos

meses de setembro a fevereiro, que se situam na faixa de 53% a 77%. Nos demais meses, a umidade relativa decresce. A amplitude anual da umidade relativa do ar na região é de aproximadamente 47%.

O valor máximo observado de 88,7 % ocorre em Janeiro em Paracatu – MG – (posto 83479 Paracatu) enquanto o mínimo de 41,3 % ocorre em Bom Jesus do Piauí – PI – (posto 82975 Bom Jesus do Piauí).

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a umidade relativa do ar varia entre o máximo de 79,9% e o mínimo de 47,1%. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 78,9% e o mínimo de 58,4%.

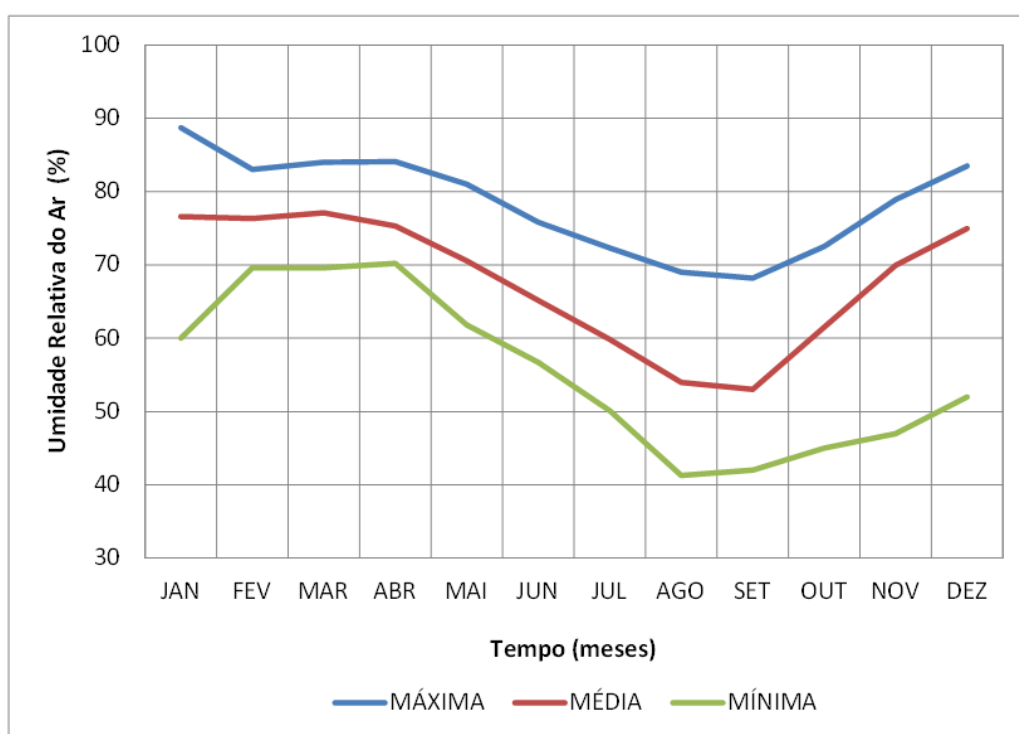


Figura 2.8 - Normais de Umidade Relativa do Ar (%) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

## 2.8 PRECIPITAÇÃO

A Figura 2.9 apresenta os valores normais do total mensal de precipitação para o período de 1961 a 1990 na região de estudo:

- ✓ Máxima – maior valor normal de precipitação acumulada, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor normal de precipitação acumulada, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores normais de precipitação acumulada das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

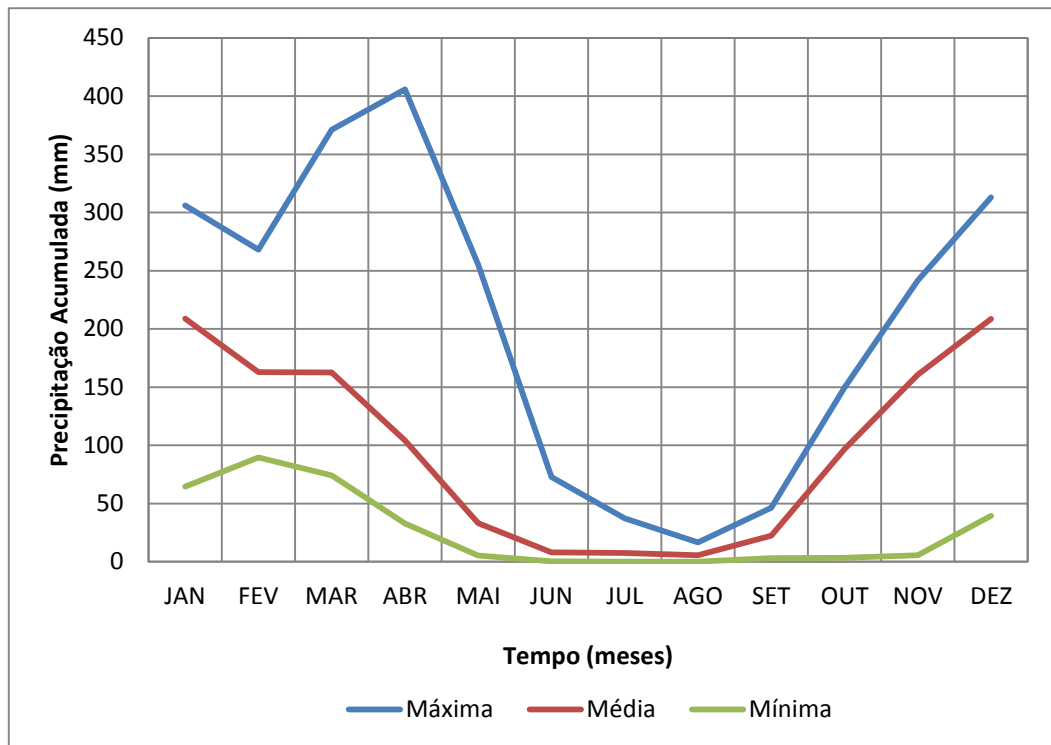


Figura 2.9 - Normais Mensais de Precipitação Acumulada (mm) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

O valor máximo de precipitação mensal acumulada (405,7 mm) foi registrado no mês de Abril em Parnaíba – PI – (posto 82287 Parnaíba). Diversas estações registram meses com precipitação nula, nos meses de maio a novembro. O total anual de precipitação varia entre 745,0 mm e 1.615,2 mm, com média de 1.168,8 mm para a região de estudo.

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a precipitação acumulada varia entre o máximo de 205 mm e o mínimo de 1,2 mm. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 266,3 mm e o mínimo de 1,6 mm.

A precipitação será objeto de análise mais detalhada no item 3 deste relatório.

## 2.9 INTENSIDADE DO VENTO

Os valores normais de intensidade do vento são obtidos a partir da média diária de três observações de velocidade do vento.

A Figura 2.10 apresenta os valores normais de velocidade média do vento mês a mês para o período de 1961 a 1990 na região de estudo:

- ✓ Máxima – maior valor normal de velocidade do vento, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor normal de velocidade do vento, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores normais de velocidade do vento das estações climatológicas na região do SAU/SAA.

Conforme pode ser observado na Figura 2.10. na região de estudo a velocidade do vento varia entre um mínimo de 0,35 m/s, em janeiro, a um máximo de 3,4 m/s em novembro. Constatase também uma tendência de aumento da velocidade do vento no período de abril a outubro e de decréscimo a partir deste mês.

O valor máximo observado (3,4 m/s) ocorre em novembro em Crateús – CE – (posto 82583 Cratéus) e o valor mínimo em Janeiro/Fevereiro em Taguatinga - TO – (posto 83235 Taguatinga).

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a intensidade do vento varia entre o máximo de 2,6 m/s e o mínimo de 1,45 m/s. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 2,1 m/s e o mínimo de 1,49 m/s.

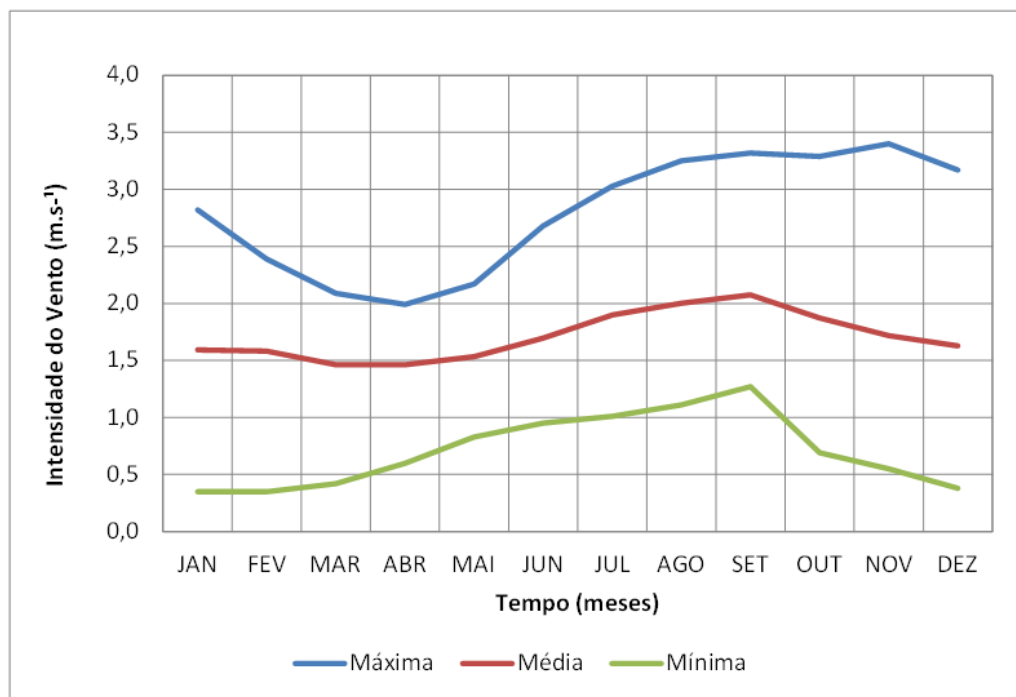


Figura 2.10 - Normais Mensais de Velocidade Média do Vento (m.s<sup>-1</sup>) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

## 2.10 EVAPORAÇÃO

A Figura 2.11 apresenta os valores normais do total mensal de evaporação para o período de 1961 a 1990 na região do SAU/SAA:

- ✓ Máxima – maior valor normal de evaporação acumulada, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Mínima – menor valor normal de evaporação acumulada, mês a mês, para a região do SAU/SAA;
- ✓ Média – média aritmética, mês a mês, entre os valores normais de evaporação acumulada das estações climatológicas na região do SAU/SAA.



Conforme pode ser observado na Figura 2.11, a região de estudo apresenta grande variação na evaporação mensal acumulada. Observa-se o valor máximo de 510 mm em setembro e mínimo de 51 mm em junho, o que resulta em amplitude de 459 mm.

É possível observar, para evaporação média, que nos meses de dezembro a abril a variação dos valores normais é muito pequena, mudando de comportamento no período de maio a setembro quando ocorre uma elevação gradual até voltar a diminuir entre os meses de outubro e dezembro. Os valores mínimos de evaporação apresentam pequena variação, com mínimo de 50,8 mm em Abril em Teresina – PI – (posto 82578 Teresina) e máximo de 144,8 mm em Curvelo – MG – (posto 83536 Curvelo), enquanto para os valores máximos a variação é bastante significativa, com valores entre 140 mm em março em Posse – MG – (posto 83332 Posse) e 530,2 mm em setembro em Paulistana – PI – (posto 82882 Paulistana).

Na região de Barreiras – BA – (posto 83236 Barreiras), a evaporação varia entre o máximo de 240,8 mm e o mínimo de 69,4 mm m/s. Já na região de João Pinheiro – MG – (posto 93481 João Pinheiro), o valor máximo é de 188,2 mm e o mínimo de 92,2 mm.

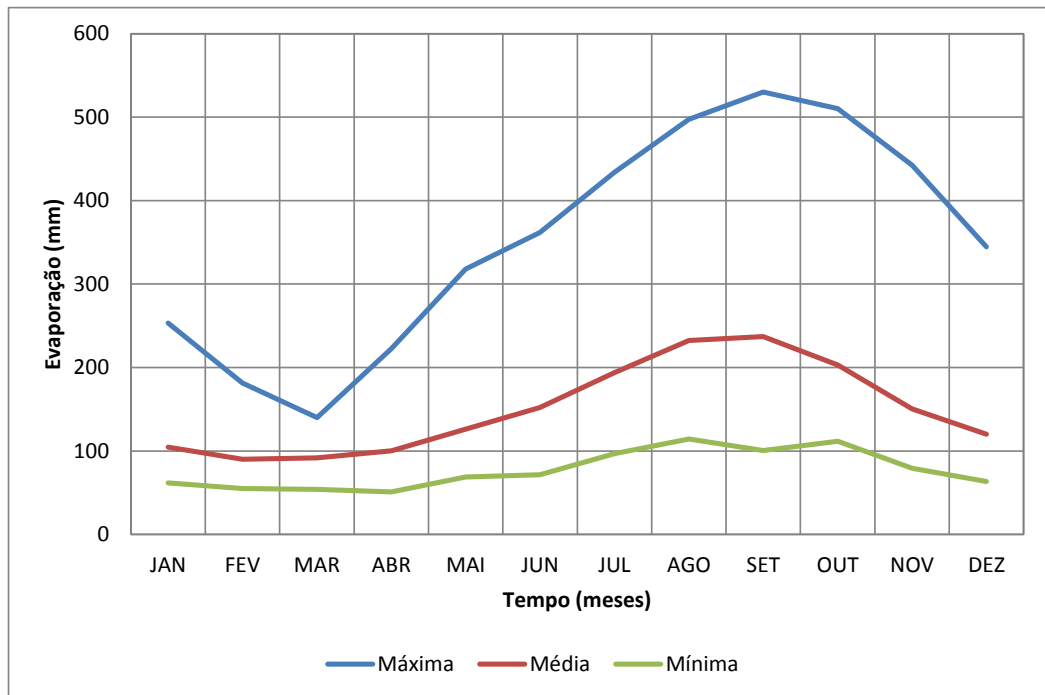


Figura 2.11 - Normais Mensais de Evaporação Acumulada (mm) na Região do SAU/SAA – 1961 a 1990

---

## 2.11 CARACTERIZAÇÃO CLIMATOLÓGICA

---

Para definição da caracterização climática da região ocupada pelos afloramentos das rochas do SAU e do SAA foram consultados outros trabalhos mais abrangentes, possibilitando a inserção regional desta caracterização.

### 2.11.1 Região Centro-Oeste

A distribuição espacial da temperatura na Região Centro-Oeste, avaliada a partir das máximas e mínimas diárias, não chega a refletir notáveis diferenciações climáticas. Quanto ao regime térmico deve-se reconhecer apenas um grande domínio climático, dividido em duas modalidades: **clima quente** e **clima subquente**.

O **clima quente** predomina em quase toda Região. Sua característica mais marcante é a frequência, quase diária, de temperaturas altas, sobretudo em Mato Grosso e Goiás onde, em seus meses mais quentes (setembro e outubro), são frequentes temperaturas máximas diárias superiores a 38 °C, chegando por vezes a alcançar valores superiores a 40 °C. No pantanal mato-grossense e no norte do Tocantins registram-se máximas diárias de até 42 °C.

Excetuando-se essas duas áreas, as demais áreas de **clima quente** estão sujeitas a bruscas variações de tempo no Inverno, ocasião em que, sob o domínio dos anticiclones polares, podem ser registradas mínimas diárias muito baixas, principalmente nas chapadas e nas superfícies cristalinas. Nessas condições, podem ser registradas temperaturas abaixo de 10 °C durante as madrugadas com céu limpo. O resfriamento noturno pode resultar em geadas pouco intensas. Tais declínios de temperatura, embora não sendo raros, não são suficientes para refletir-se em decréscimo significativo das temperaturas médias capaz de alterar a classificação de **clima quente**, mesmo nos terrenos mais elevados, onde as médias térmicas não chegam a ser inferiores a 18 °C. As únicas áreas em que podem ser registradas temperaturas médias inferiores a 18 °C são as chapadas do Mato Grosso do Sul e o sul de Goiás e em outras áreas altas situadas ao sul do paralelo de 15°S. Nessas áreas, máximas diárias muito elevadas são pouco frequentes, sendo restritas ao final da Primavera e ao início do Verão. No Inverno, são comuns mínimas diárias baixas, até inferiores a 0 °C em noites com céu claro, com a ocorrência de geadas, sob o domínio do anticiclone polar. No extremo sul da Região, até em terrenos pouco elevados podem ser registradas temperaturas inferiores a 0 °C. Com essas características podem ser classificadas áreas de **clima subquente** como as situadas acima de 700 a 800 m, destacando-se por sua extensão e importância regional os municípios de Anápolis e Goiânia, o DF e a Serra de Caiapó.

Levando-se em conta o regime pluvial, ou principalmente a existência ou não de secas climáticas, sua duração e sua intensidade, pode-se reconhecer nesse domínio - quente e subquente - duas outras distinções de clima: **úmido** e **subúmido**.

O clima úmido se caracteriza por um déficit pequeno de água, restrito ao período que abrange o Inverno (2 a 4 meses, raramente se estendendo a 5 meses). Em compensação, a estação úmida é mais prolongada, com a maior concentração pluviométrica no Verão. Nesse período, a

abundância de água contribui para a recarga do armazenamento subterrâneo, a saturação do solo, e os deflúvios excedentes, através do escoamento superficial, se concentram nos talwegues dos rios, provocando as grandes cheias.

O **clima subúmido** é caracterizado por um déficit que dura de 5 a 7 meses, dentre os quais 4 a 6 são muito secos, no período que abrange o Inverno. A estação úmida é mais curta, com chuvas ainda mais concentradas no Verão.

Em síntese, considerando em conjunto o regime térmico e o regime pluvial (distribuição sazonal das chuvas), pode-se distinguir um vasto domínio de **climas quentes e subquentes**, com as distinções **úmido** e **semiúmido**, envolvendo toda a Região Centro-Oeste. Entretanto, os processos dinâmicos e zonais causais autorizam enquadrar qualquer dessas combinações climáticas em uma classificação mais abrangente de **clima tropical**. Excetua-se o **clima úmido** do norte da Região, que pode ser enquadrado como **clima equatorial da Amazônia**.

Excluindo as áreas úmidas (onde a insuficiência de chuva no Inverno não é muito importante) e as subquentes (onde o Inverno é relativamente frio), em toda a Região, o Inverno é uma estação de temperaturas predominantemente amenas e de insuficiência de chuva, apresentando déficit de água no solo que pode se estender até a Primavera. O Verão é uma estação muito quente, excessivamente chuvosa, de solos saturados e de elevado escoamento superficial posto à disposição dos processos erosivos do solo, culminando na formação e propagação das enchentes dos rios. Em contrapartida a abundância de chuvas contribui para a recarga do armazenamento subterrâneo, sobretudo nas áreas de terrenos sedimentares, constituindo precioso recurso hídrico disponibilizado na estação seca normal e utilizável.

### 2.11.2 Região Nordeste

Embora se observem importantes variações de temperatura na Região NE, as amplitudes entre as máximas e mínimas diárias não permitem distinguir grandes diferenciações climáticas. Consequentemente, quanto ao comportamento térmico, distinguem-se dois regimes climáticos: **clima quente** e **clima subquente**.

Mais de 95% do território regional do NE possui **clima quente**, com temperaturas médias mensais superiores a 18 °C.

No vale do São Francisco as máximas temperaturas são registradas na área que abrange Remanso, Pilão Arcado e Xique-Xique.

Apenas em áreas elevadas, superiores a 850 m, influenciadas pela ação refrescante dos alíseos do Anticiclone Tropical Semipermanente do Atlântico Sul (ATSAS), são registradas temperaturas médias inferiores a 18 °C. A radiação noturna dos Anticiclones das MPAs (Massa Polar Atlântica), que visitam a Região durante o Inverno, também propicia a ocorrência de temperaturas mínimas acentuadas. Essas temperaturas contribuem para reduzir as temperaturas médias. As áreas sujeitas a essas ocorrências classificam-se como de **clima subquente**.

Considerando-se a existência ou não de secas e de sua duração, classifica-se o clima quanto a sua umidade. Quanto a esse atributo, o NE brasileiro apresenta as seguintes classificações: **clima superúmido**, sem um único mês seco, até **clima quase desértico** com 9 a 11 meses secos, distinguindo-se entre esses extremos as categorias: **úmido**, **semiúmido** e **semiárido**.

Cerca de 50% do território regional inclui-se nos climas **superúmidos**, **úmidos** e **semiúmidos**. Essas categorias climáticas são encontradas ao longo da faixa litorânea ou no setor ocidental. A faixa litorânea deve sua umidade às chuvas produzidas pelas perturbações FPA (Frentes Frias) e ITs (Linhas de Convergência Intertropical) de E no período Outono-Inverno e também pelas chuvas de IT durante a Primavera-Verão.

O clima do NE, na área abrangida pelo SAU/SAA, enquadra-se no **Setor Climático Tipo Tropical** com precipitação máxima no Verão e precipitação mínima no Inverno. Pela massa de ar dominante (MaT) associada ao ATSAS, e pelas ações das perturbações meteorológicas atuantes na área, com chuvas de correntes perturbadas de Oeste (ITs de O) e de Sul (FPA), este setor classifica-se como de **clima tropical-quente, subtipo subúmido**.

Merece ser mencionado que na região baixa dos afluentes do Rio São Francisco, a jusante da área abrangida pelo SAU e SAA, o subtipo torna-se **semiárido**, considerado brando uma vez que a duração do período seco limita-se a 6 meses.

### 2.11.3 Outras Classificações

Segundo a classificação climática de Köppen, a área ocupada pela porção central do SAU nos afluentes do rio São Francisco é em grande parte do tipo **Tropical Úmido**, caracterizada pela estação seca no inverno e amplitude térmica mensal menor que 5 °C (**Aw**). A porção inferior dessas bacias, localizada no extremo leste próximo a calha do rio São Francisco, é classificada como do tipo **Semiárido**, caracterizada pela estação seca no inverno, com temperaturas sempre superiores aos 18 °C (**BWh**) e amplitude térmica mensal menor que 5 °C (**Aw**). Esta diferença climatológica está associada, em grande parte, aos sistemas de circulação perturbada de oeste e norte, que condicionam a distribuição pluviométrica na região.

Utilizando-se a classificação climática de Thornthwaite (1948), a região ocupada pela parte central do SAU nos afluentes do rio São Francisco é, em grande parte, do tipo **subúmido megatérmico**. O extremo leste na parte baixa desses rios é classificado como **semiárido megatérmico**.

A região a oeste da parte central da área de afloramento do SAU, nos afluentes do rio Tocantins, segundo a classificação climática de Köppen, têm clima **Tropical Quente e Úmido (Aw)**, caracterizado pelo inverno seco e ameno, com boa definição das estações chuvosa e seca e temperatura média do mês mais frio superior a 18 °C. Utilizando-se a classificação climática de Thornthwaite, esta região têm dois climas distintos, a saber:

- 
- ✓ Da divisa com a Bahia até a longitude 47°W, o clima é do tipo **C1dA'a'** – **clima subúmido seco**, com moderada deficiência hídrica no inverno, megatérmico, com evapotranspiração potencial média anual de 1.300 mm e concentração de evapotranspiração potencial no verão em torno de 28% (três meses consecutivos com temperaturas mais elevadas);
  - ✓ Da longitude 47°W até a foz destes rios no rio Tocantins, o clima é do tipo **C2wA'a'** – **clima úmido subúmido**, com moderada deficiência hídrica no inverno, megatérmico, com evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm e concentração de evapotranspiração potencial no verão em torno de 28% (três meses consecutivos com temperaturas mais elevadas).

### **3. AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA DO SAU E SAA**

Devido à importância do Sistema Aquífero Urucuia e Areado na manutenção do fluxo de base dos rios da área de estudo e à preocupação de que as atividades modificadoras das áreas de recarga possam comprometer a infiltração da água da chuva (recarga dos aquíferos) e consequentemente reduzir acentuadamente o escoamento total, será avaliada a parcela do escoamento subterrâneo nas descargas dos rios. Assim, um dos objetivos finais desta avaliação hidrológica é apresentar a quantificação da contribuição do SAU, incluindo também uma parte de contribuição do Sistema Aquífero Areado (SAA), na parte sul da área de estudo, para as vazões dos rios São Francisco e Tocantins.

Esses sistemas aquíferos contribuem, principalmente, para as vazões de base de importantes afluentes da margem esquerda do médio rio São Francisco, como o rio Grande, Corrente, Carinhanha, Pandeiros e Paracatu. Para a bacia do rio Tocantins, o Sistema Aquífero Urucuia contribui para as vazões de base de afluentes da margem direita do Alto rio Tocantins, como os rios do Sono, Manuel Alves e Balsas. E ainda de forma ínfima para o Alto Paranaíba e Parnaíba.

A separação dos hidrogramas e o balanço hídrico estão apresentados em capítulo seguinte. Para tanto, foram inicialmente realizadas as atividades aqui citadas:

- ✓ Identificação dos postos pluviométricos e fluviométricos na região do SAU/SAA e em áreas circunvizinhas;
- ✓ Obtenção dos dados no banco de dados Hidroweb da ANA;
- ✓ Seleção dos postos;
- ✓ Análise de consistência dos dados pluviométricos e fluviométricos;
- ✓ Preenchimento de falhas e obtenção das séries.

#### **3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS E FLUVIOMÉTRICOS**

O levantamento de todos os postos pluviométricos e fluviométricos existentes na região de estudo foi efetuado a partir da identificação inicial de bacias hidrográficas e sub-bacias localizadas total ou parcialmente na denominada área de abrangência do SAU e do SAA.

Fazendo-se o cruzamento dos limites dos aquíferos com os limites dessas bacias foi possível identificar e selecionar os postos localizados dentro do SAU/SAA e áreas circunvizinhas.

A análise da hidrografia na região do SAU e do SAA e das sub-bacias definidas tanto no sistema Hidroweb como nos planos de bacia possibilitou subdividir a área em sub-bacias, as quais drenam a área do SAU ou do SAA em direção aos rios São Francisco, Tocantins e Parnaíba e Paranaíba.

No Quadro 3.1 são apresentadas as bacias e as sub-bacias hidrográficas consideradas neste estudo. A Figura 3.1 – Bacias e Sub-bacias na área do SAU/SAA apresenta em forma gráfica a definição destas sub-bacias.

**QUADRO 3.1 - BACIAS E SUB-BACIAS NA ÁREA DO SAU/SAA**

<i>Bacia</i>		<i>Sub-bacia – ANA/HIDROWEB</i>		<i>Sub-bacia</i>
<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Código</i>	<i>Nome</i>	<i>Nome</i>
2	Tocantins	20	Rio Tocantins, Maranhão, Palmas	Alto Tocantins
		21	Rio Tocantins, Paranã, Palma	
		22	Rio Tocantins, Manuel Alves, Sono	Manuel Alves Rio do Sono (TO)
3	Atlântico Trecho Norte/Nordeste	34	Rio Parnaíba	Balsas (PI)
				Uruçuí-Preto
				Gurguéia
4	Rio São Francisco	40	Rios São Francisco, Paraopeba	Entorno Represa de Três Marias
				Rio de Janeiro / Formoso
		41	Rios São Francisco, Das Velhas	Velhas
				Jequitaí
		42	Rios São Francisco, Paracatu	Paracatu
				Pacuí
		43	Rios São Francisco, Urucuia	Urucuia
				Pandeiros / Pardo / Mangai
44	Rios São Francisco, Verde Grande	Verde Grande		
		Carinhanha		
45	Rios São Francisco, Carinhanha	Corrente		
		Alto Grande		
46	Rios São Francisco, Grande	Médio/Baixo Grande		
		Alto Paranaíba		
6	Paraná	60	Rio Paranaíba	Alto Paranaíba

Consultando o banco de dados do Hidroweb utilizando filtros por sub-bacia e coordenadas geográficas foram identificados os postos pluviométricos e fluviométricos localizados na área do SAU/SAA e regiões próximas. No total foram identificados 1.599 postos pluviométricos e 1.346 postos fluviométricos, cujos dados foram obtidos no Hidroweb.

Utilizando os dados coletados foram elaborados mapas em ambiente GIS com a localização dos postos e identificados os postos para os quais não foram obtidos dados de registro. A análise destes dados possibilitou o descarte de postos localizados fora da área de estudo e com ausência de dados, resultando em pré-seleção de 860 postos pluviométricos e 315 postos fluviométricos para continuidade dos estudos, conforme apresentado a seguir nos itens específicos de pluviometria e fluviometria.

Para os postos pré-selecionados foram elaborados gráficos de disponibilidade de dados, indicando a existência de registros no Hidroweb, para cada posto pluviométrico ou fluviométrico, mês a mês no período de 1930 a 2010. O **Anexo I - Disponibilidade de Dados Pluviométricos** e o **Anexo II – Disponibilidade de Dados Fluviométricos** apresentam esta disponibilidade de dados no dos postos no Hidroweb.

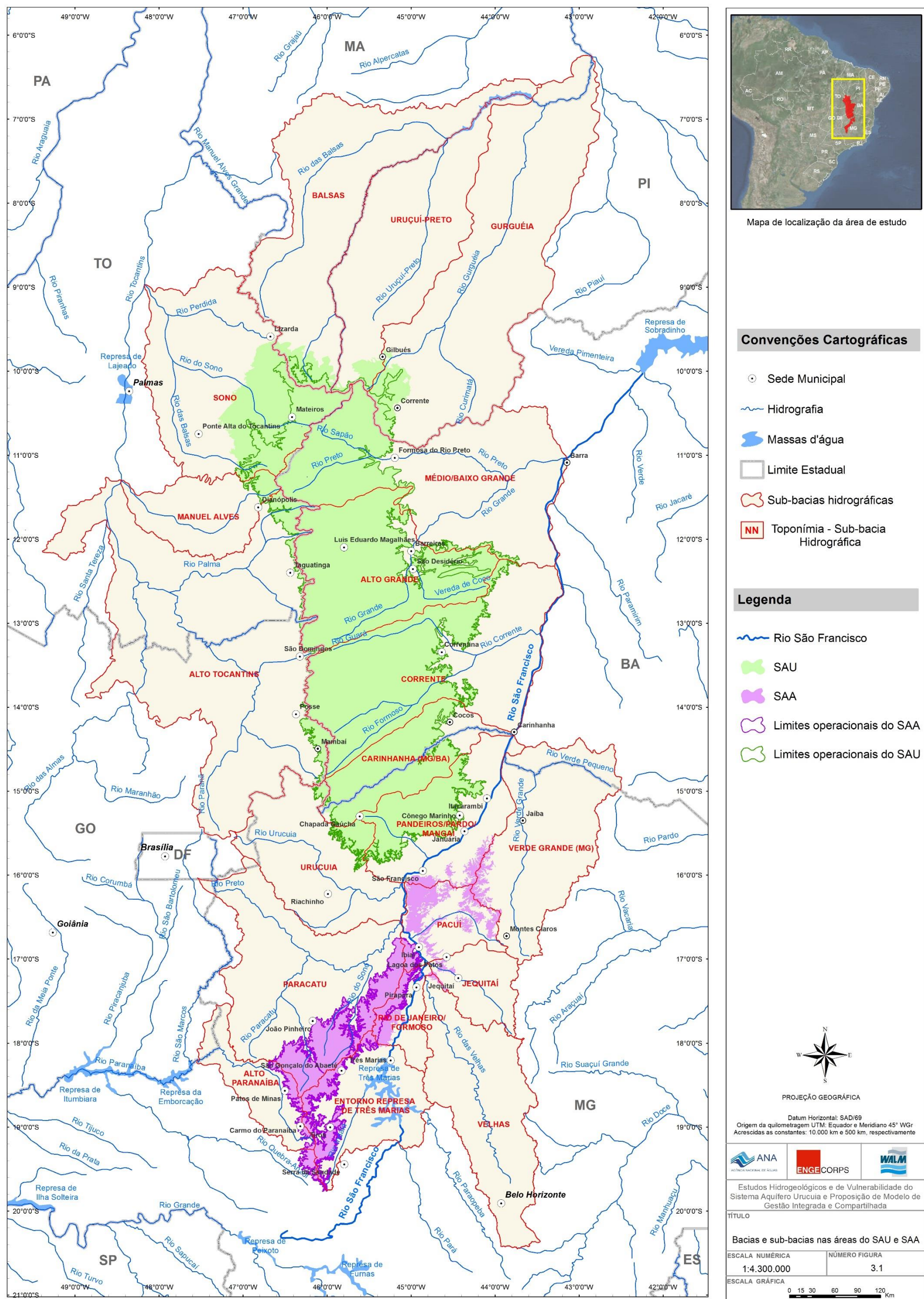


Figura 3.1 - Bacias e sub-bacias nas áreas do SAU e SAA



### 3.1.1 *Dados Pluviométricos*

A partir dos dados obtidos e com o mapa de localização dos postos, partiu-se para a etapa seguinte, de seleção dos postos pluviométricos. A seleção foi feita considerando os seguintes critérios:

- ✓ Série com mais de 20 anos de dados pluviométricos;
- ✓ Postos pluviométricos situados no interior da região em estudo;
- ✓ Seleção de postos em áreas circunvizinhas nos locais onde a quantidade de postos foi considerada reduzida.

Observe-se que para esta análise considerou-se como um ano de disponibilidade a existência de 12 meses com dados, consecutivos ou não.

Esses critérios resultaram na seleção de 255 postos pluviométricos. O **Anexo III – Postos Pluviométricos Selecionados** apresenta a relação dos postos pluviométricos selecionados. Para cada posto pluviométrico são apresentados os códigos da ANA, o nome do posto, a sub-bacia segundo a ANA, o nome do município e estado onde está localizado o posto, a localização geográfica (latitude e longitude), a altitude e o número de anos e meses com dados.

A Figura 3.2 apresenta a localização dos postos pluviométricos selecionados na área do SAU/SAA e circunvizinhança, identificados no mapa em conjuntos de acordo com a extensão da série de dados: de 20 a 30 anos; de 30 a 40 anos e com mais de 40 anos. O período de dados utilizados foi de 1970 a 2010.

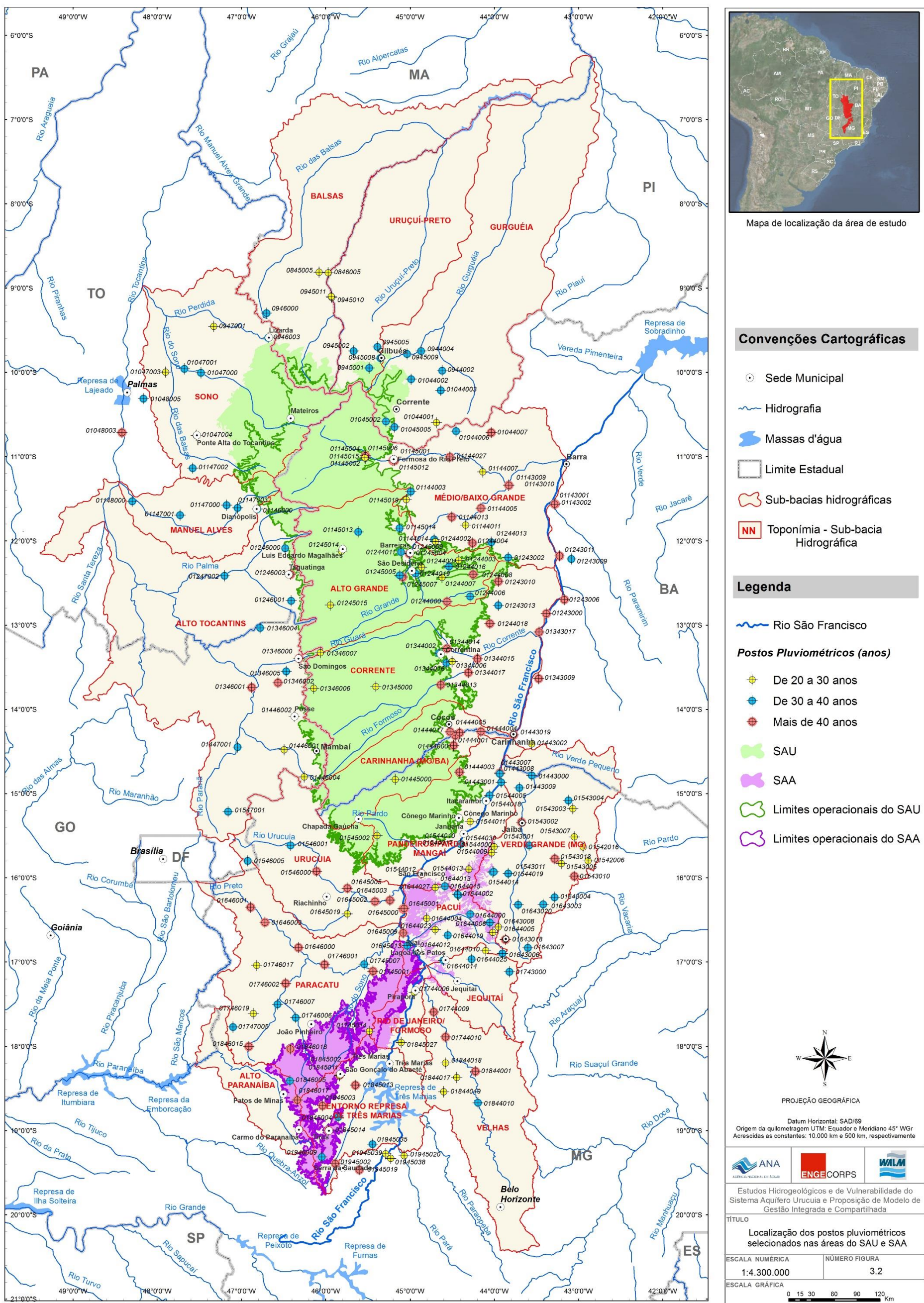


Figura 3.2 - Localização dos postos pluviométricos selecionados nas áreas do SAU e SAA

### 3.1.2 *Dados Fluviométricos*

Da mesma forma descrita para os dados pluviométricos, a partir dos dados obtidos na ANA (Hidroweb) e com o mapa de localização dos postos, partiu-se para a etapa seguinte de seleção dos postos fluviométricos. A seleção de postos a serem utilizados no estudo foi feita considerando os seguintes critérios:

- ✓ Postos fluviométricos com disponibilidade de dados no Hidroweb;
- ✓ Postos fluviométricos situados na área em estudo;
- ✓ Seleção de alguns postos circunvizinhos nas áreas com quantidade de postos reduzida.

Essa atividade resultou na identificação de 135 postos com disponibilidade de dados (Hidroweb) e localizados na área de estudo, para os quais foram realizadas análises de consistência de dados, o preenchimento de falhas e a extensão das séries.

O **Anexo IV - Postos Fluviométricos Selecionados** apresenta a listagem de todos os postos selecionados na área do SAU/SAA. Para cada posto fluviométrico é apresentado o código da ANA, o nome do posto, a sub-bacia segundo a ANA, o nome do município e o estado onde se localiza o posto, a localização geográfica (latitude e longitude), data de início e fim de operação do posto e a área de drenagem.

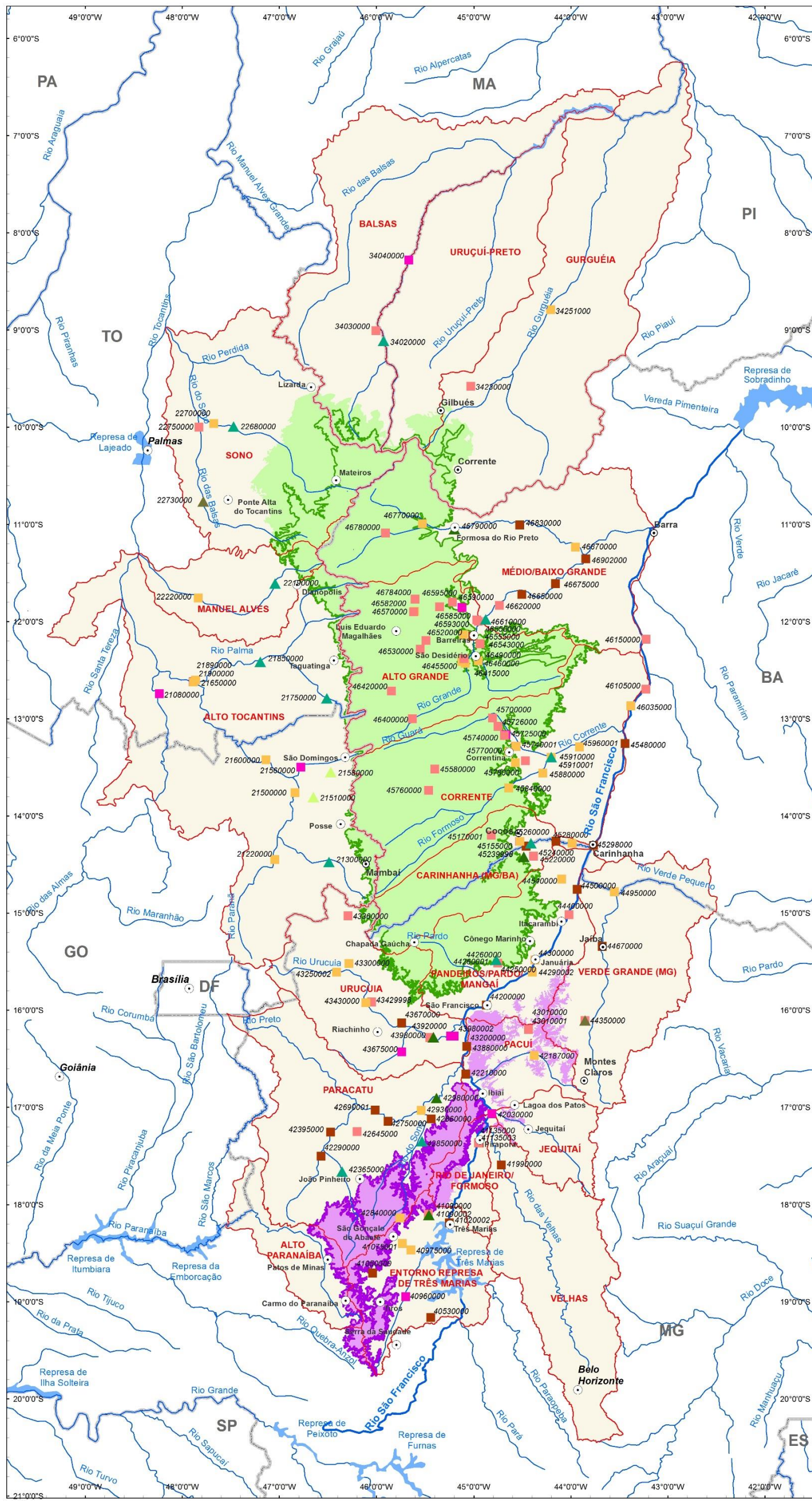
A Figura 3.3 ilustra a localização dos 135 postos fluviométricos selecionados na bacia do SAU e circunvizinhança. Os postos foram classificados em principais (aqueles situados próximo à borda da área do SAU/SAA, os quais melhor possibilitariam avaliar as vazões efluentes daquela formação) e axiliares, agrupados conforme a extensão das suas séries de dados.

Conforme pode ser observado na Figura 3.3, na bacia do rio São Francisco existem postos fluviométricos próximos aos limites do SAU/SAA, os quais possibilitam representar a hidrologia da área de estudo, em especial nas sub-bacias dos rios Grande, Corrente e Carinhanha. Nas demais sub-bacias a localização dos postos fluviométricos existentes faz com que os mesmos englobem extensas áreas alheias ao SAU e ao SAA, o que resulta em perda de representatividade hidrológica desses aquíferos.

Para possibilitar a estimativa da contribuição do aquífero para os rios São Francisco e Tocantins foram identificados em cada sub-bacia os postos:

- ✓ Que melhor representassem os aquíferos;
- ✓ Que fossem próximos aos aquíferos;
- ✓ Que apresentassem quantidade de dados consistentes e longos.

Essa identificação resultou na identificação de 19 postos principais, os quais foram utilizados como base para a estimativa da contribuição do aquífero.



- Convenções Cartográficas**
- Sede Municipal
  - Hidrografia
  - Massas d'água
  - Limite Estadual
  - Sub-bacias hidrográficas
  - NN Toponímia - Sub-bacia Hidrográfica

- Legenda**
- Rio São Francisco
  - SAU
  - SAA
  - Limites operacionais do SAU
  - Limites operacionais do SAA

- Postos Fluviométricos**
- Principais (anos)**
- ▲ De 10 a 20 anos
  - ▲ De 20 a 30 anos
  - ▲ De 30 a 40 anos
  - ▲ Mais de 40 anos
- Auxiliares (anos)**
- Até 20 anos
  - De 20 a 30 anos
  - De 30 a 40 anos
  - Mais de 40 anos

PROJEÇÃO GEOGRÁFICA

Datum Horizontal: SAD/69  
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° WGR  
 Acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente

ANA AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS | ENGE CORPUS | WALM

Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucua e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

TÍTULO  
 Localização dos postos fluviométricos selecionados nas áreas do SAU e SAA

ESCALA NUMÉRICA	NÚMERO FIGURA
1:4.300.000	3.3

ESCALA GRÁFICA  
 0 15 30 60 90 120 Km

Figura 3.3 - Localização dos postos fluviométricos selecionados nas áreas do SAU e SAA

Durante a realização das análises de consistência dos dados obtidos observou-se que para os anos de 2006 a 2010 inexistiam dados consistidos e, portanto, pares cota x vazão para os dados deste período. Considerando essa ausência e variabilidade observada nas curvas cota x vazão dos postos, provavelmente decorrente do fundo móvel em vários rios da região, optou-se por utilizar apenas os dados consistidos, reduzindo o período de análise. Vale lembrar que o período de análise final adotado para os estudos da contribuição do aquífero para as bacias dos rios São Francisco e Tocantins foi de 30 anos.

### **3.2 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA E OBTENÇÃO DAS SÉRIES**

A análise de consistência foi desenvolvida com objetivo de verificar se os dados observados pelos órgãos competentes estavam coerentes e isentos de erros. Para o estudo em questão os primeiros procedimentos, que são comuns para os dados pluviométricos e fluviométricos são apresentados a seguir.

- ✓ Classificação dos postos em função dos dados:
  - ✧ Determinação do número de meses com dados em cada posto;
  - ✧ Geração de tabelas com diagramas de barras de meses com dados de cada posto;
  - ✧ Geração de mapa de classificação de postos em função do nº de dados (nº meses/12).
- ✓ Seleção do intervalo de tempo para o estudo: 1970 – 2010 (pluviométricos) e 1975 – 2005 (fluviométricos).
- ✓ Seleção dos postos principais no perímetro do SAU/SAA para cada rio/bacia.

Nos itens a seguir são apresentadas as metodologias específicas para dados pluviométricos e fluviométricos.

#### **3.2.1 Dados Pluviométricos**

##### **3.2.1.1 Metodologia dos Estudos**

A análise da disponibilidade de dados hidrológicos na área de estudo frente ao objetivo deste estudo permite concluir que existe suficiência de dados pluviométricos. A metodologia utilizada nos estudos de caracterização pluviométrica está calcada nos seguintes pontos básicos:

- ✓ Seleção de postos auxiliares;
- ✓ Preenchimento de falhas;
- ✓ Correlação de postos principais e auxiliares para período comum (curva dupla-massa);
- ✓ Análise das curvas dupla-massa das séries de precipitações mensais;
- ✓ Determinação do mapa de isoietas na área de estudo.

As metodologias utilizadas em cada etapa serão apresentadas nos itens seguintes.

### 3.2.1.2 Critério de Seleção dos Postos Auxiliares

Para a seleção dos postos pluviométricos auxiliares foram considerados:

- ✓ Proximidade do posto principal, com distância não superior a 100 km;
- ✓ Localização no entorno do posto principal, levando em consideração a direção desses postos;
- ✓ Pelo menos um posto com 12 meses completos de dados, em cada ano, para gerar uma série de precipitação acumulada média sem falhas.

O **Anexo V – Postos Pluviométricos Auxiliares e Distâncias Relativas ao Posto Principal** apresenta os postos auxiliares e a distância dos mesmos em relação ao posto principal. No **Anexo VI - Totais Precipitados Mensais nos Postos Pluviométricos** são apresentadas tabelas com os totais precipitados mensais e dados consistidos, nos postos pluviométricos.

#### ✓ Preenchimento de falhas

A curva dupla-massa de dados consistidos só pode ser gerada após o preenchimento das falhas do posto, com base nas séries dos postos auxiliares. A metodologia para o preenchimento das falhas foi o Método de Ponderação Regional, descrito pela equação:

$$y = \frac{1}{n} \left( \frac{x_1}{x_{m1}} + \frac{x_2}{x_{m2}} + \frac{x_3}{x_{m3}} + \dots \right) \times y_m$$

Onde:

- ✧  $y$  = precipitação do posto;
- ✧  $x_1, x_2, x_3, \dots$  = precipitações do mês no ano a preencher observadas em estações circunvizinhas;
- ✧  $x_{m1}, x_{m2}, x_{m3}, \dots$  = precipitações médias nas estações circunvizinhas;
- ✧  $y_m$  = precipitação média do posto.
- ✧  $n$  = número de estações circunvizinhas consideradas

Desse modo foi efetuado o preenchimento de falhas dos postos principais com base em dados dos postos auxiliares.

#### ✓ Curva Dupla-Massa

Com o preenchimento de falhas da série do posto principal, foram geradas as curvas dupla-massa, obtidas a partir da plotagem dos totais mensais acumulados do posto principal versus a série acumulada média dos postos auxiliares, para os dados brutos e para os dados consistidos. No **Anexo VII – Curvas Dupla-Massa** estão apresentadas as curvas dupla-massa dos dados consistidos para cada um dos postos principais.

A análise da curva dupla-massa consistiu em identificar se os valores do posto principal com os dos postos auxiliares se alinham segundo uma reta. A inconsistência foi verificada quando não ocorreu o alinhamento segundo uma reta o que pode acontecer devido a vários motivos, entre os quais merecem ser citados:

- ✧ Mudança nas condições de observação;
- ✧ Erro sistemático;
- ✧ Erro de transcrição de um ou mais dados;
- ✧ Postos com regime pluviométrico diferente.

Conforme análise de consistência dos 255 postos pluviométricos, os mesmos foram classificados conforme apresentado a seguir:

- ✧ Postos com poucos dados: posto com menos de 20 anos completos de dados;
- ✧ Postos incompletos: quando os postos auxiliares apresentavam falhas nos mesmos anos, não possibilitando o preenchimento da série do posto principal;
- ✧ Postos inconsistentes: que não apresentaram alinhamento da curva dupla-massa segundo uma reta;
- ✧ Postos válidos: postos que apresentaram alinhamento da curva dupla-massa segundo uma reta.

Com essa classificação estes postos foram identificados no mapa do SAU e analisou-se primeiramente se todas as áreas apresentavam boa cobertura com postos válidos. Dessa forma, verificou-se a necessidade de buscar alguns postos nas demais categorias (com poucos dados, incompletos ou inconsistentes) com o intuito de obter melhor cobertura dos postos em determinadas áreas.

Nesses postos foram realizadas consistências, através da verificação da possibilidade de encontrar outros postos auxiliares que cobrissem o período de falha e, ainda, avaliação do motivo da inconsistência, excluindo assim os respectivos dados. A seguir é apresentado o Quadro 3.2 com os postos com poucos dados, identificando aqueles que foram aproveitados no presente estudo:

**QUADRO 3.2 - POSTOS PLUVIOMÉTRICOS COM POUCOS DADOS  
RECONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA DO SAU/SAA**

Código	Número de Anos			Postos Utilizados
	Completos	Incompletos	Total	
0846000	14	9	23	-
0945002	14	11	25	✘
0945008	14	12	26	✘
1044000	11	18	29	-
1044001	12	12	24	✘
1044002	12	15	27	✘
1044007	14	12	26	✘
1143014	14	7	21	-
1144008	8	15	23	-
1243008	11	12	23	-
1243010	9	12	21	✘
1243012	14	12	26	-
1244008	14	8	22	✘
1244016	12	9	21	✘
1245001	14	8	22	-
1542000	7	20	27	-
1544011	11	14	25	✘
1643002	12	10	22	-
1643005	10	15	25	-
1844015	9	10	19	-

✘ - Postos Utilizados no Estudo

-Postos Não Utilizados no Estudo

Observa-se que os 9 (nove) postos que foram resgatados após análise do mapa com as respectivas localizações. Originalmente com série curta, após o preenchimento e a extensão da série esses postos passaram a apresentar curva dupla-massa consistida.

Da mesma forma que os postos com poucos dados, alguns postos com dados incompletos foram reconsiderados após análise do mapa de localização. O Quadro 3.3 apresenta os respectivos postos.



**QUADRO 3.3 - POSTOS PLUVIOMÉTRICOS COM DADOS INCOMPLETOS  
RECONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA DO SAU/SAA**

Código	Número de Anos			Falhas (anos)	Postos Utilizados	Observação
	Completos	Incompletos	Total			
0944002	17	7	24	4	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2001 a 2004: falhas</li> <li>• Postos inconsistentes excluídos</li> <li>• 1044008 – posto excluído porque tinha apenas 1 ano completo</li> <li>• 1044001 - inserido para preencher 2000</li> </ul>
0944004	19	8	27	5	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000 a 2004 –falhas</li> <li>• Postos inconsistentes excluídos</li> </ul>
0945009	21	6	27	5	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000 a 2004 –falhas</li> <li>• Postos inconsistentes excluídos</li> </ul>
0945011	27	2	29	1	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1976: falha</li> </ul>
0946003	28	5	33	1	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postos inconsistentes excluídos</li> <li>• 1047000: Possui dados para 1974, porém há valores inconsistentes para este ano</li> <li>• 945011: posto incluído para preencher 2008</li> </ul>
0947001	25	4	29	1	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2008: falha</li> </ul>
1147000	32	6	38	4	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970 a 1973: falha</li> <li>• Posto inconsistente excluído</li> </ul>
1147003	30	6	36	2	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970 e 1971: falha</li> <li>• 1972 a 1975: período excluído</li> <li>• Posto inconsistente excluído</li> </ul>
1247002	30	8	38	1	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2007: falha</li> <li>• Posto inconsistente excluído</li> </ul>
1346004	32	6	38	1	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2006: falha</li> <li>• Posto 1347001 incluído para preencher ano de 2000</li> </ul>

Vale a pena lembrar que os postos foram considerados incompletos por apresentarem anos com falhas nos postos auxiliares. No caso da existência de inconsistência dos dados do posto principal ou dos auxiliares, foi necessário avaliar as séries com o intuito de buscar o motivo pelo qual ocorreu a mudança de declividade. Quando necessário, o posto auxiliar foi excluído e, caso o problema tenha ocorrido com o posto principal, o mesmo foi desconsiderado da lista de postos principais e retirado da análise de consistência de algum outro posto que o utilize como posto auxiliar. O Quadro 3.4 a seguir apresenta a relação de postos principais que foram excluídos ou que foram reavaliados para serem utilizados.

### 3.2.1.3 Caracterização do Regime Pluviométrico na Região

Após análise de consistência dos dados pluviométricos, buscou-se conhecer o valor da precipitação que cobre toda a bacia. Para isso, obteve-se para cada posto pluviométrico, localizado dentro da área em estudo e quando necessário da área vizinha, estimativas de precipitação. O Quadro 3.5 apresenta as precipitações totais para os postos selecionados.

**QUADRO 3.4 - POSTOS PLUVIOMÉTRICOS INCONSISTENTES NA AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA DO SAU/SAA**

Código	Número de Anos			Postos Utilizados	Observação
	Completos	Incompletos	Total		
0944003	12	10	22	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
0945003	17	10	27	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
0946002	12	13	25	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1045001	29	3	32	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1045003	18	8	26	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1047000	34	5	39	✘	• Eliminaram os dados de 1997 e mar/96; Posto inconsistente:1047004 excluído
1047002	38	3	41	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1047004	26	2	28	✘	• Excluído anos de 1991, 2005/06/07/08; Posto inconsistente excluído
1144010	18	11	29	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1243019	24	4	28	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1247000	33	6	39	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1343001	35	4	39	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1343008	21	4	24	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1343009	25	3	30	✘	• Excluído anos de 1982 e 1983/Posto inconsistente excluído
1344001	14	15	29	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1344003	16	6	22	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1344008	28	2	30	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1345000	24	7	31	✘	• Excluídos dados de 1996 a 2000; Posto inconsistente excluído
1443016	22	0	22	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1546001	30	5	35	✘	• Excluído o registro de 10/81; Posto inconsis. Excluído
1643013	18	6	24	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1643015	24	3	27	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1644001	23	6	29	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1644009	20	3	23	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1644018	23	6	29	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1644022	19	7	26	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1644024	23	3	26	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1644028	34	2	37	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1645007	34	8	42	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1646000	39	3	42	✘	• Excluídos dados de 1981 a 1985; Posto inconsistente excluído.
1646004	33	6	39	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1744009	39	3	42	✘	• Excluídos alguns meses dos anos de 1978/80/81/83/84; Postos inconsistentes excluídos
1744030	26	2	28	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1745000	40	1	41	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1845021	36	5	41	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta
1845027	25	3	28	✘	• Excluídos alguns meses dos anos de 1987/88/90; Posto inconsistente excluído
1846023	27	2	29	-	• C. Dupla-Massa não se alinha segundo uma reta

✘ - Postos Utilizados no Estudo/-Postos Não Utilizados no Estudo

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	Nº de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completos	Incompletos															
845005	25	3	28	consistente	222,7	205,9	214,2	128,5	41,1	3,2	1,3	5,2	23,3	79,4	155,3	211,1	1.291,2
846005	24	4	28	consistente	246,7	223,0	215,6	143,6	45,2	3,4	2,4	3,9	26,4	85,4	182,2	222,6	1.400,4
944002	17	7	24	resgatado	143,1	123,6	110,9	74,6	13,5	1,3	0,3	2,1	8,3	44,8	107,1	164,7	722,0
944004	19	8	27	resgatado	157,7	141,6	147,0	92,5	14,1	4,0	0,0	1,1	12,7	54,9	124,6	176,3	842,1
945001	23	7	30	consistente	197,2	152,2	180,6	65,4	18,9	2,7	0,1	1,9	11,5	63,2	170,3	172,3	1.036,0
945002	14	11	25	resgatado	182,5	186,5	161,8	96,1	13,4	0,9	0,2	0,3	17,7	91,9	114,1	160,0	1.025,5
945005	22	4	26	consistente	208,5	185,4	166,5	89,5	16,9	1,2	0,3	1,8	14,3	82,3	140,0	185,1	1.091,8
945008	14	12	26	resgatado	223,6	151,2	164,8	56,5	16,3	0,0	0,0	0,9	13,4	64,5	171,7	130,0	992,8
945009	21	6	27	resgatado	184,8	141,6	130,9	57,9	7,3	1,4	0,0	2,3	13,7	60,3	132,8	151,3	893,6
945010	15	8	23	consistente	254,0	197,1	228,1	143,3	26,7	1,7	1,2	4,7	24,6	91,9	155,1	209,4	1.337,8
945011	27	2	29	resgatado	233,2	208,7	247,2	138,6	35,4	1,7	0,8	7,0	20,4	85,6	152,2	213,8	1.344,6
946000	18	12	30	consistente	236,5	268,7	244,6	202,7	85,5	12,5	1,5	6,5	33,9	95,9	127,3	194,2	1.509,8
946003	28	5	33	resgatado	290,7	241,2	217,6	121,0	34,1	1,9	0,5	3,7	30,7	133,4	192,9	253,9	1.521,8
947001	25	4	29	resgatado	270,7	276,5	258,0	161,4	51,6	3,3	2,0	6,8	44,3	136,3	215,9	276,2	1.694,9
1044001	12	12	24	resgatado	189,4	228,4	120,2	63,0	12,7	0,4	0,2	0,7	1,6	40,2	119,4	161,7	937,9
1044002	12	15	27	resgatado	178,3	144,8	169,1	71,2	23,9	2,8	0,2	0,7	11,8	64,7	154,0	149,3	970,9
1044003	29	2	31	consistente	161,7	157,7	175,2	74,6	12,6	4,2	0,3	3,3	8,2	52,8	120,6	172,1	943,4
1044006	19	8	27	consistente	212,4	194,8	194,0	92,2	13,2	2,5	0,4	0,7	10,9	66,0	142,9	239,5	1.169,5
1044007	14	12	26	resgatado	162,3	122,7	127,2	72,3	16,5	1,6	0,3	0,2	15,4	43,0	134,0	154,3	849,9
1045002	28	4	32	consistente	182,1	174,0	154,9	88,1	18,9	0,8	0,4	1,7	12,8	69,2	154,0	178,9	1.035,7
1045005	17	12	29	consistente	189,1	197,9	155,2	84,6	13,6	2,9	0,0	5,8	10,4	80,5	157,3	192,7	1.090,0
1047000	34	5	39	consistente	279,2	244,0	231,2	172,9	42,4	4,6	1,7	2,4	44,6	123,3	232,6	286,4	1.649,3
1047001	38	3	41	consistente	256,5	242,3	226,4	162,8	50,1	1,5	0,4	2,7	40,1	127,3	174,5	239,7	1.524,3
1047003	19	2	21	consistente	219,1	258,6	224,0	157,7	53,9	3,0	1,4	5,5	32,9	114,6	188,2	250,1	1.509,2
1047004	26	2	28	consistente	292,4	212,1	237,5	128,3	43,4	0,0	2,9	5,2	27,4	80,8	185,2	277,2	1.492,5
1048003	20	9	29	consistente	231,1	250,8	255,7	154,0	42,5	6,5	2,5	4,7	46,4	146,7	180,4	237,6	1.558,9

Continua...

Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1048005	30	6	36	consistente	283,4	273,4	299,6	160,8	54,8	4,2	1,0	4,7	54,0	160,4	238,0	309,9	1.844,2
1143001	20	2	22	consistente	125,8	114,6	125,2	69,2	8,8	1,4	0,6	0,0	10,3	42,7	124,9	136,9	760,4
1143002	35	4	39	consistente	139,4	125,4	136,9	80,3	19,0	2,3	0,8	1,1	8,9	38,8	128,9	141,3	823,1
1143009	15	11	26	consistente	157,2	128,6	135,3	80,3	11,4	5,0	0,6	0,4	4,4	50,2	139,4	166,6	879,5
1143010	35	4	39	consistente	154,4	125,0	124,5	79,0	14,6	6,3	0,6	0,6	7,4	48,2	132,1	155,9	848,6
1144003	15	11	26	consistente	172,0	159,3	172,3	68,0	12,0	1,0	0,0	0,7	15,7	58,8	158,9	211,3	1.030,1
1144005	35	7	42	consistente	152,0	130,7	132,6	58,0	12,1	2,8	0,5	0,4	12,2	57,0	132,9	174,8	866,0
1144007	20	2	22	consistente	150,7	156,0	127,2	70,3	17,5	3,0	0,3	0,2	10,4	52,0	131,5	143,7	862,9
1144011	15	6	21	consistente	169,2	130,7	131,6	66,8	13,4	3,6	0,4	1,0	13,5	66,3	128,1	170,4	894,9
1144013	18	9	27	consistente	152,8	152,5	155,2	50,1	10,4	2,3	0,1	0,0	15,9	68,0	144,1	178,9	930,3
1144014	35	5	40	consistente	150,8	136,2	146,6	60,3	15,5	3,0	0,3	1,9	16,5	76,5	142,5	213,0	963,1
1144027	29	5	34	consistente	158,6	127,9	147,3	79,0	18,2	1,1	0,0	1,8	10,3	75,5	142,1	167,4	929,2
1145001	34	5	39	consistente	179,7	168,3	124,5	68,6	20,9	2,7	1,4	1,3	17,7	68,6	162,2	201,5	1.017,6
1145002	20	7	27	consistente	173,6	154,7	139,8	8,0	2,6	0,0	0,0	0,0	3,2	68,0	158,1	193,4	901,5
1145004	27	12	39	consistente	163,5	169,5	168,9	64,5	18,3	1,5	0,4	1,3	12,1	60,7	138,2	185,8	984,7
1145006	18	9	27	consistente	181,6	174,4	145,7	102,9	22,4	1,4	0,0	1,9	12,7	69,2	140,8	173,9	1.026,9
1145012	19	3	22	consistente	178,8	161,7	126,4	71,6	25,5	2,3	1,8	1,4	21,2	70,3	163,2	209,9	1.034,1
1145013	29	7	36	consistente	204,9	153,9	177,5	76,3	23,4	3,3	2,1	3,0	20,4	98,7	205,4	206,4	1.175,3
1145014	33	7	40	consistente	160,4	151,6	141,0	56,8	16,7	3,2	1,2	3,7	12,5	74,3	162,6	200,6	984,5
1145015	18	3	21	consistente	154,5	160,7	139,1	64,3	18,7	8,9	0,5	1,4	12,2	55,4	126,4	168,1	910,2
1145019	21	7	28	consistente	155,9	149,6	148,5	54,9	12,1	4,5	0,5	1,5	13,0	67,2	163,1	197,8	968,4
1146000	34	6	40	consistente	248,0	238,3	246,5	123,8	38,8	5,3	1,5	3,9	29,6	99,0	205,9	277,9	1.518,6
1147000	32	6	38	resgatado	257,2	218,8	231,4	126,4	34,7	3,7	1,7	4,2	35,5	90,8	222,3	285,3	1.511,9
1147001	29	8	37	consistente	300,9	242,5	251,5	136,1	33,1	6,6	2,0	6,1	28,5	119,4	206,5	297,0	1.630,2

Continua...

Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1147002	36	3	39	consistente	256,2	249,9	269,9	132,6	53,6	4,2	1,7	3,4	28,8	109,6	210,9	269,6	1.590,4
1147003	30	6	36	resgatado	276,4	249,2	248,8	132,6	36,0	4,7	2,9	4,3	40,8	107,2	211,9	306,3	1.621,2
1148000	37	4	41	consistente	278,9	224,6	245,5	121,1	34,6	2,4	0,2	5,1	39,2	129,4	202,3	253,4	1.536,6
1243000	33	6	39	consistente	144,5	106,1	127,8	48,2	8,2	2,4	0,5	1,5	12,4	50,6	120,3	157,9	780,5
1243002	24	5	29	consistente	171,4	140,1	172,6	64,8	21,3	3,2	1,1	2,3	15,2	67,6	144,5	178,4	982,3
1243006	16	7	23	consistente	117,0	134,2	99,1	54,0	13,1	2,3	1,4	1,9	10,7	57,7	133,3	134,9	759,4
1243009	18	7	25	consistente	139,6	120,2	118,1	73,0	13,8	1,6	0,0	0,7	12,4	54,1	140,2	132,1	805,8
1243010	9	12	21	resgatado	170,4	63,7	88,6	39,7	1,8	0,0	1,3	0,0	16,1	73,4	115,2	211,7	782,0
1243011	36	3	39	consistente	128,4	115,1	109,2	53,2	7,4	2,9	1,3	0,4	9,3	48,4	119,3	156,9	751,8
1243013	24	3	27	consistente	134,3	102,9	125,4	54,3	9,5	3,3	0,2	3,2	16,5	68,6	157,4	156,6	832,3
1244000	19	6	25	consistente	172,3	125,2	140,2	67,0	12,8	0,8	0,3	7,0	16,8	85,2	162,8	190,2	980,6
1244001	19	1	20	consistente	172,0	148,1	170,5	90,6	24,8	4,5	1,1	4,7	17,4	91,2	179,2	212,1	1.116,2
1244002	15	11	26	consistente	149,4	149,5	150,2	71,0	20,5	7,1	0,0	2,0	18,7	66,5	128,8	192,2	955,9
1244003	19	3	22	consistente	149,4	141,6	166,7	81,4	20,1	3,7	0,6	1,9	12,0	82,2	138,1	188,2	986,1
1244004	15	10	25	consistente	163,8	149,4	154,3	83,4	8,5	1,6	2,5	3,8	8,5	92,7	161,7	191,1	1.021,5
1244006	20	9	29	consistente	152,2	139,3	112,5	65,7	13,6	3,1	0,3	1,7	16,7	71,7	162,3	182,6	921,7
1244007	22	6	28	consistente	138,7	150,7	140,9	82,9	10,0	2,8	1,8	2,9	11,3	81,1	147,4	178,6	949,1
1244008	14	8	22	resgatado	142,4	154,1	138,0	74,8	12,1	8,4	1,1	2,7	21,3	92,8	142,9	163,9	954,6
1244011	32	7	39	consistente	175,9	147,6	150,2	73,5	19,8	3,7	1,4	4,7	14,3	80,9	162,9	205,1	1.039,9
1244013	17	13	30	consistente	174,1	157,4	158,6	61,4	4,9	2,4	0,7	3,5	12,5	68,8	165,1	172,5	981,9
1244016	12	9	21	resgatado	159,3	163,1	155,7	92,0	19,8	3,0	0,4	1,7	17,7	90,0	145,6	113,0	961,5
1244018	23	4	27	consistente	137,7	133,6	141,5	77,7	13,0	3,4	0,6	4,2	16,3	74,9	170,1	181,7	954,5
1244019	36	4	40	consistente	188,4	162,4	184,9	80,5	19,3	3,9	1,6	3,7	22,1	81,4	176,1	226,8	1.151,1
1245004	32	8	40	consistente	179,6	133,0	146,6	69,8	14,6	3,8	1,1	2,1	11,8	71,9	161,6	212,0	1.007,9

Continua...

Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1245005	35	5	40	consistente	183,6	141,7	150,4	70,8	18,2	2,7	2,3	2,3	16,3	75,7	167,9	192,3	1.024,3
1245007	33	7	40	consistente	188,0	149,2	165,7	72,3	23,4	4,3	1,0	1,9	17,9	83,7	181,2	205,4	1.094,1
1245009	20	2	22	consistente	175,0	147,4	152,1	74,2	20,4	2,6	0,9	4,4	16,5	83,0	176,2	209,8	1.062,5
1245014	22	6	28	consistente	206,0	178,0	168,5	85,0	22,5	2,2	2,0	2,9	18,9	89,2	189,0	263,0	1.221,4
1245015	20	8	28	consistente	194,6	181,8	184,2	98,3	20,5	5,5	1,3	5,2	23,8	84,5	201,6	215,1	1.216,4
1246000	32	6	38	consistente	413,2	362,6	317,0	187,9	50,5	5,0	2,4	3,5	34,2	118,9	293,8	384,1	2.173,1
1246001	33	6	39	consistente	311,5	263,2	263,1	154,3	42,3	3,2	1,5	2,3	24,6	122,0	246,4	296,9	1.731,2
1246003	21	4	25	consistente	297,9	231,6	235,6	145,7	24,9	4,2	1,5	2,0	29,5	117,6	240,1	279,6	1.610,2
1247002	30	8	38	resgatado	229,7	189,7	171,8	75,4	14,8	5,0	1,2	3,9	21,7	97,8	200,5	259,0	1.249,5
1343009	21	3	24	resgatado	132,6	74,7	117,5	55,9	7,0	4,8	0,0	0,5	5,5	52,1	144,6	195,9	791,2
1343017	25	5	30	consistente	148,9	114,8	141,3	51,4	8,5	3,6	1,2	2,1	12,9	53,7	128,0	194,2	860,7
1344002	36	3	39	consistente	178,8	149,3	143,3	48,6	11,1	2,5	0,4	4,7	12,1	72,9	176,3	218,3	1.018,3
1344006	22	0	22	consistente	187,0	130,8	110,8	43,4	9,4	4,1	0,6	1,6	14,0	83,2	156,9	215,0	956,7
1344013	35	5	40	consistente	179,9	146,2	148,2	65,3	7,9	2,9	0,8	1,6	14,1	80,1	188,3	244,4	1.079,7
1344014	35	5	40	consistente	165,8	123,4	134,7	49,6	7,4	1,9	0,9	1,0	11,7	86,6	163,4	210,5	956,8
1344015	33	7	40	consistente	159,9	121,8	130,9	51,3	7,4	5,3	1,2	2,4	13,9	70,2	179,9	204,0	948,2
1344016	32	3	35	consistente	161,5	141,1	138,6	50,0	7,4	4,0	1,2	1,8	11,0	65,3	156,3	200,2	938,5
1344017	36	3	39	consistente	161,5	140,8	139,1	50,6	7,4	4,0	1,2	1,8	11,1	65,4	155,5	199,5	938,0
1345000	24	7	31	resgatado	163,1	146,4	177,9	76,0	9,2	1,3	0,5	2,9	23,0	76,3	177,6	209,6	1.063,8
1346000	36	6	42	consistente	213,1	191,3	181,8	103,9	16,8	6,8	0,9	5,3	26,3	87,6	194,2	229,5	1.257,5
1346001	39	3	42	consistente	195,6	145,6	156,2	80,0	15,7	4,2	1,1	4,8	25,4	109,8	176,2	210,4	1.125,0
1346002	37	5	42	consistente	202,6	159,3	168,2	92,9	23,1	3,4	1,6	2,6	26,7	93,5	184,6	217,3	1.175,7
1346004	32	6	38	resgatado	246,9	199,4	224,6	96,0	21,4	7,2	1,3	3,2	24,4	112,6	212,6	276,1	1.415,7
1346005	32	5	37	consistente	193,1	165,7	184,9	77,6	16,8	2,4	1,1	2,1	24,2	68,0	153,7	189,3	1.078,9

Continua...

Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1346006	24	7	31	consistente	192,1	180,4	191,3	94,9	20,3	3,5	0,5	3,4	24,5	97,8	217,3	293,5	1.319,7
1346007	24	7	31	consistente	233,8	199,5	187,6	92,5	21,8	3,8	0,6	4,6	31,6	98,7	213,7	248,4	1.336,5
1443000	38	1	39	consistente	141,3	96,1	122,5	38,8	5,0	2,9	1,5	0,7	11,6	58,7	125,4	181,4	785,9
1443001	41	1	42	consistente	138,5	102,1	101,9	41,1	4,1	3,0	0,2	3,8	11,2	64,1	143,1	184,8	797,8
1443002	39	2	41	consistente	141,8	117,5	113,1	46,6	5,1	3,6	0,5	1,1	10,5	54,7	142,5	187,9	824,9
1443007	22	5	27	consistente	134,4	88,0	92,9	40,7	6,1	3,0	0,5	1,7	10,0	58,3	141,5	181,8	758,9
1443008	24	4	28	consistente	135,4	90,0	103,3	39,7	3,1	5,5	0,9	0,4	7,4	68,4	142,9	175,3	772,4
1443009	23	7	30	consistente	123,6	84,8	114,0	31,0	4,6	1,8	0,0	0,8	10,7	64,2	122,2	166,5	724,2
1443019	18	9	27	consistente	108,5	103,2	91,2	33,8	2,4	0,4	0,1	1,1	10,7	43,9	91,6	137,8	624,7
1444000	40	2	42	consistente	159,3	118,7	139,8	49,2	8,3	3,7	0,5	3,2	17,1	71,6	154,9	205,2	931,6
1444001	39	3	42	consistente	152,5	113,3	134,6	59,5	6,6	3,7	0,5	3,2	15,2	76,5	141,9	206,7	914,0
1444003	41	1	42	consistente	176,7	129,4	157,4	58,5	8,3	3,4	0,9	2,8	12,9	81,9	178,3	230,1	1.040,6
1444004	40	2	42	consistente	130,6	120,3	122,9	49,3	4,2	2,6	0,6	1,2	11,8	52,9	135,0	201,4	832,7
1444005	37	5	42	consistente	161,0	129,9	135,7	50,0	7,0	3,8	0,4	2,9	12,8	67,0	143,7	201,6	915,9
1444017	39	1	40	consistente	169,6	118,8	139,9	47,1	8,7	3,9	0,6	2,0	12,9	70,4	161,5	217,5	953,0
1445000	27	4	31	consistente	192,9	161,3	164,1	61,1	19,8	5,3	2,3	5,3	16,2	88,7	210,3	222,3	1.149,4
1446001	25	0	25	consistente	216,6	171,4	156,0	94,0	16,5	4,5	2,5	5,1	25,0	122,5	193,9	228,8	1.236,9
1446002	20	4	24	consistente	237,9	220,1	230,3	121,9	24,5	5,9	2,0	8,5	23,8	106,8	225,8	274,0	1.481,6
1446004	25	3	28	consistente	194,2	161,7	212,7	85,9	27,4	4,9	1,6	5,1	27,0	116,1	213,3	219,5	1.269,4
1447001	39	0	39	consistente	205,0	154,3	151,1	78,6	12,2	4,2	3,1	2,9	16,3	102,3	167,3	206,9	1.104,3
1542006	23	1	24	consistente	183,0	109,5	108,1	44,7	8,0	4,5	0,8	0,6	12,7	73,5	153,7	195,2	894,1
1542016	28	1	29	consistente	131,5	85,5	100,4	28,4	5,2	1,5	0,4	1,7	7,6	39,5	128,7	176,5	706,8
1543001	20	10	30	consistente	165,4	84,9	105,8	28,8	4,8	0,8	0,0	1,4	6,6	61,2	126,2	172,2	758,1
1543002	41	1	42	consistente	143,4	101,4	115,7	40,1	6,6	1,6	0,3	2,2	12,0	52,6	142,5	205,8	824,1

Continua...

Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1543003	18	6	24	consistente	151,4	97,9	101,7	37,9	5,3	1,7	0,0	0,5	9,1	59,9	127,5	162,2	755,2
1543004	23	8	31	consistente	141,7	109,8	118,3	35,0	6,9	4,0	0,7	0,3	11,6	62,0	147,3	187,2	824,9
1543005	19	2	21	consistente	168,0	90,7	108,9	48,8	10,4	2,0	0,9	2,0	13,4	78,1	115,0	164,5	802,8
1543007	17	10	27	consistente	173,7	86,4	86,7	26,8	6,8	4,0	0,0	0,5	12,3	57,4	160,7	171,0	786,3
1543010	16	16	32	consistente	177,1	110,6	113,7	45,2	12,1	1,9	2,9	2,6	16,1	78,8	149,6	206,0	916,7
1543011	21	10	31	consistente	161,1	112,8	119,3	41,5	9,6	3,0	3,4	1,9	14,2	77,8	173,5	211,0	929,0
1543013	41	0	41	consistente	164,1	93,0	100,2	35,7	7,2	2,3	1,0	3,2	10,0	52,6	148,1	181,3	798,7
1544000	23	4	27	consistente	169,7	107,3	106,9	40,8	4,6	4,0	1,1	3,2	14,5	62,3	170,3	199,9	884,6
1544005	19	6	25	consistente	152,7	102,7	134,2	40,3	8,3	1,9	1,2	1,2	12,1	64,9	155,1	202,2	876,8
1544009	20	5	25	consistente	196,1	86,4	94,8	30,2	13,3	5,1	2,8	5,9	17,6	80,4	161,1	175,0	868,7
1544010	23	6	29	consistente	147,2	94,1	114,0	29,5	10,4	2,2	2,5	4,9	8,2	75,6	125,3	188,2	801,9
1544011	11	14	25	resgatado	157,5	139,2	139,3	40,3	6,8	0,7	1,5	1,9	13,4	70,5	167,8	244,7	983,4
1544012	41	0	41	consistente	176,2	113,7	135,6	54,9	10,9	4,0	4,3	4,7	17,2	92,8	183,1	243,2	1.040,7
1544013	21	0	21	consistente	203,8	112,7	124,0	55,8	10,8	5,0	5,8	5,4	14,1	94,6	176,8	245,0	1.053,8
1544014	26	3	29	consistente	207,1	108,0	108,5	44,8	5,1	4,1	3,9	2,0	17,5	76,5	171,0	247,4	995,9
1544017	38	2	40	consistente	167,8	107,2	118,8	38,7	8,7	2,7	2,6	3,1	12,0	77,0	159,7	207,3	905,6
1544018	35	2	37	consistente	142,3	98,5	115,0	35,7	8,5	2,8	0,3	0,3	8,8	61,8	142,3	200,3	816,8
1544019	35	2	37	consistente	185,7	119,7	122,0	46,3	7,4	3,8	3,5	2,7	19,0	76,3	178,1	226,8	991,2
1544030	27	2	29	consistente	181,9	117,2	123,6	46,7	9,6	2,2	2,0	1,9	10,6	63,7	175,2	224,3	959,0
1545002	27	2	29	consistente	221,1	155,7	178,4	75,8	14,8	5,2	2,6	4,9	19,7	80,1	205,6	280,9	1.244,7
1546000	39	3	42	consistente	221,7	142,8	173,4	76,1	16,7	4,5	4,5	8,8	20,4	88,2	205,3	277,2	1.239,6
1546001	30	5	35	resgatado	208,0	138,6	151,4	57,3	22,7	2,4	2,1	9,4	17,0	73,3	178,5	213,0	1.073,8
1546005	37	2	39	consistente	245,8	191,2	225,7	107,2	23,0	6,0	4,8	9,1	30,7	108,9	238,1	305,5	1.496,0
1547001	39	0	39	consistente	316,8	247,4	250,9	94,8	24,9	5,9	2,0	7,9	27,5	135,2	221,2	337,7	1.672,1

Continua...



Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	Nº de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1643003	27	4	31	consistente	190,0	110,5	130,1	39,0	6,1	3,5	1,5	4,8	11,5	82,6	178,5	212,3	970,6
1643004	22	7	29	consistente	219,5	105,5	142,6	51,5	18,4	2,7	8,2	9,3	28,0	90,2	219,7	229,9	1.125,6
1643006	24	6	30	consistente	222,5	109,5	144,9	54,9	16,9	2,7	9,2	10,6	28,6	85,2	210,5	233,6	1.129,1
1643007	26	4	30	consistente	203,9	99,9	150,8	44,6	11,7	3,3	3,8	3,0	13,8	79,9	191,9	292,5	1.099,1
1643008	16	5	21	consistente	245,6	114,5	149,6	36,8	5,5	2,2	0,8	4,3	21,6	86,9	191,9	273,0	1.132,8
1643018	24	1	25	consistente	231,7	137,8	123,9	37,6	13,3	8,6	6,1	4,3	20,2	95,9	220,2	239,9	1.139,7
1643020	35	4	39	consistente	173,9	128,1	121,8	41,2	5,7	2,7	3,2	2,6	13,2	60,5	178,6	213,7	945,2
1644000	23	6	29	consistente	172,1	119,9	111,6	50,5	8,0	3,5	4,4	6,2	18,4	76,9	161,1	227,7	960,4
1644002	23	6	29	consistente	160,9	109,8	119,5	59,3	10,7	4,8	4,9	6,5	17,3	83,3	163,5	198,4	938,8
1644004	19	3	22	consistente	202,6	146,8	111,6	50,0	13,3	11,4	5,7	5,2	24,0	97,6	184,4	220,8	1.073,5
1644005	20	5	25	consistente	215,1	97,9	102,8	26,8	10,6	1,3	1,6	6,5	16,6	67,9	155,9	237,5	940,6
1644006	16	13	29	consistente	155,7	108,5	84,2	45,8	6,4	4,4	6,0	3,8	14,7	70,5	148,1	201,3	849,2
1644010	18	6	24	consistente	229,5	149,9	171,6	118,4	53,3	9,2	13,7	11,8	31,3	104,9	207,6	267,2	1.368,5
1644012	26	5	31	consistente	234,0	134,1	136,7	46,1	10,8	5,5	5,5	6,5	18,4	80,4	188,0	232,6	1.098,5
1644013	20	5	25	consistente	195,1	138,2	122,7	77,0	24,4	9,4	6,4	5,8	16,1	89,1	154,0	198,4	1.036,7
1644014	22	5	27	consistente	171,0	99,0	103,1	27,3	7,6	4,1	3,8	6,0	19,3	84,2	201,7	178,8	906,0
1644015	27	4	31	consistente	176,0	101,1	129,7	60,6	9,6	5,9	5,3	5,1	15,1	78,4	168,8	220,7	976,4
1644019	20	7	27	consistente	193,7	119,7	121,8	44,3	27,1	5,7	2,6	6,1	17,8	70,7	160,2	252,4	1.022,1
1644023	19	5	24	consistente	187,3	126,5	135,8	57,5	12,8	4,3	4,5	3,9	17,4	103,1	192,2	226,7	1.057,0
1644025	26	5	31	consistente	207,3	129,3	160,6	61,2	17,3	4,8	8,3	6,9	24,3	93,5	212,0	260,9	1.186,6
1644027	34	3	37	consistente	164,8	104,2	124,1	56,0	10,1	4,4	4,8	5,1	18,3	77,4	169,2	205,3	943,7
1645000	41	1	42	consistente	209,3	118,9	142,1	54,1	10,8	5,0	4,6	4,3	15,9	70,4	182,1	235,7	1.053,4
1645001	22	7	29	consistente	190,2	119,3	128,8	59,2	12,4	6,2	3,5	4,1	14,7	64,4	175,2	219,5	997,5
1645002	40	1	41	consistente	190,3	119,3	128,8	59,2	12,4	6,2	3,5	4,1	14,7	64,1	174,5	219,8	997,1

Continua...

Continuação.

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1645003	38	3	41	consistente	198,5	123,3	133,6	57,8	13,0	5,0	3,8	5,4	15,6	83,2	193,9	230,1	1.066,1
1645005	41	1	42	consistente	206,3	136,1	143,0	63,3	12,4	6,5	6,5	8,6	15,0	81,5	189,8	236,5	1.105,4
1645009	37	3	40	consistente	189,8	119,3	128,8	59,2	12,4	6,2	3,5	4,1	14,7	64,5	174,7	219,2	996,5
1645013	35	3	38	consistente	226,0	146,8	152,8	46,9	15,1	5,7	5,0	6,7	22,1	77,2	191,3	253,5	1.149,0
1645019	26	1	27	consistente	207,6	147,5	167,2	54,6	15,6	4,7	6,2	10,3	23,2	82,1	223,8	261,5	1.204,3
1646000	39	3	42	resgatado	203,5	153,9	133,2	59,6	17,9	5,2	4,8	8,2	28,7	97,2	202,0	253,7	1.151,5
1646001	37	5	42	consistente	238,2	170,4	190,2	87,1	21,1	6,0	5,8	9,2	27,7	98,4	205,3	266,5	1.326,0
1646003	35	5	40	consistente	240,6	172,6	183,9	86,7	22,6	7,8	7,7	11,3	27,6	83,8	219,3	273,8	1.337,7
1743000	21	6	27	consistente	185,3	89,1	142,6	37,9	13,0	2,8	4,7	5,2	18,2	73,3	176,5	197,0	945,5
1744006	23	1	24	consistente	253,0	116,3	131,1	43,6	14,4	4,9	6,6	4,6	21,5	95,9	212,6	236,7	1.141,2
1744009	39	3	42	resgatado	223,5	136,6	139,5	46,2	17,3	5,8	5,9	7,1	25,4	78,1	183,4	217,9	1.086,7
1744010	39	3	42	consistente	242,8	142,6	142,1	51,1	17,3	4,8	4,5	6,5	32,9	79,4	207,7	240,7	1.172,3
1745001	41	1	42	consistente	245,1	152,7	155,1	48,7	17,7	4,1	5,4	7,8	24,5	87,7	196,5	267,0	1.212,4
1745007	35	2	37	consistente	232,1	137,9	155,6	45,9	17,3	3,9	4,9	9,6	26,3	80,3	206,3	256,1	1.176,2
1745014	20	7	27	consistente	218,7	182,1	194,4	77,4	19,6	3,5	6,0	10,8	38,2	87,3	213,7	280,3	1.331,8
1746001	41	1	42	consistente	233,1	136,3	168,6	64,6	18,6	4,9	3,4	8,9	22,6	81,5	200,4	256,5	1.199,3
1746002	41	1	42	consistente	265,4	188,4	171,7	70,9	20,6	7,4	4,9	15,2	35,4	82,8	210,0	274,0	1.346,8
1746006	38	2	40	consistente	243,9	141,8	157,8	53,6	23,9	6,9	4,8	9,0	25,1	76,5	174,9	262,8	1.181,0
1746007	38	2	40	consistente	273,3	181,7	168,6	62,6	24,8	5,9	6,1	8,8	31,6	90,7	201,8	290,0	1.345,8
1746017	24	5	29	consistente	285,9	203,7	177,2	78,3	31,4	12,2	2,1	14,0	37,1	99,6	195,3	350,1	1.486,9
1746019	21	5	26	consistente	281,3	202,1	181,3	71,1	22,0	4,9	3,0	11,3	27,4	87,2	217,4	313,8	1.422,8
1747005	36	3	39	consistente	305,8	224,4	202,4	85,4	26,9	7,9	6,2	13,4	35,9	98,6	230,1	338,3	1.575,2
1844001	39	3	42	consistente	213,6	123,0	130,7	47,6	20,6	3,9	4,4	5,7	33,5	67,7	183,5	199,0	1.033,3
1844010	33	6	39	consistente	236,0	127,3	145,2	50,0	24,4	4,7	5,6	10,0	29,7	79,9	172,6	231,1	1.116,4

Continua...

**QUADRO 3.5 - POSTOS SELECIONADOS NA ÁREA DO SAU/SAA - PRECIPITAÇÃO MÉDIA ACUMULADA (mm)**

Código	N° de Anos		Total	Classificação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
	Completo	Incompleto															
1844017	26	2	28	consistente	226,5	126,8	146,1	46,1	12,7	5,9	6,7	8,3	31,3	70,7	189,5	225,9	1.096,3
1844018	23	6	29	consistente	208,1	127,2	136,6	42,4	16,6	6,8	7,5	8,7	33,3	74,0	168,8	218,4	1.048,4
1844019	18	6	24	consistente	226,2	165,1	151,1	42,7	22,6	7,7	4,6	13,5	32,6	82,7	177,0	235,8	1.161,5
1845002	39	3	42	consistente	263,6	190,2	212,0	68,7	28,4	8,3	6,7	9,6	41,4	86,9	205,9	263,2	1.384,8
1845004	33	4	37	consistente	299,3	197,4	195,4	84,9	33,1	7,9	6,5	16,4	47,4	105,9	235,2	325,7	1.555,2
1845011	23	1	24	consistente	259,1	190,3	185,0	79,9	31,5	8,2	10,0	12,6	45,1	102,4	234,7	282,7	1.441,6
1845013	35	7	42	consistente	255,3	182,5	204,2	79,9	29,2	9,9	8,4	12,1	42,4	86,7	239,6	320,1	1.470,3
1845014	36	5	41	consistente	319,9	196,9	189,9	80,8	40,2	11,4	9,2	16,9	59,0	115,9	223,0	312,7	1.575,8
1845027	25	3	28	resgatado	212,9	149,2	171,4	68,7	21,7	4,9	4,8	8,4	25,4	67,9	180,9	235,9	1.152,0
1846003	41	1	42	consistente	278,4	174,8	173,9	69,5	30,2	9,4	5,8	17,2	37,2	96,8	193,7	310,0	1.396,9
1846005	36	2	38	consistente	315,2	196,0	209,8	74,5	33,9	9,1	6,9	13,5	47,4	114,0	220,1	344,1	1.584,6
1846015	35	7	42	consistente	299,9	181,2	201,4	78,5	23,5	6,7	7,1	10,9	30,9	78,6	200,6	304,6	1.424,0
1846016	39	2	41	consistente	297,6	216,8	215,0	81,6	26,5	6,6	6,0	12,2	29,8	92,5	228,5	320,6	1.533,7
1846017	40	2	42	consistente	276,7	181,3	189,8	69,5	23,5	8,9	6,0	14,0	41,7	113,7	184,1	289,8	1.399,2
1945002	40	2	42	consistente	294,0	210,8	211,4	89,6	43,7	13,8	11,8	16,5	52,6	117,3	220,1	291,5	1.573,0
1945019	40	2	42	consistente	294,9	196,2	191,3	67,4	38,6	12,0	12,2	14,8	51,3	109,2	186,9	269,1	1.443,9
1945020	18	4	22	consistente	293,4	172,0	144,9	64,3	36,3	11,6	10,6	14,0	35,7	102,7	184,4	279,9	1.349,9
1945035	36	2	38	consistente	270,9	181,3	182,7	70,6	28,7	8,6	5,8	12,6	42,0	98,2	201,1	284,1	1.386,6
1945038	26	3	29	consistente	259,2	178,1	173,1	67,9	33,3	8,8	8,9	12,3	41,9	87,0	182,2	266,7	1.319,5
1945039	25	3	28	consistente	258,0	168,5	158,2	59,2	30,4	4,7	10,8	10,5	37,4	78,9	177,9	244,2	1.238,6
1946009	32	6	38	consistente	280,5	203,9	210,9	86,1	43,1	13,9	13,8	19,9	56,7	117,2	201,5	297,1	1.544,7

Com base nos totais precipitados anuais médios na área de estudo do período de janeiro de 1970 a dezembro de 2010, foram traçadas as isoietas médias mensais e anual.

As linhas de isoietas foram geradas a partir de interpolações com uso do programa Surfer 9.0 (Golden Software) pelo método de krigagem em sua configuração padrão. Em seguida as linhas foram exportadas como vetores e editadas manualmente em Arc-Gis visando melhorias em setores com extrapolações inadequadas, considerando as observações feitas por um hidrólogo experiente. As figuras 3.5 a 3.16 apresentam as isoietas anuais e mensais para a região de estudo.

Para se obter o valor médio da precipitação sobre a área do SAU/SAA e das sub-bacias hidrográficas foi utilizado o método das isoietas. No método das isoietas utilizam-se as curvas de igual precipitação. A precipitação média sobre uma área é calculada multiplicando-se a precipitação média entre duas isoietas sucessivas pela área entre as isoietas, totalizando-se esse produto e dividindo-se pela área total. De acordo com a seguinte equação:

$$P = \frac{1}{A} \sum \frac{1}{2} (P_i + P_{i+1}) \cdot A_{i,i+1}$$

Onde:

- ✧ P = precipitação média, em mm;
- ✧ P<sub>i</sub> = precipitação da isoietas i, em mm;
- ✧ P<sub>i+1</sub> = precipitação da isoietas i+1, em mm;
- ✧ A<sub>i,i+1</sub> = área entre isoietas, em km<sup>2</sup>;
- ✧ A = área total da bacia, em km<sup>2</sup>

Utilizando a formulação apresentada foi calculada a precipitação média sobre a região do SAU em cada sub-bacia dos rios em análise. O Quadro 3.6 apresenta os valores médios obtidos para o período de 1970 a 2010. Nos Quadros 3.7 e 3.8 são apresentados, respectivamente, os valores máximo e mínimo observados no mesmo período.

A partir das informações geradas foram realizadas análises das isoietas para verificar o comportamento da precipitação sobre a área do aquífero. A figura 3.4, apresenta as isoietas anuais para área de estudo. A análise dessa figura mostra que:

- ✓ O comportamento anual das chuvas mostra que sobre a área de afloramento das rochas que constituem do Sistema Aquífero Urucuia as isoietas anuais têm alinhamento aproximadamente na direção Norte-Sul e decrescem no sentido do limite estadual (coincidente com o limite do aquífero) para o Rio São Francisco (de oeste para leste). No limite leste do aquífero o total precipitado anual médio é da ordem de 1.200 mm. Para leste esta diminuição do total precipitado continua, chegando a valores da ordem de 800 mm sobre o trecho baiano da calha do rio São Francisco;
- ✓ Os totais anuais precipitados apresentam um valor máximo da ordem de 2.000 mm na região de Taguatinga – TO – (posto 01246003 Taguatinga), o qual influencia uma região no seu entorno em todas as direções;

- ✓ A partir de Taguatinga – TO – (posto 01246003 Taguatinga), na direção sul e acompanhando o limite do aquífero, as precipitações totais anuais são máximas até as proximidades de Posse – GO – (posto 01446002 Posse), decrescendo tanto para leste como para oeste. Ao longo desta linha as precipitações totais anuais decrescem até valores da ordem de 1.300 mm, e apresentam um segundo valor máximo com cerca de 1.400 mm na região de Posse – GO - (posto 01446002 Posse);
- ✓ Ao sul de Posse – GO – (posto 01446002 Posse) e a leste do Distrito Federal observa-se região mais seca do que as circundantes, com precipitação total anual da ordem de 1.000 mm;
- ✓ Ao Norte de Taguatinga – TO – (posto 01246003 Taguatinga), não se observam picos de precipitação. Os totais anuais precipitados crescem na direção oeste, apresentando valores máximos da ordem de 1.800 mm na região de Palmas – TO – (posto 1048005 Taquarussu do Porto);
- ✓ Na porção mineira, região do SAA, observa-se o crescimento dos totais precipitado na direção Leste-Oeste, com sentido do rio São Francisco para a fronteira entre Minas Gerais e Goiás. Mais ao Sul, há uma mudança na direção das isoietas com o crescimento no sentido de nordeste para sudoeste, de Buritizeiro – MG – (posto 01744006 Pirapora-Barreiro) para Patos de Minas – MG – (posto 01846017 Leal de Patos);
- ✓ Comparando os resultados apresentados na Figura 3.4 para os totais anuais precipitados na região de estudo com o Mapa de Isoietas Totais Anuais do Brasil para o período de 1977 a 2006 publicado pela CPRM na escala 1:5.000.000 pode ser observada a mesma conformação geral de comportamento dos totais precipitados anuais, com as isolinhas de precipitação se alinhando aproximadamente no sentido norte-sul, os valores máximos acompanhando a borda ocidental do SAU, no limite estadual Tocantins - Bahia, os totais precipitados decrescendo em direção ao curso do rio São Francisco e, em especial, um valor máximo de precipitação localizado na região de Taguatinga.

As figuras 3.5 a 3.16 apresentam as isoietas mensais para a área de estudo. A análise dessas figuras mostra que:

- ✓ Para os meses de Janeiro a Abril a distribuição dos totais mensais precipitados apresenta uma conformação geral semelhante aos totais precipitados anuais com um máximo precipitado da ordem de 380 mm nas proximidades de Taguatinga – TO – (posto 01246003 Taguatinga) em Janeiro e isoietas com direção geral Norte-Sul na região do aquífero, decrescendo em direção Leste, ou seja, rumo ao rio São Francisco. Em Posse – GO – (posto 01446002 Posse), percebe-se um valor máximo da ordem de 220 mm em Janeiro, pouco diferenciado em relação às imediações. Na porção mineira mantém-se a semelhança, com o crescimento dos totais precipitados no sentido Nordeste-Sudoeste;
- ✓ Para o mês de Maio, a conformação geral das isoietas se mantém, mantendo o alinhamento norte – sul. Os totais precipitados máximos, da ordem de 80 mm, estão localizados na divisa TO/MA, ao norte de Lizarda – MA – (posto 946003 Lizarda), superando os totais precipitados na região de Taguatinga, onde os totais precipitados são da ordem de 50 mm. Na bacia do rio Verde Grande os totais precipitados são inferiores a 5 mm. Mais ao sul, junto ao divisor de águas do rio Verde Grande com o rio Jequitaiá (região de Claro dos Poções - MG – (posto

---

1644025 Vista Alegre) observa-se um valor máximo de totais precipitados da ordem de 50 mm;

- ✓ Nos meses de Junho a Agosto, meses menos chuvosos da região, os totais precipitados em cada mês são em geral inferiores a 10 mm. Observa-se nestes meses totais precipitados máximos da ordem de 10 mm na região de Claro dos Poções – MG – (posto 1644025 Vista Alegre);
- ✓ No mês de Setembro os totais precipitados aumentam, voltando a apresentar conformação das isoietas semelhante às anuais, com precipitações da ordem de 10 mm ao longo do rio São Francisco e valores máximos da ordem de 50 mm na região de Palmas - TO - (posto 1048005 Taquarussu do Porto) e na bacia do rio Paranaíba;
- ✓ No mês de Outubro reproduz também a conformação geral com as isoietas com alinhamento norte – sul. Os valores máximos são observados em Palmas (150 mm) - TO - (posto 1048005 Taquarussu do Porto), Taguatinga (120 mm) – TO – (posto 01246003 Taguatinga), Distrito Federal (130 mm) – DF – (posto 01547901 Fazenda Santa Fé) e bacia do rio Paranaíba (110 mm) – MG – (posto 01846005 Presidente Olegário);
- ✓ Nos meses de Novembro e Dezembro observa-se um incremento nos totais precipitados mensais, mantendo conformação das isoietas semelhante às isoietas anuais.

**QUADRO 3.6 - TOTAL PRECIPITADO MÉDIO NA ÁREA DO SAU/SAA POR SUB-BACIA – PERÍODO DE 1970 A 2010**

<i>Bacia</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Anual</i>
Balsas	239	220	226	147	43	4	1	5	25	91	155	210	1.372
Uruçuí-Preto	206	190	196	116	25	2	1	4	18	80	135	196	1.157
Gurguéia	165	145	144	92	18	2	0	2	13	54	121	172	874
Médio Baixo Grande	178	160	154	80	17	2	0	1	13	61	140	177	975
Alto Grande	192	171	167	78	20	3	1	2	17	78	172	213	1.096
Corrente	172	145	156	73	14	3	1	3	18	79	169	200	1.032
Carinhanha	175	146	162	67	12	3	1	3	17	82	185	224	1.077
Pandeiro/Pardo/Mangaí	166	131	145	55	10	4	1	3	14	74	171	218	984
Verde Grande	147	103	114	39	6	3	1	2	11	61	146	192	819
Pacuí	180	113	125	48	11	4	4	5	14	81	166	219	965
Jequitaí	192	118	124	52	14	5	5	5	19	80	178	231	1.014
Janeiro/Formoso	223	132	135	48	14	6	5	6	20	84	193	234	1.095
Velhas	209	116	136	46	17	4	5	6	26	78	189	215	1.048
Entorno Represa Três Marias	238	165	179	66	22	6	6	10	33	84	204	269	1.280
Sono	258	249	234	154	49	4	1	5	36	117	187	248	1.540
Manuel Alves	266	230	246	130	43	3	2	4	32	103	200	270	1.525
Alto Tocantins	253	210	213	107	25	5	2	4	28	110	203	264	1.424
Urucuia	212	163	184	80	20	5	2	6	22	99	203	244	1.236
Paracatu	232	159	170	71	19	6	5	9	25	89	204	269	1.257
Alto Parnaíba	290	201	195	77	27	8	5	12	33	95	214	321	1.471

**QUADRO 3.7 - TOTAL PRECIPITADO MÁXIMO NA ÁREA DO SAU/SAA POR SUB-BACIA – PERÍODO DE 1970 A 2010**

<i>Bacia</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Anual</i>
Balsas	221	179	102	31	7	2	8	65	177	244	248	249	1.498
Uruçuí-Preto	206	146	92	21	5	1	2	34	125	215	203	219	1.232
Gurguéia	195	171	81	18	4	1	4	27	115	184	184	216	1.078
Médio Baixo Grande	241	183	98	24	5	1	6	29	109	209	219	242	1.339
Alto Grande	304	238	110	28	4	2	6	36	141	237	255	295	1.631
Corrente	269	221	101	31	6	2	7	29	124	216	216	248	1.442
Carinhanha	262	216	107	24	6	2	5	23	96	202	182	203	1.306
Pandeiro/Pardo/Mangaí	257	212	93	20	5	2	5	21	75	183	163	206	1.197
Verde Grande	228	177	76	15	3	4	4	9	51	131	126	175	941
Pacuí	252	187	92	18	6	6	9	23	75	155	137	203	1.088
Jequitaí	263	216	102	31	11	13	8	47	108	168	144	234	1.329
Janeiro/Formoso	263	211	94	24	8	6	11	17	61	153	149	249	1.196
Velhas	252	210	100	33	10	10	9	26	68	157	142	238	1.230
Entorno Represa Três Marias	320	234	100	44	16	9	9	31	79	207	192	276	1.480
Sono	286	231	136	44	7	2	12	83	199	258	281	287	1.694
Manuel Alves	283	214	147	47	5	3	6	52	154	267	254	291	1.684
Alto Tocantins	372	284	149	48	7	3	7	49	180	307	348	395	2.094
Urucuia	279	225	122	27	9	4	6	27	121	229	218	255	1.474
Paracatu	347	236	131	37	15	7	12	30	106	246	239	307	1.660
Alto Parnaíba	347	226	112	46	14	7	10	33	90	214	226	314	1.594



**QUADRO 3.8 - TOTAL PRECIPITADO MÍNIMO NA ÁREA DO SAU/SAA POR SUB-BACIA – PERÍODO DE 1970 A 2010**

<i>Bacia</i>	<i>Jan</i>	<i>Fev</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>Mai</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Out</i>	<i>Nov</i>	<i>Dez</i>	<i>Anual</i>
Balsas	196	137	79	19	4	1	1	28	123	209	198	220	1.257
Uruçuí-Preto	187	128	71	16	3	0	1	19	104	174	177	194	1.070
Gurguéia	139	108	40	8	1	0	1	8	57	115	125	144	742
Médio Baixo Grande	146	108	37	3	0	0	1	10	61	123	119	145	736
Alto Grande	158	133	53	8	0	0	0	8	50	129	132	151	851
Corrente	125	118	50	8	0	0	1	3	42	94	71	135	797
Carinhanha	197	150	57	9	1	0	1	7	45	117	103	141	902
Pandeiro/Pardo/Mangaí	175	129	53	8	1	0	1	4	39	104	92	133	771
Verde Grande	156	110	49	8	0	0	1	3	32	99	86	121	698
Pacuí	179	134	64	9	2	1	1	6	32	96	88	152	830
Jequitaí	203	150	64	14	2	2	3	4	34	90	90	163	882
Janeiro/Formoso	215	172	68	16	4	4	4	10	37	114	116	192	1.005
Velhas	182	162	68	18	4	3	3	8	28	105	90	176	920
Entorno Represa Três Marias	228	178	69	22	6	5	4	15	46	139	127	215	1.111
Sono	179	124	92	18	2	0	1	19	102	182	195	200	1.159
Manuel Alves	247	186	82	26	2	1	0	30	108	212	211	243	1.370
Alto Tocantins	190	155	68	17	2	0	2	13	77	152	147	193	1.083
Urucuia	219	182	76	16	4	1	3	13	60	154	133	191	1.094
Paracatu	221	176	67	15	4	2	3	12	47	129	120	188	1.007
Alto Parnaíba	264	177	77	26	9	3	5	23	54	159	144	245	1.191

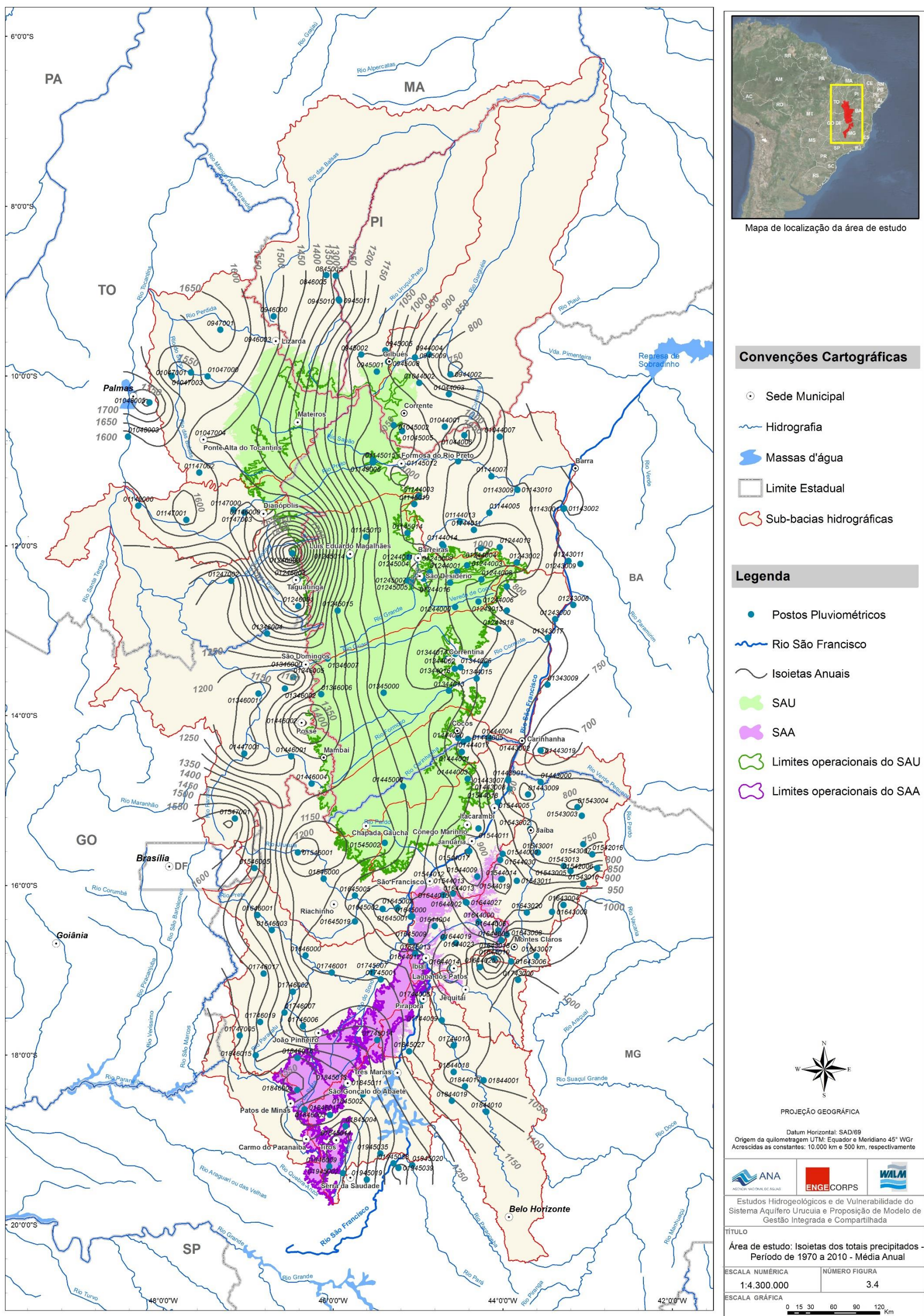
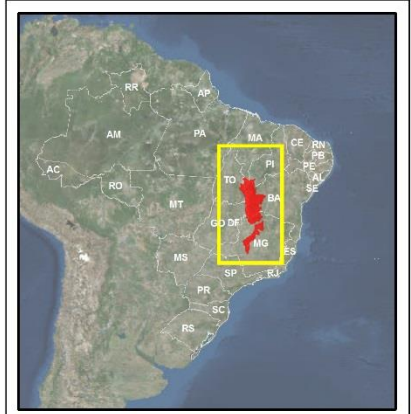
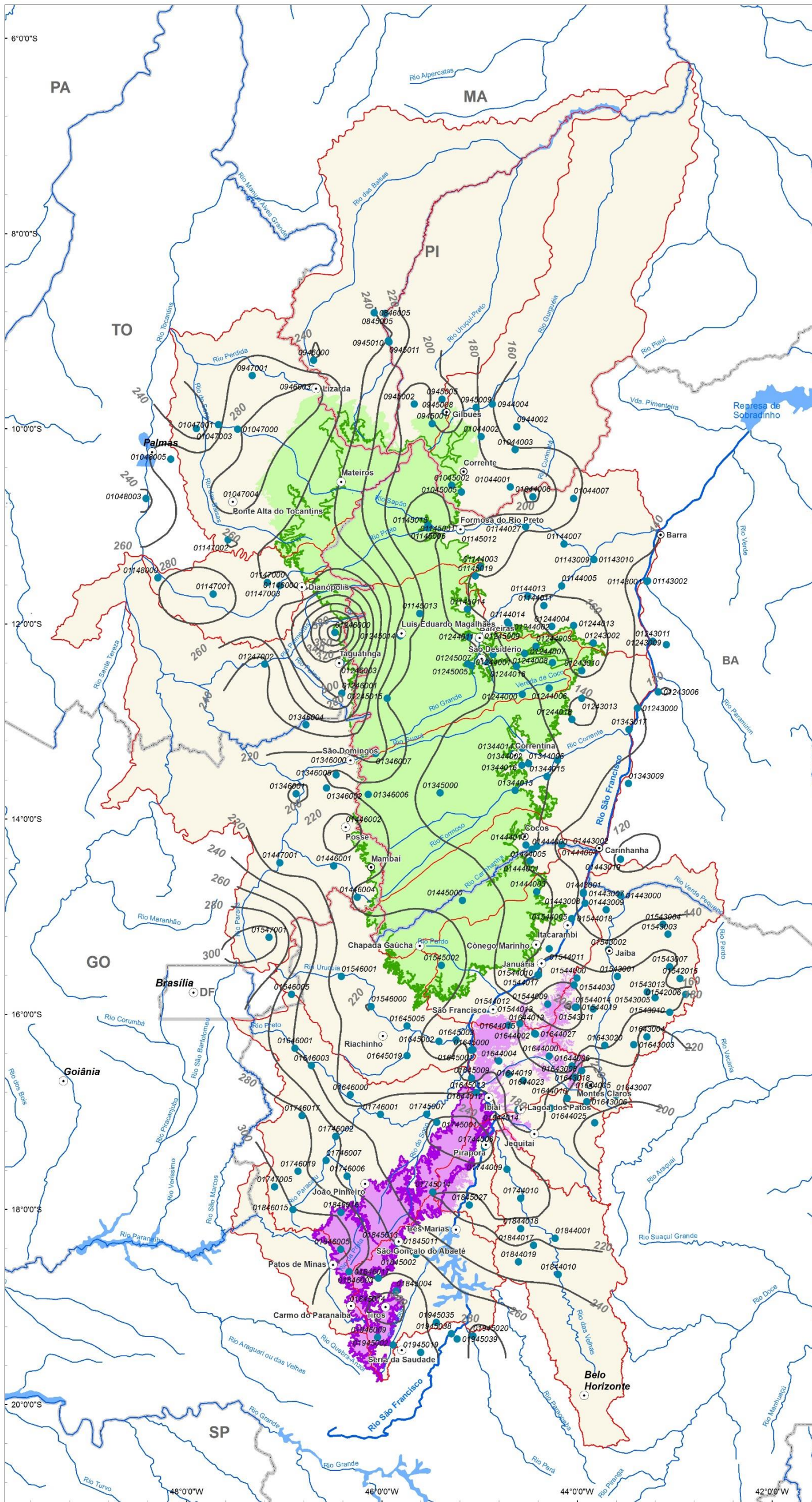


Figura 3.4 - Área de estudo – Isoietas dos totais precipitados – Período de 1970 a 2010 – Média Anual



Mapa de localização da área de estudo

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Massas d'água
- Limite Estadual
- Sub-bacias hidrográficas

**Legenda**

- Postos Pluviométricos
- Rio São Francisco
- Isoieta Mensal- Janeiro
- SAU
- SAA
- Limites operacionais do SAU
- Limites operacionais do SAA



PROJEÇÃO GEOGRÁFICA

Datum Horizontal: SAD/69  
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° WGr  
 Acrecidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente

Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucua e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada		
TÍTULO Área de estudo: Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal- Janeiro		
ESCALA NUMÉRICA 1:4.300.000	NÚMERO FIGURA 3.5	
ESCALA GRÁFICA 0 15 30 60 90 120 Km		

Figura 3.5 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Janeiro

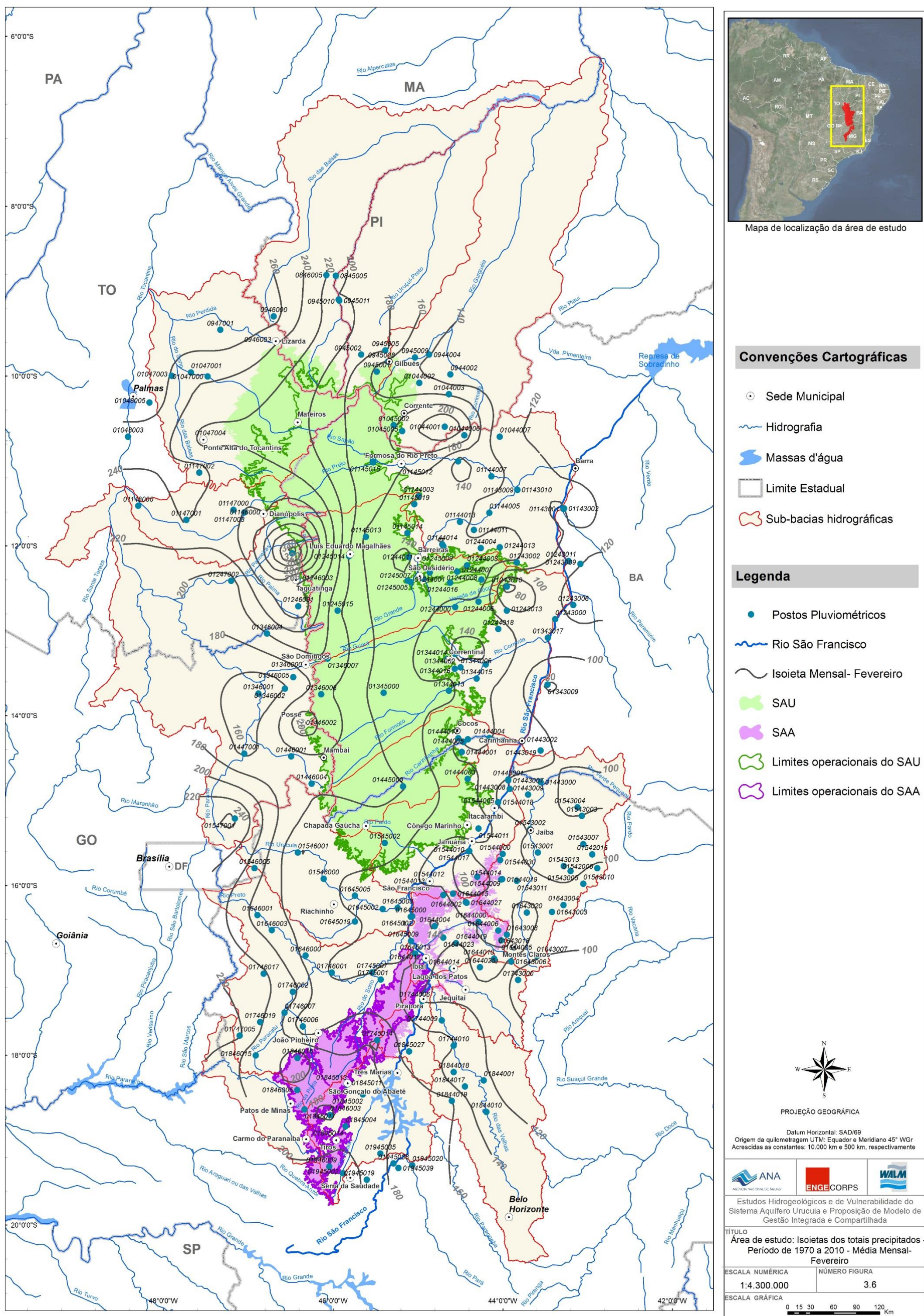


Figura 3.6 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Fevereiro

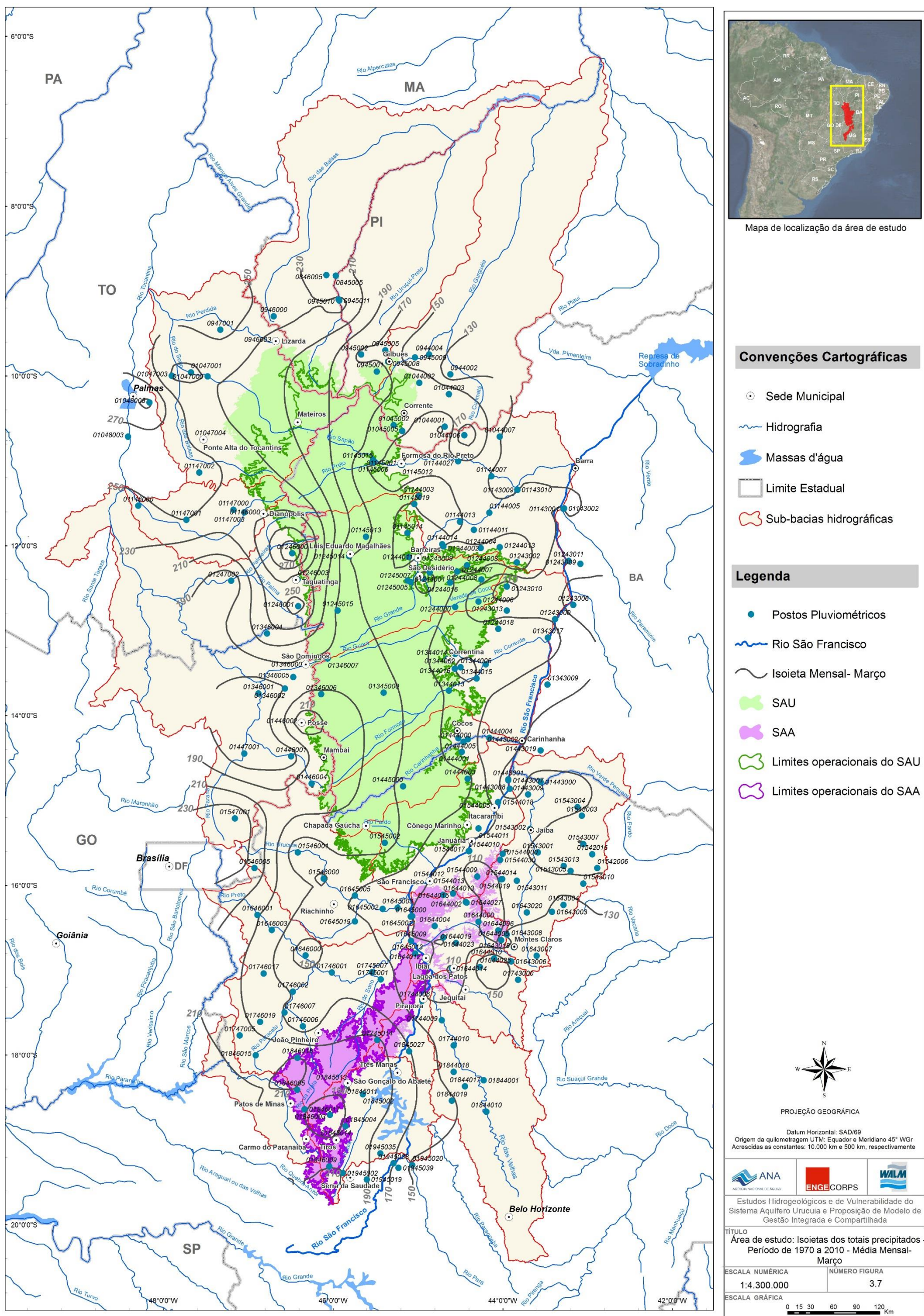


Figura 3.7 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Março

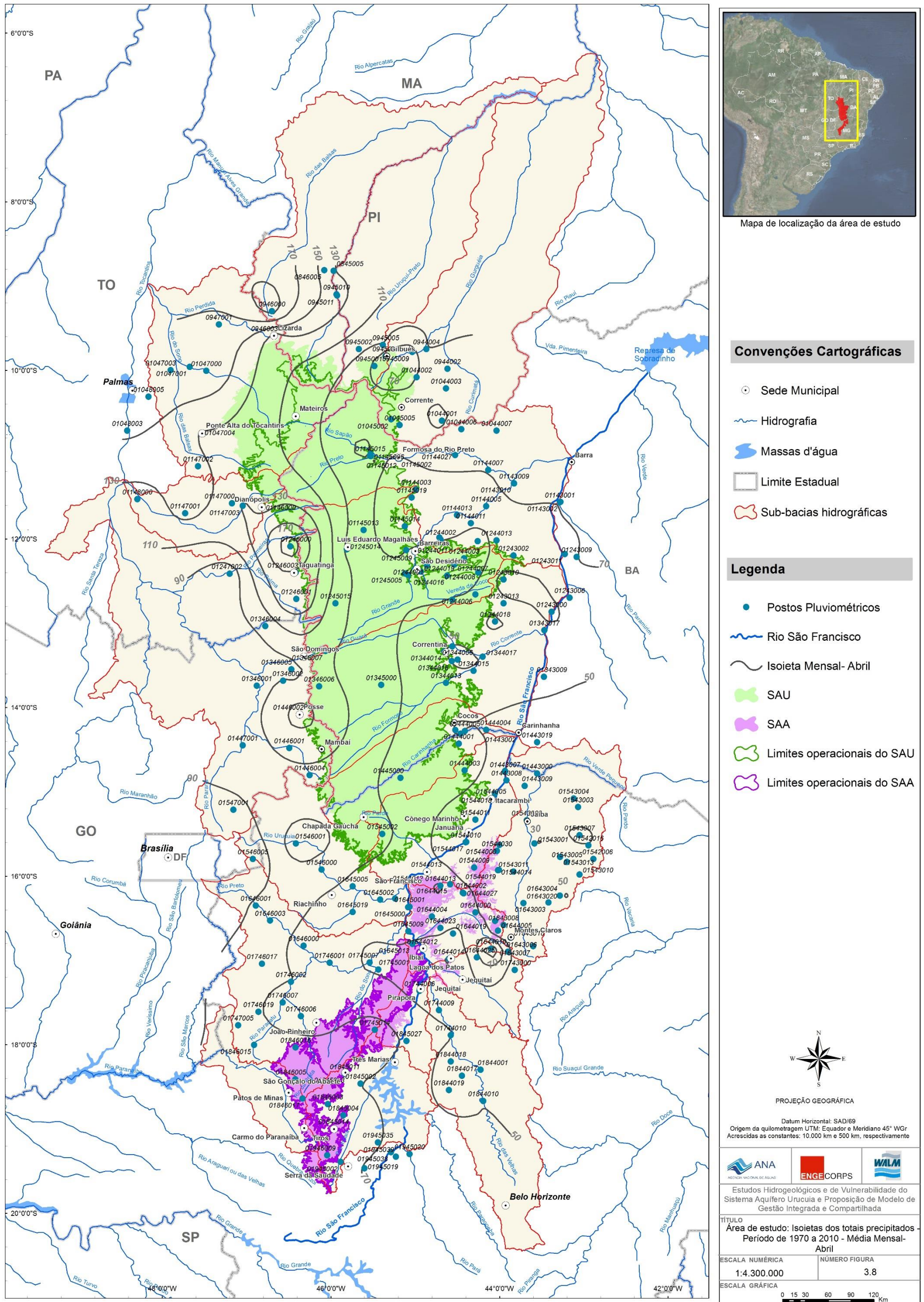


Figura 3.8 - Área de estudo – Isoietas dos totais precipitados – Período de 1970 a 2010 – Média Mensal – Abril

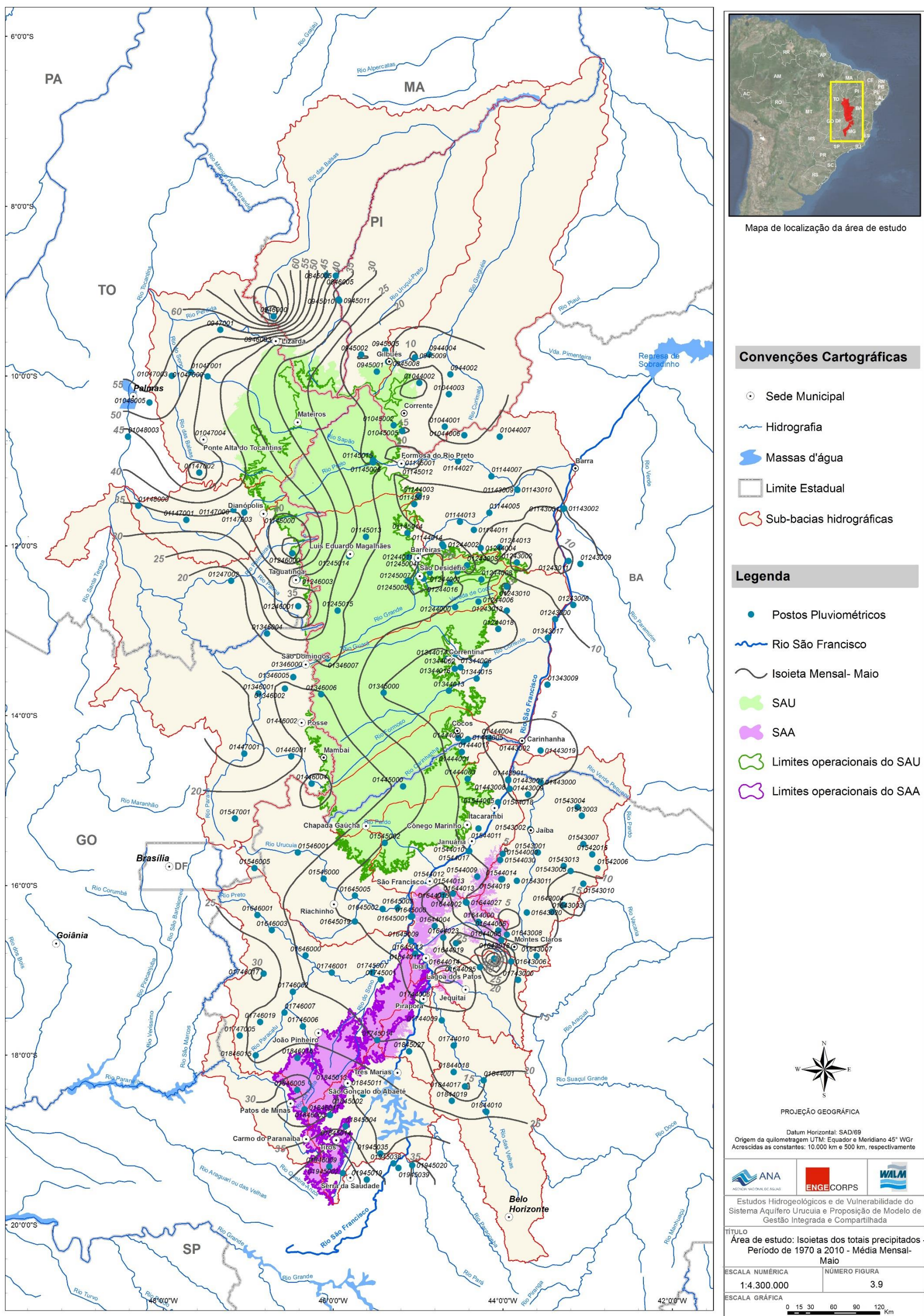


Figura 3.9 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Maio

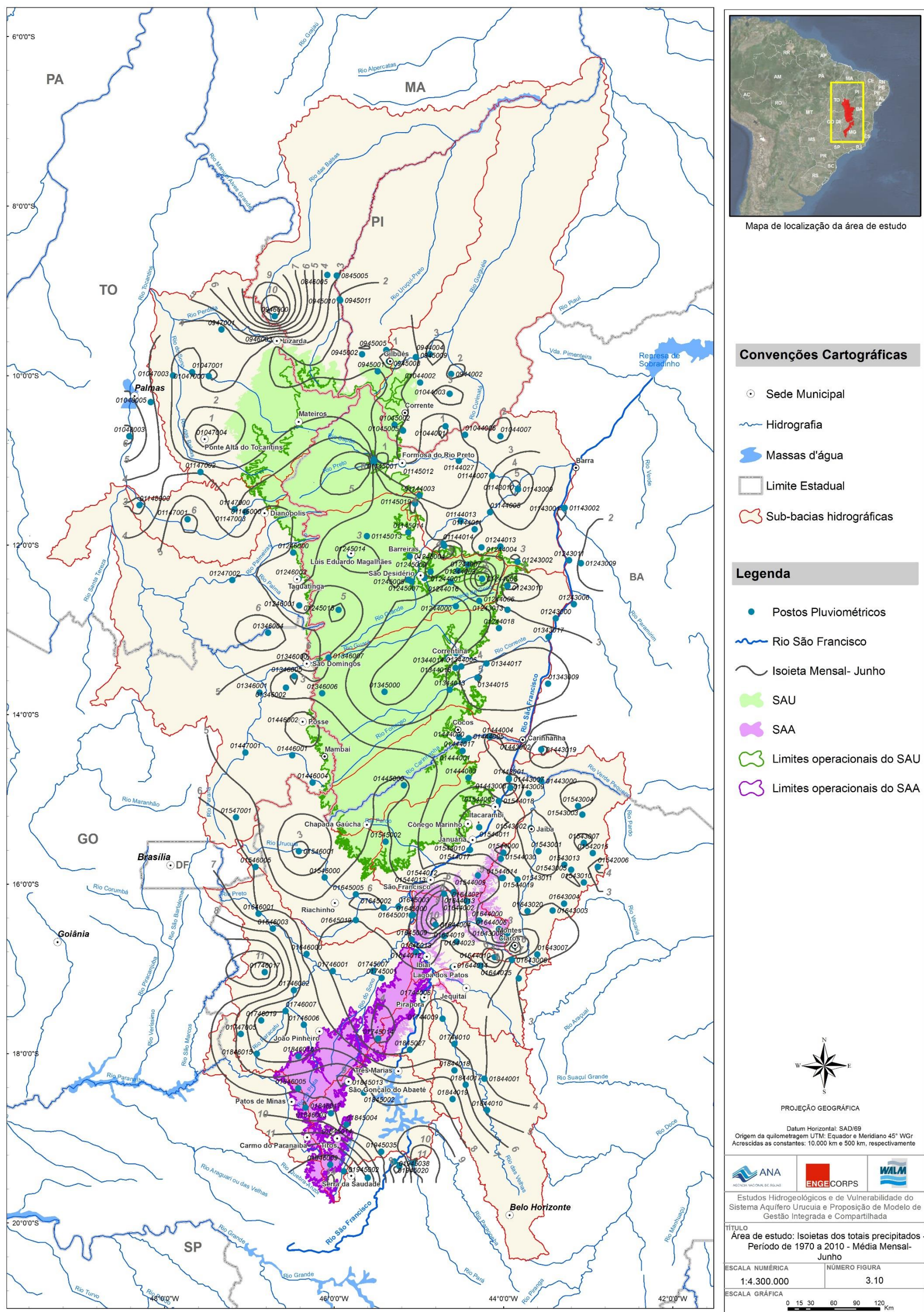


Figura 3.10 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Junho



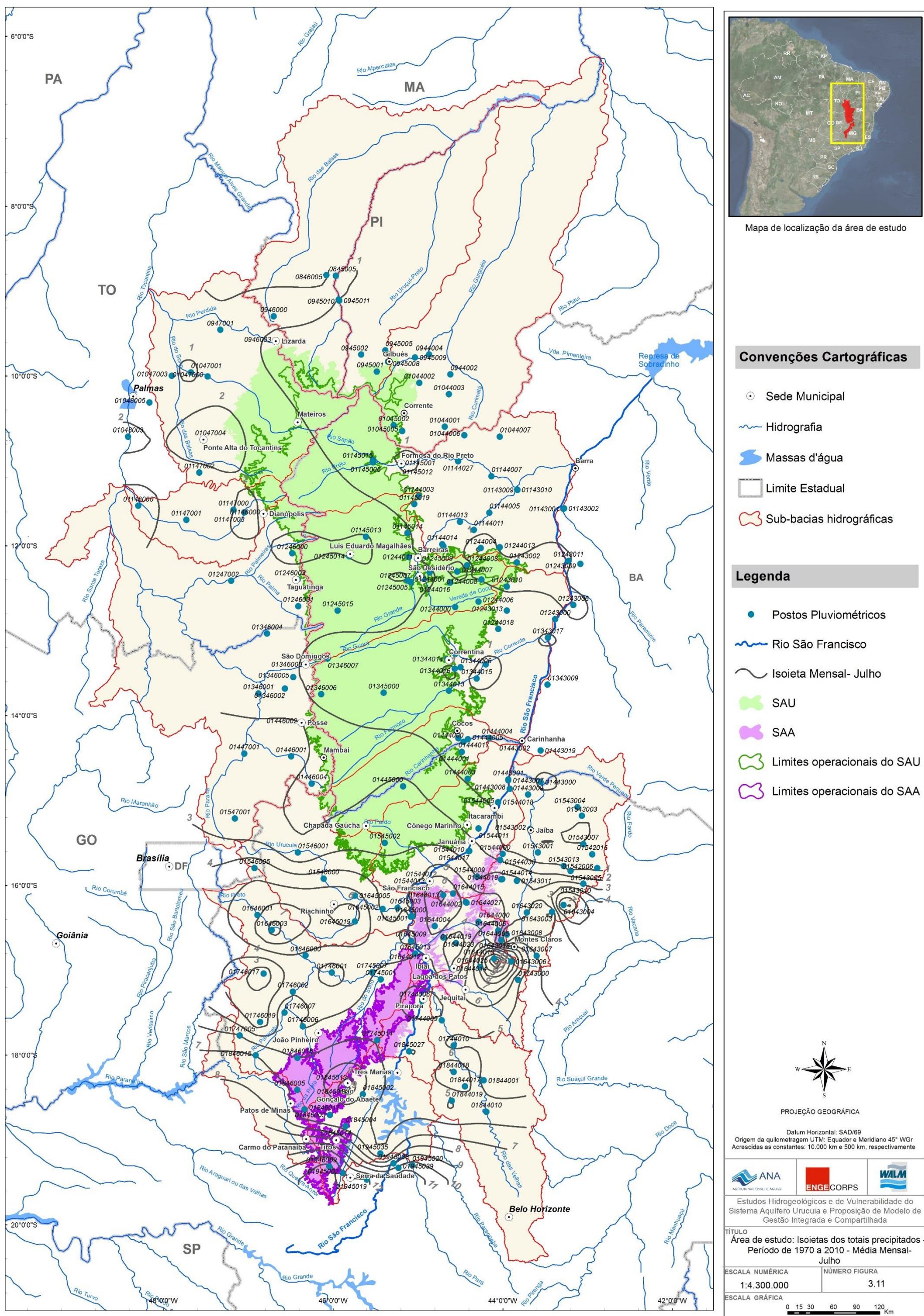


Figura 3.11 - Área de estudo – Isoietas dos totais precipitados – Período de 1970 a 2010 – Média Mensal – Julho

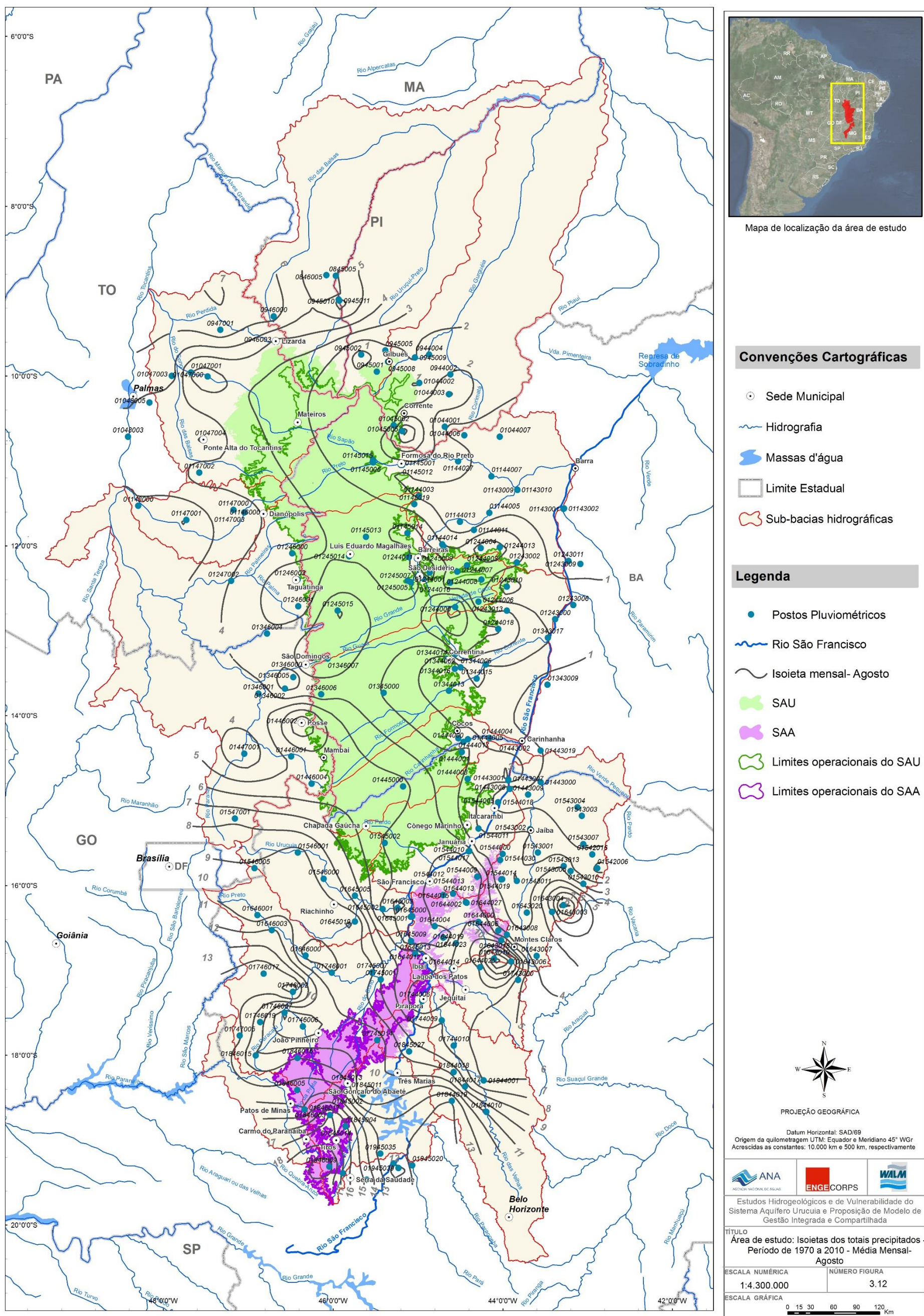
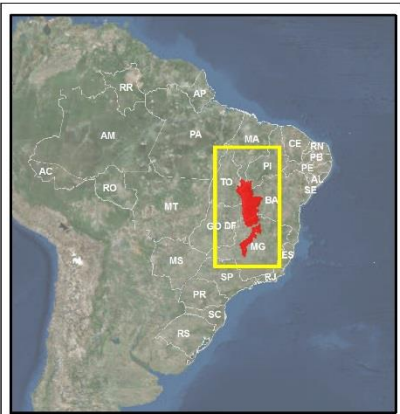
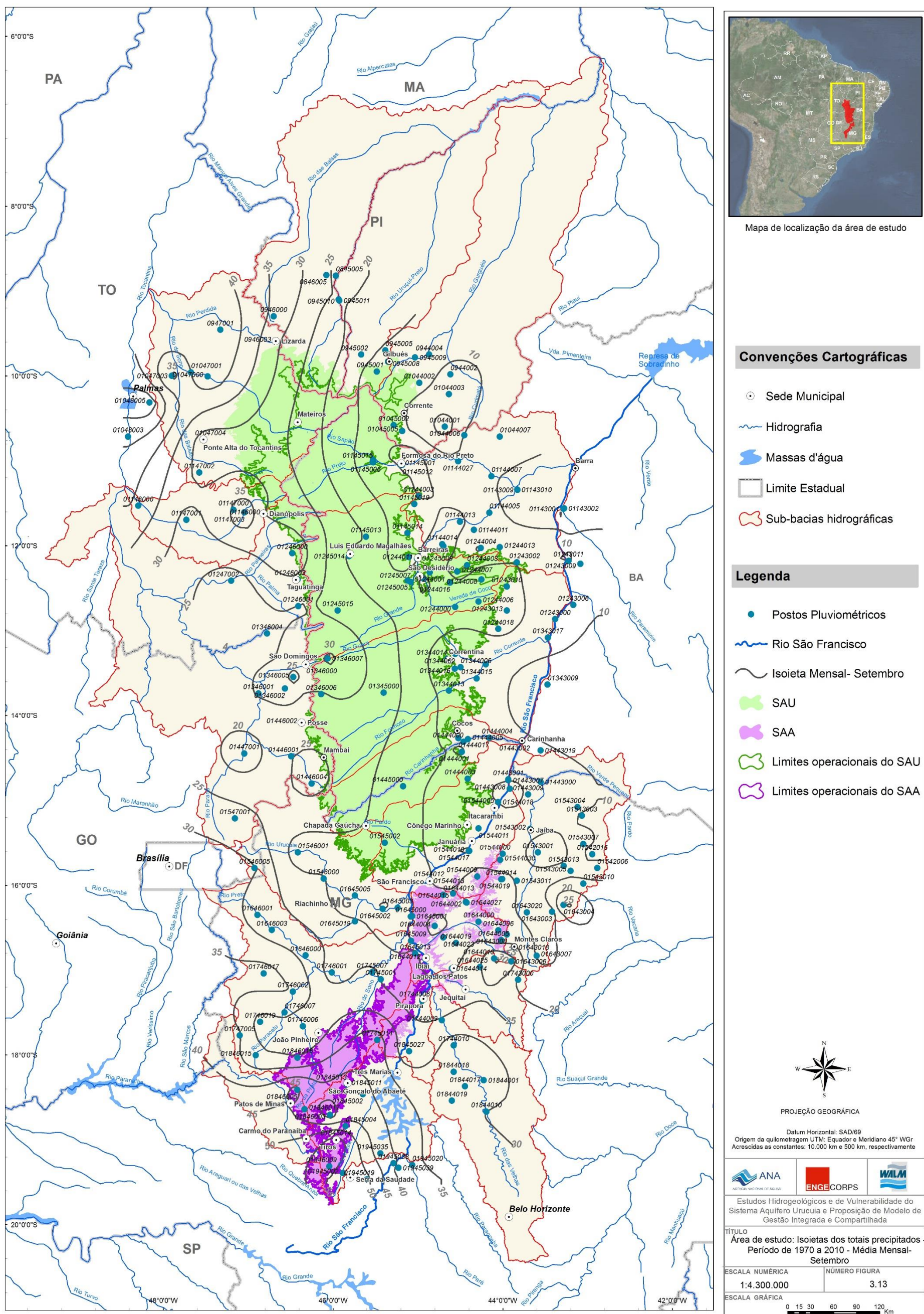


Figura 3.12 - Área de estudo – Isoietas dos totais precipitados – Período de 1970 a 2010 – Média Mensal – Agosto



Mapa de localização da área de estudo

**Convenções Cartográficas**

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Massas d'água
- Limite Estadual
- Sub-bacias hidrográficas

**Legenda**

- Postos Pluviométricos
- Rio São Francisco
- Isoieta Mensal- Setembro
- SAU
- SAA
- Limites operacionais do SAU
- Limites operacionais do SAA



PROJEÇÃO GEOGRÁFICA

Datum Horizontal: SAD/69  
 Origem da quilometragem UTM: Equador e Meridiano 45° WGr  
 Acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente

Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Uruçuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada	
<b>TÍTULO</b> Área de estudo: Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal-Setembro	
ESCALA NUMÉRICA 1:4.300.000	NÚMERO FIGURA 3.13
ESCALA GRÁFICA 	

Figura 3.13 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Setembro

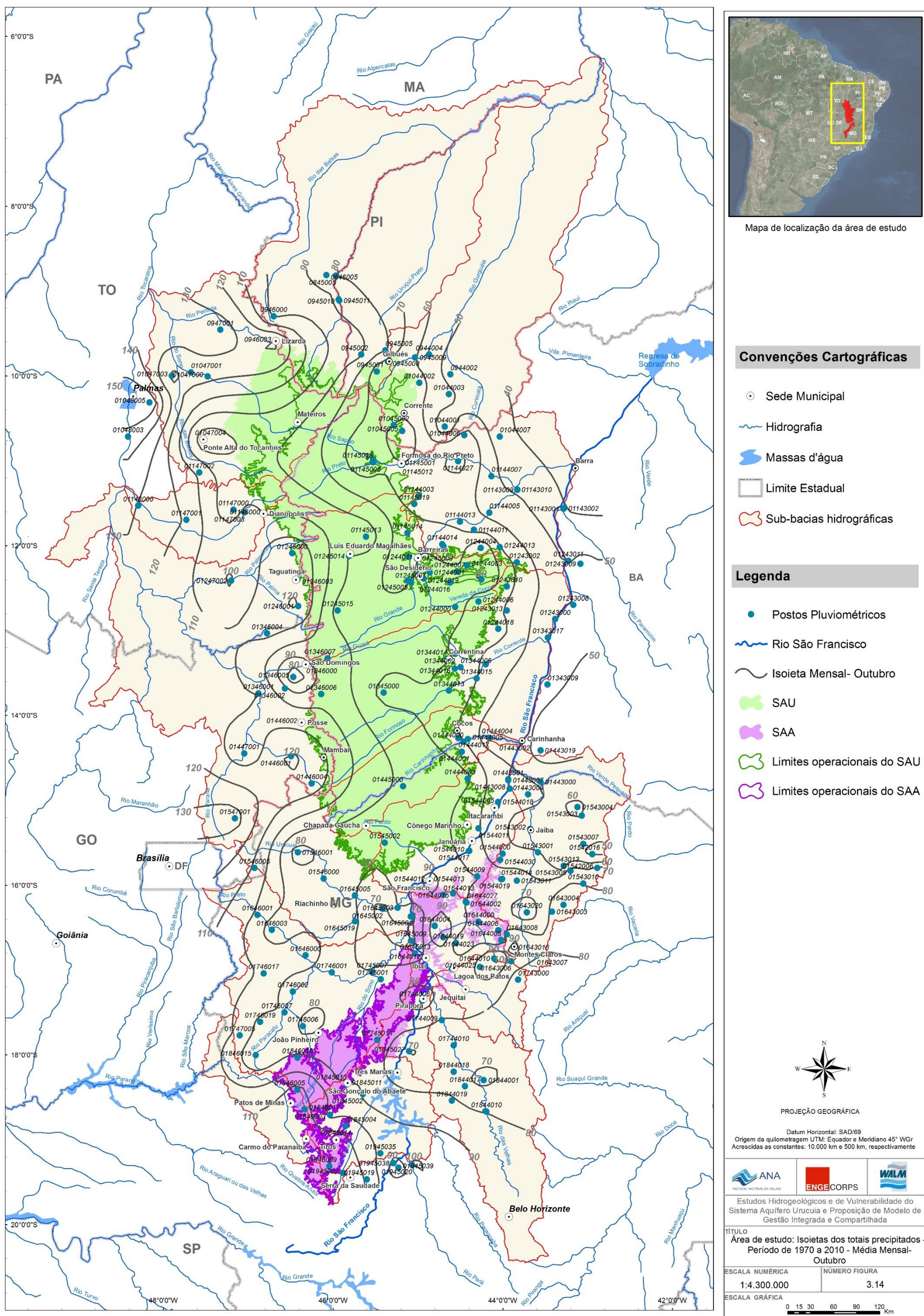


Figura 3.14 - Área de estudo - Isoietas dos totais precipitados - Período de 1970 a 2010 - Média Mensal - Outubro

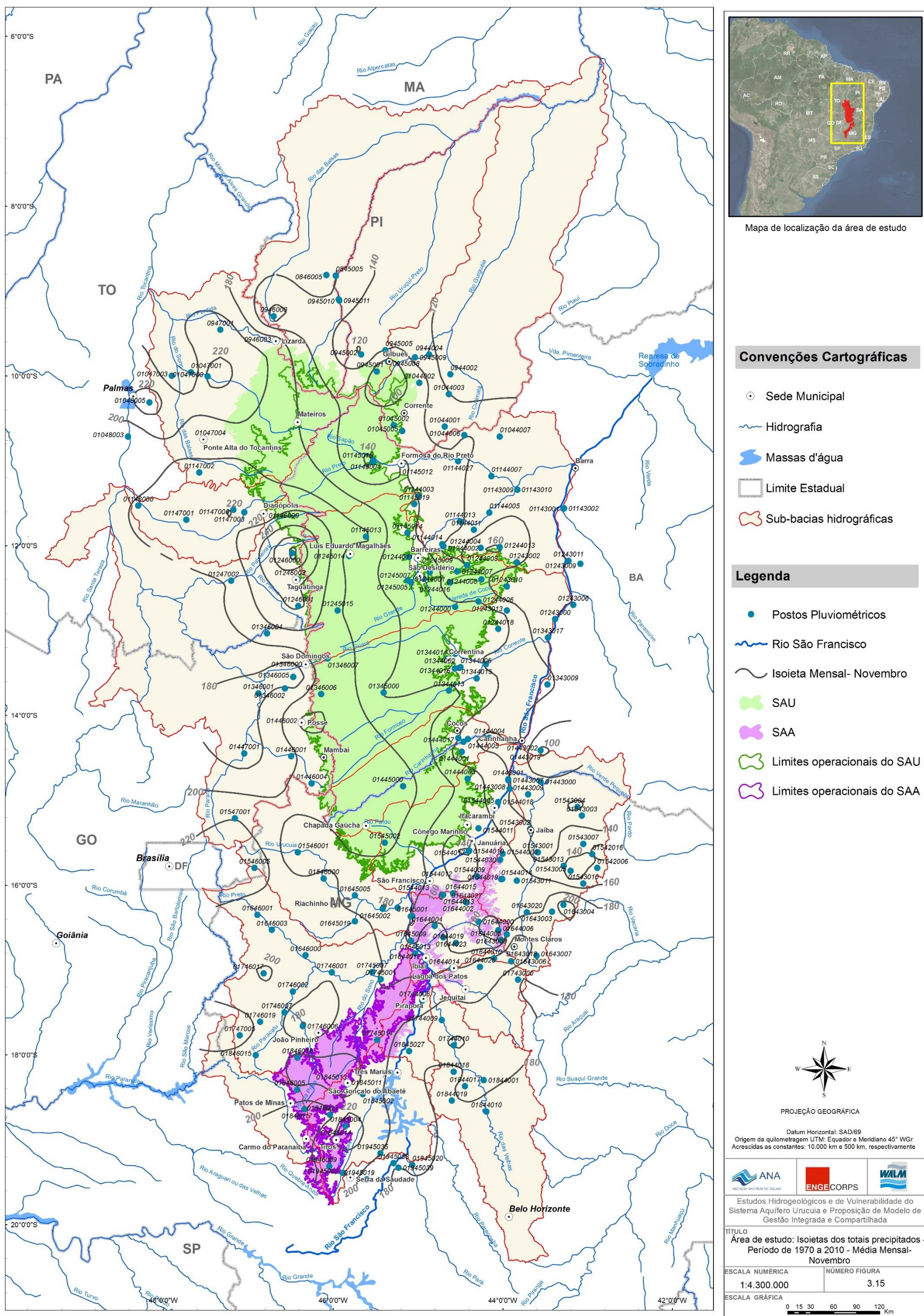


Figura 3.15 - Área de estudo – Isoietas dos totais precipitados – Período de 1970 a 2010 – Média Mensal – Novembro

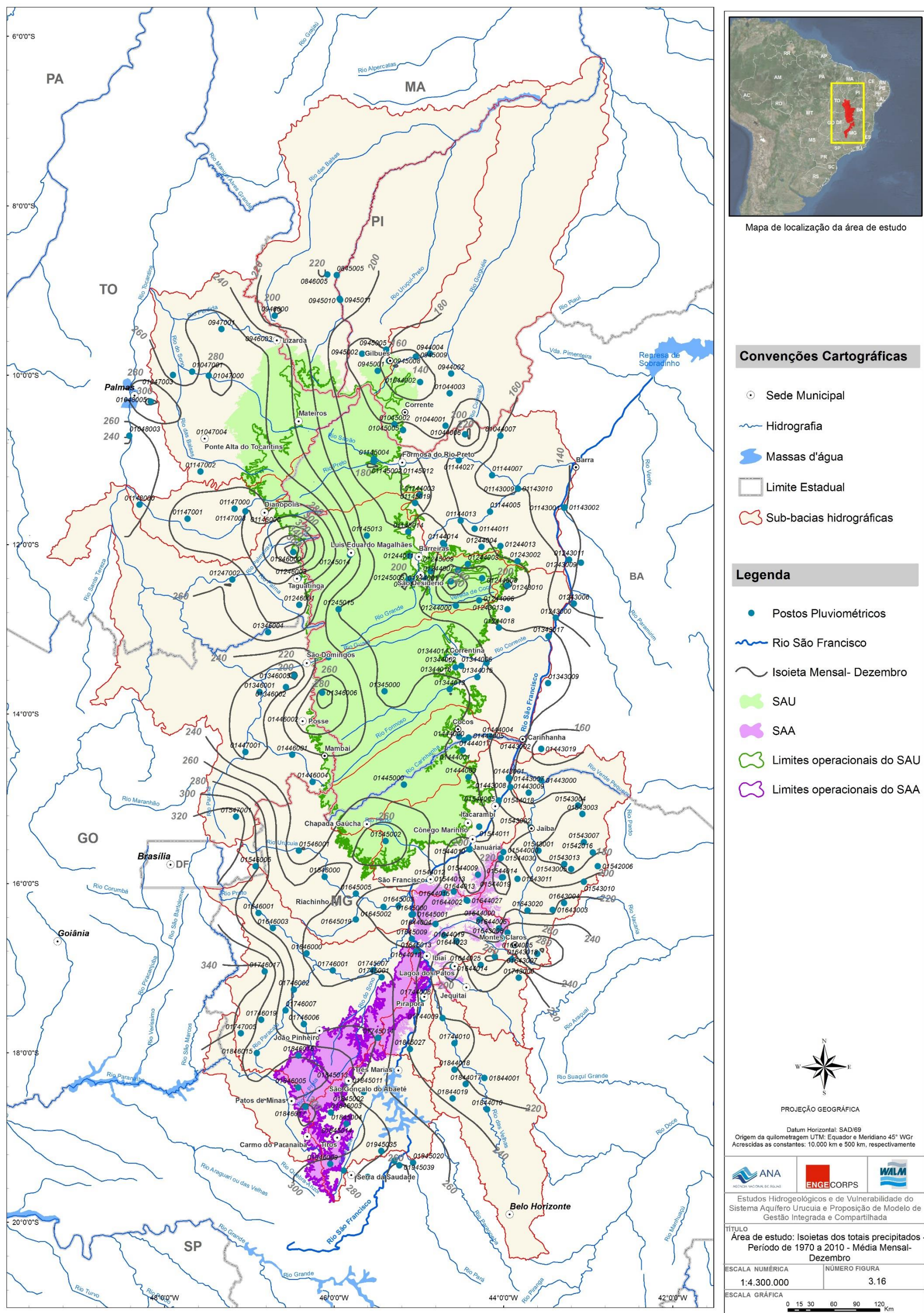


Figura 3.16 - Área de estudo – Isoietas dos totais precipitados – Período de 1970 a 2010 – Média Mensal – Dezembro

### **3.2.2 Dados Fluviométricos**

#### **3.2.2.1 Metodologia dos Estudos**

A análise da disponibilidade de estações na bacia do SAU/SAA, frente ao objetivo deste estudo, permite concluir que, para obtenção das vazões que contribuem para o São Francisco, existem postos fluviométricos próximos ao aquífero que tem a possibilidade de representar bem parte dessas sub-bacias dos sistemas aquíferos. Por outro lado, para a avaliação da contribuição para o Tocantins há insuficiência de postos, ou seja, os postos estão localizados longe da área de afloramento do aquífero, dificultando a obtenção de vazão de contribuição representativa da área de drenagem dos aquíferos. Para a consistência dos postos, tanto daqueles localizados no Tocantins quanto no São Francisco, a metodologia utilizada no presente estudo foi baseada nos seguintes pontos básicos:

- ✓ Análise comparativa das curvas cota x vazão consistidas com leituras observadas;
- ✓ Análise de consistência das cotas médias diárias (limnigramas);
- ✓ Análise de consistência das vazões médias diárias (hidrogramas);
- ✓ Determinação das séries de vazões dos postos principais: extensão da série de vazões médias diárias e preenchimento das falhas de observação.

Para os estudos fluviométricos foram denominados postos principais aqueles situados próximo à borda da área de afloramento do SAU/SAA, os quais melhor possibilitariam avaliar as vazões efluentes das respectivas formações geológicas. No Quadro 3.9 é apresentada a relação dos postos principais selecionados e os dados disponíveis para cada um (Hidroweb).

Conforme pode ser observado no Quadro 3.9 foram selecionados 21 postos principais para a realização dos trabalhos. Essa seleção foi realizada avaliando a indicação de anos disponíveis de dados (meses/12). No entanto, quando posteriormente foi realizada a análise de consistência dos dados disponíveis observou-se que:

- ✓ O posto 41090002 – Ponte da BR-040 no rio Abaeté só existiam dados brutos de cota e vazão, não existindo registros de descarga;
- ✓ O posto 44350000 – Bom Jardim no Ribeirão do Ouro mostrou-se inconsistente.

Em consequência esses postos foram posteriormente excluídos reduzindo a quantidade de postos principais para 19. A Figura 3.17 apresenta os postos fluviométricos selecionados e descartados.

**QUADRO 3.9 - POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS NA ÁREA DO SAU/SAA  
DISPONIBILIDADE DE DADOS**

<b>Código do Posto</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>	<b>Área</b>	<b>Limnigramas</b>	<b>Hidrograma</b>	<b>Curva de Descarga</b>
<b>Bacia do Rio Tocantins</b>						
21300000	Alvorada do Norte	Corrente	3.760	✘	✘	✘
21510000	Ponte São Mateus	São Mateus	1.020	✘	✘	✘
21580000	São Vicente	São Vicente	409	✘	✘	✘
21750000	Lavandeira	Mosquito	1.040	✘	✘	✘
21850000	Rio da Palma	Palma	12.400	✘	✘	✘
22190000	Porto Alegre	Manuel Alves	1.780	✘	✘	✘
22680000	Jatobá (Fazenda Boa Nova)	Sono	16.900	✘	✘	✘
22730000	Porto Gilândia	Balsas	4.730	✘	✘	✘
<b>Bacia Atlântico Trecho Norte/Nordeste – Sub-bacia Rio Parnaíba</b>						
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	12.900	✘	✘	✘
<b>Bacia do Rio São Francisco</b>						
41090002	Ponte da BR-040	Abaeté	5.320	✘	✘	-
42365000	Ponte da BR-040 – Prata	Prata	3.360	✘	✘	✘
42850000	Cachoeira das Almas	Sono	4.390	✘	✘	✘
42980000	Porto Alegre	Paracatu	41.300	✘	✘	✘
43880000	Santo Inácio	Urucuia	23.800	✘	✘	✘
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	3.230	✘	✘	✘
44350000	Bom Jardim	Rib. do Ouro	884	✘	✘	✘
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	12.600	✘	✘	✘
45220000	Capitânea	Coxá	2.380	✘	✘	✘
45910001	Sta. Maria da Vitória	Corrente	29.500	✘	✘	✘
46610000	São Sebastião	Grande	32.900	✘	✘	✘
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	14.300	✘	✘	✘



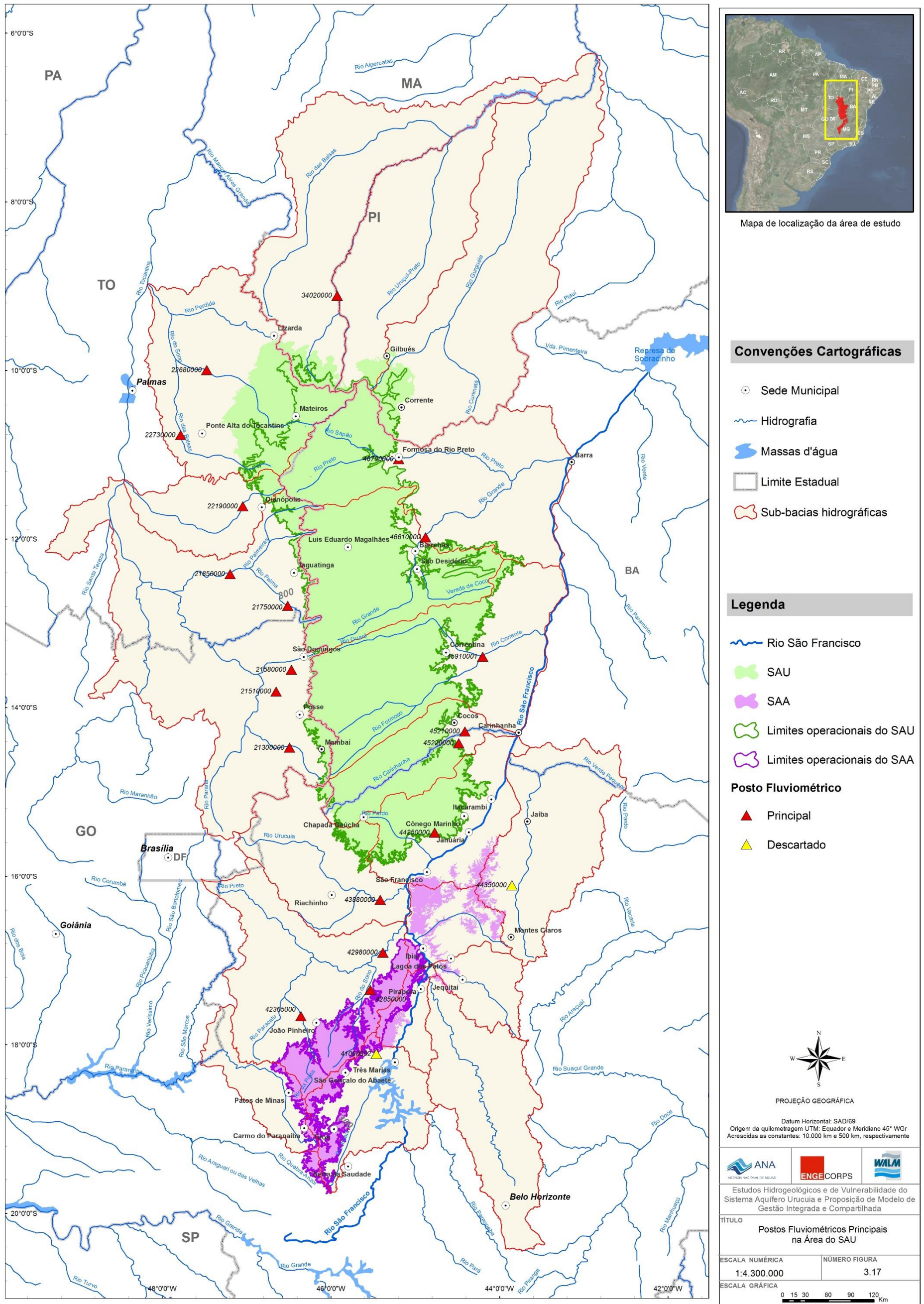


Figura 3.17 – Postos Fluviométricos Principais na Área de Afloramento do SAU e SAA.

### 3.2.2.2 Critério de Seleção dos Postos Auxiliares

Postos auxiliares são aqueles que possibilitam analisar a consistência de dados dos postos principais e efetuar o preenchimento de falhas e extensão das séries. Para a seleção dos postos fluviométricos auxiliares seguiu-se uma ordem de preferência por critérios. Primeiramente foram considerados os postos localizados na mesma bacia ou na circunvizinhança, de preferência no mesmo curso d'água. Na sequência, foram escolhidos postos com quantidade de dados julgada adequada para este estudo.

No Quadro 3.10 a seguir são apresentados os postos auxiliares utilizados para consistência e para preenchimento dos postos principais. Os números das colunas identificam a preferência de utilização, por similaridade hidrológica.

**QUADRO 3.10 - RELAÇÃO DE POSTOS AUXILIARES UTILIZADOS NA ANÁLISE, PREENCHIMENTO EXTENSÃO DE SÉRIES DOS POSTOS PRINCIPAIS**

Código do Posto	Postos auxiliares				
	1	2	3	4	5
21300000	21220000	21500000	21560000	-	-
21510000	21500000	21560000	21600000	-	-
21580000	21560000	21510000	21300000	21600000	21750000
21750000	21850000	21890000	-	-	-
21850000	21650000	21890000	21900000	-	-
22190000	21850000	22220000	22730000	-	-
22680000	22700000	22730000	22750000	22900000	-
22730000	22190000	22680000	22700000	22750000	-
34020000	34030000	34040000	-	-	-
41090002 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-	-
42365000	42290000	42395000	-	-	-
42850000	42860000	42930000	42365000	-	-
42980000	42750000	42690000	42930000	-	-
43880000	43670000	43980000	-	-	-
44250000	44540000	-	-	-	-
44350005 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-
45210000	45131000	45260000	45220000	-	-
45220000	45240000	45239998	-	-	-
45910001	45725000	45960001	45770000	45780000	45880000
46610000	46650000	46620000	-	-	-
46790000	46830000	46770000	46780000	46870000	-

Nota (1): Não tem registro de descarga e só tem dados brutos de cota e vazão (2): Posto inconsistente

### 3.2.2.3 Análise de Consistência das Relações Cota x Vazão

Para a análise de consistência dos pares cota x vazão fornecidos pela ANA para as estações fluviométricas localizadas na área de estudo circunvizinhança foram elaborados os gráficos com as relações de pares cota x vazão e incluídas as medições de descarga bruta e consistida. Foram utilizados os seguintes procedimentos na análise de consistência das relações cota x vazão:

- ✓ Análise do comportamento geral ou tendência de todas as relações cota x vazão através da visualização dos gráficos, observando se houve convergência para as vazões mais altas ou ramo superior, e aderência às medições de descarga;
- ✓ Análise da aderência entre os pares cota x vazão e as medições de descarga disponíveis, nos respectivos períodos de validade.

### Análise do Comportamento

Para cada posto fluviométrico foi realizada a análise do comportamento geral ou tendência das relações cota x vazão através de visualização das plotagens dos pares cota x vazão e das medições de descarga. Desprezaram-se os pares cota x vazão que apresentavam dispersões e avaliaram-se aqueles que se alinharam segundo uma curva. Verificou-se também a aderência aos dados de medição de vazão.

Com relação à análise de comportamento verificou-se que ocorreram situações em que havia mais de uma curva-chave e que eram relacionadas a períodos diferentes. Porém, observou-se também que para alguns postos os pares cota x vazão oscilaram entre as curvas ao longo do período apresentado. Isto pode ter ocorrido devido à incidência de um fundo móvel, sobre um solo arenoso, decorrente do transporte de sedimentos alterando o gradiente periodicamente. Nos postos onde foram observadas mais de uma curva de descarga foram identificados os períodos utilizados para utilização de cada curva. O Quadro 3.11 mostra os postos principais que apresentaram mais de uma curva de descarga para períodos distintos.

**QUADRO 3.11 - POSTOS COM CURVAS-CHAVE DEFINIDAS PARA PERÍODOS DISTINTOS**

<i>Código do Posto</i>	<i>Curva</i>	<i>Período</i>
21580000	1	19/10/74 a 15/12/75
		21/12/87 a 20/12/89
		01/01/02 a 31/12/06
	2	01/01/78 a 31/12/79
		01/04/96 a 31/03/98 01/05/98 a 31/12/01
3	20/04/80 a 19/12/85	
	01/01/05 a 30/09/06	
	22/12/85 a 20/12/87	
21750000	1	19/03/94 a 20/04/96
		01/11/74 a 31/12/99
	2	01/01/00 a 20/04/96
		25/12/75 a 29/02/76
		11/05/95 a 31/12/01
21850000	2	16/01/78 a 13/02/83
		24/06/73 a 24/12/75
	3	01/03/76 a 15/01/78
		14/02/83 a 10/05/95
		01/01/02 a 30/09/06

Continua...

**QUADRO 3.11 - POSTOS COM CURVAS-CHAVE DEFINIDAS PARA PERÍODOS DISTINTOS**

<b>Código do Posto</b>	<b>Curva</b>	<b>Período</b>		
22190000	1	18/02/76 a 09/05/78 01/01/80 a 17/01/82 10/04/95 a 30/09/05		
	2	01/11/75 a 15/02/76 10/05/78 a 31/12/79 18/02/82 a 14/02/93		
34020000	1	01/01/73 a 31/03/76 01/04/76 a 31/12/80 01/01/81 a 30/12/84		
	2	31/01/84 a 07/01/92 08/01/92 a 31/12/05		
42850000(1)	1/2	1/1/1974 a 29/11/05		
43880000	1	01/01/76 a 30/04/92 01/05/92 a 31/12/98		
	2	01/01/99 a 31/08/00 01/09/00 a 09/05/04 01/01/06 a 30/06/06		
	3	10/05/04 a 31/12/05		
44250000	1	1/8/73 a 22/1/93		
	2	23/1/93 a 31/1/99		
	3 <sup>(1)</sup>	01/01/00 a 31/12/05		
45210000	1	28/5/69 a 31/12/76		
	2	1/1/79 a 8/3/99		
	3	9/3/99 a 18/2/02		
	4	19/2/02 a 31/12/05		
45220000	1	1/9/50 a 4/1/56		
	2	2/4/56 a 16/10/68		
	3	17/10/68 a 31/12/76		
	4	1/1/79 a 25/12/89		
	5	26/12/89 a 13/12/95		
	6	14/12/95 a 31/12/05		
45910001	1	1/1/77 a 16/12/98		
	2	17/12/98 a 31/12/06		
46610000	1	01/01/77 a 21/12/98 31/12/01 a 18/10/04		
	2	12/12/98 a 01/01/02		
	3	19/10/04 a 31/12/06		
46790000 <sup>(2)</sup>	1	22/08/41 a 31/10/47 01/11/52 a 28/12/56 01/02/61 a 30/06/62 01/01/71 a 31/12/76		
		2	01/11/47 a 31/10/52 26/11/58 a 31/01/61 23/09/62 a 16/04/63 03/08/68 a 31/12/69 01/01/77 a 31/12/95 01/01/06 a 31/12/06	
			3	29/12/56 a 25/11/58 01/02/61 a 30/06/62
				4

Notas (1): Visualizam-se as curvas, porém não se consegue definir um período porque os pares se alternam entre as curvas. (2): Uma mesma curva com vários períodos ao longo de toda a série.

---

Para exemplificar a Figura 3.18 apresenta as curvas de descarga do posto principal 45220000 – Capitânea – rio Coxá mostrando as 6 curvas existentes, conforme dados obtidos no Hidroweb e consistidos neste estudo.

O gráfico mostra que para o posto 45220000 – Capitânea – rio Coxá as seis curvas e os respectivos períodos estão bem definidos.

As medições de descarga apresentaram boa aderência com as curvas cota x vazão definidas em períodos recentes, ou seja, a partir de 1970, coincidente com o período selecionado para análise no presente trabalho. Para os períodos anteriores não foram encontradas medições de descarga que justifiquem o comportamento destas curvas, ressaltando-se que na década de 50 foram obtidos resultados de oito campanhas de medição de vazão.

Na análise do posto 42850000 – Cachoeira das Almas – rio do Sono, por exemplo, as curvas obtidas apresentaram pontos de cota x vazão que oscilam entre as curvas para o período todo, 1974 a 2005, não definindo um período certo que caracterize as duas curvas. A Figura 3.19 mostra a curva cota x vazão consistida do posto 42850000 – Cachoeira das Almas – rio do Sono, mas sem definição do período das curvas.

Observou-se boa aderência das medições de descarga na parte baixa da curva (vazões até cerca de 150 m<sup>3</sup>/s). Acima destes valores as medições de descarga indicaram duas tendências: uma aderência às curvas de descarga e outra com vazões inferiores, aparentemente forçando a curva para baixo. Considerou-se ajustada a escolha anterior, ou seja, a utilizada na elaboração da curva cota x vazão.

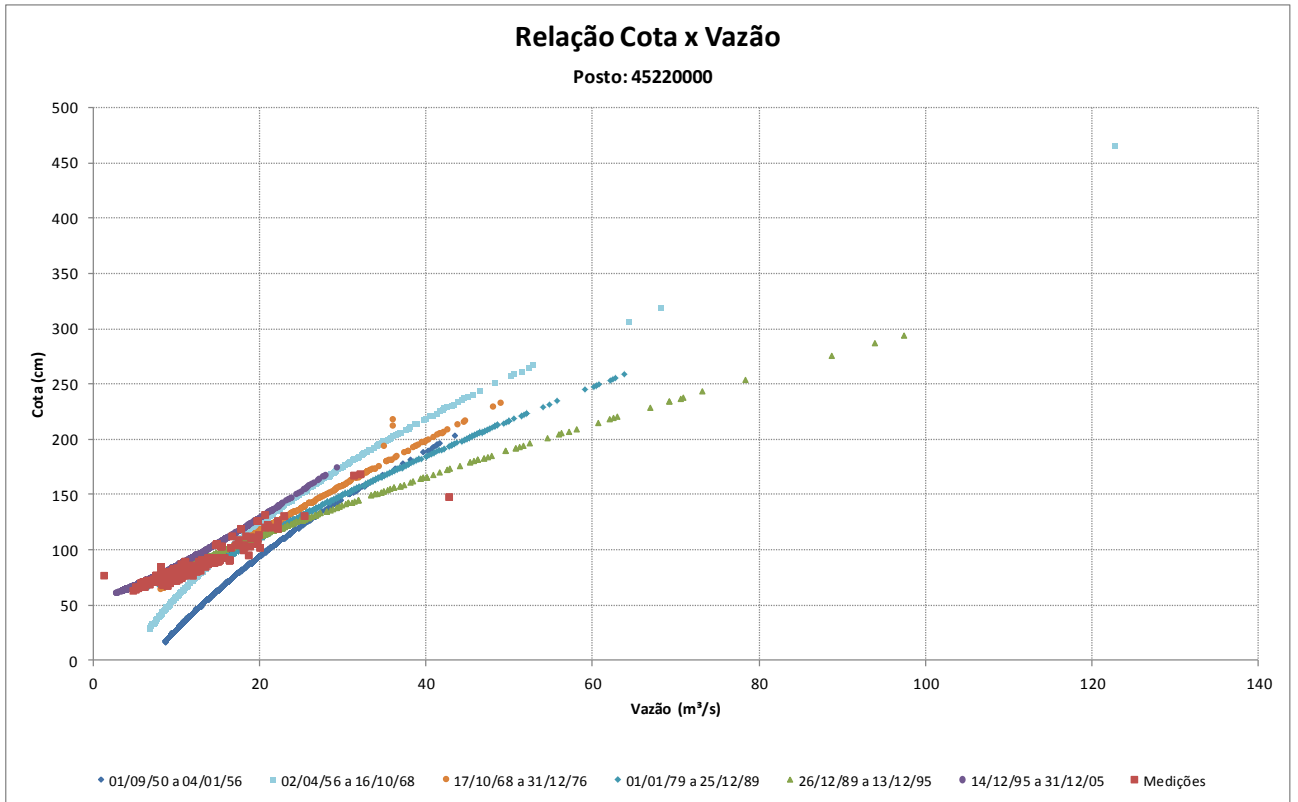


Figura 3.18 - Análise de Consistência da Curva Cota x Vazão  
Posto 45220000 – Capitânea no rio Coxá – Período de 01/09/1950 a 31/12/1995

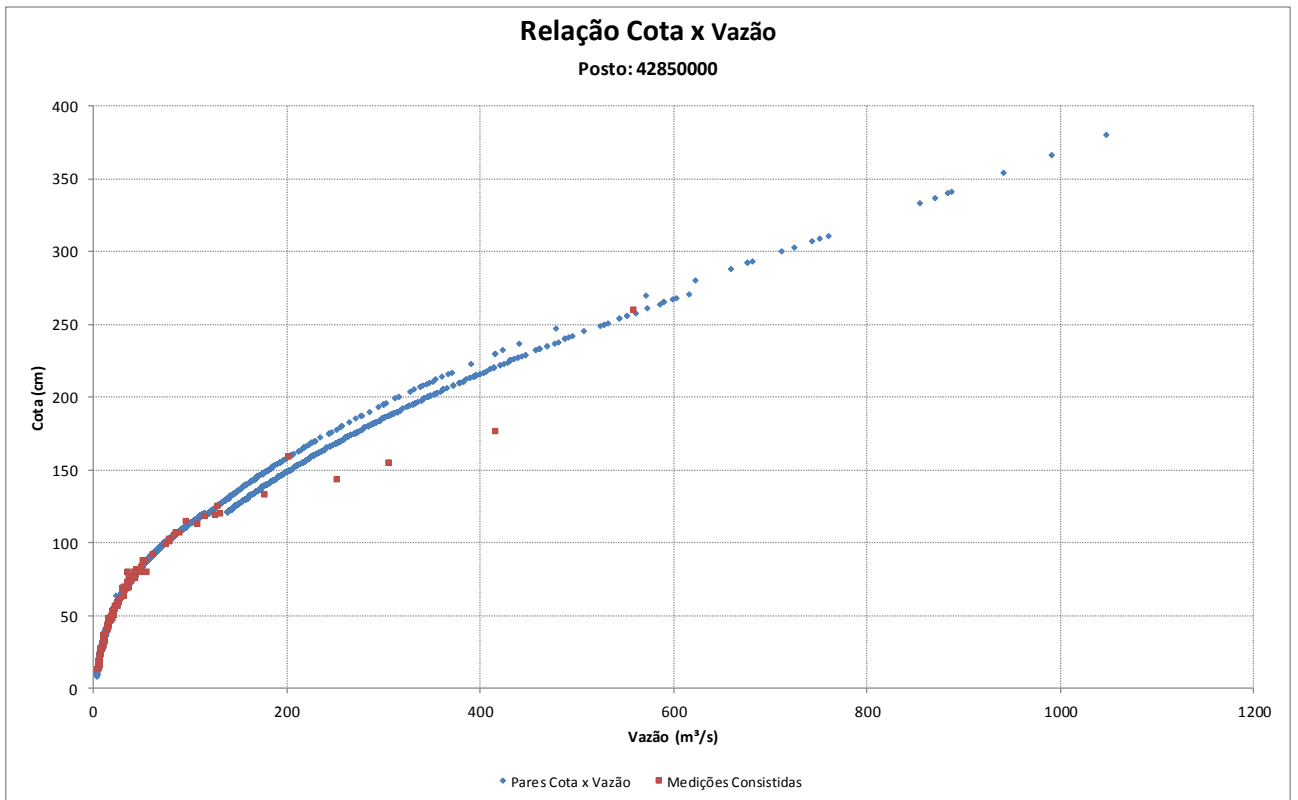
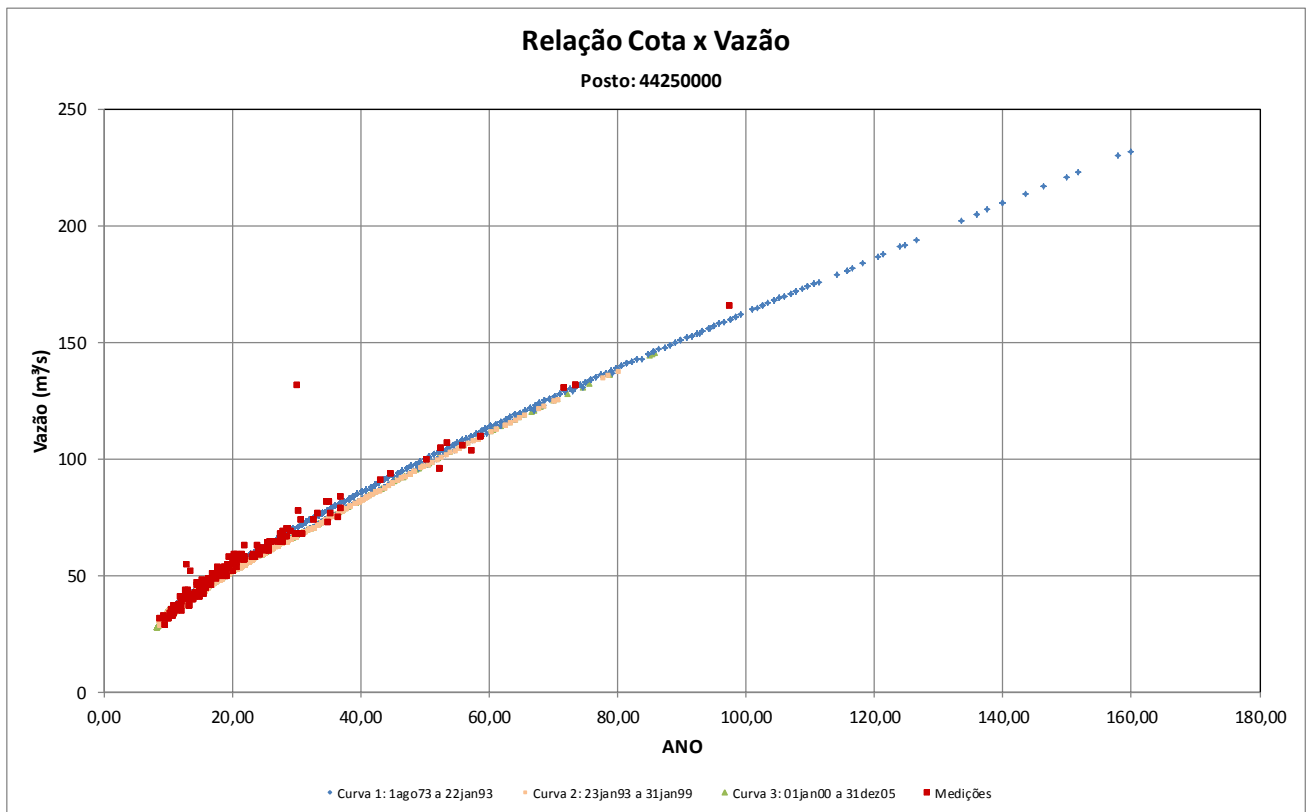


Figura 3.19 - Análise de Consistência da Curva Cota x Vazão  
Posto 42850000 – Cachoeira das Almas no Rio do Sono (MG) – Período 1/1/1976 a 31/12/2005

O posto 44250000 – Usina dos Pandeiros – rio Pandeiros, por sua vez, apresenta 3 curvas cota x vazão. A curva 3 que na verdade seriam duas que se convergem. Contudo, não se consegue definir o período de cada uma, pois os pares cota x vazão, para o período de 2000 a 2005, oscilam entre uma e outra.

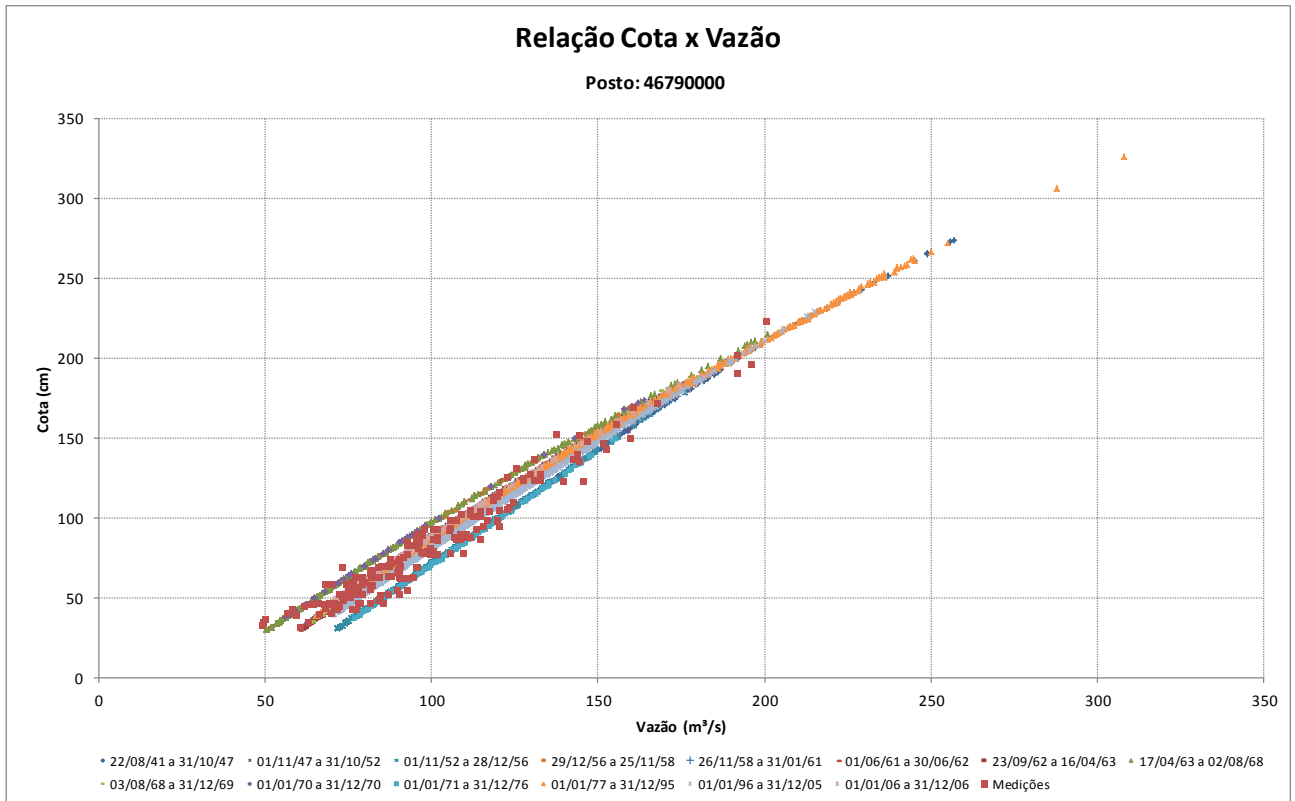
### Medições de Descarga

A Figura 3.20 apresenta as curvas do posto 44250000 - Usina dos Pandeiros – rio Pandeiros.



**Figura 3.20 - Análise de Consistência da Curva Cota x Vazão**  
**Posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante no Rio dos Pandeiros – Período de 1/8/1973 a 31/12/2005**

No posto 46790000 - Formosa do Rio Preto – rio Preto estão registrados 14 períodos de validade para as curvas cota x vazão. Na realidade há quatro curvas cota x vazão, para as quais durante todo o período, agosto/1941 a dezembro/2006, os pares cota x vazão alternam-se entre as curvas. Observou-se boa aderência das medições de descarga com esse conjunto de curvas. Como mencionado anteriormente, esse comportamento deve ser decorrente de fundo móvel, decorrente do transporte de sedimentos em períodos de cheia.

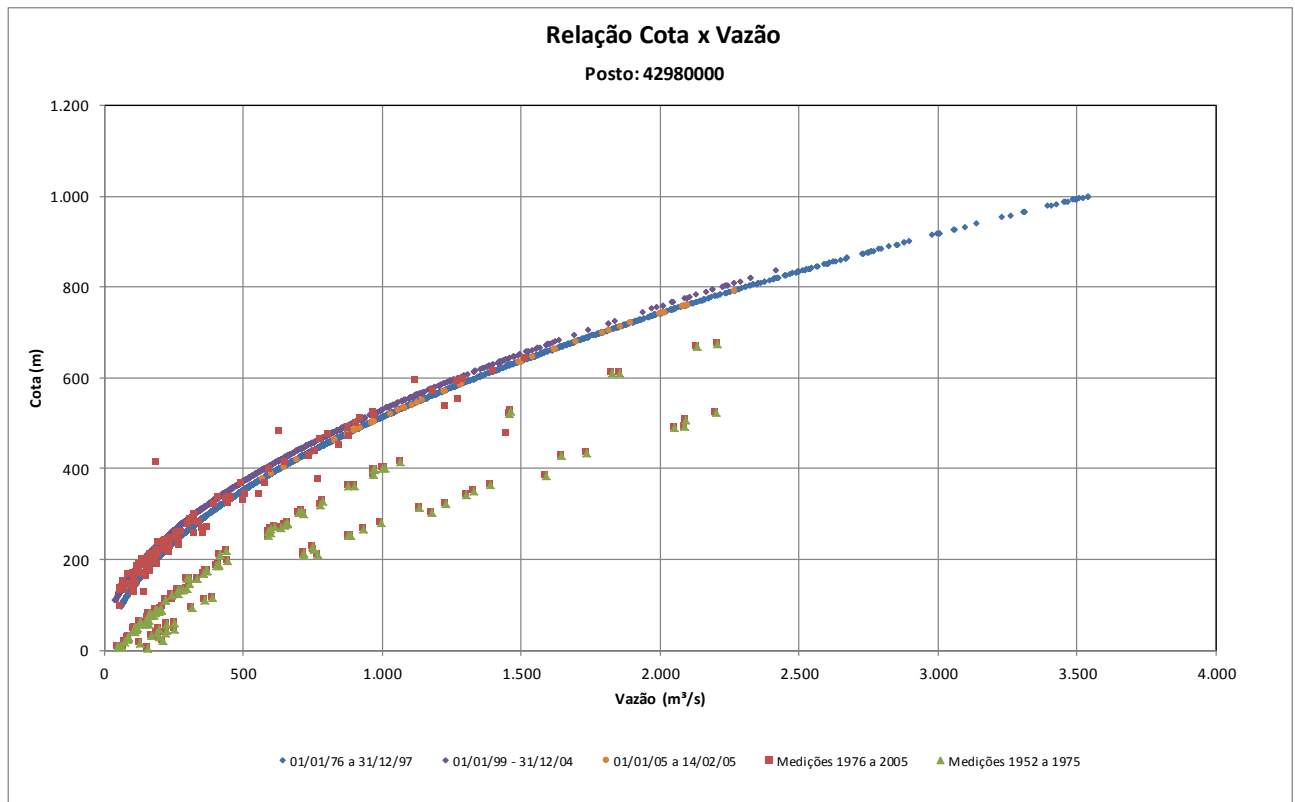


**Figura 3.21 - Análise de Consistência da Curva Cota x Vazão**  
**Posto 46790000 – Formosa do Rio Preto no Rio Preto – Sub-bacia Médio/Baixo Grande**  
**Período de 23/8/1941 a 31/12/2006**

No posto 42980000 - Porto Alegre – rio Paracatu – foram registrados 3 períodos de validade da curva cota x vazão. Observou-se também que as medições de descarga apresentam desníveis da ordem de 1,0 e 2,0 m em relação às curvas cota x vazão identificadas. As análises efetuadas mostraram que essas curvas resultariam em níveis negativos para vazões baixas, motivo pelo qual deve ter sido realizada a reinstalação do posto com cotas mais elevadas. Além disso, essas medições em cotas mais baixas foram realizadas no período de 1952 a 1975, para o qual não foram obtidos pares cota x vazão.



A Figura 3.22 apresenta as curvas cota x vazão do posto 42980000 - Porto Alegre – rio Paracatu.



**Figura 3.22 - Análise de Consistência da Curva Cota x Vazão  
Posto 42980000 – Porto Alegre no rio Paracatu – Período de 1976 a 2005**

Concluídos os trabalhos de verificação da aderência dos pares cota x vazão e das medições de descarga, bem como da identificação dos períodos de validade de cada relação, foram determinadas equações para cada curva chave, obtendo-se o melhor ajuste para cada uma, através de regressões polinomiais de até 4º grau, logarítmicas ou potenciais.

#### 3.2.2.4 Análise da Aderência dos Pares Cota x Vazão

Observou-se grande incidência de pares cota x vazão cuja plotagem não se alinhava com as curvas cota x vazão definidas conforme exposto. Ressalta-se que esses pares cota x vazão foram desprezados nos trabalhos de identificação das curvas cota x vazão.

Nas situações em que os pares de cota x vazão não apresentaram boa aderência quando comparados às medições de descarga consistida, a consolidação das vazões observadas ocorreu através da correção dos pontos discrepantes. A seguir são descritas algumas situações:

- ✓ Dados de vazão sem cota. Nesses casos, por desconhecer como foram obtidas as referidas vazões, os dados foram eliminados do histórico;
- ✓ Dados de cota sem vazão. Nesses considerando que o processo de obtenção dos pares cota x vazão resulta do recebimento de dados de campo com as observações de régua e posterior

cálculo da vazão pela curva cota x vazão, foram considerados os valores de cota com o cálculo da vazão pelas curvas cota x vazão determinadas no estudo, para cada período de validade;

- ✓ Dados de cota x vazão discrepantes em relação às curvas cota x vazão. Nesses casos foram considerados corretos os valores de cota e foram corrigidos os valores de vazão pelas curvas cota x vazão determinadas no estudo, para cada período de validade.

Como exemplo, no posto 46610000 – São Sebastião – rio Grande, para o período de 1/1/86 a 21/12/98, os pares cota x vazão com cotas entre 223 cm e 384 cm apresentavam valores distorcidos de vazões em relação à curva-chave. Esses valores foram corrigidos utilizando a curva 1. Enquanto que os dados de vazão sem cota foram excluídos do histórico. A Figura 3.23 mostra a plotagem dos pares cota x vazão do posto 46610000 – São Sebastião – rio Grande sem e com consistência.

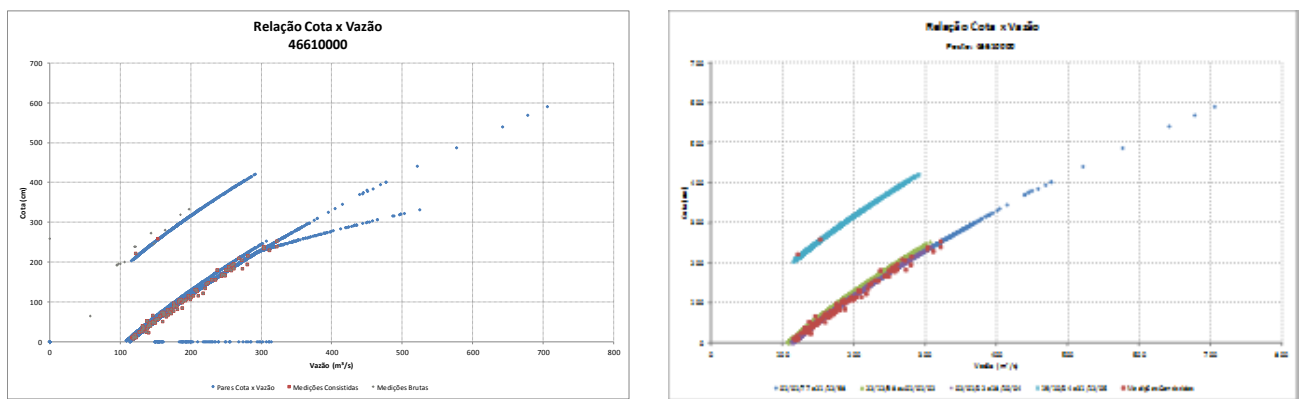


Figura 3.23 - Análise de Consistência da Curva Cota x Vazão.

Posto 46610000 – São Sebastião no Rio Grande – Sub-bacia Médio Baixo Grande – Período de Jan/1977 a Dez/2006.

### Apresentação dos Resultados

Ao longo deste item, para melhor compreensão dos trabalhos realizados em cada posto fluviométrico foram apresentados a título de exemplo plotagens selecionados de várias situações observadas.

No **Anexo VIII – Relação Cota x Vazão dos Postos Selecionados**, estão apresentadas duas plotagens para cada posto fluviométrico:

- ✓ Plotagem dos pares cota x vazão, conforme obtidos no banco de dados Hidroweb, incluindo as medições de vazão;
- ✓ Plotagem dos pares cota x vazão, incluindo as medições de vazão, após a realização dos trabalhos de consistência do posto fluviométrico.

Ressalte-se que ambas as plotagens estão apresentadas em uma única folha para facilitar a comparação entre ambas e a avaliação dos resultados obtidos.

### 3.2.2.5 Análise de Consistência das Cotas Médias Diárias

A análise de consistência dos dados fluviométricos foi efetuada verificando-se as cotas médias diárias registradas para os postos fluviométricos selecionados.

Inicialmente foi realizada uma análise visual dos limnigramas dos postos principais e os pontos extremos suspeitos de inconsistência foram levantados e comparados com postos secundários próximos, de montante ou jusante. Caso tenha ocorrido variações semelhantes nos postos secundários próximos, os dados do posto principal foram considerados consistidos. No caso de ausência de dados e/ou postos próximos, foram verificados dados pluviométricos de um posto próximo. Nos casos de leituras diárias das cotas com um ponto extremo e havendo correspondência nos valores de chuva, o ponto foi considerado consistente; caso contrário, a cota para aquele dia foi desconsiderada.

Portanto, a análise dos limnigramas permitiu verificar inconsistências e datas onde ocorreram alterações no posto fluviométrico. O Quadro 3.12 apresenta os postos cujos dados extremos foram comparados com postos pluviométricos.

**QUADRO 3.12 – PARES DE POSTOS COMPARADOS NA VERIFICAÇÃO DE PONTOS EXTREMOS DE COTAS**

<i>Posto Fluviométrico</i>	<i>Posto Pluviométrico</i>
21580000	01346005
22730000	01147002
34020000	0945011
44250000	01544917
42365000	01746006

Os demais postos, analisados a partir de dados de postos a jusante, apresentaram coerência na comparação dos limnigramas. A comparação com mais de um posto foi necessária quando o período de dados do posto auxiliar não era coincidente para todo o período do posto principal. Como no caso do posto 45220000 – Capitânea – rio Coxá, a consistência foi realizada por comparação com o posto 45240000 – Montalvânia – rio Coxá, que apresenta dados consistidos de 1/9/1955 a 31/10/1975, e com o posto 45239998 – Montalvânia/Montante – rio Coxá, de 1/9/1974 a 30/6/1981. Os dados apresentaram-se coerentes face à comparação.

Em outra situação, ao se comparar o posto principal 45910001 - Santa Maria da Vitória – rio Corrente com o posto 45960001 - Porto Novo – rio Corrente, localizado a jusante, verificou-se que o posto auxiliar apresenta os mesmos dados de cota do que o posto principal. Utilizaram-se então postos auxiliares a montante (45725000, 45590000, 45770000 e 45840000) que apresentam valores no período de 1977 a 2006 concluindo-se que os valores da estação 45910001 - Santa Maria da Vitória – rio Corrente são pertinentes.

Na análise do limnigrama do posto 46610000 - São Sebastião – rio Grande, verificou-se que estava coerente, entretanto, a partir de 19/10/2004 observou-se um salto de aproximadamente 200 cm no gráfico (que se reflete na curva-chave 3). Tal ocorrência foi interpretada como uma

alteração na graduação da régua e isso ocorreu possivelmente por causa de cotas mínimas que chegaram ao zero. Como o hidrograma apresenta continuidade, conclui-se que os dados estão consistentes e atesta a alteração na régua descrita. No **Anexo X - Limnigramas dos Postos Fluviométricos** Principais são apresentados os limnigramas para os postos fluviométricos selecionados e consistidos.

### 3.2.2.6 *Análise de Consistência das Vazões Médias Diárias*

A consistência das vazões médias diárias nos postos fluviométricos foi verificada através da análise visual dos hidrogramas. A análise de consistência de vazões médias diárias é, na verdade, uma oportunidade de efetuar uma reavaliação conjuntada consistência das relações cota x vazão e das cotas médias diárias.

Da mesma forma que na consistência dos limnigramas, os hidrogramas dos postos principais também se apresentaram coerentes quando comparados com os postos auxiliares.

Como mencionado na análise de consistência dos limnigramas para o posto 45910001 - Santa Maria da Vitória – rio Corrente, o posto auxiliar 45960001 - Porto Novo – rio Corrente, que se encontra a jusante, apresenta exatamente os mesmos dados de vazão e mesmo hidrograma. Utilizou-se então postos dos afluentes (45725000, 45590000, 45770000 e 45840000) que apresentaram valores no período de 1977 a 2006. Estimou-se um hidrograma aproximadamente resultante, do qual foi possível concluir que os valores da estação 45910001 - Santa Maria da Vitória – rio Corrente estavam coerentes, embora elevados.

### **Preenchimento de Falhas e Extensão das Vazões dos Postos Fluviométricos Principais**

O preenchimento de falhas e extensão foi efetuado para os 19 postos principais utilizados no estudo do SAU/SAA. O conjunto de postos auxiliares cujos dados foram consistidos foi utilizado para possibilitar o preenchimento de falhas e extensão das séries dos postos principais. O Quadro 3.10 apresentado anteriormente indicou a relação dos postos auxiliares que foram utilizados para o preenchimento e extensão das séries, bem como a ordem de preferência para utilização dos postos secundários.

Para preenchimento e extensão da série de vazões, para o período de 1970 a 2010, foi considerada a área de drenagem do posto selecionado e do posto secundário, que é o mais próximo. Quando necessário foram utilizados mais de um posto auxiliar, de modo a cobrir todo o período de estudo, dando preferência aos postos com maior similaridade hidrológica: situado no mesmo rio e com área similar, na mesma sub-bacia e em sub-bacias vizinhas, nesta ordem. Para o preenchimento foi utilizada a equação a seguir:

$$Q_p = Q_s \times \left(\frac{A_p}{A_s}\right)^n$$

Sendo:

- ✧  $Q_p$  = Vazão média diária no posto principal em  $m^3/s$ ;
- ✧  $Q_s$  = Vazão média diária no posto secundário em  $m^3/s$ ;
- ✧  $A_p$  = área de drenagem no posto principal em  $km^2$ ;
- ✧  $A_s$  = área de drenagem no posto secundário em  $km^2$ ;
- ✧  $n$  = coeficiente de ajuste, calculado para cada um dos meses do ano, adimensional.

O valor de “n” é calculado para cada mês do ano, a partir dos dados diários nos anos em que há disponibilidade de dados em ambos os postos, como mostra a equação a seguir:

$$n_i = \frac{\log\left(\frac{Q_{pi}}{Q_{si}}\right)}{\log\left(\frac{A_p}{A_s}\right)}$$

Onde o índice  $i$  indica um dia qualquer das séries de vazões disponíveis nos dois postos. Calculados os valores diários de  $n$ , observados foi obtida a média destes valores a ser utilizada no preenchimento de falhas e extensão da série de vazões do posto principal, para cada mês do ano.

Portanto, as séries de vazões diárias dos postos principais foram preenchidas e estendidas por proporcionalidade de áreas, utilizando a equação que relaciona as áreas de drenagem entre o posto principal e o posto secundário com a vazão do posto secundário e os valores de “n” para os respectivos meses. O Quadro 3.13 a seguir apresenta os valores de “n”.

Alguns postos apresentam mais de uma estação secundária, uma vez que o primeiro posto secundário não consegue preencher todas as falhas e/ou não prolonga a série até 1970.

O **Anexo IX – Postos Fluviométricos, Preenchimento de Falhas e Extensão das Séries** apresenta a disponibilidade de dados de vazão diária, consistidos, nos postos principais e nos auxiliares utilizados no preenchimento de falhas e extensão das séries de cada posto principal. Os dados dos postos auxiliares estão dispostos por colunas na sequência da preferência para preenchimento das falhas e extensão das séries. Na última coluna está indicado o valor adotado para a vazão diária, igual ao valor consistido do próprio posto ou preenchido de acordo com a ordem de preferência estabelecida.

Em outra situação, nas datas de 11, 14 e 15/9/2003, para o posto 46610000 – São Sebastião – rio Grande, não foram encontrados postos secundários com registros nestas datas. De acordo com a análise de outros anos próximos, conclui-se que nessas datas podem ter ocorrido vazões abaixo do zero da régua (tanto que sua graduação foi alterada posteriormente). Dessa forma, foram estimadas vazões por extrapolação a partir da equação da curva-chave correspondente.

**QUADRO 3.13 - COEFICIENTE “N” PARA CÁLCULO DE VAZÃO NOS POSTOS SELECIONADOS**

Principal	Secundário	“n”											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
21300000	21220000	0,53	0,71	0,84	0,45	-0,49	-0,91	-1,39	-1,78	-1,93	-1,72	-0,78	0,03
	21500000	0,81	0,85	0,91	0,76	0,55	0,49	0,41	0,37	0,36	0,42	0,59	0,72
	21560000	0,71	0,54	0,50	0,55	1,11	0,96	1,09	1,12	0,99	1,15	1,21	1,02
21510000	21500000	0,87	0,87	0,89	0,83	0,75	0,72	0,70	0,69	0,68	0,72	0,81	0,84
	21560000	1,02	1,01	1,03	1,08	1,03	1,07	1,10	1,14	1,17	1,12	1,10	0,97
	21600000	0,93	0,92	0,92	0,91	0,85	0,81	0,78	0,76	0,76	0,79	0,87	0,90
21580000	21560000	0,77	0,75	0,77	0,74	0,66	0,64	0,62	0,62	0,62	0,61	0,63	0,69
	21750000	1,32	1,28	1,24	1,27	1,31	1,36	1,39	1,42	1,41	1,35	1,32	1,17
	21510000	0,48	0,42	0,46	0,37	0,24	0,14	0,08	0,05	-0,0003	0,03	0,09	0,42
	21300000	0,76	0,73	0,72	0,72	0,71	0,67	0,68	0,69	0,66	0,67	0,72	0,76
21750000	21850000	0,78	0,79	0,80	0,75	0,70	0,67	0,65	0,64	0,63	0,64	0,65	0,73
	21890000	0,77	0,79	0,77	0,72	0,64	0,60	0,57	0,55	0,54	0,55	0,59	0,72
21850000	21890000	0,64	0,76	0,58	0,47	0,18	0,08	0,01	-0,06	-0,10	-0,08	0,04	0,53
	21650000	0,70	0,65	0,65	0,54	0,24	0,07	-0,01	-0,08	-0,11	-0,06	0,23	0,57
	21900000	1,03	1,08	1,04	0,98	0,76	0,66	0,60	0,55	0,53	0,59	0,72	0,95
22190000	22220000	0,80	0,80	0,77	0,66	0,44	0,30	0,20	0,14	0,11	0,20	0,39	0,62
22680000	22700000	0,50	0,80	0,69	0,61	0,88	0,83	0,96	0,36	0,35	0,40	0,61	0,35
	22750000	1,07	0,41	0,08	0,38	0,93	1,20	1,50	1,67	1,82	1,92	1,74	1,35
	22730000	0,95	0,83	0,84	0,98	0,98	1,06	1,16	1,21	1,23	1,27	1,11	0,99
	22900000	0,96	1,04	1,08	1,08	0,96	0,83	0,75	0,71	0,71	0,74	0,80	0,89
22730000	22750000	0,86	0,93	0,97	1,01	0,99	1,00	1,01	1,03	0,98	0,96	0,85	0,81
	22700000	0,94	0,82	0,80	0,88	0,96	1,08	1,19	1,18	1,18	1,21	1,10	0,92
	22680000	0,92	0,84	0,84	0,98	0,98	1,06	1,16	1,21	1,23	1,27	1,11	0,97
34020000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
42365000	42290000	0,88	1,01	1,08	1,08	1,04	0,95	0,78	0,64	0,53	0,48	0,55	0,78
42850000	42860000	0,87	0,49	0,46	0,35	0,14	0,21	0,22	0,30	0,27	0,24	0,21	0,94
	42930000	0,99	0,97	1,04	1,03	1,02	1,05	1,05	1,07	1,05	1,00	0,89	0,93
42980000	42930000	-1,85	-1,04	0,58	1,24	3,00	5,76	10,41	11,69	11,38	10,24	0,25	-3,33
	42750000	1,37	1,26	1,28	1,30	1,24	1,36	1,58	1,64	1,74	1,65	1,44	1,42
	42690001	1,03	0,91	0,94	0,85	0,76	0,82	1,01	1,05	1,22	1,35	1,03	1,13
43880000	43980000	1,30	1,59	0,63	0,56	0,22	-0,12	-0,29	-0,10	-0,05	-0,78	-0,13	0,13
	43670000	0,87	0,81	0,78	0,82	0,95	1,02	1,06	1,00	0,98	1,02	0,98	0,90
44250000	44540000	1,54	1,59	1,66	1,69	1,68	1,71	1,74	1,71	1,64	1,59	1,61	1,56
45210000	45260000	0,25	0,38	-0,07	-0,30	0,008	0,08	0,08	0,13	0,58	1,18	1,11	0,29
45220000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45910001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46610000	46650000	0,43	0,44	0,36	0,41	0,11	-0,07	-0,11	-0,10	-0,13	-0,12	-0,25	0,08
	46620000	-1,07	-0,19	0,12	0,31	0,08	0,07	0,19	0,15	0,10	0,33	0,51	0,51
46790000	46830000	-0,05	0,05	0,06	0,13	0,11	0,04	-0,04	-0,12	-0,19	-0,23	-0,23	0,13
	46780000	0,50	0,48	0,51	0,58	0,51	0,51	0,51	0,52	0,53	0,53	0,51	0,50

Para o posto 45220000 – Capitânea – rio Coxá (Carinhanha) os valores para os anos de 1977 e 1978 encontram-se entre duas curvas distintas, as curvas 3 e 4, respectivamente. Assim, foram estimados valores de vazão para o intervalo com ambas as curvas e os resultados foram comparados com o hidrograma do posto 45239998. A partir dessa comparação, observou-se que a estimativa de vazões utilizando a curva 3 apresenta valores mais coerentes. Também foram realizadas correções de valores que possivelmente são resultado de erros de leitura ou transcrição, conforme mostrado no Quadro 3.14 (em verde encontra-se o valor já corrigido):

**QUADRO 3.14 - VALORES CORRIGIDOS 452200000**

<i>Data</i>	<i>Cota</i>	<i>Vazão</i>	<i>Valor Incorreto</i>
27/12/1972	218	44,96	36,00
28/12/1972	212	43,42	36,00
29/12/1972	194	38,80	35,00
15/11/1973	89	13,60	99

Quanto à estação 45910001 – Santa Maria da Vitória – rio Corrente, os dados consistidos do próprio posto fluviométrico não apresentaram falhas em todo seu período, de 1977 a 2006. Os dados não foram estendidos até o ano de 1970 porque os valores de preenchimento por uma fonte secundária não estavam satisfatórios. O Quadro 3.15 apresenta, para fins comparativos a extensão original de cada uma das séries de vazão e a extensão final obtida.

**QUADRO 3.15 - PERÍODO PREENCHIDO E/OU ESTENDIDO**

		<i>Disponibilidade de Dados Período de Dados do Posto (Nível Consistência: 2 = Consistido)</i>	<i>Período Preenchido e Estendido</i>
1	21300000	Out/1974 a set/2006	Nov/1970 a set/2006
2	21510000	Out/1974 a set/2006	Jan/1970 a set/2006
3	21580000	Out/1974 a set/2006	Out/1974 a dez/2006
4	21750000	Jun/1973 a dez/2006	Dez/1971 a dez/2006
5	21850000	Jun/1973 a set/2006	Out/1970 a dez/2006
6	22190000	Nov/1975 a set/2006	Ago/1974 a set/2006
7	22680000	Jul/1973 a jun/2007	Jan/1970 a jun/2007
8	22730000	Jan/1970 a dez/1981	Jan/1970 a dez/2007
9	34020000	Jan/1973 a dez/2005	Jan/1973 a dez/2005
10	42365000	Jan/1976 a dez/2005	Jan/1976 a dez/2005
11	42850000	Jan/1974 a dez/2005	Jan/1970 a dez/2005
12	42980000	Jan/1970 a dez/2005	Jan/1970 a dez/2005
13	43880000	Jan/1970 a jun/2006	Jan/1970 a jun/2006
14	44250000	Ago/1973 a dez/2005	Ago/1973 a dez/2005
15	45210000	Jan/1970 a dez/2005	Jan/1970 a dez/2005
16	45220000	Jan/1970 a dez/2005	Jan/1970 a dez/2005
17	45910001	Jan/1977 a dez/2006	Jan/1977 a dez/2006
18	46610000	Jan/1977 a dez/2006	Jan/1970 a dez/2006
19	46790000	Jan/1970 a dez/2006	Jan/1970 a dez/2006

Como pode ser observado não foi possível estender todas as séries até o ano de 1970, uma vez que não havia postos fluviométricos disponíveis que refletissem o comportamento dos sistemas aquíferos SAU e SAA e, portanto, cuja transferência gerasse hidrograma coerente quando comparado com todo o hidrograma da série consistida. A limitação das séries para o ano de 2005 a 2007 decorre de que, quando da obtenção de dados no Hidroweb, os dados consistentes obtidos estavam limitados a esses anos.

No **Anexo XI – Hidrogramas dos Postos Fluviométricos Principais** são apresentados os hidrogramas das vazões diárias dos postos fluviométricos selecionados.

### **3.3 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS**

Com o preenchimento das falhas nas séries de vazões diárias para os períodos mencionados anteriormente foram calculadas as séries de vazões médias mensais de cada posto fluviométrico.

No **Anexo XII – Séries de Vazões Médias Mensais nos Postos Fluviométricos Principais** são apresentadas as séries de vazões médias mensais.

Com base nas vazões médias mensais foram determinadas as características hidrológicas das séries de vazões dos postos fluviométricos localizados na área de estudo, incluindo:

- ✓ Vazão específica;
- ✓ Vazão média de longo termo;
- ✓ Vazão máxima média mensal;
- ✓ Vazão mínima média mensal;
- ✓ Desvio padrão;
- ✓ Coeficiente de variação;
- ✓ Coeficiente de assimetria.

De posse dessa série de informações, foi desenvolvido o estudo de frequência de vazões, formalizado na curva de permanência do local. As curvas de permanência para cada um dos postos fluviométricos, obtidas a partir das vazões médias diárias, estão apresentadas no **Anexo XIII – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais nos Postos Fluviométricos Principais**. Da curva de permanência puderam-se extrair as vazões características correspondentes às porcentagens de tempo nos locais de cada posto.

O Quadro 3.16 apresenta as características hidrológicas para cada posto analisado na área do SAU/SAA.



**QUADRO 3.16 – CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DOS POSTOS SELECIONADOS**

Descrição	Postos Fluviométricos																		
	21300000	21510000	21580000	21750000	21850000	22190000	22680000	22730000	34020000	42365000	42850000	42980000	43880000	44250000	45210000	45220000	45910001	46610000	46790000
Área de Drenagem (km²)	3.760,00	1.020,00	409,00	1.040,00	12.400,00	1.780,00	16.900,00	4.730,00	1.020,00	3.360,00	4.390,00	41.300,00	23.800,00	3.230,00	12.600,00	2.380,00	29.500,00	32.900,00	14.300,00
Vazão média anual (m³/s)	56,47	16,20	11,16	37,17	228,45	42,97	301,48	89,95	116,57	52,59	57,66	470,35	249,15	23,83	131,72	12,52	210,93	185,58	99,03
Vazão mínima média anual (m³/s)	1,18	3,14	5,18	16,53	77,58	1,10	125,20	23,14	61,76	0,29	3,34	39,11	15,32	8,35	66,88	2,88	126,70	107,10	56,10
Vazão máxima média anual (m³/s)	900,80	219,44	134,26	477,31	2.882,55	244,56	2.980,00	902,04	1.388,00	1.525,89	1.174,19	3.942,47	1.715,00	160,00	440,00	97,40	824,38	706,42	308,00
Vazão média de longo termo (m³/s)	56,50	16,24	11,17	37,22	228,97	43,04	302,24	90,34	116,81	52,75	57,88	472,07	249,87	23,85	131,83	12,53	211,09	185,75	99,14
Vazão máxima média mensal (m³/s)	247,25	113,55	39,92	141,67	1.382,99	122,43	1.260,37	397,28	614,45	385,82	370,24	2.899,11	1.426,15	86,18	313,87	51,70	547,87	468,52	221,52
Vazão mínima média mensal (m³/s)	9,79	5,12	5,44	24,54	112,38	13,17	129,71	26,83	64,64	9,27	4,42	54,75	22,14	8,74	73,20	3,91	132,30	113,67	57,45
Vazão específica (l/s/km²)	15,02	15,88	27,28	35,74	18,42	24,14	17,84	19,02	114,29	15,65	13,14	11,39	10,47	7,38	10,45	5,26	7,15	5,64	6,93
Desvio Padrão	26,55	9,77	4,04	11,08	103,20	17,52	126,50	50,38	37,63	44,10	50,93	354,38	193,82	9,62	33,33	4,52	44,72	40,82	19,62
Coefficiente de variação	47,02%	60,28%	36,22%	29,82%	45,17%	40,78%	41,96%	56,01%	32,28%	83,86%	88,32%	75,34%	77,79%	40,36%	25,31%	36,13%	21,20%	22,00%	19,81%
Coefficiente de assimetria	5,76	4,44	4,70	6,46	5,47	2,57	3,83	2,89	4,91	5,45	3,96	2,49	2,13	2,91	2,01	3,01	2,54	1,48	1,88
<b>Permanência (%)</b>	<b>Vazões Médias Diárias Garantidas (m³/s)</b>																		
5%	130,28	46,77	23,89	72,73	503,90	96,21	638,40	228,82	220,00	194,40	216,95	1.606,13	839,78	52,16	225,74	24,47	327,30	287,11	149,45
10%	93,11	30,34	17,32	52,72	370,35	72,89	496,90	174,43	175,00	119,63	144,75	1.121,87	621,00	39,50	191,05	19,50	284,80	260,39	133,00
15%	73,91	22,87	14,15	43,42	306,51	61,74	427,37	146,00	154,00	84,99	97,47	854,28	478,00	33,46	171,99	17,24	261,75	240,24	122,67
20%	64,33	19,15	12,48	39,17	265,12	54,07	389,76	125,88	139,00	64,98	78,34	674,70	377,00	29,50	156,43	15,88	245,48	226,45	115,62
25%	57,49	16,51	11,48	36,85	235,32	48,38	353,70	111,20	129,00	51,20	64,23	541,61	313,00	26,97	146,03	14,54	234,31	213,00	110,00
30%	53,22	14,59	10,82	35,11	216,18	44,47	322,06	100,00	121,00	43,13	52,39	457,75	263,00	24,96	139,05	13,40	224,60	202,78	105,55
35%	49,35	12,99	10,15	33,54	197,92	41,35	296,69	89,64	114,00	37,61	44,07	393,65	222,00	23,40	132,24	12,40	216,65	193,00	101,00
40%	46,51	11,94	9,82	32,39	185,77	38,25	272,31	79,72	108,17	33,77	37,34	342,60	188,19	22,20	125,60	11,70	209,00	185,03	97,47
45%	43,73	11,32	9,49	31,62	176,61	35,65	253,94	71,35	103,49	30,13	31,60	303,42	163,00	21,00	121,48	11,19	201,41	178,99	94,00
50%	41,90	10,41	9,15	30,87	167,70	33,55	239,83	64,45	98,80	26,34	27,34	270,37	142,00	19,80	117,57	10,60	194,94	173,32	91,20
55%	40,10	9,70	8,51	30,26	161,48	31,70	224,33	58,98	94,80	23,81	24,25	243,79	124,00	18,83	114,43	10,21	190,50	168,22	88,95
60%	39,21	9,13	8,49	29,39	155,39	30,54	211,43	54,09	91,00	21,38	20,76	221,80	109,00	17,71	111,35	9,91	184,25	162,15	87,00
65%	37,45	8,75	8,16	29,02	150,60	29,41	201,20	49,54	87,90	19,33	18,25	201,10	96,40	16,62	108,27	9,47	180,00	156,90	84,73
70%	36,57	8,38	7,83	28,58	145,90	28,25	192,76	45,30	84,51	17,40	15,90	181,10	86,00	15,81	105,00	9,07	174,72	151,52	82,59
75%	34,85	8,14	7,79	28,14	142,42	27,25	183,60	41,80	82,10	15,85	13,91	163,08	76,27	14,81	101,74	8,75	169,46	146,91	80,37
80%	33,16	7,82	7,50	27,91	137,86	26,44	176,85	39,03	79,00	14,58	12,05	146,37	66,30	14,22	98,38	8,38	163,40	142,27	78,91
85%	31,49	7,55	7,16	27,57	132,26	25,79	169,13	36,63	76,00	13,05	10,34	127,94	56,30	13,55	95,15	7,71	157,70	135,86	77,45
90%	29,44	7,10	6,83	26,57	128,96	24,64	161,58	34,49	73,60	12,05	8,72	108,44	46,80	12,47	91,17	6,76	151,10	129,91	74,72
95%	27,44	6,75	6,50	25,68	124,33	23,31	152,38	31,70	70,57	10,62	6,64	84,77	35,70	10,79	84,28	5,56	144,67	123,40	71,95
100%	1,18	3,14	5,18	16,53	77,58	1,10	125,20	23,14	61,76	0,29	3,34	39,11	15,32	8,35	66,88	2,88	126,70	107,10	56,10

#### 4. **CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA AS VAZÕES DOS RIOS SÃO FRANCISCO E TOCANTINS**

O escoamento em uma dada seção de rio pode ser subdividido em duas fases: escoamento superficial direto e vazão de base. Enquanto o escoamento superficial direto, como o próprio nome diz, é decorrente diretamente das precipitações, a vazão de base é oriunda do aquífero que aflora na bacia a montante da seção. Desta forma, optou-se por determinar o escoamento de base nos postos fluviométricos situados mais próximos ao exutório das sub-bacias existentes nas áreas de afloramento do SAU e do SAA para determinar a contribuição desses sistemas aquíferos para as bacias dos rios São Francisco e Tocantins.

Para estimar quanto os sistemas aquíferos SAU e SAA contribuem para as bacias dos rios principais, no presente trabalho foram utilizados diversos postos fluviométricos na região de estudo. Conforme sua disposição geográfica os sistemas aquíferos Urucuia e Areado contribuem com suas vazões de base para os rios São Francisco, Tocantins, Parnaíba e Paranaíba.

No presente capítulo estão apresentados os trabalhos realizados para separação do hidrograma a partir de série de vazões diárias, obtenção das vazões de base em cada posto fluviométrico e determinação da contribuição do SAU/SAA para os rios São Francisco e Tocantins.

##### 4.1 **METODOLOGIA**

Para a separação do hidrograma em vazões de escoamento superficial direto e vazões de base foram analisadas metodologias existentes verificando-se qual delas era a mais apropriada para aplicação no presente estudo. Foram avaliados os seguintes métodos:

- ✓ **Método Gráfico:** Através do método gráfico é possível identificar diretamente, a partir do hidrograma, os escoamentos de interesse. Existem três métodos gráficos e todos utilizam o ponto de ascensão e o ponto de recessão do hidrograma. O primeiro método extrapola a curva de recessão, o segundo apenas liga o ponto de ascensão ao ponto de recessão e o terceiro extrapola a tendência anterior ao ponto de ascensão.
- ✓ **Método de Médias Móveis:** O Método das Médias Móveis desenvolvido pelo Institute of Hydrology calcula a média de cinco valores consecutivos de vazão e obtém uma série de vazões em que os maiores valores e as pequenas variações são filtradas. Ao plotar a série de vazões e a série de vazões de médias móveis pode-se unir os pontos de mudança de tendência, e gerar uma curva. O volume acima da curva é o escoamento superficial direto e situado abaixo é o escoamento subterrâneo. Este método pode ser utilizado para séries de vazões diárias.
- ✓ **Métodos Numéricos – United States Geological Survey (USGS):** O programa HYSEP (Sloto & Crouse 1996) fornece três métodos numéricos para separar o escoamento direto e a vazão de base. O método considera que a separação do hidrograma ocorrerá durante a ocorrência de eventos de cheias, até quando o escoamento superficial cessar. A partir daí considera-se

que o hidrograma é totalmente sustentado pela vazão de base. O algoritmo usado pelo HYSEP para estimar o tempo de duração do escoamento superficial de um evento é baseado na relação empírica:

$$N = A^{0,2}$$

Onde:

- ✧ N = número de dias após o qual o escoamento superficial direto cessa; e
- ✧ A = área de drenagem em milhas quadradas.

Calculado o valor N para a bacia, o tempo de intervalo 2N usado para separação do hidrograma deve ser um número inteiro e ímpar entre 3 e 11, que esteja mais próximo de 2N, segundo Pettyjohn & Henning (1979).

O método gráfico, por sua vez, é fortemente dependente da avaliação pessoal de cada técnico, resultando em variações na resposta obtida em função do técnico que a realiza. Adicionalmente, como a área de abrangência do SAU/SAA apresenta muitos postos com séries longas, entre 1970 e 2007, não é viável a utilização do Método Gráfico em vista da grande quantidade de informações a serem trabalhadas.

O Método das Médias Móveis, cuja vazão de base é gerada pela conexão de pontos selecionados da série de mínimos, poderia ser utilizado, contudo o programa do USGS, Hysep, possui como um dos métodos disponíveis o Método dos Mínimos Locais que é uma variante desse método.

Para a escolha do HYSEP considerou-se, inicialmente, que ele já havia sido aplicado no SAU, mais especificamente na sub-bacia do Rio das Fêmeas (Bacia do rio Grande – Bahia), por Pimentel et al (2000), que através do Método do Mínimo Local obteve uma contribuição de 91% do escoamento subterrâneo, para o período de janeiro/1984 a dezembro/1995.

O HYSEP foi desenvolvido em meados da década de 1990 (Sloto e Crouse, 1996) e continua em uso no USGS para estimar o escoamento subterrâneo (Priest, 2004; Neffet al, 2005), muito embora os pesquisadores do USGS tenham desenvolvido e utilizado outras abordagens, como é o caso de Wahl e Wahl (1995), Rutledge (1998), Risser et al (2005, 2008).

Por outro lado, o HYSEP tem servido como base de comparação com novas metodologias, principalmente os métodos que têm sido chamados de filtros digitais e consistem de técnicas matemáticas para separação das vazões com base na filtragem numérica dos dados. O artigo de Eckhardt (2008) compara sete diferentes métodos, entre eles os três utilizados pelo HYSEP, dos quais os métodos do Intervalo Fixo e do Intervalo Deslizante apresentaram melhor correlação. Conforme coloca o autor, o filtro por ele proposto não aceita valores de contribuição maiores que 80% ( $BFI_{max} = 0,8$ ). Esse deve ser o motivo para a maior divergência nos valores acima de 0,7 na comparação do filtro de Eckhardt com os resultados do HYSEP.

O HYSEP continua em uso em várias regiões, como por exemplo na Espanha (Rial-Rivas et al, 2005), Argentina (Martinez et al., 2007), Europa (Verbeiren et al., 2008; Gonzales et al., 2009). Além disso, o HYSEP foi novamente aplicado no SAU em 2007 pela Rede Cooperativa de

Pesquisa sobre o Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semiárida do Nordeste Brasileiro, agora na bacia do Rio Corrente (Brasil, 2007).

Outro fato considerado é que a abordagem simplificada para estimar a contribuição subterrânea à vazão fluvial pela relação entre a vazão com 90% de permanência (Q90) em relação à vazão com 50% de permanência (Q50) – Q90/Q50, quando aplicada ao Rio das Fêmeas, apresentou valores conservadores em comparação aos resultados do HYSEP, ao filtro de Arnold et al (1995 e 1999) e ao filtro do Institute of Hydrology (Wahl and Wahl, 1995). O Quadro 4.1 apresenta resultados obtidos da aplicação de metodologias diversas utilizando os dados de vazão obtidos do Hidroweb para o posto 46455000 - Derocal no rio das Fêmeas, com área de Drenagem de 6.350 km<sup>2</sup>. Estão incluídos os dados publicados por Pimentel et al (2000).

**QUADRO 4.1 – COMPARAÇÃO DOS VALORES DA CONTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA À VAZÃO FLUVIAL NO RIO DAS FÊMEAS – PERÍODO DE 1984 A 1995**

Método de separação		Contribuição subterrânea
Q <sub>90</sub> /Q <sub>50</sub>		79%
Hysep MIF/MID		94%
Hysep MML (Pimentel et al, 2000)		91%
Filtro Arnold et al (1995, 1999)	1ª passada	95%
	2ª passada	92%
	3ª passada	89%
Filtro do Institute of Hydrology		96%

Obs. MIF = Método do Intervalo Fixo; MID = Método do Intervalo Deslizante; MML = Método do Mínimo Local. Séries de vazões ainda não consistidas e preenchidas.

A comparação do Método de Q90/Q50 em relação aos métodos do HYSEP para outros rios do SAU é apresentada no Quadro 4.2. Destaca-se também que enquanto os métodos do Intervalo Fixo (MIF) e Intervalo Deslizante (MID) resultaram em valores praticamente iguais (diferenças menores que 1%), o Método do Mínimo Local (MML) sempre ficou menor, com percentuais entre 1e 3%.

**QUADRO 4.2 – COMPARAÇÃO VALORES DA CONTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA À VAZÃO FLUVIAL EM ALGUNS RIOS DO SAU**

Rio	Posto	Período	Avaliação da Contribuição		
			Q90/Q50	HYSEP MIF/MID	HYSEP MML
Fêmeas	46455000	1984 a 1995	79%	94,4%	91%
Carinhanha	45210000	1979 a 2011	73%	91%	89%
Arrojado	45770000	1977 a 2002	83%	93,7%	92%
Corrente	45840000	1977 a 2003	78%	94,4%	93,5%

#### 4.1.1 Metodologias Existentes no Hysep

Após definir o uso do Hysep para a separação do hidrograma, foi necessário escolher dentre os métodos utilizados pelo programa.

Para tanto foram selecionados dois postos para teste. Um com baixa e outro com grande contribuição subterrânea, segundo uma primeira análise da relação Q90/Q50. Os postos Bom Jardim (44350000) e Lagoa das Pedras (45210000), com áreas de drenagem de 884 km<sup>2</sup> e 12.600 km<sup>2</sup> foram selecionados. O posto Bom Jardim localiza-se no Ribeirão do Ouro, que é afluente do rio Verde Grande. Enquanto que o posto Lagoa das Pedras localiza-se no rio Carinhanha.

Inicialmente prepararam-se os dados de entrada a partir dos dados brutos e no formato padrão do USGS – “National Water Data Storage and Retrieval System” (WATSTORE), valores diários, 80 caracteres, formato “American Standard Code for Information Interchange” (ASCII).

Com os arquivos de entrada dos postos selecionados foi possível executar o programa com os dados e obter os resultados para os três métodos. Porém, durante a análise de consistência dos postos fluviométricos, o posto Bom Jardim (44350000) **mostrou-se inconsistente sendo substituído pelo posto Arrojado** (45770000), localizado no rio Arrojado (afluente do rio Corrente) e com área de drenagem de 5.278 km<sup>2</sup>. Os Quadros 4.3 e 4.4 apresentam os resultados para os dois postos.

**QUADRO 4.3 – COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS HYSEP  
POSTO 45210000 - LAGOA DAS PEDRAS - RIO CARINHANHA – 2N = 11 DIAS**

Ano	MIF			MML			MID		
	Qbase (mm)	Qbase (m <sup>3</sup> /s)	Qbase (%)	Qbase (mm)	Qbase (m <sup>3</sup> /s)	Qbase (%)	Qbase (mm)	Qbase (m <sup>3</sup> /s)	Qbase (%)
1979	393,0	158,61	88,76	389,9	157,35	88,06	397,1	160,24	89,68
1980	402,6	162,05	89,99	401,5	113,94	89,73	404,6	162,82	90,42
1981	394,8	159,35	90,15	384,3	155,11	87,75	392,7	158,49	89,66
1982	386,0	155,76	91,62	378,5	152,74	89,84	386,5	155,97	91,74
1983	377,9	152,53	90,28	359,9	145,26	85,98	377,7	152,44	90,23
1984	314,1	126,43	91,41	313,6	126,20	91,25	314,2	126,47	91,44
1985	299,3	120,79	90,20	291,6	117,66	87,86	296,7	119,73	89,40
1986	322,7	130,22	92,48	318,9	128,70	91,40	321,3	129,65	92,08
1987	282,3	113,94	91,27	282,9	114,18	91,46	280,8	113,32	90,77
Média	352,5	142,19	90,68	346,8	134,57	89,26	352,4	142,13	90,60

**QUADRO 4.4 - COMPARAÇÃO DOS MÉTODOS HYSEP**  
**POSTO 45770000 – ARROJADO – RIO ARROJADO – 2N = 11 DIAS**

Ano	MIF			MML			MID		
	Qbase (mm)	Qbase (m <sup>3</sup> /s)	Qbase (%)	Qbase (mm)	Qbase (m <sup>3</sup> /s)	Qbase (%)	Qbase (mm)	Qbase (m <sup>3</sup> /s)	Qbase (%)
1985	339,8	56,87	91,45	336,6	56,34	90,58	341,0	57,07	91,76
1986	339,5	56,82	93,36	339,4	56,79	93,32	343,3	57,46	94,41
1987	320,7	53,68	93,90	320,8	53,68	93,90	321,2	53,75	94,02
1988	342,1	57,09	93,25	338,2	56,45	92,21	341,7	57,03	93,14
1989	338,1	56,59	91,91	320,3	53,61	87,07	340,0	56,91	92,43
1990	348,6	58,34	94,81	337,5	56,48	91,78	347,9	58,23	94,62
1991	340,0	56,91	93,13	335,7	56,18	91,94	339,8	56,88	93,08
1992	376,1	62,77	92,43	366,0	61,09	89,95	375,9	62,74	92,38
1993	332,7	55,68	95,71	326,4	54,63	93,91	331,6	55,50	95,40
1994	337,4	56,46	94,08	334,4	55,97	93,26	336,6	56,34	93,88
1995	339,8	51,73	93,11	336,6	52,06	93,70	341,0	52,01	93,61
Média	339,5	55,30	93,25	339,4	54,67	92,23	343,3	55,35	93,36

Para os dois postos analisados o Método do Mínimo Local (MML) se mostrou mais conservador, gerando uma vazão equivalente a 95% da vazão dos outros dois métodos. Apresenta-se a seguir gráficos destes postos, nos quais o hidrograma apresenta para alguns períodos chuvosos tempo de base maior entre 1 ou 2 meses e onde o MML subestima o valor da vazão de base. No gráfico da Figura 4.1, os pontos de ascensão (16/03/1981) e de recessão (28/04/1981), para o MML, coincidem com o ponto mínimo do hidrograma.

A Figura 4.2, relativa ao posto 45770000 (Arrojado), reforça essa situação. Observa-se que de 28/11/1989 a 09/02/1990, quase dois meses e meio, o programa através do MML, faz a separação obtendo-se uma vazão de base subestimada. Os outros dois métodos, MIF e MID, acompanham a ascensão do hidrograma, mesmo que de forma retardada, como é de se esperar da resposta subterrânea a um evento superficial e geram valores praticamente iguais, com a diferença de que o MIF não gera picos acentuados como o MID.

Com base nessas análises optou-se por utilizar nos estudos o Método do Intervalo Fixo (MIF).

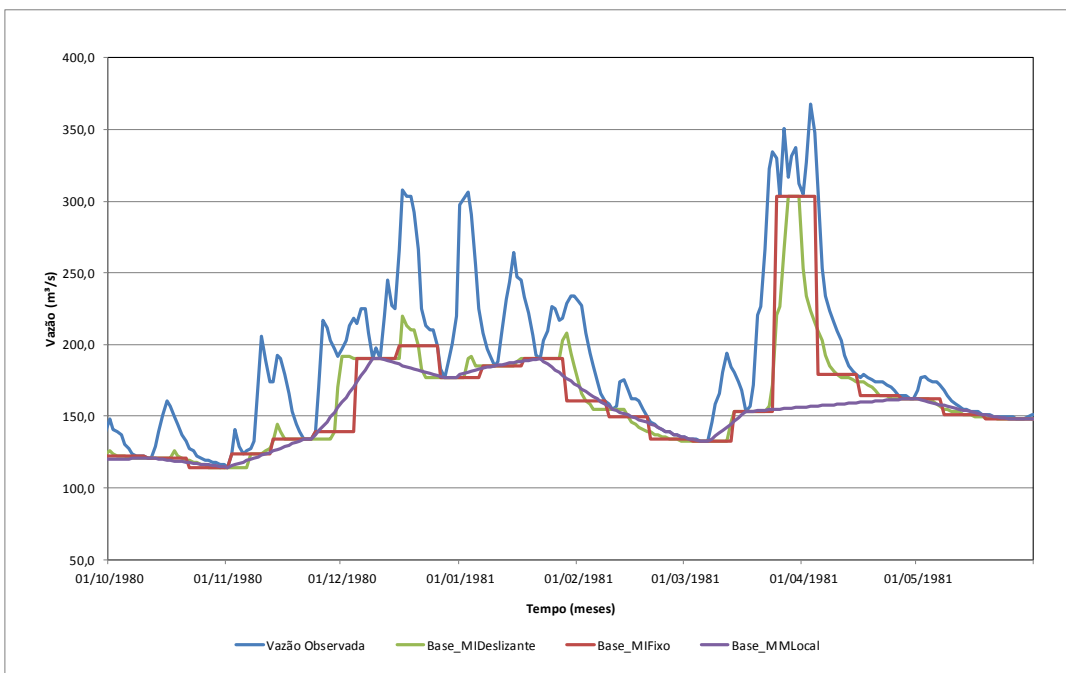


Figura 4.1 - Resultado de análise teste no Hysep – Posto 45210000 - Lagoa das Pedras - rio Carinhanha – 2N = 11 dias. Detalhe 01/10/1980 a 31/05/1981

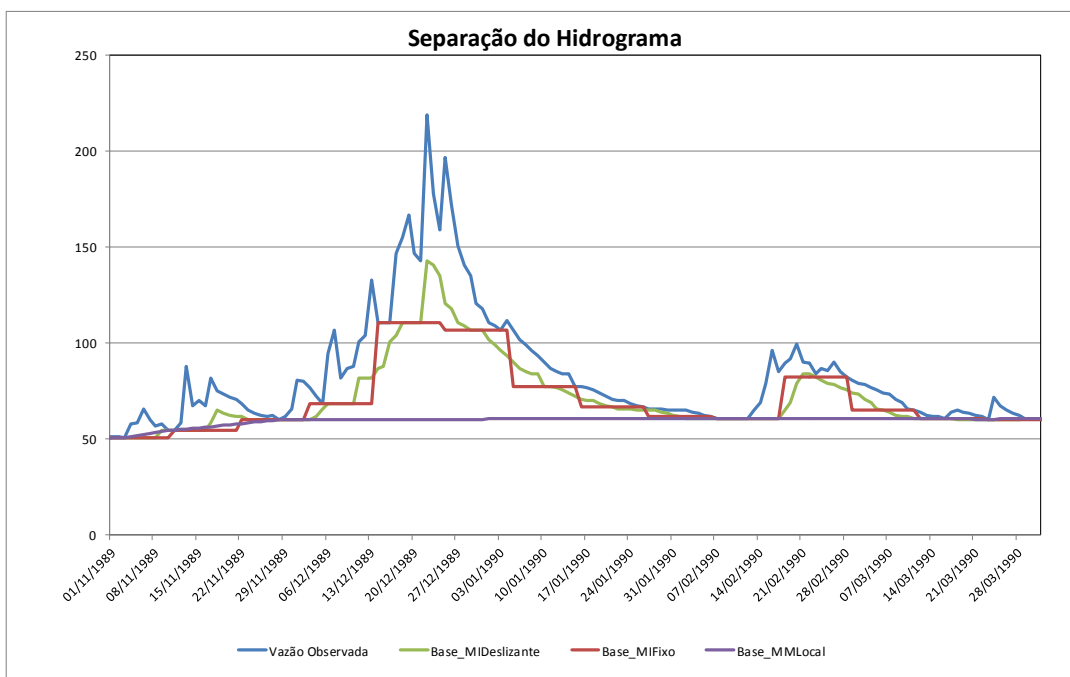


Figura 4.2 - Resultado de análise teste no Hysep – Posto 45770000 – Arrojado – Rio Arrojado – 2N = 11. Detalhe 01/11/1989 a 31/03/1990

---

## 4.2 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE BASE

---

Para a determinação da vazão de base, ou seja, separação do hidrograma observado em escoamento superficial direto e vazão de base, decidiu-se utilizar o programa Hysep e o Método do Intervalo Fixo (MIF) entre os três disponíveis.

Como resultado, o programa produz estimativas da vazão de base e do escoamento superficial direto (ESD) diárias com base nos dados de entrada. Essas estimativas diárias são usadas para produzir estatísticas mensais e anuais resumidas.

Com base nas estimativas de vazão de base diária, o programa Hysep calcula a média anual da vazão de base para cada *ano hidrológico completo*, que no estudo em questão é de *outubro do ano em análise a setembro do ano seguinte*, conforme estimativa do comportamento pluviométrico na área em estudo. As médias anuais estimadas pelo Hysep para todos os anos foram, então, analisadas para determinar o mínimo, o máximo e a média dos valores médios anuais da vazão de base para cada estação.

Esse procedimento foi aplicado aos postos fluviométricos principais, sendo sete postos na bacia do rio São Francisco, seis postos da bacia do rio Tocantins e um posto no Alto Paranaíba. O **Anexo XIV – Vazão de Base nos Postos Fluviométricos Principais** apresenta os resultados obtidos, incluindo a vazão total escoada, vazão de base e vazão de escoamento superficial em  $m^3/s$ . A vazão de base ( $Q_{base} - m^3/s$ ) é também apresentada em altura, referida à área de drenagem do posto fluviométrico ( $Q_{base} - mm$ ) e em porcentagem da vazão total escoada ( $Q_{base} - \%$ ).

---

## 4.3 AVALIAÇÃO DA VAZÃO DE BASE NOS POSTOS PRINCIPAIS DO RIO SÃO FRANCISCO

---

A área do SAU/SAA e as sub-bacias que contribuem para as bacias hidrográficas na região estão apresentadas na Figura 4.3. Segundo observa-se 9 sub-bacias dessa região registram contribuição para o rio São Francisco.

Nessas sub-bacias localizam-se sete postos considerados como principais, situados próximo ao exutório das áreas de afloramento do SAU e do SAA. Essas sub-bacias cobrem cerca de 80% das áreas desses sistemas aquíferos. Para as demais sub-bacias, cujas áreas da superfície de afloramento do SAU/SAA representam apenas cerca de 20% da área contribuinte para o São Francisco, não existem postos representativos.

Cabe destacar que observou-se uma pequena diferença de valores ao comparar as áreas de drenagem dos postos pluviométricos obtidas no Hidroweb/ANA e aquelas calculadas através do aplicativo ArcGis. Para a avaliação do escoamento de base nos sete postos a seguir apresentados optou-se por utilizar as áreas publicadas no Hidroweb, com vistas a manter a compatibilidade com aquele banco de dados. Na avaliação da contribuição do aquífero SAU para as bacias dos rios São Francisco, Tocantins, Parnaíba e Paranaíba, entretanto, onde foi necessária a obtenção da comparação da área subterrânea e da área do aquífero com a área superficial, utilizou-se a



área superficial obtida pelo GIS, já que a área de afloramento do SAU/SAA e o divisor subterrâneo encontram-se na mesma base geográfica de dados.

O Quadro 4.5 apresenta informações dos postos fluviométricos principais utilizados para o cálculo da contribuição do SAU/SAA para o rio São Francisco. É possível observar que a representatividade das rochas do SAU e SAA é acima de 80% da área de drenagem dos postos, exceto pelo posto Cachoeira das Almas que drena as rochas do Grupo Areado, na parte sul da área de estudo, onde a representatividade é de 67%.

**QUADRO 4.5 - POSTOS PRINCIPAIS – BACIA DO SÃO FRANCISCO**

<b>Código do Posto</b>	<b>Nome</b>	<b>Rio</b>	<b>Sub-bacia</b>	<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Período</b>	<b>% SAU/SAA/AD</b>
42850000	Cachoeira das Almas	Sono	Paracatu	4.390	Jan/1970 a dez/2005	67
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	Pandeiro	3.230	Ago/1973 a dez/2005	100
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	Carinhanha	12.600	Jan/1970 a dez/2005	90
45220000	Capitânea	Coxá	Carinhanha	2.380	Jan/1970 a dez/2005	99
45910001	Sta. Maria da Vitória	Corrente	Corrente	29.500	Jan/1977 a dez/2006	84
46610000	São Sebastião	Grande	Alto Grande	32.900	Jan/1970 a dez/2006	86
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	Médio / Baixo Grande	14.300	Jan/1970 a dez/2006	92

Para todos os sete postos foi feita uma separação dos componentes de fluxo, entre escoamento superficial direto (ESD) e vazão de base (Qbase) utilizando o Método do Intervalo Fixo (MIF) do programa Hysep da USGS, conforme detalhado anteriormente.

As estimativas dessas vazões são apresentadas a seguir por posto fluviométrico para o período avaliado. Os resultados apresentados nas figuras e tabelas estão representados por elementos abreviados, conforme listados a seguir:

- ✓ ESD: vazão de escoamento superficial, em m<sup>3</sup>/s;
- ✓ Total: vazão total observada no posto fluviométrico;
- ✓ Qbase em m<sup>3</sup>/s: vazão média anual de base;
- ✓ Qbase em mm: vazão de base anual (em mm), referida à área de drenagem do posto;
- ✓ Qbase em %: vazão de base em porcentagem da vazão total escoada;
- ✓ AD: área de drenagem do posto principal, em km<sup>2</sup>;
- ✓ q: vazão de base específica, em l/s/km<sup>2</sup>;
- ✓ Intervalo: intervalo de tempo para separação do hidrograma, em dias.

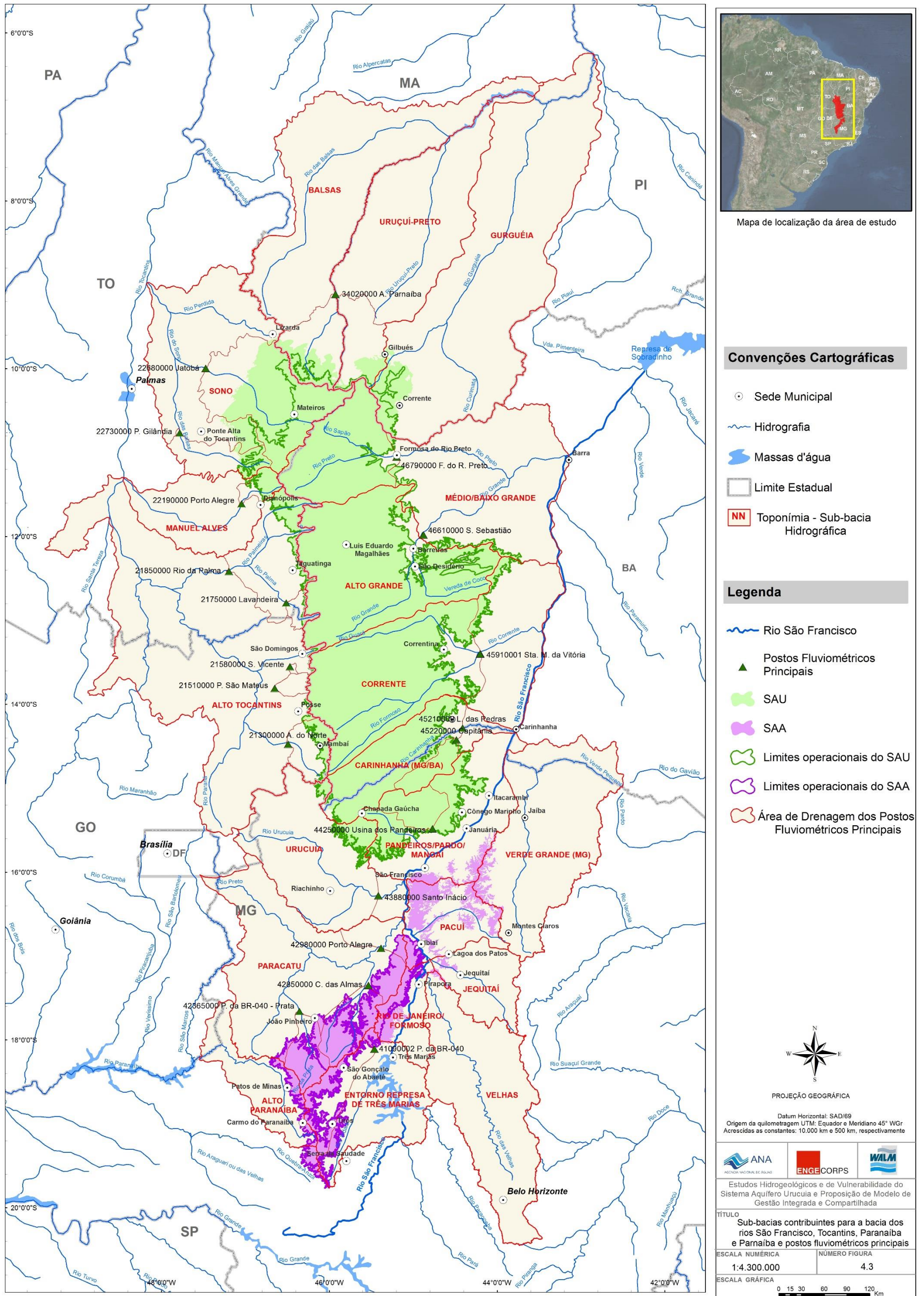


Figura 4.3 - Sub-bacias contribuintes para a bacia dos rios São Francisco, Tocantins, Paranaíba e Parnaíba e postos fluviométricos principais

---

### **Posto 42850000 – Cachoeira das Almas rio do Sono (MG) – Sub-bacia: Rio Paracatu**

O posto 42850000 – Cachoeira das Almas, localizado na porção norte da área de afloramento do SAA e na sub-bacia: Rio Paracatu, possui dados consistidos de 1974 a 2005. Com o preenchimento de falhas e extensão da série, passou a ter uma série de 1970 a 2005.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores de base médios mensais e anuais.

A Figura 4.4 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 42850000 - Cachoeira das Almas rio do Sono (MG) – Sub-bacia: Rio Paracatu - Período 01/01/1970 a 31/12/2005 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada, e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.5 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 42850000 - Cachoeira das Almas rio do Sono (MG) – Sub-bacia: Rio Paracatu - Período 01/01/1970 a 31/12/2005 apresenta as vazões de base médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.5:

- ✓ No posto 42850000 – Cachoeira das Almas a vazão de base média no Período 01/01/1970 a 31/12/2005 foi de 30,6 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 65,0 m<sup>3</sup>/s em 1992 e mínimo de 11,5 m<sup>3</sup>/s em 1971;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada no posto 42850000 – Cachoeira das Almas, o valor médio da vazão de base média escoada no Período 01/01/1970 a 31/12/2005 foi de 52,7 % com valor máximo de 63,9 % em 1995 e mínimo de 40,4 % em 1985;
- ✓ Considerando a área de drenagem do posto 42850000 – Cachoeira das Almas o escoamento médio da vazão de base foi de 220,2 mm, com valores máximo de 467,8 mm em 1992 e mínimo de 82,4 mm em 1971;
- ✓ A avaliação visual do gráfico da Figura 4.5 permite reconhecer a ocorrência de 3 períodos com vazões de base abaixo da média de 30,6 m<sup>3</sup>/s (de 1971 a 1978, de 1986 a 1989 e de 1995 a 2005) intercalados por 2 períodos com vazões acima da média (de 1979 a 1985 e de 1990 a 1994).

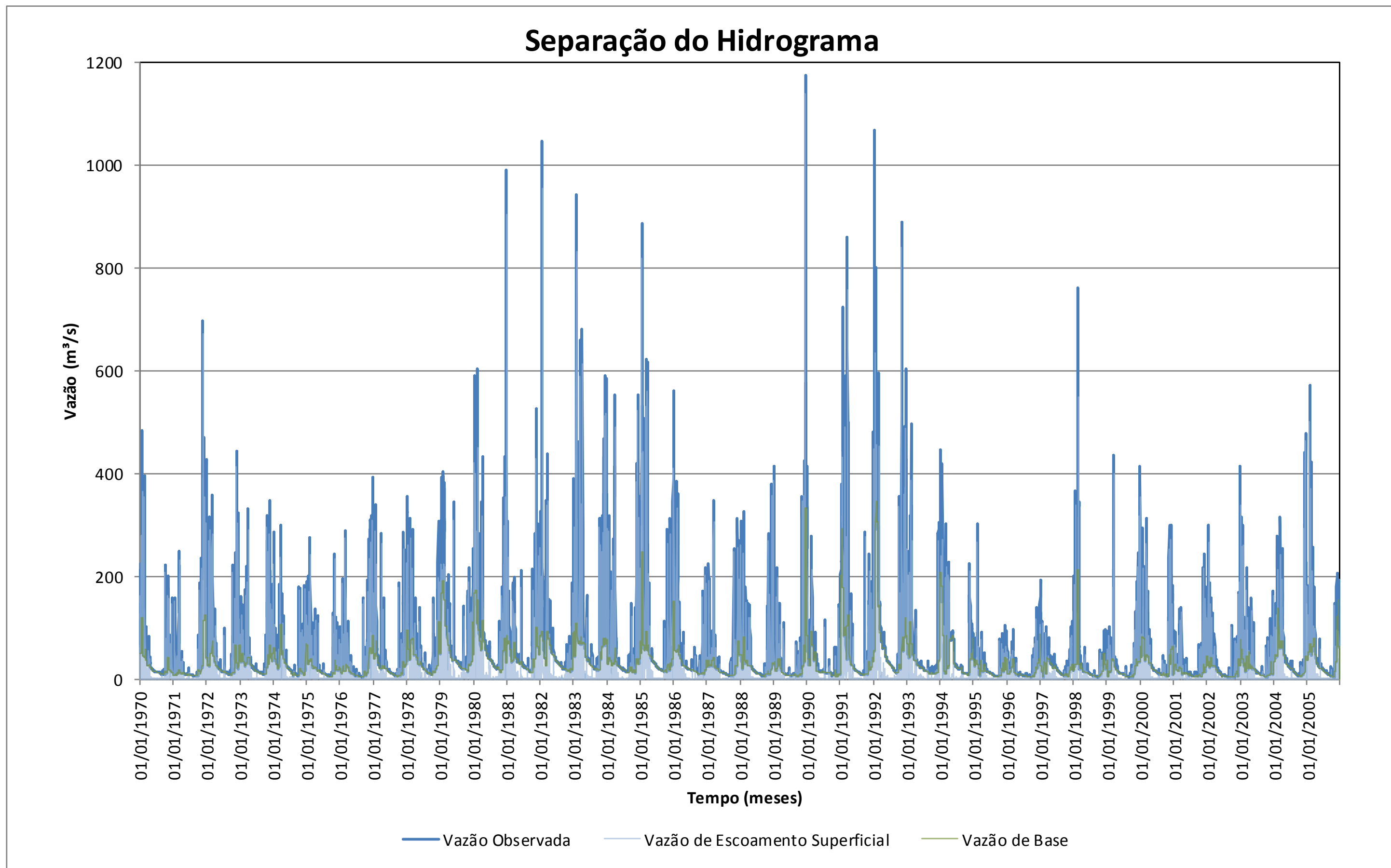


Figura 4.4 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 42850000 - Cachoeira das Almas rio do Sono (MG) – Sub-bacia: Rio Paracatu - Período 01/01/1970 a 31/12/2005

Ano	42850000		
	Qbase (mm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1971	82,37	11,47	45,24
1972	235,27	32,66	48,03
1973	181,7	25,29	50,79
1974	225,05	31,33	58,56
1975	139,05	19,36	49,82
1976	101,36	14,07	41,12
1977	201,47	28,05	49,4
1978	226,03	31,46	53,22
1979	401,16	55,84	62,83
1980	416,32	57,8	61,22
1981	258,91	36,04	53,9
1982	359,41	50,03	54,9
1983	316,22	44,02	53,54
1984	251,58	34,93	43,8
1985	303,22	42,21	40,42
1986	254,16	35,38	54,09
1987	123,57	17,2	45,22
1988	170,7	23,7	50,03
1989	105,58	14,7	42,75
1990	264,2	36,78	50,78
1991	326,59	45,46	53,96
1992	467,83	64,95	62,27
1993	289,11	40,25	49,6
1994	336,97	46,91	60,3
1995	141,01	19,63	63,85
1996	97,36	13,52	57,98
1997	160,44	22,33	63,16
1998	154,14	21,46	51,61
1999	113,51	15,8	59,36
2000	198,62	27,57	52,51
2001	117,68	16,38	49,72
2002	114,33	15,92	48,75
2003	149,96	20,87	48,32
2004	231,1	32,08	61,73
2005	190,73	26,55	51,39
<b>Máxima</b>	<b>467,83</b>	<b>64,95</b>	<b>63,85</b>
<b>Média</b>	<b>220,19</b>	<b>30,63</b>	<b>52,69</b>
<b>Mínima</b>	<b>82,37</b>	<b>11,47</b>	<b>40,42</b>
<b>AD</b>	4390	km²	
<b>q</b>	6,98	l/s/km²	
<b>Intervalo</b>	11	dias	

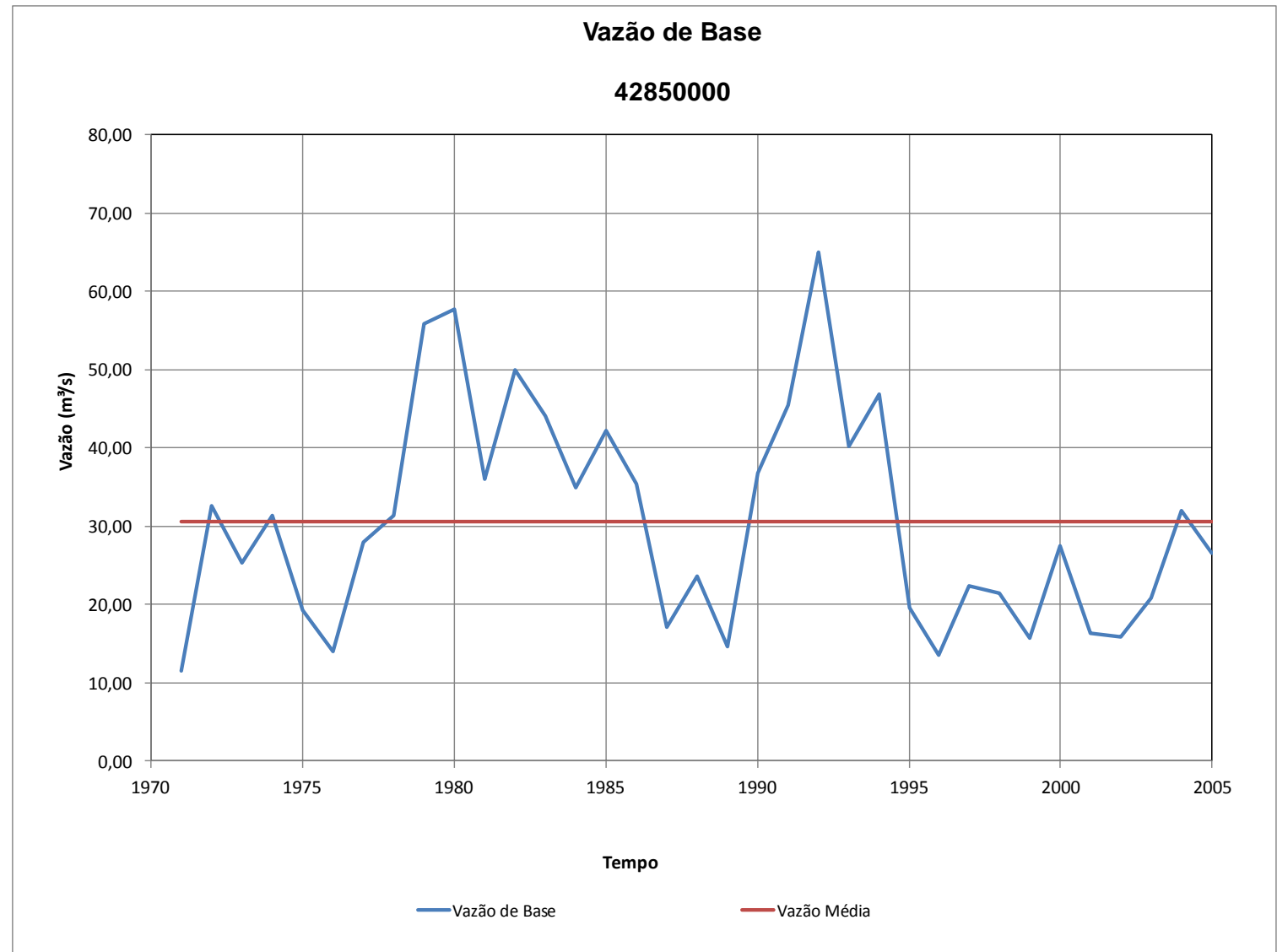


Figura 4.5 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 42850000 - Cachoeira das Almas rio do Sono (MG) – Sub-bacia: Rio Paracatu - Período 01/01/1970 a 31/12/2005

---

**Posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante no rio Pandeiros – Sub-bacia: Pandeiros / Pardo / Mangai**

O posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante, localizado na bacia do Pandeiros, possui dados consistidos de maio de 1973 a dezembro de 2005. Foi realizado o preenchimento de falhas a partir do posto 44540000 na mesma bacia, não tendo sido possível estender a série até 1970. Os demais postos avaliados que possuíam dados até 1970 apresentavam uma área de drenagem da ordem de 194.000 km<sup>2</sup>, enquanto que o posto Usina dos Pandeiros Montante possui 3.230 km<sup>2</sup>, contraindicando a sua utilização. Uma tentativa realizada de extensão da série resultou em hidrograma gerado com diferenças significativas do hidrograma para o período consistido. Portanto, decidiu-se permanecer com os dados de 1973 a 2005.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores médios mensais e anuais.

A Figura 4.6 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante no rio Pandeiros – Sub-bacia: Pandeiros / Pardo / Mangai Período 01/05/1973 a 31/12/2005 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.7 - Vazão de Base – Médias Anuais Posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante no rio Pandeiros – Sub-bacia: Pandeiros / Pardo / Mangai – Período 01/05/1973 a 31/12/2005 apresenta as vazões médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.7:

- ✓ No posto 44250000 a vazão de base média no período 01/05/1973 a 31/12/2005 foi de 19,7 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 32,3 m<sup>3</sup>/s em 1982 e mínimo de 11,9 m<sup>3</sup>/s em 2003;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada nesse posto, o valor médio da vazão de base média escoada no Período 01/05/1973 a 31/12/2005 foi de 82,1 % com valor máximo de 86,9 % em 1995 e mínimo de 77,5 % em 2004;
- ✓ Considerando a área de drenagem desse posto o escoamento médio da vazão de base foi de 192,4 mm, com valores máximo de 315,6 mm em 1982 e mínimo de 116,1 mm em 2003;
- ✓ Visualmente, para o posto Usina dos Pandeiros Montante observa-se que após um curto período de vazões baixas (até 1978) há um período de 8 anos (de 1979 a 1986) de vazões de base acima do valor médio desta vazão. De 1987 a 2005, observa-se uma tendência na diminuição da vazão de base, resultando em valores de vazão de base média anual observados entre 1998 e 2005 inferiores aos observados anteriormente no rio Pandeiros.

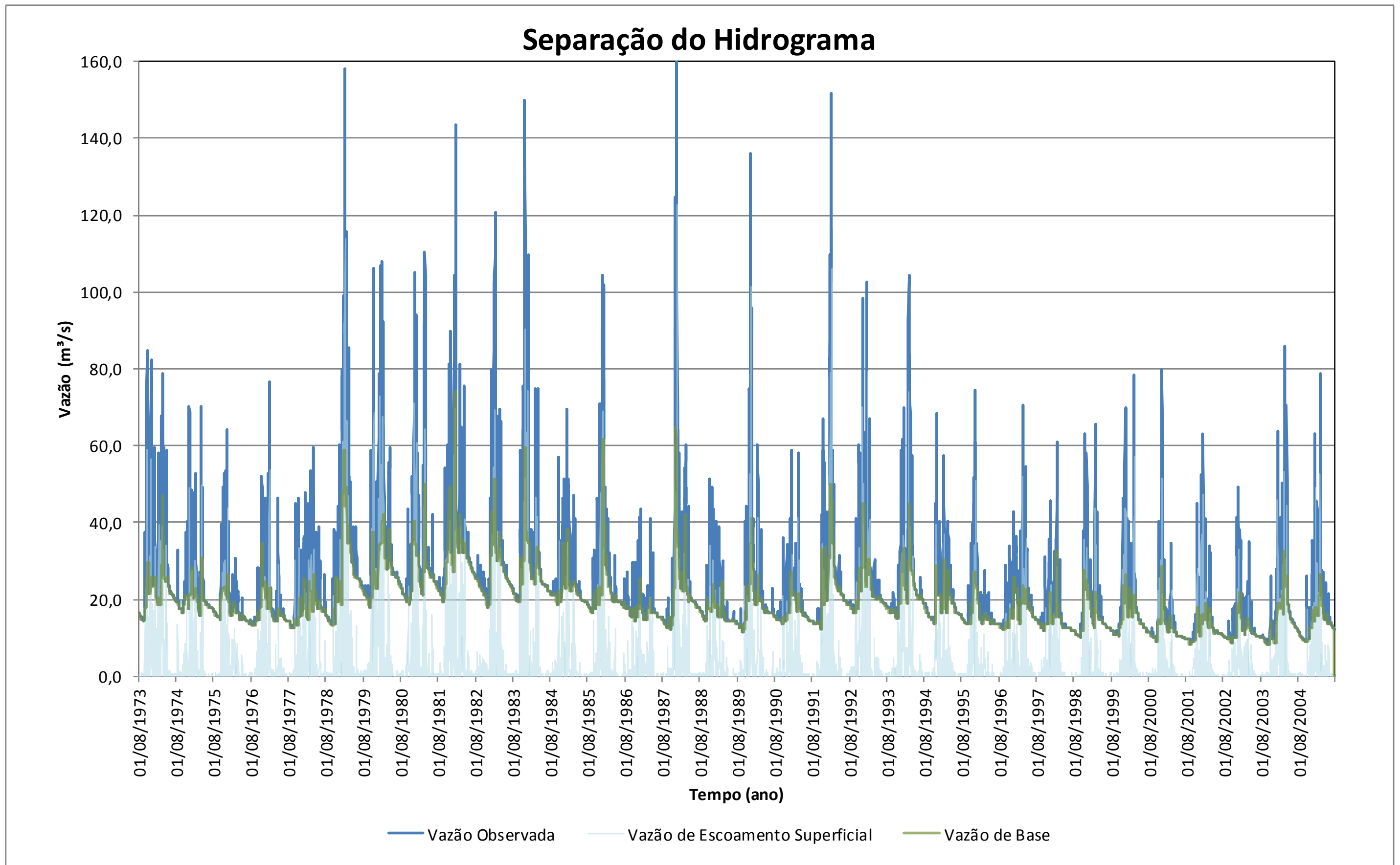


Figura 4.6 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto – 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante no rio Pandeiros – Sub-bacia: Pandeiros / Pardo / Mangai - Período 01/05/1973 a 31/12/2005

Ano	44250000		
	Qbase (mm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1974	222,68	22,81	78,11
1975	188,97	19,35	82,9
1976	164,29	16,78	84,97
1977	165,66	16,97	82,82
1978	171,89	17,6	79,39
1979	265,13	27,16	79,36
1980	268,31	27,41	77,82
1981	255,65	26,18	82,45
1982	315,62	32,33	80,28
1983	260,44	26,67	84,32
1984	270,86	27,67	80,81
1985	216,84	22,21	86,02
1986	219,89	22,52	83,37
1987	157,5	16,13	86,48
1988	226,92	23,18	80,91
1989	155,99	15,98	85,69
1990	187,81	19,24	78,7
1991	162,86	16,68	85,04
1992	225,44	23,03	79,47
1993	217,72	22,3	81,64
1994	214,49	21,97	82,78
1995	176,98	18,13	86,88
1996	152,96	15,62	85,37
1997	165,2	16,92	80,96
1998	138,75	14,21	85,2
1999	149,66	15,33	80,8
2000	148,37	15,15	80,1
2001	120,89	12,38	82,73
2002	119,04	12,19	78,66
2003	116,08	11,89	82,37
2004	141,1	14,41	77,49
<b>Máxima</b>	<b>315,62</b>	<b>32,33</b>	<b>86,88</b>
<b>Média</b>	<b>192,39</b>	<b>19,69</b>	<b>82,06</b>
<b>Mínima</b>	<b>116,08</b>	<b>11,89</b>	<b>77,49</b>
<b>AD</b>	3230	km²	
<b>q</b>	6,10	l/s/km²	
<b>Intervalo</b>	11	dias	

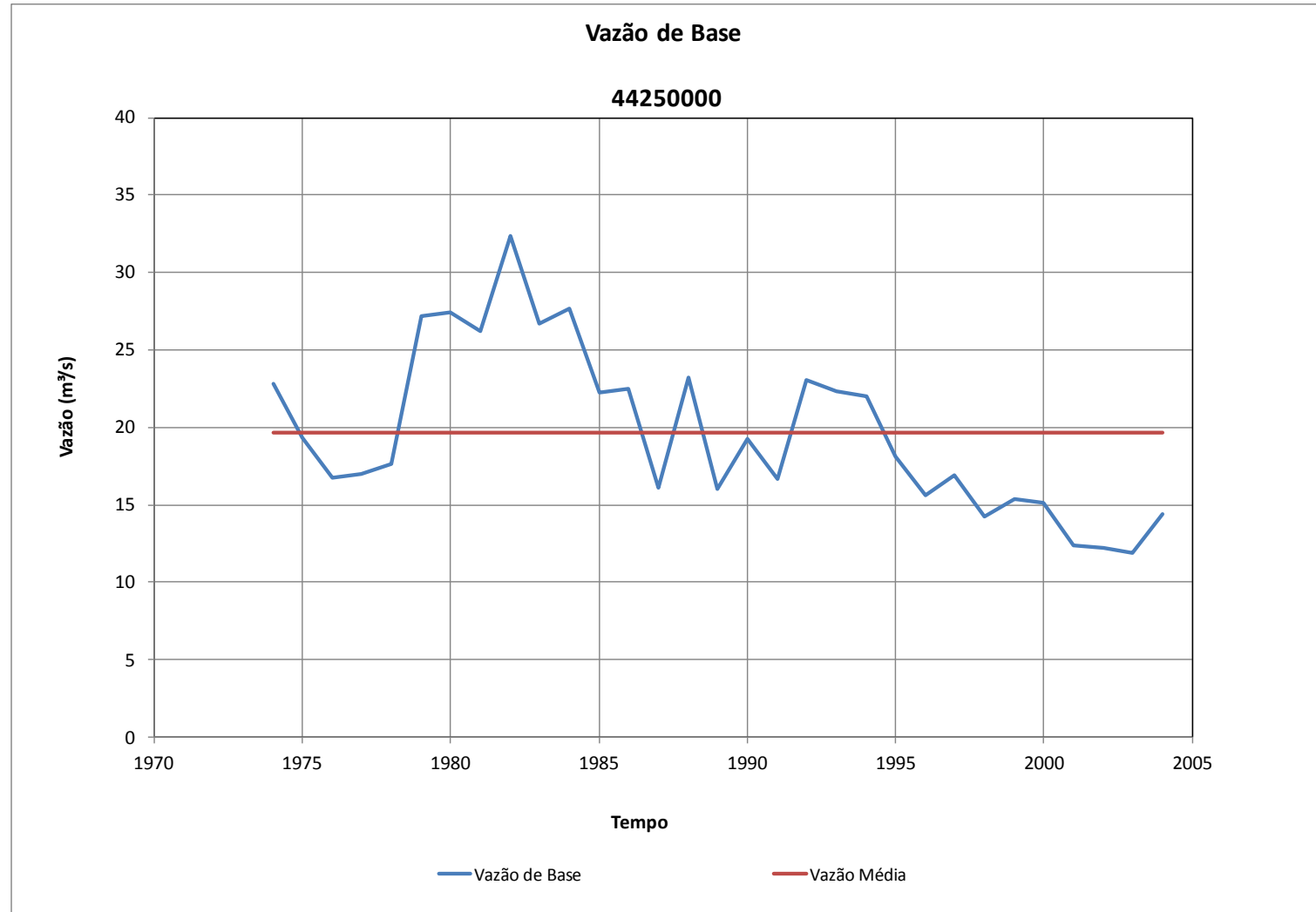


Figura 4.7 - Vazão de Base - Médias Anuais Posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante no rio Pandeiros  
Sub-bacia: Pandeiros / Pardo / Mangai - Período 01/05/1973 a 31/12/2005



### **Posto 45210000 – Lagoa das Pedras no rio Carinhanha – Sub-bacia: Carinhanha**

O posto 45210000 – Lagoa das Pedras, localizado na parte sul da área de afloramento do SAU e na sub-bacia Carinhanha, possui dados consistidos de maio de 1969 a 2005. O preenchimento de falhas foi efetuado a partir do posto 45260000. Para este posto foi possível selecionar o intervalo de tempo de 1970 a 2005 sem necessidade de extensão da série.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores médios mensais e anuais.

A Figura 4.8 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 45210000 – Lagoa das Pedras no rio Carinhanha – Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/05/1970 a 31/12/2005 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.9 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 45210000 – Lagoa das Pedras no rio Carinhanha – Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/05/1970 a 31/12/2005 apresenta as vazões médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.9:

- ✓ No posto 45210000 – Lagoa das Pedras a vazão de base média no Período 01/05/1970 a 31/12/2005 foi de 119,3 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 169,6 m<sup>3</sup>/s em 1982 e mínimo de 88,4 m<sup>3</sup>/s em 2003;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada no posto 45210000 – Lagoa das Pedras no Período 01/05/1970 a 31/12/2005, o valor médio da vazão de base média escoada no Período 01/05/1970 a 31/12/2005 foi de 90,9 % com valor máximo de 93,3 % em 1971 e mínimo de 87,7 % em 1978;
- ✓ Considerando a área de drenagem do posto 45210000 – Lagoa das Pedras o escoamento médio da vazão de base foi de 298,8 mm, com valores máximo de 424,4 mm em 1982 e mínimo de 221,2 mm em 2003;
- ✓ Visualmente, observa-se a ocorrência de vazões de base médias anuais inferiores à média (da vazão de base) no período inicial de 1971 até 1978, seguido de um período vazões superiores à média com duração até 1984. O período de 1985 a 1994 é caracterizado por vazões médias anuais em torno do valor médio de longo termo da vazão de base. Os últimos anos, ou seja, no período de 1993 até 2005 pode ser observada uma tendência de diminuição da vazão média anual, com as vazões mínimas do rio Carinhanha ocorrendo nos 5 últimos anos da série.

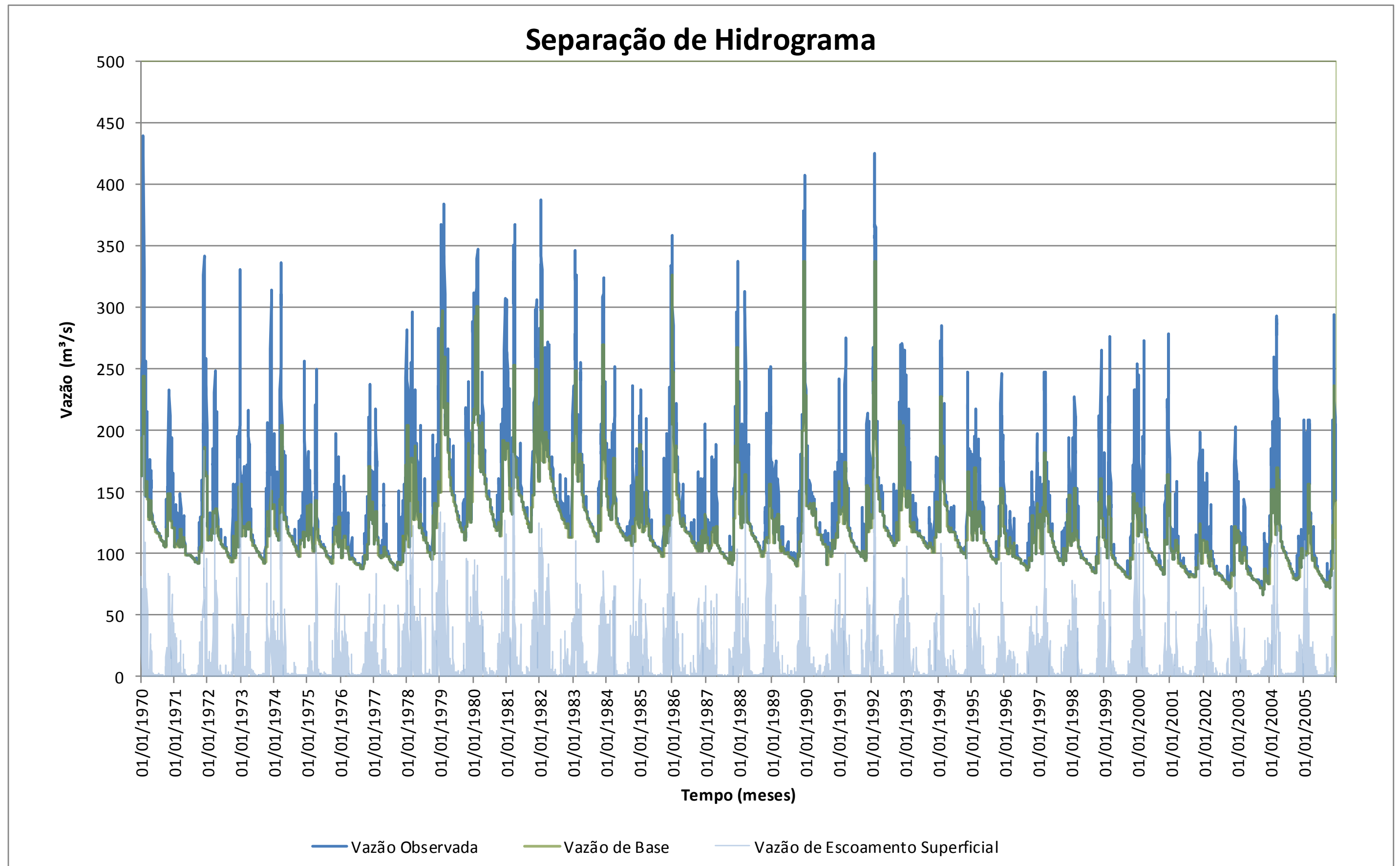


Figura 4.8 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 45210000 – Lagoa das Pedras no rio Carinhanha – Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/05/1970 a 31/12/2005

Ano	45210000		
	Qbase (mm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1971	271,32	108,4	93,31
1972	293,85	117,09	88,7
1973	278,14	111,13	89,11
1974	308,71	123,34	87,85
1975	274,48	109,66	91,02
1976	252,48	100,6	92,7
1977	264,39	105,64	91,74
1978	308,8	123,38	87,66
1979	394,08	157,45	89,31
1980	406,16	161,83	91,37
1981	377,34	150,77	88,8
1982	424,43	169,58	90,35
1983	357,59	142,87	92,39
1984	342,32	136,4	91,13
1985	298,67	119,33	91,96
1986	338,29	135,16	90,66
1987	266,45	106,46	91,66
1988	320,07	127,53	89,78
1989	274,8	109,8	90,16
1990	328,04	131,07	91,54
1991	291,98	116,66	91,26
1992	342,16	136,34	90,84
1993	328,34	131,19	91,26
1994	311,22	124,35	92,68
1995	287,88	115,02	92,21
1996	260,02	103,61	93,16
1997	285,32	114	90,34
1998	258	103,08	92,48
1999	255,46	102,07	90,3
2000	272,72	108,67	88,63
2001	243,25	97,19	92,31
2002	226,73	90,59	90,64
2003	221,18	88,37	92,07
2004	262,41	104,56	89,66
2005	230,2	91,98	91,95
<b>Máxima</b>	<b>424,43</b>	<b>169,58</b>	<b>93,31</b>
<b>Média</b>	<b>298,78</b>	<b>119,29</b>	<b>90,89</b>
<b>Mínima</b>	<b>221,18</b>	<b>88,37</b>	<b>87,66</b>
<b>AD</b>	12600	km²	
<b>q</b>	9,47	l/s/km²	
<b>Intervalo</b>	11	dias	

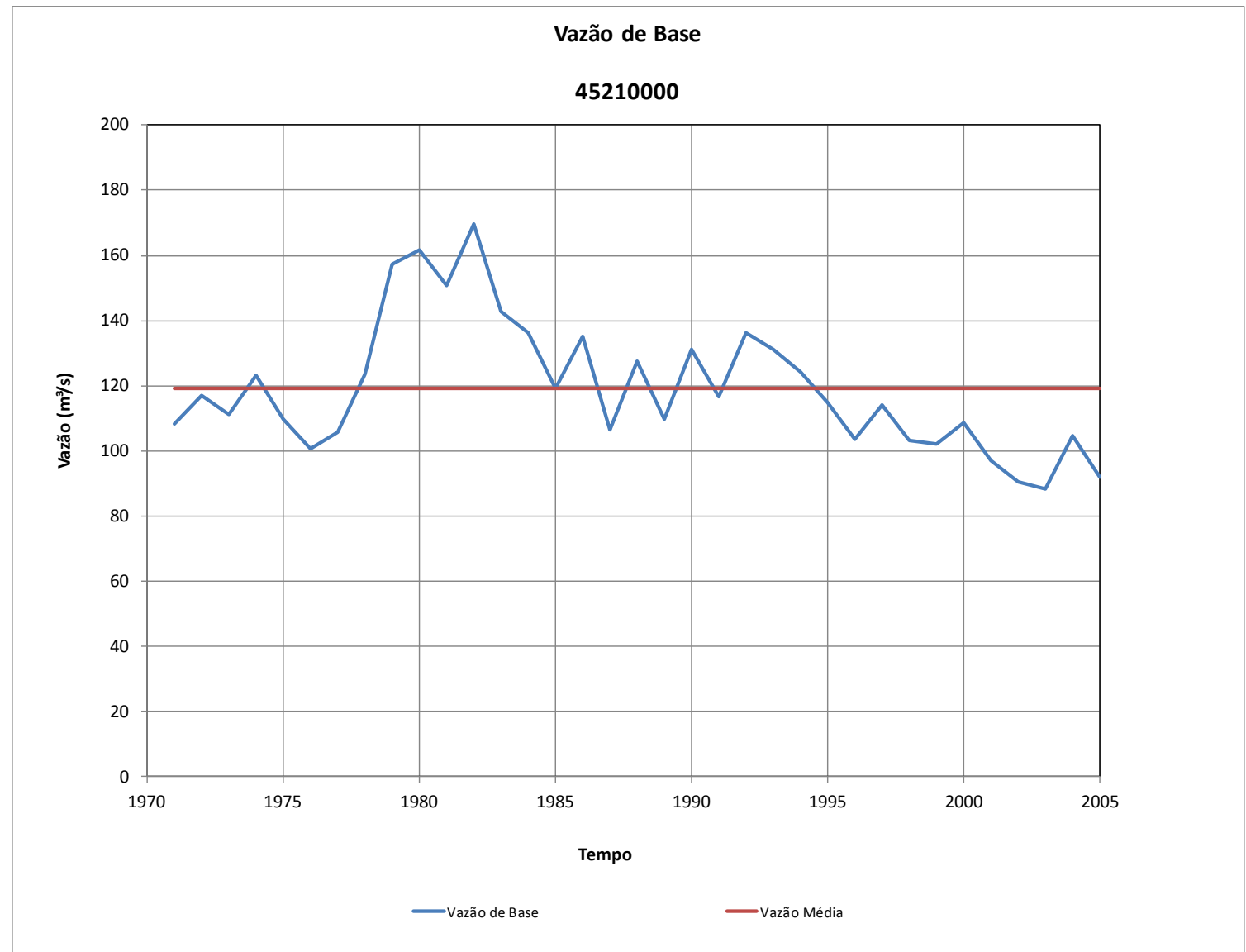


Figura 4.9 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 45210000 – Lagoa das Pedras no rio Carinhanha  
Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/05/1970 a 31/12/2005

### **Posto 45220000 – Capitânea no rio Coxá – Sub-bacia: Carinhanha**

O posto 45220000 – Capitânea, localizado na parte sul da área de afloramento do SAU e na bacia do Carinhanha, possui dados consistidos de setembro de 1950 a dezembro de 2005. Os dados obtidos não possuíam falhas. Para este posto foi possível selecionar o intervalo de 1970 a 2005 sem necessidade de extensão da série.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores médios mensais e anuais.

A Figura 4.10 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 45220000 – Capitânea no rio Coxá – Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/01/1970 a 31/12/2005 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.11 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 45220000 – Capitânea no rio Coxá – Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/01/1970 a 31/12/2005 apresenta as vazões médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.11:

- ✓ No posto 45220000 – Capitânea a vazão de base média no Período 01/01/1970 a 31/12/2005 foi de 11,2 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 17,2 m<sup>3</sup>/s em 1982 e mínimo de 6,2 m<sup>3</sup>/s em 2003;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada no posto 45220000 – Capitânea, o valor médio da vazão de base média escoada no Período 01/01/1970 a 31/12/2005 foi de 89,7 % com valor máximo de 94,0 % em 1971 e mínimo de 85,1 % em 1978;
- ✓ Considerando a área de drenagem do posto 45220000 – Capitânea o escoamento médio da vazão de base foi de 148,5 mm, com valores máximo de 228,2 mm em 1982 e mínimo de 82,4 mm em 2003;
- ✓ Visualmente observa-se a ocorrência de vazões de base médias anuais inferiores à média dessa vazão no período inicial de 1971 até 1978, seguido de um período vazões superiores à média com duração até 1986. O período de 1987 a 1994 é caracterizado por vazões médias anuais em torno do valor médio de longo termo. Os últimos anos, ou seja, no período de 1993 até 2005 pode ser observada uma tendência de diminuição da vazão de base média anual, com as vazões de base mínimas do rio Coxá ocorrendo nos 5 últimos anos da série;
- ✓ O comportamento observado das vazões médias no rio Coxá é muito similar ao observado no rio Carinhanha.

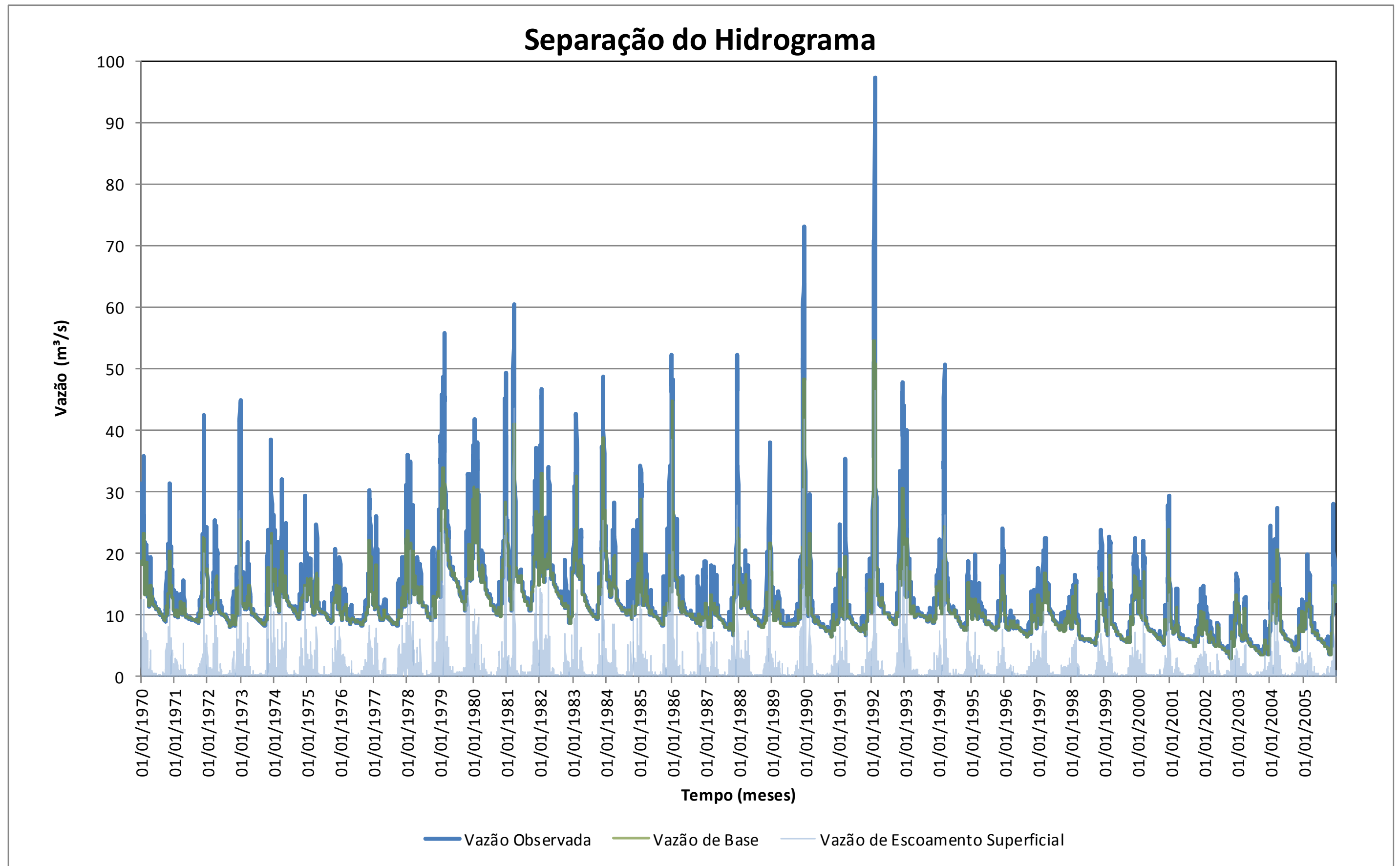


Figura 4.10 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total - Posto 45220000 - Capitânea no rio Coxá - Sub-bacia: Carinhanha - Período 01/01/1970 a 31/12/2005

Ano	45220000		
	Qbase (mm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1971	143,75	10,85	92,350
1972	157,15	11,83	88,690
1973	144,41	10,9	87,190
1974	174,64	13,18	87,510
1975	155,34	11,72	90,510
1976	133,9	10,08	91,580
1977	147,76	11,15	91,580
1978	178,15	13,44	87,460
1979	226,57	17,1	87,730
1980	217,63	16,38	90,640
1981	209,82	15,84	87,910
1982	228,17	17,22	90,420
1983	179,89	13,58	92,920
1984	196,08	14,76	91,700
1985	155,54	11,74	89,130
1986	174,09	13,14	88,520
1987	124,44	9,39	89,260
1988	152,54	11,48	88,100
1989	132,98	10,04	90,100
1990	157,88	11,92	85,130
1991	125,24	9,45	89,310
1992	181,1	13,63	87,400
1993	169,68	12,81	86,810
1994	151,24	11,41	89,140
1995	128,44	9,69	91,890
1996	116,76	8,79	93,980
1997	132,4	9,99	90,200
1998	101,81	7,68	92,410
1999	115,55	8,72	90,360
2000	122,98	9,26	91,200
2001	98,56	7,44	90,370
2002	83,02	6,27	89,540
2003	82,35	6,22	90,390
2004	100,86	7,59	88,520
2005	96,83	7,31	90,590
<b>Máxima</b>	<b>228,17</b>	<b>17,22</b>	<b>93,98</b>
<b>Média</b>	<b>148,50</b>	<b>11,20</b>	<b>89,73</b>
<b>Mínima</b>	<b>82,35</b>	<b>6,22</b>	<b>85,13</b>
AD	2380	km²	
q	4,71	l/s/km²	
Intervalo	9	dias	

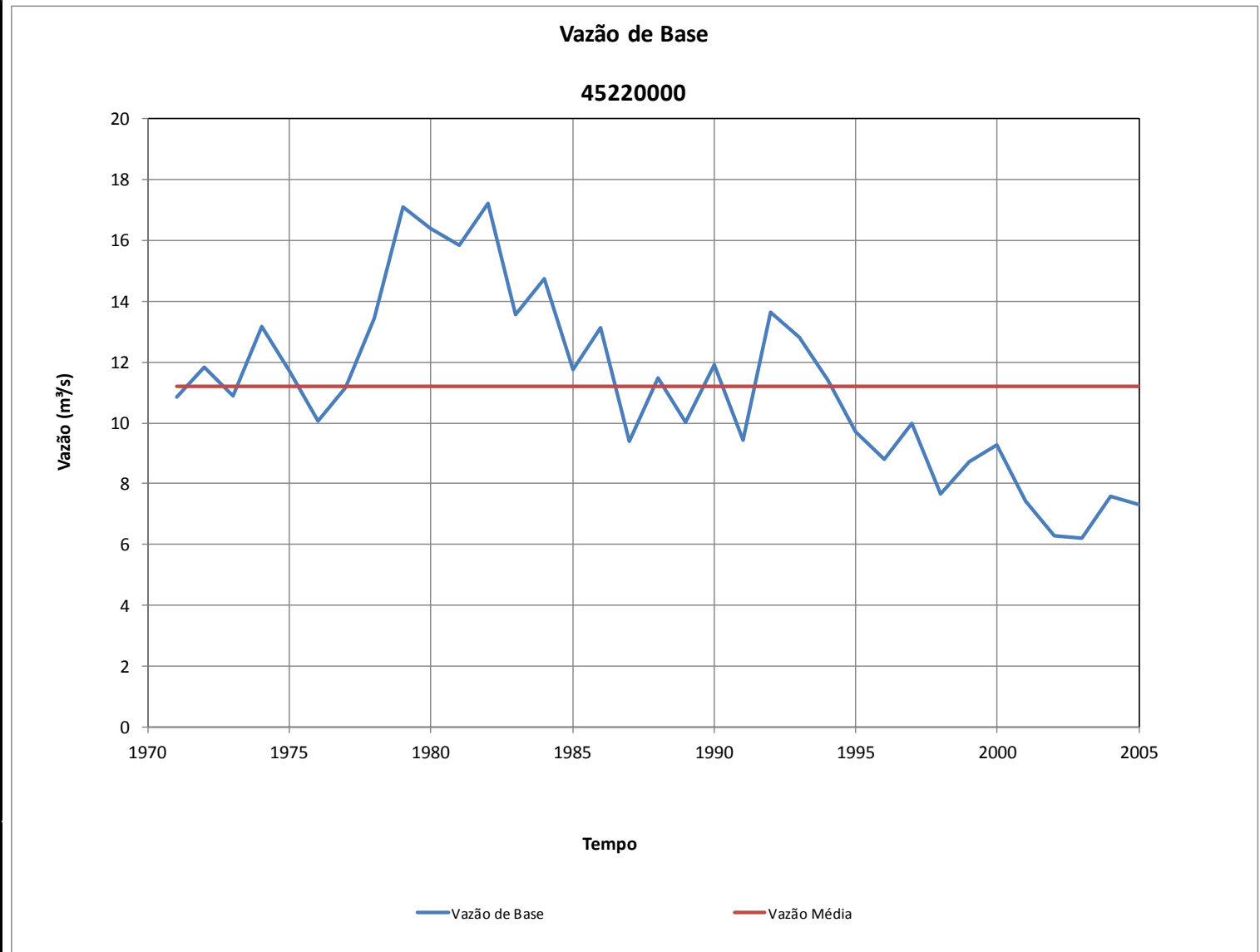


Figura 4.11 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 45220000 – Capitânea no rio Coxá – Sub-bacia: Carinhonha  
Período 01/01/1970 a 31/12/2005

### **Posto 45910001– Santa Maria do Vitória no rio Corrente – Sub-bacia: Corrente**

O posto 45910001 – Santa Maria do Vitória, localizado na parte centro-sul da área de afloramento do SAU e na sub-bacia rio Corrente, possui dados consistidos de 1977 a 2006. O preenchimento de falhas e a extensão da série a partir do posto 45725000 possibilitou obter uma série contínua para o período de 1977 a 2006. Não foram localizados postos que possibilitassem a extensão da série para anos anteriores a 1977.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores médios mensais e anuais.

A Figura 4.12 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 45910001– Santa Maria do Vitória no rio Corrente – Sub-bacia: Corrente - Período 01/01/1977 a 31/12/2006 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.13 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 45910001– Santa Maria do Vitória no rio Corrente – Sub-bacia: Corrente - Período 01/01/1977 a 31/12/2006 apresenta as vazões médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.13:

- ✓ No posto 45910001 – Santa Maria da Vitória a vazão de base média no Período 01/01/1977 a 31/12/2006 foi de 197,2 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 252,1 m<sup>3</sup>/s em 1982 e mínimo de 152,6 m<sup>3</sup>/s em 2003;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada no posto 45910001 – Santa Maria da Vitória, o valor médio da vazão de base média escoada no Período 01/01/1977 a 31/12/2006 foi de 93,1 % com valor máximo de 95,5 % em 1971 e mínimo de 89,3 % em 1978;
- ✓ Considerando a área de drenagem do posto 45910001 – Santa Maria da Vitória o escoamento médio da vazão de base foi de 210,9 mm, com valores máximo de 269,4 mm em 1982 e mínimo de 163,1 mm em 2003;
- ✓ Visualmente observa-se a ocorrência de um período de vazões de base médias anuais superiores à média de longo termo da vazão de base, de 1978 a 1986, o qual é seguido de um período que se estende até 1994 de vazões de base em torno da média de longo termo da mesma vazão. O período final (de 1995 até 2006) as vazões médias anuais inferiores à média de longo termo. Pode também ser observada uma tendência de diminuição das vazões médias anuais no período de 1994 a 2006.

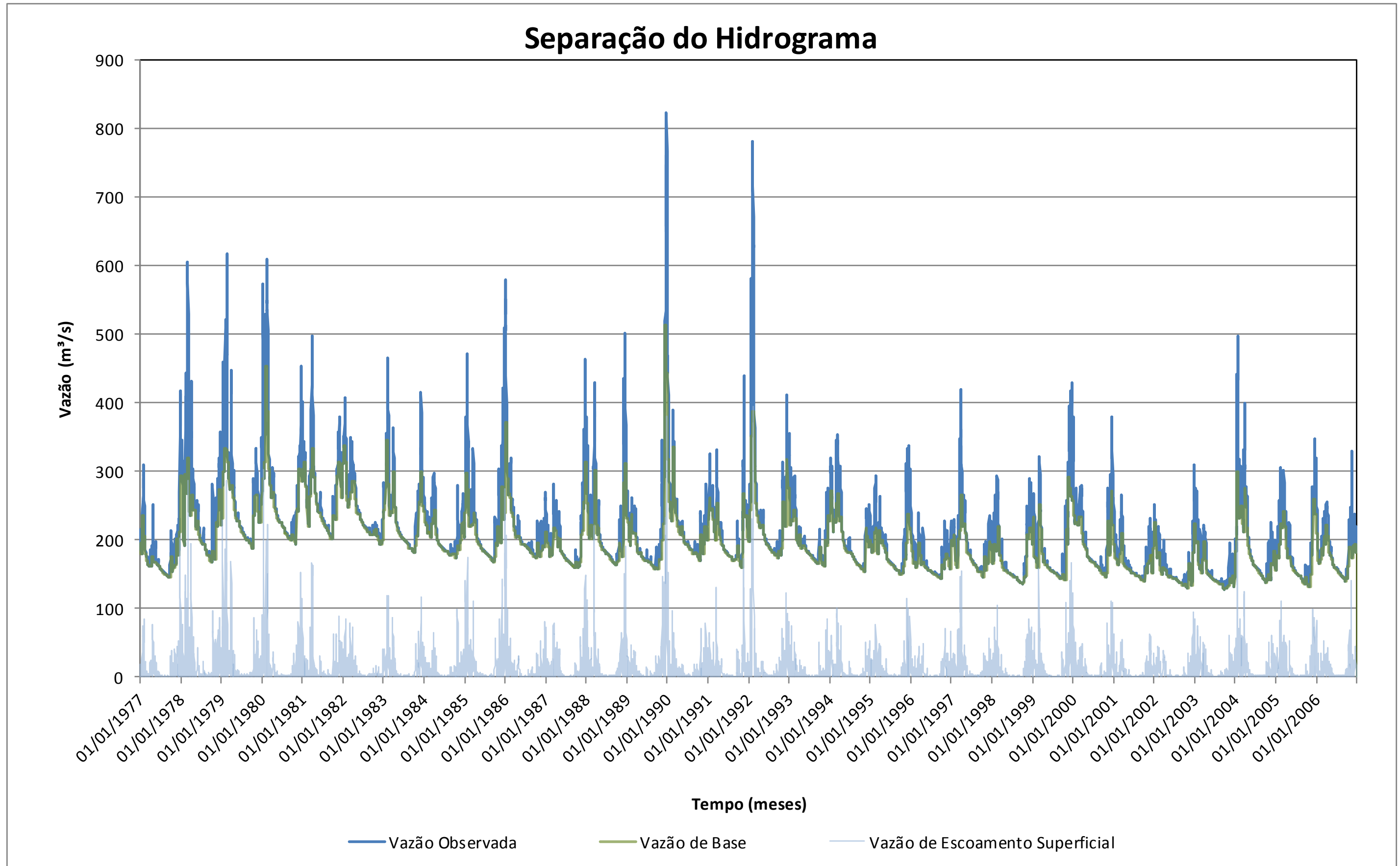


Figura 4.12 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 45910001– Santa Maria do Vitória no rio Corrente – Sub-bacia: Corrente - Período 01/01/1977



Ano	45910001		
	Qbase (mm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1978	226,8	212,16	89,32
1979	251,3	235,08	90,3
1980	268,24	250,24	92,67
1981	263,71	246,69	93,33
1982	269,44	252,05	95,18
1983	236,6	221,33	95,54
1984	222,71	207,76	95,02
1985	215,9	201,96	92,71
1986	231,28	216,35	91,07
1987	196,09	183,43	94,22
1988	215,76	201,28	92,64
1989	203,5	190,36	93,62
1990	244,35	228,57	90,46
1991	211,48	197,83	94,83
1992	236,46	220,59	90,64
1993	218,5	204,39	94,06
1994	213,13	199,37	94,72
1995	190,9	178,57	94,68
1996	179,63	167,58	93,67
1997	192,2	179,79	91,95
1998	173,57	162,37	94,09
1999	182,17	170,41	92,83
2000	208,93	194,9	92,77
2001	179,83	168,22	93,24
2002	167,62	156,8	94,59
2003	163,08	152,55	93,51
2004	189,79	177,05	91,8
2005	178,15	166,65	93,17
2006	185,21	173,25	93,82
<b>Máximo</b>	<b>269,44</b>	<b>252,05</b>	<b>95,54</b>
<b>Média</b>	<b>210,91</b>	<b>197,16</b>	<b>93,12</b>
<b>Mínima</b>	<b>163,08</b>	<b>152,55</b>	<b>89,32</b>
<b>AD</b>	29500	km²	
<b>q</b>	6,68	l/s/km²	
<b>Intervalo</b>	11	dias	

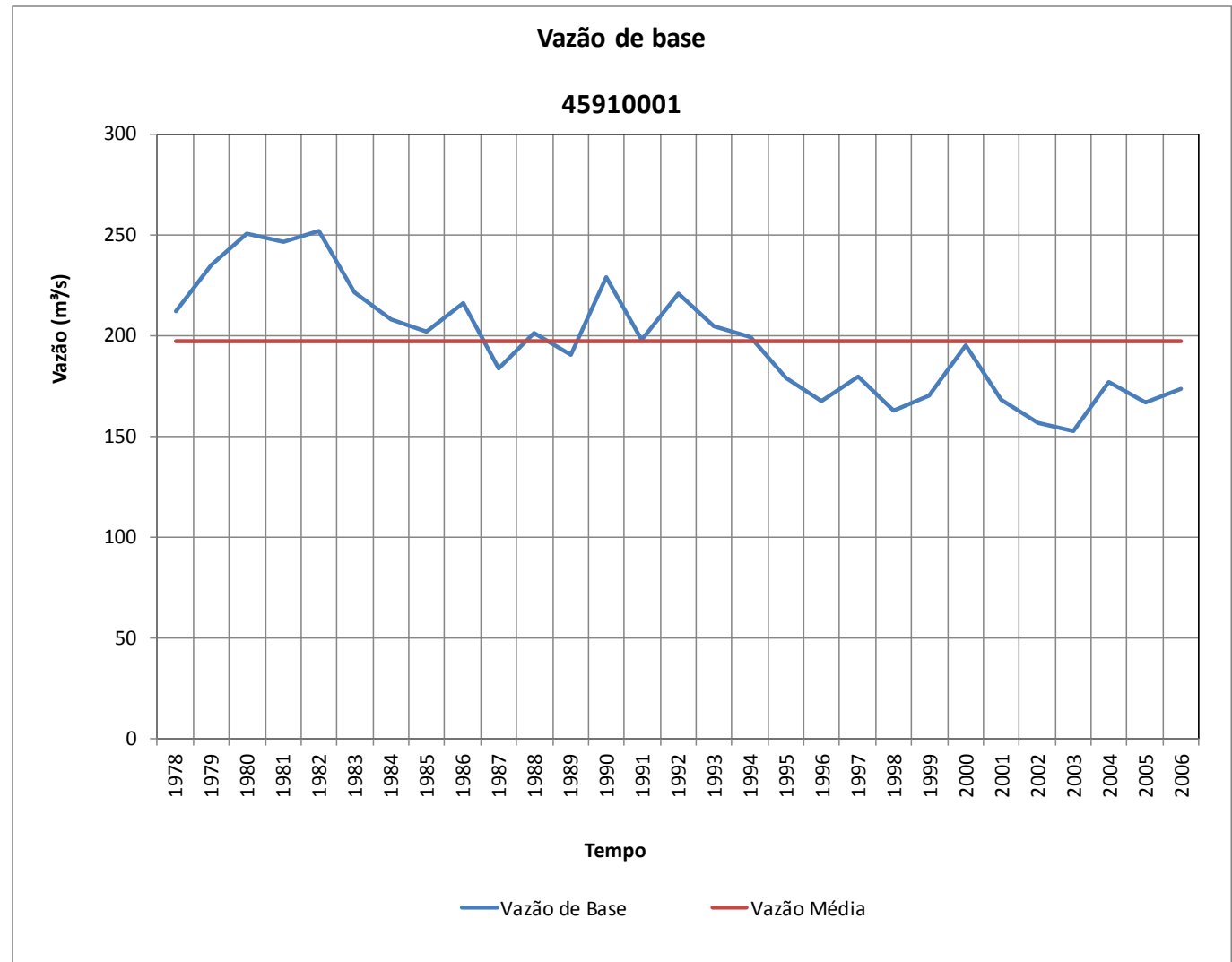


Figura 4.13 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 45910001– Santa Maria do Vitória no rio Corrente  
Sub-bacia: Corrente - Período 01/01/1977 a 31/12/2006

### **Posto 46610000 – São Sebastião no rio Grande – Sub-bacia: Alto Grande**

O posto 46610000 – São Sebastião, localizado na sub-bacia do Alto Grande, possui dados consistidos de 1977 a 2006, com o preenchimento de falhas e a extensão da série, passou a ter uma série de 1970 a 2006.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores médios mensais e anuais.

A Figura 4.14 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 46610000 – São Sebastião no rio Grande – Sub-bacia: Alto Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.15 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 46610000 – São Sebastião no rio Grande – Sub-bacia: Alto Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006 apresenta as vazões médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.15:

- ✓ No posto 46610000 – São Sebastião a vazão de base média no Período 01/01/1970 a 31/12/2006 foi de 174,7 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 223,6 m<sup>3</sup>/s em 1980 e mínimo de 144,0 m<sup>3</sup>/s em 2003;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada no posto 46610000 – São Sebastião, o valor médio de base média escoada no Período 01/01/1970 a 31/12/2006 foi de 94,1 % com valor máximo de 95,8 % em 1995 e mínimo de 91,0 % em 1978;
- ✓ Considerando a área de drenagem do posto 46610000 – São Sebastião o escoamento médio da vazão de base foi de 167,5 mm com valores máximo de 215,0 mm em 1980 e mínimo de 138 mm em 2003;
- ✓ Visualmente observa-se que em São Sebastião ocorre um período inicial de vazões de base médias anuais inferiores à vazão de base média de longo termo (de 1971 a 1977), seguido de um período de vazões superiores à vazão de base média de longo termo (de 1978 a 1984). No período de 1986 a 2006 observa-se uma tendência de decréscimo das vazões de base médias anuais, com os primeiros anos (até 1994) vazões superiores à média de longo termo dessa vazão, sendo que nos anos finais a vazão é inferior à média de longo termo.

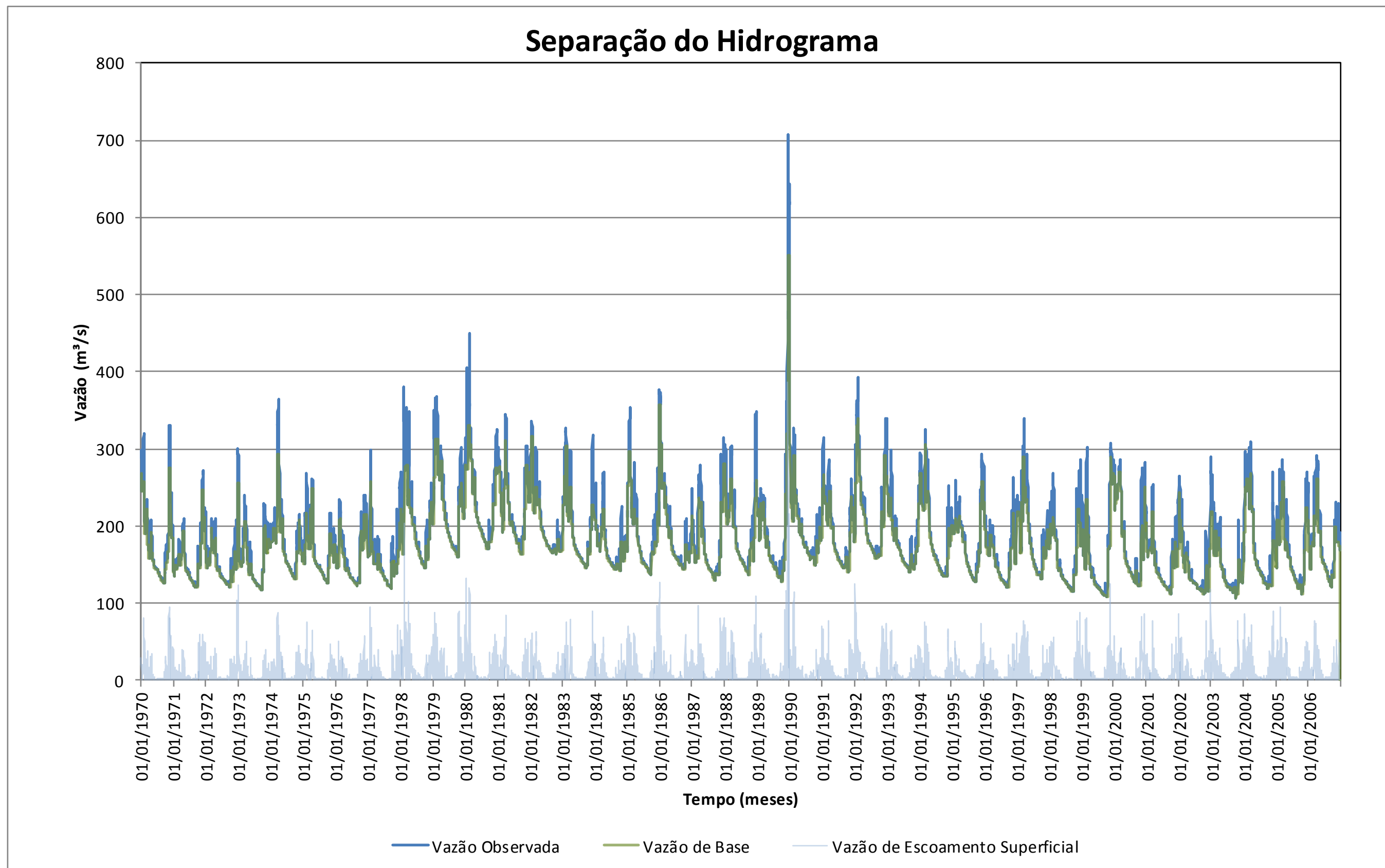


Figura 4.14 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 46610000 – São Sebastião no rio Grande – Sub-bacia: Alto Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006

Ano	46610000		
	Qbase (mm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1971	147	153,36	93,85
1972	148,9	154,92	94,74
1973	140,27	146,34	93,05
1974	168,18	175,46	93,96
1975	155,81	162,56	94,77
1976	144,31	150,15	95,18
1977	150,49	157	94,07
1978	180,13	187,93	90,97
1979	203,21	212,01	94,31
1980	214,95	223,64	94,11
1981	206,81	215,76	95,02
1982	201,39	210,11	95,23
1983	177,03	184,69	95,2
1984	166,94	173,68	94,84
1985	169,28	176,6	94,41
1986	184,03	191,99	94,57
1987	157,39	164,2	93,81
1988	177,59	184,77	93,7
1989	167,82	175,08	94,09
1990	199,1	207,71	91,78
1991	175,11	182,69	94,49
1992	193,31	201,12	94,89
1993	179,42	187,18	94,53
1994	177,88	185,58	94,87
1995	160,91	167,87	95,82
1996	154,61	160,86	94,98
1997	173,19	180,68	93,37
1998	146,7	153,05	95,03
1999	143,29	149,49	92,92
2000	174,84	181,91	94,67
2001	145,32	151,61	93,64
2002	140,36	146,44	93,81
2003	137,98	143,96	92,57
2004	157,69	164,06	93,33
2005	152,36	158,96	92,33
2006	158,16	165,01	92,92
<b>Máxima</b>	<b>214,95</b>	<b>223,64</b>	<b>95,82</b>
<b>Média</b>	<b>167,55</b>	<b>174,68</b>	<b>94,05</b>
<b>Mínima</b>	<b>137,98</b>	<b>143,96</b>	<b>90,97</b>
<b>AD</b>	32900	km²	
<b>q</b>	5,31	l/s/km²	
<b>Intervalo</b>	11	dias	

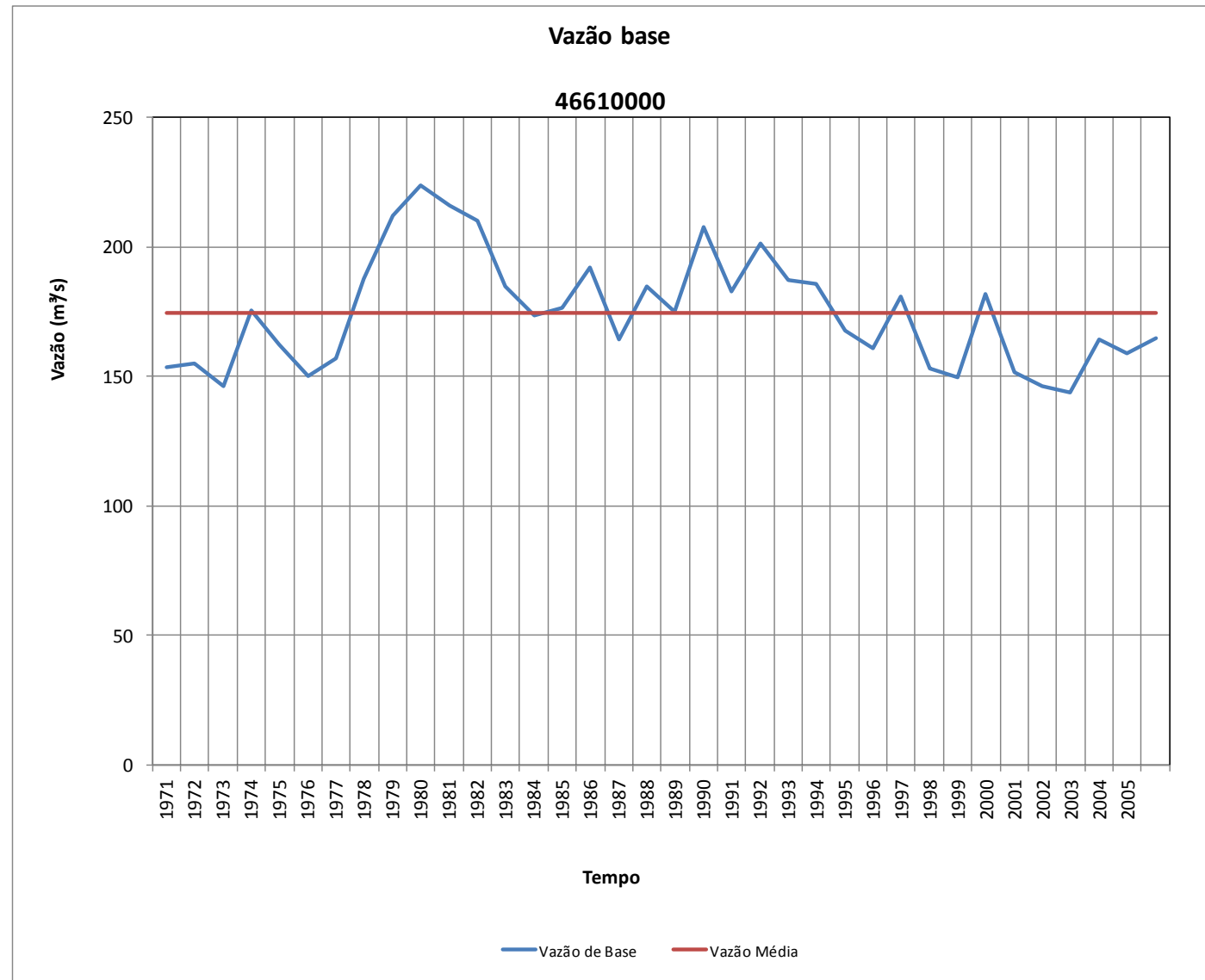


Figura 4.15 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 46610000 – São Sebastião no rio Grande  
Sub-bacia: Alto Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006

### **Posto 46790000 – Formosa do Rio Preto no rio Preto – Sub-bacia: Médio/Baixo Grande**

O posto 46790000 – Formosa do Rio Preto, localizado na parte norte da área de afloramento do SAU e na sub-bacia do Médio/Baixo Grande, possui dados consistidos de agosto de 1941 a 2006. O preenchimento de falhas foi efetuado a partir dos postos 46830000 e 46780000. Assim foram obtidos dados para o período de 1970 a 2006 sem necessidade de extensão da série.

A partir desta série foram preparados os dados de entrada do programa no formato padrão WATSTORE do USGS, valores diários, 80 caracteres, formato ASCII.

Obtiveram-se os valores diários da vazão de base e de escoamento superficial direto (ESD), além dos valores médios mensais e anuais.

A Figura 4.16 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 46790000 – Formosa do Rio Preto no rio Preto – Sub-bacia: Médio/Baixo Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006 apresenta o hidrograma de vazões diárias incluindo a vazão total observada e as vazões de ESD e de base.

A Figura 4.17 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 46790000 – Formosa do Rio Preto no rio Preto – Sub-bacia: Médio/Baixo Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006 apresenta as vazões médias anuais (ano civil) obtidas para o período.

Conforme pode ser observado na Figura 4.17:

- ✓ No posto 46790000 – Formosa do Rio Preto a vazão de base média no Período 01/01/1970 a 31/12/2006 foi de 91,5 m<sup>3</sup>/s com valores máximo de 109,5 m<sup>3</sup>/s em 1980 e mínimo de 77,3 m<sup>3</sup>/s em 1971;
- ✓ Em termos de porcentagem sobre a vazão total escoada no posto 46790000 – Formosa do Rio Preto, o valor médio da vazão de base no Período 01/01/1970 a 31/12/2006 foi de 92,0 % com valor máximo de 94,0 % em 1972 e mínimo de 86,7 % em 1978;
- ✓ Considerando a área de drenagem do posto 46790000 – Formosa do Rio Preto o escoamento médio da vazão de base foi de 201,9 mm, com valores máximo de 242,1 mm em 1980 e mínimo de 170,6 mm em 1971;
- ✓ Visualmente observa-se que o rio Preto tem pequena variação interanual com respeito às vazões de base médias, com alternância de valores menores ou maiores nos primeiros anos que a vazão de base média de longo termo que é de 91,5 m<sup>3</sup>/s. No período de 1978 a 1986 observam-se vazões de base médias anuais superiores à vazão de base média de longo termo. Após 1986 observa-se tendência de diminuição nos valores de vazão de base média anual.

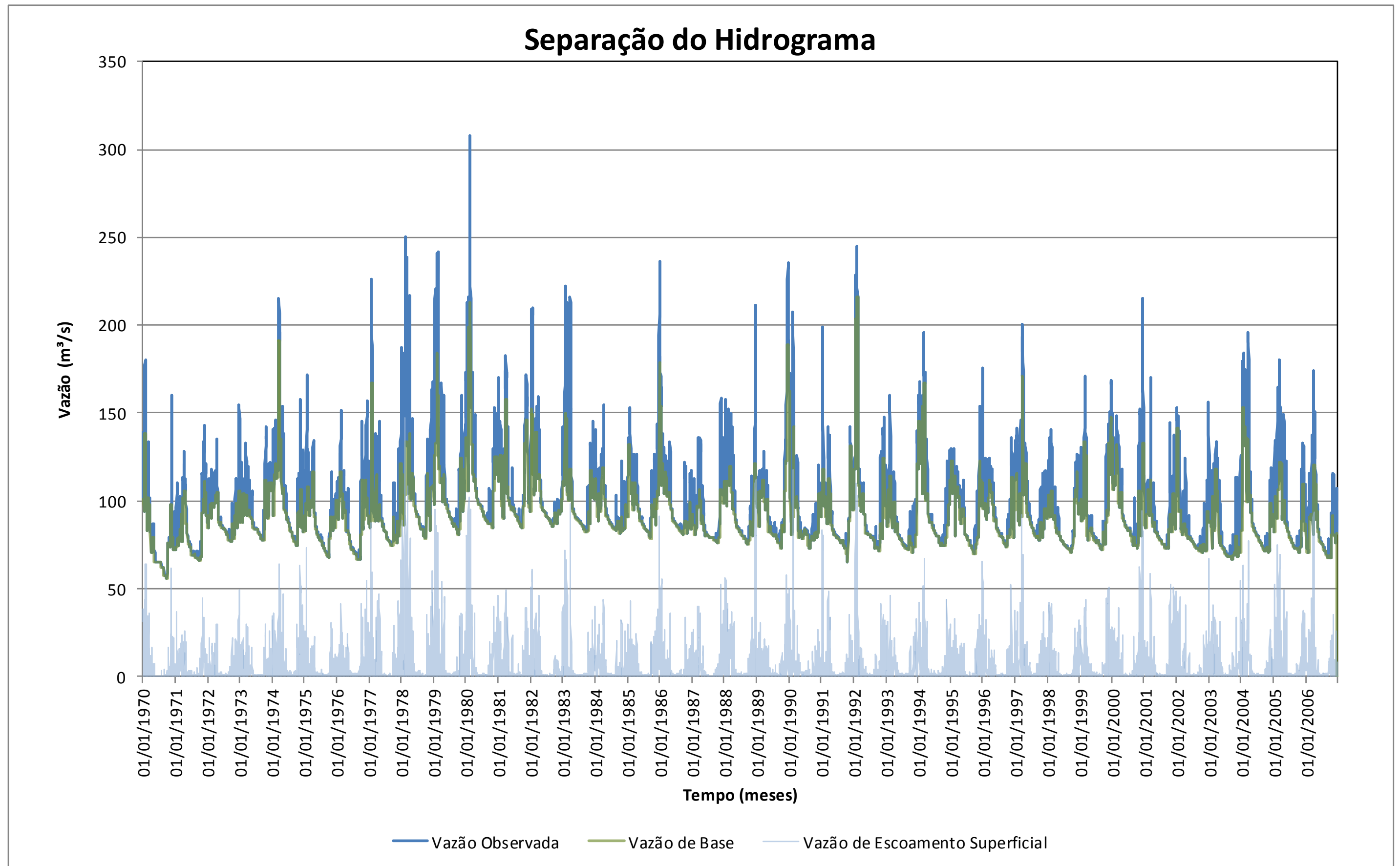


Figura 4.16 - Hidrogramas - Vazões Diárias de Base, ESD e Total – Posto 46790000 – Formosa do Rio Preto no rio Preto – Sub-bacia: Médio/Baixo Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006.

Ano	46790000		
	Qbase (cm)	Qbase (m³/s)	Qbase (%)
1971	17,056	77,34	93,18
1972	19,554	88,43	94,02
1973	19,672	89,2	92,69
1974	22,269	100,98	92,59
1975	19,025	86,27	91,83
1976	18,411	83,26	93,85
1977	20,186	91,53	88,93
1978	21,466	97,34	86,66
1979	22,878	103,74	89,24
1980	24,209	109,48	91,56
1981	22,519	102,11	92,1
1982	23,141	104,93	92,57
1983	21,471	97,36	92,29
1984	21,107	95,45	93,82
1985	20,46	92,77	93,77
1986	22,048	99,98	92,54
1987	18,89	85,66	93,14
1988	20,136	91,05	91,56
1989	19,854	90,03	91,94
1990	21,224	96,24	91,62
1991	19,139	86,79	92,3
1992	21,25	96,1	93,46
1993	18,784	85,17	92,39
1994	20,917	94,85	92,66
1995	19,465	88,26	93,68
1996	19,862	89,82	92,57
1997	20,59	93,37	91,3
1998	18,393	83,4	92,62
1999	19,28	87,43	93,44
2000	21,371	96,64	92,73
2001	19,045	86,36	90,98
2002	18,678	84,69	91,01
2003	17,478	79,25	91,68
2004	19,876	89,88	91,69
2005	19,055	86,41	90,21
2006	18,058	81,88	90,91
<b>Máxima</b>	<b>24,21</b>	<b>109,48</b>	<b>94,02</b>
<b>Média</b>	<b>20,19</b>	<b>91,48</b>	<b>92,04</b>
<b>Mínima</b>	<b>17,06</b>	<b>77,34</b>	<b>86,66</b>
<b>AD</b>	14300	km²	
<b>q</b>	6,40	l/s/km²	
<b>Intervalo</b>	11	dias	

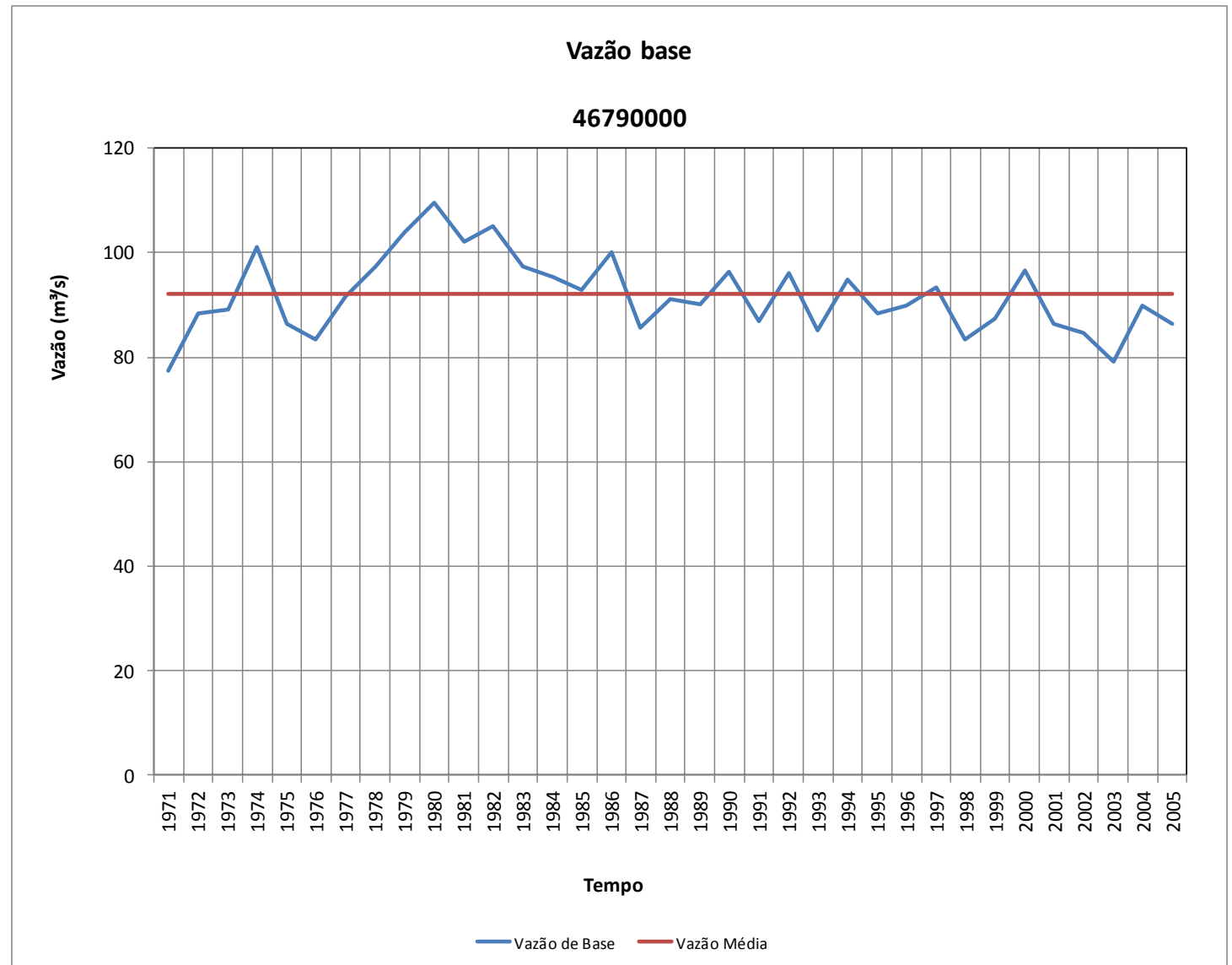


Figura 4.17 - Vazão de Base – Médias Anuais – Posto 46790000 – Formosa do Rio Preto no rio Preto  
Sub-bacia: Médio/Baixo Grande - Período 01/01/1970 a 31/12/2006

A avaliação do comportamento das vazões de base médias anuais nos vários postos principais localizados na bacia do rio São Francisco permitiu constatar que nestes postos há uma tendência de diminuição da vazão de base média anual, que se constata a partir dos anos 1986 a 1988, aproximadamente.

A seguir, são apresentados nos Quadros 4.6 a 4.8 um resumo das vazões de base médias anuais nos postos principais da bacia do Rio São Francisco em m<sup>3</sup>/s, % da vazão escoada e mm de altura sobre a bacia. Nesses quadros são apresentados os valores médios, máximos e mínimos das vazões de base médias anuais, nos postos.

**QUADRO 4.6 - RESUMO DAS VAZÕES DE BASE MÉDIAS ANUAIS NOS POSTOS PRINCIPAIS DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO (m<sup>3</sup>/s).**

Posto	Nome	Rio	Sub-Bacia SAU	Período		Qb <sub>med</sub>	Qb <sub>max</sub>		Qb <sub>min</sub>	
				Início	Fim	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Ano	m <sup>3</sup> /s	Ano
42850000	Cachoeira das Almas	Sono (MG)	Paracatu	1970	2005	30,6	65,0	1992	11,5	1971
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	Pandeiros/Pardo/Mangai	1973	2005	19,7	32,3	1982	11,9	2003
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	Carinhanha	1970	2005	119,3	169,6	1982	88,4	2003
45220000	Capitânea	Coxá	Carinhanha	1970	2005	11,2	17,2	1982	6,2	2003
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	Corrente	1977	2006	197,2	252,1	1982	152,6	2003
46610000	São Sebastião	Grande	Alto Grande	1970	2006	174,7	223,6	1980	144,0	2003
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	Médio/Baixo Grande	1970	2006	91,5	109,5	1980	77,3	1971

**QUADRO 4.7 - RESUMO DAS VAZÕES DE BASE MÉDIAS ANUAIS NOS POSTOS PRINCIPAIS DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO (% DA VAZÃO ESCOADA)**

Posto	Nome	Rio	Sub-Bacia SAU	Período		Qb <sub>med</sub>	Qb <sub>max</sub>		Qb <sub>min</sub>	
				Início	Fim	%	%	Ano	%	Ano
42850000	Cachoeira das Almas	Sono (MG)	Paracatu	1970	2005	52,7	63,9	1995	40,4	1985
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	Pandeiros/Pardo/Mangai	1973	2005	82,1	86,9	1995	77,5	2004
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	Carinhanha	1970	2005	90,9	93,3	1971	87,7	1978
45220000	Capitânea	Coxá	Carinhanha	1970	2005	89,7	94,0	1971	85,1	1978
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	Corrente	1977	2006	93,1	95,5	1971	89,3	1978
46610000	São Sebastião	Grande	Alto Grande	1970	2006	94,1	95,8	1995	91,0	1978
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	Médio/Baixo Grande	1970	2006	92	94,0	1972	86,7	1978



**QUADRO 4.8 - RESUMO DAS VAZÕES DE BASE MÉDIAS ANUAIS NOS POSTOS PRINCIPAIS DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO (LÂMINA SOBRE A BACIA)**

Posto	Nome	Rio	Sub-Bacia SAU	Período		Qb <sub>med</sub>	Qb <sub>max</sub>		Qb <sub>min</sub>	
				Início	Fim	mm	mm	Ano	mm	Ano
42850000	Cachoeira das Almas	Sono (MG)	Paracatu	1970	2005	220,2	467,8	1992	82,4	1971
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	Pandeiros/Pardo/Mangai	1973	2005	192,4	315,6	1982	116,1	2003
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	Carinhanha	1970	2005	298,8	424,4	1982	221,2	2003
45220000	Capitânea	Coxá	Carinhanha	1970	2005	148,5	228,2	1982	82,4	2003
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	Corrente	1977	2006	210,9	269,4	1982	163,1	2003
46610000	São Sebastião	Grande	Alto Grande	1970	2006	167,5	215,0	1980	138,0	2003
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	Médio/Baixo Grande	1970	2006	201,9	242,1	1980	170,6	1971

Para avaliar a variabilidade desses valores, o Quadro 4.9 apresenta as relações entre as vazões de base máxima e mínima observadas no período e a vazão de base média de longo termo em cada posto (Qb<sub>med</sub>) para os resultados obtidos em m<sup>3</sup>/s e % da vazão escoada. Considerando que as lâminas sobre a bacia são obtidas dividindo as vazões escoadas (m<sup>3</sup>/s) por uma constante (Área da bacia x coeficiente de transformação de unidades) as relações obtidas entre os valores máximo e mínimo terão o mesmo valor. No mesmo quadro estão apresentadas a área de drenagem do posto fluviométrico e a percentagem da área de drenagem da bacia (AD) coberta pelo SAU.

**QUADRO 4.9 – RELAÇÃO ENTRE AS VAZÕES DE BASES MÁXIMA (QB<sub>MAX</sub>) E MÍNIMA (QB<sub>MIN</sub>) COM A MÉDIA (QB<sub>MED</sub>)**

Posto	Nome	Área de Drenagem Km <sup>2</sup>	% SAU/AD	Vazões de base em m <sup>3</sup> /s Lâmina em mm		Vazões de base em % da Vazão Escoada	
				Qb <sub>max</sub> /Qb <sub>med</sub>	Qb <sub>min</sub> /Qb <sub>med</sub>	Qb <sub>max</sub> /Qb <sub>med</sub>	Qb <sub>min</sub> /Qb <sub>med</sub>
42850000	Cachoeira das Almas	4.390,0	67	212%	38%	121%	77%
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	3.230,0	100	164%	60%	106%	94%
45210000	Lagoa das Pedras	12.600,0	90	142%	74%	103%	96%
45220000	Capitânea	2.380,0	99	154%	55%	105%	95%
45910001	Santa Maria da Vitória	29.500,0	84	128%	77%	103%	96%
46610000	São Sebastião	32.900,0	86	128%	82%	102%	97%
46790000	Formosa do Rio Preto	14.300,0	92	120%	84%	102%	94%

A partir da análise destes quadros pode-se afirmar que:

- ✓ A avaliação dos resultados em m<sup>3</sup>/s é dificultada pela grande variação dos valores de vazão, consequência das magnitudes variadas das áreas de drenagem;
- ✓ Ao padronizar os valores em altura de água sobre a bacia (mm) as vazões de base médias variam entre um mínimo de 148 mm (posto 45220000 – Capitânea – Rio Coxá) e 299 mm (posto 45210000 – Lagoa das Pedras – Rio Carinhanha), ou seja, cerca do dobro do valor mínimo;

- ✓ Os valores máximos das vazões de base em mm variam entre 215 mm (posto 46610000 – São Sebastião – rio Grande) e 468 mm (posto 42850000 - Cachoeira das Almas – rio do Sono);
- ✓ Os valores mínimos de vazões de base em mm variam entre 82 mm (posto 42850000 - Cachoeira das Almas – rio do Sono; posto 45220000 – Capitânea – Rio Coxá) e 221 mm (posto 45210000 – Lagoa das Pedras – Rio Carinhanha);
- ✓ Ao avaliar o escoamento de base em termos de percentagem da vazão escoada do Quadro 4.7, observa-se que cinco postos (Lagoa das Pedras, Capitânea, Santa Maria da Vitória, São Sebastião e Formosa do Rio Preto) apresentam valores semelhantes, variando entre 90% e 94%. O posto situado na porção sul do SAU apresenta valor inferior com 82% (posto 44250000 – Usina dos Pandeiros Montante – rio dos Pandeiros) e na região do SAA, o posto 42850000 - Cachoeira das Almas – rio do Sono, apresentou 53%. Os valores máximos e mínimos de vazão de base (em percentagem de vazão escoada) para os cinco postos citados tem pequena variação em relação à vazão de base média (rios mais regularizados pelo escoamento de base do aquífero). O posto do rio Pandeiros e o da região do SAA apresentaram maior variação, sendo ainda mais expressiva no posto 42850000 - Cachoeira das Almas – rio do Sono, na área do SAA;
- ✓ Ao avaliar a relação  $Qb_{max}/Qb_{med}$  dos valores em  $m^3/s$  verifica-se que as vazões de base máximas são cerca de 120% a 128% da vazão de base média de longo termo nas sub-bacias situadas na parcela central da área de estudo (posto 46790000 – Formosa do Rio Preto – rio Preto e posto 46610000 – São Sebastião – rio Grande) e mais ao norte (posto 46910001 – Santa Maria da Vitória – rio Corrente). Na direção sul este valor é ampliado, com um máximo de 212% em Cachoeira das Almas (posto 42850000 – Cachoeira das Almas – rio do Sono);
- ✓ Avaliando a relação  $Qb_{min}/Qb_{med}$  em  $m^3/s$  verifica-se também uma maior constância para as bacias mais ao norte (entre 55% e 84%) e variação maior em Cachoeira das Almas (38%) (posto 42850000 - Cachoeira das Almas – rio do Sono), que tem na sua área de drenagem o Sistema Aquífero Areado;
- ✓ A avaliação da percentagem de vazão escoada mostra para seis das bacias (Pandeiro/Pardo/Mangai, Carinhanha, Corrente, Alto Grande, Médio/Baixo Grande e Paracatu) um valor máximo de até 106% e mínimo de 94% em relação à vazão de base média de longo termo. No posto 42850000 - Cachoeira das Almas – rio do Sono, por sua vez essa relação varia entre 77% e 121%, corroborando um comportamento diferencial nessa estação.

Essas observações indicam que o aquífero situado na sub-bacia Paracatu, o Sistema Aquífero Areado, é diferenciado tanto em termos hidrogeológicos, refletindo na sua menor capacidade de regularização das vazões de base, em comparação ao Sistema Aquífero Urucuia, situado predominantemente nas áreas de drenagens das demais sub-bacias, na parte norte da área de estudo.

O escoamento de base é menor no posto 44250000 (Usina dos Pandeiros Montante - rio dos Pandeiros) provavelmente porque naquela área existe a ocorrência de rochas do Grupo Areado e metassedimentos do Grupo Bambuí, com características litológicas mais argilosas que as unidades do SAU, e, portanto, com menores condições de regularização das drenagens, que

podem estar influenciando nessa diferença. Nas sondagens elétricas verticais (SEVs) 67 e 68, situadas próximas a essa estação, chegou-se a baixos valores da espessura do SAU (63,3 e 60,8 metros, respectivamente) e baixos valores de resistividade aparente (inferiores a 170 ohm.m), refletindo resistividades de material pelíticos.

Do mesmo modo, as rochas do substrato da sub-bacia do rio do Sono (posto 42850000, Cachoeira das Almas - rio do Sono), estão sobre os domínios aquíferos de formações cenozoicas do Grupo Areado. Esses domínios são caracterizados por uma menor capacidade de armazenamento de água subterrânea comparados ao pacote arenoso do Grupo Urucua, e, conseqüentemente, determinam um escoamento de base comparativamente menor.

As observações apresentadas com respeito aos gráficos da vazão de base anual nos diversos postos fluviométricos indicam pico de vazão de base por volta do ano de 1980 e decréscimo da vazão ao longo dos anos seguintes, resultando em série de valores inferiores à média. Segundo Albuquerque & Chaves (2011), no rio das Fêmeas – período entre 1977 e 2007 – ocorreram quedas significativas de vazão ao longo dos anos hidrológicos, apresentando resultados semelhantes aos observados. Tal comportamento é corente conforme se confronta os dados de vazão das estações com os dados de precipitação na região, do mesmo período, e, certamente inclui, entre outros fatores não analisados aqui, o reflexo da diminuição da precipitação a partir do ano de 1980.

#### **4.4 ASPECTOS GEOLÓGICOS**

Um fator a ser considerado na avaliação das contribuições dos aquíferos para as bacias circundantes é a geologia existente na área de drenagem e circunvizinhanças dos postos fluviométricos avaliados, conforme citado anteriormente. Além das rochas dos Grupos Urucua e Areado, as sub-bacias afluentes aos postos fluviométricos principais incluem outras unidades litológicas, haja vista que nem o SAU nem o SAA ocupa a totalidade das áreas de drenagens das estações fluviométricas avaliadas, exceto na estação do rio Pandeiros (parte sul do SAU) que em sua área de drenagem 100% de rochas do SAU. O quadro 4.10 apresenta a distância mínima aproximada da área de afloramento do SAU e os postos fluviométricos e as demais litologias associadas nessas áreas e adjacências.

Na prática, tal fato influencia no cálculo das estimativas de contribuição dos aquíferos para as vazões dos rios, uma vez que outros sistemas aquíferos atuam tanto na contribuição para o escoamento superficial quanto para o armazenamento subterrâneo.

Especificamente na região ocupada pelo SAU e SAA, os postos fluviométricos analisados, embora comportem entre 76 e 100% de suas áreas de drenagem, apresentam distâncias de algumas dezenas de quilômetros do limite de afloramento das suas rochas. No percentual restante dessas áreas de drenagem ocorrem litologias bastante distintas (o embasamento das unidades geológicas do SAU e SAA), conforme se observa na Figura 4.18 que apresenta o Mapa de Domínios e Subdomínios Hidrogeológicos (CPRM 2007) da região de interesse e as estações fluviométricas analisadas.

Dentre a diversidade de domínios hidrogeológicos, destaca-se a ocorrência de aquíferos cársticos e físsuro-cárstico associados às rochas do Grupo Bambuí (domínios carbonático-metacarbonáticos), os quais apresentam comumente circulação complexa de águas subterrâneas, com importantes sistemas de drenagem subterrânea como sumidouros, cavernas e condutos. O carste tem uma relação de contato direta com o SAU, de forma que recebe água por recarga indireta quando este recobre aquele.

Cabe destacar ainda as unidades geológicas mais antigas como embasamentos granítico-gnáissicos (região de Correntina-BA), que constituem aquífero fissural subjacente e adjacente ao SAU.

**QUADRO 4.10 - COMPILAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS NO ENTORNO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS PARA O CÁLCULO DE ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA OS RIOS SÃO FRANCISCO E TOCANTINS.**

<i>Posto</i>	<i>Nome</i>	<i>Rio</i>	<i>Distância mínima aprox. do SAU (km)</i>	<i>Unidades geológicas <sup>(1)</sup></i>	<i>Domínios hidrogeológicos <sup>(2)</sup></i>
4285000	Cachoeira das Almas	Sono	4	Grupo Bambuí (Formação Três Marias)	Poroso/Fissural
				Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas	Formações Cenozoicas
44250000	Usina do Pandeiros Montante	Pandeiros	0	Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas	Formações Cenozoicas
				Complexo Januária	Cristalino
21300000	Alvorada do Norte	Corrente	35	Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas	Formações Cenozoicas
				Formação Lagoa do Jacaré	Carbonatos-Metacarbonatos
				Formação Serra da Saudade	Poroso-Fissural
21750000	Lavandeira	Mosquito	20	Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas	Formações Cenozoicas
				Complexo Almas Cavalcante	Cristalino
				Formação Serra de Santa Helena	Poroso-Fissural
				Subgrupo Paraopeba	
Formação Lagoa do Jacaré	Carbonatos-Metacarbonatos				
22190000	Porto Alegre	Paracatu	28	Complexo Almas Cavalcante	Cristalino
				Suíte Serra do Boqueirão	
				Grupo Natividade	
				Grupo Riachão do Ouro	Metassedimentos-Metavulcânicas
22680000	Jatobá Fazenda Boa Nova	Sono	54	Grupo Balsas (Formação Sambaíba)	Bacias Sedimentares (Bacia do Parnaíba)
				Grupo Balsas (Formação Pedra de Fogo)	
				Grupo Balsas (Formação Piauí)	
				Grupo Canindé (Formação Poti)	

Continua...

**QUADRO 4.10 - COMPILAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS NO ENTORNO DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS PARA O CÁLCULO DE ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA OS RIOS SÃO FRANCISCO E TOCANTINS.**

<i>Posto</i>	<i>Nome</i>	<i>Rio</i>	<i>Distância mínima aprox. do SAU (km)</i>	<i>Unidades geológicas <sup>(1)</sup></i>	<i>Domínios hidrogeológicos <sup>(2)</sup></i>
46610000	São Sebastião	Grande	4	Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas Depósitos Aluvionares	Formações Cenozoicas
45910000	Santa Maria da Vitória	Corrente	22	Complexo Gnaiss-Migmatítico Correntina	Cristalino
				Formação Sete Lagoas	Carbonatos-Metacarbonatos
				Formação Serra Santa Helena	Poroso-Fissural
				Formação Serra da Saudade	
				Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas Depósitos Aluvionares	Formações Cenozoicas
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	26	Formação Lago do Jacaré	Carbonatos-Metacarbonatos
				Formação Sete Lagoas	
				Formação Serra Santa Helena	Poroso-Fissural
				Subgrupo Paraopeba	
45220000	Capitânea	Coxá	5	Formação Serra Santa Helena	Poroso-Fissural
34020000	Alto Parnaíba	Parnaíba	78	Formação Mosquito	Vulcânicas
				Grupo Balsas (Formação Sambaíba)	Bacias Sedimentares (Bacia do Parnaíba)
				Grupo Balsas (Formação Pedra de Fogo)	
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	20	Grupo Balsas (Formação Piauí)	
				Grupo Rio Preto	Metassedimentos-Metavulcânicas
				Formação Canabrinha Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas	Formações Cenozoicas

Fontes: (1) Heineck et al. (2003), Souza et al. (2004), Vasconcelos et al. (2004); (2) CPRM (2007)

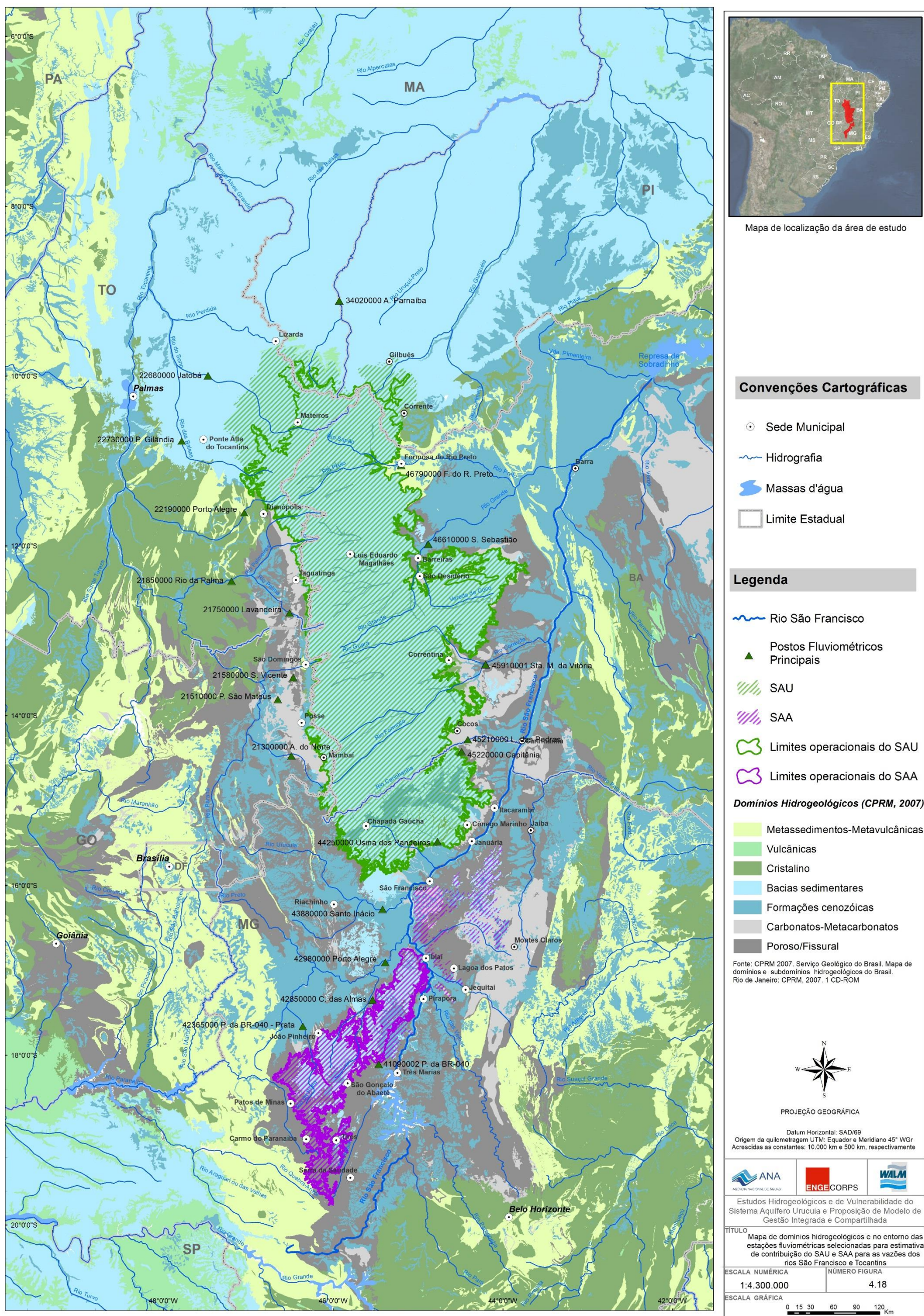


Figura 4.18 – Mapa de Domínios hidrogeológicos e no entorno das estações fluviométricas selecionadas para estimativa de contribuição do SAU para as vazões dos rios São Francisco e Tocantins.

---

#### 4.5 SUB-BACIAS DO AQUÍFERO

---

Estudos anteriores constataram que o divisor de águas subterrâneo no SAU não coincide com o divisor de água superficial. Em trabalhos realizados pela ENGECORPS para o Ministério da Integração Nacional foi observado que na região do Jalapão o divisor subterrâneo deveria estar localizado cerca de 10 km a leste em relação ao divisor superficial. Amorim Junior & Olivar (2007) observaram inversão do sentido do fluxo subterrâneo no SAU por meio de avaliação geofísica na bacia do rio das Fêmeas. Gaspar (2006) propôs uma localização para o divisor de águas do SAU entre as bacias dos rios São Francisco e Tocantins, na porção oeste do SAU, limite geopolítico entre Bahia e Tocantins e Bahia e Goiás.

Para o cálculo da contribuição subterrânea do SAU e do SAA para as bacias circundantes considerou-se essa assimetria. A partir da delimitação da área de contribuição subterrânea e das áreas de afloramento do SAU/SAA de cada sub-bacia nessa região, foram delimitadas para cada posto as áreas de contribuição do SAU/SAA. Considerou-se no cálculo da contribuição do SAU/SAA para São Francisco as áreas limitadas a oeste pelo divisor subterrâneo (quando definido) no SAU e a leste pelo limite da área de afloramento das rochas. No Quadro 4.11 são apresentados os resultados obtidos, incluindo:

- ✓ Sub-bacia ANA – número e nome da sub-bacia onde está o posto fluviométrico analisado;
- ✓ Nº Sub-bacia – número da sub-bacia do estudo definida pelo posto fluviométrico principal;
- ✓ Posto fluviométrico principal – código e nome dos postos fluviométricos;
- ✓ Área de Drenagem em km<sup>2</sup>.
- ✓ Superficial ANA– área de drenagem superficial do posto fluviométrico, conforme publicado no Hidroweb/ANA;
- ✓ Superficial – GIS – área de drenagem superficial do posto fluviométrico obtida no âmbito deste trabalho, utilizando base cartográfica 1:100.000 e ferramentas GIS;
- ✓ Subterrânea – área de drenagem da sub-bacia do posto fluviométrico principal, quando considerado o divisor de água subterrânea (área de drenagem subterrânea do posto fluviométrico). Obtida com ferramenta GIS;
- ✓ SAU/SAA – é a área do SAU contida na sub-bacia do posto fluviométrico principal, limitada pelo divisor de águas subterrâneo e o afloramento do aquífero. Obtida utilizando ferramenta GIS;

Relação entre as áreas, em porcentagem:

- ✓ Superficial GIS/Superficial ANA – relação entre área de drenagem Superficial GIS e a área de drenagem Superficial ANA;
- ✓ Subterrânea/Superficial GIS - relação entre área de drenagem subterrânea e a área de drenagem Superficial GIS;

- ✓ SAU/Superficial GIS– relação entre a Área de Drenagem do SAU/SAA e a Área de Drenagem Superficial – GIS;
- ✓ SAU/Subterrânea Total - relação entre a Área de Drenagem do SAU/SAA e a Área de Drenagem Subterrânea Total.

Conforme pode ser observado no Quadro 4.11:

- ✓ A diferença entre as áreas de drenagem levantadas na base cartográfica utilizando o sistema GIS e aquelas registradas no sistema Hidroweb é inferior a 5 %, com exceção dos postos fluviométricos Lavandeira (rio Mosquito), Rio das Palmas (rio Palma) e Cachoeira das Almas (rio Sono), motivo pelo qual nos estudos hidrológicos foram utilizadas as áreas constantes do Hidroweb, visando manter a compatibilidade com o banco de dados da ANA;
- ✓ As áreas de drenagem subterrâneas da sub-bacia 8, contribuinte do rio Tocantins apresenta um aumento significativo (entre 17% e 166%), resultante do deslocamento para leste do divisor de águas;
- ✓ A diminuição de área de drenagem subterrânea das bacias vizinhas, contribuintes para o rio São Francisco (sub-bacias 1, 2 e 3), são menores, variando entre 5% e 9%;
- ✓ Nas sub-bacias 1 a 6, contribuintes para o rio São Francisco, as relações entre as áreas do SAU e subterrânea total são superiores a 88 %, indicando que as vazões de base são resultado da contribuição do SAU e, portanto, validam a utilização dessas vazões para cálculo da contribuição do SAU para o rio São Francisco;
- ✓ Nas demais sub-bacias, que recebem contribuição subterrânea do SAA para o rio São Francisco e do SAU para o rio Tocantins, a relação entre a área de afloramento dos sistemas aquíferos e a subterrânea total é inferior a 70%, o que indica que as vazões de base têm influência significativa das regiões vizinhas, ou seja, de outros aquíferos, e, conseqüentemente, não representam adequadamente a contribuição do SAU e do SAA para os rios São Francisco e Tocantins.
- ✓ Quando se compara a área de afloramento do SAA com a área subterrânea total do posto Cachoeira das Almas, no rio do Sono (Bacia do Rio Paracatu) verificou-se que a relação corresponde a 67%. Em razão desse resultado o posto foi considerado pouco representativo. Reforçando esta conclusão, foi mencionado no item 6.3 que 53% da vazão de base que contribui para o São Francisco é menor quando comparado aos outros postos principais (82% a 94%). Portanto, esse posto (Cachoeira das Almas) foi eliminado dos sete postos principais ou representativos da contribuição subterrânea de apenas um aquífero para análise da contribuição do SAA para o rio São Francisco. Sendo, portanto, considerado no cálculo como posto pouco representativo.



A Figura 4.19 e a Figura 4.20 apresentam a delimitação das bacias segundo o divisor de águas superficial e a delimitação segundo o divisor de água subterrâneo adotado neste trabalho<sup>1</sup>, proposto por Gaspar (2006). A análise das figuras permite constatar:

- ✓ Na parte norte do aquífero, entre as bacias do rio do Sono a oeste e rios Sapão e Preto a leste existe um pequeno deslocamento do divisor subterrâneo, em relação ao superficial, em direção a leste;
- ✓ Na parte central do aquífero, entre as bacias Alto Tocantins a oeste e Alto Grande e Corrente a leste, o deslocamento do divisor subterrâneo em relação ao superficial é mais pronunciado. Neste trecho observa-se que os vales por onde a hidrografia penetra no SAU em direção a leste se estendem aproximadamente até o divisor subterrâneo. Estas feições são marcantes principalmente entre Luis Eduardo Magalhães (BA) e Posse (GO). Ao sul de Posse os divisores superficial e subterrâneo se aproximam;
- ✓ Na parte sul da área do SAU, entre as bacias do rio Urucuia a Oeste e Carinhanha a leste, na ausência de informações, os divisores superficial e subterrâneo foram considerados coincidentes;
- ✓ Na região sul da área de estudo, onde ocorre o Sistema Aquífero Areado não foi feita distinção entre os divisores superficial e subterrâneo, pela carência de dados para essa definição.

---

<sup>1</sup> O divisor hidrogeológico do SAU adotado para esta avaliação hidrológica foi o de Gaspar (2006), haja vista que a hidrologia foi realizada antes da conclusão dos estudos hidrogeológicos e definição da nova proposta de divisor por este estudo.

**QUADRO 4.11 – ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS NA ÁREA DO SAU/SAA**

Sub-bacia ANA		N° Sub-bacia	Posto fluviométrico principal		Área (km²)				Superficial GIS/ Superficial ANA (%)	Subterr./ Superfíc. GIS (%)	SAU-SAA/ Superfíc. GIS (%)	SAU-SAA/ Subterr. (%)
N°	Nome		Código	Nome do Posto	Superficial ANA	Superficial GIS	Subterrânea	SAU/ SAA				
21	Rio Tocantins, Paranã, Palma	8	21300000	Alvorada do Norte-	3.760	3.584	4.635	2.198	95%	129%	61%	47%
21	Rio Tocantins, Paranã, Palma	8	21510000	Ponte São Mateus	1.020	1.023	1.517	622	100%	148%	61%	41%
21	Rio Tocantins, Paranã, Palma	8	21580000	São Vicente	409	426	1.132	673	104%	266%	158%	59%
21	Rio Tocantins, Paranã, Palma	8	21750000	Lavandeira	1.040	1.201	1.985	1.137	116%	165%	95%	57%
21	Rio Tocantins, Paranã, Palma	8	21850000	Rio das Palmas	40.200	11.615	13.614	5.149	29%	117%	44%	38%
22	Rio Tocantins, Manuel Alves, Sono	9	22190000	Porto Alegre	1.780	1.676	1.709	1.129	94%	102%	67%	66%
22	Rio Tocantins, Manuel Alves, Sono	10	22680000	Jatobá (Fazenda Boa Nova)	16.900	17.523	17.398	12.590	104%	99%	72%	72%
22	Rio Tocantins, Manuel Alves, Sono	10	22730000	Porto Gilândia	4.730	4.777	4.777	1.291	101%	100%	27%	27%
34	Rio Parnaíba	11/12	34020000	Alto Parnaíba	12.900	12.968	12.870	4.102	101%	99%	32%	32%
42	Rios São Francisco, Paracatu	25	42365000	Ponte da BR-040 - Prata	3.360	3.491	3.491	1.914	104%	100%	55%	55%
42	Rios São Francisco, Paracatu	7	42850000	Cachoeira das Almas	4.390	4.821	4.821	3.218	110%	100%	67%	67%
42	Rios São Francisco, Paracatu	25	42980000	Porto Alegre	41.300	40.901	40.901	5.138	99%	100%	13%	13%
43	Rios São Francisco, Urucuia	26	43880000	Santo Inácio	23.800	23.959	23.959	3.021	101%	100%	13%	13%
44	Rios São Francisco, Verde Grande	6	44250000	Usina dos Pandeiros Montante	3.230	3.389	3.389	3.389	105%	100%	100%	100%
45	Rios São Francisco, Carinhanha	4	45210000	Lagoa das Pedras	12.600	12.701	12.595	11.341	101%	99%	89%	90%
45	Rios São Francisco, Carinhanha	5	45220000	Capitânea	2.380	2.339	2.339	2.313	98%	100%	99%	99%
45	Rios São Francisco, Carinhanha	3	45910001	Santa Maria da Vitória	29.500	28.179	26.707	23.590	96%	95%	84%	88%
46	Rios São Francisco, Grande	2	46610000	São Sebastião	32.900	32.542	29.678	28.046	99%	91%	86%	95%
46	Rios São Francisco, Grande	1	46790000	Formosa do Rio Preto	14.300	14.487	13.655	13.270	101%	94%	92%	97%

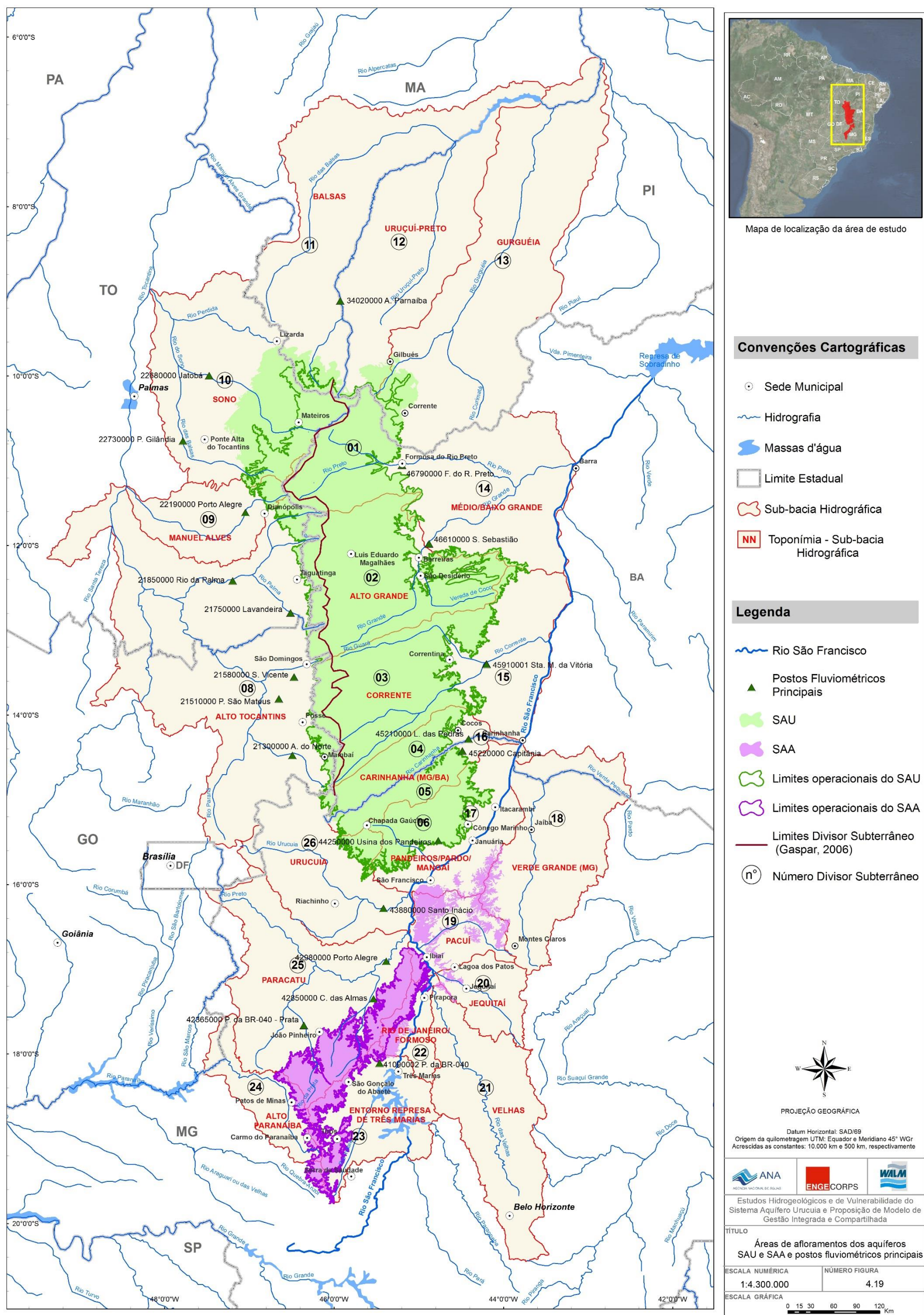


Figura 4.19 – Áreas de afloramentos dos aquíferos SAU e SAA e postos fluviométricos principais.

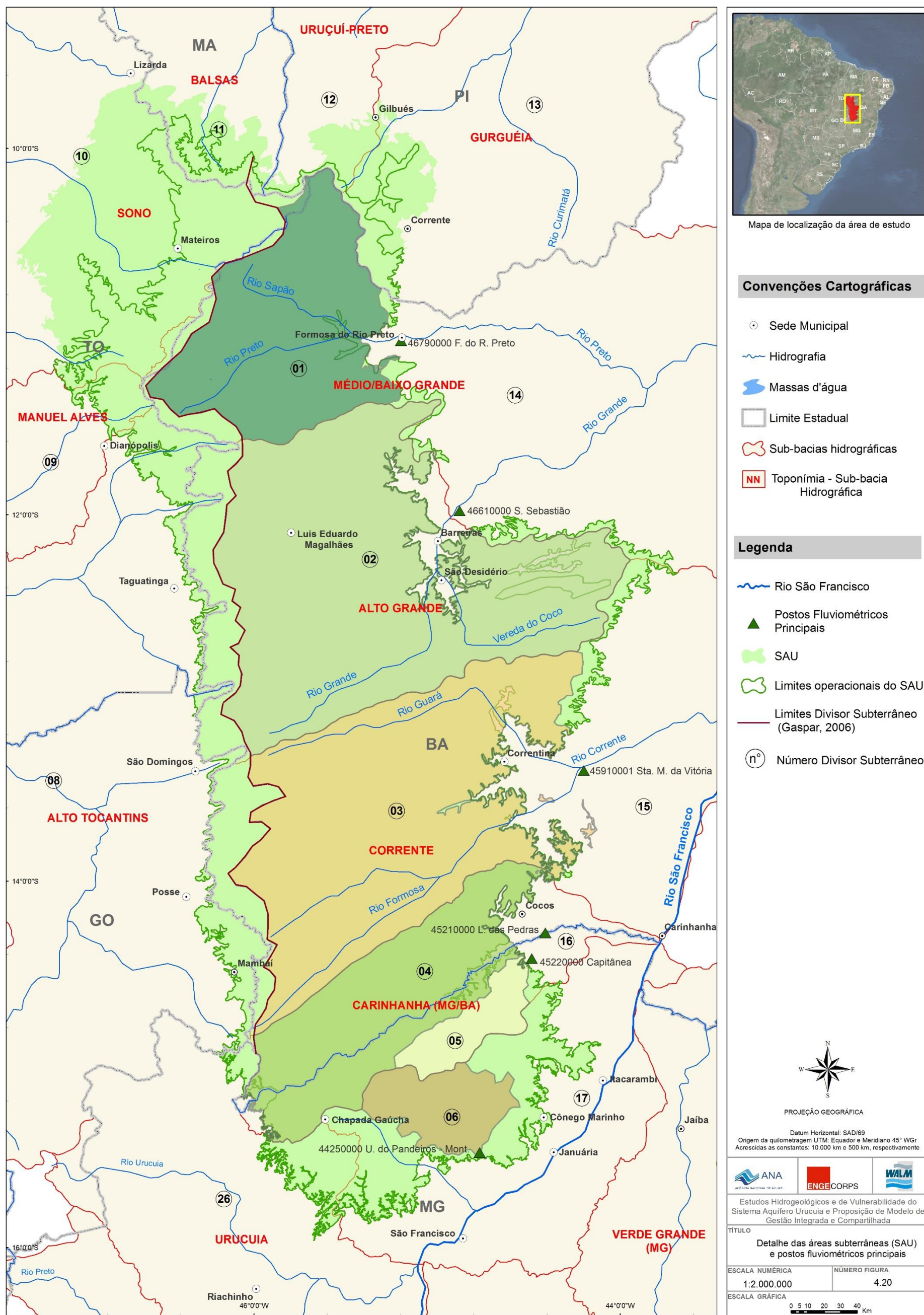


Figura 4.20 – Detalhe das áreas subterrâneas (SAU) e postos fluviométricos principais.

#### 4.6 METODOLOGIA UTILIZADA PARA O CÁLCULO DAS CONTRIBUIÇÕES DO SAU/SAA

A estimativa consistiu na utilização de dois métodos de cálculo, um para os seis postos representativos (Quadro 4.12) e outro para a estimativa da contribuição das sub-bacias sem postos fluviométricos representativos, ou seja, aqueles nos quais a área de afloramento das rochas do SAU ou SAA tinham representatividade menor que 80% na sua área de drenagem, considerando o divisor subterrâneo.

Os postos da parte sul da área de estudo, embora não tenham sido considerados representativos, também foram utilizados para avaliação da contribuição subterrânea do Sistema Aquífero Areado (SAA) para o rio São Francisco, como será apresentado no item 4.7.

O primeiro método partiu da utilização dos valores de vazão de base calculados para os 6 (seis) postos principais ou representativos, ou seja aqueles em que a área de contribuição do aquífero (SAU) representa mais que 80% da área de drenagem do posto fluviométrico.

**QUADRO 4.12 –POSTOS FLUVIOMÉTRICOS PRINCIPAIS SOBRE O SAU NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Posto	Nome	Rio	Nº Sub-bacia	Sub-Bacia
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	6	Pandeiros/ Pardo/Mangai
45220000	Capitânea	Coxá	5	Carinhanha
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	4	Carinhanha
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	3	Corrente
46610000	São Sebastião	Grande	2	Alto Grande
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	1	Médio/Baixo Grande

Conforme resultado da análise apresentada no item anterior, os resultados obtidos para esses seis postos localizados na bacia do São Francisco são representativos da vazão de base efluente da área do SAU. Nesses casos, a contribuição de cada sub-bacia na área do SAU foi obtida por razão direta entre a área do SAU e a área total dos aquíferos aflorantes na sub-bacia (*Área Subterrânea*).

$$\text{Vazão de Base do SAU} = \text{Vazão no Posto Principal} \times \frac{\text{Área do SAU}}{\text{Área Subterrânea}}$$

Utilizando a contribuição de cada sub-bacia para os 6 postos acima referidos foi obtido um valor adimensional considerando a relação da vazão de contribuição (em mm referidos à área de contribuição) pela precipitação média sobre a mesma área. Esse resultado corresponde à porcentagem da precipitação transformada em escoamento de base em cada sub-bacia.

$$\text{Precip. Transformada em escoam. de base} = \frac{\text{Vazão de Base em lâmina sobre a bacia}}{\text{Precipitação Total na Bacia}}$$

A segunda metodologia, utilizada nas sub-bacias onde inexistem postos fluviométricos representativos, considerou-se a utilização do coeficiente determinado acima (percentual de chuvas) aplicado à precipitação média em cada uma dessas sub-bacias. Para a aplicação desta

metodologia foi considerada a utilização dos percentuais obtidos nas sub-bacias vizinhas ou mais próximas.

Assim, para a definição da contribuição do SAU/SAA para os rios Tocantins e São Francisco, foram utilizadas as seguintes informações:

- ✓ Limites das sub-bacias, considerando o divisor de águas subterrâneo (quando disponível);
- ✓ Área de Drenagem Subterrânea, definida anteriormente, para cada posto e sub-bacia, definida a partir do divisor subterrâneo até o posto considerado, em km<sup>2</sup>;
- ✓ Área de Drenagem do SAU/SAA para cada posto e sub-bacia, localizado dentro da área considerando o limite da área de afloramento, em km<sup>2</sup>, do Grupo Urucuia ou do Grupo Areado;
- ✓ Precipitação média para as áreas de afloramento do SAU/SAA, em mm;
- ✓ Vazão de base determinada anteriormente para os postos selecionados, em m<sup>3</sup>/s;
- ✓ Porcentagem da precipitação transformada em vazão de base em cada exutório da área do SAU/SAA, em %.

Visando compatibilizar os dados pluviométricos e fluviométricos foi definido um período único de 30 anos para efetuar a análise. A avaliação dos dados disponíveis de precipitação e fluviometria mostrou que definindo como período de 30 anos de análise os anos hidrológicos entre 01 de outubro de 1975 e 30 de setembro de 2005 existem dados de pluviometria em todos os 215 postos pluviométricos e em 16 dos postos fluviométricos principais.

Ocorre uma falha de 3 meses (outubro a dezembro de 1975) nos postos 42365000 (Ponte BR-040 – rio da Prata), 42980000 (Porto Alegre - rio Paracatu) e 43880000 (Santo Inácio – rio Urucuia. Entretanto, esses três postos fluviométricos, todos situados na bacia do rio São Francisco, não foram considerados representativos do aquífero para serem utilizados com a metodologia básica de cálculo.

Para efetuar as análises considerando os 30 anos hidrológicos foram recalculados os totais precipitados anuais dos 215 postos pluviométricos na área de estudo. O Quadro 4.13 apresenta os resultados obtidos para os totais médios anuais do período de outubro de 1975 a setembro de 2005, juntamente com os totais médios anuais para o período de janeiro de 1971 a dezembro de 2010. São indicadas também, no mesmo quadro, as diferenças percentuais entre os totais precipitados médios anuais para o Ano Hidrológico e para o Ano Civil.

Conforme pode ser observado no Quadro 4.13, as diferenças máximas entre as análises feitas para os períodos de outubro de 1975 a setembro de 2005 e de janeiro de 1971 a dezembro de 2010 resultaram em aumento de 12% ou decréscimo de 6%, com valor médio de 0,4%. Avaliando as diferenças obtidas em valor absoluto constatou-se que:

- ✓ 50% dos valores das diferenças são inferiores a 1%;
- ✓ 78% são inferiores a 2%.

Com base nesses resultados é de se esperar que a variação nas isoietas anuais seja pequena, com exceção de deslocamentos em alguns pontos onde resultaram variações mais significativas do total precipitado.

A Figura 4.21 apresenta as isoietas dos totais anuais de precipitação na área de estudo, considerando os anos hidrológicos de 1975 a 2005. Analisando as isoietas apresentadas na Figura 4.21 e comparando com as apresentadas na Figura 3.4 (isoietas das precipitações totais anuais do período 1970 a 2010 – ano civil) observa-se que:

- ✓ A conformação geral das isoietas sobre a área de afloramento desses sistemas aquíferos é semelhante em ambos os casos;
- ✓ Na região de Palmas, a noroeste do SAU, há uma redução dos totais precipitados, diminuindo a concentração ali existente anteriormente;
- ✓ A mesma situação ocorre a leste de Formosa do Rio Preto e a sudeste do SAU, na região de Montes Claros;
- ✓ Na região de Posse o posto pluviométrico 01346006 tem seu total reduzido de 1320 mm anuais para 1280 mm anuais (-3%) resultando no interrompimento da isoietas de 1.300 mm, que ligava as precipitações intensas ao norte e ao sul, nesta região.

**QUADRO 4.13 – TOTAIS PRECIPITADOS ANUAIS – PERÍODOS DE JANEIRO DE 1970 A DEZEMBRO DE 2010 E OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

Posto Pluviométrico Período	Ano Civil	Ano Hidrológico	Variação
	01/01/1970 a 31/12/2010	01/10/1975 a 31/08/2005	
0845005	1.291	1.293	0,2%
0846005	1.400	1.442	3,0%
0944002	722	731	1,3%
0944004	842	849	0,8%
0945001	1.036	1.045	0,8%
0945002	1.025	1.033	0,7%
0945005	1.092	1.097	0,5%
0945008	993	988	-0,5%
0945009	894	786	-12,1%
0945010	1.338	1.366	2,1%
0945011	1.345	1.352	0,6%
0946000	1.510	1.521	0,7%
0946003	1.522	1.523	0,1%
0947001	1.695	1.730	2,1%
01044001	938	956	1,9%
01044002	971	993	2,2%
01044003	943	966	2,4%
01044006	1.170	1.175	0,5%
01044007	850	855	0,6%
01045002	1.036	1.047	1,1%
01045005	1.090	1.089	-0,1%
01047000	1.649	1.724	4,5%
01047001	1.524	1.534	0,6%
01047003	1.509	1.559	3,3%
01047004	1.492	1.492	0,0%
01048003	1.559	1.573	0,9%
01048005	1.844	1.809	-1,9%
01143001	760	754	-0,8%
01143002	823	813	-1,3%
01143009	879	874	-0,7%
01143010	849	851	0,3%
01144003	1.030	1.039	0,9%
01144005	866	871	0,6%
01144007	863	873	1,1%
01144011	895	895	0,0%
01144013	930	930	0,0%
01144014	963	935	-3,0%
01144027	929	975	5,0%
01145001	1.018	1.032	1,5%
01145002	902	919	1,9%
01145004	985	998	1,4%
01145006	1.027	1.039	1,2%

Continua...



Continuação.

**QUADRO 4.13 – TOTAIS PRECIPITADOS ANUAIS – PERÍODOS DE JANEIRO DE 1970 A DEZEMBRO DE 2010 E OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

<i>Posto Pluviométrico</i>	<i>Ano Civil</i>	<i>Ano Hidrológico</i>	<i>Variação</i>
<i>Período</i>	<i>01/01/1970 a 31/12/2010</i>	<i>01/10/1975 a 31/08/2005</i>	
01145012	1.034	1.056	2,1%
01145013	1.175	1.174	-0,1%
01145014	984	1.011	2,7%
01145015	910	915	0,5%
01145019	968	965	-0,3%
01146000	1.519	1.499	-1,3%
01147000	1.512	1.521	0,6%
01147001	1.630	1.638	0,4%
01147002	1.590	1.584	-0,4%
01147003	1.621	1.561	-3,7%
01148000	1.537	1.569	2,1%
01243000	781	764	-2,2%
01243002	982	984	0,2%
01243006	759	762	0,3%
01243009	806	802	-0,4%
01243010	782	796	1,8%
01243011	752	770	2,5%
01243013	832	832	0,0%
01244000	981	987	0,7%
01244001	1.116	1.109	-0,7%
01244002	956	947	-0,9%
01244003	986	983	-0,3%
01244004	1.022	1.018	-0,3%
01244006	922	925	0,4%
01244007	949	948	-0,1%
01244008	955	958	0,3%
01244011	1.040	1.042	0,2%
01244013	982	975	-0,7%
01244016	961	951	-1,1%
01244018	955	943	-1,2%
01244019	1.151	1.141	-0,9%
01245004	1.008	997	-1,1%
01245005	1.024	1.047	2,2%
01245007	1.094	1.092	-0,2%
01245009	1.062	1.058	-0,4%
01245014	1.221	1.259	3,1%
01245015	1.216	1.232	1,3%
01246000	2.173	2.193	0,9%
01246001	1.731	1.738	0,4%
01246003	1.610	1.652	2,6%
01247002	1.249	1.324	6,0%

Continua...

Continuação.

**QUADRO 4.13 – TOTAIS PRECIPITADOS ANUAIS – PERÍODOS DE JANEIRO DE 1970 A DEZEMBRO DE 2010 E OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

<i>Posto Pluviométrico</i>	<i>Ano Civil</i>	<i>Ano Hidrológico</i>	<i>Varição</i>
<i>Período</i>	<i>01/01/1970 a 31/12/2010</i>	<i>01/10/1975 a 31/08/2005</i>	
01343009	791	778	-1,6%
01343017	861	857	-0,4%
01344002	1.018	1.007	-1,1%
01344006	957	959	0,2%
01344013	1.080	1.077	-0,3%
01344014	957	924	-3,4%
01344015	948	944	-0,5%
01344016	939	936	-0,3%
01344017	938	933	-0,5%
01345000	1.064	1.017	-4,4%
01346000	1.257	1.269	0,9%
01346001	1.125	1.156	2,8%
01346002	1.176	1.181	0,4%
01346004	1.416	1.430	1,0%
01346005	1.079	1.092	1,2%
01346006	1.320	1.280	-3,0%
01346007	1.336	1.359	1,7%
01443000	786	790	0,6%
01443001	798	787	-1,4%
01443002	825	808	-2,0%
01443007	759	741	-2,4%
01443008	772	760	-1,6%
01443009	724	726	0,2%
01443019	625	613	-1,8%
01444000	932	936	0,5%
01444001	914	913	-0,1%
01444003	1.041	1.032	-0,8%
01444004	833	826	-0,9%
01444005	916	928	1,3%
01444017	953	952	-0,1%
01445000	1.149	1.149	-0,1%
01446001	1.237	1.232	-0,4%
01446002	1.482	1.471	-0,7%
01446004	1.269	1.250	-1,5%
01447001	1.104	1.138	3,0%
01542006	894	865	-3,3%
01542016	707	680	-3,8%
01543001	758	757	-0,1%
01543002	824	827	0,4%
01543003	755	750	-0,6%
01543004	825	819	-0,7%

Continua...

**QUADRO 4.13 – TOTAIS PRECIPITADOS ANUAIS – PERÍODOS DE JANEIRO DE 1970 A DEZEMBRO DE 2010 E OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

<i>Posto Pluviométrico</i>	<i>Ano Civil</i>	<i>Ano Hidrológico</i>	<i>Variação</i>
<i>Período</i>	<i>01/01/1970 a 31/12/2010</i>	<i>01/10/1975 a 31/08/2005</i>	
01543005	803	795	-1,0%
01543007	786	788	0,2%
01543010	917	903	-1,5%
01543011	929	921	-0,8%
01543013	799	791	-0,9%
01544000	885	866	-2,1%
01544005	877	868	-0,9%
01544009	869	854	-1,6%
01544010	802	797	-0,6%
01544011	983	977	-0,7%
01544012	1.041	1.037	-0,4%
01544013	1.054	1.038	-1,5%
01544014	996	978	-1,8%
01544017	906	887	-2,1%
01544018	817	820	0,5%
01544019	991	976	-1,5%
01544030	959	930	-3,0%
01545002	1.245	1.243	-0,2%
01546000	1.240	1.233	-0,6%
01546001	1.074	1.037	-3,4%
01546005	1.496	1.450	-3,1%
01547001	1.672	1.670	-0,1%
01643003	971	965	-0,6%
01643004	1.126	1.104	-1,9%
01643006	1.129	1.109	-1,8%
01643007	1.099	1.099	0,0%
01643008	1.133	1.144	1,0%
01643018	1.140	1.122	-1,5%
01643020	945	930	-1,6%
01644000	960	942	-1,9%
01644002	939	926	-1,4%
01644004	1.073	1.065	-0,8%
01644005	941	942	0,1%
01644006	849	838	-1,3%
01644010	1.369	1.368	0,0%
01644012	1.098	1.077	-2,0%
01644013	1.037	1.023	-1,3%
01644014	906	901	-0,6%
01644015	976	964	-1,3%
01644019	1.022	1.013	-0,9%
01644023	1.057	1.078	2,0%

Continua...

Continuação.

**QUADRO 4.13 – TOTAIS PRECIPITADOS ANUAIS – PERÍODOS DE JANEIRO DE 1970 A DEZEMBRO DE 2010 E OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

<i>Posto Pluviométrico</i>	<i>Ano Civil</i>	<i>Ano Hidrológico</i>	<i>Variação</i>
<i>Período</i>	<i>01/01/1970 a 31/12/2010</i>	<i>01/10/1975 a 31/08/2005</i>	
01644025	1.187	1.162	-2,1%
01644027	944	936	-0,9%
01645000	1.053	1.038	-1,5%
01645001	997	1.008	1,1%
01645002	997	1.008	1,1%
01645003	1.066	1.042	-2,2%
01645005	1.105	1.078	-2,5%
01645009	996	1.008	1,2%
01645013	1.149	1.137	-1,0%
01645019	1.204	1.196	-0,7%
01646000	1.151	1.180	2,5%
01646001	1.326	1.317	-0,7%
01646003	1.338	1.317	-1,5%
01743000	946	940	-0,6%
01744006	1.141	1.126	-1,4%
01744009	1.087	1.104	1,6%
01744010	1.172	1.157	-1,3%
01745001	1.212	1.217	0,4%
01745007	1.176	1.174	-0,2%
01745014	1.332	1.301	-2,3%
01746001	1.199	1.191	-0,6%
01746002	1.347	1.338	-0,7%
01746006	1.181	1.148	-2,8%
01746007	1.346	1.328	-1,3%
01746017	1.487	1.472	-1,0%
01746019	1.423	1.414	-0,6%
01747005	1.575	1.565	-0,6%
01844001	1.033	1.023	-1,0%
01844010	1.116	1.126	0,8%
01844017	1.096	1.085	-1,0%
01844018	1.048	1.017	-2,9%
01844019	1.162	1.126	-3,0%
01845002	1.385	1.367	-1,3%
01845004	1.555	1.532	-1,5%
01845011	1.442	1.420	-1,5%
01845013	1.470	1.467	-0,2%
01845014	1.576	1.577	0,1%
01845027	1.152	1.116	-3,1%
01846003	1.397	1.372	-1,8%
01846005	1.585	1.533	-3,2%

Continua...

Conclusão.

**QUADRO 4.13 – TOTAIS PRECIPITADOS ANUAIS – PERÍODOS DE JANEIRO DE 1970 A DEZEMBRO DE 2010 E OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

<i>Posto Pluviométrico</i>	<i>Ano Civil</i>	<i>Ano Hidrológico</i>	<i>Variação</i>
<i>Período</i>	<i>01/01/1970 a 31/12/2010</i>	<i>01/10/1975 a 31/08/2005</i>	
01846015	1.424	1.402	-1,5%
01846016	1.534	1.505	-1,8%
01846017	1.399	1.372	-2,0%
01945002	1.573	1.552	-1,3%
01945019	1.444	1.410	-2,4%
01945020	1.350	1.322	-2,0%
01945035	1.387	1.380	-0,5%
01945038	1.319	1.307	-0,9%
01945039	1.239	1.198	-3,3%
01946009	1.545	1.537	-0,5%
Média	1.111	1.108	-0,3%
Mínima	625	613	-1,9%
Máxima	2.173	2.193	0,9%

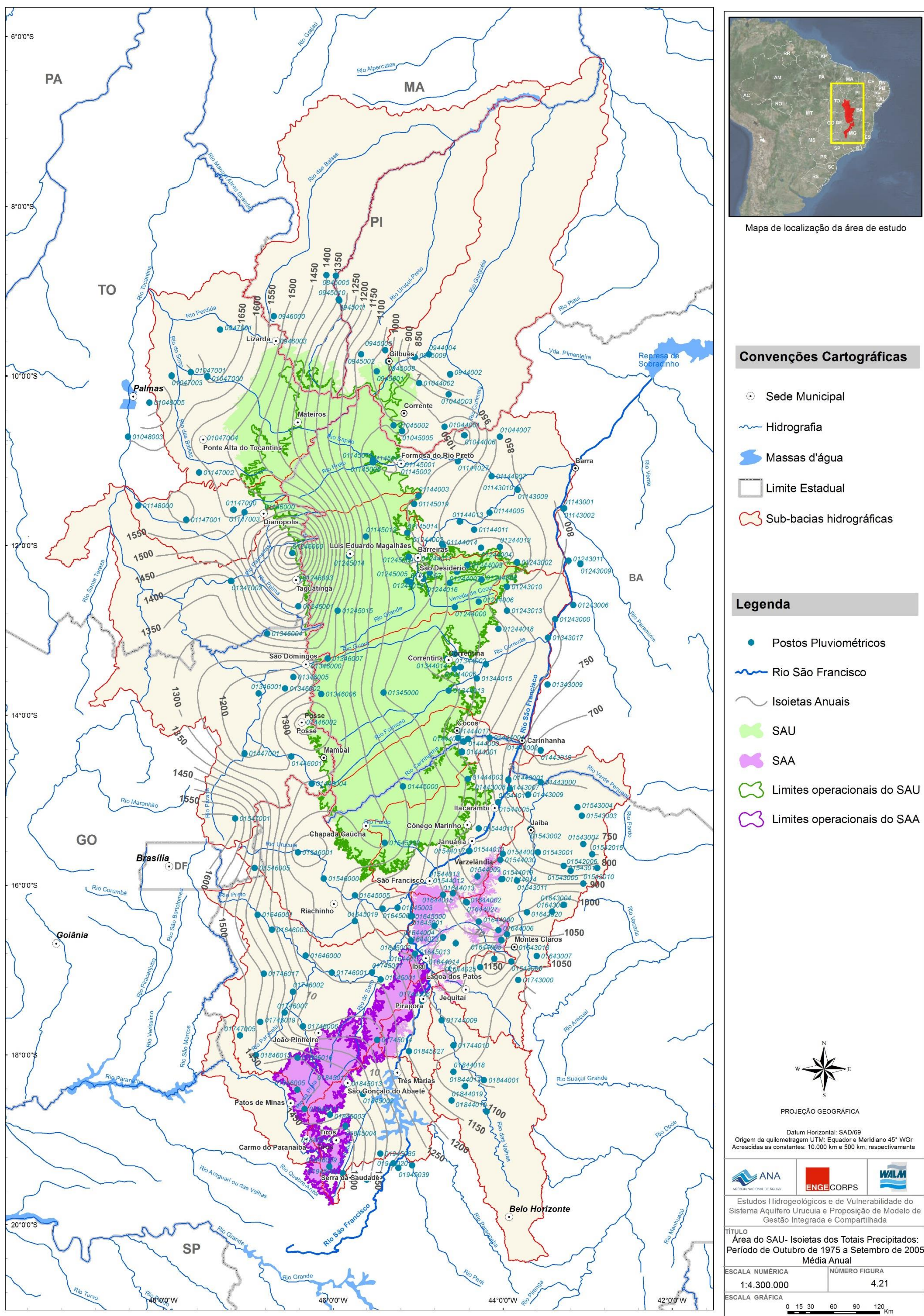


Figura 4.21 - Área de estudo – Isoietas dos Totais Precipitados Anuais – Período de Outubro de 1975 a Setembro de 2005 – Média Anual

## 4.7 CONTRIBUIÇÃO DO SAU E SAA PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

### 4.7.1 Contribuição das Sub-Bacias com Postos Principais Representativos

Na avaliação da contribuição do aquífero SAU para as bacias dos rios São Francisco e Tocantins, onde foi necessária a obtenção da comparação da área subterrânea e da área do aquífero com a área superficial, utilizou-se a área superficial obtida pelo GIS, haja vista que a área de afloramento do SAU e do SAA e o divisor subterrâneo encontram-se na mesma base geográfica de dados.

Observa-se no Quadro 4.14 que a área do SAU representa valores entre 84 e 100% da área de drenagem superficial, enquanto que a área do SAU representa valores entre 88% e 100% da área de drenagem subterrânea. As áreas mencionadas para os 6 (seis) postos principais selecionados na bacia do rio São Francisco, já reapresentados no Quadro 4.12 e incluídos Figura 3.17 estão apresentadas no Quadro 4.14 e Figuras 4.19 e 4.20.

**QUADRO 4.14 – ÁREA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA DOS POSTOS PRINCIPAIS NA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO (SAU)**

Bacias	Posto	Descrição	Sub-bacia	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )					
				Superficial ANA	Superficial GIS	Subterrânea -	SAU	SAU/ Superficial GIS	SAU/ Subterrânea
1	46790000	Formosa do Rio Preto	Médio/Baixo Grande	14.300	14.487	13.655	13.270	92%	97%
2	46610000	São Sebastião	Alto Grande	32.900	32.542	29.678	28.046	86%	95%
3	45910001	Sta Maria da Vitória	Corrente	29.500	28.179	26.707	23.590	84%	88%
4	45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	12.600	12.701	12.595	11.341	89%	90%
5	45220000	Capitânea	Carinhanha	2.380	2.339	2.339	2.313	99%	99%
6	44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros/Pardo/Mangai	3.230	3.389	3.389	3.389	100%	100%

Esses valores permitem afirmar que as vazões de base obtidas a partir dos postos fluviométricos representam adequadamente o comportamento da contribuição do SAU para a bacia do rio São Francisco.

Utilizando as áreas de drenagem subterrânea e do aquífero definidas anteriormente e as vazões de base nos postos fluviométricos para o período de 30 anos foram calculadas, por proporção simples, conforme apresentando no item 4.6, as vazões de contribuição do SAU para as sub-bacias dos seis postos principais selecionados. O Quadro 4.15 apresenta a contribuição do SAU para a bacia do rio São Francisco e inclui os valores totais de área do aquífero, a vazão de contribuição, a lâmina sobre a bacia e a precipitação média anual. A precipitação média anual foi obtida por ponderação de áreas, calculando-se os demais índices com base nestes valores.

Conforme pode ser observado no Quadro 4.15 a relação entre a vazão de base média anual das sub-bacias e a precipitação média anual varia entre valores da ordem de 14 % e 28 %, destacando-se a sub-bacia 4 (Carinhanha, posto Lagoa das Pedras), para a qual resultou o maior valor. A contribuição total das seis sub-bacias com postos fluviométricos representativos é de 566,3 m<sup>3</sup>/s.

#### **4.7.2 Contribuição das Sub-Bacias sem Postos Principais Representativos**

Nas demais sub-bacias contribuintes do rio São Francisco não foram identificados postos fluviométricos com representatividade para possibilitar o cálculo da contribuição do SAU ou SAA para esta bacia. Entre estas sub-bacias, a que tem maior relação entre a porção aflorantes das rochas do SAU/SAA em relação à área de drenagem do posto é a sub-bacia Paracatu, no posto 42850000 – Cachoeira das Almas – rio do Sono, com relação de 67 %, neste caso do SAA com a área de drenagem do posto ou a área subterrânea.

Para essas sub-bacias foi utilizada a segunda metodologia apresentada no item 4.6, ou seja, cálculo da contribuição do SAU/SAA para a bacia utilizando a relação entre a contribuição, em termos de lâmina sobre a bacia, e a precipitação média, transformada em escoamento de base da bacia vizinha, conforme apresentado no Quadro 4.15.

Conhecidos os coeficientes da porcentagem de contribuição da precipitação para a vazão de base das sub-bacias com postos fluviométricos representativos foram calculadas as contribuições das demais sub-bacias contribuintes do rio São Francisco (sem postos fluviométricos representativos). Os cálculos foram realizados utilizando os coeficientes das sub-bacias vizinhas ou mais próximas.

O Quadro 4.16 resume esses cálculos incluindo os seguintes dados: área de drenagem do SAU/SAA, precipitação média anual, identificação da sub-bacia de referência, coeficiente de contribuição da precipitação para a vazão de base, vazão de base em mm e m<sup>3</sup>/s. Para o resumo da área, foram obtidos os valores totais de área do SAU ou do SAA e a vazão de contribuição. A precipitação média foi obtida por ponderação de áreas, calculando-se os demais índices com base nestes valores.



**QUADRO 4.15 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA O RIO SÃO FRANCISCO NAS SUB-BACIAS COM POSTOS FLUVIOMÉTRICOS REPRESENTATIVOS**

Nº Sub-bacias	Posto	Nome do Posto	Área Subterrânea (km <sup>2</sup> )	Vazão de Base (m <sup>3</sup> /s)	Área SAU (km <sup>2</sup> )	SAU/ Subt. (%)	Precipitação média anual (mm)	Contribuição (m <sup>3</sup> /s)	Contribuição anual <sup>(1)</sup> (mm)	Contribuição/ Precipitação (%)
1 – Médio/Baixo Grande	46790000	Formosa do Rio Preto	13.655	91,48	13.270	97%	1.250	88,90	211,27	16,9%
2 - Alto Grande	46610000	São Sebastião	29.678	174,68	28.046	95%	1.300	165,07	185,62	14,3%
3 – Corrente	45910001	Santa Maria da Vitória	26.707	197,16	23.590	88%	1.120	174,15	232,81	20,8%
4 - Carinhanha	45210000	Lagoa das Pedras	12.595	119,30	11.341	90%	1.075	107,42	298,71	27,8%
5 - Carinhanha (Coxá)	45220000	Capitânea	2.339	11,20	2.313	99%	1.050	11,08	151,01	14,4%
6 - Pandeiros/ Pardo/Mangai	44250000	Usina dos Pandeiros Montante	3.389	19,69	3.389	100%	1.100	19,69	183,22	16,7%
<b>Média Ponderada/Total</b>			<b>88.363</b>	<b>613,51</b>	<b>81.949</b>		<b>1.194</b>	<b>566,31</b>	<b>217,93</b>	<b>18,3%</b>

Nota (1): Os valores apresentados referem-se a contribuição no exultório do SAU.

**QUADRO 4.16 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA O RIO SÃO FRANCISCO NAS SUB-BACIAS SEM POSTOS FLUVIOMÉTRICOS REPRESENTATIVOS**

Sub-Bacias	Descrição	Área SAU/SAA (km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Bacia Vizinha	Contribuição/ Precipitação (%)	Contribuição anual (mm)	Contribuição (m <sup>3</sup> /s)
7	Rio do Sono (MG)	3.241	1.325	6	16,7%	220,70	22,68
14	Médio/Baixo grande	1.303	938	2	14,3%	133,93	5,53
15	Baixo Corrente	1.564	900	3	20,8%	187,08	9,28
16	Baixo Carinhanha	136	950	5	14,4%	136,62	0,59
17	Pandeiros/Pardo/Mangai	6.838	1.025	6	16,7%	170,73	37,02
18	Verde Grande	819	900	6	16,7%	149,91	3,89
19	Pacuí	1.250	1.017	6	16,7%	169,40	6,71
22	Rio de Janeiro/Formoso	2.083	1.150	6	16,7%	191,55	12,65
23	Entorno Represa Três Marias	1.998	1.375	6	16,7%	229,03	14,51
25	Paracatu	4.874	1.275	6	16,7%	212,37	32,82
26	Urucuia	3.074	1.150	6	16,7%	191,55	18,67
<b>Média Ponderada/Total</b>		<b>27.180</b>	<b>1.139</b>	-	<b>16,7%</b>	<b>190,71</b>	<b>164,37</b>

#### 4.7.3 Contribuição Total do SAU/SAA para a Bacia do Rio São Francisco

Obtidas as contribuições do SAU/SAA por meio da estimativa em sub-bacias com e sem postos representativos, calculou-se a contribuição total desses sistemas aquíferos para a bacia do rio São Francisco, por soma simples das contribuições de cada sub-bacia. O Quadro 4.17 resume o valor da contribuição obtida para cada sub-bacia e a contribuição total do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco.

**QUADRO 4.17 - CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**

Descrição	Área SAU/SAA (km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Contribuição/Precipitação	Contribuição (mm)	Contribuição (m <sup>3</sup> /s)
Sub-Bacias com posto representativo (SAU) (Quadro 4.15)	81.949	1.194	18,3%	217,93	566,31
Sub-Bacias sem posto representativo (SAU/SAA) (Quadro 4.16)	27.180	1.139	16,7%	190,71	164,37
Contribuição total do SAU/SAA para a Bacia do Rio São Francisco	109.129	1.180	17,9%	211,15	730,68

#### 4.8 CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA AS BACIAS DOS RIOS TOCANTINS, PARNAÍBA E PARANAÍBA

Nas bacias dos rios Tocantins, Parnaíba e Paranaíba não foram identificados postos fluviométricos representativos, ou seja, onde aquífero ocupasse mais de 80% da área de drenagem do posto. Com isto, a estimativa de contribuição do SAU/SAA para estas bacias foi realizada utilizando a segunda metodologia apresentada para as sub-bacias sem postos fluviométricos representativos da bacia do rio São Francisco, ou seja, considerando para cada sub-bacia a relação entre precipitação total e vazão de base da sub-bacia vizinha ou próxima, aplicado ao total precipitado sobre a sub-bacia em análise.

O Quadro 4.18 apresenta um resumo dos cálculos efetuados e os resultados obtidos, incluindo os seguintes dados: área de drenagem do SAU/SAA, precipitação média anual, identificação da sub-bacia de referência, coeficiente de contribuição da precipitação para a vazão de base, vazão de base em mm e m<sup>3</sup>/s.

**QUADRO 4.18 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU E SAA PARA AS BACIAS DOS RIOS TOCANTINS, PARNAÍBA E PARANAÍBA**

Bacias	Sub-Bacia	Área SAU (Km <sup>2</sup> )	Precipitação média anual (mm)	Bacia Vizinha	Contribuição/Precipitação (%)	Contribuição anual (mm)	Contribuição (m <sup>3</sup> /s)	
							Parcial	Total
Tocantins	8	11.318	1.550	1, 2 e 3	17,3%	268,49	96,36	215,26
	9	1.145	1.525	1	16,9%	257,75	9,36	
	10	15.368	1.330	1	16,9%	224,79	109,55	
Parnaíba	11	2.702	1.325	1	16,9%	223,95	19,19	44,86
	12	1.452	1.090	1	16,9%	184,23	8,48	
	13	3.207	1.000	1	16,9%	169,02	17,19	
Paranaíba	24	98	1.450	6	16,7%	241,52	0,75	0,75

#### 4.9 CONTRIBUIÇÃO TOTAL DO SAU/SAA

Obtidas as contribuições do SAU/SAA para cada uma das bacias nas quais esses sistemas aquíferos afloram, foi determinada a contribuição total do SAU/SAA para as mesmas. O Quadro 4.20 resume os valores de contribuição do SAU/SAA para cada uma das bacias dos rios Tocantins, São Francisco, Parnaíba e Paranaíba e o valor total dessas contribuições.

Para esse cálculo, em cada bacia e também para o resumo geral, foram obtidos os valores totais de área do SAU/SAA e vazão de contribuição. A precipitação média foi obtida por ponderação de áreas, calculando-se os demais índices com base nestes valores.

Conforme pode ser verificado no Quadro 4.19 a contribuição total do SAU e do SAA estimada para as bacias circundantes é de aproximadamente 991,55 m<sup>3</sup>/s. Entre estas destaca-se a bacia do rio São Francisco que recebe uma contribuição estimada de cerca de 730 m<sup>3</sup>/s, seguida da bacia do Rio Tocantins com 215 m<sup>3</sup>/s. O rio Parnaíba, ao norte tem contribuição de 45 m<sup>3</sup>/s enquanto a contribuição para a bacia do rio Paranaíba, integrante da bacia do rio Paraná, tem contribuição muito pequena, próximo de 1 m<sup>3</sup>/s.

**QUADRO 4.19 – CONTRIBUIÇÃO TOTAL DO SAU E SAA**

<i>Bacias</i>	<i>Área SAU/SAA (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Precipitação média anual (mm)</i>	<i>Contribuição/Precipitação (%)</i>	<i>Contribuição (mm)</i>	<i>Contribuição (m<sup>3</sup>/s)</i>
São Francisco	109.129	1.180	17,9%	211,15	730,68
Tocantins	27.831	1.427	17,1%	243,92	215,26
Parnaíba	7.361	1.137	16,9%	192,18	44,86
Paranaíba	98	1.450	16,7%	241,52	0,75
<b>Total Geral/Média Ponderada</b>	<b>144.419</b>	<b>1.226</b>	<b>17,7%</b>	<b>216,52</b>	<b>991,55</b>

#### 4.10 COMPARAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA COM AS VAZÕES EFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO

Os estudos realizados possibilitaram obter as vazões de base para seis postos fluviométricos, para os quais havia representatividade das vazões efluentes do SAU. Desta forma, para essas sub-bacias foram obtidas as vazões de base efluentes da área do SAU. Para as demais sub-bacias existentes na área este procedimento não foi considerado adequado, em virtude de não existirem postos fluviométricos representativos, nos quais a área drenada do SAU ou do SAA fosse predominante em relação ao total de área do posto.

Considerando que os seis postos fluviométricos englobam uma área de cerca de 75 % da área do SAU na bacia do rio São Francisco, foi possível estabelecer um procedimento para avaliar a contribuição do SAU/SAA para esta bacia ao longo do período analisado, ou seja, de Outubro de 1975 a Setembro de 2005, o qual é apresentado na sequência.

Utilizando as relações entre área do SAU e área de drenagem superficial (considerando o divisor de águas subterrâneo), apresentada no Quadro 4.14, foram calculadas as vazões efluentes do SAU para cada sub-bacia para cada mês do período analisado. Os resultados obtidos estão apresentados nos Quadros 4.20 a 4.25.

Efetuada a soma mês a mês destes valores foi obtida a contribuição parcial do SAU, totalizando a vazão efluente de bacias em sub-bacias onde existe posto fluviométrico representativo. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 4.26.

A contribuição das sub-bacias nas quais não existe posto fluviométrico representativo (contribuição SAU e SAA) foi estimada por proporcionalidade com as demais sub-bacias, utilizando a seguinte relação:

$$Q_{i,s} = Q_{i,c} * \frac{C_s}{C_c}$$

Onde:

- ✧  $Q_{i,s}$  - vazão média total das sub-bacias sem posto representativo do mês  $i$ ;
- ✧  $Q_{i,c}$  - vazão média total das sub-bacias com posto representativo do mês  $i$ , obtida do Quadro 4.26;
- ✧  $C_c$  - contribuição das sub-bacias com posto representativo para a bacia do rio São Francisco, obtida do Quadro 4.17, igual a 566,31 m<sup>3</sup>/s;
- ✧  $C_s$  - contribuição das sub-bacias sem posto representativo para a bacia do rio São Francisco, obtida do Quadro 4.17, igual a 164,37 m<sup>3</sup>/s

O Quadro 4.27 apresenta os valores obtidos para a contribuição das sub-bacias sem posto fluviométrico representativo para a bacia do rio São Francisco. O Quadro 4.28 apresenta os valores, mês a mês da contribuição total do aquífero SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco, obtidas por soma das contribuições das sub-bacias com e sem posto fluviométrico representativo, obtidas dos Quadros 4.26 e 4.27, respectivamente.

A Figura 4.22 apresenta em forma de fluviograma de vazões médias mensais a representação da contribuição total do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco. Na Figura 4.23 a contribuição é apresentada em forma de histograma das vazões médias anuais. A Figura 4.24 apresenta os valores máximos, médios e mínimos das vazões médias mensais de contribuição do SAU/SAA para a bacia do Rio São Francisco, no mesmo período.

A análise das Figuras 4.22 a 4.24 permite observar que:

- ✓ O comportamento das vazões médias, mínimas e máximas é semelhante, com valores máximos no período de dezembro a abril;
- ✓ Os valores mínimos das vazões médias mensais no período entre 1975 e 2005 tem pequena variação, com valores em torno de 400 a 500 m<sup>3</sup>/s;

- ✓ Os valores médios das vazões médias mensais no período entre 1975 e 2005 apresentam variação maior, com valores entre 600 e 850 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ A amplitude de variação dos valores máximos é significativamente maior, com valores entre 800 e 1.400 m<sup>3</sup>/s;
- ✓ Excetuando-se os dois primeiros anos do período, onde ocorre um incremento da contribuição do SAU/SAA para o rio São Francisco, observa-se um decréscimo contínuo da contribuição, desde valores da ordem de 800 m<sup>3</sup>/s em 1980 para valores da ordem de 600 m<sup>3</sup>/s em 2005.

**QUADRO 4.20 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**SUB-BACIA 1 - MÉDIO/BAIXO GRANDE – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	70	79	82	86	99	88	81	73	67	65	62	62	76
1976/77	85	89	89	87	104	92	87	83	78	74	71	70	84
1977/78	75	74	87	95	102	113	108	98	87	82	77	73	89
1978/79	85	81	99	107	149	106	99	92	87	83	79	77	95
1979/80	76	98	96	116	175	118	101	92	89	85	82	80	101
1980/81	79	100	111	109	90	105	106	89	87	85	81	78	94
1981/82	87	124	92	125	98	112	100	88	85	83	80	79	96
1982/83	82	85	87	106	119	97	96	84	82	80	78	76	89
1983/84	80	95	99	94	87	99	98	84	80	78	76	79	87
1984/85	77	78	84	107	99	94	92	84	80	78	76	73	85
1985/86	85	86	101	131	104	102	94	86	80	79	77	75	92
1986/87	79	78	83	80	76	90	87	79	74	73	72	71	78
1987/88	70	83	95	95	98	102	87	80	77	74	72	69	83
1988/89	75	75	102	88	88	98	90	83	76	73	72	69	82
1989/90	73	87	156	107	88	99	83	75	74	75	69	72	88
1990/91	72	74	86	97	89	86	90	76	73	72	70	68	80
1991/92	63	86	98	106	162	92	89	78	74	73	71	67	88
1992/93	67	76	103	81	97	80	82	76	71	69	67	68	78
1993/94	69	67	86	118	108	128	91	81	78	75	72	69	87
1994/95	68	71	85	104	97	92	87	83	78	72	69	66	81
1995/96	66	79	99	92	84	97	95	84	77	74	72	69	82
1996/97	71	83	80	100	83	106	104	92	82	78	74	73	86
1997/98	74	74	86	88	89	83	76	74	71	69	67	65	76
1998/99	68	90	94	88	87	106	73	76	72	70	69	69	80
1999/00	73	88	121	107	106	101	91	81	78	76	72	70	89
2000/01	68	85	98	83	92	91	80	75	72	70	68	67	79
2001/02	77	82	82	108	83	76	76	72	71	70	68	66	78
2002/03	66	68	77	81	80	88	87	70	67	64	62	62	73
2003/04	64	67	66	103	127	111	91	79	75	72	69	66	82
2004/05	66	69	83	83	87	106	90	83	76	72	69	67	79
<b>Mínimo</b>	<b>63</b>	<b>67</b>	<b>66</b>	<b>80</b>	<b>76</b>	<b>76</b>	<b>73</b>	<b>70</b>	<b>67</b>	<b>64</b>	<b>62</b>	<b>62</b>	<b>73</b>
<b>Médio</b>	<b>74</b>	<b>82</b>	<b>94</b>	<b>99</b>	<b>102</b>	<b>99</b>	<b>90</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>72</b>	<b>71</b>	<b>85</b>
<b>Máximo</b>	<b>87</b>	<b>124</b>	<b>156</b>	<b>131</b>	<b>175</b>	<b>128</b>	<b>108</b>	<b>98</b>	<b>89</b>	<b>85</b>	<b>82</b>	<b>80</b>	<b>101</b>

**QUADRO 4.21 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**SUB-BACIA 2 - ALTO GRANDE – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	122	159	150	138	170	161	140	131	123	119	115	116	137
1976/77	157	169	179	157	181	138	137	137	126	120	114	112	144
1977/78	134	131	158	190	193	241	212	194	176	157	145	137	172
1978/79	143	156	201	225	280	242	233	196	180	169	158	153	195
1979/80	157	223	199	252	291	249	224	194	181	173	163	157	205
1980/81	165	194	240	250	200	212	242	195	184	173	163	153	198
1981/82	163	225	217	254	208	217	210	181	168	161	156	152	193
1982/83	154	159	153	199	243	194	199	161	152	146	140	135	170
1983/84	144	167	202	180	161	171	187	151	141	136	132	136	159
1984/85	137	145	155	219	214	194	184	157	142	137	133	127	162
1985/86	151	161	200	272	225	203	174	164	148	144	138	134	176
1986/87	142	145	157	163	142	184	192	161	140	133	126	120	150
1987/88	125	159	214	222	190	221	184	162	148	142	136	129	169
1988/89	144	156	208	192	186	197	165	152	141	135	128	122	160
1989/90	125	174	340	242	206	224	187	176	162	155	147	146	190
1990/91	139	157	171	218	208	194	194	167	150	142	137	135	168
1991/92	136	167	195	203	296	222	200	181	163	157	149	146	185
1992/93	149	184	244	212	209	176	172	157	148	140	135	131	172
1993/94	141	137	174	223	205	237	208	165	151	143	133	127	170
1994/95	124	137	168	178	184	184	185	167	147	133	124	118	154
1995/96	126	160	217	181	152	160	157	138	128	120	116	112	147
1996/97	126	168	157	190	163	216	224	191	158	140	130	124	166
1997/98	127	151	168	165	183	172	138	128	120	115	111	107	140
1998/99	115	163	183	163	146	191	132	122	113	109	105	101	137
1999/00	106	164	246	217	220	228	174	145	133	127	119	120	167
2000/01	112	163	191	158	156	170	140	127	120	115	110	106	139
2001/02	123	144	145	193	164	137	139	120	117	114	109	107	134
2002/03	104	118	131	189	163	154	154	127	118	111	108	106	132
2003/04	102	123	120	176	232	225	193	145	134	126	119	113	151
2004/05	112	119	160	154	169	215	171	155	139	126	118	110	146
<b>Mínimo</b>	<b>102</b>	<b>118</b>	<b>120</b>	<b>138</b>	<b>142</b>	<b>137</b>	<b>132</b>	<b>120</b>	<b>113</b>	<b>109</b>	<b>105</b>	<b>101</b>	<b>132</b>
<b>Médio</b>	<b>133</b>	<b>159</b>	<b>188</b>	<b>199</b>	<b>198</b>	<b>198</b>	<b>182</b>	<b>158</b>	<b>145</b>	<b>137</b>	<b>131</b>	<b>126</b>	<b>163</b>
<b>Máximo</b>	<b>165</b>	<b>225</b>	<b>340</b>	<b>272</b>	<b>296</b>	<b>249</b>	<b>242</b>	<b>196</b>	<b>184</b>	<b>173</b>	<b>163</b>	<b>157</b>	<b>205</b>

**QUADRO 4.22 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**SUB-BACIA 3 – CORRENTE – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76													
1976/77				185	176	150	152	154	148	142	137	134	153
1977/78	148	153	186	231	227	250	229	207	195	179	169	160	194
1978/79	162	185	226	238	299	260	247	214	203	192	184	179	216
1979/80	188	237	214	258	362	259	243	217	207	198	190	186	230
1980/81	184	210	273	275	221	242	276	227	217	205	196	186	226
1981/82	210	264	253	294	236	247	254	219	209	200	195	190	231
1982/83	194	186	182	237	272	227	230	196	187	182	175	171	203
1983/84	176	213	245	208	193	199	205	177	172	168	164	165	190
1984/85	163	176	200	239	211	208	196	176	170	166	160	156	185
1985/86	176	190	229	284	241	209	188	183	177	173	168	162	198
1986/87	167	165	173	183	166	186	185	174	161	156	151	148	168
1987/88	150	172	245	221	192	222	195	175	168	163	157	151	184
1988/89	162	164	249	196	198	189	167	161	156	155	149	145	174
1989/90	149	181	367	273	248	223	197	192	178	174	167	165	209
1990/91	161	172	190	222	217	204	191	175	166	161	157	161	181
1991/92	154	196	205	237	337	231	203	192	178	171	165	162	203
1992/93	167	215	256	219	216	184	180	174	166	162	157	153	187
1993/94	162	157	196	228	204	230	202	176	167	164	156	150	183
1994/95	145	158	183	173	191	175	181	169	156	151	144	140	164
1995/96	139	163	205	170	150	166	152	146	142	139	136	132	153
1996/97	146	158	151	183	153	187	214	182	162	152	146	141	165
1997/98	141	152	171	162	178	167	147	140	137	134	131	127	149
1998/99	128	167	191	183	150	198	155	148	143	140	136	132	156
1999/00	134	211	246	214	204	207	175	161	155	151	145	140	179
2000/01	137	174	209	167	153	176	149	144	140	137	134	129	154
2001/02	137	152	159	186	160	142	141	134	132	130	127	124	144
2002/03	121	135	146	186	146	153	154	135	130	128	124	119	140
2003/04	119	127	128	203	219	214	211	164	151	144	137	131	162
2004/05	130	139	155	158	185	208	165	154	143	137	132	127	153
<b>Mínimo</b>	<b>119</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>158</b>	<b>146</b>	<b>142</b>	<b>141</b>	<b>134</b>	<b>130</b>	<b>128</b>	<b>124</b>	<b>119</b>	<b>140</b>
<b>Médio</b>	<b>155</b>	<b>178</b>	<b>208</b>	<b>214</b>	<b>211</b>	<b>204</b>	<b>192</b>	<b>175</b>	<b>166</b>	<b>160</b>	<b>155</b>	<b>151</b>	<b>181</b>
<b>Máximo</b>	<b>210</b>	<b>264</b>	<b>367</b>	<b>294</b>	<b>362</b>	<b>260</b>	<b>276</b>	<b>227</b>	<b>217</b>	<b>205</b>	<b>196</b>	<b>190</b>	<b>231</b>

**QUADRO 4.23 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**SUB-BACIA 4 – CARINHANHA – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	93	107	106	92	103	96	89	87	85	83	81	82	92
1976/77	89	127	123	107	107	90	91	92	89	85	82	80	97
1977/78	84	91	112	141	126	138	145	117	111	103	96	91	113
1978/79	99	112	138	208	224	190	158	138	129	120	113	107	145
1979/80	107	149	121	194	252	165	166	144	133	126	116	111	149
1980/81	111	126	170	172	133	146	171	140	134	125	118	110	138
1981/82	124	202	166	214	167	174	164	148	136	129	123	118	155
1982/83	113	111	114	172	195	154	146	126	119	114	108	104	131
1983/84	108	136	200	139	121	126	137	113	108	105	102	103	125
1984/85	102	111	127	147	113	121	112	102	98	96	93	90	109
1985/86	103	108	133	217	162	126	114	113	107	105	101	97	124
1986/87	96	98	106	106	95	103	106	102	94	91	88	86	97
1987/88	86	112	193	138	121	132	116	110	104	101	96	91	117
1988/89	97	102	132	113	111	110	95	93	91	90	88	85	101
1989/90	87	102	211	160	127	125	124	109	105	100	97	92	120
1990/91	91	97	104	128	124	136	119	105	99	96	92	91	107
1991/92	89	112	125	140	239	146	124	117	110	105	101	99	125
1992/93	109	154	176	134	135	113	111	107	105	103	99	96	120
1993/94	97	93	112	116	178	138	121	109	108	105	99	95	114
1994/95	92	100	132	109	132	108	115	106	99	95	90	87	106
1995/96	86	106	133	103	92	98	94	89	88	85	83	81	95
1996/97	85	108	104	115	100	130	126	111	103	95	89	86	104
1997/98	89	89	121	101	118	105	92	88	87	84	82	78	95
1998/99	83	116	123	104	95	114	89	85	82	80	77	75	93
1999/00	77	103	127	119	113	115	103	94	91	88	84	81	100
2000/01	77	98	133	98	89	98	86	82	81	76	75	75	89
2001/02	79	93	91	98	95	86	84	77	77	74	72	70	83
2002/03	68	74	94	104	92	89	89	78	75	73	71	68	81
2003/04	64	73	71	108	132	133	134	99	92	87	82	76	96
2004/05	73	75	88	91	94	122	90	84	79	75	72	68	84
<b>Mínimo</b>	<b>64</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>86</b>	<b>84</b>	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>73</b>	<b>71</b>	<b>68</b>	<b>81</b>
<b>Médio</b>	<b>92</b>	<b>109</b>	<b>129</b>	<b>133</b>	<b>133</b>	<b>124</b>	<b>117</b>	<b>105</b>	<b>101</b>	<b>96</b>	<b>92</b>	<b>89</b>	<b>110</b>
<b>Máximo</b>	<b>124</b>	<b>202</b>	<b>211</b>	<b>217</b>	<b>252</b>	<b>190</b>	<b>171</b>	<b>148</b>	<b>136</b>	<b>129</b>	<b>123</b>	<b>118</b>	<b>155</b>



**QUADRO 4.24 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**SUB-BACIA 5 – CARINHANHA – COXÁ – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	10	12	12	9	10	9	8	9	8	8	8	8	9
1976/77	9	16	14	12	12	9	9	9	9	8	8	8	10
1977/78	9	11	13	18	15	15	14	12	12	11	10	9	12
1978/79	10	10	14	20	29	21	18	15	15	14	12	11	16
1979/80	11	17	15	25	24	16	15	13	12	11	10	9	15
1980/81	9	13	21	20	12	16	20	14	14	12	11	10	14
1981/82	12	19	17	24	16	17	19	15	14	13	12	11	16
1982/83	11	10	9	17	23	15	15	12	10	10	9	9	13
1983/84	10	17	26	16	13	15	15	11	10	10	10	10	14
1984/85	9	10	13	17	12	12	10	9	9	9	8	8	11
1985/86	10	11	17	24	15	12	10	10	9	9	9	8	12
1986/87	8	8	9	9	7	10	10	10	9	8	7	7	9
1987/88	7	10	18	15	12	12	10	9	9	9	8	7	11
1988/89	8	10	16	10	9	10	8	8	8	8	8	8	9
1989/90	9	11	27	14	13	10	8	8	8	7	7	7	11
1990/91	6	8	8	13	10	12	10	9	8	8	7	7	9
1991/92	7	9	13	16	36	13	11	10	9	9	8	8	13
1992/93	9	15	21	17	14	10	10	9	9	9	9	8	12
1993/94	9	8	11	13	10	18	12	10	9	9	9	8	10
1994/95	7	8	11	10	11	9	10	9	8	8	8	7	9
1995/96	7	9	14	9	7	8	8	7	7	7	6	6	8
1996/97	7	9	8	11	8	12	13	10	9	8	8	7	9
1997/98	7	8	9	8	11	8	6	6	6	6	5	5	7
1998/99	6	11	12	9	7	13	8	7	6	6	5	5	8
1999/00	6	9	15	12	10	11	8	7	7	6	6	6	8
2000/01	5	7	14	8	7	8	6	6	6	5	5	5	7
2001/02	5	7	7	8	7	6	6	5	6	4	4	4	6
2002/03	3	5	7	11	6	6	7	5	5	4	4	4	6
2003/04	3	5	4	9	11	12	12	7	6	6	5	4	7
2004/05	4	5	8	8	9	11	7	7	6	6	5	5	7
<b>Mínimo</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>Médio</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
<b>Máximo</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>16</b>

**QUADRO 4.25 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**SUB-BACIA 6 – PANDEIROS – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	19	21	21	15	17	15	14	14	13	13	12	13	16
1976/77	14	23	21	18	17	13	14	15	14	13	12	12	16
1977/78	13	15	16	18	17	18	21	17	17	16	14	13	16
1978/79	13	19	21	36	43	33	28	24	23	21	20	18	25
1979/80	18	27	22	31	36	27	30	25	24	23	20	19	25
1980/81	18	22	33	29	21	26	30	24	24	22	20	18	24
1981/82	23	39	29	45	31	34	31	28	26	25	23	22	30
1982/83	20	18	20	34	37	30	28	25	23	21	20	18	25
1983/84	22	35	40	28	23	26	27	22	22	21	20	19	25
1984/85	18	19	26	31	21	22	21	19	18	18	17	15	20
1985/86	19	20	25	37	25	20	18	18	18	17	16	15	21
1986/87	15	15	18	16	14	15	16	15	14	14	13	12	15
1987/88	12	16	51	26	22	27	19	18	17	16	15	14	21
1988/89	16	16	19	16	15	17	13	13	13	13	12	12	15
1989/90	13	19	31	21	19	19	16	15	15	15	14	14	18
1990/91	13	14	16	22	19	17	16	15	14	13	13	13	15
1991/92	12	20	23	28	39	24	21	20	18	17	16	15	21
1992/93	17	24	33	23	25	20	19	19	18	17	16	15	20
1993/94	15	14	20	27	20	33	24	20	19	18	16	15	20
1994/95	14	15	21	16	22	18	20	17	15	15	14	13	17
1995/96	13	17	23	17	13	14	14	13	13	12	12	11	14
1996/97	12	14	16	21	14	19	18	17	16	14	13	12	15
1997/98	11	12	18	14	21	15	12	12	12	11	10	10	13
1998/99	10	20	20	17	13	18	13	13	12	11	11	10	14
1999/00	10	14	21	18	17	17	15	13	12	11	10	10	14
2000/01	8	13	22	14	11	12	11	10	10	9	9	8	11
2001/02	8	12	11	14	15	13	12	11	10	10	9	9	11
2002/03	8	9	14	18	11	12	12	10	10	9	9	8	11
2003/04	8	10	8	16	17	22	21	14	12	11	10	9	13
2004/05	8	9	13	14	16	20	14	13	12	9			13
<b>Mínimo</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>11</b>
<b>Médio</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>18</b>
<b>Máximo</b>	<b>23</b>	<b>39</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>34</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>30</b>

**QUADRO 4.26 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO  
TOTAL DAS SUB-BACIAS COM POSTOS FLUVIOMÉTRICOS REPRESENTATIVOS – m<sup>3</sup>/s  
VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

<b>ANO</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>MED</b>
1975/76	314	379	369	340	399	370	332	314	297	289	278	281	330
1976/77	355	424	426	565	597	493	489	491	464	442	424	417	465
1977/78	464	475	571	693	681	776	728	646	597	547	510	483	597
1978/79	514	564	700	834	1.025	853	782	680	636	598	566	545	691
1979/80	557	751	667	876	1.141	834	779	685	645	616	581	561	725
1980/81	566	666	849	854	678	748	844	691	658	621	590	556	693
1981/82	619	873	774	956	757	800	777	679	639	611	589	571	720
1982/83	574	569	565	766	889	716	713	604	573	553	531	513	631
1983/84	540	661	812	666	598	635	669	558	534	518	504	512	601
1984/85	506	539	604	760	671	651	616	547	517	503	487	469	573
1985/86	543	575	705	965	771	672	597	574	539	528	509	492	623
1986/87	507	508	546	557	499	589	597	540	491	474	458	445	518
1987/88	451	551	815	717	635	717	610	555	523	505	484	462	585
1988/89	502	523	726	614	607	622	538	510	485	474	457	441	542
1989/90	456	575	1.132	817	700	700	615	576	541	526	500	494	636
1990/91	483	522	575	700	667	648	620	546	510	492	476	474	559
1991/92	462	589	659	730	1.108	729	648	599	553	532	511	497	635
1992/93	518	669	834	686	696	583	573	542	518	500	483	472	590
1993/94	493	476	599	726	726	784	657	560	532	514	484	463	585
1994/95	450	490	600	590	637	586	599	550	503	473	449	430	530
1995/96	437	535	692	572	498	544	520	477	455	437	425	411	500
1996/97	447	540	516	620	522	670	699	603	530	486	460	444	545
1997/98	449	486	573	537	600	550	471	448	432	419	407	392	480
1998/99	409	567	623	563	498	640	470	450	428	417	403	392	488
1999/00	405	589	775	687	671	679	565	501	475	459	437	427	556
2000/01	407	540	667	528	507	555	470	444	428	413	402	391	479
2001/02	428	490	496	607	524	460	458	418	415	403	389	380	456
2002/03	370	410	470	587	499	502	503	425	404	389	379	366	442
2003/04	360	405	397	614	738	716	662	508	471	446	423	399	512
2004/05	393	417	508	509	560	682	537	496	455	425	395	377	479
<b>Mínimo</b>	<b>314</b>	<b>379</b>	<b>369</b>	<b>340</b>	<b>399</b>	<b>370</b>	<b>332</b>	<b>314</b>	<b>297</b>	<b>289</b>	<b>278</b>	<b>281</b>	<b>330</b>
<b>Médio</b>	<b>466</b>	<b>545</b>	<b>641</b>	<b>675</b>	<b>670</b>	<b>650</b>	<b>605</b>	<b>541</b>	<b>508</b>	<b>487</b>	<b>466</b>	<b>452</b>	<b>559</b>
<b>Máximo</b>	<b>619</b>	<b>873</b>	<b>1.132</b>	<b>965</b>	<b>1.141</b>	<b>853</b>	<b>844</b>	<b>691</b>	<b>658</b>	<b>621</b>	<b>590</b>	<b>571</b>	<b>725</b>

**QUADRO 4.27 – CONTRIBUIÇÃO DO SAU/SAA PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO**  
**TOTAL DAS SUB-BACIAS SEM POSTOS FLUVIOMÉTRICOS REPRESENTATIVOS – m<sup>3</sup>/s**  
**VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	91	110	107	99	116	107	96	91	86	84	81	81	96
1976/77	103	123	124	164	173	143	142	142	135	128	123	121	135
1977/78	135	138	166	201	198	225	211	187	173	159	148	140	173
1978/79	149	164	203	242	298	248	227	197	185	174	164	158	201
1979/80	162	218	194	254	331	242	226	199	187	179	169	163	210
1980/81	164	193	246	248	197	217	245	201	191	180	171	162	201
1981/82	180	253	225	278	220	232	226	197	185	177	171	166	209
1982/83	167	165	164	222	258	208	207	175	166	160	154	149	183
1983/84	157	192	236	193	174	184	194	162	155	150	146	149	174
1984/85	147	156	175	221	195	189	179	159	150	146	141	136	166
1985/86	158	167	205	280	224	195	173	167	156	153	148	143	181
1986/87	147	148	158	162	145	171	173	157	143	138	133	129	150
1987/88	131	160	237	208	184	208	177	161	152	147	140	134	170
1988/89	146	152	211	178	176	181	156	148	141	137	133	128	157
1989/90	132	167	328	237	203	203	179	167	157	153	145	143	185
1990/91	140	152	167	203	194	188	180	159	148	143	138	138	162
1991/92	134	171	191	212	322	212	188	174	160	154	148	144	184
1992/93	150	194	242	199	202	169	166	157	150	145	140	137	171
1993/94	143	138	174	211	211	227	191	163	154	149	141	134	170
1994/95	131	142	174	171	185	170	174	160	146	137	130	125	154
1995/96	127	155	201	166	145	158	151	138	132	127	123	119	145
1996/97	130	157	150	180	151	195	203	175	154	141	133	129	158
1997/98	130	141	166	156	174	160	137	130	125	122	118	114	139
1998/99	119	165	181	163	145	186	136	131	124	121	117	114	142
1999/00	118	171	225	199	195	197	164	146	138	133	127	124	161
2000/01	118	157	194	153	147	161	137	129	124	120	117	113	139
2001/02	124	142	144	176	152	133	133	121	120	117	113	110	132
2002/03	107	119	136	170	145	146	146	123	117	113	110	106	128
2003/04	104	118	115	178	214	208	192	148	137	130	123	116	149
2004/05	114	121	147	148	163	198	156	144	132	123	115	109	139
<b>Mínimo</b>	<b>91</b>	<b>110</b>	<b>107</b>	<b>99</b>	<b>116</b>	<b>107</b>	<b>96</b>	<b>91</b>	<b>86</b>	<b>84</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>96</b>
<b>Médio</b>	<b>135</b>	<b>158</b>	<b>186</b>	<b>196</b>	<b>195</b>	<b>189</b>	<b>176</b>	<b>157</b>	<b>148</b>	<b>141</b>	<b>135</b>	<b>131</b>	<b>162</b>
<b>Máximo</b>	<b>180</b>	<b>253</b>	<b>328</b>	<b>280</b>	<b>331</b>	<b>248</b>	<b>245</b>	<b>201</b>	<b>191</b>	<b>180</b>	<b>171</b>	<b>166</b>	<b>210</b>

**QUADRO 4.28 – CONTRIBUIÇÃO TOTAL DO SAU/SAA PARA A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO –  
m<sup>3</sup>/s. VAZÕES MÉDIAS MENSAIS – OUTUBRO/1975 A SETEMBRO/2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	406	489	477	439	514	477	429	406	383	372	359	362	426
1976/77	457	547	550	729	771	636	631	633	598	570	547	537	601
1977/78	599	613	736	894	878	1.001	940	833	770	706	658	623	771
1978/79	663	728	903	1.077	1.323	1.101	1.009	877	821	772	730	704	892
1979/80	719	969	861	1.131	1.472	1.076	1.005	884	833	794	750	724	935
1980/81	730	860	1.095	1.102	875	965	1.089	891	850	802	761	718	895
1981/82	799	1.127	999	1.234	977	1.033	1.002	876	824	788	760	737	930
1982/83	740	734	730	988	1.147	924	920	780	740	713	685	661	814
1983/84	697	853	1.048	859	772	819	863	720	689	668	650	661	775
1984/85	653	695	780	981	865	840	795	706	667	649	629	605	739
1985/86	701	742	909	1.245	995	868	770	741	696	681	657	635	803
1986/87	654	656	704	719	644	759	770	697	634	612	591	575	668
1987/88	582	711	1.051	925	819	925	787	716	675	651	624	596	755
1988/89	648	674	936	793	783	802	695	659	626	611	590	569	699
1989/90	588	742	1.460	1.055	903	903	794	743	697	679	646	638	821
1990/91	623	674	742	903	861	836	800	705	658	634	614	612	722
1991/92	596	759	850	943	1.430	941	836	773	713	687	659	641	819
1992/93	669	863	1.076	885	898	752	740	700	669	645	623	609	761
1993/94	636	615	772	936	937	1.011	848	723	687	663	625	597	754
1994/95	581	633	774	761	822	756	772	709	649	610	579	555	683
1995/96	564	690	892	738	642	702	671	615	587	564	549	530	645
1996/97	577	696	666	800	673	865	902	778	684	627	593	572	703
1997/98	579	627	739	693	774	710	608	578	557	541	525	506	620
1998/99	528	732	804	726	643	826	607	581	553	538	520	506	630
1999/00	523	760	1.000	887	866	876	729	647	613	592	563	551	717
2000/01	526	696	860	681	654	717	607	572	552	532	519	504	618
2001/02	553	632	640	783	676	593	592	540	535	520	501	490	588
2002/03	478	529	606	758	644	648	649	549	521	501	489	473	570
2003/04	464	522	512	793	952	924	854	656	607	576	546	514	660
2004/05	507	539	655	656	723	880	693	639	587	548	510	486	619
<b>Mínimo</b>	<b>406</b>	<b>489</b>	<b>477</b>	<b>439</b>	<b>514</b>	<b>477</b>	<b>429</b>	<b>406</b>	<b>383</b>	<b>372</b>	<b>359</b>	<b>362</b>	<b>426</b>
<b>Médio</b>	<b>601</b>	<b>704</b>	<b>828</b>	<b>870</b>	<b>864</b>	<b>839</b>	<b>780</b>	<b>698</b>	<b>656</b>	<b>628</b>	<b>602</b>	<b>583</b>	<b>721</b>
<b>Máximo</b>	<b>799</b>	<b>1.127</b>	<b>1.460</b>	<b>1.245</b>	<b>1.472</b>	<b>1.101</b>	<b>1.089</b>	<b>891</b>	<b>850</b>	<b>802</b>	<b>761</b>	<b>737</b>	<b>935</b>

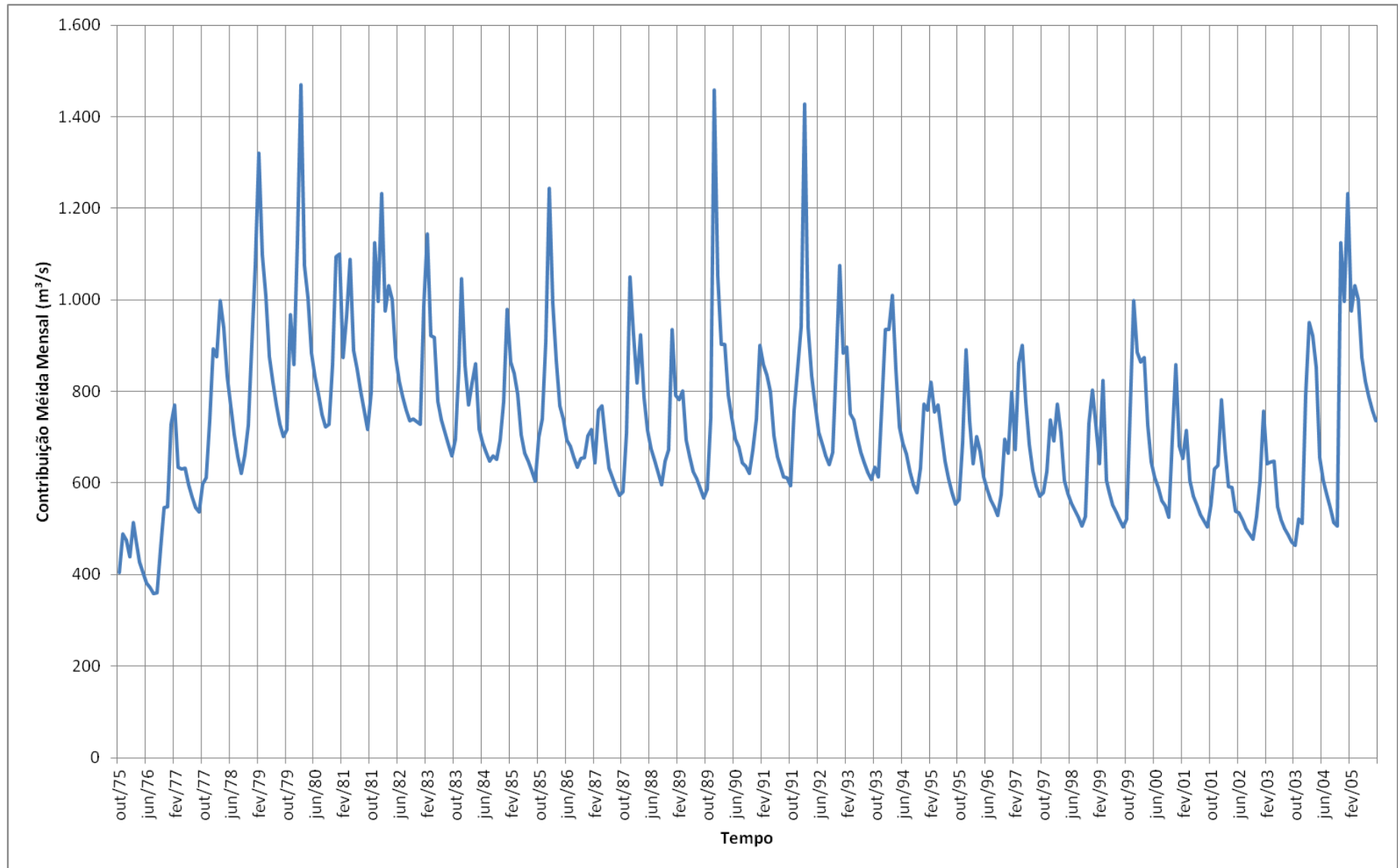


Figura 4.22 - Contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco – Vazões Médias Mensais - Período 01/10/1975 a 30/09/2005

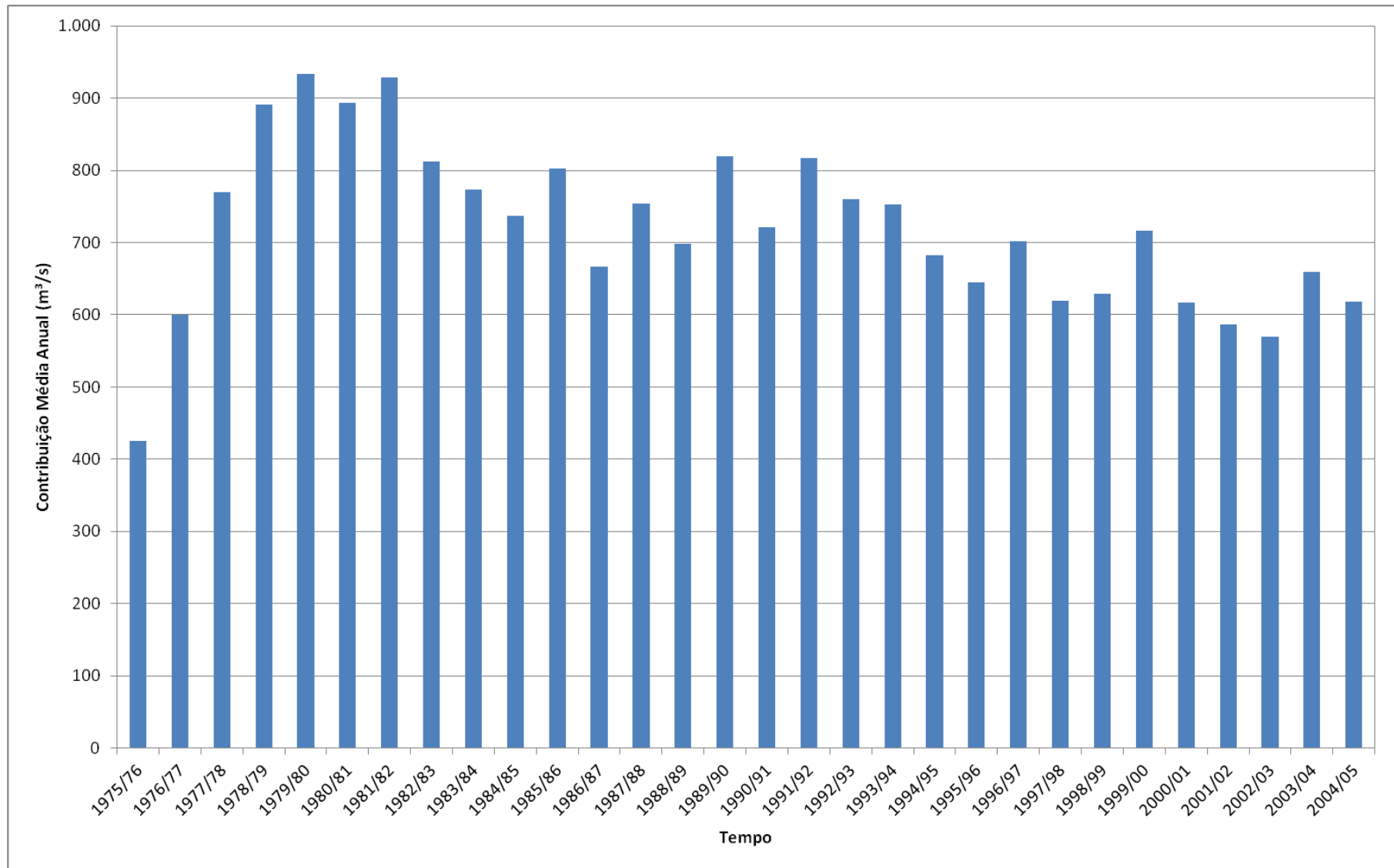


Figura 4.23 - Contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco – Vazões Médias Anuais - Período 01/10/1975 a 30/09/2005

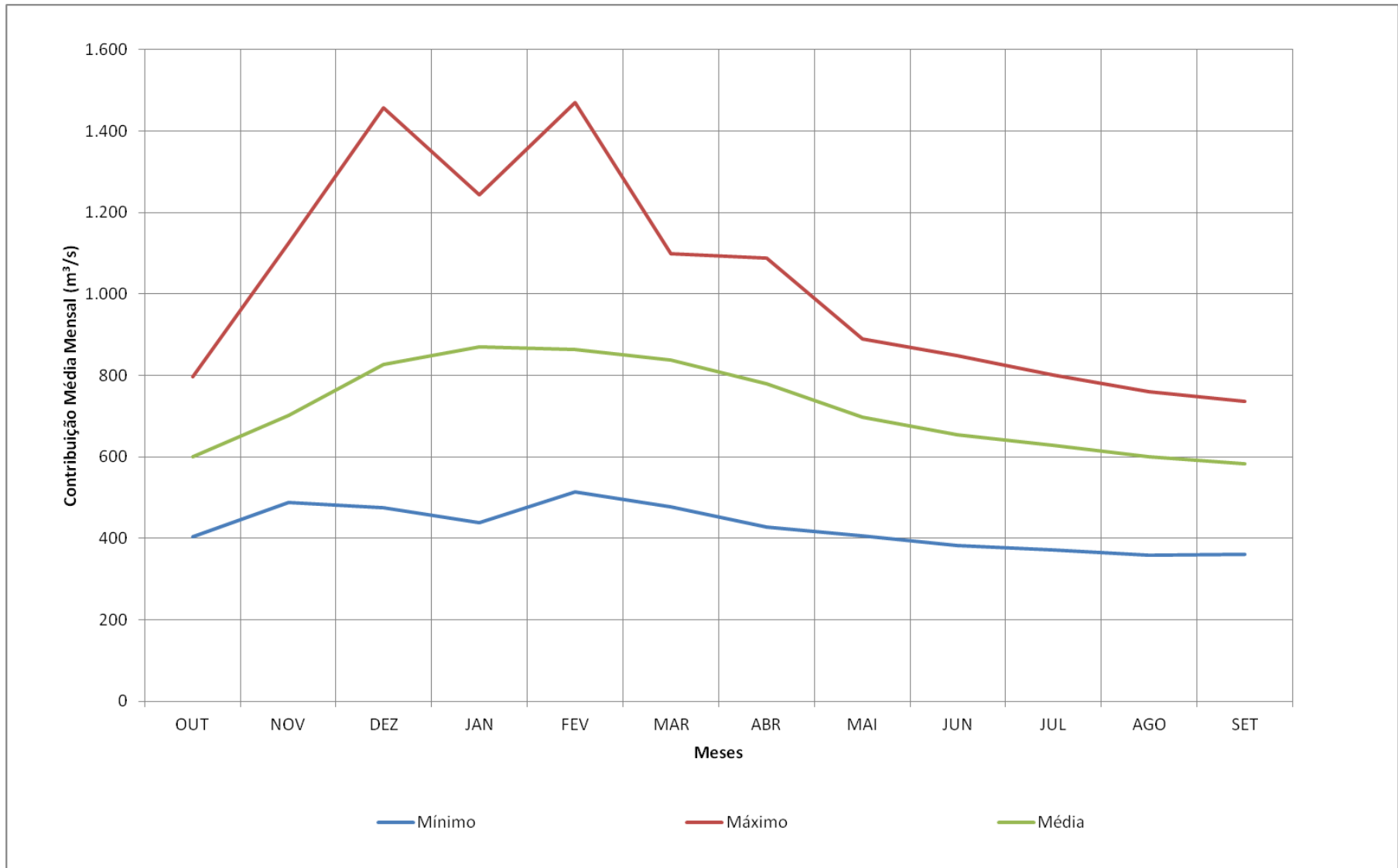


Figura 4.24 - Contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco – Vazões Médias Mensais – Valores Médios, Máximos e Mínimos - Período 01/10/1975 a 30/09/2005



Para possibilitar uma comparação com as vazões naturais do rio São Francisco foram obtidas as séries de vazões naturais dos rios brasileiros, disponibilizadas pelo ONS – Operador nacional do Sistema – para estudos energéticos do setor elétrico. Os Quadros 4.29 e 4.30 apresentam os valores das vazões médias mensais nos aproveitamentos de Sobradinho e Xingó, situados no rio São Francisco, sendo Sobradinho o primeiro aproveitamento a jusante da região onde se localiza o SAU/SAA e o segundo aproveitamento o último existente a jusante no rio, próximo à foz.

Nos Quadros 4.31 e 4.32 são apresentadas, em forma de porcentagem, a relação entre a contribuição do SAU e do SAA para a bacia do rio São Francisco e as vazões naturais em Sobradinho e Xingó, mês a mês e das vazões médias anuais. São também apresentados os valores mínimos, médios e máximos registrados, das contribuições relativas, mês a mês e das vazões médias anuais. Os valores máximos, médios e mínimos destas relações da contribuição do SAU/SAA com as vazões naturais em Sobradinho e Xingó são apresentados nas Figuras 4.25 e 4.26, respectivamente.

**QUADRO 4.29 – VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM SOBRADINHO EM m<sup>3</sup>/s -  
OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	1.033	2.358	2.727	2.007	1.927	2.107	1.765	1.037	1.015	796	772	985	1.544
1976/77	1.442	2.187	4.818	4.701	5.751	2.163	2.131	1.797	1.294	1.091	955	912	2.437
1977/78	1.149	1.477	2.873	5.872	5.145	6.259	4.019	2.490	2.221	1.526	1.458	1.187	2.973
1978/79	1.614	2.055	4.045	5.929	9.409	15.676	7.174	3.610	2.745	2.267	1.949	2.034	4.876
1979/80	1.992	3.305	3.333	6.347	9.918	10.490	4.684	3.388	2.359	2.220	1.875	1.669	4.298
1980/81	1.808	2.380	4.856	5.974	4.916	3.817	5.781	2.728	2.026	1.637	1.509	1.342	3.231
1981/82	1.960	4.448	6.170	6.811	7.990	7.135	6.885	3.678	2.536	2.131	1.765	1.586	4.425
1982/83	1.618	1.481	1.701	5.072	7.258	9.245	6.550	4.189	2.510	2.070	1.748	1.441	3.740
1983/84	2.050	3.720	5.827	6.328	2.999	2.686	3.469	1.773	1.328	1.158	1.059	1.270	2.806
1984/85	1.314	1.691	3.888	5.566	7.789	6.701	5.015	2.432	1.773	1.423	1.259	1.235	3.341
1985/86	1.636	2.148	3.265	6.332	7.556	4.732	2.140	1.753	1.283	1.230	1.230	1.128	2.869
1986/87	1.056	1.117	1.872	3.150	2.606	2.604	2.759	1.701	1.159	1.071	840	800	1.728
1987/88	920	1.325	3.709	5.163	3.829	4.116	2.843	1.852	1.173	1.033	979	767	2.309
1988/89	989	1.566	2.619	3.601	2.715	3.018	1.672	1.142	1.030	1.013	858	893	1.760
1989/90	996	1.883	5.073	9.467	3.681	3.101	1.975	1.359	1.060	1.130	987	968	2.640
1990/91	984	1.355	1.617	3.742	5.138	4.639	5.139	2.340	1.470	1.222	1.125	1.031	2.484
1991/92	1.323	2.095	3.057	4.651	9.244	12.915	3.754	2.614	1.765	1.444	1.283	1.384	3.794
1992/93	1.860	4.269	4.814	5.840	4.644	3.943	2.590	1.801	1.439	1.245	1.105	981	2.878
1993/94	1.214	1.180	2.046	5.366	4.689	4.993	4.521	2.154	1.470	1.378	1.081	1.022	2.593
1994/95	782	989	3.062	2.872	3.220	2.837	2.587	1.731	1.188	1.087	851	672	1.823
1995/96	895	1.651	3.244	4.478	2.180	2.234	1.593	1.184	934	785	668	699	1.712
1996/97	730	1.702	3.317	6.202	4.622	4.461	4.053	2.438	1.747	1.294	1.197	1.047	2.734
1997/98	1.052	1.343	3.446	3.343	3.360	3.096	1.536	1.122	950	838	751	620	1.788
1998/99	704	1.994	3.241	3.013	1.827	4.212	2.245	1.201	874	787	663	695	1.788
1999/00	570	1.601	2.990	4.169	5.271	4.455	3.316	1.730	1.188	930	923	918	2.338
2000/01	703	1.823	3.655	3.158	1.695	1.719	1.096	845	824	645	632	659	1.455
2001/02	714	1.201	2.187	4.440	4.761	3.516	2.234	1.074	883	851	644	506	1.918
2002/03	665	936	1.871	4.118	4.387	2.737	2.604	1.374	983	890	747	680	1.833
2003/04	506	843	1.611	3.233	5.002	6.786	5.329	2.737	1.493	1.304	1.010	899	2.563
2004/05	889	1.063	1.841	4.123	4.915	4.807	4.044	2.133	1.463	1.185	975	984	2.369
<b>Mínimo</b>	<b>506</b>	<b>843</b>	<b>1.611</b>	<b>2.007</b>	<b>1.695</b>	<b>1.719</b>	<b>1.096</b>	<b>845</b>	<b>824</b>	<b>645</b>	<b>632</b>	<b>506</b>	<b>1.455</b>
<b>Médio</b>	<b>1.172</b>	<b>1.906</b>	<b>3.293</b>	<b>4.836</b>	<b>4.948</b>	<b>5.040</b>	<b>3.517</b>	<b>2.047</b>	<b>1.473</b>	<b>1.256</b>	<b>1.097</b>	<b>1.034</b>	<b>2.635</b>
<b>Máximo</b>	<b>2.050</b>	<b>4.448</b>	<b>6.170</b>	<b>9.467</b>	<b>9.918</b>	<b>15.676</b>	<b>7.174</b>	<b>4.189</b>	<b>2.745</b>	<b>2.267</b>	<b>1.949</b>	<b>2.034</b>	<b>4.876</b>

**QUADRO 4.30 – VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM XINGÓ EM m<sup>3</sup>/s –  
OUTUBRO DE 1975 A SETEMBRO DE 2005**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	873	2.217	2.832	2.109	1.952	2.160	1.847	1.058	1.040	828	766	874	1.546
1976/77	1.472	2.025	4.593	5.091	6.178	2.398	2.294	2.068	1.378	1.181	962	910	2.546
1977/78	1.143	1.335	2.740	5.466	5.355	6.863	4.206	2.810	2.273	1.558	1.487	1.213	3.037
1978/79	1.426	2.063	3.655	5.989	9.213	16.102	8.160	3.901	2.822	2.287	1.995	1.981	4.966
1979/80	2.018	3.197	3.309	6.072	9.827	11.431	4.781	3.794	2.423	2.244	1.911	1.693	4.392
1980/81	1.802	2.227	4.524	5.911	5.412	4.765	6.273	3.003	2.071	1.692	1.515	1.419	3.385
1981/82	1.779	4.042	6.218	6.804	8.041	7.650	7.206	4.334	2.771	2.159	1.815	1.666	4.540
1982/83	1.700	1.737	1.880	4.737	7.691	9.721	7.417	4.915	2.797	2.151	1.981	1.538	4.022
1983/84	1.961	3.801	5.818	6.728	3.363	2.840	4.230	2.138	1.478	1.308	1.174	1.383	3.019
1984/85	1.494	1.838	3.731	5.808	8.448	7.612	7.766	3.451	2.083	1.664	1.478	1.430	3.900
1985/86	1.798	2.287	3.491	6.020	7.886	5.402	2.638	1.912	1.429	1.329	1.312	1.249	3.063
1986/87	1.061	1.198	1.855	3.271	2.779	2.711	3.126	1.879	1.260	1.160	926	920	1.846
1987/88	1.014	1.431	3.434	5.588	3.712	4.653	3.594	2.241	1.317	1.109	1.128	1.106	2.527
1988/89	1.101	1.719	2.510	3.893	2.655	3.193	2.010	1.404	1.080	1.068	1.016	940	1.882
1989/90	980	1.699	6.032	9.620	4.363	3.313	2.301	1.425	1.122	1.144	1.081	1.073	2.846
1990/91	1.189	1.411	1.618	3.282	5.432	4.932	5.481	2.727	1.613	1.287	1.173	1.108	2.604
1991/92	1.425	1.949	3.271	4.733	9.134	13.912	4.732	3.050	1.971	1.574	1.450	1.465	4.056
1992/93	1.925	4.069	5.068	6.090	4.734	4.405	2.746	1.965	1.486	1.302	1.279	1.130	3.017
1993/94	1.295	1.372	1.897	5.144	5.145	4.887	5.396	2.376	1.718	1.430	1.175	1.197	2.753
1994/95	933	992	3.097	3.105	2.995	3.237	2.838	1.893	1.490	1.122	1.012	811	1.960
1995/96	955	1.697	3.122	4.729	2.457	2.200	1.986	1.382	1.079	903	710	688	1.826
1996/97	824	1.550	3.457	5.991	5.241	4.323	4.612	2.708	1.804	1.394	1.260	1.113	2.856
1997/98	1.153	1.318	3.033	3.574	3.346	3.341	1.686	1.252	983	851	787	719	1.837
1998/99	710	1.843	3.204	3.196	1.957	3.892	2.714	1.336	933	797	697	782	1.838
1999/00	619	1.480	3.224	4.364	5.092	4.530	3.789	1.855	1.243	964	1.018	934	2.426
2000/01	852	1.654	3.616	3.553	1.826	1.767	1.377	862	850	685	631	668	1.528
2001/02	737	1.135	2.147	5.244	4.766	3.671	2.362	1.110	894	847	662	501	2.006
2002/03	672	909	1.783	4.087	4.574	2.720	2.712	1.406	998	896	755	687	1.850
2003/04	507	823	1.582	3.017	4.910	6.771	5.422	2.941	1.526	1.316	1.027	905	2.562
2004/05	883	1.044	1.734	4.052	4.988	4.912	4.277	2.276	1.480	1.198	986	981	2.401
<b>Mínimo</b>	<b>507</b>	<b>823</b>	<b>1.582</b>	<b>2.109</b>	<b>1.826</b>	<b>1.767</b>	<b>1.377</b>	<b>862</b>	<b>850</b>	<b>685</b>	<b>631</b>	<b>501</b>	<b>1.528</b>
<b>Médio</b>	<b>1.210</b>	<b>1.869</b>	<b>3.283</b>	<b>4.909</b>	<b>5.116</b>	<b>5.344</b>	<b>3.999</b>	<b>2.316</b>	<b>1.580</b>	<b>1.315</b>	<b>1.172</b>	<b>1.103</b>	<b>2.768</b>
<b>Máximo</b>	<b>2.018</b>	<b>4.069</b>	<b>6.218</b>	<b>9.620</b>	<b>9.827</b>	<b>16.102</b>	<b>8.160</b>	<b>4.915</b>	<b>2.822</b>	<b>2.287</b>	<b>1.995</b>	<b>1.981</b>	<b>4.966</b>

**QUADRO 4.31 – PARTICIPAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO (%) DO SAU/SAA NAS VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM SOBRADINHO –OUT/1975 A SET/2005.**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	39%	21%	17%	22%	27%	23%	24%	39%	38%	47%	47%	37%	28%
1976/77	32%	25%	11%	15%	13%	29%	30%	35%	46%	52%	57%	59%	25%
1977/78	52%	41%	26%	15%	17%	16%	23%	33%	35%	46%	45%	52%	26%
1978/79	41%	35%	22%	18%	14%	7%	14%	24%	30%	34%	37%	35%	18%
1979/80	36%	29%	26%	18%	15%	10%	21%	26%	35%	36%	40%	43%	22%
1980/81	40%	36%	23%	18%	18%	25%	19%	33%	42%	49%	50%	53%	28%
1981/82	41%	25%	16%	18%	12%	14%	15%	24%	32%	37%	43%	46%	21%
1982/83	46%	49%	43%	19%	16%	10%	14%	19%	29%	34%	39%	46%	22%
1983/84	34%	23%	18%	14%	26%	30%	25%	41%	52%	58%	61%	52%	28%
1984/85	50%	41%	20%	18%	11%	13%	16%	29%	38%	46%	50%	49%	22%
1985/86	43%	34%	28%	20%	13%	18%	36%	42%	54%	55%	53%	56%	28%
1986/87	62%	59%	38%	23%	25%	29%	28%	41%	55%	57%	70%	72%	39%
1987/88	63%	54%	28%	18%	21%	22%	28%	39%	57%	63%	64%	78%	33%
1988/89	65%	43%	36%	22%	29%	27%	41%	58%	61%	60%	69%	64%	40%
1989/90	59%	39%	29%	11%	25%	29%	40%	55%	66%	60%	65%	66%	31%
1990/91	63%	50%	46%	24%	17%	18%	16%	30%	45%	52%	54%	59%	29%
1991/92	45%	36%	28%	20%	15%	7%	22%	29%	40%	48%	51%	46%	22%
1992/93	36%	20%	22%	15%	19%	19%	28%	39%	46%	52%	56%	62%	26%
1993/94	52%	52%	38%	17%	20%	20%	19%	34%	47%	48%	58%	58%	29%
1994/95	74%	64%	25%	26%	25%	27%	30%	41%	55%	56%	68%	82%	37%
1995/96	63%	42%	27%	16%	29%	31%	42%	52%	63%	72%	82%	76%	38%
1996/97	79%	41%	20%	13%	15%	19%	22%	32%	39%	48%	49%	55%	26%
1997/98	55%	47%	21%	21%	23%	23%	40%	51%	59%	64%	70%	82%	35%
1998/99	75%	37%	25%	24%	35%	20%	27%	48%	63%	68%	78%	73%	35%
1999/00	92%	47%	33%	21%	16%	20%	22%	37%	51%	64%	61%	60%	31%
2000/01	75%	38%	24%	22%	39%	42%	55%	68%	67%	82%	82%	76%	42%
2001/02	77%	53%	29%	18%	14%	17%	26%	50%	60%	61%	78%	97%	31%
2002/03	72%	56%	32%	18%	15%	24%	25%	40%	53%	56%	65%	69%	31%
2003/04	92%	62%	32%	24%	19%	14%	16%	24%	41%	44%	54%	57%	26%
2004/05	57%	51%	36%	16%	15%	18%	17%	30%	40%	46%	52%	49%	26%
<b>Mínimo</b>	<b>32%</b>	<b>20%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>7%</b>	<b>14%</b>	<b>19%</b>	<b>29%</b>	<b>34%</b>	<b>37%</b>	<b>35%</b>	<b>18%</b>
<b>Médio</b>	<b>57%</b>	<b>42%</b>	<b>27%</b>	<b>19%</b>	<b>20%</b>	<b>21%</b>	<b>26%</b>	<b>38%</b>	<b>48%</b>	<b>53%</b>	<b>58%</b>	<b>60%</b>	<b>29%</b>
<b>Máximo</b>	<b>92%</b>	<b>64%</b>	<b>46%</b>	<b>26%</b>	<b>39%</b>	<b>42%</b>	<b>55%</b>	<b>68%</b>	<b>67%</b>	<b>82%</b>	<b>82%</b>	<b>97%</b>	<b>42%</b>

**QUADRO 4.32 – PARTICIPAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO (%) DO SAU/SAA NAS VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM XINGÓ –OUT/1975 A SET/2005.**

ANO	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MED
1975/76	46%	22%	17%	21%	26%	22%	23%	38%	37%	45%	47%	41%	27%
1976/77	31%	27%	12%	14%	12%	26%	27%	31%	43%	48%	57%	59%	24%
1977/78	52%	46%	27%	16%	16%	15%	22%	30%	34%	45%	44%	51%	25%
1978/79	46%	35%	25%	18%	14%	7%	12%	22%	29%	34%	37%	35%	18%
1979/80	36%	30%	26%	19%	15%	9%	21%	23%	34%	35%	39%	43%	21%
1980/81	40%	39%	24%	19%	16%	20%	17%	30%	41%	47%	50%	51%	26%
1981/82	45%	28%	16%	18%	12%	13%	14%	20%	30%	36%	42%	44%	20%
1982/83	43%	42%	39%	21%	15%	9%	12%	16%	26%	33%	35%	43%	20%
1983/84	35%	22%	18%	13%	23%	29%	20%	34%	47%	51%	55%	48%	26%
1984/85	44%	38%	21%	17%	10%	11%	10%	20%	32%	39%	42%	42%	19%
1985/86	39%	32%	26%	21%	13%	16%	29%	39%	49%	51%	50%	51%	26%
1986/87	62%	55%	38%	22%	23%	28%	25%	37%	50%	53%	64%	62%	36%
1987/88	57%	50%	31%	17%	22%	20%	22%	32%	51%	59%	55%	54%	30%
1988/89	59%	39%	37%	20%	29%	25%	34%	47%	58%	57%	58%	60%	37%
1989/90	60%	44%	24%	11%	21%	27%	34%	52%	62%	59%	60%	59%	29%
1990/91	52%	48%	46%	27%	16%	17%	15%	26%	41%	49%	52%	55%	28%
1991/92	42%	39%	26%	20%	16%	7%	18%	25%	36%	44%	45%	44%	20%
1992/93	35%	21%	21%	14%	19%	17%	27%	36%	45%	49%	49%	54%	25%
1993/94	49%	45%	41%	18%	18%	21%	16%	30%	40%	46%	53%	50%	27%
1994/95	62%	64%	25%	24%	27%	23%	27%	37%	43%	54%	57%	68%	35%
1995/96	59%	41%	29%	16%	26%	32%	34%	44%	54%	62%	77%	77%	35%
1996/97	70%	45%	19%	13%	13%	20%	20%	29%	38%	45%	47%	51%	25%
1997/98	50%	47%	24%	19%	23%	21%	36%	46%	57%	63%	67%	70%	34%
1998/99	74%	40%	25%	23%	33%	21%	22%	43%	59%	67%	74%	65%	34%
1999/00	84%	51%	31%	20%	17%	19%	19%	35%	49%	61%	55%	59%	30%
2000/01	62%	42%	24%	19%	36%	41%	44%	66%	65%	78%	82%	75%	40%
2001/02	75%	56%	30%	15%	14%	16%	25%	49%	60%	61%	76%	98%	29%
2002/03	71%	58%	34%	18%	14%	24%	24%	39%	52%	56%	65%	69%	31%
2003/04	92%	63%	32%	26%	19%	14%	16%	22%	40%	44%	53%	57%	26%
2004/05	57%	52%	38%	16%	14%	18%	16%	28%	40%	46%	52%	49%	26%
<b>Mínimo</b>	<b>31%</b>	<b>21%</b>	<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>	<b>10%</b>	<b>16%</b>	<b>26%</b>	<b>33%</b>	<b>35%</b>	<b>35%</b>	<b>18%</b>
<b>Médio</b>	<b>54%</b>	<b>42%</b>	<b>27%</b>	<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>20%</b>	<b>23%</b>	<b>34%</b>	<b>45%</b>	<b>51%</b>	<b>55%</b>	<b>56%</b>	<b>28%</b>
<b>Máximo</b>	<b>92%</b>	<b>64%</b>	<b>46%</b>	<b>27%</b>	<b>36%</b>	<b>41%</b>	<b>44%</b>	<b>66%</b>	<b>65%</b>	<b>78%</b>	<b>82%</b>	<b>98%</b>	<b>40%</b>

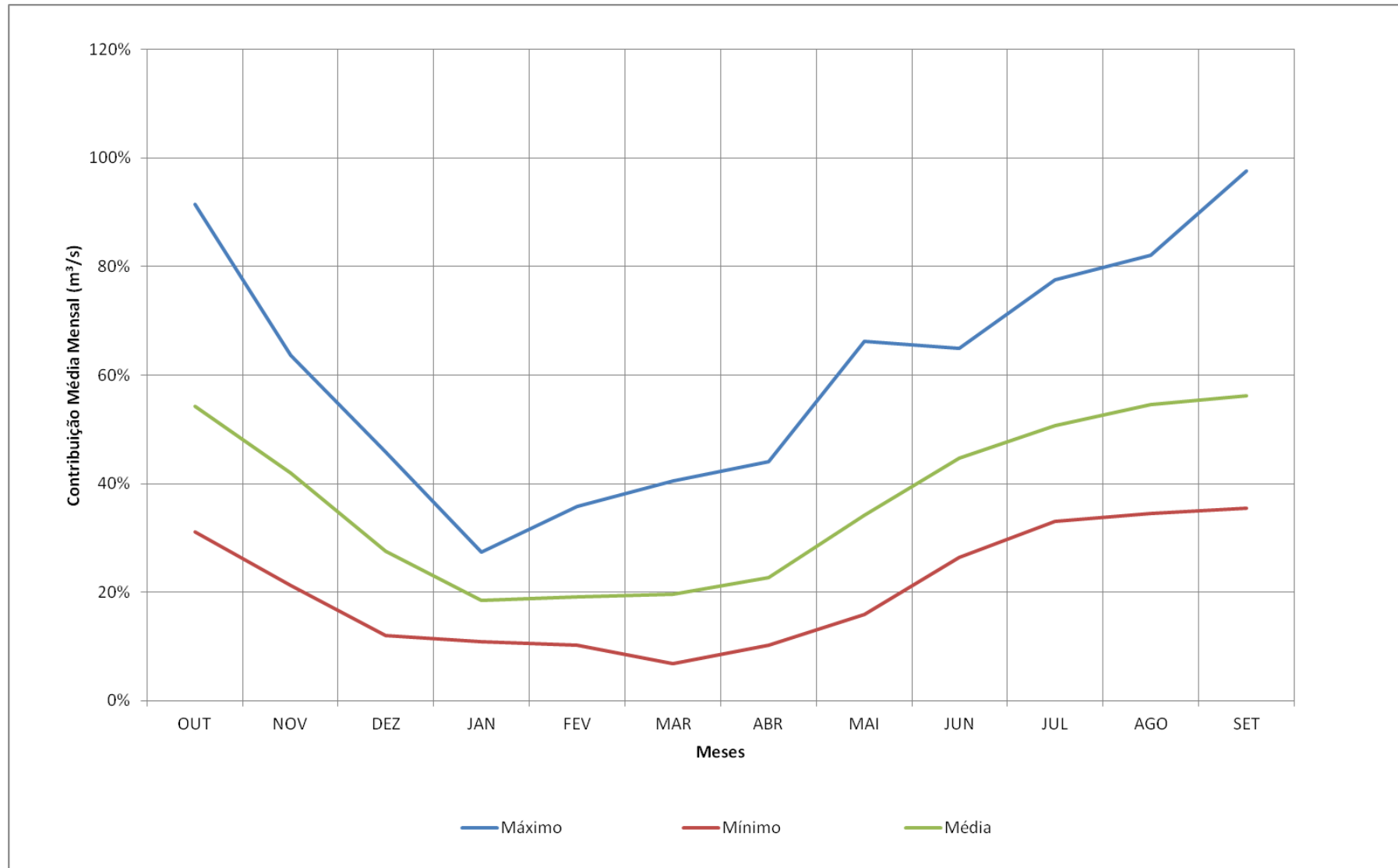


Figura 4.25 – Participação da contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco em Sobradinho – Vazões Médias Mensais – Valores Médios, Máximos e Mínimos - Período 01/10/1975 a 30/09/2005

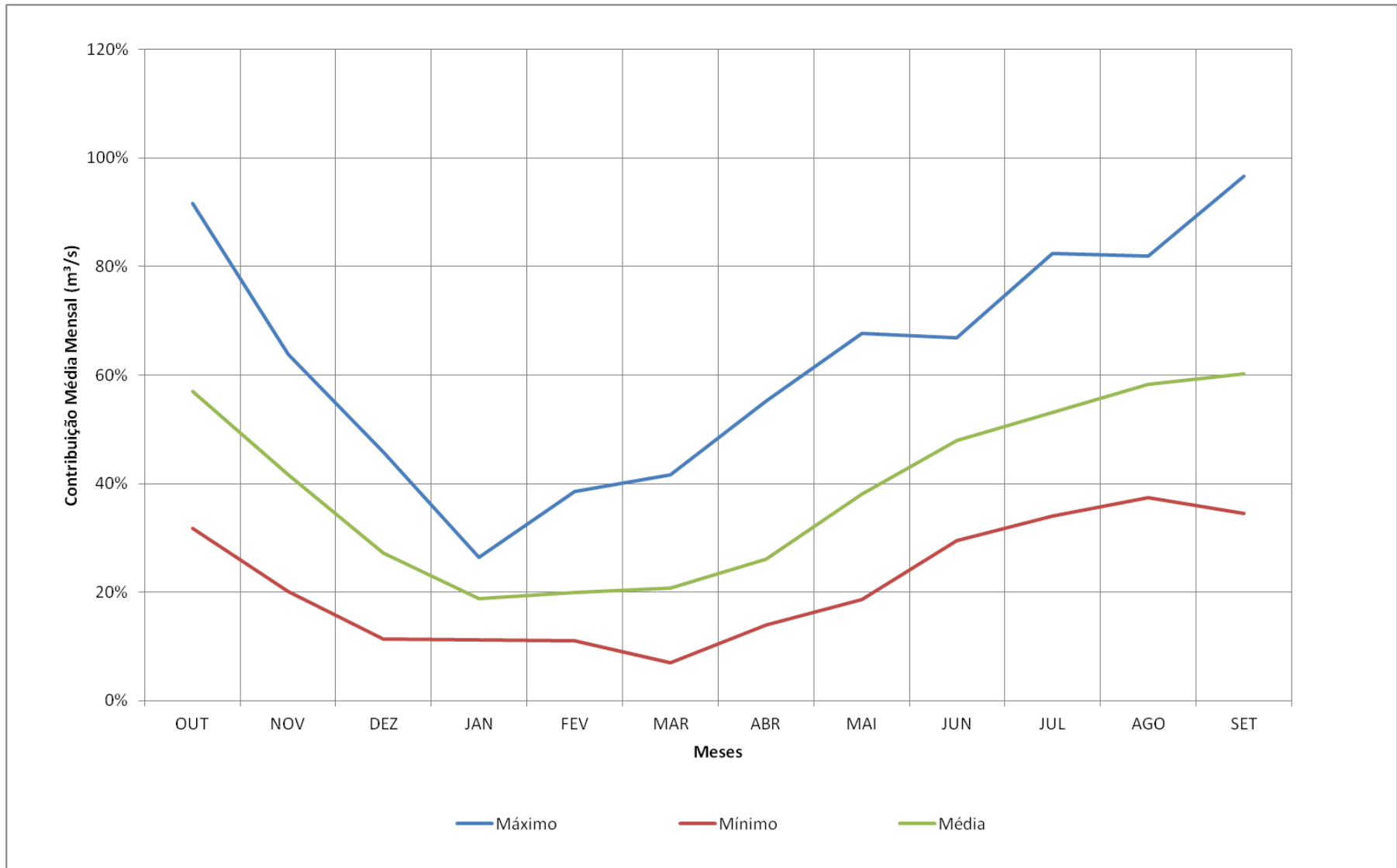


Figura 4.26 – Participação da contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco em Xingó – Vazões Médias Mensais – Valores Médios, Máximos e Mínimos - Período 01/10/1975 a 30/09/2005

A análise dos Quadros 4.29 e 4.30 permite observar que o rio São Francisco apresenta anualmente períodos de cheia que abrangem os meses de dezembro a março/abril e períodos de seca que abrangem os meses de maio a novembro.

O Quadro 4.33, resumo dos Quadros 4.29, apresenta as vazões mínimas, médias e máximas do rio São Francisco em Sobradinho.

**QUADRO 4.33 – RESUMO DAS VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM SOBRADINHO EM m<sup>3</sup>/s – OUTUBRO/1975 A SETEMBRO/2005**

VALORES	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA ANUAL
<i>Mínimo</i>	506	843	1.611	2.007	1.695	1.719	1.096	845	824	645	632	506	1.455
<i>Médio</i>	1.172	1.906	3.293	4.836	4.948	5.040	3.517	2.047	1.473	1.256	1.097	1.034	2.635
<i>Máximo</i>	2.050	4.448	6.170	9.467	9.918	15.676	7.174	4.189	2.745	2.267	1.949	2.034	4.876

Os valores mínimos das vazões médias mensais em Sobradinho variam entre valores da ordem de 500 m<sup>3</sup>/s em setembro/outubro a 2.000 m<sup>3</sup>/s em janeiro. Os valores médios das vazões médias mensais variam entre 1.034 m<sup>3</sup>/s em setembro e 5.040 m<sup>3</sup>/s em março. Os valores máximos das vazões médias mensais variam entre 1.949 m<sup>3</sup>/s nos meses de agosto a outubro e 15.676 m<sup>3</sup>/s em março.

O Quadro 4.34, resumo do Quadro 4.30, apresenta as vazões médias mensais mínimas, médias e máximas do rio São Francisco em Xingó.

**QUADRO 4.34 – RESUMO DAS VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM XINGÓ EM m<sup>3</sup>/s – OUTUBRO/1975 A SETEMBRO/2005**

VALORES	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA ANUAL
<i>Mínimo</i>	507	823	1.582	2.109	1.826	1.767	1.377	862	850	685	631	501	1.528
<i>Médio</i>	1.210	1.869	3.283	4.909	5.116	5.344	3.999	2.316	1.580	1.315	1.172	1.103	2.768
<i>Máximo</i>	2.018	4.069	6.218	9.620	9.827	16.102	8.160	4.915	2.822	2.287	1.995	1.981	4.966

Em Xingó os valores mínimos das vazões médias mensais são praticamente iguais aos valores observados em Sobradinho. Os valores médios das vazões médias mensais em Sobradinho apresentam pequeno incremento de até 7 % em relação a Sobradinho, com exceção dos meses de abril e maio que apresentam incrementos de 13%. E os valores máximos das vazões médias mensais em Xingó se mantêm próximos aos de Sobradinho, com pequenos incrementos na vazão dos meses de março a maio (cerca de 17% em maio).

Esses resultados mostram a importância das áreas a montante de Sobradinho, onde se inclui o SAU/SAA, na manutenção de vazões no rio São Francisco. O incremento de vazão entre Sobradinho e Xingó, já próximo à foz desse grande rio, é pouco significativo. A vazão média de longo termo entre Sobradinho e Xingó aumenta em cerca de 5% (de 2.635 m<sup>3</sup>/s em Sobradinho para 2.768 m<sup>3</sup>/s em Xingó) enquanto o incremento na área de drenagem é de 22% (498.425 km<sup>2</sup> em Sobradinho e 610.000 km<sup>2</sup> em Xingó).



O Quadro 4.35, resumo do Quadro 4.31, apresenta os valores mínimos, médios e máximos das contribuições do SAU/SAA para o São Francisco em Sobradinho, em termos de percentagem de vazões.

**QUADRO 4.35 – RELAÇÕES EM PORCENTAGEM DA CONTRIBUIÇÃO DO SAU E SAA NAS VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM SOBRADINHO - OUT/1975 A SET/2005.**

VALORES	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA ANUAL
<b>Mínimo</b>	32%	20%	11%	11%	11%	7%	14%	19%	29%	34%	37%	35%	26%
<b>Médio</b>	57%	42%	27%	19%	20%	21%	26%	38%	48%	53%	58%	60%	39%
<b>Máximo</b>	92%	64%	46%	26%	39%	42%	55%	68%	67%	82%	82%	97%	56%

A média das contribuições médias anuais do SAU e do SAA para a bacia do rio São Francisco é de 39% se for considerada como **seção de referência a Barragem de Sobradinho**, com contribuições médias anuais mínimas de 26% e máxima de 56%. Calculando o valor médio das contribuições médias mensais mês a mês, apresentadas no Quadro 4.34, resulta um valor médio de 39%. Da mesma forma, a média das contribuições mínimas resulta em cerca de 22% e a das máximas em torno de 60%.

O Quadro 4.36, resumo do Quadro 4.32, apresenta os valores mínimos, médios e máximos das contribuições para o São Francisco em Xingó, em termo de percentagens de vazão.

**QUADRO 4.36 – RELAÇÕES EM PORCENTAGEM DA CONTRIBUIÇÃO DO SAU E SAA NAS VAZÕES NATURAIS DO RIO SÃO FRANCISCO EM XINGÓ - OUT/1975 A SET/2005.**

VALORES	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	MÉDIA ANUAL
<b>Mínimo</b>	31%	21%	12%	11%	10%	7%	10%	16%	26%	33%	35%	35%	26%
<b>Médio</b>	54%	42%	27%	19%	19%	20%	23%	34%	45%	51%	55%	56%	37%
<b>Máximo</b>	92%	64%	46%	27%	36%	41%	44%	66%	65%	78%	82%	98%	53%

Já no que se trata da média das contribuições médias anuais do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco se for considerada como **seção de referência a Barragem de Xingó** é de 37%, com contribuições médias anuais mínimas de 26% e máxima de 53%. Observa-se um pequeno decréscimo nessas contribuições quando comparado com Sobradinho. Calculando o valor médio das contribuições médias mensais mês a mês, apresentadas no Quadro 4.36 resulta um valor médio de 37%. Da mesma forma, a média das contribuições mínimas resulta em torno de 21% e a das máximas cerca de 61%.

O valor ligeiramente menor registrado na Barragem de Xingó pode se dar pelo fato de que os domínios geológicos da região do Baixo São Francisco são caracterizados terrenos cristalinos, fraturados, onde pode ocorrer “perda” de água por entre as fraturas e/ou falhas geológicas. E isso, conseqüentemente, poderá determinar uma contribuição menor para o escoamento de base nessa região.

A análise dos resultados da contribuição média do SAU/SAA apresentados indicou que:

- 
- ✓ A contribuição média do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco é da ordem de 40% do total escoado;
  - ✓ A contribuição variou, mês a mês, entre valores mínimos de 7% e máximos superiores a 90%. Os valores mínimos devem ser decorrentes de grandes cheias na bacia, e os máximos de grandes secas, ocasião em que as contribuições de outras áreas diminuem significativamente e há pequena variação na contribuição do SAU/SAA;
  - ✓ Ao longo do ano, a contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco é menos significativa no período de Dezembro a Março/Abril, ocasião em que as vazões daquele rio são máximas, variando entre valores mínimos de cerca de 10% e máximos da ordem de 50%;
  - ✓ Nos demais meses do ano aumenta a importância da contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco, podendo chegar a valores médios da ordem de 80% nos meses de Agosto a Outubro e máximos superiores a 90% nos meses de Setembro/Outubro.

## 5. RESUMO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

A realização do presente trabalho iniciou com a caracterização climática da região de estudo, a qual foi realizada com dados publicados pelo INMET.

Prosseguindo os trabalhos foi realizada pesquisa de postos pluviométricos e fluviométricos existentes na região do SAU/SAA. No total foram identificados 1.599 postos pluviométricos e 1.346 postos fluviométricos, cujos dados foram obtidos no Hidroweb.

A análise dos dados obtidos resultou na seleção de 255 postos pluviométricos e 135 postos fluviométricos para análise de consistência e utilização nos estudos. Foram também identificados 21 postos fluviométricos principais, os quais em cada sub-bacia estariam melhor posicionados para caracterização hidrológica das sub-bacias existentes na área de afloramento do SAU/SAA.

Os estudos permitiram a caracterização pluviométrica da região, obtendo-se as isoietas mensais e anuais para uma série de observação de 40 anos. Foram também traçadas as isoietas para uma série de 30 anos de observação, considerando o ano hidrológico e o mesmo período de dados disponíveis para os postos fluviométricos principais.

Os estudos fluviométricos permitiram a obtenção de séries de vazões médias diárias para os postos fluviométricos principais, com séries estendidas no período de Outubro de 1975 a Setembro de 2005. Alguns postos dispunham de séries anteriores a este período.

Para identificar a contribuição do SAU e do SAA para as bacias hidrográficas circundantes foi realizada a separação do escoamento de base em cada um dos postos fluviométricos principais, utilizando o programa computacional HYSEP, elaborado pelo US Geological Survey. Com base nesses valores e avaliação das precipitações sobre a região de estudo, bem como de análise do balanço hídrico na região, foram elaboradas metodologias para determinação da contribuição do SAU/SAA para as bacias circundantes.

Durante a realização dos estudos, como resultado de pesquisa em trabalhos anteriores, foi identificado existir deslocamento do divisor de águas subterrâneo em relação ao divisor superficial, tendo-se utilizado este posicionamento para a realização dos estudos e análises da hidrologia do SAU.

Na bacia do rio São Francisco, foram identificadas seis sub-bacias onde existiam postos fluviométricos com representatividade para as vazões efluentes do SAU. Foram obtidas as vazões de contribuição de cada sub-bacia, apresentadas no Quadro 4.15. Conforme pode ser observado nesse Quadro, a relação entre a vazão média escoada das sub-bacias e a precipitação média anual varia entre valores da ordem de 14 % e 28 %, destacando-se com maior valor a bacia do rio Carinhanha (Lagoa das Pedras). A contribuição total estimada para o rio São Francisco, das seis sub-bacias com postos fluviométricos representativos é de 566,31 m<sup>3</sup>/s para o período analisado (1975 a 2005).

Utilizando metodologia apoiada no balanço hídrico foram obtidas as contribuições das demais sub-bacias contribuintes para a bacia do rio São Francisco, resultando em contribuição média de

164,37 m<sup>3</sup>/s para estas sub-bacias e contribuição média total de 730,68m<sup>3</sup>/s do SAU e do SAA para a bacia do rio São Francisco.

As análises efetuadas utilizando as vazões médias mensais efluentes do SAU/SAA e as vazões naturais do rio São Francisco indicaram que:

- ✓ A contribuição média do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco é da ordem de 40% do total escoado;
- ✓ A contribuição variou, mês a mês, entre valores mínimos de 7% e máximos superiores a 90%. Os valores mínimos devem ser decorrentes de grandes cheias na bacia, e os máximos de grandes secas, ocasião em que as contribuições de outras áreas diminuem significativamente e há pequena variação na contribuição do SAU/SAA;
- ✓ Ao longo do ano, a contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco é menos significativa no período de Dezembro a Março/Abril, ocasião em que as vazões daquele rio são máximas, variando entre valores mínimos de cerca de 10% e máximos da ordem de 50%;
- ✓ Nos demais meses do ano aumenta a importância da contribuição do SAU/SAA para a bacia do rio São Francisco, podendo chegar a valores médios da ordem de 80% nos meses de Agosto a Outubro e máximos superiores a 90% nos meses de Setembro/Outubro.

Com base na observação dos resultados foi também constatado que as vazões efluentes do SAU/SAA têm registrado tendência de diminuição gradativa, com início a partir dos anos de 1978 a 1980 e prosseguindo até o final do período analisado. Visualmente, pode ser observada essa tendência na diminuição da vazão total efluente do aquífero SAU com diminuição da ordem de 25% entre os anos de 1978 e 2005 (de valores da ordem de 800 m<sup>3</sup>/s para valores da ordem de 600 m<sup>3</sup>/s).

Conforme pode ser visto no Quadro 5.1 (o qual reproduz o Quadro 4.19 apresentado anteriormente) a contribuição total estimada do SAU/SAA para as bacias circundantes é de 991,55 m<sup>3</sup>/s, com a maior parcela destinada ao rio São Francisco (730,68 m<sup>3</sup>/s).

**QUADRO 5.1 – CONTRIBUIÇÃO TOTAL DO SAU/SAA**

<i>Bacias</i>	<i>Área SAU/SAA (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Precipitação média anual (mm)</i>	<i>Contribuição/Precipitação (%)</i>	<i>Contribuição (mm)</i>	<i>Contribuição (m<sup>3</sup>/s)</i>
São Francisco	109.129	1.180	17,9%	211,15	730,68
Tocantins	27.831	1.427	17,1%	243,92	215,26
Parnaíba	7.361	1.137	16,9%	192,18	44,86
Paranaíba	98	1.450	16,7%	241,52	0,75
<b>Total Geral/Média Ponderada</b>	<b>144.419</b>	<b>1.226</b>	<b>17,7%</b>	<b>216,52</b>	<b>991,55</b>

---

Para o rio Tocantins a contribuição total é de menos de um terço deste valor, ou seja, de 215 m<sup>3</sup>/s. Considerando que a vazão média de longo termo, natural, no Aproveitamento de Estreito, situado a montante da confluência com o rio Araguaia é de 4.248m<sup>3</sup>/s, a contribuição do SAU e do SAA para este rio é pouco representativa, resultando, em valores médios, em contribuição da ordem de 5%. Na região da foz do rio Tocantins, avaliando pela vazão média natural de longo termo no Aproveitamento de Tucuruí que é de 10.980 m<sup>3</sup>/s essa contribuição é inferior a 2%. Deve ser lembrado que a contribuição do SAU é significativa para as sub-bacias da margem direita do rio Tocantins, onde estão incluídas as sub-bacias dos rios do Sono, Balsas, Manuel Alves e outras; no limite oeste do SAU.

Para as bacias dos rios Parnaíba e Paranaíba as contribuições do SAU/SAA são menores, em especial para o rio Paranaíba onde a contribuição é da ordem de 1 m<sup>3</sup>/s.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia: Relatório Síntese* / Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA; SPR, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PBHSF (2004-2013)* -Brasília: ANA; SPR, 2004.
- AMORIM JUNIOR, V. & LIMA, O. A. L. de. 2007. Avaliação Hidrogeológica do Aquífero Urucuia na Bacia do Rio Das Fêmeas – BA usando Resistividade e Polarização Elétrica Induzida. *Revista Brasileira de Geofísica*, Vol 25 (2): 117 - 129.
- ALBUQUERQUE, A.C.L.S., CHAVES, H.M.L., 2011. *Estimativa de recarga da Bacia do Rio as Fêmeas através de Métodos Manuais e Automáticos*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.11, p 1123–1129.
- ARNOLD, J.G., ALLEN, P.M., Bernhardt, G. 1995. Automated Base Flow Separation and Recession Analysis Techniques. *Groundwater*. Volume 33, Issue 6, pages 1010–1018, November 1995.
- ARNOLD, J.G., ALLEN, P.M., 1999. *Automated methods for estimating baseflow and ground water recharge from stream flow records*. *J. Am. Resources Association Assoc.* 35 (2), 411–424.
- BRASIL, 2007. *Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: Bacias Hidrográficas dos Rios Arrojado e Formoso*. Rede Cooperativa de Pesquisa sobre o COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO. Serviço Geológico do Brasil – CPRM; Universidade Federal da Bahia – UFBA.
- CPRM 2007. *Serviço Geológico do Brasil*. Mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos do Brasil. Rio de Janeiro: CPRM, 2007. 1 CD-ROM.
- ECKHARDT, K. 2008. A comparison of baseflow indices, which were calculated with seven different baseflow separation methods. *Journal of Hydrology*, 352, 168– 173.
- GASPAR, M. T. P. 2006. *Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização Regional e Propostas de Gestão*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. 158p.
- GONZALES, A.L., NONNER, J., HEIJKERS, J., UHLENBROOK, S.. 2009. Comparison of different base flow separation methods in a lowland catchment. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 6, 3483–3515.

- HEINECK, C.A., VIEIRA, V.S., DRUMOND, J.B.V., LEITE, C.A.L., LACERDA FILHO, J.V., VALENTE, C.R., SOUZA, J.D., LOPES, R.C., MALOUF, R.F., OLIVEIRA, I.W.B., OLIVEIRA, C.C., CACHS, L.L.B., PAES, V.J.C., LUNQUEIRA, P.A., 2003. Folha SE.23.23-Belo Horizonte. In: Schobbenhaus, C., Gonçalves, J.H., Santos, J.O.S., Abram, M.B., Leão Neto, R., Matos, G.M.M., Vidotti, R.M., Ramos, M.A.B., Jesus, J.D.A.de. (eds.), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil, CPRM, Brasília. CD-ROM.
- INMET. Normais Climatológicas do Brasil 1961 – 1990. Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF: INMET, 2009.
- LUXEMBOURG. HYDROPREDICT 2008 – Prague, Czech Republic; Bruthans-Kovar-Hrkal (eds.). p. 197-200.
- MARTÍNEZ, D.E., QUIROZ LONDOÑO, O.M., DAPENÑA, C., MASSONE, H.E., FERRANTE, A., BOCANEGRA, E. 2007. Aportes al Modelo Hidrogeológico Conceptual de la Cuenca del Río Quequen Grande, Provincia de Buenos Aires. V Congreso Argentino de Hidrogeología. ISBN 978-987-23936-3-2.
- NEFF, B.P., DAY, S.M., PIGGOTT, A.R., FULLER, L.M., 2005. Base Flow in the Great Lakes Basin. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2005-5217, 23p.
- PIMENTEL, A. L.; AQUINO, R. F.; SILVA, R. C. A.; VIEIRA, C. M. B. Estimativa da recarga do aquífero Urucuia na sub-bacia do rio das Fêmeas – Oeste da Bahia, utilizando separação de hidrogramas. In: Congresso sobre Aproveitamento e Gestão de Recursos Hídricos em Países de Idioma Português, Rio de Janeiro: ABES/AIDIS/ABRH, 2000. p.27-37.
- PRIEST, S. 2004. Evaluation of Ground-Water Contribution to Streamflow in Coastal Georgia and Adjacent Parts of Florida and South Carolina. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2004-5265, 50p.
- RIAL-RIVAS M.E., ÁLVAREZ ENJO M., DÍAZ-FIERROS F. (2005) Water balance and observed flows in the Anllóns river basin (NW Spain). Water in Celtic Countries: Quantity, Quality and Climate Variability. The Fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources. July 11-13, Guimaraes, Portugal.
- RISSER, D.W, THOMPSON, R.E, MARLA H. STUCKEY, M. H. 2008. Regression Method for Estimating Long-Term Mean Annual GroundWater Recharge Rates from Base Flow in Pennsylvania. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2008-5185, 33p.
- RIVAS, M.E.R, ENJO, M.A.A., VIQUEIRA, F.D-F. 2005. Water balance and observed flows in the Anllóns river basin (NW Spain). The Fourth Inter-Celtic Colloquium on Hydrology and Management of Water Resources. Guimarões, Portugal, July 11-14.

- RIGHETTO, A.M. 1998. *Hidrologia e Recursos Hídricos*. São Carlos: EESC/USP.
- RUTLEDGE, A.T. 1998. *Computer programs for describing the recession of groundwater discharge and for estimating mean ground-water recharge and discharge from streamflow data - Update*. USGS Water-Resources Investigations Report 98-4148. Reston, Virginia: USGS.
- SLOTO, R.A., CROUSE, M.Y. 1996. *HYSEP: A computer program for streamflow hydrograph separation and analysis*, US Geological Survey, Water Resources Investigation Report, 96-4040.
- SOUZA, J. D., KOSIN, M., HEINECK, C.A., LACERDA FILHO, J.V., TEIXEIRA, L.R., VALENTE, C.R., GUIMARÃES, J.T., BENTO, R.V., BORGES, V.P., SANTOS, R.A., LEITE, C.A., NEVES, J.P., OLIVEIRA, I.W.B., CARVALHO, L.M., PEREIRA, L.H.M., PAES, V.J.C. 2004. FOLHA SD.23, BRASÍLIA. IN: SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., SANTOS, J.O.S., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M., VIDOTTI, R.M., RAMOS, M.A.B., JESUS, J.D.A.DE. (eds.), *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas*. Programa Geologia do Brasil, CPRM, Brasília. CD-ROM.
- TUCCI, C.E.M., SILVEIRA, A.L.L. 2009 *Hidrologia: Ciência e Aplicação*; 4° ed, Porto Alegre, UFRGS/ABRH.
- WAHL, K.L., WAHL, T.L., 1995. *Determining the flow of comal springs at New Braunfels, Texas*, in *Proceedings of Texas Water'95*, August 16–17, 1995, San Antonio, Texas: American Society of Civil Engineers, pp. 77–86.
- VASCONCELOS, A.M., KOSIN, M., SOUZA, J.D. DE, VALENTE, C.R., NEVES, J.P., HEINECK, C.A., LACERDA FILHO, J.V., TEIXEIRA, L.R., BORGES, V.P., BENTO, R.V., GUIMARÃES, J.T., NEVES, J.P., OLIVEIRA, I.W.B., GOMES, I.P., MALOUF, R.F., CARVALHO, L.M. DE, ABREU FILHO, W., 2004. FOLHA SC.23 RIO SÃO FRANCISCO. IN: SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., SANTOS, J.O.S., ABRAM, M.B., LEÃO NETO, R., MATOS, G.M.M., VIDOTTI, R.M., RAMOS, M.A.B., JESUS, J.D.A.de. (eds.), *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas*. Programa Geologia do Brasil, CPRM, Brasília. CD-ROM.
- VERBEIREN, B., DE SMEDT, F., BATELAAN, O. 2008. *Improved calibration of groundwater models using baseflow estimates for sub-catchments*. Case-study: Upper Alzette.





CONSORCIO



MINISTÉRIO DO  
MEIO AMBIENTE

